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 першої черги будівництва житлового комплексу «Silent Hill» м. Рівне

(назва)

Мороз Тимофій Олександрович

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

Київ 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____

„___”_____20___р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Опалення та вентиляція першої черги будівництва житлового комплексу «Silent Hill» м. Рівне
(назва)

Виконала студент групи ТВс-23

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Мороз Тимофій Олександрович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

Керівник Доцент Рибачов С.Г.

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

Ідентичність підтверджую

Київ 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем і екології

Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: «бакалавр за ОПП»

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____

„___”_____20___р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Мороз Тимофій Олександрович

(прізвище, ім’я та по батькові студента)

1. Тема роботи Опалення та вентиляція першої черги будівництва житлового комплексу «Silent Hill» м. Рівне

затверджена наказом ректора КНУБА №___від „___”_____20___р.

2. Керівник роботи доцент Рибачов Сергій Григорович, асистент Вахула Володимир Романович

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

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. Плани поверху з мережами системи опалення. Експлікація приміщень. Теплова схема підключення котла квартири.

Аркуш 2. Плани поверху з мережами системи опалення. Експлікація приміщень. Принципова схема встановлення нагрівальних приладів.

Аркуш 3. Аксонометричні схеми систем опалення

Аркуш 4. План кінотеатру з мережами системи вентиляції. Експлікація приміщень. Схема припливно-витяжної установки.

Аркуш 5. Аксонометричні схеми систем вентиляції.

Аркуш 6. Календарний план-графік виконання робіт по монтажу систем опалення, графік зміни чисельності робітників на об'єкті

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх вміст	Дата виконання
Розділ 1. Вступ	18 травня
Розділ 2. Характеристика об’єкту будівництва	26 травня
Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних 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	15 червня
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	19 червня
Попередній захист роботи на кафедрі	23 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 _____ Рибачов С. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Студент _____ Мороз Т.О.
(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 огороджувальних конструкцій 15
3.1 Загальні відомості про теплотехнічний розрахунок огороджувальних 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

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

РОЗДІЛ 1
ВСТУПНА ЧАСТИНА

1. Вступ

Тема опалення та вентиляції першої черги будівництва житлового комплексу Silent Hill у м. Рівне є актуальною, оскільки сучасні житлові будівлі потребують енергоефективних, надійних і безпечних інженерних систем, що відповідають новим ДБН та європейським стандартам. Для Рівного, яке має холодні зими, підвищену вологість і щільну міську забудову, особливо важливо забезпечити стабільне теплопостачання, якісний повітрообмін, захист від вологи та цвілі, а також комфортний мікроклімат для мешканців. Проєктування ОВК для першої черги ЖК має практичну значущість, оскільки визначає енерговитрати, рівень комфорту та довговічність будівлі, а також впливає на подальші етапи забудови всього комплексу.

Метою атестаційної бакалаврської роботи є розробка сучасної, енергоефективної системи опалення та вентиляції першої черги будівництва житлового комплексу Silent Hill у м.Рівне. Створення безпечного та комфортного для здоров’я людини середовища при мінімальних матеріальних та енергетичних затратах. Розроблення системи загально-обмінної припливно-витяжної вентиляції приміщень, системи повітряного опалення, з використанням сучасних енергоефективних опалювальних приладів та терморегулюючих пристроїв.

РОЗДІЛ 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ БУДІВНИЦТВА

2.1 Загальні відомості про об’єкт

Об’єктом проєктування є перша черга будівництва житлового комплексу «Silent Hill», розташованого в місті Рівне. До складу черги входять житлові будинки різної поверховості та окремі громадські приміщення, серед яких — вбудовано-прибудований кінотеатр, що формує додаткові вимоги до систем опалення та вентиляції.

Житлові будівлі мають підвальні технічні приміщення та надземні поверхи, де перший поверх частково зайнятий комерційними площами, а верхні поверхи — житловими квартирами.

Система опалення житлової частини — поквартирна двотрубна, з нижньою розводкою, тупиковою схемою руху теплоносія. Для кожної квартири передбачено встановлення теплолічильника, запірної арматури та балансувальних елементів. Трубопроводи системи опалення житлових і комерційних приміщень виконуються з поліетиленових труб PE-X з антидифузійним шаром, прокладених у товщі підлоги прихованим способом.

Опалення вбудованих комерційних приміщень першого поверху, а також приміщень кінотеатру, передбачається окремими двотрубними системами з нижнім розведенням, підключеними через ІТП, де встановлюються вузли комерційного обліку теплової енергії. Для кінотеатру, з огляду на значні внутрішні тепловиділення та змінні режими роботи, передбачено можливість зонального регулювання теплового навантаження.

Система вентиляції кінотеатру — загальнообмінна припливно-витяжна, з механічним спонуканням, високопродуктивну систему вентиляції, здатну забезпечувати нормативний повітрообмін у кінозалах та технічних приміщеннях. Системи обладнуються фільтрами, шумоглушниками та рекуператорами, що відповідають вимогам акустичного комфорту та енергоефективності. Повітропроводи виготовляються з оцинкованої сталі товщиною 0,5 мм та прокладаються відкрито під стелею або у вентиляційних шахтах

Прийняті технічні рішення відповідають вимогам чинних на території України екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та будівельних норм, забезпечуючи надійну, енергоефективну та безпечну експлуатацію систем опалення та вентиляції житлового комплексу «Silent Hill».

2.2 Місце розташування об’єкта

Житловий комплекс, для якого проєктується система опалення та вентиляції, розташований у місті Рівне. Рівне — сучасне обласне місто, що активно розвивається, має вигідне географічне положення та є важливим економічним і культурним центром. Місто характеризується поєднанням розвиненої інфраструктури та значної кількості зелених зон, що створює комфортні умови для проживання.

2.3 Кліматичні дані

Місто Рівне розташоване у II кліматичній зоні України. Клімат міста — помірно-континентальний, із теплим літом та відносно м’якою, проте вологою зимою, що зумовлено впливом атлантичних повітряних мас.

Середня температура найхолоднішого місяця — січня становить близько –4…–5 °C, а найтеплішого місяця — липня — приблизно +18…+19 °C. Середньорічна температура повітря у місті становить близько 7,0–7,5 °C.

Тривалість опалювального періоду при переході середньодобової температури ≤ 8 °C становить орієнтовно 170–180 діб, із середньою температурою періоду близько 0…–1 °C. При переході ≤ 10 °C тривалість опалювального періоду збільшується до 190–200 діб, із середньою температурою близько +1 °C. Орієнтовний початок опалювального періоду при переході ≤ 8 °C припадає на середину жовтня, а завершення — на початок квітня. При переході ≤ 10 °C опалювальний період починається на початку жовтня та завершується у другій половині квітня.

Середньомісячні та середньорічні температури для м. Рівне наведені у відповідних таблицях згідно з вимогами ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.

Таблиця 2.1

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Рівне	-4,6	-3,4	0,7	8,0	13,8	16,7	18,2	17,5	13,1	7,7	2,1	-2,6

Для м. Рівне характерний переважно західний та північно-західний напрямок вітру, що відповідає загальній циркуляції повітряних мас у північно-західній частині України. У холодний період року в Рівному домінує північно-західний вітер із повторюваністю 17,3%, що зумовлює надходження холодних повітряних мас та збільшення тепловтрат будівлі. У теплий період року переважає південно-західний напрямок вітру з повторюваністю 4,3%, який приносить тепліші та сухіші повітряні потоки.

Повторюваність напрямків вітру й штилів, (%), наведена у таблиці 2.2, згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 (Таблиця-5).

Повторюваність напрямків вітру й штилів (%)

Таблиця 2.2

Період	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	Штиль
Теплий	11,4	6,3	8,9	9,3	8,0	11,4	29,1	15,6	8,9
Холодний	5,1	3,0	9,9	13,1	11,4	15,2	34,2	8,1	4,0

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 єдиними джерелом енергії. Сумарна сонячна радіація- це сукупність прямої та розсіяної, що надходить на земну поверхню.

Радіаційний баланс — це різниця між надходженням та витратою сонячної радіації протягом року. Для м. Рівне, яке розташоване у II кліматичній зоні та характеризується підвищеною хмарністю і вологістю повітря, річний радіаційний баланс залишається додатним, становлячи орієнтовно 1,30–1,45 МДж/м² за рік.

Вологість повітря можна оцінити величиною парціального тиску водяної пари, відносною вологістю повітря та дефіцитом насичення (нестачею насичення повітря водяною парою). Для м. Рівне характерна підвищена вологість, зумовлена більшою кількістю опадів та хмарністю. Середньорічна відносна вологість становить близько 78%

Вологість повітря можна оцінити величиною парціального тиску водяної пари, відносною вологістю повітря та дефіцитом насичення (нестачею насичення повітря водяною парою). Для м. Рівне характерна підвищена вологість, зумовлена більшою кількістю опадів та хмарністю. Середньорічна відносна вологість становить близько 78%

Абсолютна мінімальна температура зовнішнього повітря для Рівного становить –29 °C [1].

Абсолютно максимальна температура зовнішнього повітря досягає +33 °C [1].

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря для систем опалення становить –22 °C (ідентична для більшості населених пунктів II кліматичної зони) [1].

Розрахункова температура зовнішнього повітря в теплий період року для розрахунку систем вентиляції становить +28 °C [1].

Середня температура опалювального періоду для Рівного становить близько –0,5 °C [1].

Тривалість опалювального періоду — орієнтовно 180 діб [1].

Розрахункова географічна широта м. Рівне — 50,6°.

Глибина промерзання ґрунту: середня — 0,80 м; максимальна — 1,20–1,25 м.

Кількість опадів за рік — приблизно 650–700 мм, що дещо більше, ніж у центральній частині України, через вплив атлантичних повітряних мас

РОЗДІЛ 3

ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

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:

$$R_{\Sigma\,\text{пр}} \geq R_{q\,min}, \tag{3.1}$$

де $R_{\Sigma\ \text{пр}}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої або світлопрозорої огороджувальної конструкції, м^2·К/Вт;

$R_{q\ min}$ – мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частинки огороджувальної конструкції, або мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі світлопрозорої конструкції, м^2·К/Вт.

$$\Delta T_{\text{пр}} \leq \Delta \text{T}_{cr}, \tag{3.2}$$

де $\Delta T_{\text{пр}}$ - за санітарно-гігієнічними вимогами допустима величина різниці між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, °С;

ΔT_{cr} – фактична різниця між температурами внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, °С.

$$T_{\text{в мін}} > \text{T}_{\text{мін}}, \tag{3.3}$$

де $T_{\text{в мін}}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах де наявні теплопровідні включення в огороджувальній конструкції, °С;

$\text{T}_{\text{мін}}$ – дозволене мінімальне значення температури внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції з розрахункових значень температури внутрішнього і зовнішнього повітря, °С.

Вибір та використання матеріалу в огороджувальних 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 $\phi_в$,%, за температури θ_{int},°С		
	$\theta_{int} \leq 12$°С	$12 \leq \theta_{int} \leq 24$°С	$\theta_{int} > 24$ °С

Продовження таблиці 3.1

Сухий	$\phi_в < 60$	$\phi_в < 50$	$\phi_в < 40$
Нормальний	$60 \le \phi_в \le 75$	$50 \le \phi_в \le 60$	$40 \le \phi_в \le 50$
Вологий	$75 < \phi_в$	$60 \le \phi_в \le 75$	$50 \le \phi_в \le 60$
Мокрий	-	$75 < \phi_в$	$60 < \phi_в$

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 огороджувальних конструкцій заснований на розрахункових значеннях температури θ_{int} та вологості $\phi_в$ внутрішнього повітря в приміщенні будівлі та температури зовнішнього повітря для найхолоднішої п’ятиденки забезпеченістю 0,92.

Розрахункова формула для фактичного опору теплопередачі:

$$R_{\sum пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \cdots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_з}, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}, \quad (3.4)$$

де $\alpha_в$ – коефіцієнт віддачі тепла від внутрішньої поверхні конструкції, Вт/ м^2·К, визнається згідно з ДСТУ Б В.2.6-190:2013 [3] (дод.А, табл.А.4).

Отже для стін коефіцієнт становить: $\alpha_в$-8,7 Вт/ м^2·К;

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;

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

Для стін коефіцієнт $\alpha_з$ = 23 Вт/ м^2·К; для горищного перекриття $\alpha_з$ = 12 Вт/ м^2·К; для підвального перекриття $\alpha_з$ = 6 Вт/ м^2·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 ізолу, повітряного прошарку та опоряджувального шару. Схема зовнішньої стіни зображена на рис.3.1.

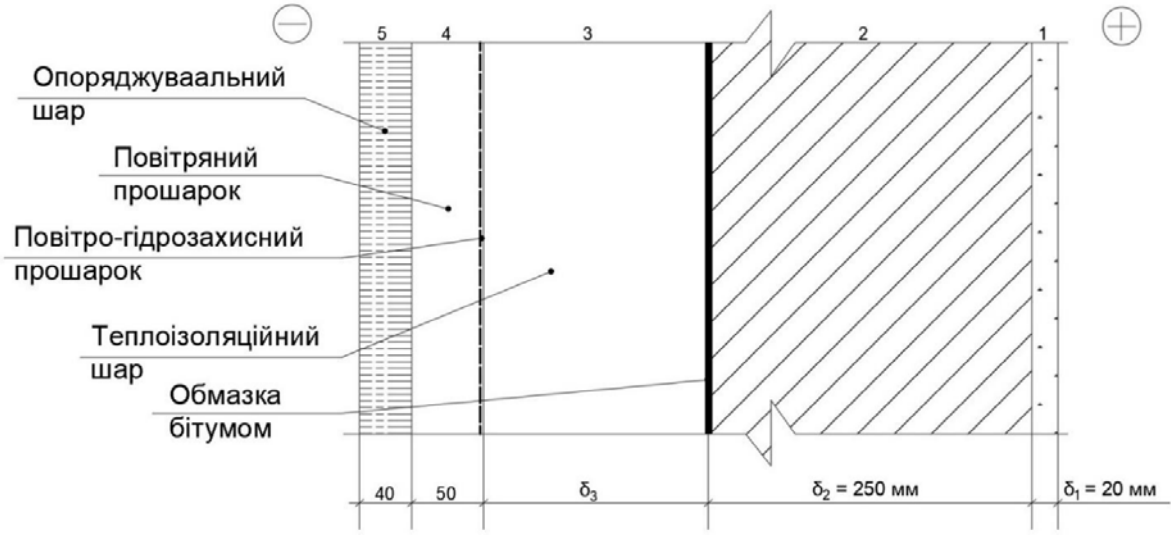


Рис.3.1 Схема зовнішньої стіни

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

$R_{q\ min}$ = 4 м^2·К/Вт.

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=δ/λ, 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 вентильованим.

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$$\delta_3 = (R_\sum - (\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_з})) \cdot \lambda_3 = 4-(\frac{1}{8,7} + 0,023 + 0,357 + \frac{1}{23}) \cdot 0,047 =$$

0,163 м;

Приймаємо товщину утеплюючого шару δ_3 = 0,17 м, за якої опір теплопередачі буде відповідати нормативним вимогам.

Так як конструкція є термічно однорідною, тому опір теплопередачі конструкції $R_\sum$ вираховується за формулою (3.4):

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

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

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

$$\Delta T_{пр} = \frac{t_{вн} - t_з}{R_\sum \cdot \alpha_{вн}} = \frac{20-(-22)}{4,16 \cdot 8,7} = 1,16 \text{ °C}$$

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

$t_з$– зовнішня температура в приміщенні, °С.

$\Delta T_{пр}$ =1,16 °С < ΔT_{cr} = 4 °С – 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.

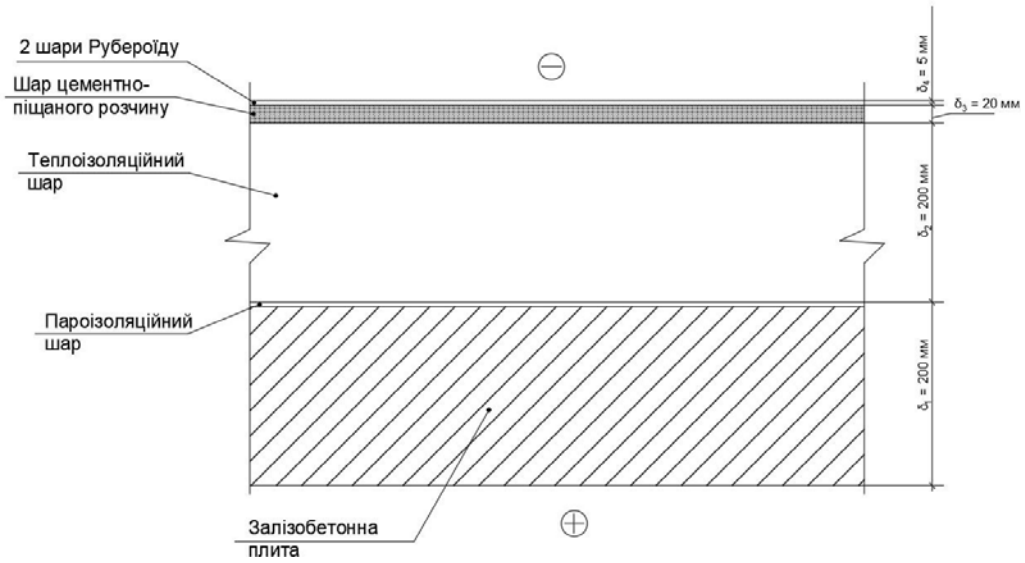


Рис. 3.2 Схема горищного перекриття

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

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

Розрахункові теплофізичні характеристики
матеріалів шарів горищного перекриття

Таблиця 3.4

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

Продовження таблиці 3.4

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:

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

Товщина утеплюючого шару, за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативним вимогам становить: $\delta_2 = 0,2$ 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 $R_\Sigma = 6,01$ м^2·К/Вт > $R_{q\ min} = 6,0$ м^2·К/Вт, то умова виконується.

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

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

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

$t_з$ – зовнішня температура в приміщенні, °С.

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

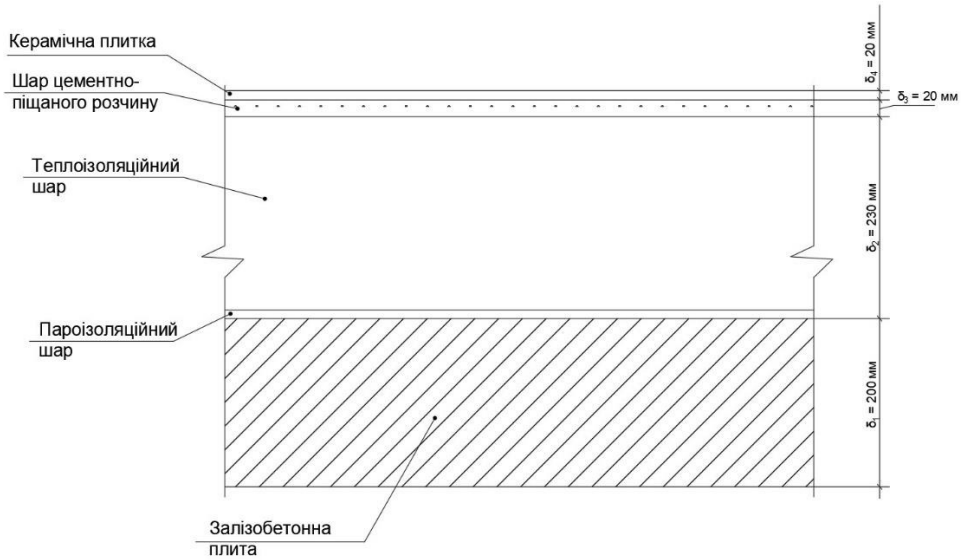


Рис. 3.3 Схема конструкції перекриття над підвалом

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 [2] $R_{q\ min}$ – мінімальне допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції, враховуючи те що будівля знаходиться в І температурній зоні, становить: $R_{q\ min}$ = 5 м^2·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	Товщина шару, δ, м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ, Вт/м·К	Термічний опір шару, R=δ/λ, м^2·К/Вт
1	Залізобетонна плита	2500	0,2	2,04	0,098

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:

$\delta_2 = (R_\Sigma - (\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_з})) \cdot \lambda_3 = (5-(\frac{1}{8,7} + 0,098 + 0,022 + +0,0182 + \frac{1}{17})) \cdot 0,047 = 0,225$ м;

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

Термічний опір утеплювача дорівнює: $R_2 = \frac{\delta 2}{\lambda_2} = \frac{0,23}{0,047} = 4,89$ м²·К/Вт;

Опір теплопередачі за формулою (3.4) становитиме:

$R_\Sigma = \frac{1}{8,7} + 0,098 + 0,022 + 4,89 + \frac{1}{17} = 5,18$ м²·К/Вт

Оскільки $R_\Sigma = 5,18$ м²·К/Вт > $R_{q\ min} = 5,0$ м²·К/Вт, то умова виконується.

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

$\Delta T_{пр} = \frac{t_{вн} - t_з}{R_\Sigma \cdot \alpha_{вн}} = \frac{20-(-22)}{5,18 \cdot 8,7} = 0,932$ °С

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

$t_з$ – зовнішня температура в приміщенні, °С.

$\Delta T_{пр} = 0,932$ °С < $\Delta T_{cr} = 2$ °С – умова виконується.

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 огороджувальної конструкції, а також від температури зовнішнього повітря.

До умов нормованої температури внутрішнього повітря належать:

1) Трансмісійні втрати тепла приміщенням, що опалюються через зовнішні огороджувальні конструкції, які мають контакт з зовнішнім повітрям;
2) Трансмісійні втрати тепла приміщеннями, що опалюються через неопалювальні приміщення;
3) Трансмісійні втрати тепла приміщеннями, що опалюється до приміщень, які мають нижчу розрахункову температуру;
4) Трансмісійні 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.

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

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

де $H_{т,ie}$ – коефіцієнт для трансмісійних втрат тепла через огороджувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С;

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

$H_{т,ig}$ - коефіцієнт трансмісійних втрат тепла через огороджувальні 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 H_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:

$$H_{т,ie} = \sum_к A_к \cdot U_к \cdot e_к + \sum_l l_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, Вт/°С, \quad (3.6)$$

де $A_к$ – площа передачі тепла к-ї огороджувальної конструкції, м^2;

$U_к$ – коефіцієнт теплопередачі від внутрішнього повітря через к-ту огороджувальну конструкцію будівлі до зовнішнього середовища, Вт/(м^2·К);

ψ_l – лінійний коефіцієнт передачі тепла l-го елементу лінійного теплового мосту в огороджувальній конструкції, Вт/(м^2·К);

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

e_l, $e_к$ – поправочні коефіцієнти, для додаткових втрат тепла, що враховують здатність випромінення поверхні огородження, де береться до уваги вплив

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

Площа теплопередачі к-тої огороджувальної 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 огороджувальні конструкції, які мають контакт з ґрунтом, виконується за формулою:

$$\text{Н}_{т,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_к A_к \cdot U_{equiv,к}) \cdot G_w, \text{Вт/°С}, \quad (3.7)$$

де f_{gl} = 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:

$$\text{f}_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m.e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}, \quad (3.8)$$

де $\theta_{m.e}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період за рік, °С, 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:

$$\text{Н}_{т,ig} = \sum_к f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{Вт/°С}, \quad (3.9)$$

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

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

$$\text{Н}_{\text{т},uie} = \sum_{\text{к}} A_{\text{к}} \cdot U_{\text{к}} \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u, \text{Вт/°С}, \quad (3.10)$$

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:

$$\Phi_{v,\text{i}} = \text{Н}_{v,\text{i}} \cdot (\theta_{int,\text{i}} - \theta_{\text{e}}), \quad (3.11)$$

де $\text{Н}_{v,\text{i}}$ – коефіцієнт для вентиляційних втрат тепла в приміщенні, Вт/°С;

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:

$$\text{Н}_{v,\text{i}} = V_{\text{i}}^{\text{c}} \cdot \rho \cdot \text{с}_{\text{р}}, \text{Вт/°С} \quad (3.12)$$

де ρ – густина повітря при температурі в приміщення, яке обирається для розрахунку, кг/м^3;

$\text{с}_{\text{р}}$ – питома теплоємність повітря, яка обирається за розрахунковою температурою в приміщенні, Дж/(кг·°С);

V_{i}^{c} – об’ємна втрата тепла, яка надходить до приміщення, яке опалюється, м^3/год. Вона визначається в залежності від наявності або відсутності механічної вентиляції.

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

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

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

4Б-206 θi = 24,0 °C ΦHL = 1217 Вт Загальна кімната 4Б-206

Площа та кубатура: A= 13,57 V= 38,7 м³

Позначка та висота: Lf= 6,00 Hi= 2,85 м

Поверх: Поверх Тип приміщення: Загальна кімната

Параметри об'єкта: Тип: Багато Тип конструкції: Середня

Ступінь герметичності: Средня n_{50}= 3,51/ч

Опалення: Конвекційне Індивідуальне рег.

Повітря, що інфільтрується: Естественная индивидуальная

Вентиляційне повітря: nmin= 1,00 Vmin= 38,7 м³/ч

Огородження у приміщенні:4Б-206

Символ	Ор.	омещение или	θe	L или A	H	N	Fsh	Угол	Ac	Δθ	Uk	HT	ФТ
		°C	°C	м; м²	м	шт.		°	м²	K	Вт/м²·K	W/K	Вт
ЗС	В	-22	-22,0	11,10	1,00	1		90	11,7	46,0	0,250	2,93	135
ЗС	Пв	-22	-22,0	6,54	1,00	1		90	7,1	46,0	0,250	1,79	82
В	Пв	-22	-22,0	4,86	2,70	1	1,00	90	4,9	46,0	1,111	5,40	248
ВС		27	26,5	3,45	1,00	1		90	3,5	-2,5	0,300	0,00	0
ВС		24	23,5	3,60	1,00	1		90	3,6	0,5	0,300	0,00	0
ВС		27	26,5	6,45	1,00	1		90	6,5	-2,5	0,300	0,00	0
ВС		24	24,0	14,55	1,00	1		90	14,6	0,0	0,300	0,00	0
ВД		24	23,5	1,35	2,25	1		90	1,4	0,5	0,300	0,00	0
ПП		-22	-22,0	15,96	1,00	1		0	16,0	46,0	0,200	3,19	147

Проектні втрати тепла, спричинені теплопередачею ФТ, [Вт]: 612

Проектні втрати тепла на вентиляцію ФV, [Вт]: 605

Коригуючий коефіцієнт, що враховує висоту приміщення fh: 1,00

Загальні проектні втрати тепла Ф=(ФТ+ФV)·fh, [Вт]: 1217

Надлишок теплової потужності ФRH=A·fRH, [Вт]: 0

Проектне теплове навантаження ФHL, [Вт]: 1217

Показник ФHL пом., відніс. для його площі φHL,f, [Вт/м²]]: 89,7

Показник ФHL пом., відніс. до його кубатури φHL,V, [Вт/м³]: 31,5

Коефіцієнт проектних втрат тепла, спричинених теплопередачею HT, [Вт/K]: 13,30

Коефіцієнт проектних втрат тепла на вентиляцію HV, [Вт/K]: 13,15

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

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 в квартирах запроектована автономна двотрубна, тупікова система опалення з насосним спонуканням, з розводкою трубопроводів в товщі підлоги. Труби прийнято РЕ-Хс із зшитого поліетилену ф-ми "Kan-therm" (або аналог). Труба має захисний шар, що запобігає проникненню (дифузії) кисню в теплоносій через стінку труби.

Опалення передбачається самостійною системою у кожній квартири. Джерелом тепла кожної квартири служить побутовий газовий, двоконтурний котел з закритою камерою згорання - тепловою потужністю 24,0 кВт. ККД котла складає 93,0 %. Котел має вбудований розширювальний бак, насос та комплект автоматики.

Потужність котла прийнята з розрахунку витрат тепла на гаряче водопостачання. Автоматикою котла передбачено короткочасне відключення системи опалення при забезпеченні господарчо-побутових потреб гарячою водою.

В якості теплоносія для системи опалення будинку прийнята гаряча вода з параметрами Т1=80о С, Т2=60 оС.

Визначення марки котлів, розташуванням та відведенням газів від котлів розробляється окремим проектом . (Див. Проект«Внутрішнє газопостачання)».

Витрата тепла однієї квартири:

на опалення - від 1700 Вт до 4500 Вт;

на ГВП – 23,3 кВт

Витрати тепла квартир житлового будинку: 794,0 кВт (0,676 мВт)

- на опалення – 604,0 кВт (0,513 мВт);

- на гаряче водопостачання – 190,00кВт (0,163мВт).

Розрахункова температура внутрішнього повітря прийнята згідно табл.2 п.7.28 ДБН В 2.2-15:2019. , що забезпечує відповідність мікроклімату санітарно-гігієнічним вимогам та комфортним умовам перебування мешканців.

Підключення до котла виконано металевими трубами згідно ДСТУ 8936:2019 на довжині 2 м для забезпечення:

- підвищеної термостійкості в зоні високих температур;
- стійкості до гідравлічних ударів;
- пожежної безпеки в зоні котла.

Трубопроводи, що прокладаються в підлозі – ізолюються. Теплоізоляція – вироби з вспіненого каучуку “K-flex”(або аналог). Товщина ізоляції прийнята згідно з додатком Б ДБН В.2-5-67:2013 відповідно до діаметра та місця прокладки, , що забезпечує:

- мінімізацію тепловтрат;
- захист від конденсації;
- підвищення довговічності конструкції.

Між опалювальними приладами та зовнішньою стіною передбачено влаштування тепловідбивної теплоізоляції згідно ДБН В.2.6–31:2016, п. 4.15.

Випуск повітря з систем опалення здійснюється через вмонтовані повітряні крани в опалювальних приладах.

Спускання води з систем опалення передбачається з кожної окремої горизонтальної гілки квартирної системи. Для цього встановлюється запірна арматура зі штуцерами для приєднання гнучкого шлангу.

Автоматизація теплоспоживання на опалення передбачається за рахунок встановлення автоматичних термостатів на опалювальних приладах. В проекті передбачена арматура фірми «Danfoss» (або аналог) , що забезпечують:

- індивідуальне регулювання температури в кожному приміщенні;
- зменшення витрат теплової енергії до 20–25%;
- стабільність мікроклімату.

Термін експлуатації трубопроводів із зшитого поліетилену становить не менше 50 років, що відповідає вимогам сучасних систем теплопостачання.

Використання якісної арматури, теплоізоляції та автоматизації забезпечує:

- стабільну роботу системи;
- мінімальні експлуатаційні витрати;
- високу енергоефективність будівлі.

Технічні приміщення в яких прокладаються інженерні мережі не опалюються. Захист від замерзання систем водопостачання забезпечується запроектованим місцевим електричним обігрівом трубопроводів, який автоматично вмикається.

Автоматичне регулювання теплового потоку запроектовано встановленням автоматичного погодного регулятора – поквартирно, у кожного котла. Такий підхід забезпечує індивідуальне керування тепловим режимом у кожній квартирі та дозволяє оптимізувати витрати енергії відповідно до реальних теплових потреб.

4.2 Розрахунок системи опалення

Система опалення з 2 поверху по 8 поверх включно.

Річне споживання системою опалення будинку, розраховується за формулою:

$$W_{со} = \frac{t_{вн} - t_{о.с.}}{t_{вн} - t_{зовн.5}} \cdot \frac{Q_{со} \cdot 24 \cdot z_{ос}}{1000} \quad \text{кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (4.1)$$

де $Q_{со}$ – розрахункова теплова потужність, Вт; $Q_{со}$ = 350521 Вт.

$Z_{о.с.}$ – кількість діб опалювального сезону, $Z_{о.с.}$ = 191 діб [2];

$t_{вн}$ – внутрішня розрахункова температура в приміщенні, $t_{вн}$ = 20°С [4];

$t_{зовн5}$ – середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п’ятиденки, $t_{зовн5}$ = -25 °С [2];

$t_{о.с.}$ - середня температура за опалювальний сезон; $t_{о.с.}$= - 0,5

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

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

$$W = 160768 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Питоме річне теплоспоживання системою опалення, розраховується за формулою:

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

Де загальна площа будівлі Аз.п.=2635 м²

Отже, питоме річне теплоспоживання системою опалення становить:

$$\text{E} = \frac{16076}{2635} = 61{,}1 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \cdot \text{м}^2$$

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, $W = 61{,}1 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \cdot \text{м}^2 < E_{max} = 73 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \cdot \text{м}^2$ – умова виконується.

Витрата теплоносія в системі опалення розраховується за формулою:

$$G_{c.o} = \frac{0{,}86 \cdot Q_{CO}}{(t_г - t_o)}, \text{ кг/год}, \quad (4.3)$$

Отже, витрата теплоносія за формулою 4.3 становить:

$$G_{c.o} = \frac{0{,}86 \cdot 126920}{(90 - 70)} = 15072 \text{ кг/год}$$

4.3 Вибір та розташування опалювальних приладів

У проєкті для системи опалення передбачено використання сталевих панельних радіаторів ROMSTAL серії 22-50V.

Ці прилади виконані у висоті 500 мм та оснащені двома панелями і двома конвекційними ребрами, що забезпечує високу теплову ефективність при збереженні компактних розмірів.

У верхній та нижній частині радіатора передбачені вентиляційні прорізи, що забезпечують природну конвекцію.

Приблизно половина теплової енергії передається у приміщення за рахунок випромінювання з бічних поверхонь, а інша частина — завдяки конвекційному руху повітря. Холодне повітря надходить у прилад знизу, проходить через нагрівальні елементи та 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 оребреннями, закритий кожухом: (2 – дві панелі; 2 – два конвектори).



Рис. 4.1. Зовнішній вигляд сталевого радіатора ROMSTAL 22vk

У верхній та нижній частині радіатора передбачені вентиляційні прорізи, що забезпечують природну конвекцію.

Приблизно половина теплової енергії передається у приміщення за рахунок випромінювання з бічних поверхонь, а інша частина — завдяки конвекційному руху повітря. Холодне повітря надходить у прилад знизу, проходить через нагрівальні елементи та виходить через верхні отвори вже підігрітим.

4.4 Запірна та регульована арматура

Запірно-регулююча арматура є невід’ємною складовою при проєктуванні та монтажі систем опалення. Її застосування забезпечує можливість автоматизованого керування роботою системи, а також дає змогу

оперативно відключити окремі ділянки трубопроводу у разі аварійної ситуації чи необхідності проведення технічного обслуговування.

Коректно підібрана та якісно змонтована запірна й регулююча арматура є ключовим елементом стабільної та ефективної роботи будь-якої інженерної системи, що транспортує теплоносій.

До цієї групи обладнання належать засувки, кульові крани, вентильні крани, поворотно-дискові затвори, компенсатори та інші елементи, що забезпечують керованість і безпеку системи.

Комплект арматури, який встановлюється на вводі до квартири, включає: – квартирний теплолічильник ; – кульовий кран; – кульовий кран для монтажу термоперетворювача тиску; – кульовий кран-спускник;
– автоматичний балансувальний клапан.

Видалення повітря з магістральних трубопроводів забезпечується автоматичними повітровідводчиками діаметром Ø15 мм, які розміщуються у найвищих точках системи на повітрозбірниках. На радіаторах передбачено встановлення кранів Маєвського для локального стравлювання повітря.

Використання якісної захисної арматури гарантує стабільність роботи системи та підвищує її експлуатаційну надійність протягом усього життєвого циклу. До її складу входять запобіжні клапани, що автоматично скидають надлишковий тиск у разі його перевищення допустимого значення, а також зворотні клапани, які перешкоджають небажаному перетіканню теплоносія між контурами.

Окрему увагу приділяють елементам контролю та вимірювання, що дозволяють оперативно оцінювати параметри теплоносія та коригувати режими роботи. Манометри, термометри та витратоміри встановлюються у ключових точках системи для забезпечення точного моніторингу тиску, температури та витрати. Наявність таких приладів не лише спрощує експлуатацію, а й дає змогу своєчасно виявляти відхилення, оптимізувати роботу обладнання та зменшувати енергетичні втрати.

4.5 Трубопроводи системи опалення та їх прокладання

Для надійної та тривалої роботи системи опалення важливо правильно підібрати та раціонально використати матеріали трубопроводів.

Універсальних труб, які однаково ефективно працювали б у всіх типах систем, не існує, тому вибір матеріалу завжди має враховувати специфіку конкретного об’єкта.

Під час добору труб для опалювальної мережі необхідно враховувати низку ключових параметрів:

– робочі температуру та тиск;

– спосіб прокладання труб (відкритий чи прихований);

– площу опалюваних приміщень;

– умови експлуатації, зокрема наявність ділянок без опалення.

Трубопроводи індивідуального теплового пункту (ІТП) виконуються зі сталевих електрозварних труб відповідно до ДСТУ 8943:2019 [7] та сталевих водогазопровідних труб за ДСТУ 8936:2019 [8].

Поверхові трубопроводи системи опалення у житлових і нежитлових приміщеннях виконуються з поліетиленових труб PEX-c з антидифузійним шаром. Прокладання здійснюється прихованим способом у товщі підлоги. Експлуатацію системи дозволено розпочинати лише після повного твердіння бетонної стяжки над трубами (21–28 діб). Початкова температура теплоносія при запуску не повинна перевищувати 20 °C.

Вертикальні стояки квартирних мереж розміщуються у закритих технічних шафах у коридорах. У цих же шафах встановлюються дренажні стояки для зливу системи. Для кожної квартири передбачено монтаж теплолічильника та комплекту запірної арматури.

Своєчасний контроль стану трубопроводів та арматури дозволяє запобігти передчасному зносу елементів системи та зменшити ризик аварійних ситуацій. Також важливо забезпечити належну теплоізоляцію ділянок трубопроводів, що проходять через неопалювані приміщення, аби мінімізувати тепловтрати та підвищити енергоефективність системи.

4.6 Вибір джерела теплової енергії

У проєкті прийнято рішення застосувати поквартирну систему опалення, в якій джерелом теплової енергії є індивідуальні котли, встановлені в кожній квартирі. Такий підхід забезпечує повну автономність роботи, дозволяє мешканцям самостійно регулювати тепловий режим та значно підвищує енергоефективність будівлі.

Кожен котел працює на замкненому контурі опалення, підтримуючи необхідні параметри теплоносія відповідно до розрахункових умов. Автоматика котла забезпечує стабільність температури та тиску в системі, що гарантує комфорт і безпечну експлуатацію.

Основні переваги поквартирного джерела тепла: – незалежність від зовнішніх теплових мереж та теплопунктів; – можливість індивідуального регулювання температури у будь-який час; – мінімальні тепловтрати завдяки відсутності протяжних внутрішньобудинкових магістралей; – відсутність потреби у складному та дорогому обладнанні для змішування чи стабілізації параметрів теплоносія; – індивідуальний облік теплової енергії для кожної квартири.

Завдяки використанню індивідуальних котлів забезпечується стабільна та передбачувана робота системи, оскільки всі параметри контролюються локально, без впливу сторонніх споживачів чи коливань у центральних мережах. Це дозволяє підтримувати оптимальний тепловий комфорт незалежно від зовнішніх умов.

Ще однією перевагою є можливість роботи котлів у погодозалежному режимі, що дозволяє автоматично коригувати температуру теплоносія залежно від зовнішньої температури. Такий підхід зменшує витрати газу, підвищує енергоефективність та забезпечує стабільний комфорт у приміщеннях протягом усього опалювального сезону.

РОЗДІЛ 5

СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

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.

Характеристика об'єкту та географічний пункт будівництва

Проектується система вентиляції у місті: **Рівне**

• Призначення будівлі **Кінотеатр**

• Географічна широта **52** °пн.ш

• Барометричний тиск: **970** гПа

• Орієнтація фасадубудівлі по сторонах світу: Сх

• Висота приміщень (від підлоги до стелі), Н = **5,5** м

• Площа глядацька зала: **672** $м^2$

• коефіцієнт площі на людину: **1,2**

• Кількість людей:

- глядачі **560** люд.

• Теплоносій - вода

$\mathbf{t_г}$ = 130 °C

$\mathbf{t_o}$ = 70 °C

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції

Таблиця 5.1

Період року	Температура t_{ext}, °C	Ентальпія I_{ext}, кДж/кг	Вологовміст d_{ext}, г/кг	Відносна вологість φ_{ext} %
Теплий	22,6	51,5	11,4	61
Холодний	-21	-19,7	0,8	90

Розрахункові параметри зовнішнього повітря при спільній роботі вентиляції та охолодження

Таблиця 5.2

Період року	Температура t_{ext}, °C	Ентальпія I_{ext}, кДж/кг	Вологовміст d_{ext}, г/кг	Відносна вологість φ_{ext} %
Теплий	25,1	55,3	11,9	57
Холодний	-21	-19,7	0,8	90

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Згідно з ДБН В.2.5-67 2013 дод. Д табл. Д1 система вентиляції підтримує допустимі параметри повітря

Температура внутрішнього повітря залежить віж рівя метаболізму та теплоізоляційних властивостей вбрання людини

Згідно з таблиці Д4 результуючих температур, та її допустимого діапазону відхилення визначаємо температуру повітря в робочій зоні приміщення.

- температуру повітря в теплий період року приймаємо 26 ^oC
- температуру повітря в холодний період року приймаємо 22 ^oC

Швидкість руху повітря в робочій зоні залежить від *турбулентності* та температури внутрішнього повітря.

Згідно з діаграми максимально допустима середня швидкість повітря в робочій зоні

- швидкість руху повітря в теплий період року приймаємо 0,36 м/с
- швидкість руху повітря в холодний період року приймаємо 0,31 м/с

Відносна вологість повітря в робочій зоні залежить від умов мікроклімату, що прийняті у приміщенні

Таблиця 5.3

Умови мікроклімату	Відносна вологість повтря, %
Підвищені оптимальні	30-50
Оптимальні умови	25-60
Допустимі	**25-70**
Обмежено допустимі	менше 20 та більше 70

Розрахункові параметри внутрішнього повітря читальної зали

Таблиця 5.4

Період року	Температура t_{wz},^oC	Відносна вологість φ_{wz} %	Швидкість повітря v_{wz}, м/с		Допустима концентрація CO_2 в приміщенні ΔC ppm
			пряма дія	звороьня дія	
Теплий	26	25-70	0,36	0,36	800
Холодний	22		0,31	0,31	

Розрахунок тепловтрат у приміщенні

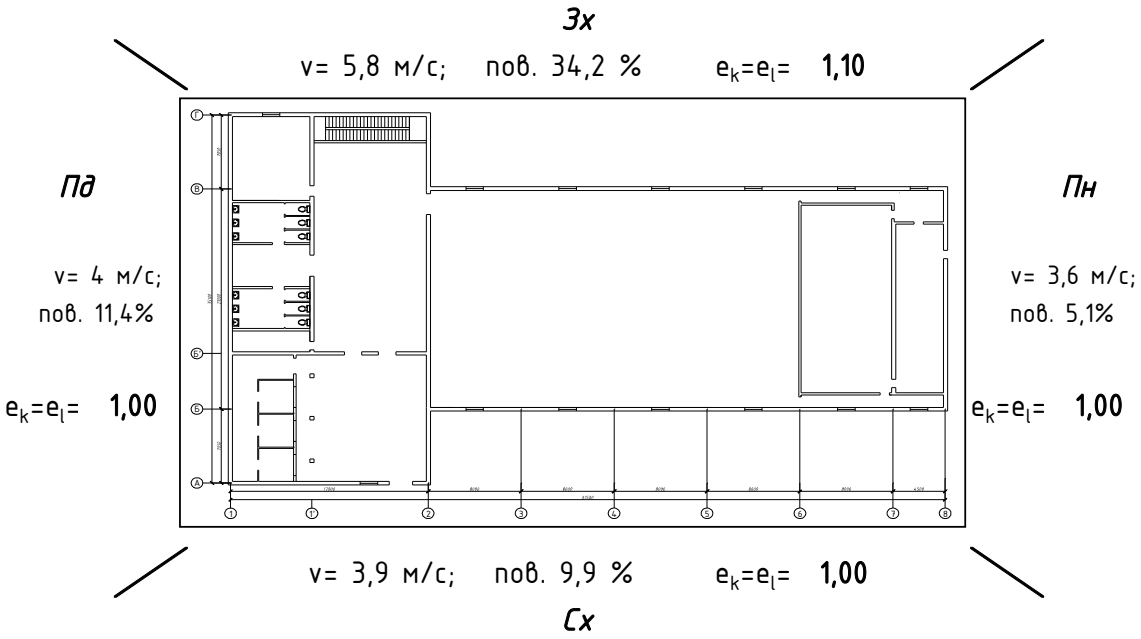
Кліматологічні дані для холодного періоду року становлять:

Місто	Зона вологості	Температура найхолодніш. доби tзовн.1, С	Температура найхолодн. п'ятиденки tзовн.5, С	Опалювальний сезон		Кількість градусо-діб So.c, гр.-діб	Кліматична зона
				Середня температура to.c, С	Тривалість Zo.c, діб		
Рівне	**Н**	**-25**	**-21**	**-0,5**	**191**	**3534**	**І**

Напрямок і швидкість вітру у січні

Напрямок	Пн	ПнС	Сх	ПдС	Пд	ПдЗ	Зх	ПнЗ
Повторюваність, %	5,1	3	9,9	13,1	11,4	15,2	34,2	8,1
Швидкість, м/с	3,6	2,9	3,9	3,9	4	4,8	5,8	5,1

Схема розташування приміщень у будівлі та їх орієнтація



Розрахункова температура зовнішнього повітря θ_e, °C -21

Середньорічна температура зовнішнього повітря θ_{me}, °C -0,5

Розрахункова температура підвалу та горища θ_u, °C 15

Висота приміщень, м 5,5

Приміщення			Огороджувальна конструкція						Теплові мости														
Приміщення/Найменування	Площа приміщення, A_i, м²	Температура, $\Theta_{int,i}$, °C	Позначення	Орієнтація	Довжина, a, м	Ширина (висота), b(h), м	Площа, A_k, м²	Коефіцієнт теплопередачі, U_k, Вт/м²*°C	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, e_k	Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, ψ_l, Вт/(м·°C)	Довжина теплового мосту, l, м	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, e_l	Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), b_u	Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх опалювальних приміщень, fij	Характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення назовні, $H_{T,i}$, Вт/°C	Характеристика трансмісійних тепловтрат опал. прим. через ОК до суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою, H_{ij}, Вт/°C	Трансмісійні тепловтрати приміщення, $\Phi_{T,i}$, Вт	Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, $V_{min,i}$, м³/год	Характеристика інфільтраційних тепловтрат приміщення, $H_{V,i}$, Вт/°C	Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $\Phi_{V,i}$, Вт	Інші постійні (періодичні) тепловтрати (надходж.), Φ_{Qi}, Вт	Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних тепловтрат), $\Phi_{hl,i}$, Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, $\Phi_{HL,i}$, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	672	22	ЗС	Зх	32	6,1	180,20	0,294	1,10		32	1,10			58,2767		8710	0	0	0	0	8710	8710
			ЗС	Сх	32	6,1	180,20	0,294	1,00		32	1,00			53,0								
			В	Зх	1,5	2,5	15,00	1,299	1,10		6,5	1,10			21,4335								
			В	Сх	1,5	2,5	15,00	1,299	1,00		6,5	1,00			19,5								
			ПП	-	32,2	21,2	682,64	0,262					0,16	0,16		28,6							
			ГП	-	32,2	21,2	682,64	0,2					0,16	0,16		21,8							

Розрахунок балансу шкідливостей
Теплонадходження від сонячної радіації

Визначається як сума надходження сонячної радіації через вікна та через перекриття:

$$Q_{с.р}=(q_{вік}^{с.р}\cdot A_{вік})+(q_{пер}^{с.р}\cdot A_{пер})$$

$q_{вік}^{с.р}$ - питомі теплонадходження через вікно таб.4.3.[Зінич], Вт/м^2

$q_{вік}^{с.р}$= 201 Вт/м^2

$A_{вік}$ - сумарна площа вікон

$$A_{вік}=n\cdot f_{вік}$$

n - кількість вікон

n = 4 шт.

$f_{вік}$ - площа одного вікна

$$f_{вік}=a\cdot b$$

a, b - відповідно висота та ширина вікна

a = 1,5 м

b = 2,5 м

$$f_{вік}= 1,5\cdot 2,5 = \mathbf{3,8}\ м^2$$

$$A_{вік} = 4\cdot 3,75 = \mathbf{15,00}\ м^2$$

$q_{пер}^{с.р}$ - питомі теплонадходження через перекриття таб.4.3.[Зінич], Вт/м^2

$q_{пер}^{с.р}$= 0

$A_{пер}$ - площа перекриття

$A_{пер}$= 672 м^2

$$Q_{с.р}= (201,4\cdot 15)+(0\cdot 672)= \mathbf{3030}\ Вт$$

Теплонадходження від штучного освітлення

В якості освітлювальних приладів приймаємо люмінісцентні лампи, теплонадходження яких обчислюємо за формулою

$$Q_{осв}=A\cdot E\cdot q_{ос}\cdot \eta_{ос}$$

A - площа підлоги

A= 672 м^2

E - освітленість

E = 200 Люкс.

$q_{ос}$ - питомі виділення теплоти, на 1 Лк освітленості

$q_{ос}$= 0,05 Вт/м^2

$\eta_{ос}$ - коефіцієнт світла перетвореного в теплоту

$\eta_{ос}$= 0,55

$$Q_{осв}= 672\cdot 200\cdot 0,05\cdot 0,55= \mathbf{3700}\ Вт$$

Наджодження шкідливостей від людей в теплий період року

Явна кількість теплоти

$$Q_{л,\ h}=\sum(q_{л,\ h}\cdot n)$$

$q_{л,\ h}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі **t_{wz}=** 26 °C

$q_{л,\ h}$= 60 Вт

n = 560 люд.

$$Q_{л,\ h(1)}= 60\cdot560= \quad \mathbf{33600}\ \text{Вт}$$

Повна кількість теплоти

$$Q_{л,\ hf}=\sum(q_{л,\ hf}\cdot n)$$

$q_{л,\ hf}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі **t_{wz}=** 26 °C

$q_{л,\ hf}$= 145 Вт

n = 560 люд.

$$Q_{л,\ hf(1)}= 145\cdot560= \quad \mathbf{81200}\ \text{Вт}$$

Наджодження шкідливостей від людей в холодний період року

Явна кількість теплоти

$$Q_{л,\ h}=\sum(q_{л,\ h}\cdot n)$$

$q_{л,\ h}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі **t_{wz}=** 22 °C

$q_{л,\ h}$= 86 Вт

n = 560 люд.

$$Q_{л,\ h(1)}= 86\cdot560= \quad \mathbf{48160}\ \text{Вт}$$

Повна кількість теплоти

$$Q_{л,\ hf}=\sum(q_{л,\ hf}\cdot n)$$

$q_{л,\ hf}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі **t_{wz}=** 22 °C

$q_{л,\ hf}$= 148 Вт

n = 560 люд.

$$Q_{л,\ hf(1)}= 148\cdot560= \quad \mathbf{82880}\ \text{Вт}$$

Обчислювальні величини заносемо в таблицю 5.5

Таблиця 5.5

Джерела теплонадходження	Теплонадходження в періоди року, Вт			
	Теплий		Холодний	
	Явні	Повні	Явні	Повні
Сонячна радіація	3030	3030	-	-
Штучне освітлення	3700	3700	3700	3700
Люди	33600	81200	48160	82880
Всього	37300	84900	51860	86580

Тепловий баланс в приміщенні

За результатами розрахунку складаю баланс шкідливостей. Різниця теплонадходжень та тепловтрат визначається теплонадлишками в приміщенні, які повинні бути компенсовані вентиляційним повітрям.

Знайдені величини приводяться в таблиці 5.6

Таблиця 5.6

Період року	Параметри	Надходження	Втрати	Надлишки	Теплонапруженість $Вт/м^3$
Теплий	Явна теплота	37300	-	37300	10,1
	Повна теплота	84900	-	84900	
Холодний	Явна теплота	51860	8710	51860	14,0
	Повна теплота	86580	8710	86580	

4.1 Визначення градієнту температури в приміщенні

Градіент темпратури - це підвищення температури на 1 м висоти приміщення вище робочої зони

Він залежить від теплонапруженості в приміщенні

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

$$Q_{тн}=\frac{\Delta Q_{hпр}}{V_{пр}}$$

$V_{пр}$ - об'єм приміщення

$V_{пр}$ = 3696 $м^3$

$\Delta Q_{hпр}$ - явні надлишки теплоти в приміщенні

$\Delta Q_{hпр}^{ТП}$ = 37300 Вт

$\Delta Q_{hпр}^{ХП}$ = 51860 Вт

$$Q_{тн}^{ТП}=\frac{37300}{3696}=10,1\ \frac{Вт}{м^3} \qquad Q_{тн}^{ХП}=\frac{51860}{3696}=14\ \frac{Вт}{м^3}$$

$$Q_{тн}^{ТП}=10,1 \Rightarrow gradt=0,5\ \frac{^oC}{м} \qquad Q_{тн}^{ХП}=14 \Rightarrow gradt=0,3\ \frac{^oC}{м}$$

Надходження шкідливостей в приміщення

Вологонадходження в теплий періо року

$$M_в=\sum(m_{вл}\cdot n)$$

$m_{вл}$ - питомі вологонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі **t_{wz}=** 26 °C

$m_{вл}$= 122 г/год.

n = 560 люд.

$M_{в(1)}$ 122·560 **68320** г/год

Вологонадходження в холодний період року

$$M_в=\sum(m_{вл}\cdot n)$$

$m_{вл}$ - питомі вологонадходження від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі **t_{wz}=** 22 °C

$m_{вл}$= 75 г/год.

n = 560 люд.

$M_{в(1)}$ 75·560= **42000** г/год

Кількість вуглекислого газу

$$M_{co2}=\sum(M\cdot n)$$

M - питомі надходження CO_2 від однієї людини

n - кількість людей

- глядачі **t_{wz}=** 26 °C

M = 45 г/год.

n = 560 люд.

$M_{co2(1)}$= 45·560= **25200** г/год

Таблиця 5.7

Приміщення	Період року	Вологонадходження	Виділення вугликислого газу M_{co2} г/год
Конфкркес зала	Теплий	68320	25200
	Холодний	42000	

Розрахунок повітрообміну глядацька зала

Розрахунок повітрообміну за санітарними нормами

$$L_{сн}= 3,6\cdot(n\cdot q_р+A\cdot q_в)$$

n - кількість людей в приміщенні

n = 560 люд

$q_р$ - питома витрата повітря на одну людину

$q_р$ = 4 $дм^3$

A - площа приміщення

A = 672 $м^2$

$q_в$ - питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень

$q_в$ = 0,4 $дм^3$

$$L_{сн}= 3,6\cdot(560\cdot4+672\cdot0,4)= 9040 \ м^3/год$$

$$G_{сн}= L_{сн}\cdot\rho$$

ρ - густина повітря у приміщенні

ρ = 1,181 $кг/м^3$

$$G_{сн}= 9040*1,181= 10680 \ кг/год$$

Розрахунок повітрообміну на розбавлення до ГДК

$$L_{co2}= \frac{M_{co2}\cdot1000}{1,83\cdot\Delta C}$$

M_{co2} - надходження вугликислого газу в приміщення

M_{co2} = 25200 г/год

ΔC - Допустима концентрація CO_2 в приміщенні

ΔC = 800 ppm

$$L_{co2}= \frac{25200\cdot1000}{1,83\cdot800} = 17220 \ м^3/год$$

$$G_{co2}= L_{co2}\cdot\rho$$

ρ - густина повітря у приміщенні

ρ = 1,181 $кг/м^3$

$$G_{co2}= 17220*1,181= 20340 \ кг/год$$

Визначення повітрообміну на асиміляцію тепловологонадлишків

Розрахунок повітрообміну в приміщенні в теплий період року

- Наносимо на I-d діаграму ext яка характеризує параметри припливного повітря в теплий період

• визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення

$$t_l=t_{wz}+gradt\cdot(H-h_{wz})$$

t_{wz} - температура повітря в робочій зоні

t_{wz} = 26,0 ^oC

gtadt - зміна температури повітря по висоті приміщення

gtadt = 0,5 °С/м

H - висота приміщення

H = 5,5 м

h_{wz} - висота робочої зони

h_{wz} = 2 м

$$t_l = 26+0,5\cdot(5,5-1,5) = 28,0 \ ^oC$$

- Знаходимо кут променю процесу

$$\varepsilon = \frac{3,6\cdot\Delta Q_{hf}}{\Delta M_{вл}} = \frac{3,6\cdot 84900}{68320} = 4,47 \text{ кДЖ/г}$$

- Знаходимо на діаграмі параметри точок ext, wz, l і записуємо в таблицю 6

- Визначаємо необхідний повітрообмін з умов асиміляції надлишків теплоти

$$G_Q = \frac{3,6\cdot\Delta Q_{hf}}{I_l - I_{ext}} = \frac{3,6\cdot 84900}{64-51,5} = \mathbf{24450} \text{ кг/год}$$

- Визначаємо необхідний повітрообмін з умов асиміляції надлишків вологи

$$G_W = \frac{\Delta M_{вл}}{d_l - d_{ext}} = \frac{68320}{14,1-11,4} = \mathbf{25300} \text{ кг/год}$$

- Визначаємо невязку

$$H = \frac{nax(G_Q,G_{W)}-min(G_Q,G_W}{max(G_Q,G_{W)}} = \frac{25300-24450}{25300} = 3,36 \ \mathbf{\%}$$

- Приймаємо загальний повітрообмій найбільший з усіх вище наведених

$$G = max\ (G_{сн},G_{Co2},G_Q,G_W) = \mathbf{25300} \text{ кг/год}$$

$$L = \frac{G}{\rho} = \frac{25300}{1,181} = \mathbf{21430} \text{ м}^3\text{/год}$$

Розрахунок повітрообміну в приміщенні в холодний період року

- Витрата зовнішнього повітря приймається більша $G_{с.н}$ G_{co2} на рецеркуляцію приймаємо різницю між загальним повітрообміном і витратою зовнішнього повітря

$$G_p = G-(max\ G_{с.н};\ G_{co2}) = 25300-20340 = \mathbf{4960} \text{ кг/год}$$

$$L_p = L-(max\ L_{с.н};\ L_{co2}) = 21430-17220 = \mathbf{4210} \text{ м}^3\text{/год}$$

• визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення

$$t_l = t_{wz}+gradt\cdot(H-h_{wz})$$

t_{wz} - температура повітря в робочій зоні

t_{wz} = 22,0 °С

gtadt - зміна температури повітря по висоті приміщення

gtadt = 0,3 °С/м

H - висота приміщення

H = 5,5 м

h_{wz} - висота робочої зони

$\mathbf{h_{wz}}$ = 2 м

$$t_l = 22+0,3\cdot(5,5-1,5) = 23,2 \ ^oC$$

• визначаємо вологовміст повітря, що видаляється

$$d_l = d_{ext} + \frac{M_{вол}}{G_{ext}}$$

d_{ext} - вологовміст зовнішнього повітря

d_{ext} = 0,8 г/кг

$M_{вол}$ - вологонадходження в приміщення

$M_{вол}$ = 42000 г/год

G_{ext} - розрахункова кількість зовнішнього повітря

$\mathbf{G_{ext}}$ = 20340 кг/год

$$d_l = 0,8+\frac{42000}{20340} = 2,9 \text{ г/кг}$$

- Баланс приймально-змішувального блоку за вологою

$$G_{ext}\cdot d_{ext}+G_p\cdot d_l = d_c\cdot G$$

$$d_{in}=d_c=\frac{G_{ext}\cdot d_{ext}+G_p\cdot d_l}{G} = \frac{20340\cdot 0,8+4960\cdot 2,9}{25300} = 1,2 \text{ г/кг}$$

- Знаходимо кут променю процесу

$$\varepsilon=\frac{3,6\cdot\Delta Q_{hf}}{\Delta M_{вл}} = \frac{3,6\cdot 86580}{42000} = 7,4 \text{ кДЖ/год}$$

- Переносимо кут променю процесу в точку **l** на перетені кута променб процесу і $\mathbf{d_c}$=comst отримуємо точку **in**, на перетені $\mathbf{t_{wz}}$=const і прямої **in-l** отримуємо точку **wz**

Параметри повітря у вентиляційній системі

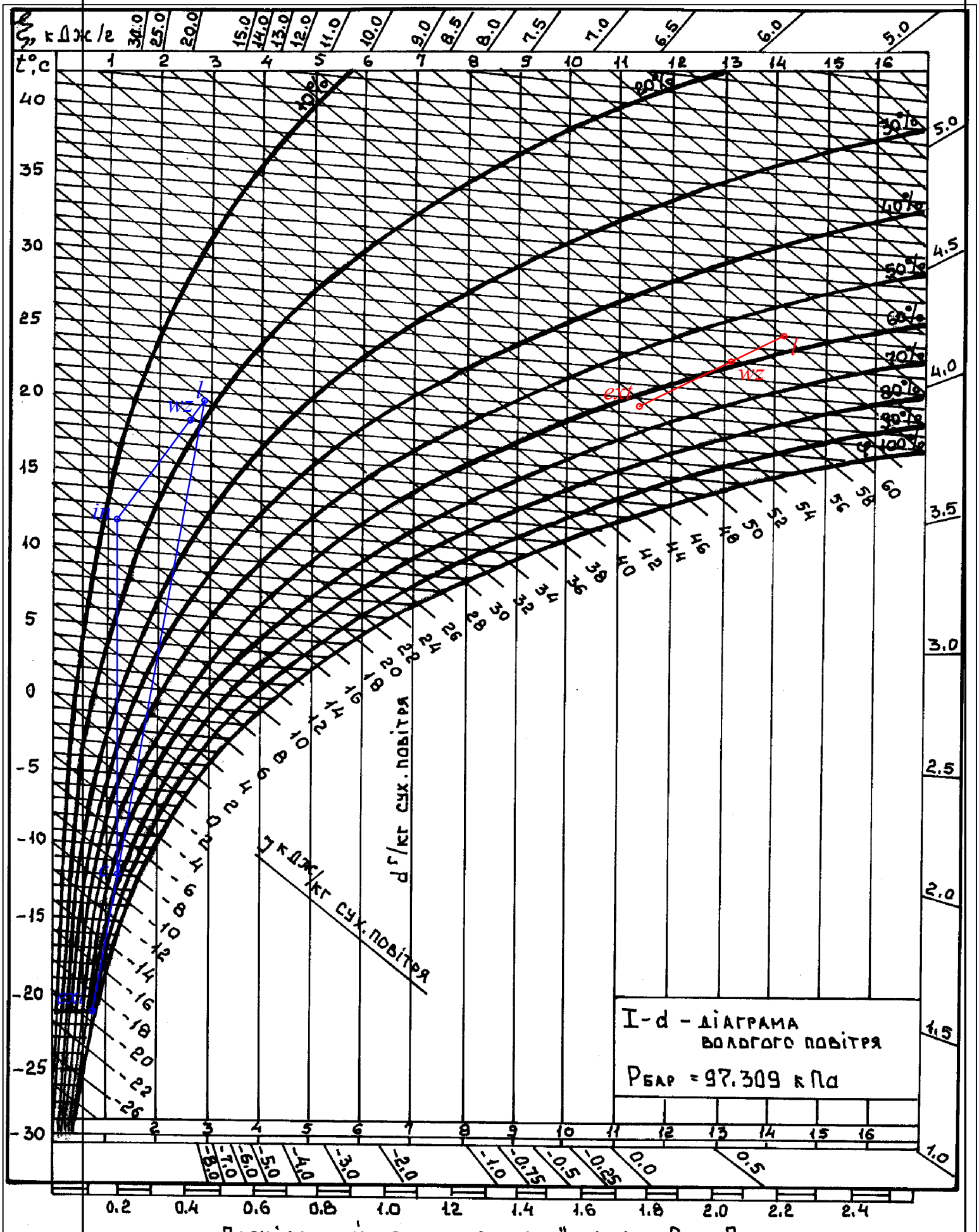
Таблиця 5.8

Період	Точка	Опис	t,°C	I, кДж/к	d, г/кг	φ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	22,6	51,5	11,4	61
	wz	робоча зона	26	59,8	13,1	59
	l	видаляєме повітря	28,0	64	14,1	56
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-21	-19,7	0,8	90
	C	суміш	-12	-8,8	1,2	80
	in	припливне повітря	12	15	1,2	11
	wz	робоча зона	22	25,9	2,6	19
	l	видаляєме повітря	23,2	27,9	2,9	19

Повітрообмін у розрахунковому приміщенні

Таблиця 5.9

Повітрообмін	G кг/год	L $м^3$/год
Теплий період		
За санітарними нормами	10680	9040
За розбавленням CO_2 до ГДК	20340	17220
За асиміляцією теплонадлишків	24450	20700
За асиміляцією вологонадлишків	25300	21420
Загальний повітрообмін	25300	21420
Холодний період		
Витрата зовнішнього повітря	20340	17220
Витрата рециркуляційного повітря	4960	4200



Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата	*Атестаційна випускна робота*	Лист

Побудова процесів обробки повітря при спільній роботі вентиляції та охолодженням у глядацька зала

Розрахунок повітрообміну за санітарними нормами

$$L_{сн}= 3,6\cdot(n\cdot q_р+A\cdot q_в)$$

n - кількість людей в приміщенні

n = 560 люд

$q_р$ - питома витрата повітря на одну людину

$q_р$ = 4 $дм^3$

A - площа приміщення

A = 672 $м^2$

$q_в$ - питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень

$q_в$ = 0,4 $дм^3$

$$L_{сн}= 3,6\cdot(560\cdot4+672\cdot0,4)= 9040 \ м^3/год$$

$$G_{сн}= L_{сн}\cdot\rho$$

ρ - густина повітря у приміщенні

ρ = 1,181 $кг/м^3$

$$G_{сн}= 9040*1,181= 10680 \ кг/год$$

Розрахунок повітрообміну на розбавлення до ГДК

$$L_{co2}= \frac{M_{co2}\cdot1000}{1,83\cdot\Delta C}$$

M_{co2} - надходження вугликислого газу в приміщення

M_{co2} = 25200 г/год

ΔC - Допустима концентрація CO_2 в приміщенні

ΔC = 800 ppm

$$L_{co2}= \frac{25200\cdot1000}{1,83\cdot800} = 17220 \ м^3/год$$

$$G_{co2}= L_{co2}\cdot\rho$$

ρ - густина повітря у приміщенні

ρ = 1,181 $кг/м^3$

$$G_{co2}= 17220*1,181= 20340 \ кг/год$$

Розрахунок повітрообміну в теплий період року

• наносимо на i-d діаграму точку EXT, що характеризує параметри зовнішнього повітря;

• визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення

$$t_l=t_{wz}+gradt\cdot(H-h_{wz})$$

t_{wz} - температура повітря в робочій зоні

t_{wz} = 26,0 ^oC

gtadt - зміна температури повітря по висоті приміщення

gtadt = 0,5 °С/м

H - висота приміщення

H = 5,5 м

h_{wz} - висота робочої зони

h_{wz} = 2 м

$$t_l = 26+0,5\cdot(5,5-1,5) = 28,0 \ ^oC$$

• знаходимо температуру повітря після пластинчатого рекуператора:

$$t^{ц}_{in} = t_{ext} - \theta\cdot(t_{ext} - t_{wz})$$

t_{ext} - температура зовнішнього повітря у найжаркіший день

t_{ext} = 25,1 °С

θ - коефіцієнт ефективності пластинчатого теплообмінника приймається:

θ = 0,65

t_l - температура повітря, що видаляється з приміщення

t_l = 28,0 °С

$$t^{ц}_{in} = 25,1-0,65\cdot(25,1-26) = 27,0 \ ^oC$$

• з точки ext зовнішнього повітря опускаемося по d=const і на перетині температури після теплообмінника в рекуператорі $t^{ц}_{in}$ знаходимо точку припливного повітря з центрального кондиціонера;

• визначаємо додаткові навантаження на охолодження припливного повітря, що поступає з центрального кондиціонера:

$$Q^{ц}_{xi} = 0,278\cdot c_p\cdot G_{ext}\cdot(t_{ext} - t_l)$$

c_p - теплоємність повітря

c_p = 1,005 Дж/кг·°С

G_{ext} - розрахункова кількість зовнішнього повітря

G_{ext} = 20340 кг/год

t_{ext} - температура зовнішнього повітря у найжаркіший день

t_{ext} = 25,1 °С

t_l - температура повітря, що видаляється з приміщення

t_l = 28,0 °С

$$Q^{ц}_{xi} = 0,278\cdot1,005\cdot20340\cdot(25,1-28) = -16480 \text{ Вт}$$

• визначаємо сумарне навантаження теплоти на канальну установку

$$Q_{пі} = 0,278\cdot G_{ext}\cdot(I_{ext} - I_{wz}) - Q^{ц}_{xi} + \Delta Q_{hf}$$

G_{ext} - розрахункова кількість зовнішнього повітря

G_{ext} = 20340 кг/год

I_{ext} - ентальпія зовнішнього повітря

I_{ext} = 55,3 кДж/кг

I_{wz} - ентальньпія внутрішнього повітря на перетині φ_{wz} та t_{wz}

I_{wz} = 60,0 кДж/кг

$Q^{ц}_{xi}$ - кількість теплоти, що поступає в приміщення з зовнішнім повітрям

$Q^{ц}_{xi}$ = -16480 Вт

ΔQ_{hf} - повна кількість теплоти, що поступає в приміщення

ΔQ_{hf} = 84900 Вт

$Q_{пі}$= 0,278·20340·(55,3-60)--16480+8490(74810 Вт

• визначаємо кут променю процесу зміни стану повітря в приміщенні з урахуванням додаткового навантаження

$$\varepsilon=\frac{3,6\cdot Q_{пі}}{M_{вл}+G_{ext}\cdot(d_{ext}-d_{wz})}$$

$Q_{пі}$ - навантаження теплоти на канальний кондиціонер

$Q_{пі}$ = 74810 Вт

$M_{вол}$ - кількість вологи, що виділяється в приміщення

$M_{вол}$ = 68320 г/год

G_{ext} - розрахункова кількість зовнішнього повітря

G_{ext} = 20340 кг/год

d_{ext} - вологовміст зовнішнього повітря

d_{ext} = 11,9 г/кг

d_{wz} - вологовміст внутрішнього повітря на перетині φ_{wz} та t_{wz}

d_{wz} = 13,2 г/кг

$$\varepsilon=\frac{3,6\cdot 74810}{68320+20340\cdot(11,9-13,}= 6,4 \text{ кДж/г}$$

• визначаємо граничну температура повітря у канальній установці

Температура отепленого холодоносія $t_{wк}$ для водяних систем 12-14 °С

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

На перетині t_f і лінії насичення повітря φ=100 % ставимо точку *f*, що характеризує граничний стан повітря у канальному кондиціонері. Із отриманої точки на лінії насичення проводимо лінію кута променю процесу ε. На перетині цієї лінії з ізотермою t_{wz} отримуємо точку WZ. Визначаємо параметри повітря в робочій зоні.

На лінії, що показує зміну стану повітря в приміщенні, а також процес охолодження повітря в канальному кондиціонері знаходять точку О, що характеризує кінцевий стан осушення і охолодження повітря після доводника при значенні кінцевої відносної вологості повітря φ_o=90 %. Визначаємо параметри повітря в цій точці.

• визначаємо витрату повітря черек канальний фанкоїл

$$G_{кк}=\frac{3,6\cdot Q_{пі}}{(I_l-I_o)}$$

$Q_{пі}$ - навантаження теплоти на канальний фанкоїл

$Q_{пі}$ = 74810 Вт

I_l - ентальпія повітря, що видаляється з приміщення

I_l = 63,2 кДж/кг

I_o - ентальньпія повітря, після охолодження

I_o = 42,0 кДж/кг

$$G_{кк}=\frac{3,6\cdot 74810}{(63,2-42)} = 12710 \text{ кг/год}$$

• приймаємо 1 канвльний фанкоїл високонапірний Kentatsu KSTU560HFAN1 витратою повітря G= 12755 кг/год

• уточнюємо параметри повітря на виході із канальної установки

$$I^{к}_{in}= I_l-\frac{3,6\cdot Q_{пі}}{G_{ку}}$$

I_l - ентальпія повітря, що видаляється з приміщення

I_l = 63,2 кДж/кг

$Q_{пі}$ - навантаження теплоти на 1 канальний фанкоїл

$Q_{пі}$ = 74810 Вт

$G_{ку}$ - кількість повітря, що проходить через канальну установку

$G_{ку}$ = 12755 кг/год

$$I^{к}_{in}= 63,2-\frac{3,6\cdot 74810}{12755} = 42,1 \text{ кДж/кг}$$

Розрахунок в холодний період року

• наносимо на i-d діаграму точку ext, що характеризує параметри зовнішнього повітря;

• визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення

$$t_l=t_{wz}+gradt\cdot(H-h_{wz})$$

t_{wz} - температура повітря в робочій зоні

t_{wz} = 22,0 ^oC

gtadt - зміна температури повітря по висоті приміщення

gtadt = 0,3 ^oC/м

H - висота приміщення

H = 5,5 м

h_{wz} - висота робочої зони

h_{wz} = 2 м

$$t_l= 22+0,3\cdot(5,5-1,5)= 23,2 \ ^oC$$

• визначаємо вологовміст повітря, що видаляється

$$d_l= d_{ext}+\frac{M_{вол}}{G_{ext}}$$

d_{ext} - вологовміст зовнішнього повітря

d_{ext} = 0,8 г/кг

$M_{вол}$ - вологонадходження в приміщення

$M_{вол}$ = 42000 г/год

G_{ext} - розрахункова кількість зовнішнього повітря

G_{ext} = 20340 кг/год

$$d_l = 0{,}8 + \frac{42000}{20340} = 2{,}9 \text{ г/кг}$$

• визначаємо кут променю процесу зміни стану повітря в приміщенні

$$\varepsilon = \frac{3{,}6 \cdot Q_{hf}}{M_{вл}}$$

Q_{hf} - повні теплонадходження в приміщення

Q_{hf} = 86580 Вт

$M_{вол}$ - кількість вологи, що виділяється в приміщення

$M_{вол}$ = 42000 г/год

$$\varepsilon = \frac{3{,}6 \cdot 86580}{42000} = 7{,}4 \text{ кДж/г}$$

• знаходимо параметри повітря в робочій зоні, по i-d діаграмі

• визначаємо температуру повітря після нагріву в пластинчатому рекуператорі

$$t^r = t_{ext} + \theta \cdot (t_{ext} - t_l)$$

t_{ext} - температура зовнішнього повітря в холодний період року

t_{ext} = -21,0 °C

θ - коефіцієнт ефективності пластинчатого теплообмінника приймається:

θ = 0,65

t_l - температураповітря, що видаляється

t_l = 23,2 °C

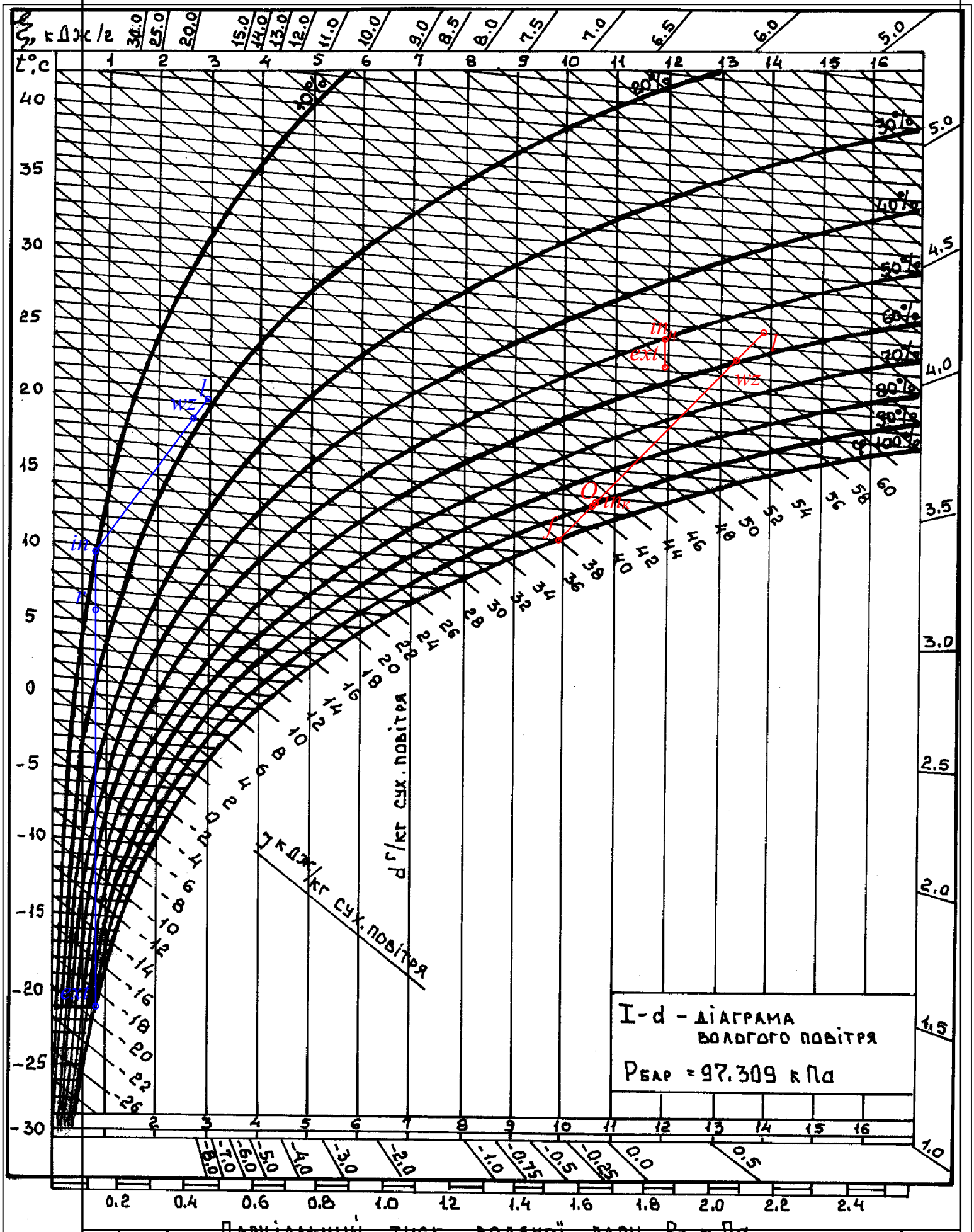
$$t^r = -21 - 0{,}65 \cdot (-21 - 23{,}2) = 7{,}8 \text{ °C}$$

Таблиця 5.10

Період	Точка	Опис	t,°C	I, кДж/кг	d, г/кг	φ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	25,1	55,3	11,9	57
	$in_ц$	припливне повітря центральної установки	27,0	57,2	11,9	50
	f	граничний стан повітря у канальному кондиціонері	13	38	9,9	100
	O	кінцевий стан охолодженого повітря після канального кондиціонера	15,1	42	10,5	90
	$in_к$	параметри повітря після охолодження у канальному кондиціонері	15,4	42,1	10,6	89
	wz	робоча зона	26	59,8	13,2	59
	l	видаляєме повітря	28,0	63,2	13,9	55
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-21	-19,7	0,8	90
	r	повітря після рекуперації	7,8	7,8	0,8	11
	in	припливне повітря	9,8	11,8	0,8	10
	wz	робоча зона	22	25,9	2,6	19
	l	видаляєме повітря	23,2	27,9	2,9	19

Таблиця 5.11

Повітрообмін	G кг/год	L $м^3$/год
Теплий період		
За санітарними нормами	10680	9040
За розбавленням CO_2 до ГДК	20340	17220
Витрата зовнішнього повітря центрального кондиціонера	20340	17220
Витрата повітря в канальному кондиціонері	12755	10800



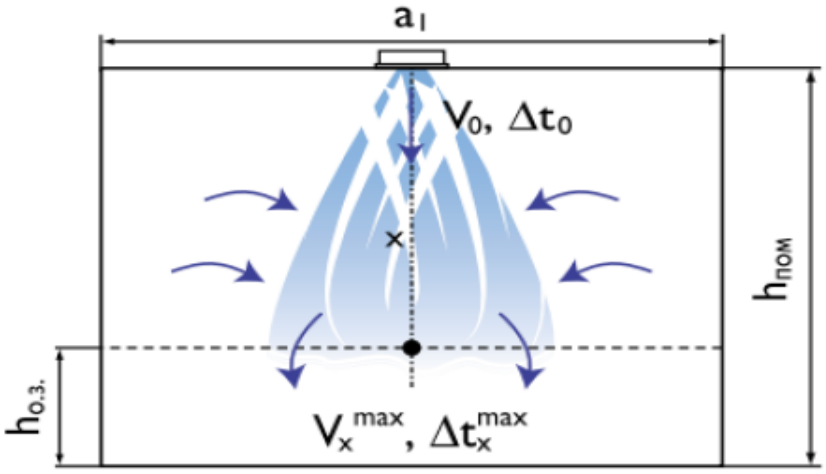
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата	Атестаційна випускна робота	Лист

Розрахунок повітророзподільників та припливних струмин

Вихідні дані для підбору повітророзподільників

Витрата повітря	L=	17220	$м^3$/год
Площа основної зали	$F_{пр}$=	672	$м^2$
Висота приміщення	$H_{пр}$=	5,5	м
Висота робочої зони	h_{wz}=	1,5	м

1. Задаємося наступною схемою повітророзподілення



2. Кількість повітророзподільників приймаємо рівною: 18

3. Знаходимо кількість повітря, що припадає на 1 повітророзподільник:

$$L_1 = \frac{L}{z} = \frac{17220}{18} = 956,7 \ \frac{м^3}{год}$$

4. Приймаємо повітророзподільник типу ДПУ-К, що створює віялову струмину з характеристиками які наведени в таблиці 8.1

Характеристика повітророзподільника

Таблиця 5.12

Діаметр приєднання D_o мм	Площа живого перерізу F_o $м^2$	коефіцієнт затухання швидкості m	коефіцієнт затухання температури n	Витрата L $м^3$/год	КМО
250	0,046	2,0	1,7	1000	2,5

5. Знаходимо швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника

$$V_o = \frac{L_1}{3600 \cdot F_o}$$

L_1 - витрата повітря, що припадає на 1 повітророзподільник

L_1= 956,7 $м^3$/год

F_o - площа живого перерізу повітророзподільника

F_0= 0,046 $м^2$

$$V_o = \frac{956{,}666667}{3600 \cdot 0{,}046} = \quad 5{,}8 \quad \text{м/с}$$

6. Визначаємо перепад температури повітря між робочою зоною, та припливним повітрям

$$\Delta t_o = t_{wz} - t_{in}$$

t_{wz} - температура повітря в робочій зоні

t_{wz}= 22 °C

t_{in} - температура припливного повітря

t_{in}= 9,8 °C

$$\Delta t_o = 22\text{-}9{,}8 = 12 \ ^\circ C$$

7. Знаходимо поправочні коефіцієнти взаємодії струмини з навколишнім середовищем

• поправочний коефіцієнт $К_c$ на стиснення струмини огородженнями приміщення

розрахункова довжина струмини

$$x = H_{пр} - h_{wz}$$

$H_{пр}$ - висота основного приміщення

$H_{пр}$= 5,5 м

h_{wz} - висота робочої зони

h_{wz}= 1,5 м

x= 5,5-1,5 4 м

$$0{,}1 \cdot \bar{l} = \frac{0{,}1 \cdot l}{\sqrt{F_0}}$$

l - довжина між повітророзподільниками

l= 11 м

F_o - площа живого перерізу повітророзподільника

F_0= 0,046 $м^2$

$$0{,}1 \cdot \bar{l} = \frac{0{,}1 \cdot 10{,}5}{0{,}046} = 4{,}9$$

$$0{,}1 \cdot \bar{l} => \quad К_c = 0{,}38$$

• поправочний коефіцієнт $К_н$ на врахування неізотермічної струмини

$$К_н = \sqrt[3]{1 \pm 1{,}5 \cdot (x/Z)^2}$$

x - розрахункова довжина струмини

x= 4 м

Z - геометрична характеристика струмини

$$Z = 5{,}45 \cdot m \cdot v_o \cdot \sqrt[4]{\frac{F_o}{(n \cdot \Delta t_o)^2}}$$

m - коефіцієнт затухання швидкості в струмині

m= 2,0

v_o - швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника

v_o= 5,8 м/с

F_o - площа живого перерізу повітророзподільника

F_0= 0,046 $м^2$

n - коефіцієнт затухання температури в струмині

n= 1,7

Δt_o - перепад температури між робочою зоною, та припливним повітрям

Δt_o= 12 °C

$$Z= 5,45\cdot 2\cdot 5,8\cdot \sqrt[4]{\frac{0,046}{(1,7\cdot 12,2)^2}} = 6,4$$

$$K_н= \sqrt[3]{1+1,5\cdot(\ 4/6,4)^2} = 1,2$$

• поправочний коефіцієнт $К_в$ на взаємодію струмин між собою

$К_в$= 1

8. Знаходимо максимальну швидкість, та різницю температур при вході в робочу зону

$$v_{x\ max}= v_o\cdot \frac{m\cdot Кс\cdot Кн\cdot Кв\cdot \sqrt{F_o}}{x}$$

v_o - швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника

v_o= 5,8 м/с

m - коефіцієнт затухання швидкості в струмині

m= 2,0

Кс - поправочний коефіцієнт на стиснення струмини огородженнями приміщення

$К_с$= 0,38

Кн - поправочний коефіцієнт на врахування неізотермічної струмини

$К_н$= 1,20

Кв - поправочний коефіцієнт на взаємодію струмин між собою

$К_в$= 1,00

F_o - площа живого перерізу повітророзподільника

F_0= 0,046 $м^2$

x - розрахункова довжина струмини

x= 4 м

$$v_{x\ max}= 5,8\cdot \frac{2\cdot 0,38\cdot 1,2\cdot 1\cdot \sqrt{0,046}}{4} = 0,28\ \frac{м}{с}$$

$$\Delta t_{x\,max} = \Delta t_o \cdot \frac{v_x \cdot n}{v_o \cdot m}$$

Δt_o - перепад температури між робочою зоною, та припливним повітрям

Δt_o= 12 °C

v_x - швидкість руху повітря на виході в робочу зону

v_x= 0,3 м/с

n - коефіцієнт затухання температури в струмині

n= 1,7

v_o - швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника

v_o= 5,8 м/с

m - коефіцієнт затухання швидкості в струмині

m= 2,0

$$\Delta t_{x\,max} = 12{,}2 \cdot \frac{0{,}28 \cdot 1{,}7}{5{,}8 \cdot 2} = 0{,}5 \text{ °C}$$

Баланс повітря у будівлі

Значення повітрообмінів в кожному приміщенні заносимо до таблиці 5.13. Різниця між повітрообмінами по притоку та витяжці – дисбаланс подається (видаляється) в загальне приміщення.

$L=K_p \cdot V$ (повітрообмін за кратність); $L=L_1 \cdot n$ (повітрообмін за обладнанням)

Таблиця 5.13

Номер приміщення	Приміщення	Обєм приміщення $Vм^3$/год	Приплив		Витяжка		Примітка
			k_p, год$^{-1}$	L, м^3/год	k_p, год$^{-1}$	L, м^3/год	
101	Глядацька зала	3080	за роз.	17220	за роз.	17220	
102	Туалет	160	–	–	–	600	
103	Туалет	160	–	–	–	600	
104	Кладова	80	–	–	1	80	
105	Каси	350	–	90	–	–	30 м^3 на 1 касу
106	Вестибюль	720	2	1440	–	–	
107	Коридор	830	2	1690	–	–	
108	Буфет	300	3	900	3	900	
109	Кінопроекційна	770	2	1540	2	2740	
110	Майстерня кіномеханіка	370	–	–	2	740	
0	Вентиляційний центр	440	2	880	2	880	
				∑ 23760		∑ 23760	

Притоку більше ніж витяжки, тоді ми встановлюємо додаткову витяжку в туалетах у розмірі 0 м^3

Аеродинамічний розрахунок припливної системи П1

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці $L_{діл}$, м³/год	Довжина ділянки $l_{діл}$, м	Розрахункова швидкість в перерізі $v_р$, м/с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу $f_р$, м²	Розміри поперечного перерізу повітропроводу Вхн для прямокутного повітропроводу або d для круглого, мм	Еквівалентний діаметр $d_е$, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу $f_д$, м²	Дійсна швидкість в перерізі $v_д$, м/с	Число Рейнольдса $Re=(v \cdot d_е)/\nu$	Коефіцієнт зідравлічного тертя $\lambda=0,11 \cdot ((k_е/d_е)+(68/Re))^{0,25}$	Коефіцієнт шорсткості $\beta_ш$	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці $P_д$	Втрати тиску на тертя $P_т = (\lambda/d_е) \cdot l \cdot \beta_ш \cdot k_1 \cdot P_д$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma\xi_{діл}$	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \Sigma\xi_{діл} \cdot P_д \cdot K_2$	Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{діл} = P_{тер} + P_z$, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Невідповідність	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дроселькласана $\xi_{дк}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Магістраль																					
1 – 2	957	6,9	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9955	1	7,33	3,12	3,45	1	25,29	28,41	28,41		
2 – 3	1914	6,9	5	0,11	## x 400	400	0,13	4,23	108484	0,0174	0,9929	1	11,28	3,36	0,68	1	7,67	11,03	39,44		
3 – 4	2871	7,8	5,5	0,15	## x 500	450	0,16	5,01	144645	0,0162	0,9884	1	15,84	4,40	0,52	1	8,24	12,63	52,07		
4 – 5	5742	5,2	6	0,27	500 x 500	600	0,28	5,64	216968	0,0146	0,9787	1	20,05	2,49	0,72	1	14,43	16,92	69,00		
5 – 6	8613	5,2	6,5	0,37	500 x ##	710	0,4	6,04	275029	0,0138	0,9792	1	23,01	2,28	0,48	1	11,04	13,32	82,31		
6 – 7	11484	5,2	7	0,46	600 x ##	800	0,5	6,35	325451	0,0132	0,9792	1	25,37	2,14	0,46	1	11,67	13,81	96,12		
7 – 8	14355	5,2	7,5	0,53	600 x ##	900	0,64	6,27	361613	0,0129	0,9792	1	24,75	1,80	0,42	1	10,40	12,20	108,32		
8 – 9	17220	20,0	8	0,6	600 x ##	900	0,64	7,52	433784	0,0123	0,9792	1	35,62	9,54	0,7	1	24,93	34,47	142,79		
Магістраль 1																					
10 – 11	957	6,9	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	3,13	3,36	1	24,63	27,76	27,76		
11 – 12	1914	6,9	4	0,13	## x 500	450	0,16	3,34	96430	0,0179	0,9988	1	7,04	1,93	0,54	1	3,80	5,73	33,49		
12 – 4	2871	2,5	4	0,2	## x 600	560	0,25	3,24	116233	0,0171	0,9988	1	6,60	0,50	1,38	1	9,11	9,62	43,11	17,2	2,6
Магістраль 2																					
13 – 14	957	6,9	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	3,13	3,36	1	24,63	27,76	27,76		
14 – 15	1914	6,9	4	0,13	## x 500	450	0,16	3,34	96430	0,0179	0,9988	1	7,04	1,93	0,54	1	3,80	5,73	33,49		
15 – 5	2871	2,5	4	0,2	## x 600	560	0,25	3,24	116233	0,0171	0,9988	1	6,60	0,50	1,38	1	9,11	9,62	43,11	37,5	5,7
Магістраль 3																					
16 – 17	957	6,9	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	3,13	3,36	1	24,63	27,76	27,76		
17 – 18	1914	6,9	4	0,13	## x 500	450	0,16	3,34	96430	0,0179	0,9988	1	7,04	1,93	0,54	1	3,80	5,73	33,49		
18 – 6	2871	2,5	4	0,2	## x 600	560	0,25	3,24	116233	0,0171	0,9988	1	6,60	0,50	1,38	1	9,11	9,62	43,11	47,6	7,2
Магістраль 4																					
19 – 20	957	6,9	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	3,13	3,36	1	24,63	27,76	27,76		
20 – 21	1914	6,9	4	0,13	## x 500	450	0,16	3,34	96430	0,0179	0,9988	1	7,04	1,93	0,54	1	3,80	5,73	33,49		
21 – 7	2871	2,5	4	0,2	## x 600	560	0,25	3,24	116233	0,0171	0,9988	1	6,60	0,50	1,38	1	9,11	9,62	43,11	55,1	8,3

Магістраль 5																						
22	– 23	957	6,9	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	3,13	3,36	1	24,63	27,76	27,76		
23	– 24	1914	6,9	4	0,13	## x 500	450	0,16	3,34	96430	0,0179	0,9988	1	7,04	1,93	0,54	1	3,80	5,73	33,49		
#	– 7	2871	2,5	4	0,2	## x 600	560	0,25	3,24	116233	0,0171	0,9988	1	6,60	0,50	1,38	1	9,11	9,62	43,11	55,1	8,3
Відгалуження																						
25	– 2	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	3,0	0,4
26	– 3	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	25,8	3,5
27	– 11	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	5,4	0,7
28	– 12	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	12,7	1,7
29	– 14	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	5,4	0,7
30	– 15	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	12,7	1,7
31	– 17	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	5,4	0,7
32	– 18	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	12,7	1,7
33	– 20	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	5,4	0,7
#	– 21	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	12,7	1,7
35	– 23	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	5,4	0,7
36	– 24	957	0,5	4	0,07	250 x 400	315	0,08	3,41	68879	0,0195	0,9988	1	7,33	0,23	3,96	1	29,03	29,26	29,26	12,7	1,7

Аеродинамічний розрахунок витяжної системи В·

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці $L_{діл}$, м³/год	Довжина ділянки $l_{діл}$, м	Розрахункова швидкість в перерізі $v_р$, м/с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу $f_р$, м²	Розміри поперечного перерізу повітропроводу ВхН для прямокутного повітропроводу або d для круглого, мм	Еквівалентний діаметр $d_е$, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу $f_д$, м²	Дійсна швидкість в перерізі $v_д$, м/с	Число Рейнольдса Re=(v·$d_е$)/ν	Коефіцієнт гідравлічного тертя λ=0,11·((k$_е$/$d_е$)+(68/Re))^{0,25}	Коефіцієнт шорсткості $β_ш$	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці $P_д$	Втрати тиску на тертя $P_т$ =(λ/$d_е$)·l·$β_ш$·$к_1$·$P_д$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $ΣΣ_{діл}$	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $ΔP_z$ = $ΣΣ_{діл}$·$P_д$·K_2	Загальні втрати тиску на ділянці, $ΔP_{діл}$ = $P_{тер}$ + P_z, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Неб'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дроселькласнах $ζ_{дк}$
Магістраль																					
1 - 2	1148	6,9	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9955	1	6,54	2,43	1,39	1	9,09	11,52	11,52		
2 - 3	2296	6,9	5	0,128	400 x 500	450	0,159	4,01	115676	0,0171	0,9929	1	10,13	2,64	0,64	1	6,48	9,13	20,64		
3 - 4	3444	7,7	6	0,159	400 x 500	500	0,196	4,87	156162	0,0159	0,9929	1	14,96	3,63	0,81	1	12,11	15,75	36,39		
4 - 5	6888	5,2	6,5	0,294	500 x 500	630	0,312	6,14	247877	0,0142	0,9884	1	23,73	2,74	0,56	1	13,29	16,03	52,43		
5 - 6	10332	5,2	7	0,41	600 x 1000	800	0,503	5,71	292804	0,0136	0,9884	1	20,54	1,79	0,55	1	11,30	13,09	65,51		
6 - 7	13776	5,2	7,5	0,51	600 x 1250	900	0,636	6,02	347027	0,013	0,9884	1	22,79	1,69	0,34	1	7,75	9,44	74,96		
7 - 8	17220	20,0	8	0,598	600 x 1250	900	0,636	7,52	433784	0,0123	0,9787	1	35,62	9,54	1,75	1	62,33	71,87	146,82		
Магістраль 1																					
9 - 10	1148	6,9	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	2,44	1,30	1	8,50	10,94	10,94		
10 - 11	2296	6,9	4	0,159	400 x 500	500	0,196	3,25	104108	0,0176	0,9988	1	6,65	1,61	0,78	1	5,18	6,80	17,73		
11 - 4	3444	2,5	4	0,239	400 x 800	560	0,246	3,88	139431	0,0163	0,9988	1	9,50	0,69	1,60	1	15,21	15,90	33,63	7,6	0,8
Магістраль 2																					
12 - 13	1148	6,9	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	2,44	1,30	1	8,50	10,94	10,94		
13 - 14	2296	6,9	4	0,159	400 x 500	500	0,196	3,25	104108	0,0176	0,9988	1	6,65	1,61	0,78	1	5,18	6,80	17,73		
14 - 5	3444	2,5	4	0,239	400 x 800	560	0,246	3,88	139431	0,0163	0,9988	1	9,50	0,69	2,40	1	22,81	23,50	41,24	21,3	2,2
Магістраль 3																					
15 - 16	1148	6,9	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	2,44	1,30	1	8,50	10,94	10,94		
16 - 17	2296	6,9	4	0,159	400 x 500	500	0,196	3,25	104108	0,0176	0,9988	1	6,65	1,61	0,78	1	5,18	6,80	17,73		
17 - 6	3444	2,5	4	0,239	400 x 800	560	0,246	3,88	139431	0,0163	0,9988	1	9,50	0,69	3,20	1	30,41	31,11	48,84	25,4	2,7

Магістраль 4																						
18	– 19	1148	6,9	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	2,44	1,30	1	8,50	10,94	10,94		
19	– 20	2296	6,9	4	0,159	400 x 500	500	0,196	3,25	104108	0,0176	0,9988	1	6,65	1,61	0,78	1	5,18	6,80	17,73		
20	– 6	3444	2,5	4	0,239	400 x 800	560	0,246	3,88	139431	0,0163	0,9988	1	9,50	0,69	3,50	1	33,27	33,96	51,69	21,1	2,2
Відгалуження																						
21	– 2	1148	0,5	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	0,18	2,00	1	13,08	13,26	13,26	15,08	2,31
22	– 3	1148	0,5	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	0,18	2,30	1	15,04	15,22	15,22	26,29	4,02
23	– 10	1148	0,5	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	0,18	2,00	1	13,08	13,26	13,26	21,18	3,24
24	– 11	1148	0,5	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	0,18	2,30	1	15,04	15,22	15,22	14,19	2,17
25	– 13	1148	0,5	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	0,18	2,00	1	13,08	13,26	13,26	21,18	3,24
26	– 14	1148	0,5	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	0,18	2,30	1	15,04	15,22	15,22	14,19	2,17
27	– 16	1148	0,5	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	0,18	2,00	1	13,08	13,26	13,26	21,18	3,24
28	– 17	1148	0,5	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	0,18	2,30	1	15,04	15,22	15,22	14,19	2,17
29	– 19	1148	0,5	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	0,18	2,00	1	13,08	13,26	13,26	21,18	3,24
30	– 20	1148	0,5	4	0,08	250 x 500	355	0,099	3,22	73315,6	0,0192	0,9988	1	6,54	0,18	2,30	1	15,04	15,22	15,22	14,19	2,17

Зм. Лист № док.ум. Підпис Дата

Атестаційна випускна робота

Лист

Аеродинамічний розрахунок витяжної системи ВЗ

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці $L_{діл}$, м³/год	Довжина ділянки $l_{діл}$, м	Розрахункова швидкість в перерізі ν, м/с	Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу f, м²	Розміри поперечного перерізу повітропроводу Вхн для прямокутного повітропроводу або d для круглого, мм	Еквівалентний діаметр d_e, мм	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу $f_ф$, м²	Дійсна швидкість в перерізі $\nu_ф$, м/с	Число Рейнольдса $Re=(\nu d_e)/\nu$	Коефіцієнт гідравлічного тертя $\lambda=0,11\cdot((k_e/d_e)+(68/Re))^{0,25}$	Коефіцієнт шорсткості $R_ш$	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці $R_д$	Втрати тиску на тертя $P_т=(\lambda/d_e)\cdot l\cdot\beta_ш\cdot K_{t.}P_д$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma\xi_{діл}$	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \Sigma\xi_{діл}\cdot P_д\cdot K_2$	Загальні втрати тиску на ділянці $\Delta P_{діл} = P_{тер} + P_z$, Па	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дроселькласапан $\xi_{дк}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Магістраль																				
1 – 2	200	1,4	4	0,0139	150 x 150	140	0,02	3,61	32388	0,0235	0,9998	1	8,21	1,93	2,06	1	16,87	18,80	18,80	
2 – 3	400	1,4	6	0,0185	150 x 250	160	0,02	5,53	56679	0,0205	0,9929	1	19,24	3,42	0,71	1	13,66	17,08	35,89	
3 – 4	600	2,5	7	0,0238	150 x 300	180	0,03	6,55	75572	0,0191	0,9884	1	27,03	7,07	0,85	1	22,97	30,04	65,93	
4 – 5	1200	3,5	8	0,0417	250 x 250	250	0,05	6,79	108824	0,0174	0,9884	1	29,05	6,99	0,94	1	27,31	34,30	100,23	
Відгалудження																				
Магістраль 1																				
6 – 7	200	1,4	4	0,0139	150 x 150	140	0,02	3,61	32388	0,0235	0,9988	1	8,21	1,93	2,06	1	16,87	18,80	18,80	
7 – 8	400	1,4	6	0,0185	150 x 250	160	0,02	5,53	56679	0,0205	0,9988	1	19,24	3,44	0,71	1	13,66	17,10	35,90	
8 – 4	600	2,5	7	0,0238	150 x 300	180	0,03	6,55	75572	0,0191	0,9999	1	27,03	7,15	0,94	1	25,40	32,56	68,46	3,84
Відгалудження 1																				0,14
9 – 2	200	0,5	4	0,0139	150 x 150	140	0,02	3,61	32388	0,0235	0,9988	1	8,21	0,69	2,41	1	19,74	20,43	20,43	7,97	0,97
10 – 3	200	0,5	4	0,0139	150 x 150	140	0,02	3,61	32388	0,0235	0,9988	1	8,21	0,69	2,41	1	19,74	20,43	20,43	75,63	9,22
11 – 7	200	0,5	4	0,0139	150 x 150	140	0,02	3,61	32388	0,0235	0,9988	1	8,21	0,69	2,41	1	19,74	20,43	20,43	7,98	0,97
12 – 8	200	0,5	4	0,0139	150 x 150	140	0,02	3,61	32388	0,0235	0,9988	1	8,21	0,69	2,41	1	19,74	20,43	20,43	75,72	9,23

РОЗДІЛ 6
ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

Консультант /_____/

6. Організація монтажу систем

6.1.1 Розробка календарного графіка будівництва.

Календарне планування — це процес формування та уточнення графіка, у якому всі роботи різних виконавців узгоджені між собою в часі та забезпечені необхідними матеріально-технічними й трудовими ресурсами. Розроблення календарного графіка починають із визначення повного переліку робіт. Цей список формують відповідно до технологічної послідовності їх виконання.

Графік робіт подається у вигляді лінійного відображення технологічного процесу монтажу. Тривалість виконання кожного етапу встановлюють з урахуванням суворого дотримання технологічної черговості та необхідності якнайшвидше забезпечити фронт робіт для наступних операцій.

Усі розрахунки виконують у табличній формі, а підсумкові дані подають у відповідній таблиці (див. аркуш креслень). Після складання календарного плану будівельно-монтажних робіт визначають техніко-економічні показники об’єкта, що дозволяють оцінити ефективність і раціональність прийнятих рішень.

6.1.2 Побудова графіків зміни чисельності робітників на об’єкті

Побудову графіків руху робочих кадрів на об’єкті виконано за даними календарного планування з ув’язкою побудови лінійного графіка послідовності виконання робіт з урахуванням прийнятих методів організації монтажу: послідовно-паралельного чи потокового.

Графік, що відображує зміну кількості робочих впродовж будівництва, розробляємо за можливості з рівномірним нарощуванням та подальшим зменшенням кількості робочих на об’єкті відповідно до обсягу виконуваних ними робіт. Цього досягаємо шляхом комбінації за окремими видами робіт послідовного, паралельного і послідовно-паралельного методів організації монтажу з урахуванням дотримання необхідної технологічної послідовності.

Встановлений графік руху робочих кадрів на об’єкті визначає важливий техніко-економічний показник по організації будівельного виробництва -

коефіцієнт нерівномірності руху робочих, $К_р$, протягом всієї тривалості монтажу систем. Коефіцієнт $К_р$ визначається відношенням максимального числа робочих, $n_{р\ макс}$, роб, до їх середньої кількості, $n_{р\ сер}$, роб, за весь час будівництва і при продуктивній організації виконання робіт складає від 1,1 до 1,3.

$$К = \frac{n_{max.}}{n_{сер}}$$

У проекті коефіцієнт нерівномірності зміни чисельності робітників на об'єкті під час монтажу системи опалення виробничого цеху дорівнює:

$$n_{сер} = \frac{1 + 4 + 3 + 64 + 15 + 8 + 6}{19} = 5{,}31$$

$$К = \frac{8}{5{,}31} = 1{,}5$$

6.2. Технологія монтажу систем кондиціонування та опалення

6.2.1. Підготовчі роботи перед монтажем

До початку виконання монтажних робіт на об'єкті мають бути завершені всі необхідні загальнобудівельні підготовчі операції. Зокрема, повинні бути виконані, оштукатурені та загрунтовані перекриття, стіни й перегородки у місцях прокладання повітропроводів та встановлення вентиляційного обладнання. Фундаменти та інші опорні елементи під вентиляційні агрегати мають бути підготовлені, а передбачені проєктом закладні деталі та кріпильні конструкції для монтажу повітропроводів, герметичних дверей та інших елементів системи вентиляції — встановлені.

Необхідно залишити монтажні отвори та виносні майданчики для подавання обладнання й деталей до місць монтажу, а також пробити або передбачити отвори для проходу повітропроводів через будівельні конструкції. Вентиляційні канали (цегляні, шлакобетонні тощо) повинні бути зведені. На стінах і колонах мають бути нанесені позначки рівня чистої підлоги. Вікна та ліхтарі повинні бути засклені.

Також необхідно забезпечити електроосвітлення зон монтажу та підготувати силову електромережу для роботи електрифікованого інструменту. Місця виконання монтажних робіт мають бути очищені від будівельного сміття. До підготовчих робіт належать приймання, комплектування і складування вентиляційних заготовок, що надходять на об'єкт з заготівельних підприємств. Згідно з ПВР на будмайданчику створюють відкриті або напівзакриті склади для зберігання вентиляційних заготовок, а також закриті складські приміщення для зберігання матеріалів, інструменту, готових виробів (повітророзподільників тощо).

На приоб'єктних складах повинен зберігатись мінімально необхідний запас вентиляційних заготовок (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Потрібний запас повітропроводів на об'єкті

Вид транспорту	Відстань від заготівельного підприємства до об'єкта, км	Запас повітропроводів у частках середньодобової потреби
Автомобільний	До 50	12
	Більше ніж 50	15...20
Залізничний		25...30

6.2.2. Монтаж повітропроводів

Монтаж повітропроводів зазвичай виконують після завершення основних будівельних робіт на об’єкті або в межах окремої захватки, паралельно з установленням вентиляційного обладнання. Якщо повітропроводи системи вентиляції пов’язані з технологічними агрегатами, їх монтаж допускається проводити незалежно від фактичної наявності цього обладнання, а під’єднання здійснюють уже після його встановлення.

Вертикальні ділянки повітропроводів у виробничих та адміністративних будівлях монтують одним із трьох способів: підрощуванням знизу, нарощуванням зверху або комбінованим методом, який поєднує обидва варіанти.

Вентиляційна труба є завершальною частиною повітропроводу і призначена для викиду відпрацьованого повітря в атмосферу або для забору зовнішнього повітря. Монтаж таких труб рекомендується виконувати до влаштування тепло- та гідроізоляційного шару покрівлі. Якщо покрівля вже завершена, у зоні монтажу необхідно укласти суцільний дерев'яний настил. Найпростішим варіантом є встановлення труби методом нарощування зверху з використанням баштового чи іншого стрілового крана, однак цей спосіб застосовують нечасто, оскільки монтаж зазвичай проводять після завершення загальнобудівельних робіт.

Труби висотою до 6 м і масою до 500 кг можна встановлювати за допомогою однієї лебідки. Послідовність робіт така: трубу збирають із окремих секцій, закріплюють на ній розтяжки; три з чотирьох розтяжок фіксують до покриття; встановлюють монтажно-тяговий механізм; трубу стропують напівавтоматичним стропом; піднімають у проектне положення, після чого закріплюють четверту розтяжку та з'єднують нижній фланець із фланцем патрубка, змонтованого в стакані. Після встановлення перевіряють вертикальність і регулюють натяг розтяжок талрепами.

Для труб більшої маси та висоти застосовують стійку, що падає. Трубу попередньо збирають на інвентарних підставках. Піднімання можна виконувати і за допомогою звичайної стійки, висоту якої приймають приблизно рівною третині висоти труби. Стійку закріплюють чотирма розтяжками з талрепами, під неї встановлюють опорну п'яту, а у верхній частині монтують блок. Подальша технологія піднімання аналогічна способу зі стійкою, що падає.

Зонти, ковпаки та пристрої факельного викиду повітря встановлюють одночасно з монтажем вентиляційних труб.

6.2.3. Монтаж вентиляторів

Перед установленням вентиляторів на об’єкті мають бути завершені та прийняті за актом усі необхідні підготовчі будівельні роботи. Зокрема, повинні бути зведені фундаменти й опорні конструкції під вентилятори, забезпечені підходи та під’їзди до місць монтажу, залишені монтажні отвори для такелажу, а також оштукатурені конструкції вентиляційних камер і виконані заходи, що гарантують безпечні умови праці. Монтаж радіальних вентиляторів здійснюють залежно від конкретних умов об’єкта.

Радіальні вентилятори встановлюють на пружинних віброізоляторах. Металоконструкції та закладні елементи, до яких кріпляться віброізолятори, повинні точно відповідати положенню рами вентилятора в плані. Якщо центр мас вентилятора зміщений відносно розрахункового, оптимальне розташування віброізоляторів визначають експериментально. Після встановлення вентилятора на віброізолятори їх переміщують уздовж рами, домагаючись рівномірного навантаження та горизонтальності. Після визначення остаточних місць кріплення в рамі свердлять отвори.

Вентилятори високого тиску та пилові агрегати монтують безпосередньо на жорсткі опорні конструкції, без застосування віброізоляторів. Для їх закріплення на бетонних фундаментах використовують анкерні болти, які вставляють різьбовою частиною у раму вентилятора, фіксують гайками та контргайками, після чого опускають у фундаментні гнізда й заливають цементним розчином. Після твердіння розчину перевіряють горизонтальність рами гідрорівнем, за потреби підкладають металеві пластини та остаточно затягують гайки. Потім фундамент підливають розчином до нижньої площини рами.

У разі встановлення вентилятора на жорстку основу інколи під раму підкладають листову гуму товщиною 20–25 мм для зменшення вібрацій. Під гайки анкерних болтів також ставлять гумові шайби, а отвори під болти виконують збільшеного діаметра, щоб уникнути контакту між рамою та болтами.

Монтаж вентиляторів виконують у такій послідовності:

— перевіряють комплектність агрегатів;

— проводять ревізію вентилятора та електродвигуна;

— доставляють вентилятори або їхні вузли до місця монтажу;

— здійснюють стропування;

— піднімають і встановлюють на фундамент, майданчик або кронштейни;

— перевіряють правильність монтажу віброізоляторів, рівномірність їх навантаження, горизонтальність рами, точність прив'язки до будівельних конструкцій, а також горизонтальність вала робочого колеса;

— перед під'єднанням повітропроводів контролюють балансування робочого колеса з валом, натяг ременів клинопасової передачі;

— оглядають підшипники та перевіряють наявність мастила;

— вимірюють опір ізоляції обмоток електродвигуна.

Повітропроводи, призначені для транспортування зволоженого повітря, прокладають з ухилом 0,01–0,015 у напрямку дренажних пристроїв; у нижній частині таких повітропроводів не допускається виконання поздовжніх швів.

Регулювальні пристрої встановлюють на окремих відгалуженнях повітропроводів біля повітророзподільників та місцевих відсмоктувачів. Запірні пристрої зазвичай розміщують у місцях приєднання обладнання до повітровсмоктувальних каналів, а у витяжних системах — між вентилятором і викидною шахтою. Як регулювально-запірні елементи застосовують клапани та шибери.

До типових деталей систем вентиляції належать зонти, герметичні двері та люки, пружинні амортизатори. До мережевого обладнання відносять зворотні, вогнезахисні, перекидні та герметичні клапани.

— Зворотні клапани запобігають перетіканню повітря до вентиляторів, що не працюють.

— Вогнезахисні клапани встановлюють на повітропроводах, які проходять через протипожежні стіни або перекриття, для автоматичного відсікання приміщення у разі пожежі.

— Перекидні клапани застосовують на нагнітальних патрубках двох паралельно працюючих вентиляторів для відключення резервного агрегату.

— Герметичні клапани забезпечують захист повітропроводів від ударної хвилі тиском до 50 кПа.

Повітропроводи постачаються на об’єкт у комплекті з хомутами, підвісками та кронштейнами для їх кріплення до будівельних конструкцій. Усі елементи системи вентиляції маркують фарбою, що відрізняється за кольором від захисного ґрунту.

6.2.4. Монтажний інструмент, пристрої і оснащення для механізації монтажних робіт

Увесь ручний та механізований інструмент, що застосовується під час монтажу систем вентиляції, умовно поділяють на кілька груп: вимірювальний, розмічувальний, контрольний, інструмент для різання металу, свердління отворів, нарізання різьби, виконання складальних і монтажних операцій, а також обладнання для електрозварювання та газового різання.

До вимірювальних, розмічувальних і контрольних засобів належать лінійки, рулетки, метри, повірочні кутники, транспортири, кутоміри, рейкові та розмічувальні циркулі, кронциркулі, рисувалки, кернери, виски, рівні та щупи.

Інструмент для різання металу представлений ручними та електричними ножицями, а також ножівковими рамками.

Для свердління отворів використовують електросвердлильні машини, ручні дрилі та коловороти.

Монтаж вентиляційних систем виконують бригадним методом. Зазвичай комплексна бригада складається з двох-трьох слюсарів-монтажників і вентиляторників. Кожна бригада забезпечується необхідним набором інструментів як постійного, так і періодичного використання.

Застосування механізованого інструменту значно підвищує продуктивність праці та покращує якість монтажу. Електрифікований інструмент працює від мережі напругою 220 В або від високочастотного струму 36 В. Крім того, бригада

має комплект обладнання для електрозварювальних робіт. Для монтажу майданчиків під обладнання, установлення кронштейнів, підставок та інших металоконструкцій використовують комплект засобів для газового різання сталі.

Монтаж повітропроводів на висоті потребує спеціальних пристроїв: монтажних драбин, пересувних і стаціонарних майданчиків, вишок та риштувань. Для піднімання монтажників і дрібних деталей у зону робіт застосовують телескопічні автовишки, самохідні риштування та інші підйомні механізми.

6.2.5. Монтаж припливних камер

Монтують ТПК у такій послідовності: 1) в отворі стінки форкамери - монтують контрфланець приймального утепленого клапана; 2) з'єднують його з контрфланцем отвору стінки форкамери і з приймального секцією; 3) якщо передбачена рециркуляція повітря, з'єднують рециркуляційний повітропровід з клапаном, що розташований зверху приймальної секції; 4) до приймальної секції послідовно приєднують на болтах з прокладками секції нагрівання, зрошення і з'єднувальну, які розташовують безпосередньо на бетонній плиті; 5) встановлюють на віброізоляторах вентиляторну секцію і з'єднують її за допомогою гнучких (еластичних) вставок із з'єднувальною секцією і припливним повітропроводом. У повітровсмоктувальному отворі зовнішнього захищення (стіни, вікна, шахти) монтують нерухому жалюзійну гратку, що набирається з типових металевих секцій розміром 150 х 490 і 150 х 580 мм. З'єднуючи ґратки болтами у загальній рамі, можна отримати повітровсмоктувальну панель потрібних розмірів. Утеплений приймальний клапан встановлюють з внутрішнього боку повітровсмоктувального отвору, використовуючи короткий патрубок і контрфланець, і обладнують ручним або механічним приводом, що зблокований з увімкненням вентилятора. Для очищення припливного повітря використовують фільтри різних типів. Якщо встановлюють коміркові фільтри, в отворі стінки вентиляційної камери кріпиться рама-касета, що виготовляється з кутника.

6.2.6. Випробування, регулювання і здавання вентиляційних систем в експлуатацію

Після закінчення монтажних робіт, під'єднання ліній електро-теплохолодного живлення проводять обкатування обладнання і випробування систем. Установки вентиляції і кондищонування повітря (до їх випробування) повинні неперервно і справно пропрацювати протягом 7 год. Обкатування проводять після ревізії обладнання: знімання консерванту з деталей, заміряння електричного опору ізоляції електродвигунів, перевірки змащення підшипників двигунів, клапанів, редукторів тощо.

Обкатування починають з короткочасного увімкнення вентилятора для визначення напрямку обертання робочого колеса. До вентилятора повинні бути приєднані повітропроводи, температура підшипників вентилятора і двигуна не повинна перевищувати 85 °С. Обкатування проходить в присутності замовника і генпідрядника і оформляється актом.

Потім проводять передпускові випробування вентиляційних систем. Вентиляційні установки, що зв'язані з технологічним обладнанням (місцеві всмоки), випробовують після монтажу технологічного обладнання (робота обладнання необов'язкова). До початку випробувань перевіряють: відповідність встановленого обладнання проектним даним; якість збирання повітропроводів і з'єднання їх з обладнанням; закінченість будівельних робіт у венткамерах; експлуатаційну готовність обладнання. До початку випробувань виявлені дефекти повинні бути ліквідовані.

Під час випробувань перевіряють: продуктивність вентиляційного агрегату і її відповідність проектним даним; продуктивність повітророзподільних і повітровсмоктувальних пристроїв по окремих приміщеннях і їх відповідність проектним даним; опір протікання повітря в калориферах, пиловловлювачах, фільтрах, зрошувальних камерах; швидкість витікання повітря з припливних отворів; негерметичність повітропроводів та інших елементів систем; рівномірність прогрівання калориферів; рівномірність розпилювання води в зрошувальних камерах.

Передпускові випробування систем природної вентиляції в житлових і громадських будинках обмежують перевіркою фактичних перерізів повітропроводів і наявністю тяги в повітровсмоктувальних отворах. Тягу перевіряють крильчастим анемометром, задимленням або за відхиленням тонких паперових стрічок.

Ступінь нещільності повітропроводів та інших елементів вентиляційних систем встановлюється за сумарним значенням підсмоктувань і витікань повітря, що можна визначити як різницю між об'ємами повітря, заміряними біля повітророзподільних або повітросмоктальних пристроїв, і об'ємом повітря, що протікає через основний повітропровід поруч з вентилятором.

У випробування вентиляційних систем входить також перевірка на герметичність ділянок повітропроводів, що приховані в будівельних конструкціях. За результатами перевірки складають відповідний акт. Існують два види регулювання вентиляційних систем: індивідуальне на проектну продуктивність (виконується з монтажною організацією) і комплексне (здійснюється з повним технологічним завантаженням спеціалізованими організаціями за прямим договором із замовником).

Звичайно тільки невелика кількість вентиляційних систем за реальними параметрами відповідає проектним характеристикам і їх налагодження обмежується передпусковими випробуваннями. Здебільшого фактичні витрати повітря по системі загалом і по відгалуженнях відрізняються від проектних даних. Такі системи повинні бути відрегульовані.

Під час індивідуального регулювання виконують також налагодження повітророзподільних пристроїв, місцевих відсмоктувачів, пиловловлювачів.

6.2.7. Техніко-економічні показники

Таблиця 4.1

Техніко-економічні показники.

№ п/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Величина
1	Загальна трудомісткість	люд.-дн.	115,5
2	Загальна тривалість	дн.	20
3	Максимальна кількість робітників	люд.	9
4	Середня кількість робітників	люд.	4
5	Коефіцієнт нерівномірності руху трудових ресурсів	-	1,2
6	Загальна машиноємкість	маш.-зм.	15,4

12.2.8. Потреба в матеріально – технічних ресурсах

Таблиця 4.2

Потреба в матеріально-технічних ресурсах

Шифр ресурсу по ДБН	Назва	Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4
202-1141	Лебідки ручні та важільні , з тяговим зусиллям 14,72 кН вантажопідйомність 10т	шт	2
203-0101	Автонавантажувачі, вантажопідйомність 5 т	шт	1
204-0201	Агрегати зварювальні пересувні з бензиновим двигуном, з номінальним зварювальним	шт	4
205-0102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], подача 5 мЗ/хв	шт	1
270-0106	Апарат для газового зварювання і різання	шт	2
111-1504	Електроди , діаметром 2мм , Э42	т	0,0049
130-0965	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2	шт	384
1541-0067-2	Прокладки ПМБ, товщиною 2мм	1000шт	0,847
111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,0462

6.2.9. Техніко-економічні показники календарного графіка

Таблиця 4.3

Техніко-економічні показники.

№ п/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Величина
1	Загальна трудомісткість	люд.-дн.	106,0
2	Загальна тривалість	дн.	19
3	Максимальна кількість робітників	люд.	8
4	Середня кількість робітників	люд.	4
5	Коефіцієнт нерівномірності руху трудових ресурсів	-	1,5
6	Загальна машиноємкість	маш.-зм.	283,3

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Консультант /_____/

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.

Під час виконання робіт на людину діють шкідливі та несприятливі чинники (наприклад шум, пил, гази, 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-гіггієнічні 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 °С ϕ = 60-40% V=0,2-0,4 м/с	ДСН 3.3.6.042-99

Освітлення робочих зон	Монтаж санітарно-технічних конструкцій, опоряджувальні внутрішній та зовнішні роботи	30 лк 30 лк 50 лк 30 лк	 ДСТУ Б А.3.2-15:2011
Виробничий шум	Роботи з будівельним інструментом, механізмами, експлуатація машин	< 80дБ А < 80дБ А < 80дБ А	ДСН 3.3.6-037-99 ДБН В.1.2 10: 2021
Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	ДБН В.1.1-7:2016 ДБН В.1.2-7:2021
Шкідливі речовини	Зварювальні – ацителен; Опоряджувальні - ацетон	ГДК 300 мг/м^3 ГДК 300 мг/м3	Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020
Ураження електричним струмом	Електромонтажні, Зварювальні, Освітлення Машини і механізми	220 В 380 В 220 В 220 В, 380 В	ДСТУ Б В.2.5-82:2016 ДБН А.3.2-2-2009
Падіння з висоти людини	Монтажні роботи А) зовнішні Б) внутрішні	Н = 37,7 м Н=37,7 м Н=4,4 м	НПАОП 0.00-1.80-18
Падіння конструкцій і матеріалів з висоти	Монтажні, Покрівельні, Опоряджувальні А) зовнішні Б) внутрішні	Н = 37,7 м Н = 37,7 м Н = 37,7 м Н = 4,4 м	 НПАОП 0.00-1.80-18

Метрологічні умови виробничого середовища

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

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 °С) 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 працездатність людини має вологість повітря. Висока вологість зменшує віддачу тепла через випаровування. Підвищення вологості погіршує процес тепловіддачі. Занадно 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 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 внутрушніх 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 ріномірність освітлення. Визначення рівномірності освітлення полягає увідношенні найменшої освітленості до середньої освітленості на поверхні, але не повинно перевищувати 1:5.

Рівномірність штучного освітлення значно залежить від розташування ламп.

З точки зору рівномірності освітлення, системи поділяються на:

- загальне освітлення - лампи розташовані симетрично на стелі місцеве освітлення - лампи розташовані на робочому місці- 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 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 технфчної 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 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.

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, виникикають при відсутності огороджень, запобіжних поясів, недостатня міцність настилів, колисок чи сходів;

технологічні, виникають при неправильній технології виконанні робіт;

- 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 резльтаті падіння предметів з висоти.

Причинами падіння предметів можуть бути:

- падіння вантажу, який переміщують за допомогою вантажопідйомних машин, неправильного старпування;

- падіння конструкцій, що монтуються;

- виникнення аварій будівельних конструкцій через порушення технології виготовлення збірних конструкцій, низької якості будівельно-монтажних робіт;

- падіння матріалів, елеметрів 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 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

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.

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.

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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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 теплозасвоєння 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 Пефтєва І.О. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.

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.

Додаток А

Розрахункові втрати теплоти по приміщеннях будівлі

Символ	θint,H, °C	ΦHL,c , Вт	Опис
2А-204	24,0	1243	Загальна кімната 2А-204
2А-205	24,0	1216	Загальна кімната 2А-205
2А-304	24,0	1114	Загальна кімната 2А-304
2А-305	24,0	1094	Загальна кімната 2А-305
2А-404	24,0	1114	Загальна кімната 2А-404
2А-405	24,0	1094	Загальна кімната 2А-405
2А-504	24,0	1114	Загальна кімната 2А-504
2А-505	24,0	1094	Загальна кімната 2А-505
2Б-204	24,0	1606	Загальна кімната 2Б-204
2Б-205	24,0	1473	Загальна кімната 2Б-205
2Б-304	24,0	1457	Загальна кімната 2Б-304
2Б-305	24,0	1329	Загальна кімната 2Б-305
2Б-404	24,0	1457	Загальна кімната 2Б-404
2Б-405	24,0	1329	Загальна кімната 2Б-405
2Б-504	24,0	1624	Загальна кімната 2Б-504
2Б-505	24,0	1484	Загальна кімната 2Б-505
2В-204	24,0	1280	Загальна кімната 2В-204
2В-205	24,0	1270	Загальна кімната 2В-205
2В-304	24,0	1150	Загальна кімната 2В-304
2В-305	24,0	1146	Загальна кімната 2В-305
2В-404	24,0	1150	Загальна кімната 2В-404
2В-405	24,0	1146	Загальна кімната 2В-405
2В-504	24,0	1150	Загальна кімната 2В-504
2В-505	24,0	1146	Загальна кімната 2В-505
2В-704	24,0	1283	Загальна кімната 2В-704
2В-705	24,0	1342	Загальна кімната 2В-705
2Г-204	24,0	1005	Загальна кімната 2Г-204
2Г-205	24,0	1130	Загальна кімната 2Г-205
2Г-304	24,0	900	Загальна кімната 2Г-304
2Г-305	24,0	1021	Загальна кімната 2Г-305
2Г-404	24,0	900	Загальна кімната 2Г-404
2Г-405	24,0	1021	Загальна кімната 2Г-405
2Г-504	24,0	900	Загальна кімната 2Г-504
2Г-505	24,0	1021	Загальна кімната 2Г-505
2Г-604	24,0	900	Загальна кімната 2Г-604
2Г-605	24,0	1021	Загальна кімната 2Г-605
2Г-704	24,0	1004	Загальна кімната 2Г-704
2Г-705	24,0	1136	Загальна кімната 2Г-705
2Д-204	24,0	1034	Загальна кімната 2Д-204

2Д-205	24,0	1084	Загальна кімната 2Д-205
2Д-304	24,0	925	Загальна кімната 2Д-304
2Д-305	24,0	977	Загальна кімната 2Д-305
2Д-404	24,0	925	Загальна кімната 2Д-404
2Д-405	24,0	977	Загальна кімната 2Д-405
2Д-504	24,0	925	Загальна кімната 2Д-504
2Д-505	24,0	977	Загальна кімната 2Д-505
2Д-604	24,0	925	Загальна кімната 2Д-604
2Д-605	24,0	977	Загальна кімната 2Д-605
2Д-704	24,0	1033	Загальна кімната 2Д-704
2Д-705	24,0	1087	Загальна кімната 2Д-705
2Е-604	24,0	1115	Загальна кімната 2Е-604
2Е-605	24,0	1094	Загальна кімната 2Е-605
2Ж-604	24,0	1150	Загальна кімната 2Ж-604
2Ж-605	24,0	1205	Загальна кімната 2Ж-605
2И-704	24,0	1245	Загальна кімната 2И-704
2И-705	24,0	1174	Загальна кімната 2И-705
2К-804	24,0	1055	Загальна кімната 2К-804
2К-805	24,0	1399	Загальна кімната 2К-805
2П-904	24,0	1171	Загальна кімната 2П-904
2П-905	24,0	1576	Загальна кімната 2П-905
3А-204	24,0	954	Загальна кімната 3А-204
3А-205	24,0	1219	Загальна кімната 3А-205
3А-206	24,0	1703	Загальна кімната 3А-206
3А-304	24,0	857	Загальна кімната 3А-304
3А-305	24,0	1107	Загальна кімната 3А-305
3А-306	24,0	1546	Загальна кімната 3А-306
3А-404	24,0	857	Загальна кімната 3А-404
3А-405	24,0	1107	Загальна кімната 3А-405
3А-406	24,0	1546	Загальна кімната 3А-406
3А-504	24,0	857	Загальна кімната 3А-504
3А-505	24,0	1107	Загальна кімната 3А-505
3А-506	24,0	1546	Загальна кімната 3А-506
3А-604	24,0	857	Загальна кімната 3А-604
3А-605	24,0	1107	Загальна кімната 3А-605
3А-606	24,0	1546	Загальна кімната 3А-606
3А-704	24,0	857	Загальна кімната 3А-704
3А-705	24,0	1107	Загальна кімната 3А-705
3А-706	24,0	1546	Загальна кімната 3А-706
3А-804	24,0	857	Загальна кімната 3А-804
3А-805	24,0	1107	Загальна кімната 3А-805
3А-806	24,0	1546	Загальна кімната 3А-806
3А-904	24,0	954	Загальна кімната 3А-904

3А-905	24,0	1231	Загальна кімната 3А-905
3А-906	24,0	1718	Загальна кімната 3А-906
3Б-204	24,0	1328	Загальна кімната 3Б-204
3Б-205	24,0	1088	Загальна кімната 3Б-205
3Б-206	24,0	1378	Загальна кімната 3Б-206
3Б-304	24,0	1209	Загальна кімната 3Б-304
3Б-305	24,0	991	Загальна кімната 3Б-305
3Б-306	24,0	1242	Загальна кімната 3Б-306
3Б-404	24,0	1209	Загальна кімната 3Б-404
3Б-405	24,0	991	Загальна кімната 3Б-405
3Б-406	24,0	1242	Загальна кімната 3Б-406
3Б-504	24,0	1209	Загальна кімната 3Б-504
3Б-505	24,0	991	Загальна кімната 3Б-505
3Б-506	24,0	1242	Загальна кімната 3Б-506
3Б-604	24,0	1209	Загальна кімната 3Б-604
3Б-605	24,0	991	Загальна кімната 3Б-605
3Б-606	24,0	1242	Загальна кімната 3Б-606
3Б-704	24,0	1209	Загальна кімната 3Б-704
3Б-705	24,0	991	Загальна кімната 3Б-705
3Б-706	24,0	1242	Загальна кімната 3Б-706
3Б-804	24,0	1209	Загальна кімната 3Б-804
3Б-805	24,0	991	Загальна кімната 3Б-805
3Б-806	24,0	1503	Загальна кімната 3Б-806
3Б-904	24,0	1345	Загальна кімната 3Б-904
3Б-905	24,0	1099	Загальна кімната 3Б-905
3Б-906	24,0	1530	Загальна кімната 3Б-906
3В-604	24,0	1506	Загальна кімната 3В-604
3В-606	24,0	1102	Загальна кімната 3В-606
3В-607	24,0	966	Загальна кімната 3В-607
3Г-704	24,0	1534	Загальна кімната 3Г-704
3Г-706	24,0	1227	Загальна кімната 3Г-706
3Г-707	24,0	1079	Загальна кімната 3Г-707
4А-204	24,0	1159	Загальна кімната 4А-204
4А-205	24,0	1014	Загальна кімната 4А-205
4А-206	24,0	1005	Загальна кімната 4А-206
4А-207	24,0	1615	Загальна кімната 4А-207
4А-304	24,0	1055	Загальна кімната 4А-304
4А-305	24,0	920	Загальна кімната 4А-305
4А-306	24,0	904	Загальна кімната 4А-306
4А-307	24,0	1446	Загальна кімната 4А-307
4А-404	24,0	1055	Загальна кімната 4А-404
4А-405	24,0	920	Загальна кімната 4А-405
4А-406	24,0	904	Загальна кімната 4А-406

4А-407	24,0	1446	Загальна кімната 4А-407
4А-504	24,0	1055	Загальна кімната 4А-504
4А-505	24,0	920	Загальна кімната 4А-505
4А-506	24,0	904	Загальна кімната 4А-506
4А-507	24,0	1446	Загальна кімната 4А-507
4А-604	24,0	1055	Загальна кімната 4А-604
4А-605	24,0	920	Загальна кімната 4А-605
4А-606	24,0	904	Загальна кімната 4А-606
4А-607	24,0	1446	Загальна кімната 4А-607
4А-704	24,0	1055	Загальна кімната 4А-704
4А-705	24,0	920	Загальна кімната 4А-705
4А-706	24,0	904	Загальна кімната 4А-706
4А-707	24,0	1562	Загальна кімната 4А-707
4Б-204	24,0	1403	Загальна кімната 4Б-204
4Б-205	24,0	1088	Загальна кімната 4Б-205
4Б-206	24,0	1217	Загальна кімната 4Б-206
4Б-207	24,0	1081	Загальна кімната 4Б-207
4Б-304	24,0	1267	Загальна кімната 4Б-304
4Б-305	24,0	991	Загальна кімната 4Б-305
4Б-306	24,0	1102	Загальна кімната 4Б-306
4Б-307	24,0	966	Загальна кімната 4Б-307
4Б-404	24,0	1267	Загальна кімната 4Б-404
4Б-405	24,0	991	Загальна кімната 4Б-405
4Б-406	24,0	1102	Загальна кімната 4Б-406
4Б-407	24,0	966	Загальна кімната 4Б-407
4Б-504	24,0	1267	Загальна кімната 4Б-504
4Б-505	24,0	1072	Загальна кімната 4Б-505
4Б-506	24,0	1102	Загальна кімната 4Б-506
4Б-507	24,0	966	Загальна кімната 4Б-507
202	23,5	3317	Коридорна будинку 202
204	23,5	2656	Коридорна будинку 204
302	23,5	2882	Коридорна будинку 302
304	23,5	2330	Коридорна будинку 304
402	23,5	2882	Коридорна будинку 402
404	23,5	2330	Коридорна будинку 404
502	23,5	2882	Коридорна будинку 502
504	23,5	2330	Коридорна будинку 504
602	23,5	3008	Коридорна будинку 602
604	23,5	2330	Коридорна будинку 604
702	23,5	2609	Коридорна будинку 702
704	23,5	2341	Коридорна будинку 704
802	23,5	3049	Коридорна будинку 802
804	23,5	2817	Коридорна будинку 804

902	23,5	3410	Коридорна будинку 902
904	23,5	3047	Коридорна будинку 904
2А-201	23,5	462	Коридорна квартири 2А-201
2А-301	23,5	392	Коридорна квартири 2А-301
2А-401	23,5	392	Коридорна квартири 2А-401
2А-501	23,5	392	Коридорна квартири 2А-501
2Б-201	23,5	512	Коридорна квартири 2Б-201
2Б-301	23,5	436	Коридорна квартири 2Б-301
2Б-401	23,5	436	Коридорна квартири 2Б-401
2Б-501	23,5	505	Коридорна квартири 2Б-501
2В-201	23,5	660	Коридорна квартири 2В-201
2В-301	23,5	561	Коридорна квартири 2В-301
2В-401	23,5	561	Коридорна квартири 2В-401
2В-501	23,5	561	Коридорна квартири 2В-501
2В-701	23,5	650	Коридорна квартири 2В-701
2Г-201	23,5	669	Коридорна квартири 2Г-201
2Г-301	23,5	569	Коридорна квартири 2Г-301
2Г-401	23,5	569	Коридорна квартири 2Г-401
2Г-501	23,5	569	Коридорна квартири 2Г-501
2Г-601	23,5	569	Коридорна квартири 2Г-601
2Г-701	23,5	658	Коридорна квартири 2Г-701
2Д-201	23,5	664	Коридорна квартири 2Д-201
2Д-301	23,5	565	Коридорна квартири 2Д-301
2Д-401	23,5	565	Коридорна квартири 2Д-401
2Д-501	23,5	565	Коридорна квартири 2Д-501
2Д-601	23,5	565	Коридорна квартири 2Д-601
2Д-701	23,5	654	Коридорна квартири 2Д-701
2Е-601	23,5	444	Коридорна квартири 2Е-601
2Ж-601	23,5	561	Коридорна квартири 2Ж-601
2И-701	23,5	855	Коридорна квартири 2И-701
2К-801	23,5	297	Коридорна квартири 2К-801
2П-901	23,5	346	Коридорна квартири 2П-901
3А-201	23,5	897	Коридорна квартири 3А-201
3А-301	23,5	765	Коридорна квартири 3А-301
3А-401	23,5	765	Коридорна квартири 3А-401
3А-501	23,5	765	Коридорна квартири 3А-501
3А-601	23,5	765	Коридорна квартири 3А-601
3А-701	23,5	765	Коридорна квартири 3А-701
3А-801	23,5	765	Коридорна квартири 3А-801
3А-901	23,5	884	Коридорна квартири 3А-901
3Б-201	23,5	631	Коридорна квартири 3Б-201
3Б-301	23,5	537	Коридорна квартири 3Б-301
3Б-401	23,5	537	Коридорна квартири 3Б-401

3Б-501	23,5	537	Коридорна квартири 3Б-501
3Б-601	23,5	537	Коридорна квартири 3Б-601
3Б-701	23,5	537	Коридорна квартири 3Б-701
3Б-801	23,5	537	Коридорна квартири 3Б-801
3Б-901	23,5	621	Коридорна квартири 3Б-901
3В-601	23,5	886	Коридорна квартири 3В-601
3Г-701	23,5	1023	Коридорна квартири 3Г-701
4А-201	23,5	801	Коридорна квартири 4А-201
4А-301	23,5	683	Коридорна квартири 4А-301
4А-401	23,5	683	Коридорна квартири 4А-401
4А-501	23,5	683	Коридорна квартири 4А-501
4А-601	23,5	683	Коридорна квартири 4А-601
4А-701	23,5	683	Коридорна квартири 4А-701
4Б-201	23,5	979	Коридорна квартири 4Б-201
4Б-301	23,5	833	Коридорна квартири 4Б-301
4Б-401	23,5	833	Коридорна квартири 4Б-401
4Б-501	23,5	833	Коридорна квартири 4Б-501
2А-203	22,5	1402	Кухня-їдальня 2А-203
2А-303	22,5	1303	Кухня-їдальня 2А-303
2А-403	22,5	1303	Кухня-їдальня 2А-403
2А-503	22,5	1303	Кухня-їдальня 2А-503
2Б-203	22,5	1170	Кухня-їдальня 2Б-203
2Б-303	22,5	1090	Кухня-їдальня 2Б-303
2Б-403	22,5	1090	Кухня-їдальня 2Б-403
2Б-503	22,5	1183	Кухня-їдальня 2Б-503
2В-203	22,5	1168	Кухня-їдальня 2В-203
2В-303	22,5	1088	Кухня-їдальня 2В-303
2В-403	22,5	1088	Кухня-їдальня 2В-403
2В-503	22,5	1088	Кухня-їдальня 2В-503
2В-703	22,5	1181	Кухня-їдальня 2В-703
2Г-203	22,5	1445	Кухня-їдальня 2Г-203
2Г-303	22,5	1346	Кухня-їдальня 2Г-303
2Г-403	22,5	1346	Кухня-їдальня 2Г-403
2Г-503	22,5	1346	Кухня-їдальня 2Г-503
2Г-603	22,5	1346	Кухня-їдальня 2Г-603
2Г-703	22,5	1460	Кухня-їдальня 2Г-703
2Д-203	22,5	1412	Кухня-їдальня 2Д-203
2Д-303	22,5	1316	Кухня-їдальня 2Д-303
2Д-403	22,5	1316	Кухня-їдальня 2Д-403
2Д-503	22,5	1316	Кухня-їдальня 2Д-503
2Д-603	22,5	1316	Кухня-їдальня 2Д-603
2Д-703	22,5	1427	Кухня-їдальня 2Д-703
2Е-603	22,5	1265	Кухня-їдальня 2Е-603

2Ж-603	22,5	1088	Кухня-їдальня 2Ж-603
2И-703	22,5	1391	Кухня-їдальня 2И-703
2К-803	22,5	1328	Кухня-їдальня 2К-803
2П-903	22,5	1435	Кухня-їдальня 2П-903
3А-203	22,5	1207	Кухня-їдальня 3А-203
3А-303	22,5	1126	Кухня-їдальня 3А-303
3А-403	22,5	1126	Кухня-їдальня 3А-403
3А-503	22,5	1126	Кухня-їдальня 3А-503
3А-603	22,5	1126	Кухня-їдальня 3А-603
3А-703	22,5	1126	Кухня-їдальня 3А-703
3А-803	22,5	1126	Кухня-їдальня 3А-803
3А-903	22,5	1220	Кухня-їдальня 3А-903
3Б-203	22,5	1271	Кухня-їдальня 3Б-203
3Б-303	22,5	1183	Кухня-їдальня 3Б-303
3Б-403	22,5	1183	Кухня-їдальня 3Б-403
3Б-503	22,5	1183	Кухня-їдальня 3Б-503
3Б-603	22,5	1188	Кухня-їдальня 3Б-603
3Б-703	22,5	1188	Кухня-їдальня 3Б-703
3Б-803	22,5	1188	Кухня-їдальня 3Б-803
3Б-903	22,5	1288	Кухня-їдальня 3Б-903
3В-603	22,5	1220	Кухня-їдальня 3В-603
3Г-703	22,5	1323	Кухня-їдальня 3Г-703
4А-203	22,5	1414	Кухня-їдальня 4А-203
4А-303	22,5	1328	Кухня-їдальня 4А-303
4А-403	22,5	1328	Кухня-їдальня 4А-403
4А-503	22,5	1328	Кухня-їдальня 4А-503
4А-603	22,5	1328	Кухня-їдальня 4А-603
4А-703	22,5	1328	Кухня-їдальня 4А-703
4Б-203	22,5	1306	Кухня-їдальня 4Б-203
4Б-303	22,5	1220	Кухня-їдальня 4Б-303
4Б-403	22,5	1220	Кухня-їдальня 4Б-403
4Б-503	22,5	1220	Кухня-їдальня 4Б-503
2А-202	26,5	229	С/в 2А-202
2А-302	26,5	193	С/в 2А-302
2А-402	26,5	193	С/в 2А-402
2А-502	26,5	193	С/в 2А-502
2Б-202	26,5	482	С/в 2Б-202
2Б-302	26,5	424	С/в 2Б-302
2Б-402	26,5	424	С/в 2Б-402
2Б-502	26,5	486	С/в 2Б-502
2В-202	26,5	231	С/в 2В-202
2В-302	26,5	196	С/в 2В-302
2В-402	26,5	196	С/в 2В-402

2В-502	26,5	196	С/в 2В-502
2В-702	26,5	335	С/в 2В-702
2Г-202	26,5	223	С/в 2Г-202
2Г-302	26,5	188	С/в 2Г-302
2Г-402	26,5	188	С/в 2Г-402
2Г-502	26,5	188	С/в 2Г-502
2Г-602	26,5	188	С/в 2Г-602
2Г-702	26,5	219	С/в 2Г-702
2Д-202	26,5	237	С/в 2Д-202
2Д-302	26,5	200	С/в 2Д-302
2Д-402	26,5	200	С/в 2Д-402
2Д-502	26,5	200	С/в 2Д-502
2Д-602	26,5	200	С/в 2Д-602
2Д-702	26,5	233	С/в 2Д-702
2Е-602	26,5	193	С/в 2Е-602
2Ж-602	26,5	295	С/в 2Ж-602
2И-702	26,5	213	С/в 2И-702
2К-802	26,5	362	С/в 2К-802
2П-902	26,5	417	С/в 2П-902
3А-202	26,5	351	С/в 3А-202
3А-302	26,5	309	С/в 3А-302
3А-402	26,5	309	С/в 3А-402
3А-502	26,5	309	С/в 3А-502
3А-602	26,5	309	С/в 3А-602
3А-702	26,5	309	С/в 3А-702
3А-802	26,5	309	С/в 3А-802
3А-902	26,5	353	С/в 3А-902
3Б-202	26,5	472	С/в 3Б-202
3Б-302	26,5	416	С/в 3Б-302
3Б-402	26,5	416	С/в 3Б-402
3Б-502	26,5	416	С/в 3Б-502
3Б-602	26,5	416	С/в 3Б-602
3Б-702	26,5	416	С/в 3Б-702
3Б-802	26,5	416	С/в 3Б-802
3Б-902	26,5	476	С/в 3Б-902
3В-602	26,5	487	С/в 3В-602
3Г-702	26,5	553	С/в 3Г-702
4А-202	26,5	423	С/в 4А-202
4А-302	26,5	362	С/в 4А-302
4А-402	26,5	362	С/в 4А-402
4А-502	26,5	362	С/в 4А-502
4А-602	26,5	362	С/в 4А-602
4А-702	26,5	362	С/в 4А-702

4Б-202	26,5	458	С/в 4Б-202
4Б-302	26,5	404	С/в 4Б-302
4Б-402	26,5	404	С/в 4Б-402
4Б-502	26,5	404	С/в 4Б-502
201	20,0	725	Сходинкова клітина 201
203	20,0	827	Сходинкова клітина 203
301	20,0	585	Сходинкова клітина 301
303	20,0	684	Сходинкова клітина 303
401	20,0	585	Сходинкова клітина 401
403	20,0	684	Сходинкова клітина 403
501	20,0	585	Сходинкова клітина 501
503	20,0	684	Сходинкова клітина 503
601	20,0	585	Сходинкова клітина 601
603	20,0	684	Сходинкова клітина 603
701	20,0	585	Сходинкова клітина 701
703	20,0	684	Сходинкова клітина 703
801	20,0	585	Сходинкова клітина 801
803	20,0	790	Сходинкова клітина 803
901	20,0	705	Сходинкова клітина 901
903	20,0	932	Сходинкова клітина 903