

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Магістра

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

Освітня програма: «Енергетичний менеджмент; енергоефективні муніципальні та промислові теплові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Декан факультету

Приймак О.В.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Товстига Богдан Валерійович

Тема роботи: «Термомодернізація центру комплексної реабілітації для осіб з інвалідністю»

затверджена наказом ректора КНУБА № 2494/2 від 28.11.2024 року

1. Керівник роботи д.т.н., проф. Приймак О.В

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту 30.12.2024р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Вихідні дані;

Р. 2. Огороджуючі конструкції;

Р. 3. Визначення показників теплоізоляції;

Р. 4. Визначення енергетичних показників;

Р. 5. Загальні показники енергоефективності;

Р. 6. Опалення;

Р. 7. Вентиляція;

Р. 8. Список використаної літератури:

5. Графічний матеріал за розділами

Р. 1. Плани кондиціонування поверхів

Р. 2. Плани вентиляції поверхів;

- Р. 3. Схема системи опалення;
- Р. 4. Схема системи опалення частина 1;
- Р. 5. Схема системи ПВ;
- Р. 6. Схеми системи ПВ;
- Р. 7. Схеми системи ВЗ-В18;
- Р. 8. План підвалу, Вузол обліку тепла. ;
- Р. 9. Архітектурні рішення;

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	07.08.24
Розділ 2.	15.08.24
Розділ 3.	25.08.24
Розділ 4.	18.09.24
Розділ 5.	28.09.24
Розділ 6.	19.10.24
Остаточне оформлення роботи	28.11.24
Направлення роботи для перевірки на плагіат	02.12.24
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	02.12.24
Направлення роботи на рецензування	02.12.24

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кириченко М.А.  
(прізвище, ініціали)

Приймак О.В.  
(прізвище, ініціали)

Товстига Б.В.  
(прізвище, ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології  
Теплотехніки

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

«Термомодернізація центру комплексної реабілітації для осіб з інвалідністю»

Товстига Богдан Валерійович

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

Теплотехніки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Кириченко М.А.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

«Термомодернізація центру комплексної реабілітації для осіб з інвалідністю»

Виконав Товстига Богдан Валерійович  
144 «Теплоенергетика»

«Енергетичний менеджмент;  
енергоефективні муніципальні та промислові  
теплові технології»

Група ТЕМ-23

Керівник Приймак О.В. д.т.н., проф.

*Ідентичність підтверджую*

Київ 2024 р.

## ЗМІСТ

1.ВИХІДНІ ДАНІ	6
2.ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ	9
3.ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ	28
4.ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	39
5.ЗАГАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	53
6.ОПАЛЕННЯ	64
7.ВЕНТИЛЯЦІЯ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	80

## 1. Вихідні дані.

Даний розділ проекту виконаний на основі:

- завдання на проектування;
- діючих норм та правил:
- Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»;
- ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення;
- ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель;
- ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції;
- ДБН А.2.2-3-2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво. Зміна №1, Зміна №2
- ДСТУ 9190:2022 “Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку електроспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.
- ДСТУ 9191:2022 “Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель”.

### Загальна характеристика будинку

В даному проекті розглядається капітальний ремонт існуючих інженерних мереж, утеплення підлоги, що контактує з ґрунтом та ремонт приміщень підвалу. Також в розрахунках визначення класу енергоефективності враховано рішення по утепленні зовнішніх конструкцій згідно проекту 10-П-24/01/2023- ЕЕ, що, станом на вересень 2024 року виконані на 80%.

Існуюча будівля 4-х поверхова, з підвальним поверхом під частиною будівлі, П-образної форми в плані, розмірами 38,6 м x 28,55 м, побудована у 1962 році. Четвертий поверх добудований в 2000-х роках. Будівля цегляна, безкаркасного типу з несими повздовжніми та поперечними стінами, розкріплені плитами перекриття. Для сполучення між поверхами передбачена сходові клітина та добудований ліфтовий вузол в період будівництва четвертого поверху. Покрівля над основною будівлею вальмова з горищем, над ліфтовим вузлом та підвальним поверхом - суміщена. Будівля III ступеню вогнестійкості. Висота приміщень (від підлоги до стелі) - 3,3 м. Висота будівлі від рівня планувальної позначки землі - 19,3 м. На поверхах розміщені коридори, кабінети та допоміжні приміщення, санвузли. У підвальному поверсі знаходяться технічні приміщення з розміщенням обладнання для функціонування інженерних мереж будівлі (опалення, водопостачання). Частина підвальних приміщень побудована в період будівництва четвертого поверху, розміщена біля будівлі та виступає над поверхнею планувальної позначки. Входи до підвального поверху передбачені з внутрішньої сходової клітки будівлі та ззовні будівлі з приямку.

Зовнішні стіни 1-3 поверху виконані із червоної цегли пластичного формування, товщиною 510 мм, вони складаються з червоної цегли товщиною 380 мм та облицювальної цегли товщиною 120 мм.

Зовнішні стіни 4 поверху виконані із червоної цегли пластичного формування товщиною 380 мм.

Покрівля двох типів: над всією будівлею холодне горище, а над ліфтовим холлом та підвалом – суміщене покриття.

Проектом 10-П-24/01/2023- ЕЕ передбачено та виконано такі роботи: утеплення зовнішніх стін, перекриття горища, суміщеної покрівлі, підлог 1 поверху, заміна вікон і зовнішніх дверей.

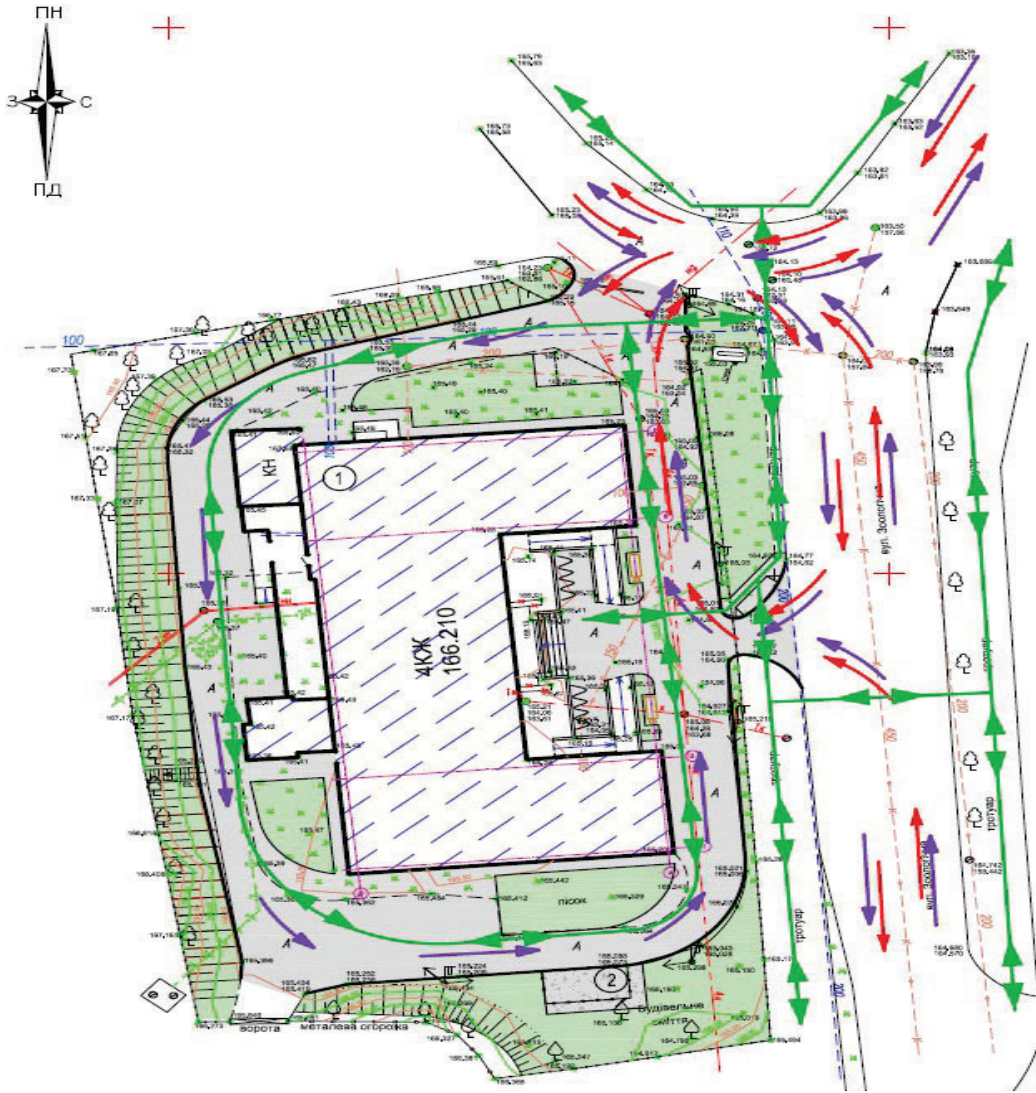
Стіни будівлі 1 типу за проектом були утеплені мінераловатними плитами 150 мм з улаштуванням системи фасадної ізоляції класу Б (вентфасад), стіни 2 типу були утеплені мінераловатними плитами 150 мм з улаштуванням системи фасадної ізоляції класу А з опорядженням декоративною штукатуркою. Вікна були замінені на металопластикові з з п’ятикамерного ПВХ-профілю з подвійним склопакетом, низькоемісійним покриттям на внутрішньому боці скла та заповненням аргоном 4i-14Ar-4-14Ar-4i, двері металопластикові та металеві утеплені.

Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. №. ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

Арк.

## Схема розташування будівлі



### Облік енергоресурсів

- облік теплової енергії системи опалення – тепловодолічильником;
- облік теплової енергії системи ГВП – не передбачено;
- облік електроенергії – комерційний облік електричної енергії здійснюється лічильником трансформаторного включення у РУ-0,4 кВ ТП-584, марки НІК 2303 АРК1 5(10А). Технічний облік не передбачено. Лічильник без змін.

### Інженерні мережі

#### Система освітлення

Основними споживачами електроенергії є: електричне обладнання приладів, світильники, розетки, вентиляційне обладнання.

Запроектвані такі види електричного освітлення:

- робоче;
- аварійне

Запроектвані світлодіодні світильники.

Вимикачі розташувати при вході в приміщення на висоті 1,0-1,2 м так, щоб відкриті входні двері не перекривали доступ до них.

Штепсельні розетки, що розміщуються у всіх приміщеннях розташувати на висоті 0,3 м від рівня підлоги, окрім тих, висота яких зазначена на плані.

Автономні аварійні світильники забезпечують мінімальне освітлення при аварійному вимкненні робочого освітлення.

Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. №. ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	

Арк.



## 2. Огороджуючих конструкцій Теплотехнічний розрахунок зовнішнього захищення огороджуючих конструкцій.

Кліматологічні дані місця будівництва:

- місто будівництва - м. Київ
- барометричний тиск- 970 гПа
- швидкість вітру для холодного періоду року (Б)- 5,1 м/с
- розрахункова температура згідно температурної зони ДБН В.2.6-31:2021 - -22 град С
- середня температура періоду з середньодобовою температурою повітря  $\leq +8^{\circ}\text{C}$
- (середня температура опалювального періоду)- -0,1 град С
- тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря  $\leq +8^{\circ}\text{C}$
- (тривалість опалювального періоду)- 176 діб

Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огороджуючих конструкцій для міста Київ виконуємо згідно ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», ДСТУ 9191:2022 «Методи підбору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель». Місто згідно додатку Б ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» відноситься до 1 температурної зони.

Величини розрахункових теплофізичних параметрів матеріалів, що використовуються, визначені для умов експлуатації Б за додатком А ДСТУ 9191:2022 та характеристиками виробника (визначені лабораторним методом). Згідно з ДБН В.2.6-31 теплотехнічні характеристики огороджувальних конструкцій повинні відповідати наступній обов'язковій вимозі:

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

де  $R_{\Sigma\text{пр}}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції (для термічно однорідних огороджувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огороджувальної конструкції,  $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ ;  $R_{\text{q min}}$  – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції,  $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ , що визначається в залежності від температурної зони України та призначення будинку;

*Розрахунок приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін*

Визначення приведенного опору теплопередачі стіни можна умовно поділити на дві частини:

- визначення опору теплопередачі термічно однорідної стіни;
  - врахування теплопровідних включень, обумовлених характерними особливостями стінової конструкції.
- Згідно ДСТУ 9191:2022, опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огороджувальної конструкції розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i \cdot R_{\Sigma i}) + \sum_T (I_T \cdot \Psi_T) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}$$

де  $A_{\Sigma}$ -загальна площа огороджувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ внутрішніх укосів прорізів та відніманням площ прорізів,  $\text{m}^2$ ;

$A_i$ -площа  $i$ -ої термічно однорідної частини непрозорої конструкції, що не містить площі внутрішніх укосів прорізів та площі ділянок зовнішніх огорожень будівлі, які контактують з іншими теплопровідними включеннями,  $\text{m}^2$ ;

$R_{\Sigma i}$ -опір теплопередачі  $i$ -ої термічно однорідної частини конструкції,  $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ , визначають за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{\text{si}}} + \sum \frac{d_i}{\alpha_{\text{ip}}} + \frac{1}{h_{\text{se}}}$$

де  $h_{\text{si}}$ ,  $h_{\text{se}}$ -коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огороджувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , які приймають згідно з додатком Б;

$d_i$ -товщина  $i$ -го шару конструкції, м;

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		Арк.
Зам. інв. №							
Підпис і дата							
Інв. №. ор.							

$\lambda_i$ -теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м · К), приймають згідно з додатком А;  
 $i$ ... $I$ -кількість шарів огорожувальної конструкції.

$\Psi_m$ -лінійний коефіцієнт теплопередачі  $m$ -го лінійного теплопровідного включення (враховують теплопровідні включення, визначені за примітками 1 та 2 підрозділу 5.5), Вт/(м · К);

$l_m$ -лінійний розмір (проекція)  $m$ -го лінійного теплопровідного включення, м;

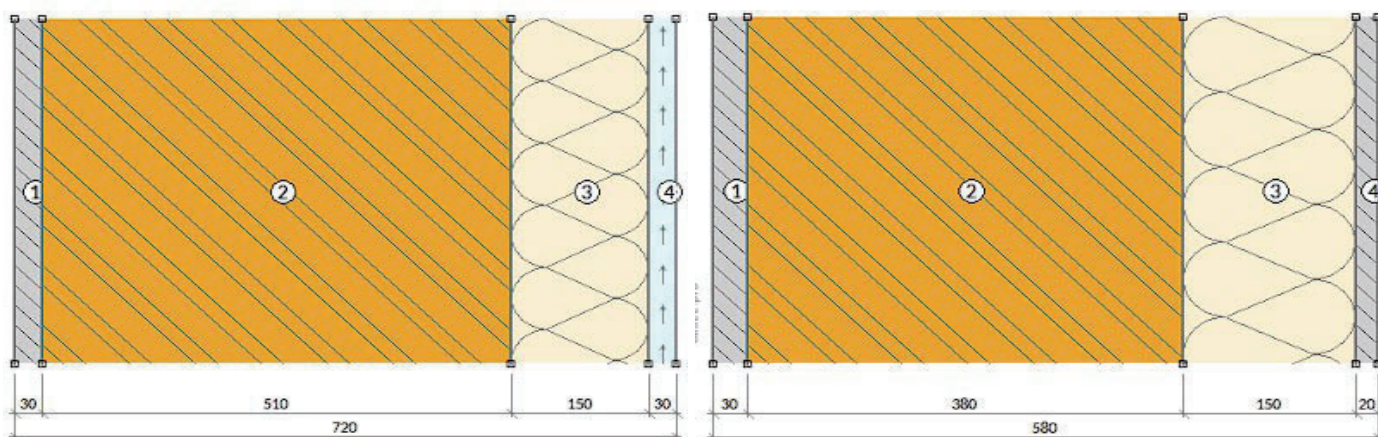
$\chi_j$ -точковий коефіцієнт теплопередачі  $j$ -го точкового теплопровідного включення, Вт/К, розраховують за тримірним температурним полем або приймають згідно з додатком Д;

$N_j$ -загальна кількість  $j$ -их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх укосів прорізів, шт.

**Зовнішня стіна. (Стіна тип 1 та тип 2 не входять до меж проектування)**

Стіна тип 1

Стіна тип2



Стіна тип 1

Матеріал	товщ, м	густина кг/м <sup>3</sup>	коэф. Теплопровідності (Б)	h <sub>si</sub> Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	h <sub>se</sub> Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	R Σ
Розчин цементно-піщаний	0,03	1800	0,93	8,7	12	4,52
Керамічна повнотіла цегла	0,51	1800	0,81			
Мінеральна вата Izovat	0,15	135	0,041			
Вентильований фасад.	-	-	-			

Стіна тип 2

Матеріал	товщ, м	густина кг/м <sup>3</sup>	коэф. Теплопровідності (Б)	h <sub>si</sub> Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	h <sub>se</sub> Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	R Σ
Розчин цементно-піщаний	0,03	1800	0,93	8,7	23	4,34
Керамічна повнотіла цегла	0,38	1800	0,81			
Мінеральна вата Izovat	0,15	135	0,041			
Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	0,02	1700	0,87			

*Розрахунок усередненого приведенного опору теплопередачі*

При визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару враховують лише термічний вплив теплопровідних включень, що є характерними особливостями відповідного типу непрозорої огорожувальної конструкції. Для конструкції такими включеннями є металеві дюбелі, віконні та дверні відкоси.

Інв. №. ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №
-------------	---------------	-------------

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
-----	--------	------	--------	-------	------

Таблиця. Розрахунок приведенного усередненого опору теплопередачі для визначення товщини утеплювача

Теплопровідне включення	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі ψ, Вт/К	Сума
1	2	3	4	5	6
Дверний відкос в зоні перемички	2	-	0,081	-	0,2
Дверний відкос в зоні рядового примикання	8,4	-	0,071	-	0,6
Віконний відкос в зоні перемички	250,04	-	0,081	-	20,3
Віконний відкос в зоні підвіконня	250,04	-	0,064	-	16,0
Віконний відкос в зоні рядового примикання	698,8	-	0,071	-	49,6
Дюбелі на кріплення мінераловатних плит	-	9423	-	0,005	47,1
Дюбелі на кріплення	-	2006	-	0,015	30,1
Сума	-	-	-	-	163,8
Площа стіни, м <sup>2</sup>	1570,44				
Площа відкосів, м <sup>2</sup>	253,95				
R <sub>пр</sub> , м <sup>2</sup> ·К/Вт	3,553				

Усереднений опір теплопередачі конструкції становить:  
 $R_{\Sigma пр} = 1824,39 / (1337,57 / 4,52 + 232,87 / 4,342 + 163,838) = 3,553 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$

Для розрахунку енергопотреби враховують термічний вплив теплопровідних включень, що визначаються конструктивними особливостями всієї будівлі та при визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару не враховують згідно ДСТУ 9191:2022. Даний термічний вплив враховують під час визначення енергопотреби для опалення та охолодження та загальних тепловитрат будівлі через огорожувальні конструкції згідно з ДСТУ 9190:2022.

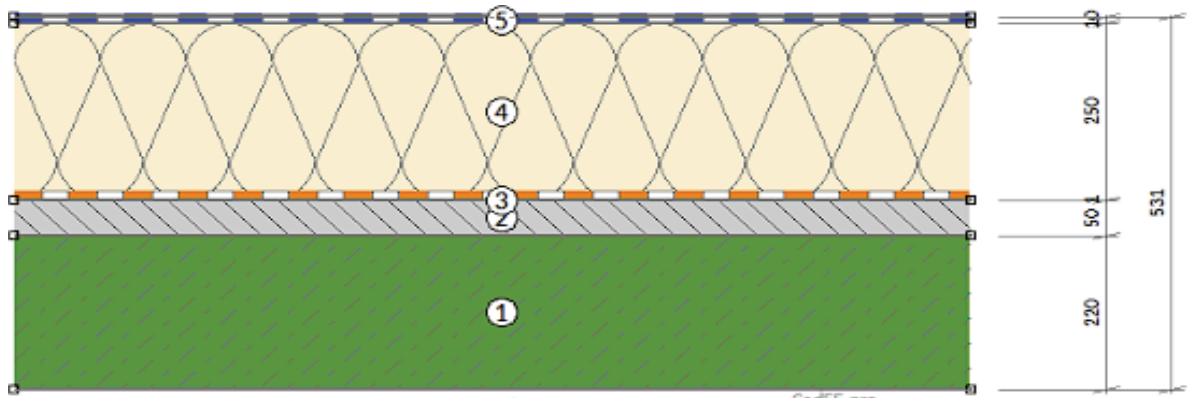
Таблиця. Розрахунок приведенного опору теплопередачі для визначення енергопотреби

Теплопровідне включення	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі k, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі ψ,	Сума
1	2	3	4	5	6
Дверний відкос в зоні перемички	2	-	0,081	-	0,2
Дверний відкос в зоні рядового примикання	8,4	-	0,071	-	0,6
Віконний відкос в зоні перемички	250,04	-	0,081	-	20,3
Віконний відкос в зоні підвіконня	250,04	-	0,064	-	16,0
Віконний відкос в зоні рядового примикання	698,8	-	0,071	-	49,6
Дюбелі на кріплення мінераловатних плит	-	9423	-	0,005	47,1
Дюбелі на кріплення	-	2006	-	0,015	30,1
Пірони	-	-	-	-	-
Примикання міжповерхового перекриття	608	-	0,074	-	45,0
Кути	163,2	-	0,115	-	18,8
Сума	-	-	-	-	227,6
Площа стіни, м <sup>2</sup>	1570,44				
Площа відкосів, м <sup>2</sup>	253,95				
R <sub>пр</sub> , м <sup>2</sup> ·К/Вт	3,16				

Інв. №. ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №
-------------	---------------	-------------

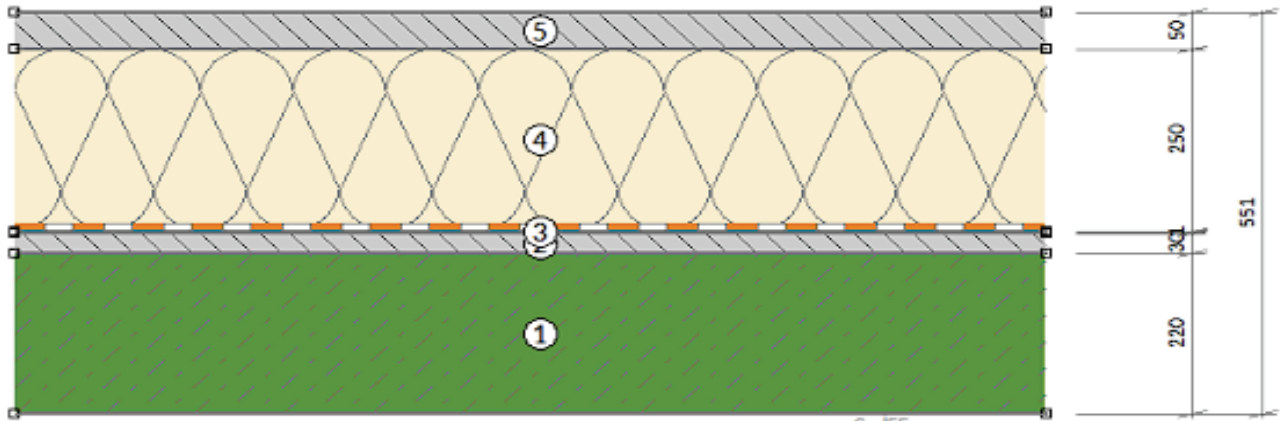
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

**Сумішене покриття (конструкція в межі проектування не входить)**



Матеріал	товщ, м	густина кг/м <sup>3</sup>	коэф. Теплопровідності (Б)	h <sub>st</sub> Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	h <sub>sc</sub> Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	R Σ
Залізобетон	0,22	2500	2,04	10	23	6,182
Стяжка цементно-піщана	0,05	1800	0,93			
Пароізоляція	0,001	1600	0,3			
Мінеральна вата базальтова	0,25	160-200	0,043			
Гідроізоляція	0,01	1000	0,17			
Відсутній шар	-	-	-			

**Горіщине перекриття (конструкція в межі проектування не входить)**



Матеріал	товщ, м	густина кг/м <sup>3</sup>	коэф. Теплопровідності (Б)	h <sub>st</sub> Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	h <sub>sc</sub> Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	R Σ
Залізобетон	0,22	2500	2,04	8,7	12	6,2094
Стяжка цементно-піщана	0,03	1800	0,93			
Пароізоляція	0,001	1600	0,3			
Мінеральна вата	0,25	160	0,043			
Стяжка цементно-піщана	0,05	1800	0,93			

Інв. №. ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

**Підлога, що контактує з ґрунтом**

Матеріал	товщ, м	густина кг/м <sup>3</sup>	коэф. Теплопровідності (Б)	h <sub>si</sub> Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	h <sub>se</sub> Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	R <sub>Σ</sub>
Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній основі	0,008	1400	0,23	-	-	2,157
Клей гіпсовий	0,002	800	0,21			
Гідроізоляція	0,001	1000	0,17			
Стяжка цементно-піщана	0,1	1800	0,93			
Вироби із ЕППС ρ=35 кг/м <sup>3</sup>	0,05	35	0,037			
Вироби із ЕППС ρ=35 кг/м <sup>3</sup>	0,02	35	0,037			
Залізобетон	0,22	2500	2,04			

**Теплопередача до ґрунту за стаціонарних умов підлоги, що контактує з ґрунтом**

Коефіцієнт теплопередачі підлоги на ґрунті  $U$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К), визначають за формулами:

— якщо  $d_t < B'$  (неізольована або посередньо ізольована підлога):

$$U = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_t} \quad \text{Вт/ м}^2 \cdot \text{К}$$

— якщо  $d_t \geq B'$  (добре ізольована підлога):

$$U = \frac{\lambda}{0,457 \cdot B' + d_t} \quad \text{Вт/ м}^2 \cdot \text{К}$$

де  $B'$  — характерний розмір підлоги, що дорівнює відношенню площі підлоги на половину периметра підлоги за формулою:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P}$$

$d_t$  — еквівалентна товщина підлоги, яку розраховують за формулою:

$$d_t = w + \lambda \cdot R_{si} + R_f + R_{se}$$

де:

- $A$  — площа підлоги, м<sup>2</sup>;
- $P$  — зовнішній периметр підлоги, м;
- $w$  — загальна товщина зовнішньої стіни, включаючи всі шари, м;
- $\lambda$  — теплопровідність ґрунту, Вт/(м<sup>2</sup>·К);
- $R_{si}$  — тепловий опір внутрішнього середовища, м<sup>2</sup>·К/Вт;
- $R_f$  — термічний опір підлоги, включаючи всі шари, м<sup>2</sup>·К/Вт;
- $R_{se}$  — тепловий опір зовнішнього середовища, м<sup>2</sup>·К/Вт.

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту  $H_g$ , Вт/К, розраховують за формулою:

$$H_g = A \cdot U_{bf} + P \cdot \psi_g \text{ Вт/К}$$

Приведений опір теплопередачі підлоги на ґрунті  $R_{\Sigma пр, g}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ , розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{A}{H_g} \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

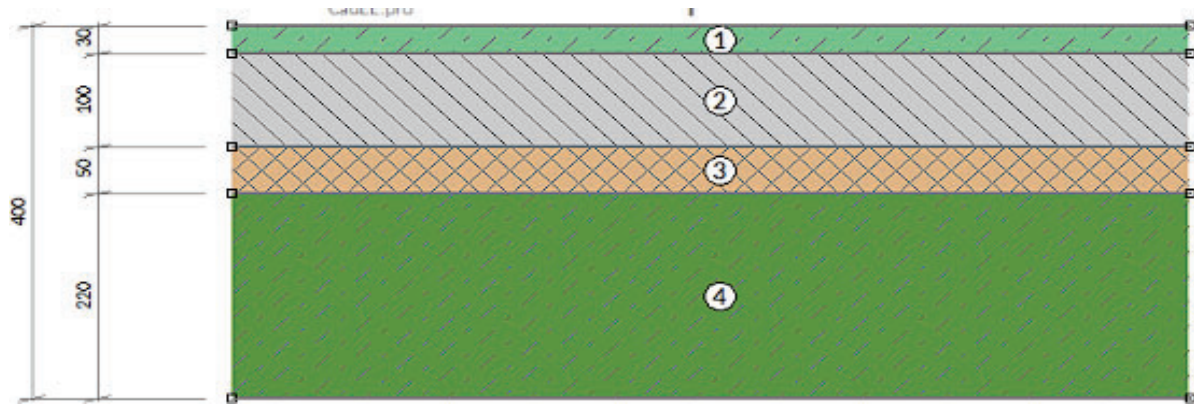
Таблиця розрахунку приведенного опору теплопередачі для конструкцій, що контактують з ґрунтом

Показник	Рохраункове число	Розмірність
A	507,92	$\text{м}^2$
P	152,80	м
w	0,66	м
$\lambda$	2,00	Вт/м·К
$R_{si}$	0,17	$\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
$R_{se}$	0,04	$\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
$R_f$	2,16	$\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
$d_t$	5,40	-
$B'$	6,65	-
$d_t < B'$		
U	0,241	Вт/ $\text{м}^2 \cdot \text{К}$
$\psi_g$	1,040	Вт/м·К
$H_g$	281,240	Вт/К
$R_{\Sigma пр}$	1,806	$\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Зам. інв. №	
Інв. №. ор.	

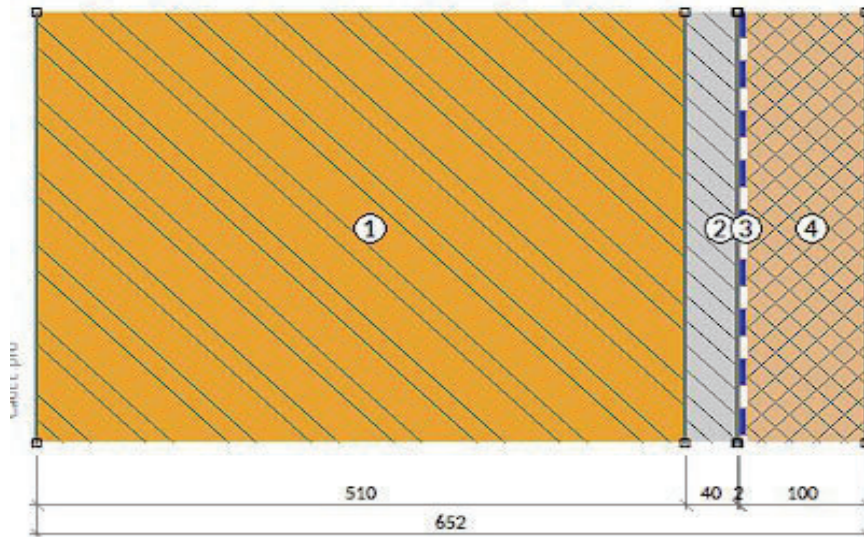
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

**Підлога, що контактує з ґрунтом в опалювальному підвалі**



Матеріал	товщ, м	густина кг/м <sup>3</sup>	коэф. Теплопровідності (Б)	hsi Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	hse Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	R Σ
Бетон	0,03	2400	1,86	-	-	1,583
Стяжка цементно-піщана	0,1	1800	0,93			
Вироби із ЕППС ρ=35 кг/м <sup>3</sup>	0,05	35	0,037			
Залізобетон	0,22	2500	2,04			
Відсутній шар	0	0	1			

**Стіна, що контактує з ґрунтом в опалювальному підвалі**



Матеріал	товщ, м	густина кг/м <sup>3</sup>	коэф. Теплопровідності (Б)	hsi Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	hse Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	R Σ
Керамічна повнотіла цегла	0,51	1800	0,81	-	-	3,4
Розчин цементно-піщаний	0,04	1800	0,93			
Гідроізоляція	0,002	1000	0,17			
Вироби із ЕППС ρ=35 кг/м <sup>3</sup>	0,1	35	0,037			

Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. №. ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата



Приведений опір теплопередачі підлоги на ґрунті  $R_{\Sigma пр,г}$ ,  $m^2 \times K/Вт$ , розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$R_{\Sigma пр,г} = \frac{A}{(A \cdot U_{bf} + 0,5 \cdot P \cdot \psi_g)}$$

Приведений опір теплопередачі стіни, що контактує із ґрунтом  $R_{\Sigma пр,w,г}$ ,  $m^2 \times K/Вт$ , розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$R_{\Sigma пр,w,г} = \frac{z}{(z \cdot U_{bw} + 0,5 \cdot P \cdot \psi_g)}$$

Таблиця розрахунку приведенного опору теплопередачі для конструкцій, що контактують з ґрунтом в опалювальному підвалі

Показник	Рохраункове число	Розмірність
A	130,73	$m^2$
P	49,90	m
w	0,65	m
z	2,41	m
$\lambda$	2,00	$Вт/м \cdot K$
$R_{si}$	0,17	$m^2 \cdot K/Вт$
$R_{si,w}$	0,12	$m^2 \cdot K/Вт$
$R_{se}$	0,04	$m^2 \cdot K/Вт$
$R_f$	1,58	$m^2 \cdot K/Вт$
$d_t$	4,24	-
B'	5,24	-
$R_w$	3,39	$m^2 \cdot K/Вт$
$d_w$	7,10	-
$U_{bf}$	0,255	$Вт/m^2 \cdot K$
$U_{bw}$	0,204	$Вт/m^2 \cdot K$
$\psi_g$	0,880	$Вт/м \cdot K$
$H_g$	101,724	$Вт/K$
$R_{\Sigma пр,г}$	2,364	$m^2 \cdot K/Вт$
$R_{\Sigma пр,w,г}$	2,587	$m^2 \cdot K/Вт$

Зам. інв. №

### 3. Визначення показників теплостійкості

Визначення показників теплостійкості здійснено згідно з вимогами ДБН В.2.6-31-2021.

Оцінка теплостійкості в літній період: розрахунок проводиться згідно доданка П.

Розрахункова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря:

$$A_{t,роз} = 0,5 \cdot t_z + \chi \cdot I_{тах} - I_{сер} / \alpha_{зл}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

де  $A_{tз}$  - максимальна амплітуда добових коливань температури зовнішнього повітря в липні,  $^\circ\text{C}$

$\chi$  - коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції.

$I_{тах}$ ,  $I_{сер}$  – відповідно максимальне і середнє значення сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної),  $\text{Вт}/\text{м}^2$ .

$\alpha_{зл}$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції за літніми умовами,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ K}$ , визначається:  $\alpha_{зл} = 1,16 (5+10\sqrt{v})$

де  $v$  - мінімальна з середніх швидкостей вітру за румбами за липень,  $\text{м}/\text{сек.}$ , повторюваність яких складає 16% та більше, але не менше 1  $\text{м}/\text{сек.}$

Термічні опори шарів визначаються згідно з ДБН В.2.6-31-2021, починаючи з боку приміщення:

$$R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n}, \text{ } \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

Теплова інерція шарів стінової огорожувальної конструкції, починаючи з боку приміщення згідно ДБН В.2.6-31-2021:

$$D_n = R_n \cdot s_n$$

де,  $s$  розрахункові коефіцієнти теплосасвоєння матеріалу окремих шарів огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ K}$ , приймаються за додатком А для умов експлуатації Б.

Коефіцієнти теплосасвоєння зовнішньою поверхнею окремих шарів огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ K}$ , приймаються згідно ДБН :

$$Y_n = \frac{R_n \cdot s_n^2 + \alpha_{в}}{1 + R_n \cdot \alpha_{в}}, \text{ } \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{K}}$$

Таблиця. Теплофізичні характеристики матеріалів шарів підлоги

Матеріал	Товщина шару $\delta$ , м	Густина матеріалу в сухому стані $\gamma_0$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	Розрахункові характеристики				
			Теплопровідність, $\lambda$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{K})$	Коефіцієнт теплосасвоєння, $s$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{K})$	Опір, $R$ , $\text{м}^2 \text{ K}/\text{Вт}$	Термічна інерція шарів, $D$	Коефіцієнти теплосасвоєння, $Y$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{K})$
Лінолеум полівінілхлоридний на	0,008	1400	0,23	5,87	0,03	0,204	13,96
Клей гіпсовий	0,002	800	0,21	3,66	0,01	0,035	
Гідроізоляція	0,001	1000	0,17	4,56	0,01	0,03	
Стяжка цементно-піщана	0,1	1800	0,93	11,09	0,11	1,19	
Вироби із ЕППС $\rho=35 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,05	35	0,037	0,38	1,35	0,51	
Вироби із ЕППС $\rho=35 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,02	35	0,037	0,38	0,54	0,21	
Залізобетон	0,22	2500	2,04	18,95	0,11	2,04	

Теплова інерція першого шару покриття підлоги  $D1+D2+D3+D4 > 0,5$ .

Тому сумарний показник  $Y_f \leq Y_{f,max}$ ,  $13,963 \leq 14$ , що відповідає вимогам

де:

$Y_f$  - показник теплосасвоєння поверхнею підлоги,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ ;

$Y_{f,max}$  - максимально допустиме значення показника теплосасвоєння поверхнею підлоги,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ , що встановлюють згідно з таблицею 4 в залежності від призначення будівлі.

Значення коефіцієнту скління зовнішнього огороження приміщення  $m_{gl,k}$ , що містить світлопрозорі огорожувальні конструкції, встановлюють за формулою:

$$m_{gl,k} = \frac{A_{si\Sigma C}}{A_{si\Sigma C} + A_{si\Sigma H}} = 498,82/(1824,39+498,82) = 0,215$$

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 4 °С та більше, обов'язкове виконання умов:

$$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max},$$

де  $\Delta\theta_{int-si}$  – різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції за внутрішніми розмірами, °С;

$\Delta\theta_{int-si,max}$  – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції за внутрішніми розмірами, °С;

**Визначення приведеної температури внутрішньої поверхні непрозорої частини зовнішнього огороження приміщення, що знаходять за формулою:**

$$\theta_{si,H} = \theta_{int} - \frac{(\theta_{int} - \theta_{ext})}{R_{\Sigma pr,H} \cdot h_{si}}$$

де  $\theta_{ext}$  – розрахункове значення температури зовнішнього повітря, що визначають згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31, °С;

$R_{\Sigma pr,k}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої частини зовнішнього огороження приміщення, що знаходять за формулою під час визначення товщини утеплювача,  $m^2 \cdot K/Wt$ ;

$h_{si}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні непрозорої частини зовнішнього огороження, приймають згідно з додатком Б,  $Wt/(m^2 \cdot K)$ .

		Назва захищення	Розрахунок температур на внутрішній поверхні	$\Delta\theta_{(int-si,max)}$	$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}$
		Зовнішні стіни	$\theta_{int-si}=20-(20-(-22))/(3,553 \cdot 8,7)=18,65 \text{ } ^\circ\text{C}$	5	Умова виконується
		Стіни, що контактують з ґрунтом	$\theta_{int-si}=18-(18-(-22))/(2,588 \cdot 8,7)=16,23 \text{ } ^\circ\text{C}$	5	Умова виконується
		Світлопрозорі фасади	-	5	-
Зам. інв. №		Перекриття неопалювального горища	$\theta_{int-si}=20-(20-(-22))/(6,21 \cdot 10)=19,33 \text{ } ^\circ\text{C}$	4	Умова виконується
		Мансардне покриття	-	4	-
		Суміщене покриття	$\theta_{int-si}=20-(20-(-22))/(6,182 \cdot 10)=19,33 \text{ } ^\circ\text{C}$	4	Умова виконується
Підпис і дата		Перекриття над неопалювальним підвалом та проїздом	-	2	-
		Підлога по ґрунту тип 1	$\theta_{int-si}=20-(20-(5))/(2,365 \cdot 5,9)=18,93 \text{ } ^\circ\text{C}$	2,5	Умова виконується
		Підлога по ґрунту тип 2	$\theta_{int-si}=20-(20-(5))/(1,807 \cdot 5,9)=18,6 \text{ } ^\circ\text{C}$	2,5	Умова виконується
		Техпідпілля	-	2,5	-
Інв. №. ор.	Для мінімізування небезпека утворення грибка та плісняви забезпечити в приміщенні нормальну роботу системи загальнообмінної вентиляції..				
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.

Мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій у зонах теплопровідних включень,  $\theta_{si,min}$ , повинно бути не менше ніж температура точки роси  $\theta_D$  за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря, які приймаються залежно від призначення.

Температура точки роси становить при параметрах:

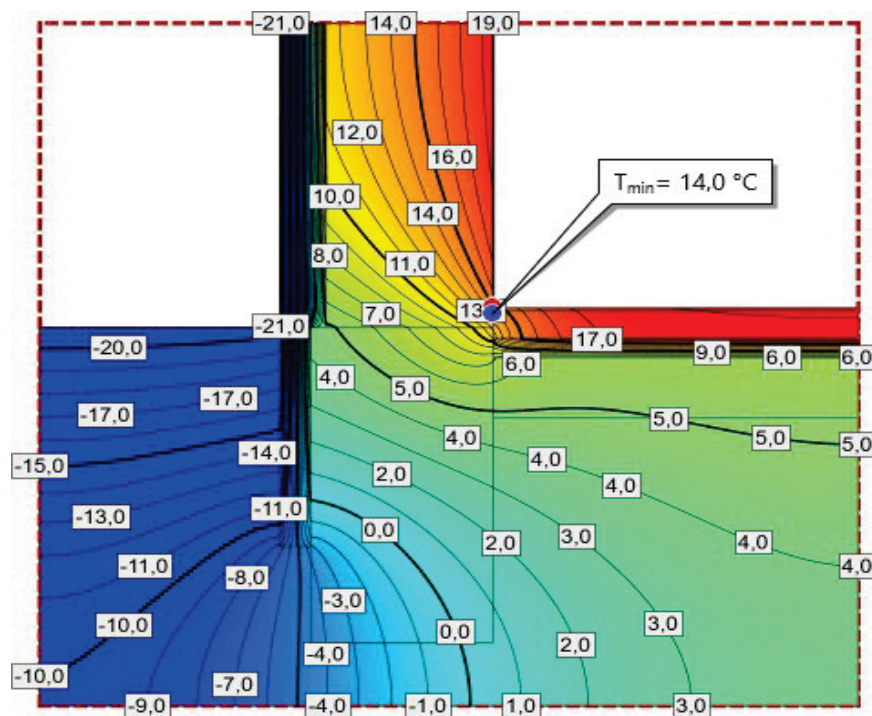
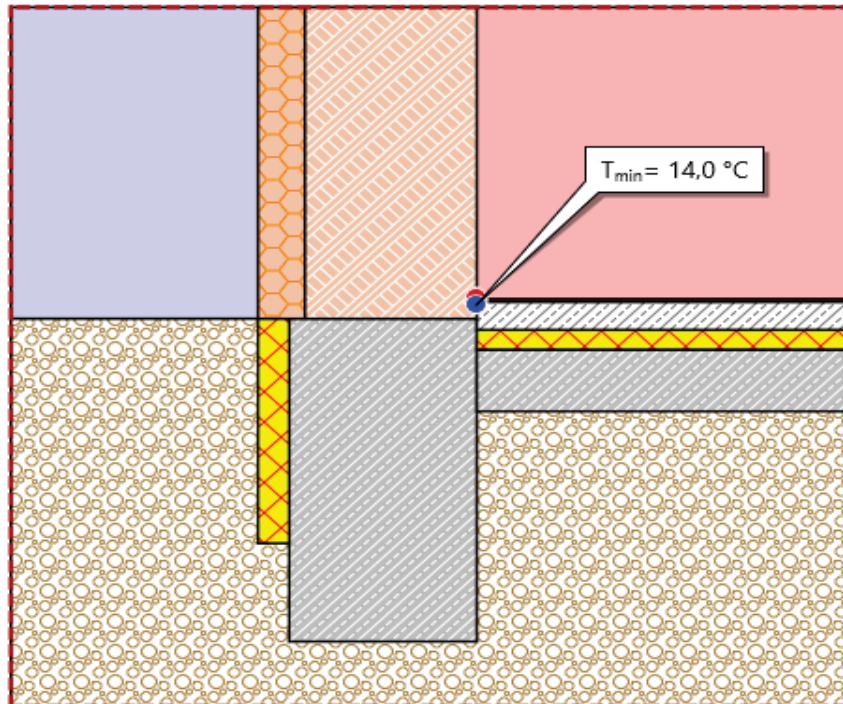
$$t_b = 20^{\circ}\text{C}$$

$$\phi_b = 50\%$$

$$\theta_D = 9,3^{\circ}\text{C}$$

Умова виконується  $\theta_{si,min} \geq \theta_D$ .

Температура в куті зовнішніх стін розрахована за допомогою програми Htflux (Hygic and Thermal Simulation)



Зам. інв. №
Підпис і дата
Інв. №. ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
-----	--------	------	--------	-------	------

#### 4. Визначення енергетичних показників.

### Характеристика передачі трансмісією

Таблиця. Характеристика передачі трансмісією

Вид огорожувальної конструкції	Ai, м²	RΣпр2, м2·К/Вт	U, Вт/(м²·К)	ΔUtb, Вт/(м2·К)	btr,x,H	btr,x,C	Hx,H, Вт/К	Hx,C, Вт/К
Зовнішні стіни	1824,4	3,16	0,32	0,00	1,00	1,00	577,15	577,15
Стіна до неопалювального приміщення	18,90	0,63	1,59	0,00	0,60	0,00	18,01	0,00
Мансардне покриття	-	-	-	-	-	-	-	-
Суміщене покриття	19,90	6,18	0,16	0,00	1,00	1,00	3,22	3,22
Горищене перекриття	618,75	6,21	0,16	0,00	0,90	0,00	89,68	0,00
Вікно зовнішнє	498,82	0,90	1,11	0,00	1,00	1,00	554,24	554,24
Скляний фасад	-	-	-	-	-	-	-	-
Вікно до неопалювального приміщення	-	-	-	-	-	-	-	-
Глухі входні двері	4,20	0,70	1,43	0,00	1,00	1,00	6,00	6,00
Двері до неопалювального приміщення	-	-	-	-	-	-	-	-
Перекриття над проїздом	-	-	-	-	-	-	-	-
Перекриття над неопалювальним приміщенням	-	-	-	-	-	-	-	-
Підлога по ґрунту	507,92	1,81	-	-	-	-	281,24	281,24
Опалювальний підвал чи цоколь	130,73	2,36	-	-	-	-	101,72	101,72
Перекриття над техпідпіллям	-	-	-	-	-	-	-	-
Сума							1631,3	1523,6

### Характеристики внутрішніх теплонадходжень

Згідно з методикою стандарту [2] до уваги взяті наступні теплонадходження:

внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від обладнання, внутрішній тепловий потік від освітлення. Відповідно загальна сумарна величина усередненого теплового потоку приймається і становить:  $\Phi_{int} = 17 \text{ Вт/м}^2$

Внутрішні теплонадходження.

$$Q_{int} = \frac{N}{168} \cdot \frac{N_T - N_{T,нос}}{N_T} \cdot \left( L_k \Phi_{int,tn,k} \cdot A_{f,k} \right) \cdot t + Q_{W,dis,rbl,T}$$

де N— графік використання, залежно від призначення будівлі, може бути прийнятий згідно з таблицею 6, год/тиждень;

$N_m$ — кількість днів у відповідному місяці;

$N_{m,нос}$  — кількість днів невикористання, залежно від призначення будівлі у відповідному місяці, може бути прийнято згідно з таблицею 7;

$\Phi_{int,mn,k}$  — усереднена за часом щільність теплового потоку від k-го внутрішнього джерела залежно від призначення будівлі, що може бути прийнята згідно з таблицею 6 як сума метаболічної теплоти, освітлення та обладнання, Вт/м²;

$A_{f,k}$ — кондиціонована площа k-ї зони будівлі, м²;

t— тривалість місяця, для якого проводять розрахування, год, визначена згідно з додатком А;

$Q_{W,dis,rbl,m}$  — утилізаційні регулярні тепловтрати, Вт·год, у підсистемі розподілення ГВП.

### Характеристики сонячних теплонадходжень

Світлопрозорі конструкції, що використовуються для застосування будинку  $\epsilon$  :

Потрійне скління з двома селективними низько-емісійними покриттями	g gl	0,45
Частка обрамлення	Ff	0,3

Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. №. ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

Загальні сонячні теплонадходження.

Теплонадходження від сонця до будівлі для кожного місяця розраховуються за формулою:

$$Q_{sol} = (\sum \Phi_{sol, mn, k}) \cdot t,$$

де  $\Phi_{sol, mn, k}$  - усереднений за часом тепловий потік від k-го джерела сонячного випромінювання, Вт.  
t - тривалість місяця виражена у годинах.

Коефіцієнти для розрахунку

Коефіцієнт поглинання сонячної радіації, $\alpha_{S,C}$ (штукатурена стіна):	0,4
Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею $\epsilon$ (штукатурена стіна)	0,93
Коефіцієнт поглинання сонячної радіації, $\alpha_{S,C}$ (вентильована стіна):	0,8
Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею $\epsilon$ (вентильована стіна)	0,93
Коефіцієнт поглинання сонячної радіації, $\alpha_{S,C}$ (суміщене покриття)	0,65
Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею $\epsilon$ (суміщене покриття)	0,95
Коефіцієнт поглинання сонячної радіації, $\alpha_{S,C}$ (мансардне покриття)	-
Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею $\epsilon$ (мансардне покриття.)	-

Таблиця . Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць	$\Theta_e, ^\circ C$	t, год	Q sol	Q int
Січень	-4,7	696,0	2337,93	9518,9
Лютий	-3,6	672,0	3538,50	9190,7
Березень	1,0	720,0	5796,50	9847,1
Квітень	9,0	696,0	6403,95	9518,9
Травень	15,2	672,0	6733,62	9190,7
Червень	18,3	672,0	6906,66	9190,7
Липень	19,8	744,0	6959,12	10175,4
Серпень	19,0	720,0	6061,12	9847,1
Вересень	13,9	720,0	4703,07	9847,1
Жовтень	8,1	720,0	3952,68	9847,1
Листопад	1,9	720,0	1694,16	9847,1
Грудень	-2,5	720,0	1467,65	9847,1

### Динамічні параметри

Часова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля відноситься до класу , відповідно внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить : C, Вт год/м<sup>2</sup> К = 80

$$\tau = \frac{C_T}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}}$$

для режиму опалення :

$$\tau = \frac{C_T}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}}$$

для режиму охолодження :

де  $C_m$  - внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі, Вт·год/К;

$H_{tr,adj}, H, H_{tr,adj}, C$  - значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К;

$H_{ve,adj}, H, H_{ve,adj}, C$  - значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К;

$H_{ve,extra,adj}$  - репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі за рахунок нічного охолодження, Вт/К.

Внутрішню теплоємність будівлі або зони будівлі,  $C_m$ , Вт·год/К, розраховують за формулою:

$$C_m = C \cdot A_f$$

де C - внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі на одиницю площі, Вт·год/(м<sup>2</sup>·К), приймають згідно з таблицею 15;

$A_f$  - кондиціонована площа будівлі або зони будівлі, м<sup>2</sup>

$\alpha_C$  — безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи,  $\tau_{C,0}$ , визначений за формулою:

$$\alpha_C = \alpha_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}}$$

де  $\alpha_{C,0}$  - довідковий безрозмірний числовий параметр, що приймають рівним 1,0;

$\tau$  - часова константа зони будівлі, год, визначена згідно з 12.4;

$\tau_{C,0}$  - довідкова часова константа, що приймають рівною 15 год.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. №. ср.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

## Внутрішні умови

Задана температура на опалення будівлі визначена на підставі заданих розрахункових температур повітря внутрішніх приміщень згідно проекту 1-21/02/2024 - ОВ і становить :  $\Theta_{int}, N \text{ set } 22^{\circ}\text{C}$

Задана температура на охолодження будівлі визначена на підставі заданих розрахункових температур повітря внутрішніх приміщень і становить :  $\Theta_{int}, C \text{ set } 24^{\circ}\text{C}$

### Енергопотреби для опалення та охолодження

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу ,  $Q_{nd}$ , Вт/год:

Опалення:  $Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \Pi_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} - Q_{ve,pre-heat}$ ,

Охолодження:  $Q_{C,nd} = Q_{C,nd,cont} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} \cdot (Q_{C,ht} + Q_{ve,pre-cool})$ ,

$Q_{ht}$ - сумарна теплопередача в режимі опалення, Вт/год

$Q_{gn}$ - сумарні теплонадходження в режимі опалення, Вт/год

$\Pi_{gn}$ - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень

$Q_{ve,pre-heat}$ ,  $Q_{ve,pre-cool}$  - енергопотреба для центрального попереднього підігрівання та охолодження вентиляційного повітря, Вт/год

*Таблиця. Розрахунок енергопотреби для опалення*

Місяць	$Q_{H, tr}$	$Q_{H, ve}$	$Q_{v,pre-heat}$	$Q_{H,ht}$	$Q_{H,sol}$	$Q_{H,int}$	$Q_{H, gn}$	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$
	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год			кВт год
Січень	32404,9	20794,2	19081,6	53199,1	2337,9	9518,9	11856,8	0,22	1,00	22261,3
Лютий	28063,1	18008,0	16405,1	46071,2	3538,5	9190,7	12729,1	0,28	1,00	16939,4
Березень	25487,0	16355,0	14640,9	41842,0	5796,5	9847,1	15643,6	0,37	1,00	11575,6
Квітень	15268,7	9797,9	8139,7	25066,6	6404,0	9518,9	15922,8	0,64	0,98	1333,9
Травень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0
Червень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0
Липень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0
Серпень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0
Вересень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0
Жовтень	16870,0	10825,4	9644,1	27695,4	3952,7	9847,1	13799,8	0,50	0,99	4332,2
Листопад	23607,8	15149,1	13825,4	38756,9	1694,2	9847,1	11541,3	0,30	1,00	13393,7
Грудень	29734,9	19080,8	17518,1	48815,7	1467,6	9847,1	11314,8	0,23	1,00	19983,6
										89820

*Таблиця. Розрахунок енергопотреби для охолодження.*

Місяць	$Q_{C, tr}$	$Q_{C, ve}$	$Q_{v,pre-cool}$	$Q_{C,ht}$	$Q_{C,sol}$	$Q_{C,int}$	$Q_{C, gn}$	$\gamma_C$	$\eta_{C,gn}$	$Q_{C,nd}$
	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год			кВт год
Січень	32532,7	19954,5	0,0	52487,3	2337,9	9518,9	11856,8	0,23	0,23	0,0
Лютий	28258,2	17332,6	0,0	45590,8	3538,5	9190,7	12729,1	0,28	0,28	0,0
Березень	26071,5	15991,4	0,0	42063,0	5796,5	9847,1	15643,6	0,37	0,37	0,0
Квітень	16454,7	10092,8	0,0	26547,4	6404,0	9518,9	15922,8	0,60	0,59	0,0
Травень	9975,2	6118,5	0,0	16093,7	6733,6	9190,7	15924,3	0,99	0,87	1951,5
Червень	6252,8	3835,3	0,0	10088,0	6906,7	9190,7	16097,3	1,60	0,98	6165,4
Липень	4760,9	2920,2	0,0	7681,1	6959,1	10175,4	17134,5	2,23	1,00	9470,6
Серпень	5667,7	3476,4	0,0	9144,1	6061,1	9847,1	15908,2	1,74	0,99	6852,0
Вересень	11079,5	6795,8	0,0	17875,3	4703,1	9847,1	14550,2	0,81	0,77	821,3
Жовтень	18023,4	11054,9	0,0	29078,3	3952,7	9847,1	13799,8	0,47	0,47	0,0
Листопад	24243,2	14870,0	0,0	39113,2	1694,2	9847,1	11541,3	0,30	0,30	0,0
Грудень	30038,9	18424,9	0,0	48463,8	1467,6	9847,1	11314,8	0,23	0,23	0,0
										25261,00

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. №. ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
-----	--------	------	--------	-------	------

### Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією  $N_{ve,adj}$ , Вт/К:

-для опалення:  $N_{ve,adj,H} = \rho_{sa}(q_{ve,mn,H} \cdot b_{ve,H} + q_{inf,mn,H})$

-для охолодження:  $N_{ve,adj,C} = \rho_{sa}(q_{ve,mn,C} \cdot b_{ve,C} + q_{inf,mn,C})$

де  $\rho_{sa}$ -теплоємність одиниці об'єму повітря, дорівнює 0,336 Вт·год/(м<sup>3</sup>·К);

$q_{ve,mn,H}$ ,  $q_{ve,mn,C}$  — усереднена за часом витрата повітря для вентиляції для опалення та для охолодження відповідно, м<sup>3</sup>/год, визначена згідно з 9.2.1

$q_{inf,mn,H}$ ,  $q_{inf,mn,C}$  — усереднена за часом витрата повітря для інфільтрації для опалення та для охолодження відповідно, м<sup>3</sup>/год, визначена згідно з 9.2.3;

$b_{ve,H}$ ,  $b_{ve,C}$ — температурний поправковий коефіцієнт, що коригує коефіцієнт теплопередачі вентиляцією замість різниці температур у випадках, коли температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього середовища (а саме за наявності утилізування теплоти).

Період	C, Вт год/м <sup>2</sup> К	Af, м <sup>2</sup>	Cm, Вт год/К	N n, adj	N ve, adj	τ	α
Опалення	80,00	2685,45	214836	1631,27	1046,78	81	6,4
Охолодження	80,00	2685,45	214836	1523,58	934,52	88	6,9

### Загальне енергоспоживання при опаленні

*Коефіцієнт корисної дії джерела тепла для системи опалення:*

- Централізоване теплопостачання з ІТП-93%, що становить 100% від загальної енергопотреби.

*Коефіцієнт корисної дії джерела тепла для системи теплопостачання:*

- Електричні калорифери-94%, що становить 100% від загальної енергопотреби.

Місяць	QH,nd	QH, em,ls	QH, dis,out =QH,em,in	QH,dis,in=Q H,gen,out	QH, gen,ls	Qve,pre- heat,m	ηV,pre-heat, sys	QV,pre- heat,gen,out	QV,pre- heat,use	QH, use
	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год		кВт год	кВт год	кВт год
Січень	22261,3	4245,2	23110,5	26873,6	2022,7	19081,6	1,0	19081,6	20299,6	49195,9
Лютий	16939,4	3230,3	17585,9	20837,2	1568,4	16405,1	1,0	16405,1	17452,3	39857,8
Березень	11575,6	2207,5	12019,1	14923,9	1123,3	14640,9	1,0	14640,9	15575,4	31622,6
Квітень	1333,9	254,4	1389,0	2038,9	153,5	8139,7	1,0	8139,7	8659,2	10851,5
Травень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Червень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Липень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Серпень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Вересень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Жовтень	4332,2	826,2	4501,3	5367,3	404,0	9644,1	1,0	9644,1	10259,6	16030,9
Листопад	13393,7	2554,2	13905,1	16555,2	1246,1	13825,4	1,0	13825,4	14707,9	32509,2
Грудень	19983,6	3810,9	20745,9	24172,0	1819,4	17518,1	1,0	17518,1	18636,2	44627,7
	Сума								105590,2	224695,7

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. №. ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

### Вентиляція з центральним попереднім підігріванням чи охолодженням

Енергопотребу для центрального попереднього підігрівання чи охолодження вентиляційного повітря  $Q_{ve,pre-heat}$  або  $Q_{ve,pre-cool}$ , Вт·год, розраховують, використовуючи різницю температури зовнішнього та припливного повітря після центрального попереднього підігрівання чи охолодження, за формулами:

—для попереднього підігрівання:

$$Q_{ve,pre-heat} = N L \sum_{j=1}^{24} [f_{ve,j} \cdot H_{ve,pre-heat} \cdot (\theta_{suo,pre-heat} - \theta_{e,j})]$$

—для попереднього охолодження:

$$Q_{ve,pre-cool} = N L \sum_{j=1}^{24} [f_{ve,j} \cdot H_{ve,pre-cool} \cdot (\theta_{e,j} - \theta_{suo,pre-cool})]$$

де  $H_{ve,pre-heat}$ ,  $H_{ve,pre-cool}$  - коефіцієнт теплопередачі вентиляцією з центральним попереднім підігріванням та з центральним попереднім охолодженням відповідно, Вт/К, визначений згідно з 9.4.2;  $f_{ve,j}$  - частка роботи для конкретної j-ої години доби репрезентативного дня місяця (якщо система працює, то  $f_{ve,j} = 1$ , якщо не працює —  $f_{ve,j} = 0$ );

$\theta_{e,j}$  - температура зовнішнього середовища, °С, для конкретної j-ої години доби, визначена на підставі погодинних значень репрезентативного дня місяця згідно з додатком А;

$\theta_{sup,pre-heat}$ ,  $\theta_{sup,pre-cool}$  - температура припливного повітря повітряного потоку, °С, що надходить у зону (чи вентиляційну підзону) будівлі з вентиляцією після попереднього підігрівання та охолодження, дорівнює  $\theta_{int,set,H}$  та  $\theta_{int,set,C}$  відповідно, якщо температуру припливного повітря регулюють за внутрішньою температурою будівлі чи зони будівлі, якщо попереднє підігрівання (охолодження) здійснюють до температури нижчої (вищої) заданої температури зони будівлі — приймають фактичну температуру припливного повітря.

N - тривалість розрахункового місяця, діб, визначена згідно з додатком А.

Згідно з ДБН В.1.2-11:2021 Енергозбереження та енергетична ефективність

п. 5.7 " Критерій енергоспоживання будівлі EP<sub>use</sub> повинен включати витрати на опалення (опалення приміщень/теплової зони, попередній підігрів вентиляційного повітря, допоміжна енергія системи опалення), охолодження (охолодження приміщень/теплової зони, попереднє охолодження вентиляційного повітря, включаючи осушення, допоміжна енергія системи охолодження)."

### Загальне енергоспоживання при охолодженні.

В даному проекті джерело системи охолодження: VRF-система

Наявна підсистема розподілення.

### Загальне енергоспоживання системи охолодження

Місяць	QC,nd,	QC,dis,ls	QC,dis,in	QC,gen ,out	QC,gen ,ls	Q <sub>ve,pre-cool,m</sub>	η <sub>V,pre-cool,ls,sys</sub>	Q <sub>V,pre-cool,gen,out</sub>	Q <sub>V,pre-cool,use</sub>	ΣQC,use
	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год	кВт год		кВт год	кВт год	кВт год
Січень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Лютий	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Березень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Квітень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Травень	1951,5	448,8	2400,3	2581,0	-1433,9	0,0	1,0	0,0	0,0	1147,1
Червень	6165,4	1418,0	7583,4	8154,2	-4530,1	0,0	1,0	0,0	0,0	3624,1
Липень	9470,6	2178,2	11648,9	12525,7	-6958,7	0,0	1,0	0,0	0,0	5567,0
Серпень	6852,0	1576,0	8428,0	9062,4	-5034,6	0,0	1,0	0,0	0,0	4027,7
Вересень	821,3	188,9	1010,2	1086,3	-603,5	0,0	1,0	0,0	0,0	482,8
Жовтень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Листопад	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Грудень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Сума										14848,7
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата					

### Загальна енергопотреба гарячого водопостачання.

Питомі річні енергопотреби ГВП прийняті згідно таблиці 34 і становлять 10 кВт год/ м<sup>2</sup>.

Загальні енергопотреби ГВП становлять:

$$Q_{DHW, need} = 10 \cdot A \cdot f = 26854,5 \text{ кВт*год}$$

### Загальне енергоспоживання при гарячому водопостачанні.

Тепловтрат розподільними трубопроводами до водорозбору гарячої води користувача;

$$Q_{W, dis, ls} = \psi_{w, j} \cdot L_{W, j} \cdot (\theta_{W, dis, avg, j} - \theta_{amb, j}) \cdot t_{w, j} / 1000 \text{ кВт год}$$

Загальні тепловтрати розподільними трубопроводами до водорозбору гарячої води користувача..

Тепловтрат циркуляційним контуром

Тепловтрати циркуляційним контуром є сумою тепловтра протягом періоду циркуляції та тепловтрат в період відсутності циркуляції.

$$Q_{W, dis, ls, col, m} = Q_{W, dis, ls, col, on} + Q_{W, dis, ls, col, off} \text{ кВт*год}$$

де  $Q_{W, dis, ls, col, on}$  - тепловтрати трубопроводів протягом періодів циркуляції, кВт\*год,

$$Q_{W, dis, ls, col, on} = \sum Y_{W, j} \cdot L_{W, j} \cdot (q_{W, dis, avg, j} - q_{amb, j}) \cdot t_{w, on, j} / 1000,$$

$Q_{W, dis, ls, col, off}$  - тепловтрати трубопроводів протягом періодів відсутності циркуляції, кВт\*год,

$$Q_{W, dis, ls, col, off} = \sum \rho_{w, csw} \cdot V_{W, dis, j} \cdot (q_{W, dis, avg, j} - q_{amb, j}) \cdot n_{norm} / 1000,$$

$\rho_{w, csw}$  - теплоємність води

$V_{W, dis, i}$  - об'єм води, що міститься в секції трубопроводу, м<sup>3</sup>, визначений за допомогою значень довжини та діаметру трубопроводу;

$t_{w, on, j}$  - період циркуляції, години/рік

$n_{norm}$  - кількість робочих циклів циркуляційного насоса протягом року

Тепловтрати використаної води при водорозборі

$$Q_{W, em, ls} = Q_{DHW, need} \cdot \eta_{eg} / 100 \text{ кВт год .}$$

Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП

$$Q_{DHW, use} = (Q_{DHW, need} + Q_{W, dis, ls} + Q_{W, em, ls}) / \eta_{gen} \text{ кВт год .}$$

тепловтрат розподільними трубопроводами до водорозбору гарячої води користувача; $Q_{W, dis, ls}$					
$Q_{w, dis, ls, Hp}$	1515,9	$t_{w, a Hp}$	1257,1	$L_{w, v, m}$	0,0
$Q_{w, dis, ls, Cp}$	1529,2	$t_{w, a Cp}$	1350,0	$L_{w, s, m}$	61,8
<b><math>\sum Q_{w, dis, ls}</math></b>	3045,1			$L_{w, a, m}$	45,0
		$t_{w}$	2607,1		
тепловтрат циркуляційним контуром; $Q_{w, dis, ls, col, on}$					
$Q_{w, dis, ls, col, on, Hp}$	-	$L_{w, v, m}$	-	$\psi_s$	0,2
$Q_{w, dis, ls, col, on, Cp}$	-	$L_{w, s, m}$	-	$\psi_v$	0,3
<b><math>\sum Q_{w, dis, ls, col, on}</math></b>	-	$L_{w, a, m}$	-	$\psi_v$	0,4
тепловтрат використаної води при водорозборі в період відсутності циркуляції $Q_{w, dis, ls, col, off}$					
$Q_{w, dis, ls, col, off, Hp}$	-	$V_{w, dis, v}$	-		
$Q_{w, dis, ls, col, off, Cp}$	-	$V_{w, dis, s}$	-		
<b><math>\sum Q_{w, dis, ls, col, off}</math></b>	-	$V_{w, dis, a}$	-		
Додаткові тепловтрати при зливанні непрогрітої води з системи ГПВ					
$Q_{W, em, ls}$			5,0	%	
Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП					
% від заг. енергопотреби					
<b><math>Q_{DHW, use}</math></b>	3124231,2	100,0	Електричні водонагрівачі		
<b>Сума</b>	<b>3124231,2</b>	кВт*год			

Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. №. ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	

## Загальне енергоспоживання системи освітлення.

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні  $W$ , кВт год, розраховують за формулою :

$$W = W_L + W_p,$$

де  $W_L$  - енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт год.

$W_p$  - паразитна енергія, що необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітлення в будівлі, кВт год.

$P_n$  - питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м<sup>2</sup> ;

$F_c$  - постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання навантаження встановленого освітлення при функціонуючому контролі сталої освітленості зони

$F_o$  - коефіцієнт використання освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони

$F_D$  - коефіцієнт природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони

$t_D$  - час використання природного освітлення протягом року, год

$t_N$  - час використання штучного освітлення протягом року

Значення  $W_p$  розраховують за формулою

$$W_p = (P_{em} \cdot A_{em} + P_{pc} \cdot A_{pc}), \text{ де}$$

$P_{em}$  - загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, кВт год/ (м<sup>2</sup>·рік)

$P_{pc}$  - загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, кВт год/ м<sup>2</sup>

$A_{em}$  - площа будівлі, м<sup>2</sup>, на якій передбачено застосування аварійного освітлення ( аварійне освітлення відсутнє у даному будинку)

$A_{pc}$  - площа будівлі, м<sup>2</sup>, на якій передбачено застосування регульованого освітлення .

### Енергоспоживання при освітленні

$P_n$	$F_c$	$F_o$	$F_D$	$t_D$	$t_N$	$P_{em}$	$P_{pc}$	$A_{em}$	$A_{pc}$	
6	1,00	1,00	1,00	2250	250	1	5	241,69	2685,5	
WL кВт год			40281,75			Wp кВт год		13668,94		
W кВт год			53950,69							

## Енергоспоживання вентиляторів, систем управління та блоків рекуперації теплоти.

Енергоспоживання вентиляторів, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{V,us} = Q_{V,sys,fan} = P_{el,H,tV,H} + P_{el,C,tV,C},$$

де  $P_{el,H}$ ,  $P_{el,C}$  — електричну потужність вентилятора для періоду опалення та охолодження відповідно, кВт, визначають за проектними даними;

$t_{V,H}$ ,  $t_{V,C}$  — час роботи вентиляторів за рік для періоду опалення та охолодження відповідно, год, визначають за формулами ( Час роботи наведено в таблиці сумарно);

Зам. інв. №	Система вентиляції					V, м3/год	SFP	Pel кВт	Години роботи	QV ,sys, fan кВт год
	Збалансована система вентиляції із попереднім підігрівом та/або попереднім охолодженням та блоком рекуперації теплоти					29510	4	32,79	2607,1	85485,3
Підпис і дата	Збалансована система вентиляції із попереднім підігрівом та/або попереднім охолодженням					-	-	-	-	-
	Децентралізована припливно-витяжна установка з блоком рекуперації теплоти					-	-	-	-	-
	Лише система припливної вентиляції із попереднім підігрівом та/або попереднім охолодженням					360	2	0,20	2607,1	521,4
	Лише витяжна вентиляція					2550	1	0,71	2607,1	1846,7
Інв. №. ор.	Сумарно									87853,5
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата				

## 5. Загальний показник енергоефективності.

Коефіцієнт скління фасадів  $mW = 0,215 \text{ м}^2$   
 Показник компактності  $\Delta b_{ci} = 0,414 \text{ м}^{-1}$

Загальний показник енергоефективності будівлі  $E_P$  згідно ДБН В.2.6-31:2021

Показник енергоефективності визначається за умовою:

$$E_{Puse} \leq E_{Pr}$$

де,  $E_{Puse}$  – річне розрахункове або фактичне значення загального показника питомого енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні;

$E_{Pr}$  - граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових,  $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ , та громадських будівель,  $[\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3]$ , що наведене у додатку до Наказу Мінрегіону [3] залежно від призначення будівлі, її поверховості або показника компактності, температурної зони експлуатації.

В даному випадку для будівлі (або її відокремленої частини), функціональне призначення якої є: Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси, що розташована в 1 кліматичній зоні  $E_{Pr}$ :  $E_{Pr} = 30 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$

Розрахункове значення  $E_P$  визначають за формулою для будівлі (або її відокремленої частини), функціональне призначення якої: Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси, становить:

$$E_{Puse} = (Q_{H,use} + Q_{C,use}) / V_f$$

де  $Q_{H,use}$ ,  $Q_{C,use}$  – річне енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні, відповідно,  $\text{кВт}\cdot\text{год}$ , що визначається згідно з ДСТУ XXXX;

$V$  – та кондиціонований (опалюваний) об'єм для громадської будівлі (або її частини),  $\text{м}^3$

Визначаємо розрахункове значення  $E_P$  для будинку (або частини будинку):

$$E_{Puse} = (224695,7 + 14848,7) / 9051,69 = 26,47 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$$

Визначаємо клас енергетичної ефективності:

$$[(E_{Puse} - E_{Pr}) / E_{Pr}] \cdot 100\% = [(26,47 - 30) / 30] \cdot 100\% = -11,7\%$$

Тобто, відповідно до додатку Наказу Мінрегіону [3] дана будівля (або її відокремлена частина) відноситься до класу енергетичної ефективності «С».

### Розрахунок питомих показників поставленої енергії та маси парникових газів.

Поставлена енергія розраховується за формулою

$$E_{del,i} = Q_{H,use} + Q_{C,use} + Q_{DHW,use} + Q_{V,use} + W_{use}$$

Питомий показник споживання первинної енергії ( $e_p$ ),  $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ , розраховується за формулою

$$e_p = E_p / A_f$$

Маса викидів парникових газів  $\text{кг}$ , розраховується з поставленої та експортованої енергії для кожного енергоносія за формулою

$$m_{CO_2} = L \frac{(E_{del,i} \cdot K_{del,i})}{1000} - L \frac{(E_{exp,i} \cdot K_{exp,i})}{1000}$$

Питомий показник викидів парникових газів,  $\text{кг}/\text{м}^2$ , розраховується за формулою

$$M_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{A_f}$$

Зам. інв. №							
Підпис і дата	$f_{P,del,i}$	1,3	2,5	Питомий показник первинної енергії $e_p$ , $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$	Питомий показник викидів парникових газів $M_{CO_2}$ $\text{кг}/\text{м}^2$		
	КСO2 ( $\text{г}/\text{кВт}\cdot\text{год}$ )	260	420				
	Енергоспоживання, $\text{кВт}\cdot\text{год}$	Централізоване опалення	Електрична				
	Опалення	119105,46	105590,20				
	Охолодження	-	14848,68				
	Гаряче водопостачання	3124231,20	-			1814,20	355,03
	Вентиляція	-	87853,47				
	Освітлення	-	53950,69				
Інв. №. ор.							
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	

## 8. Зведені характеристики будівлі.

### В.1 Загальні характеристики

Призначення будівлі (відповідно до таблиці 1 Методики [2])	Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси
Призначення будівлі (згідно з ДСТУ ХХХХ)	Громадські будівлі від 4 до 9
Загальна площа, м <sup>2</sup>	2721,00
Загальний об'єм, м <sup>3</sup>	13870,00
Кондиціонована (опалювана) площа, м <sup>2</sup>	2685,45
Кондиціонований (опалюваний) об'єм, м <sup>3</sup>	9051,68
Об'єм для вентиляції, м <sup>3</sup>	9051,68
Кількість поверхів	4
Рік введення в експлуатацію	Проект. Капітальний ремонт
Тип зовнішніх огорожувальних конструкцій	Важкий
Температурна зона	1
Архітектурно-будівельний кліматичний район	1
Вологісний режим приміщень	Нормальний
Тип ґрунту	Пісок або гравій
Тип місцевості	Середньозахищений простір
Середня висота приміщення, м	3,37
Внутрішня теплоємність, Вт·год/(м <sup>2</sup> ·К)	80,00
Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у складі будівлі, їх характеристики (за зонами):	Відсутні
- кондиціонована (опалювана) площа, м <sup>2</sup>	-
- кондиціонований (опалюваний) об'єм, м <sup>3</sup>	-
- об'єм для вентиляції, м <sup>3</sup>	-
Показник компактності будівлі, м <sup>-1</sup>	0,41
Кількість під'їздів або входів	3
Графік опалення, год/тиждень	50
Графік охолодження, год/тиждень	50
Задана температура зони будівлі для опалення, °С	22
Задана температура зони будівлі для охолодження, °С	24
Температура чергового режиму опалення, °С	17
Температура чергового режиму охолодження, °С	27

### В.2 Теплотехнічні характеристики

Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (м <sup>2</sup> ·К)/Вт		Площа А, м <sup>2</sup>
	значення	мінімальні вимоги	
<b>Зовнішні стіни, з них:</b>			
- що межують із зовнішнім повітрям	3,553	4,0	1824,38
- що межують із некондиціонованим об'ємом	-	-	-
- що межують із суміжними будівлями			
<b>Покриття, з них:</b>			
- суміщені	6,18	7,00	19,90
- опалюваних горищ			
- технічних поверхів			
- мансард	-	6,00	-

Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. №. ор.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

**Продовження В.2**

Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (м <sup>2</sup> ·К)/Вт		Площа А, м <sup>2</sup>
	значення	мінімальні вимоги	
<b>Перекрыття, з них:</b>			
- неопалюваних горищ	6,21	6,00	618,75
- над проїздами під еркерами	-	5,00	-
- над неопалюваними підвалами	-	5,00	-
<b>Конструкції, що межують з ґрунтом:</b>			
- підлоги по ґрунту	1,81	-	507,92
- підлоги по ґрунту підвалу	2,36	-	130,73
- стіни, що контактують з ґрунтом	2,59	-	120,12
- перекрыття над техпідпіллям	-	-	-
<b>Світлопрозорі огорожувальні конструкції, з них:</b>			
- вікна	-	0,9	-
- вікна і балконні двері	0,90	0,9	498,82
- вітражі*	-	0,9	-
- світлопрозорі фасади	-	0,9	-
- світлопрозорі зовнішні двері	-	0,9	-
- в місцях загального користування*	-	0,9	-
<b>Зенітні ліхтарі (дахові вікна)</b>	-	0,8	-
<b>Зовнішні двері</b>	0,70	0,7	4,20

\* враховані в площу вікон

**В.3 Характеристики інженерних систем**

Система опалення	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	Клас С
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів)	Централізоване тепlopостачання з ІТП (Тип системи: радіаторне опалення.).
Регулювання температури у системі	Наявне
Регулювання витрати у системі	Наявне
Циркуляція теплоносія у системі	Наявне
Тип опалювальних приладів	Радіатори водяні
Регулювання температури приміщення	Наявне
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи	Наявне
Теплова ізоляція трубопроводів в неопалюваних приміщеннях	Відсутні трубопроводи в неопалювальних приміщеннях
Облік споживання теплової енергії	Наявний

Зам. інв. №

інв. №. ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

**Продовження В.3**

<b>Система гарячого водопостачання</b>	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	Клас С
Тип та опис системи (джерело енергії, розведення трубопроводів, забезпечення циркуляцією)	Електричні водонагрівачі
Циркуляція теплоносія у системі	Відсутня
Регулювання витрати у системі	Наявне
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи	Наявне
Облік споживання гарячої води	Загальний облік електроенергії
<b>Система охолодження</b>	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	Клас В
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів)	VRF-система
Регулювання температури у системі	Наявне
Регулювання витрати у системі	Наявне
Циркуляція теплоносія у системі	Наявна
Тип приладів тепловіддачі	Настінні та каналівнутрішні блоки
Регулювання температури приміщення	Наявне
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи	Наявне
Теплова ізоляція трубопроводів	Наявна
Облік споживання енергії системами охолодження	Загальний облік електроенергії
<b>Система вентиляції та кондиціонування</b>	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	Клас С
Тип та опис систем	Механічна
Утилізація теплоти повітря, що видаляється	Наявна
Попередній підігрів припливного повітря	Наявний

Інв. №. ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №
-------------	---------------	-------------

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

**Кінець В.3**

Попереднє охолодження припливного повітря	Відсутнє
Зволоження та осушення припливного повітря	Відсутнє
Регулювання температури повітря у системі	Наявне
Регулювання витрати повітря у системі	Наявне
Регулювання температури повітря у приміщеннях	Відсутнє
Регулювання витрати повітря у приміщеннях	Відсутнє
Облік споживання енергії системами (електрична, теплова)	Загальний облік електроенергії
<b>Системи освітлення</b>	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	Клас С
Тип та опис системи (зони будівлі з різними параметрами, прилади освітлення, питома встановлена потужність освітлення)	Освітлення здійснюється світлодіодними лампочками. Передбачено робоче та аварійне освітлення.
Регулювання систем (рівень освітленості, період використання)	50 год/тиждень
Аварійне освітлення	Наявне
Облік споживання електричної енергії	Наявний
<b>Технічне управління будівлею</b>	
Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	Клас С

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. №. Фр.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

#### В.4 Енергетичні характеристики

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги	
Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.:	тис. кВт·год	3505,58		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[387,285]		
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт·год	224,70		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[24,824]		
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання	тис. кВт·год	3124,23		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[345,155]		
Річне енергоспоживання систем охолодження	тис. кВт·год	14,85		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[1,641]		
Річне енергоспоживання систем вентиляції	тис. кВт·год	87,85		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[9,706]		
Річне енергоспоживання систем освітлення	тис. кВт·год	53,95		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[5,961]		
Річна сумарна енергопотреба в т.ч.:	кВт·год	115080,41		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[12,72]		
- в опаленні	кВт·год	89819,54		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[9,923]		
- в охолодженні	кВт·год	25260,87		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[2,791]		
- в гарячому водопостачанні	кВт·год	26854,50		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[2,967]		
Річне споживання первинної енергії	кВт·год	4871945,26		
	кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ]	[538,237]		
Річні викиди парникових газів	т	953,41		
	кг/м <sup>2</sup>	355,03		
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні	кВт·год/м <sup>3</sup>	26,46		
Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		С		
Висновки за результатами оцінки енергетичних показників будівлі	Проект відповідає вимогам ДБН В.2.6-31-2021 до теплотехнічних та енергетичних показників огорожувальних конструкцій будинку, що входять в межі проектування і порядку їх розрахунків.			
Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі	Позитивний клас енергоефективності будівлі досягається шляхом застосування енергоефективного обладнання і арматури в системах опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та електропостачання, а також утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій.			

Зам. інв. №

інв. №. ор.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата

Інв. №. ор.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Енергетичні послуги	Енергоспоживання	Енергоносії									
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване тепlopостачання	Централізоване холодопостачання	Деревина	Електроенергія	Відновлювані *	Інші, що виробляють на місці
Опалення	Енергопотреба для опалення	89820									
	Енергопотреба для центрального попереднього підігрівання вентиляційного повітря	99255									
	Енергоспоживання під час опалення		-	-	-	119105	-	-	-	-	-
	Енергоспоживання під час центрального попереднього підігрівання		-	-	-	-	-	-	105590	-	-
	Додаткове енергоспоживання під час опалення								-		
	Додаткове енергоспоживання під час центрального попереднього підігрівання								-		
	Загальне енергоспоживання під час опалення		-	-	-	119105		-	105590	-	-
Охолодження	Енергопотреба для охолодження (зокрема осушення повітря)	25261									
	Енергопотреба для центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря (зокрема осушення повітря)	-									
	Енергоспоживання під час охолодження (зокрема осушення повітря)		-	-	-	-	-	-	14849	-	-
	Енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження (зокрема осушення повітря під час попереднього охолодження)		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Додаткове енергоспоживання під час охолодження								-		
	Додаткове енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження								-		
	Загальне енергоспоживання під час охолодження		-	-	-	-		-	14849	-	-
Вентиляція	Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря	-									
	Енергоспоживання вентиляторів, блоків управління та рекуператорів теплоти								87853		
	Загалом енергоспоживання під час вентиляції (зокрема зволоження повітря)								87853		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата						

## 6. Опалення

У ІТП передбачається окремі падаючій та зворотній розподільчі колектори для систем опалення, систем теплопостачання вентиляції та систем холодопостачання для кондиціонування та вентиляції, які забезпечують організацію незалежних гідравлічних циркуляційних кілець у проєктованій кількості, що дає можливість окремого та незалежного регулювання та відключення будь-якої зони проєктованих приміщень від централізованого тепло- та холодопостачання. В ІТП здійснюється якісне регулювання тепло- холодопродуктивності систем ОВ за допомогою контурів змішування та забезпечується механічна циркуляція у трубопроводах систем відповідним обладнанням.

Системи внутрішнього теплопостачання проєктуються згідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Прокладання вертикальних трубопроводів систем теплопостачання до припливних вентиляційних установок та головних стояків систем опалення у більшості випадків здійснюється у спеціально пристосованих будівельних нішах. Прокладання усіх інших трубопроводів систем внутрішнього теплопостачання виконується прихованим способом у будівельних конструкціях та за підвісною стелею кожного поверху, але з передбаченням технічних та технологічних способів доступу до місць розташування розбірних з'єднань та арматури.

Трубопроводи ІТП, магістральні трубопроводи та трубопроводи вузлів змішування припливних вентиляційних установок запроєктовані зі сталевих електрозварних труб по ГОСТ 10704-91 та теплоізольовані трубною теплоізоляцією товщиною бмм, трубопроводи, які прокладено по неопалюваним приміщенням мають трубну теплоізоляцію товщиною 12мм.

Внутрішні температури повітря у приміщеннях прийняті згідно діючих в Україні санітарних норм і правил, на підставі ДБН В.2.2-10:20XX «Заклади охорони здоров'я» та технологічних вимог, які викладені у технологічного завданні. Опалення приміщень розраховано для підтримання в приміщеннях нормованої температури. Улікувально-діагностичному корпусі передбачаються комбіновані системи опалення з застосуванням радіаторного та променистого опалення. Системи опалення приймаються водяні з механічною циркуляцією, двотрубні з верхньою подачею. Передбачається проектування окремих систем опалення для окремих функціональних частин будівлі. А саме окремо для секцій А, Б, В.

Системи опалення приймаються водяні з механічною циркуляцією, двотрубні з верхньою подачею. Згідно з п.6.4.7.7 ДБН В.2.5-67:2013 на стояках систем опалення встановлюються автоматичні балансувальні клапани з дренажним комплектом. Застосування окремих систем опалення забезпечує можливість регулювання внутрішньої температури приміщень у окремих зонах будівель за потребою, більш стійкий гідравлічний режим роботи кожної окремої системи опалення, відключення частин систем опалення для ремонту та на час невикористання, заощадження теплової енергії за рахунок мобільності регулювання теплопродуктивності зменшених систем опалення та використання внутрішніх та зовнішніх теплопритоків для мети опалення у кожній конкретній зоні будівлі. У якості нагрівальних приладів передбачаються опалювальні прилади з гладкою поверхнею, які виключають адсорбцію пилу і стійкі до впливу миючих і дезінфікуючих розчинів, а саме:

-у кабінетах, палатах, процедурних, технологічних та допоміжних приміщеннях – радіатори з гладкою поверхнею, а саме гігієнічні сталеві панельні опалювальні радіатори виробництва «PURMO», Польща. Опалювальні прилади

розміщуються біля зовнішніх стін, під вікнами без ніш, на відстані, що забезпечує вільний доступ для поточної експлуатації і прибирання на відстані не менше 100мм від підлоги і не більше 60мм від поверхні стіни. На всіх опалювальних приладах треба передбачити автоматичні термоголовки фірми «HERZ» або аналогічні. Радіаторні терморегулятори дозволяють виконати індивідуальне регулювання температури повітря в опалювальних приміщеннях і підтримують її на постійному рівні, який задається окремо в кожне приміщення;

-на сходових клітинах – радіатори з гладкою поверхнею огорожені від стіни до стіни з збереження нормативних розмірів евакуаційних шляхів;

-в операційному блоці (крім допоміжних приміщень) та у відділенні реанімації та інтенсивної терапії (крім допоміжних приміщень) – променисте опалення з улаштуванням променистої стелі та стін. Технологія монтажу променистих внутрішніх будівельних поверхонь передбачає укладку полімерних труб в товщі огорожуючої конструкціїу запевною схемою і у певній кількості. У цих трубах відбувається циркуляція теплоносія з розрахованими параметрами. Передбачаються труби із зшитого поліетилену фірми «REHAU», Німеччина. Розрахункові параметри теплоносія досягаються за рахунок улаштування окремих комплектів температурного регулювання (вузлів змішування)фірми «REHAU»для кожної групи приміщень з однаковими нормованими показниками мікроклімату. Магістральні трубопроводи технічного поверху і стояки системи опалення запроектовані зі сталевих електрозварних труб по ГОСТ 10704-91. Для сталевих труб виконується антикорозійне покриття фарбою в один шар по ґрунтовці ГФ-021 по ГОСТ 25129-82\* в один шар.

Трубопроводи, що проходять по технічному поверху, ізолюються трубною теплоізоляцією «K-Flex» товщиною 12 мм. Прокладання підводящих трубопроводів систем опалення лікувальних відділень виконується прихованим способом у будівельних конструкціях, але з передбаченням технічних та технологічних способів доступу до місць розташування розбірних з'єднань та арматури. Трубопроводи відділень запроектовані з багатошарових металополімерних труб PE-RT/AL/PE-HD виробництва фірми «HERZ» і прокладаються приховано в конструкції підлоги в

трубній теплоізоляції товщиною 6мм. У місцях перетину перегородок, внутрішніх стін і перекриттів трубопроводи прокладати в гільзах з труб. Кільцевий зазор між гільзою і трубою заповнити теплоізоляційним шнуром і закласти розчином. Системи опалення у лікувально-діагностичному корпусі завжди працюють у основному робочому режимі.

Трубопроводи підключення та вузли змішування припливних повітряних установок виконані з багатшарових металополімерних труб PE-RT/AL/PE-HD виробництва фірми «HERZ». В якості опалювальних приладів використано сталеві панельні радіатори висотою 500мм та типу 22 з вбудованими термостатичними (окрім палат і приміщень загального користування) клапанами і нижнім підключенням, фірми Korado. Підключення приладів здійснюється через блок шарових кранів для нижнього підключення, а самі прилади оснащуються термостатичними голівками RA 2991 фірми Danfoss.

Спуск повітря в системі опалення здійснюється через опалювальні прилади, що оснащені кранами Маєвського. Спуск води із системи здійснюється через дренажні крани, що встановлюються в ІТП. Ув'язка циркуляційних кілець системи опалення здійснюється за допомогою ручних балансувальних вентилів Stromax 4017 M, фірми Herz. В свою чергу Стояки системи опалення балансуються за допомогою автоматичних балансувальних клапанів ASV- PV Danfoss.

Потужність системи опалення розрахована на покриття тепловтрат будівлі з 10% запасом для покриття навантаження на інфільтрацію зовнішнього повітря у моменти роботи нестационарних систем (витяжок санвузлів) і складає 197кВт (Блок1 – 70кВт; Блок2 – 61кВт і Блок3+Блок4 – 66кВт).

### **Центральне якісне регулювання теплових потоків по навантаженню опалення**

Рівняння температурних графіків якісного регулювання представляються у вигляді:

- в подаючому трубопроводі теплової мережі

$$\tau_{1,0}(t_H) = t_i + (\tau_{np} - t_i) * Q^{0.8} + (\tau_{1,0} - \tau_{np}) * Q_0;$$

- після системи опалення (в зворотному трубопроводі теплової мережі

$$\tau_{2,0}(t_H) = t_i + (\dot{t}_{np} - t_i) * Q^{0.8} + (\dot{t}_{np} - \dot{t}_{2,0}) * Q_0;$$

- перед системою опалення

$$\tau_3(t_H) = t_i + (\dot{t}_{np} - t_i) * Q^{0.8} + (\dot{t}_3 - \dot{t}_{np}) * Q_0;$$

де  $\tau_{1,0}(t_H)$  – температура мережної води в подаючому трубопроводі перед елеватором або змішуючим насосом, яка залежить від температури зовнішнього повітря  $t_H$ , °C;

$\tau_{2,0}(t_H)$  – температура мережної води в зворотному трубопроводі після системи опалення, яка залежить від температури зовнішнього повітря  $t_H$ , °C;

$\tau_3(t_H)$  – температура води після елеватора або змішуючого насосу системи опалення, яка залежить від температури зовнішнього повітря  $t_H$ , °C;

$\tau'_{1,0}$  – температура мережної води в подаючому трубопроводі перед елеватором або змішуючим насосом, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення  $t'_{o}$ , °C;

$\tau'_{2,0}$  – температура мережної води в зворотному трубопроводі після системи опалення, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення  $t'_{o}$ , °C;

$\tau'_3$  – температура води після елеватора або змішуючого насосу системи опалення, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення  $t'_{o}$ , °C, приймається 95 - 105°C.;

$\tau'_{np}$  – розрахункова середня температура опалювального пристрою, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення  $t'_{o}$ , °C;

$t_i$  – температура внутрішнього повітря приміщення, приймається +20°C;

За завданням маємо:

$\tau'_{1,0}$	$\tau'_{2,0}$	$\tau'_3$	$t'_{o}$	$t_i$
+150°C	+65°C	+95°C	-17°C	+20°C

Обчислюємо розрахункову середню температуру опалювального пристрою та відносний тепловий потік:

$$\dot{t}_{np} = 0,5 * (\dot{t}_3 + \dot{t}_{2,0})$$

$$\dot{t}_{np} = 0,5 * (95 + 65) = 80 \text{ °C}$$

Відносний тепловий потік при зовнішній температурі +8°C та 0°C:

$$Q_o = \frac{t_i - t_H}{t_i - t_o}$$

При  $t_H = +8^\circ\text{C}$ :

$$Q_o = \frac{20 - 8}{20 - (-17)} = 0,324$$

При  $t_H = 0^\circ\text{C}$ :

$$Q_o = \frac{20 - 0}{20 - (-17)} = 0,540$$

де  $t_i$  – температура внутрішнього повітря приміщення, приймається +20°C;  
 $t'_o$  - розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, °C;  
 $t_H$  – будь-яка температура зовнішнього повітря, °C.

- Температура мережної води в подаючому трубопроводі перед елеватором або змішуючим насосом:

$$\begin{aligned} \tau_{1,0}(t_H) &= t_i + (\dot{t}_{np} - t_i) * Q_o^{0,8} + (\dot{t}_{1,0} - \dot{t}_{np}) * Q_o; \\ &= 20 + (80 - 20) * 0,324^{0,8} + (150 - 80) * 0,324 = 67 \text{ }^\circ\text{C}; \tau_{1,0}(0^\circ\text{C}) \\ &= 20 + (80 - 20) * 0,540^{0,8} + (150 - 80) * 0,540 = 94,4 \text{ }^\circ\text{C}; \end{aligned}$$

- Температура мережної води в зворотному трубопроводі після системи опалення:

$$\begin{aligned} \tau_{2,0}(t_H) &= t_i + (\dot{t}_{np} - t_i) * Q_o^{0,8} - (\dot{t}_{np} - \dot{t}_{2,0}) * Q_o; \\ &= 20 + (80 - 20) * 0,324^{0,8} - (80 - 65) * 0,324 = 39,5 \text{ }^\circ\text{C} \\ \tau_{2,0}(0^\circ\text{C}) &= 20 + (80 - 20) * 0,540^{0,8} - (80 - 65) * 0,540 = 48,5 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- Температура води після елеватора або змішуючого насоса системи опалення:

$$\begin{aligned} \tau_3(t_H) &= t_i + (\dot{t}_{np} - t_i) * Q_o^{0,8} + (\dot{t}_3 - \dot{t}_{np}) * Q_o; \\ \tau_3(+8^\circ\text{C}) &= 20 + (80 - 20) * 0,324^{0,8} + (95 - 80) * 0,324 = 49,2 \text{ }^\circ\text{C} \\ \tau_3(0^\circ\text{C}) &= 20 + (80 - 20) * 0,540^{0,8} + (95 - 80) * 0,540 = 64,7 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$G_0(t_H) = \frac{Q_0(t_H)}{c(\tau_{1,0}(t_H) - \tau_{2,0}(t_H))},$$

При температурі зовнішнього повітря  $-17^{\circ}\text{C}$

$$G = \frac{75,87 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 65)} = 213,03 \text{ кг/с}$$

При температурі зовнішнього повітря  $0^{\circ}\text{C}$

$$G = \frac{40,97 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 65)} = 115,04 \text{ кг/с}$$

При температурі зовнішнього повітря  $+7^{\circ}\text{C}$

$$G = \frac{26,63 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 65)} = 34,35 \text{ кг/с}$$

При температурі зовнішнього повітря  $+8^{\circ}\text{C}$

$$G = \frac{24,58 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (150 - 65)} = 31,7 \text{ кг/с}$$

Результати розрахунку графіка регулювання теплових потоків на опалення

Позначення	Одиниця вимірювання	Температура і витрата мережної води при		
		$t'_{o} = -17^{\circ}\text{C}$	$t_H = 0^{\circ}\text{C}$	$t_H = +8^{\circ}\text{C}$
$\tau_{1,0}$	$^{\circ}\text{C}$	150	94,4	67
$\tau_3$	$^{\circ}\text{C}$	95	64,7	49,2
$\tau_{2,0}$	$^{\circ}\text{C}$	65	48,5	39,5
$G_0$	кг/с	213,03	115,04	31,7

**Проектування траси та гідравлічний розрахунок теплової мережі**

Проектування починають з нанесення траси на план об'єкту теплопостачання. Головні принципи, якими потрібно керуватися при виборі траси – найменша довжина, надійність роботи, найменша вартість будівництва і експлуатації, ув'язка з існуючими інженерними комунікаціями. Траса повинна бути пов'язана як з існуючою, так і з перспективною забудовами.

В населених пунктах для теплових мереж, як правило, передбачається підземне прокладання (безканальне, в непрохідних або прохідних каналах разом з іншими інженерними мережами).

Теплові мережі під міськими проїздами та площами з удосконаленим покриттям, а також при перетині великих автомагістралей належить проводити в каналах чи в футлярах. При наявності обґрунтування дозволяється прокладати теплові мережі надземно.

При трасуванні теплових мереж належить звертатися до двостороннього навантаження магістралей. В кожен квартал, як правило, передбачається один увід. Протилежно розміщені квартали краще підключати в одній загальній камері.

Найдовше та найбільш навантажене відгалуження теплової мережі приймають за розрахункове.

## Визначення розрахункових витрат теплоносія

Розрахункову витрату мережної води для визначення діаметрів труб в водяних теплових мережах при якісному регулюванні кількості теплоти визначають окремо для опалення, вентиляції і гарячого водопостачання.

Для подальшого визначення діаметрів трубопроводів в системі, необхідно обчислити розрахункову витрату мережної води в теплових мережах. При якісному регулюванні теплоти для систем опалення, вентиляції та ГВП витрата розраховується окремо.

- На опалення:

$$G_{\text{отax}} = \frac{Q'_{\text{отax}}}{c * (\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0})}$$

$$G_{\text{отax}} = \frac{4,34 * 10^3}{4,19 * (150 - 65)} = 12,186 \text{ кг/с}$$

- На вентиляцію:

$$G_{Vmax} = \frac{Q'}{V_{ma}}, \text{ кг/с}$$

$$\frac{c * (\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0})}{}$$

$$G_{Vmax} = \frac{0.35 * 10^3}{4,19 * (150 - 65)} = 0.983 \text{ кг/с}$$

- На ГВП:

$$G_{hm} = \frac{Q_{hm}}{c * (\frac{60 - t'}{60 - t} + 0.2)}, \text{ кг/с}$$

$$\frac{c * (\tau''_{1,0} - \tau''_{2,0})}{}$$

$$G_{hm} = \frac{0.515 * 10^3}{4,19 * (70.53 - 40.70)} * (\frac{60 - 30.70}{60 - 5} + 0.2) = 3.019 \text{ кг/с}$$

Сумарні розрахункові витрати мережної води при якісному регулюванні визначаємо за формулою:

$G_d = G_{Omax} + G_{Vmax} + k_3 G_{hm}$ , кг/с Коефіцієнт  $K_3$ , що враховує частку середньої витрати води на ГВП при регулюванні теплових потоків по навантаженню опалення, приймають відповідно дод. 4 [1].  $K_3=1.2$ .

$$G_d = 12.186 + 0.983 + 1.2 * 30.19 = 16.791 \text{ кг/с}$$

Розрахункова витрата води в мережі в неопалювальний період:

$$G_d^s = \beta G_{hmax}, \text{ кг/с} \quad (39)$$

де  $G_{hmax}$ , кг/с – максимальна розрахункова витрата на ГВП в закритих схемах теплопостачання:

$$Q_{hmax}$$

$$G_{h\max} = \frac{c * (t' - 30)}{0}, \text{ кг/с}$$

$$G_{h\max} = \frac{2,4 * 0,515 * 10^3}{4,19 * (70,53 - 30)} = 7,273 \text{ кг/с}$$

$$G_d^s = 1,5 * 7,21 = 10,910 \text{ кг/с}$$

Подальші розрахунки зведені в таблицю.

Розрахункові витрати теплоносія в тепловій мережі

№	Розрахункова витрата теплоносія, кг/с					G <sub>d</sub> <sup>s</sup>	G <sub>hmax</sub> <sub>x</sub>	Q <sub>hmax</sub> <sub>x</sub>
	G <sub>omax</sub>	G <sub>vmax</sub> <sub>x</sub>	G <sub>hm</sub>	k3G <sub>h</sub> <sub>m</sub>	G <sub>d</sub>			
1	12,186	0,983	3,019	3,622	16,791	10,910	7,273	1,236

2	8,508	0,674	3,722	4,467	13,648	13,452	8,968	1,524
3	10,080	0,814	2,497	2,997	13,891	9,025	6,017	1,022
4	25,979	2,078	11,350	13,620	41,677	41,020	27,347	4,647
5	19,496	1,560	8,518	10,222	31,278	30,784	20,523	3,487
6	10,900	0,872	2,699	3,238	15,011	9,753	6,502	1,105
7	13,418	1,073	5,862	7,035	21,526	21,187	14,125	2,400
8	13,418	1,073	5,862	7,035	21,526	21,187	14,125	2,400
9	15,944	1,276	3,947	4,737	21,956	14,265	9,510	1,616
10	15,944	1,276	3,947	4,737	21,956	14,265	9,510	1,616
11	16,966	1,357	4,200	5,040	23,363	15,179	10,120	1,719
12	16,966	1,357	4,200	5,040	23,363	15,179	10,120	1,719
13	16,613	1,329	7,258	8,710	26,652	26,231	17,488	2,971
14	16,613	1,329	7,258	8,710	26,652	26,231	17,488	2,971
Всього	213,031	17,051	74,341	89,209	319,291	268,669		

### Гідравлічний розрахунок теплової мережі

Метою гідравлічного розрахунку трубопроводів теплових мереж є визначення їх діаметрів, втрат тиску при розрахункових витратах теплоносія, напорів в будь-якій

точці мережі і в місцях приєднання споживачів, продуктивності та напору мережних насосів.

В проекті належить виконати гідравлічний розрахунок магістралі і двох характерних відгалужень, або двох магістралей для опалювального і неопалювального періодів. Діаметри трубопроводів приймаються при розрахунку мереж у режимі роботи опалювального періоду.

Гідравлічний розрахунок теплової мережі виконують за методом еквівалентних довжин. Значення коефіцієнта місцевих втрат  $\alpha$  приймають за дод.8.

1. Креслимо мережу трубопроводів на генплані та розділяємо участки на магістраль та відгалуження.
2. Визначаємо довжини указаних ділянок.
3. Знаходимо еквівалентну довжину ділянок:

$$l_e = \alpha * l, \text{ м}$$

де  $l$  – геометрична довжина ділянки, м;  $\alpha$  - коефіцієнт місцевих втрат ( $\alpha = 0,3$ )

$$l_e(1 - 2) = 0,3 * 50 = 15 \text{ м};$$

4. Розраховуємо приведену довжину ділянки:

$$l_{np} = l + l_e, \text{ м}$$

$$l_{np}(1 - 2) = 50 + 15 = 65 \text{ м};$$

5. Визначаємо втрати тиску на ділянці:

$$\Delta P = R * l_{np}, \text{ кПа}$$

де  $R$  – питомі втрати тиску по довжині, Па/м, що визначаються за дод. 11 [2\*книга Швачко\*]. Питома втрата тиску визначається в залежності від розрахункової масової витрати теплоносія на інженерні системи  $G_d$  на даній ділянці (табл.8).

$$\Delta P = 90,5 * 65 = 5,88 \text{ кПа}$$

Також, з дод. 11 [2\*книга Швачко\*], визначаємо діаметр трубопроводу та швидкість теплоносія на ділянці. ( $D^*s=219*5$ ;  $w=1.24$  м/с).

6. Обчислюємо сумарні втрати тиску на ділянці:

$$\Delta H = \Delta P / g, \text{ м}$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$

$$\Delta H = \frac{5,88}{9,8} = 0,6 \text{ м}$$

Подальші розрахунки зведено в табл.9

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж											
	№	Розрахунок ва витрати	Діаметр трубопроводів	Геометрич	Еквівалент	Приведена	Швидкість,	Питомі	Втрати	Сума втрат	
M	1-2	41,677	219*5	50	15	65	1,24	90,5	5,882	0,60	
M	2-3	58,468	273*5	400	120	520	1,08	53,1	27,61	2,82	
M	3-4	103,394	325*6	380	114	494	1,34	66,4	32,80	3,35	
M	4-5	132,296	377*6	1080	324	1404	1,26	48,5	68,09	6,95	
M	5-6	222,076	426*7	188	56,4	244,4	1,67	72,4	17,69	1,81	
M	6-7	270,683	530*8	380	114	494	1,3	33,7	16,64	1,70	
M	7-8	319,291	530*8	380	114	494	1,54	46,9	23,16	2,36	
B	9-10	23,363	159*5	50	15	65	1,32	170	11,05	1,127	
B	10-11	44,890	219*5	380	114	494	1,31	105	51,87	5,292	
B	11-5	89,780	273*5	192	57,6	249,6	1,66	125	31,2	3,183	
											1,485
											17

### Гідрометричний графік

Для визначення режимів тиску в тепловій мережі і абонентських установках широко застосовують гідрометричний графік. Його будують за даними гідравлічного розрахунку, у тисках, які виражені у лінійних одиницях, тобто гідрометричних напорах. Він дозволяє наочно показати допустимі межі тисків і їх фактичні значення в усіх елементах системи теплопостачання. Крім того, графік тисків дає можливість визначити технічні характеристики обладнання для підтримання нормальних тисків у трубопроводах і елементах мережі з урахуванням рельєфу місцевості.

Графік тисків розробляють для статичного і динамічного режимів роботи мережі в опалювальний і неопалювальний періоди. Для відкритих систем необхідно додатково розробити графік тисків в режимах роботи мережі з максимальним водорозбором з подаючого і зворотного трубопроводів.

Для всіх режимів необхідно виконувати такі умови:

• тиск в абонентських вводах, підключених по залежній схемі, не повинен перевищувати припустимий рівень для опалювальних приладів:

- в системах опалення з чавунними радіаторами - 0,6 МПа;
- в системах опалення з конвекторами - 1 МПа;

- максимальний тиск у подаючому трубопроводі з урахуванням рельєфу місцевості повинен бути не вище 1,6 МПа;

- тиск у подаючих трубопроводах у динамічному режимі роботи теплових мереж належить підтримувати таким, щоб виключити можливість закипання води при її максимальній температурі в будь-якій точці подаючого трубопроводу, в обладнанні джерела теплоти і в приладах абонентів, приєднаних по залежній схемі;

- при будь-яких режимах теплоспоживання надлишковий тиск у будь-якій точці зворотного трубопроводу належить підтримувати не нижче 0,05 МПа для уникнення підсмоктування повітря, спорожнення трубопроводу і порушення циркуляції;

- для запобігання кавітації тиск на всмоктуючому патрубку мережних насосів і підкачуючих насосів повинен бути не менше 0,05 МПа;

- у вузлах підключення споживачів при елеваторному змішуванні тиск на абонентському вводі (різниця тисків в подаючому і зворотному трубопроводах) повинен бути не менше 0,15 МПа. При наявності підігрівачів гарячого водопостачання, підключених по двоступінчастій схемі, тиск потрібно підтримувати на рівні 0,2 – 0,25 МПа;

- статичний тиск в системі теплопостачання не повинен перевищувати припустимого для всіх елементів, забезпечуючи при цьому заповнення водою абонентських систем, які приєднуються по залежній схемі.

При розробці п'єзометричного графіка креслять (в масштабі) профіль земної поверхні від джерела теплоти до кінцевого споживача магістралі та відгалужень. На профіль наносять висоти будівель у вузлових точках та в найбільш характерних, найнижчих та найвищих місцях траси. При побудові п'єзометричних графіків умовно вважають, що осі трубопроводів співпадають із поверхнею землі. Під профілем схематично наносять план теплової мережі.

З урахуванням викладених раніше вимог до режиму тисків водяних теплових мереж визначають їх місце розташування і креслять лінію статичного тиску. В

залежності від розрахункової температури мережної води відповідно профілю поверхні землі наносять лінію нескипання.

Згідно даних гідравлічного розрахунку креслять лінію напорів у зворотному трубопроводі. На кінці лінії відкладають відрізок, що відповідає наявному тискові кінцевого споживача. Аналогічно будують лінію напорів у подаючому трубопроводі. Від точки на початку лінії напорів у подаючому трубопроводі відкладають вгору відрізок, що відповідає втратам напору в джерелі теплоти.

П'єзометричні графіки відгалужень необхідно побудувати, виходячи з умови, щоб втрати напору від джерела теплоти до кінцевих споживачів головної магістралі та відгалужень були приблизно рівними за величиною. Це може вимагати необхідність корегування отриманих раніше діаметрів труб відгалужень.

По закінченні побудови на графіку відмічають нейтральну точку, в якій підтримують постійний тиск води в статичному і динамічному режимах.

При складному рельєфі місцевості з великою різницею геодезичних відміток нерідко виникає необхідність спорудження на теплових мережах насосних чи дросельних підстанцій на зворотному та подаючому трубопроводах. Питання про необхідність спорудження насосних підстанцій вирішується в процесі розробки п'єзометричного графіка.

Насосна підстанція на зворотному трубопроводі використовується для зниження напору у кінцевих абонентів до допустимої межі. Підстанція на подаючому трубопроводі використовується для підвищення наявного перепаду напорів у кінцевих споживачів і зниження тиску у споживачів, розташованих поблизу джерела теплоти.

Підстанцію на зворотному трубопроводі розташовують так, щоб напори у споживачів після підстанції (за ходом води) не перевищували припустимих значень. Місце розташування підстанції на подаючому трубопроводі вибирають, виходячи з умов забезпечення споживачів, необхідним наявним напором.

Для запобігання виникнення неприпустимо високого тиску на зворотній магістралі встановлюють дроселюючий орган (регулятор тиску "до себе").

Напори підкачувальних насосів визначають по витраті мережної води в місці їх встановлення, а напір визначають з гідрометричного графіка.

### **Вибір засобу прокладання теплових мереж**

В містах рекомендується приймати підземне прокладання теплопроводів (безканальне або в непрохідних каналах). Для теплових мереж в непрохідних каналах рекомендується приймати канали серії 3.006-2 однолункові марок КЛ, КЛп або дволункові марки КЛс. При високому рівні ґрунтових вод потрібно передбачати дренаж.

На незабудованій території (наприклад на транзитній ділянці від джерела теплоти до міста) належить застосовувати надземне прокладання.

### **Монтажна схема теплової мережі**

Розробка монтажно́ї схеми полягає у розміщенні по трасі нерухомих опор, компенсаторів, камер та запірної арматури .

Подаючий трубопровід на схемі розміщується з правого боку по руху води від джерела теплоти, а зворотний з лівого. Відстань між камерами розбивають нерухомими опорами на компенсаційні ділянки. При підземному прокладанні в містах для трубопроводів з діаметром менше 100 мм застосовують П-подібні компенсатори, а для трубопроводів діаметром більше 100 мм сальникові компенсатори. При надземному прокладанні використовують в основному П- подібні компенсатори.

Всі природні повороти траси теплової мережі під кутом менше 120° повинні бути використані для самокомпенсації температурних подовжень трубопроводів. Повороти траси під кутом більше ніж 120° закріплюють нерухомими опорами.

На всіх відгалуженнях від магістралі та відгалуженнях до споживача необхідно встановити запірну арматуру. На трубопроводах  $d > 100$  мм передбачають секційні засувки на відстані не більше 1000 м. Цю відстань допустимо збільшувати для трубопроводів  $d = 350...500$  мм до 1500 м та для трубопроводів  $d > 600$  мм – до 3000 м. Необхідно прагнути по можливості розміщувати секційні засувки у вузлових камерах. Перед секційними засувками з боку джерела теплоти передбачають

перемичку між подаючою та зворотною магістралями діаметром, рівним 0,3 діаметра трубопроводу з встановленням двох засувок і контрольним спускним вентилям між ними  $d = 25$  мм. У вищих точках трубопроводів необхідно розмістити пристрої для випуску повітря, а в нижніх – пристрої для спускання води.

Схему розроблюють у горизонтальній площині в масштабі 1:1000, або 1:2000 в такій послідовності :

- намічають ділянки природної компенсації. При цьому сума довжин плечей повинна бути не більш, ніж 60% відстані між нерухомими опорами для П-подібних компенсаторів ;
- намічають умовними позначеннями розміщення камер в місцях відгалужень від магістралі, підключення споживачів, розміщення пристроїв для випуску повітря та спуску води, а також в місцях розміщення арматури ;
- розміщують нерухомі опори в камерах підключення споживачів;
- розбивають відстані між камерами на компенсаційні ділянки розміщенням нерухомих опор. Найбільш ефективно нерухомі опори розмістити таким чином, щоб відстані між ними були рівними. В цьому випадку горизонтальні зусилля на опори будуть мінімальні;
- розміщують камери в місцях установки сальникових компенсаторів;
- розміщують запірну арматуру.

На схемі показують :

- трубопроводи і їх позначення (при незалежному підключенні систем опалення - подаючий Т11 і зворотний Т12, при залежному - подаючий Т1 і зворотний Т2, подаючий системи гарячого водопостачання Т3, циркуляційний Т4);
- арматуру, компенсатори, нерухомі опори, кути повороту, камери (вузли теплофікаційні), точки дренажу трубопроводів, маркування елементів мереж і їх нумерацію, ухил, лінії перерізів та їх нумерацію.

### **Поздовжній профіль**

Профілі теплових мереж зображують в масштабах: горизонтальному 1:1000, вертикальному 1:100.

На профілі вказують:

- поверхню землі проектну та натурну;
- рівень ґрунтових вод;
- перетнуті підземні і надземні комунікації і споруди, що впливають на прокладання запроектованих мереж;
- канали, тунелі, камери, розміщення П-подібних компенсаторів, естакади та інші споруди і конструкції мереж. Трубопроводи в каналах та камерах не зображуються;
- нерухомі опори.

Під профілем розташовують таблицю встановленої форми для підземного або надземного прокладання. Відмітки мереж проставляють в характерних точках, місцях перетину з дорогами, інженерними комунікаціями і спорудами, що впливають на прокладання запроектованих мереж.

Відмітки і довжини ділянок мереж вказують в метрах з двома десятковими знаками, а ухили в промілях.

### **Розрахунок трубопроводів на міцність і компенсацію температурних подовжень**

Розрахунок трубопроводів на самокомпенсацію температурних подовжень  
Необхідно розрахувати одну з ділянок **Г-подібного** повороту траси на компенсацію температурних подовжень.

При розрахунку визначають:

- максимальну згинаючу напругу (порівнюють її з допустимою для матеріалу трубопроводу, яка дорівнює 80 МПа);
- бічні зміщення плечей Г-подібної ділянки (порівнюють їх з відстанню “в світлі” між поверхнею ізоляції та стінкою каналу);
- силу пружної деформації (ці дані використовують при розрахунку зусиль на нерухому опорі).

КП-1 (20\*64)

Максимальні згинаючі напруження на ділянці з кутовою конфігурацією виникають в замуравці меншого плеча, МПа:

$$\sigma = \frac{1,5\Delta L_k E d_H}{L_k \cos \beta} \left( 1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{n(n+1)} \sin \beta \right)$$

$$\sigma = \frac{1,5 * 0,036 * 2 * 10^5 * 0,377 *}{20^2 \cos 20} \left( 1 + \frac{3,1}{3,1} + \frac{3,1}{3,1(3,1+1)} \sin 20 \right) = 16,08 \text{ МПа}$$

де  $\Delta L_k$  – подовження меншого плеча, м

$$\Delta L_k = \alpha_1 (\tau - t_0) L_k = 1,2 \cdot 10^{-5} (150 - 0) * 20 = 0,036 \text{ м};$$

$\alpha_1$  – коефіцієнт лінійного розширення металу,  $1/\text{K}$ , ( $\alpha_1 = 1,2 \cdot 10^{-5}$ );

$d_H$  – зовнішній діаметр трубопроводу, м;

$\beta = \varphi - 90^\circ = 110 - 90 = 20$ ;  $\varphi$  – кут повороту;

$n = L_d / L_k = 64 / 20 = 3,1$ ; відношення довжини більшого плеча до довжини меншого

$E$  – модуль пружності сталі, МПа ( $E = 2 \cdot 10^5$  МПа).

плеча;

Максимальне бічне зміщення:

$$\Delta_d = \Delta L_k (1 + n \sin \beta) / \cos \beta = 0,036 (1 + 3,1 * \sin 20) / \cos 20 = 0,079$$

$$\Delta_k = \Delta L_k (n + \sin \beta) / \cos \beta = 0,036 * (3,1 + \sin 20) / \cos 20 = 0,040$$

Сила пружної деформації в замуравці меншого плеча для зварних компенсаторів, кН:

$$P = 10^3 * \alpha_1 * V * E * I * (\tau - t_0) / L_k^2$$

де  $\tau$  – максимальна температура теплоносія в трубопроводі,  $\tau = 150$  °С;

$t_0$  – температура навколишнього середовища при будівництві теплової мережі,  $t_0 = 0$  °С;

$I$  – момент інерції труби,  $\text{м}^4$

$$I = 0,05 (d_H^4 - d^4) = 0,05 * (0,377^4 - (0,377 - 2 * 0,06)^4) = 0,00079 \text{ м}^4;$$

B – коефіцієнт, що визначається з рівняння:

$$B = \frac{\left[ (3n^3 + 4n + 1) + n^2 \sin^2 \beta (n^2 + 7n) + n \sin \beta (n^4 + 4n^3 + 10n + 1) \right]}{n^3 \cos^2 \beta (1+n)}$$

## **B**

$$= \frac{[(3 * 3,1^3 + 4 * 3,1 + 1) + 3,1^2 \sin^2 20(3,1^2 + 7 * 3,1) + 3,1 * \sin 20(3,1^4 + 4 * 3,1)]}{3,1^3 * \cos^2 20 * (1 + 3,1)}$$

**= 3,44**

$$P = 10^3 * 1,2 \cdot 10^{-5} * 3,44 * 2 \cdot 10^5 * 0,00079 (150-0) / 20^2 = 2.45 \text{кН}$$

Враховуючи значення пружної деформації, обирається тип опори (нерухомої).

### **Розрахунок П-подібного компенсатора**

Задача розрахунку полягає у визначенні розмірів компенсатора (вильоту Н та ширини В), а також сили пружної деформації.

Для розрахунку береться **К11**.

Розміри компенсатора визначають за дод. 13 залежно від значення компенсуючої здатності, яка дорівнює тепловому подовженню трубопроводу:

$$\Delta L = \alpha_1 L (\tau - t_0) = 1,2 \cdot 10^{-5} * 140 * (150-0) = 0,252 \text{ м}$$

де L – відстань між нерухомими опорами, м;

$\alpha_1$  – коефіцієнт лінійного розширення металу, 1/К,  $\alpha_1 = 1,2 \cdot 10^{-5}$  ;

Сила пружної деформації для П-подібного компенсатора зі зварними відводами, кН:

$$P = 10^3 \cdot \Delta L E I / A$$

де I – момент інерції труби, м<sup>4</sup>

$$I = 0,05 (d_n^4 - d_b^4) = 0,05 * (0,377^4 - (0,377 - 2 * 0,06)^4) = 0,00079 \text{ м}^4;$$

A – комплексний геометричний параметр компенсатора, м;

$$A = 0,67 H_1^3 + B_1 H_1^2$$

B<sub>1</sub> і H<sub>1</sub> – розміри П – подібного компенсатора, м;

$$B_1 = 10.2 \text{ м}; H_1 = 12D = 5.1 \text{ м.}$$

$$A = 0,67 * 5.1^3 + 10.2 * 5.1^2 = 354,18 \text{ м.}$$

E – модуль пружності сталі, МПа,

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа.}$$

$$P = 10^3 \cdot 0,252 * 2 \cdot 10^5 * 0,00079 / 354,18 = 112,4 \text{кН.}$$

## Розрахунок осьового зусилля на нерухому опору

Необхідно розрахувати осьове зусилля на нерухому опору у меншого плеча Г-подібного компенсатора, а також на опори, що фіксують ділянку з П-подібним компенсатором.

В залежності від місця розташування, виду компенсаторів і наявності запірної арматури на нерухому опору можуть діяти сили:

тертя в рухомих опорах

$$P_{оп} = f * g * L$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя рухомих опор, для ковзних опор  $f = 0,3$ ;

$g$  – маса 1 м погонної довжини трубопроводу теплових мереж, теплоносія та ізоляції, кг/м;

$$g_1 = g_2 = 222 \text{ кг/м}$$

$L$  – довжина трубопроводу від нерухомої опори до компенсатора або від нерухомої опори до повороту при самокомпенсації, м;

Для П-подібного компенсатора  $L_1 = 70$  м

Для Г-подібного компенсатора  $L_2 = 64$  м

$P_p$  – робочий тиск теплоносія (в місці розташування нерухомої опори), приймається по графіку тисків, Па;

$D_n$  – зовнішній діаметр стакану і довжина шару набивки по осі сальникового компенсатора, м.

При розрахунку осьового зусилля на нерухому опору додають всі сили, діючі справа і зліва від опори. Від більшої результуючої сили віднімають меншу, помножену на коефіцієнт 0,7, який враховує можливі відхилення від розрахункових значень сил тертя і пружної деформації. Якщо на опору з обох сторін діють однакові сили, за розрахункову приймають силу, діючу з одної із сторін з коефіцієнтом 0,3. Тип опори визначають по осьовому зусиллю.

тертя в сальниковому компенсаторі.

Для схеми без засувок або з відкритими засувками виписуємо наступні формули:

$$H_{2.0.} = P_x + f * g_2 * L_2 - 0,7 * (P_K + f * g_1 * L_1)$$

$$H_{2.0.} = 2,45 + 0,3 * \frac{222 * 9,8}{1000} * 64 - 0,7 * (112,4 + 0,3 * \frac{222 * 9,8}{1000} * 70)$$

$$= -310,4$$

$$H_{2.0.} = P_x + f * g_1 * L_1 - 0,7 * (P_K + f * g_2 * L_2)$$

$$H_{2.0.} = 2,45 + 0,3 * \frac{222 * 9,8}{1000} * 70 - 0,7 * (112,4 + 0,3 * \frac{222 * 9,8}{1000} * 64)$$

$$= -59,8$$

$P_K$  – сила пружної деформації що діє на П-подібний компенсатор

$P_X$  – сила пружної деформації що діє на Г-подібний компенсатор

### Теплофікаційна камера

Теплофікаційні камери (вузли трубопроводів - УТ) споруджують для розташування засувок, сальникових компенсаторів, нерухомих опор, пристроїв для спуску теплоносія та випуску повітря. Їх виконують із збірних залізобетонних елементів або з монолітного бетону. Розміри камер в плані залежать від розмірів плит перекриття (дод.15), висота камер від 2,1 до 4 м.

Мінімальне заглиблення перекриття камер від поверхні землі дорівнює 0,3 м, а від поверхні дорожнього покриття – 0,5 м.

### Розрахунок теплової ізоляції

Теплову ізоляцію передбачають для трубопроводів теплових мереж, арматури, фланцевих з'єднань, компенсаторів і опор трубопроводів незалежно від температури теплоносія і місця прокладання. Товщину основного шару теплоізоляційної конструкції трубопроводів водяних теплових мереж визначають за нормами або на основі техніко-економічних розрахунків. Товщина теплоізоляційної конструкції (включаючи захисне покриття) не повинна перевищувати граничних значень.

Розрахункову температуру теплоносія у водяних теплових мережах при визначенні товщини основного шару теплоізоляційної конструкції приймають

рівною середній річній, при розрахунковій температурі теплоносія  $150^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$ ,  $95^{\circ}\text{C} - 65^{\circ}\text{C}$ ,  $70^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$ . Розрахункову температуру навколишнього середовища при визначенні товщини основного шару теплоізоляційної конструкції водяних мереж і кількості теплоти, що втрачається з поверхні теплової ізоляції за рік.

Задачі теплового розрахунку – визначення втрат теплоти через трубопровід і ізоляцію в навколишнє середовище. Значення теплових втрат належить порівнювати з нормативними. Якщо теплові втрати відрізняються більше ніж на 10% від нормативних, належить перевірити прийняте рішення щодо ізоляції.

### **Розрахунок теплоізоляції**

Розрахункову температуру теплоносія у системах тепlopостачання при визначенні товщини основного шару теплоізоляційної конструкції приймаємо рівною середній річній:

У подавальному трубопроводі:  $+90^{\circ}\text{C}$ .

У зворотному трубопроводі:  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Теплову ізоляцію розраховуємо для трубопроводу 530 діаметру, який прокладений в непрохідному каналі при розрахунковій температурі теплоносія  $+150^{\circ}\text{C}$ .

Для теплоізоляції системи трубопроводів використовуємо пінополіуретан.

Розміри непрохідного каналу визначаються за відповідно до діаметру трубопроводу.

Зовнішні заміри непрохідного каналу:  $1,08 * 1,06$  м.

Внутрішні заміри непрохідного каналу:  $0,92 * 0,90$  м.

Коефіцієнт тепловіддачі на поверхні ізоляції:  $\alpha_3 = 20$  Вт/м<sup>2</sup> °C.

Коефіцієнт тепловіддачі на поверхні каналу:  $\alpha_{нк} = 15$  Вт/м<sup>2</sup>

°C. Коефіцієнт тепловіддачі на поверхні ґрунту:  $\alpha_2 = 10$

Вт/м<sup>2</sup>°C. Відстань від поверхні землі до осі труби:  $h = 2$  м.

Коефіцієнт теплопровідності вологого ґрунту:  $\lambda_2 = 3$  Вт/м°C.

Коефіцієнт теплопровідності пінополіуретану:  $\lambda_{i3} = 0,04 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ .

Коефіцієнт теплопровідності каналу (залізобетону):  $\lambda_k = 2,04 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$

Внутрішній діаметр трубопроводу:  $d_3 = 0,530 \text{ м}$ .

Зовнішній діаметр трубопроводу:  $D_3 = 0,710 \text{ м}$ .

1. Термічний опір ізоляції для подавальної магістралі:

$$R_{i(1)} = \frac{1}{\pi * \lambda_{i3}} \ln \frac{d_3 + 2\delta_{i(1)}}{d_3}, \text{ м}^2\text{ }^\circ\text{С/Вт},$$

$$\text{де } \delta_{i(1)} = \frac{D_3 - d_3}{2} = \frac{0,710 - 0,530}{2} = 0,09 \text{ м}$$

$$R_{i(1)} = \frac{1}{\pi * 0,04} \ln \frac{0,530 + 2 * 0,09}{0,530} = 4,27 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{С/Вт}$$

2. Термічний опір тепловіддачі від поверхні ізоляції до повітря в каналі

$$R_{i(1)} = \frac{1}{\pi * \alpha_3 (d_3 + 2\delta_{i(1)})}, \text{ м}^2\text{ }^\circ\text{С/Вт}$$

$$R_{i(1)} = \frac{1}{\pi * 20 (0,530 + 2 * 0,09)} = 0,022 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{С/Вт}$$

3. Термічний опір тепловіддачі від повітря в каналі до внутрішньої поверхні

$$R_{nk} = \frac{1}{\pi * \alpha_{nk} * d_{eB}}, \text{ м}^2\text{ }^\circ\text{С/Вт};$$

де  $d_{eB}$  – еквівалентний діаметр внутрішньої поверхні каналу, м:

$$d_{eB} = 4F_B / \Pi_B;$$

де  $F_B$  – площа внутрішнього поперечного перетину каналу,  $\text{м}^2$

$\Pi_B$  – периметр внутрішньої частини каналу, м.

$$d_{eB} = \frac{4 * 0,92 * 0,9 (0,92 + 0,9) * 2}{\dots}$$

= 0,9 м;

$$R_{пк} = \frac{1}{\frac{\pi * 15 *}{0,9}} = 0,024, \text{ м}^2\text{С/Вт.}$$

4. Термічний опір стінок каналу:

$$R_K = \frac{1}{2\pi * \lambda_K} * \ln \frac{d_{e3}}{d_{eв}}, \text{ м}^2\text{С/Вт};$$

де  $d_{e3}$  – зовнішній еквівалентний діаметр поверхні каналу, м :

$$d_{e,3} = 4F_3/\Pi_3;$$

де  $F_3$ -площа зовнішнього поперечного перетину каналу,  $m^2$   
 $\Pi_3$  – периметр зовнішньої частини каналу, м.

$$d_{e,3} = \frac{4 * 1,08 * 1,06}{(1,08 + 1,06) * 2} = 1,07$$

$$R_K = \frac{1}{2\pi * 2,04} * \ln \frac{1,07}{0,9} = 0,013 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт.}$$

5. Термічний опір ґрунту:

$$R_z = \frac{1}{2\pi * \lambda_z} * \ln \frac{4h_e}{d_{e3}}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт.}$$

де  $h_e$  - еквівалентна глибина закладання трубопроводу, м:

$$h_e = \frac{h + \lambda_{\Gamma}}{2} = \frac{2 + 3}{2} = 2,5 \text{ м}$$

$$R_z = \frac{1}{2\pi * 3} * \ln \frac{4 * 2,5}{1,07} = 0,033 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт.}$$

6. Загальний термічний опір:

$$R_{\Sigma(j)} = R_{i(1)} + R_{3(1)} + R_{ПК} + R_K + R_{\Gamma}, \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт.}$$

$$R_{\Sigma(j)} = 4,27 + 0,022 + 0,024 + 0,013 + 0,033 = 4,36 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт.}$$

7. Температура повітря в каналі.

Оскільки при прокладанні системи теплопостачання, що складається з декількох трубопроводів різного призначення у одно лотковому каналі, з великою ймовірністю буде спостерігатись вплив одного трубопроводу на інший. Тому, необхідно визначити температуру повітря в каналі  $t_k$ ,  $^\circ\text{C}$ :

$$\tau_1/R + \tau_2/R + \tau_z/R$$

$$t_K = \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}},$$

де  $R_1 = R_{i(1)} + R_{3(1)} = 4,27 + 0,022 = 4,29 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;

$R_2 = R_{i(1)} + R_{3(1)} = 4,27 + 0,022 = 4,29 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;

$R_3 = R_{\text{пк}} + R_{\text{к}} + R_{\text{г}} = 0,024 + 0,013 + 0,033 = 0,07 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;

$\tau_1$  – середньорічна температура у подавальному трубопроводі  $\tau_1 = 90^\circ\text{C}$ ;

$\tau_2$  – середньорічна температура у зворотному трубопроводі  $\tau_2 = 50^\circ\text{C}$ .

$\tau_2$  – середньорічна температура ґрунту  $\tau_2 = 5^\circ\text{C}$ .

$$t_k = \frac{90/4,29 + 50/4,29 + 5/0,07}{1/4,29 + 1/4,29 + 1/0,07} = 7,05 \text{ C.}$$

8. Теплові врати:

- Подаючим трубопроводом:

$$q_1 = \frac{(\tau_1 - t_k) * (1 + \beta)}{R_1}, \text{ Вт/м}^2$$

де  $\beta = 0.2$  – коефіцієнт, враховуючий теплові втрати опорами трубопроводів, фланцевими з'єднаннями і арматурою.

$$q_1 = \frac{(90 - 7,05) * (1 + 0,2)}{4,29} = 23,2, \text{ Вт/м}^2$$

- Зворотним трубопроводом:

$$q_2 = \frac{(\tau_2 - t_k) * (1 + \beta)}{R_2} = \frac{(50 - 7,05) * (1 + 0,2)}{4,29} = 12,01, \text{ Вт/м}^2$$

9. Аналогічний розрахунок для неізольованого трубопроводу:

$$R_{i(1)} = \frac{1}{\pi * \alpha_3} = \frac{1}{\pi * 20 * 0,530} = 0,03, \text{ м}^2\text{C/Вт}$$

$$R_{nk} = 0,024 \text{ м}^2\text{C/Вт.}$$

$$R_2 = 0,033 \text{ м}^2\text{C/Вт.}$$

$$R_{\Sigma(i)} = 0,03 + 0,024 + 0,013 + 0,033 = 0,1 \text{ м}^2\text{C/Вт.}$$

$$R_1 = R_2 = 0,03 \text{ м}^2\text{C/Вт.}$$

$$R_3 = 0,07 \text{ м}^2\text{C/Вт.}$$

$$90/0,03 + 50/0,03 + 5/0,07$$

$$t_k = \frac{1/0,03 + 1/0,03 + 1/0,07}{1} = 58,53 \text{ C.}$$

$$q_1 = \frac{(90 - 58,53) * (1 + 0,2)}{0,03} = 1258,8 \text{ Вт/м}^2$$

$$q_2 = \frac{(50 - 58,53) * (1 + 0,2)}{0,03} = -341,2 \text{ Вт/м}^2$$

10. ККД теплової ізоляції:

- Для подавального трубопроводу:

$$\eta_1 = \frac{q_H - q_{i3}}{q_H} * 100\% = \frac{1258,8 - 23,2}{1258,8} * 100\% = 98,16\%.$$

- Для зворотного трубопроводу:

$$\eta_2 = \frac{q_H - q_{i3}}{q_H} * 100\% = \frac{-341,2 - 14,8}{-341,2} * 100\% = 104\%$$



## 7. Вентиляція

Згідно з ДБН В.2.2-10-20XX «Заклади охорони здоров'я» улікувально-діагностичному корпусі передбачено припливно-витяжну вентиляцію з механічним спонуканням відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», яка забезпечує повітряно-тепловий баланс приміщень та відділень. Кратність повітрообміну у приміщеннях визначається за розрахунком на асиміляцію шкідливих речовин, що надходять в приміщення, виходячи з розрахунків забезпечення заданого класу чистоти, температури і відносної вологості повітря або приймається:

- по ДБН В.2.2-10-20XX «Заклади охорони здоров'я»; -за нормами для адміністративних та побутових приміщень згідно ДБН В.2.2- 28:2010;

- з розрахунку забезпечення санітарної норми на одну людину;

- за нормами для вбудованих приміщень та окремих будівель іншого призначення згідно відповідних ДБН. В цілому конструктивні рішення систем вентиляція в проєктованому об'єкті виключають перетікання повітряних мас з «брудних» зон (приміщень) до «чис-тих». Проєктом передбачено окремі підвісні горизонтальні припливно-витяжні установки (ПВУ) корпусного виготовлення, які встановлюються за підшивною стелею поповерхового коридору та обслуговують:

- системи ПВ1, ПВ8, ПВ10, ПВ14, ПВ16, ПВ23 припливно-витяжна вентиляція для палатних секцій кожного відділення, які розташовані на 1-му, 2-му, 3-му та 4-му поверхах;

- системи ПВ2, ПВ9, ПВ11, ПВ15, ПВ17 припливно-витяжна вентиляція для інших приміщень кожного відділення (кабінети, маніпуляційні, процедурні, допоміжні приміщення тощо), які розташовані на 1-му, 2-му, 3-му та 4-му поверхах;

- система ПВ3 припливно-витяжна вентиляція приміщень діагностичного відділення та ендоскопічного блоку;

- окрема система ПВ4 припливно-витяжна вентиляція для приміщень рентгенодіагностики, яка має посилену фільтрацію викидного повітря;

-система ПВ6 припливно-витяжна вентиляція для гістологічного відділення 1-го поверху; -система ПВ5 припливно-витяжна вентиляція для приміщень вхідної групи 1-го поверху разом з гардеробом для відвідувачів;

-система ПВ7 припливно-витяжна вентиляція для аптеки 1-го поверху;

-система ПВ12 припливно-витяжна вентиляція для приймального відділення 2-го поверху; -система ПВ13 припливно-витяжна вентиляція для торгового залу та інших приміщень буфету 2-го поверху;

-система ПВ19 припливно-витяжна вентиляція для приміщень адміністративного блоку 3-го поверху;

-окрема систем ПВ18 припливно-витяжна вентиляція для конференц-залу на 3-му поверсі; Стаціонарні системи ПВ20 – припливно-витяжна вентиляція для приміщень науково-клінічного відділення 3-го поверху та ПВ25 – припливно-витяжної вентиляції для допоміжних приміщень відділення інтенсивної терапії розташовані на технічному поверсі.

В вищеперерахованих приміщеннях вентиляційне повітря подається та видаляється з верхньої зони. Конструкція, розміщення та переріз повітропроводів та повітророзподільчих пристроїв забезпечує швидкість руху повітря в палатах і лікувальніо-діагностичних кабінетах не більше 0,15 м/с. До складу підвісних ПВУ входять наступні функціональні секції:

-припливні/витяжні з відсічними вентиляційними клапанами з електромеханічними приводами; -повітряні фільтри на витяжному повітрі класу G4;

-повітряні фільтри на припливному повітрі тріступеневої фільтрації G4+F7+F9 – для палат, маніпуляційних, процедурних, оглядових, лікувальних і діагностичних кабінетів, коридори палатних секцій, приміщення зберігання чистих матеріалів;

-повітряні фільтри на припливному повітрі двоступеневої фільтрації G4+F7 для адміністративних та допоміжних приміщень; -рідинний повітрянагрівач;

-рідинний охолоджувач;

-теплоутилізатор вихідного повітря з проміжним теплоносієм (розчин пропиленгліколю 40%) класу II;

-припливний/витяжний вентилятор.

Вентиляція будівлі забезпечується рядом загальнообмінних припливно-витяжних систем вентиляції. Припливно-витяжні установки виробництва фірми Aerostar(Україна) складаються з наступних вузлів: припливний вентилятор, витяжний вентилятор, пластинчатий рекуператор, касетний фільтр G4, водяний нагрівач, повітряна заслінка, комплект автоматики та управління. Повітрообмін в приміщеннях розрахований згідно додатку В ДБН В.2.2-10:2019

«Заклади охорони здоров'я». Припливно-витяжні установки встановлюються під стелею за конструкцією підвісної стелі в якій улаштовуються люки для обслуговування установок. Улаштування установок здійснюється у приміщеннях коридорів та допоміжних приміщень. Корпус установок має теплозвукоізольоване виконання.

Теплопостачання припливно-витяжних установок здійснюється від ІТП підготовленою водою, температурою 80/60 °С. Потужність систем теплопостачання калориферів складає 102,7кВт. Регулювання температури теплоносія здійснюється за рахунок уніфікованих змішувальних вузлів у складі запірної арматури, триходового клапану та циркуляційного насосу. Відвід конденсату з піддонів пластинчатих рекуператорів здійснюється безнапірно в систему побутової каналізації. Вентиляція сан/вузлів здійснюється окремими механічними витяжними системами, що працюють періодично (увімкнення вентиляторів зав'язане на вимикач світла). Для таких систем застосовано малошумні каналні вентилятори фірми «Вентс», що встановл. під стелею за конструкцією підвісної стелі.

Вентиляція приміщень пральних організована окремими припливними та витяжними механічними системами вентиляції.

Повітророзподілення в будівлі організовано наступним чином: подача свіжого підготовленого повітря здійснюється безпосередньо у робочі кабінети та палати через стельові дифузори, що вмонтовуються у підвісну стелю. Видалення повітря організовано через коридори та сан/вузли. Таким чином двері між

суміжними приміщеннями мають мати решітки для перетоку повітря. Приплив та витяжка повітря відбувається у верхній зоні.

Повітропроводи систем вентиляції прокладаються приховано за конструкцією підшивної стелі. Повітропроводи виготовляються з оцинкованої сталі за класом щільності – щільні. Приєднання до припливно-витяжних установок та вентиляторів здійснюється через гнучкі вставки. Вхід повітропроводів до вентиляційної шахти відокремлюється вогнезатримуючим клапаном з електроприводом відповідного перетину. Повітропроводи запроектованої припливно-витяжної вентиляційної системи ПВ1 ізолюються зовні рулонною ізоляцією K-FLEX.

Повітрообмін в приміщеннях розрахований згідно ДБН В.2.2-10- 2001 «Заклади охорони здоров'я». Для палат повітрообмін розраховано згідно санітарних норм  $60\text{м}^3/\text{год}$ . на одного пацієнта. Всі інші приміщення розраховано згідно рекомендованих кратностей.

Для забезпечення захисту припливного повітря від вірусів та бактерій та для уникнення розвитку мікроорганізмів всередині припливних вентагрегатів застосовано ультрафіолетові модулі. Дезінфікуючі модулі встановлено у повітропроводах на виході з кожної припливної установки. Повітрообмін у палатах і відділеннях організується так, щоб не допустити перетікання повітря між відділеннями, палатними секціями, між палатами, ліку-вально-діагностичними, допоміжними приміщеннями, між суміжними поверхами, а також з сходово-ліфтового вузла в секції. Для цього передбачається:

- у шлюзі перед входом у кожне відділення забезпечується підпір повітря; - у коридорах палатних секцій влаштовувано припливну вентиляцію із кратністю повітрообміну не менше 0,5 обсягу коридору;

- для створення ізольованого повітряного режиму палат влаштовується припливно-витяжна вентиляція у кожній палаті, при цьому витяжка з 2-місних палат здійснюється через санвузол, а з 3-місних – з палати та з санвузла;

- вентиляція в аптеці виконана з підпором по відношенню до прилеглих приміщень;

- у ліфтових холах організована 3 кратна припливно-витяжна вентиляція;

-у поперхових холах, за межами ліфтових холів, організовано зону розрідження (витяжка складає 1-кратний повітрообмін).

Викид повітря з підвісних ПВУ здійснюється вище покрівлі будівлі, забір – через жалюзійні ґрати, які встановлено на фасадах будівлі на рівні кожного поверху, що обслуговується ПВУ. Викидні вертикальні транзитні повітропроводи, які виходять на покрівлю, прокладаються у будівельних нішах з нормованим класом вогнестійкості.

Для душових, санітарних вузлів, санітарних кімнат, передбачається улаштування окремих витяжних систем, облаштованих витяжними каналними вентиляторами, з відводом викидного повітря вище покрівлі будівлі. Прокладення повітропроводів передбачається у будівельних нішах з нормованим класом вогнестійкості. Для надходження припливу із палат, суміжних приміщень або коридору до вказаних приміщення двері повинні бути підрізані на 50мм min для перепливу повітря.

Для асептичних операційних операційного блоку 4-го поверху (клас чистоти Б) та септичної операційної 3-го поверху (клас чистоти Б) проектом передбачаються окремі самостійні стаціонарні припливно-витяжні вентиляційні установки у гігієнічному виконанні з теплоутилізаторами II категорії, де зовнішнє припливне повітря догрівається після теплоутилізатора до нормованої температури приміщення за допомогою водяного калорифера, а в теплий період року – проходить обробку в секції охолодження припливних агрегатів, за необхідністю звожується та підготовлюється у тріступневих фільтрах класу G4+F7+F9, після цього додатково очищується в бактерицидних фільтрах класу H13. Припливне повітря подається у верхню зону приміщення через розподільник. Абсолютні фільтри класу H13 встановлюються безпосередньо в приміщеннях операційних перед розподільником. Видалення повітря в операційних передбачається з двох зон: 4 - з верхньої зони і 60% - з нижньої зони (60см від підлоги до низу решітки). В операційних об'єм припливного повітря на 20% перевищує об'єм витяжки для створення підпору. Рух

повітря організовано з операційних через передопераційні та стерилізаційні до коридорів, де витяжка перевищує приплив.

Для приміщень операційного блоку – передопераційних, стерилізаційних та коридорів, які ведуть до операційних (клас чистоти В), передбачається окрема стаціонарна припливно-витяжна вентиляційна установка гігієнічному виконанні з теплоутилізаторами II категорії, де зовнішнє повітря догрівається після теплоутилізатора до нормованої температури приміщення за допомогою водяного калорифера, а в теплий період року – проходить обробку в секції охолодження припливних агрегатів, за необхідністю зволожується та підготовлюється у тріступневих фільтрах класу G4+F7+F9, після цього додатково очищується в бактерицидних фільтрах класу H13. Вентиляційне повітря в цих приміщеннях подається та видаляється з верхньої зони. Фільтри H13 встановлюються безпосередньо в обслугованих приміщеннях перед вентиляційними решітками.

Для палат інтенсивної терапії та реанімації 4-го поверху та для ПІТ 3-го поверху передбачаються окремі стаціонарні припливно-витяжні вентиляційні установки у гігієнічному виконанні з теплоутилізаторами II категорії, де зовнішнє повітря догрівається після теплоутилізатора до нормованої температури приміщення за допомогою водяного калорифера, а в теплий період року – проходить обробку в секції охолодження припливних агрегатів, за необхідністю зволожується та очищується до стану «чистого» (тріступнева очистка G4+F7+F9), а після цього додатково очищується в бактерицидних фільтрах H13. Вентиляційне повітря в цих приміщеннях подається та видаляється з верхньої зони. Фільтри H13 встановлюються безпосередньо в обслугованих приміщеннях перед вентиляційними розподільниками.

У шлюзах перед операційним блоком та відділенням реанімації організовано підпір повітря.

З метою забезпечення постійних показників заданих параметрів повітря по чистоті, припливно-витяжна вентиляція в приміщеннях операційного блоку, в приміщеннях відділення реанімації та інтенсивної терапії, а також, в асептичних

блоках інших відділень повинна працювати в безперервному режимі. У неробочий час допускається зменшення повітрообміну на 50%.

Для забезпечення постійного проектного об'єму припливу та збереження при будь-яких умовах підпору у приміщеннях класу чистоти Б та В перед розподільниками припливного повітря застосовано регулятори постійного потоку повітря.

Всі ПВУ у гігієнічному виконанні, які призначені для обслуговування приміщень реанімації та ПІТ, передбачаються у виконанні з повним резервуванням обладнання, а витяжні вентилятори – у вибухобезпечному виконанні. Всі витяжні вентилятори ПВУ у гігієнічному виконанні, які призначені для обслуговування приміщень операційного блоку, передбачаються у вибухобезпечному виконанні та з резервними вентиляторами.

Зволоження припливного повітря забезпечується каналним паровим зволожувачем, який розміщено поблизу вентустановки. Парозволожувальні трубки монтуються у пряму ланку припливного повітропроводу з дотриманням рекомендацій виробника щодо розміщення вказаного обладнання.

Для забезпечення захисту припливного повітря від вірусів та бактерій та для уникнення розвитку мікроорганізмів всередині припливних вентагрегатів застосовано ультрафіолетові модулі. Дезінфікуючі модулі встановлено у повітропроводах на виході з кожної припливної установки.

Вказане гігієнічне вентиляційне обладнання встановлене на технічному поверсі над приміщеннями, які воно обслуговує. Викид забрудненого повітря і забір свіжого здійснюється над покрівлю будівлі на відстані не менше 10м по горизонталі.

Всі лабораторії обладнано окремими системами загальнообмінної припливної та витяжної вентиляції (припливні установки П1, П2, П3, П4). В приміщеннях, де проводяться роботи, що супроводжуються виділенням шкідливих речовин (пари кислот і лугів, органічних розчинників, фенолу і формальдегіду і т.п.) запроєктовано системи місцевої витяжної вентиляції від хімічних шаф. Витяжний вентилятор

прийнято у вибухозахищеному виконанні. Обсяг повітря, що видаляється від шаф, приймається по технологічним завданням.

Окремі системи місцевої витяжної вентиляції передбачені у приміщеннях роздавальні при їдальнях для пацієнтів, а також над роздавальною лінією у загальному буфеті. Ці витяжні системи обладнанні кухонними витяжними вентиляторами та місцевими відсмоктувачами. У якості місцевих відсмоктувачів прийняті зонти, що встановлені над електричними плитами у роздавальних та над лінією роздачі у буфеті.

Всі повітропроводи припливно-витяжних систем лікувально-діагностичного корпусу повинні бути виконані щільними з оцинкованої сталі класу D згідно ДБН В 2.2.5-67:2013. Повітрозабірні та повітророзподільчі пристрої повинні бути виконані з корозійностійких металів (нержавіюча сталь або алюміній). Прокладка повітрепроводів передбачається прихована. Припливні повітропроводи припливно-витяжних систем ізолюються тепловою ізоляцією на основі каучуку (групи горючості Г1).

У приміщеннях пральні передбачено припливно-витяжне вентиляційне обладнання з перехресним пластинчастим теплоутилізатором I категорії відповідно до ДБН В.2.2-11-2002 «Підприємства побутового обслуговування». Вентиляційне обладнання стаціонарне, встановлено у венткамері у підвалі. Викид та забір вентиляційного повітря здійснюється через підземні повітрепроводи у зеленій об'єкта на відстані 15м. Повітропроводи цієї системи вентиляції прокладаються відкритим способом та можуть бути виконані нормальними з оцинкованої сталі за ГОСТ 14918-80. Припливні повітропроводи припливно-витяжних систем ізолюються тепловою ізоляцією на основі каучуку (групи горючості Г1). Приміщення ЦСВ, яке розміщено у підвалі, обслуговують 2 окремі припливно-витяжні вентиляційні установки з теплоутилізаторами II категорії. Одна для «брудної» та «чистої» зони, друга – для «стерильної» зони. Для обслуговування «стерильної» зони ЦСВ очистка припливного повітря здійснюється до стану «особливо чистого» - триступенева очистка G4+F7+F9, потім безпосередньо у «стерильній» зоні повітря дочищається фільтрами H13. Вентиляційне повітря в цих приміщеннях подається та видаляється з

верхньої зони. Всі повітропроводи припливно-витяжних систем ЦСВ повинні бути виконані щільними з оцинкованої сталі класу D згідно ДБН В 2.2.5- 67:2013. Повітрозабірні та повітророзподільчі пристрої повинні бути виконані з корозійностійких металів (нержавіюча сталь або алюміній). Прокладка повітрепроводів передбачається прихована. Припливні повітроводи припливно-витяжних систем ізолюються тепловою ізоляцією на основі каучуку (групи горючості Г1). Вентобладнання встановлено у венткамері у підвалі. Викид та забір вентиляційного повітря здійснюється через підземні повітрепроводи у зеленій об'єкта на відстані 15м.

Приміщення дезінфікаційного відділення, яке розміщено у підвалі, обслуговують 2 окремі припливно-витяжні вентиляційні установки з теплоутилізаторами II категорії. Одна для «брудної» зони, друга – для «чистої» зони. Для обслуговування «чистої» зони очистка припливного повітря - триступенева G4+F7+F9. Вентиляційне повітря в цих приміщеннях подається та видаляється з верхньої зони. Всі повітропроводи припливно-витяжних систем дезінфікаційного відділення повинні бути виконані щільними з оцинкованої сталі класу D згідно ДБН В 2.2.5-67:2013. Повітрозабірні та повітророзподільчі пристрої повинні бути виконані з корозійностійких металів (нержавіюча сталь або алюміній). Прокладка повітрепроводів передбачається прихована. Припливні повітроводи припливно-витяжних систем ізолюються тепловою ізоляцією на основі каучуку (групи горючості Г1). Вентобладнання встановлено у венткамері у підвалі.

Окремою припливно-витяжною вентиляційною установкою з теплоутилізаторами II категорії обслуговуються ліфтові холи, шлюзи відділень та поповерхові холи. Всі повітропроводи цієї системи повинні бути виконані щільними з оцинкованої сталі класу D згідно ДБН В 2.2.5-67:2013. Повітрозабірні та повітророзподільчі пристрої повинні бути виконані з корозійностійких металів (нержавіюча сталь або алюміній). Прокладка повітрепроводів передбачається прихована. Вертикальні збірні ланки припливних та витяжних повітрепроводів прокладено у будівельних нішах. Припливні повітроводи припливно-витяжних систем ізолюються тепловою ізоляцією на основі каучуку (групи горючості Г1).

Вентиляційне обладнання встановлено у венткамері у підвалі. Викид та забір вентиляційного повітря здійснюється через підземні повітропроводи у зеленій об'єкта на відстані 15м.

Окрема припливно-витяжна вентиляційна установки з перехресним пластинчастим теплоутилізатором I категорії передбачена для приміщень медичного архіву. Вентиляційне обладнання встановлено у венткамері у підвалі. Всі перераховані вентустановки обладнані ультрафіолетовими модулями для забезпечення захисту припливного повітря від вірусів та бактерій та для запобігання розвитку мікроорганізмів всередині припливних вентагрегатів. Дезінфікуючі модулі встановлено у повітропроводах на виході з кожної припливної установки.

## Список використаної літератури

1. Худенко А.А., Швачко Н.А., Лисицький М.Ф. Методичні вказівки до виконання курсового проекту "Теплопостачання житлового мікрорайону". –К.: КНУБА, 2000. –51с.
2. П.М. Єнін, Н.А. Швачко. Теплопостачання. – К.: Кондор, 2007. – 242с.
3. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: ДБН В.2.5-64: 2012. – [Чинні з 2013-03-01]. – Офіц. вид. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 70с. - (Державні будівельні норми України).
4. Теплові мережі. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди: ДБН В.2.5-39:2008. – [Чинні з 2008-01-07]. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с. – (Державні будівельні норми України).
5. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. СПДБ. Умовні зображення і позначення трубопроводів та їх елементів.
6. ДСТУ Б А.2.4-8:2009. СПДБ. Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно-технічних систем.
7. Будівельна кліматологія: ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинні з 2011-01-11]. – Офіц. вид. – К.: Мірегіонбуд України, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
8. Технічний опис ' Автоматичні регулятори перепаду тиску AVP ' -DanfossТОВ , 2015.
9. Боженко М. Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: навч. посіб. / М.Ф. Боженко, В.П. Сало – К.; ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 192 с.

10. Жидецький В.Ц. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, В.М. Сторожук та ін. Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
11. Бедрій Я.І. Охорона праці: Навчальний посібник. / Я.І. Бедрій, В.С. Джигирей, А.І. Кидасюк та ін. – Львів: ПТВФ «Афіша», 1997. – 258 с.
12. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинні від 2014–01–01] // Мінрегіон України. – К.: Укрархбудінформ, 2013. – 140 с. – (Державні будівельні норми України).
13. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинні від 2022–09–22, на заміну ДБН В.2.6–31:2016] // Мінрегіон України. – К.: Укрархбудінформ, 2022. – 22 с. – (Державні будівельні норми України).