МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В.Н.КАРАЗІНА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНОЇ ФІЗИКИ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
Кафедра теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

за освітньо-кваліфікаційним рівнем магістр

«Розрахунок системи опалення громадської будівлі для кліматичних умов Харківської області»

Виконав: студент 2 курсу магістратури,
групи НФ-62
Сліпко Максим Владиславович
Спеціальність
«105 Прикладна фізика та наноматеріали»
Освітня программа: Прикладна фізика
енергетичних систем
Керівник:доцент,к.т.н., Мягкохліб
Костянтин Борисович

Рецензент: к.т.н., Т.М.Пугачова

Харків – 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна

Факультет фізико-енергетичний
Кафедра теплофізики, молекулярної фізики та енергоефективності
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
Спеціальність 105 — прикладна фізика та наноматеріали

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Ю.М. Мацевитий**
підпис ініціали, прізвище

“____” _____20___року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Сліпко Максим Владиславович
(прізвище, ім’я, по батькові студента)

1. Тема роботи Розрахунок системи опалення громадської будівлі для кліматичних умов Харківської області_

керівник роботи_Мягкохліб Костянтин Борисович, доцент, к.т.н._____
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “___”_____20__року №___

2. Строк подання студентом роботи_____

3. Перелік питань, які потрібно розробити
Аналіз даних щодо величини нормативного опору теплопередачі будівельних конструкцій. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх огороджень будівлі. Обчислення теплових балансів приміщень. Підбір опалювальних приладів.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Теплотехнічний розрахунок будівельних конструкцій приміщення житлового будинку. Обчислення товщини шару додаткової теплоізоляції
2	Обчислення теплових балансів приміщень
3	Підбір опалювальних приладів
4	Оформлення пояснювальної записки

5. Дата видачі завдання_____

Студент _____ Сліпко М.В

Керівник роботи _____ Мягкохліб К. Б.

РЕФЕРАТ

Робота виконана Сліпко Максимом Владиславовичем на тему: «Розрахунок системи опалення громадської будівлі для кліматичних умов Харківської області»

Об’єктом дослідження являється система опалення громадської адміністративної будівлі.

Предметом дослідження є процеси теплопереносу в елементах огороджувальних конструкцій будівлі.

Мета полягає у використанні поновлювальних джерел енергії для опалення адміністративної будівлі для кліматичних умов Харківської області.

В ході дипломної роботи

Дипломна робота містить: 71 сторінки,8 таблиць,2 малюнки,37 літератури, 37 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: енергозбереження, теплотехнічний розрахунок, тепловий баланс, опалювальні прилади.

ABSTRACT

The work was done by Slipko Maxim Vladislavovich on the theme: "Calculation of the public building heating system for climatic conditions of Kharkiv region"

The object of study is the heating system of a public office building.

The subject of the study is the processes of heat transfer in the elements of building enclosures.

The goal is to use renewable energy to heat an office building for the climatic conditions of Kharkiv region.

During the diploma work

The thesis contains: 71 pages, 8 tables, 2 drawings, 37 literature,37 sources.

KEYWORDS :energy saving, thermal calculation, heat balance, heating devices.

РЕФЕРАТ

Работа выполнена Слипко Максимом Владиславовичем на тему: «Расчет системы отопления общественного здания для климатических условий Харьковской области»

Объектом исследования является система отопления общественной административного здания.

Предметом исследования являются процессы теплопереноса в элементах ограждающих конструкций здания.

Цель заключается в использовании возобновляемых источников энергии для отопления административного здания для климатических условий Харьковской области.

В ходе дипломной работы

Дипломная работа содержит: 71 страниц, 8 таблиц, 2 рисунка, 37 литературы,37 источников.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: энергосбережение, теплотехнический расчет, тепловой баланс, отопительные приборы.

ЗМІСТ

ВСТУП……8

РОЗДІЛ 1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ПРИМІЩЕННЯ……..9

РОЗДІЛ 2.ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ СТІН БУДІВЛІ…….14

РОЗДІЛ 3. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК БУДІВЛІ…….38

РОЗДІЛ 4. ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ……59

ВИСНОВКИ……...68

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ……...69

ВСТУП

На сьогоднішній день енергозбереження займає одну з ключових позицій у розвитку та економіці ринків споживчих послуг і матеріалів.

У світі все більшої популярності набуває тенденція щодо використання альтернативних джерел енергії. Завдяки вітрогенераторів, сонячних батарей а також теплових насосів у споживачів з'являється можливість звільнитись від централізованих енергетичних систем. Збільшується економія відносно використання палива та енергії.

Зменшення великих матеріальних витрат на обслуговування теплоенергетики та скорочення на експлуатацію можливе завдяки використанню енергозберігаючих методів.

Енергозбереження та енергоефективність тісно переплітаються з питанням екологічної безпеки, чим далі суспільство рухається у напрямку використанні альтернативних, відновлювальних джерел енергії , тим менше негативний вплив на екологію планети. Це питання в останні часи набирає все більшої популярності. Обумовлено все це через виснаження енергетичних ресурсів, негативний вплив на екологію та проблема відносно екологічної катастрофи. Заощадження цінних ресурсів для людства можливе завдяки цілеобразному використанні енергії землі. З кожним роком людство знаходить нові варіанти добування енергії не використовуючи такі ресурси як нафта, газ чи вугілля. Набувають популярності варіанти добування енергії завдяки поривам вітру, теплих підземних течій, океанських хвиль та сонячних променів. Можна бути впевненим що в майбутньому людство перейде до альтернативних джерел енергії тим самим зберігши планету від екологічної катастрофи. Поновлювальні джерела енергії – безпечне майбутнє планети.

Розділ 1.

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ПРИМІЩЕННЯ

Теплові втрати приміщення розраховують за формулою[1, 2], кВт,

$$Q = Q_A + Q_B, \quad (1.1)$$

де Q_A – теплові втрати через конструкції, що обгороджують приміщення, кВт;

Q_B – втрати теплоти на нагрівання холодного повітря, що надходить у приміщення, кВт.

Втрати через конструкції, що обгороджують приміщення, розраховуються для кожного елемента огородження, якщо різниця внутрішньої і зовнішньої температур для нього перевищує 3 ^{0}C [2].

$$Q_A = \frac{1}{R_0} \cdot A \cdot (t_B - t_H) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot 10^{-3}, \quad (1.2)$$

де A – розрахункова площа поверхні огородження, м^2;

R_0 – термічний опір теплопередачі огородження, (К·м^2)/ Вт;

t_B, t_H – внутрішня і зовнішня температури повітря, ^{0}C;

β – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати;

n – коефіцієнт, що враховує розташування зовнішнього огородження.

Фактичний термічний опір R_0 визначено раніше для всіх огороджень, крім підлоги. Для підлоги на ґрунті і стін, розташованих нижче рівня землі, термічний опір визначається для кожної двометрової зони, паралельної зовнішній стіні [2], (К·м^2)/ Вт,

$$R_0 = R_i + \frac{\delta_y}{\lambda_y}, \quad (1.3)$$

де δ_y і λ_y – відповідно товщина шару утеплювача і його коефіцієнт теплопровідності.

Термічний опір R_i 1-ї зони, що прилягає до зовнішніх стін, дорівнює [2] 2,1 К·м^2/ Вт; для 2-ї зони – 4,3; для 3-ї зони – 8,6; для площі підлоги, що залишилася, - 14,2. Якщо підлога розташована на лагах, її термічний опір потрібно помножити на коефіцієнт 1,18.

Внутрішня температура t_B повітря для приміщення, що розраховується, була прийнята 18°С. Зовнішня температура повітря t_H при розрахунку тепловтрат приймається рівною температурі найбільш холодної п'ятиденки (t_H = - 23°С) [2, 3].

Коефіцієнт β враховує додаткові тепловтрати в частках від основних [2]. Він приймається для вертикальних і похилих зовнішніх огороджень, орієнтованих на напрямок, звідки в січні дує вітер зі швидкістю, що перевищує 4,5 м/с, з повторюваністю не менш 15 %, рівним 0,05 при швидкості вітру до 5,0 м/с і рівним 0,1 при швидкості вітру більш 5,0 м/с. При типовому проектуванні β дорівнює 0,05 для всіх приміщень.

Коефіцієнт n приймають рівним [2] 1 для зовнішніх стін; 0,9 – для горищних перекриттів при сталевій, черепичній або азбоцементній покрівлях; 0,75 – для горищних перекриттів з рулонних матеріалів; 0,7 – для огороджень, що відокремлюють опалювані приміщення від неопалюваних, сполучених із зовнішнім повітрям (крім підвалів); 0,4 – для огороджень, що відокремлюють опалювані приміщення від неопалюваних, не сполучених із зовнішнім повітрям; 0,6 – для перекриттів над неопалюваними підвалами нижче рівня землі або підвалів, що мають вікна; 0,4 – для перекриттів над неопалюваними підвалами при відсутності вікон.

Кількість теплоти $Q_в$ на нагрівання повітря, що надходить у приміщення (інфільтрація), визначається у тому випадку, якщо в приміщенні є хоча б одне вікно або двері у зовнішній стіні. У цьому випадку вважають, що об’єм вентиляційного повітря, що надходить у приміщення за одну годину, дорівнює об'ємові приміщення (однократний обмін).

Кількість теплоти, що витрачається на нагрівання вентиляційного повітря [2], кВт,

$$Q_В = 0{,}337 \cdot A_п \cdot h \cdot (t_В - t_Н) \cdot 10^{-3}, \qquad (1.4)$$

де $A_п$ – площа підлоги приміщення, м^2;

h – висота приміщення від підлоги до стелі (не більш 3,5 м).

У тому випадку, якщо витрата вентиляційного повітря складає від однократного до двократного повітрообміну в годину, то нагрів його забезпечується системою опалення. Якщо ж витрата перевищує двократний повітрообмін, то вважають, що припливна вентиляційна система повинна забезпечувати підігрів припливного повітря в калориферах. Якщо витрата повітря, що видаляється з приміщення, менше однократного обміну в годину, то витрата теплоти розраховується по цій нормованій витраті при підвищенні температури повітря від $t_Н$ до $t_В$ [2].

1.2.Характеристика будівлі та її значення

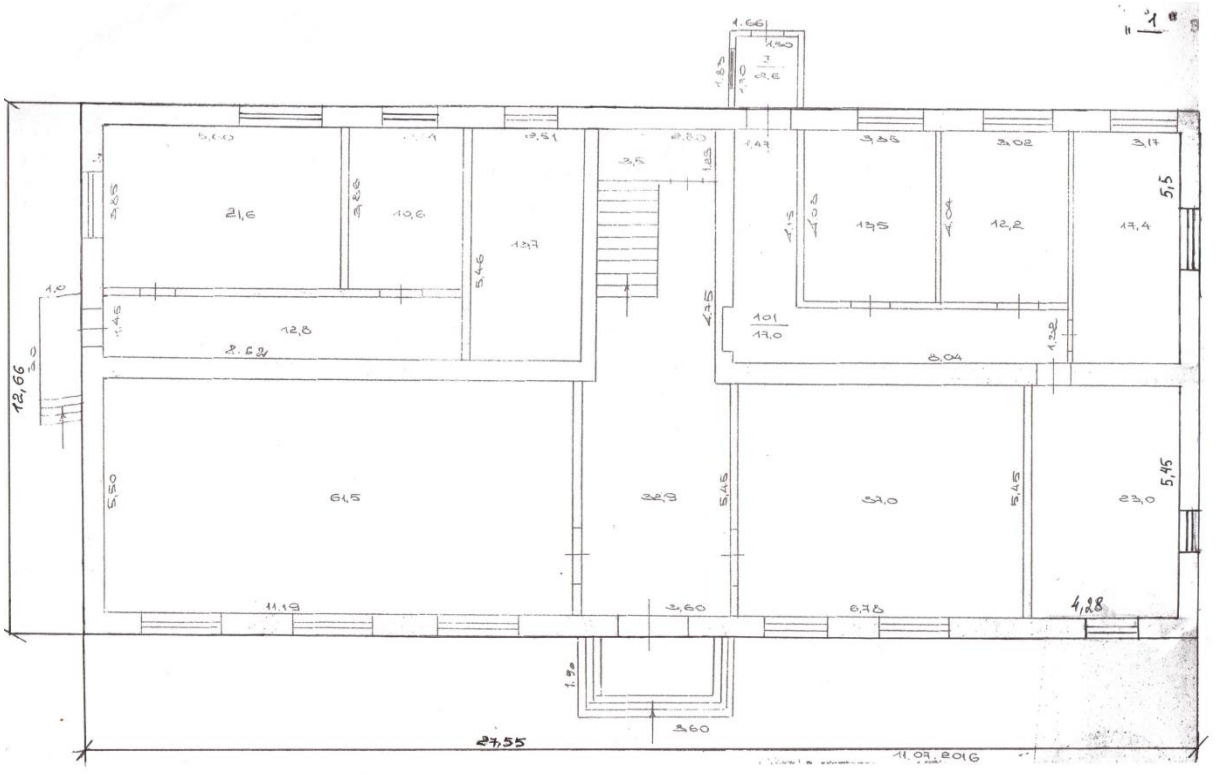


Рис.1.Схема першого поверху будівлі

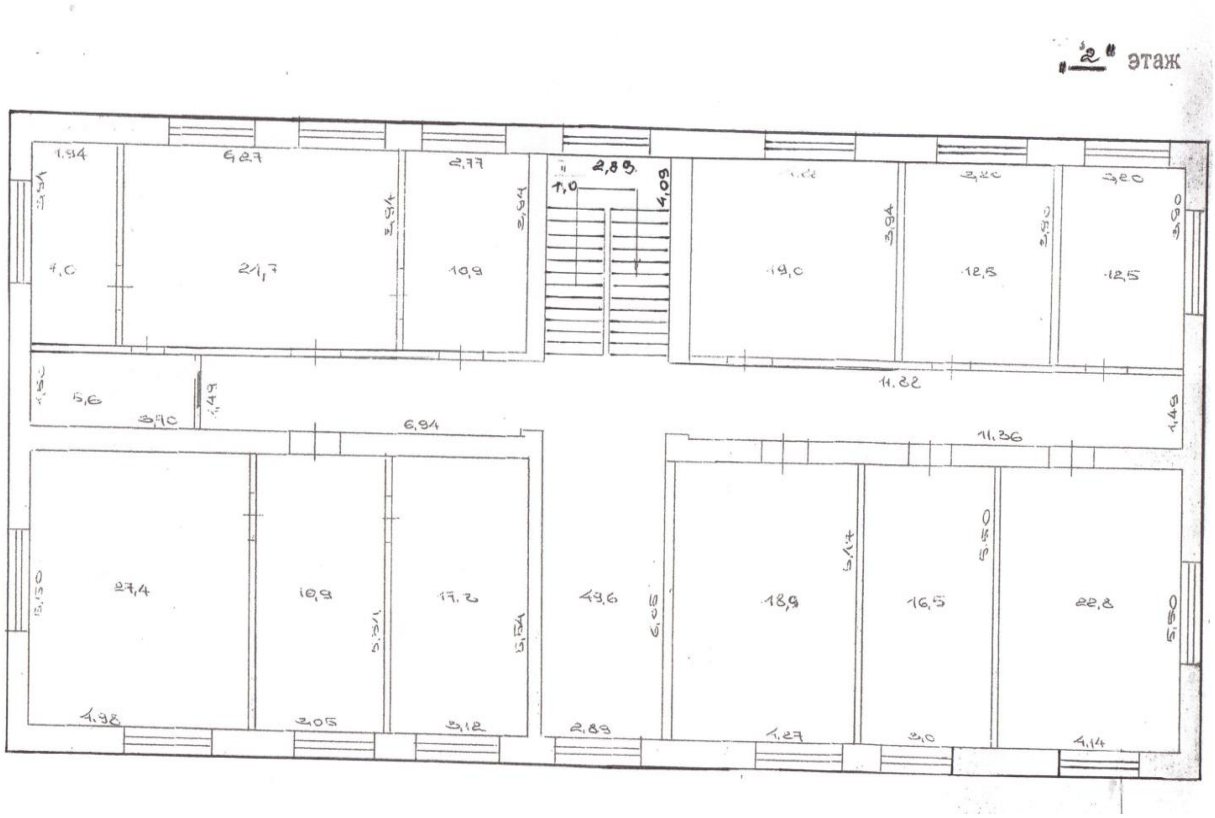


Рис.2.Схема другого поверху будівлі

1.Місце розташування будівлі – Харківська область.

2.Призначення будівлі – адміністративне приміщення.

3.Розміри та матеріали зовнішньої огорожі:

а) Кладка цегляна на цементно-піщаному розчині (a=650мм)

б) Штукатурка (b=220 мм)

4.Характеристики приміщення:

Перший поверх:

- довжина d=27550 мм
- ширина m=12660 мм
- висота h=3700 мм
- кількість вікон на стіні «a» - 1
- кількість вікон на стіні «b» - 6
- кількість вікон на стіні «c» - 2
- кількість вікон на стіні «d» - 6
- висота вікон =1350 мм
- ширина вікон = 2600 мм
- двері 2000x2000 мм

Другий поверх:

- довжина d = 27550мм
- ширина m = 12660мм
- висота h = 2500мм
- кількість вікон на стіні «a» - 2
- кількість вікон на стіні «b» - 7
- кількість вікон на стіні «c» - 2
- кількість вікон на стіні «d» - 7
- висота вікон =1350 мм
- ширина вікон = 2600 мм

Таблиця 1.2.1. – Характеристика підлоги

Шар	Товщина, δ м	Теплопровідність, λ Вт/м· К	Щільність, ρ кг/м^3
Залізобетонна плита	0,22	1,92	2500
Чорнова стяжка(дрібнофракційний бетон)	0,04	0,8	
Чистова стяжка(цементно-піщана суміш)	0,06	0,64	
Кахель	0,0055	3,49	

Таблиця 1.2.2. – Характеристика криші

Шар	Товщина, δ м	Теплопровідність, λ Вт/м· К	Щільність, ρ кг/м^3
Залізобетонна плита	0,22	1,92	2500
Цементно-піщана суміш	0,06	0,64	
Бітумний матеріал	0,002	0,17	600

Розділ 2.

ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ СТІН БУДІВЛІ

Вибираємо умови експлуатації будівлі:

- зона вологості – суха
- відносна вологість повітря в будівлі – (50-60)%
- умови експлуатації в залежності від зони вологості – Б
- температура найбільш холодних 5 діб $t_{н5}$=-23 °С;
- кількість градусо-діб опалювального періоду – 3610
- температура внутрішнього повітря $t_{вн}$= +26°С

Відповідаючи санітарним нормам та та відповідно до оптимальних техніко економічних умов, потрібно щоб необхідний опір теплопередачі $R^{тр}_0$ був менше ніж загальний опір теплопередачі стіни R_0.

Таблиця 2.1. – Конструктивні характеристики зовнішніх стін будівлі

Найменування	Кладка цегляна на цементно-піщаному розчині	Штукатурка
Щільність, ρ м^3/кг	1500	2500
Теплопровідність, λ Вт/м· К	0,64	1,92
Коефіцієнт теплозасвоєння, s Вт/м^2· К	8,12	17,98
Товщина, δ м	0,65	0,22

Фактичний термічний опір, [2]м^2 К/Вт,

$$R_0 = R_i + \frac{\delta_y}{\lambda_y}, \quad (2.1)$$

$$R_в = \frac{1}{\alpha_в}, \quad (2.2)$$

де $\alpha_в$ =8,7 Вт/м^2 К [2];

$R_н$- термічний опір на зовнішній поверхні стіни, Вт/м^2 К,

$$R_н = \frac{1}{\alpha_н}, \quad (2.3)$$

де $\alpha_н$= 23 Вт/м^2 К [2].

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,65}{0,64} + 2 \cdot \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} = 1,2\ , \quad (2.4)$$

$$R_o^{тр} = \frac{n(t_в - t_з)}{\Delta t_н \cdot \alpha_в}\ , (2.5)$$

де n – коефіцієнт що враховує положення зовнішньої поверхні огородження по відношенню до зовнішнього повітря, n=1[2];

$t_в$ – внутрішня температура повітря.

$$R_0^{тр} = \frac{1(17+23)}{5 \cdot 8,7} = 0,92, \quad (2.6)$$

Фактичний опір стін повинен бути не менший, ніж зазначений в ДБН В 2.6-32:2013 R_{min} = 3,3 м^{2}К/Вт [2].

Оскільки $R_0^{ст} < R_{min}$, то необхідно передбачити утеплювач і розрахувати його товщину.

Товщину шару утеплювача, прийнявши матеріал для його виготовлення, визначають з умови,

$$R_{ут} = R_{qmin} - R, \quad (2.7)$$

$$\delta_{ут} = R_{ут} \cdot \lambda_{ут}, \quad (2.8)$$

де $\delta_{ут}$ – товщина шару утеплювача, мм;

$\lambda_{ут}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача, Вт/(м·К).

Розрахункову товщину шару утеплювача збільшують до найближчого ближнього нормативного типорозміру теплоізоляційних виробів заданого типу.

$$R_{ут} = 3,3 - 1,2 = 2,1, \quad (2.9)$$

$$\delta_{ут} = 2,1 \cdot 0,046 = 0,097 = 100\ , \quad (2.10)$$

Обираємо утеплювач: плита з мінеральної вати [2]:

λ=0,046 Вт/м· К;

s=0,3 Вт/м^2· К;

δ=0,1 м.

Фактичний опір теплопередачі зовнішніх стін з утеплювачем, м^2 К/Вт,

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,65}{0,64} + \frac{0,1}{0,046} + 2 \cdot \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,36 \qquad (2.11)$$

2.2 Розрахунок вікон і зовнішніх дверей

У даній будівлі вікна металопластикові скління типу 4М$_1$-16-4і. Приведений опір таких вікон R_0 =0,75 м^2 К/Вт [2]. Згідно з ДБН В.2.6-31:2013 R_{min}=0,75 м^2 К/Вт [2]. Отже, опір теплопередачі вікон відповідає встановленим нормам.

Двері металопластикові скління типу 4М$_1$-10-4і. Приведений опір таких дверей R_0 =0,6 м^2 К/Вт [2]. Згідно з ДБН В.2.6-31:2013 R_{min}=0,6 м^2 К/Вт [2]. Отже, опір теплопередачі вікон відповідає встановленим нормам.

Результати обчислення тепловтрат через вікна і зовнішні двері подано у табл. 2.2. Там же наведені результати обчисленні тепловтрат через перекриття підлоги і горища.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку тепловтрат приміщеннями

№ приміщення	Орієнтація	Тип огорожі	Розміри огородження, м	Площа огородження	$1/R_0$	$(t_в-t_н)$, °С	Σβ	n· (1 + Σβ)	Q_A	Q_B	ΣQ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
101	Пн	ЗС	11,19·3,7-3·(2,6·1,35)	30,87	0,833	39	0,1	1,1	1,103	0,81	4,38
	Пн	В	3·(2,6·1,35)	10,53	1,33		0,1	1,1	0,6		
	Сх	ЗС	5,5·3,7	20,35	0,833		0,1	1,1	0,727		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПЛ 1з.	11,19·2+ 5,5·2	33,38	0,476		-	0,4	0,247		
		ПЛ 2з.	7,19·2+ 3,5·2	21,38	0,233		-	0,4	0,078		
		ПЛ 3з.	5,19·1,5	7,79	0,116		-	0,4	0,02		
		ПТ	11,19·5,5	61,55	0,37		-	0,9	0,8		
102	Сх	ЗС	1,45·3,7- 1,1·1,8	3,39	0,833	39	0,1	1,1	0,121	0,164	0,68
	Сх	Д	1,1·1,8	1,98	1,67		0,1	1,1	0,141		
		ПЛ 1з.	8,62·1,45	12,5	0,476		-	0,4	0,092		
		ПТ	8,62·1,45	12,5	0,37		-	0,9	0,162		
103	Сх	ЗС	3,85·3,7- 2,6·1,35	10,74	0,833	41	0,1	1,1	0,403	0,297	2,12
	Сх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,210		
	Пд	ЗС	5,6·3,7- 2,6·1,35	17,21	0,833		0	1	0,587		
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	5,6·2+ 3,85·2	18,9	0,476		-	0,4	0,147		
		ПЛ 2з.	0,74·1,85	6,66	0,233		-	0,4	0,006		
		ПТ	2,74·1,35	21,56	0,37		-	0,9	0,294		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
104	Пд	ЗС	2,74·3,7-2,6·1,35	6,63	0,833	41	0	1	0,226	0,145	0,8
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	2,74·2+3,85·2	13,18	0,476		-	0,4	0,102		
		ПЛ 2з.	0,74·1,85	1,37	0,233		-	0,4	0,0012		
		ПТ	2,74·3,85	10,55	0,37		-	0,9	0,144		
105	Пд	ЗС	2,51·3,7-2,6·1,35	5,78	0,833	41	0	1	0,197	0,189	0,88
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	2,51·2+5,46·2	15,94	0,476		-	0,4	0,124		
		ПЛ 2з.	0,51·2+3,46·2	1,76	0,233		-	0,4	0,00016		
		ПТ	2,51·5,46	13,7	0,37		-	0,9	0,187		
106	Пд	ЗС	2,8·3,7	10,36	0,833	37	0	1	0,319	0,048	0,434
		ПЛ 1з.	2,8·1,25	3,5	0,476		-	0,4	0,024		
		ПТ	2,8·1,25	3,5	0,37		-	0,9	0,043		
107	Пд	ЗС	1,47·3,7-1,1·2	3,24	0,833	39	0	1	0,105	0,199	0,756
	Пд	Д	1,1·2	2,2	1,67		0	1	0,143		
		ПЛ 1з.	1,74·4,75+6,57·1,32	15,21	0,476		-	0,4	0,112		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПТ	1,74·4,75+ 6,57·1,32	15,21	0,37		-	0,9	0,197		
108	Пд	ЗС	3,35·3,7- 2,6·1,35	8,86	0,833	41	0	1	0,302	0,186	0,98
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	3,35·2+ 4,03·2	14,76	0,476		-	0,4	0,115		
		ПЛ 2з.	1,25·2,03	2,74	0,233		-	0,4	0,001		
		ПТ	3,35·4,03	13,5	0,37		-	0,9	0,184		
109	Пд	ЗС	3,02·3,7- 2,6·1,35	7,66	0,833	41	0	1	0,261	0,168	0,9
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	3,02·2+ 4,03·2	14,1	0,476		-	0,4	0,11		
		ПЛ 2з.	1,02·2,03	2,07	0,233		-	0,4	0,007		
		ПТ	3,02·4,03	12,17	0,37		-	0,9	0,166		
110	Пд	ЗС	3,13·3,7- 2,6·1,35	8,22	0,833	41	0	1	0,28	0,24	1,9
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
	Зх	ЗС	5,5·3,7- 2,6·1,35	16,84	0,833		0,05	1,05	0,603		
	Зх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,05	1,05	0,2		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПЛ 1з.	3,17·2+ 5,5·2	17,34	0,476		-	0,4	0,135		
		ПЛ 2з.	1,17·3,5	4,1	0,233		-	0,4	0,015		
		ПТ	3,17·5,5	17,44	0,37		-	0,9	0,238		
111	Зх	ЗС	5,45·3,7- 2,6·1,36	16,66	0,833	41	0,05	1,05	0,597	0,322	2,3
	Зх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,05	1,05	0,2		
	Пн	ЗС	4,28·3,7- 2,6·1,35	12,33	0,833		0,1	1,1	0,463		
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з.	4,28·2+ 5,45·2	19,46	0,476		-	0,4	0,151		
		ПЛ 2з.	2,28·2+ 3,45·2	11,46	0,233		-	0,4	0,043		
		ПЛ 3з.	0,28·1,45	0,41	0,116		-	0,4	0,0007		
		ПТ	4,28·5,45	23,33	0,37		-	0,9	0,318		
112	Пн	ЗС	6,78·3,7- 2·(2,6·1,35)	18,07	0,833	39	0,1	1,1	0,645	0,485	2,27
	Пн	В	2·(2,6·1,35)	7,02	1,33		0,1	1,1	0,4		
		ПЛ 1з.	6,78·2+ 5,45·2	24,46	0,476		-	0,4	0,181		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПЛ 2з.	4,78·2+ 3,45·2	20,49	0,233		-	0,4	0,074		
		ПЛ 3з.	2,78·2+ 1,45·2	4,03	0,116		-	0,4	0,007		
		ПТ	6,78·5,45	36,95	0,37		-	0,9	0,479		
113	Пн	ЗС	3,6·3,7- 2·2	9,32	0,833	39	0,1	1,1	0,333	0,482	1,82
	Пн	Д	2·2	4	1,67		0,1	1,1	0,286		
		ПЛ 1з.	3,6·2+ 10,2·2	27,6	0,476		-	0,4	0,204		
		ПЛ 2з.	1,6·8,2	13,12	0,233		-	0,4	0,047		
		ПТ	3,6·10,2	36,72	0,37		-	0,9	0,476		
201	Пн	ЗС	4,98·2,5- 2,6·1,35	8,94	0,833	41	0,1	1,1	0,335	0,378	1,72
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
	Сх	ЗС	5,5·2,5- 2,6·1,35	10,24	0,833		0,1	1,1	0,384		
	Сх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з.	4,98·2+ 5,5·2	20,96	0,476		-	0,4	0,163		
		ПЛ 2з.	2,98·2+ 3,5·2	12,96	0,233		-	0,4	0,049		
		ПЛ 3з.	0,98·1,5	1,47	0,116		-	0,4	0,002		
		ПТ	4,98·5,5	27,39	0,37		-	0,9	0,373		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
202	Сх	ЗС	1,5·2,5	3,75	0,833	37	0,1	1	0,127	0,069	0,3
		ПЛ 1з.	1,5·3,7	5,55	0,476		-	0,4	0,039		
		ПТ	1,5·3,7	5,55	0,37		-	0,9	0,068		
203	Сх	ЗС	3,94·2,5-2,6·1,35	6,34	0,833	41	0,1	1,1	0,238	0,105	0,88
	Сх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
	Пд	ЗС	1,94·2,5	4,85	0,833		0	1	0,165		
		ПЛ 1з.	3,94·1,94	7,64	0,476		-	0,4	0,059		
		ПТ	3,94·1,94	7,64	0,37		-	0,9	0,104		
204	Пд	ЗС	6,74·2,5-2·(2,6·1,35)	8,66	0,833	41	0	1	0,295	0,341	1,53
	Пд	В	2·(2,6·1,35)	7,02	1,33		0	1	0,382		
		ПЛ 1з.	6,27·2+3,94·2	29,42	0,476		-	0,4	0,159		
		ПЛ 2з.	4,27·1,94	8,28	0,233		-	0,4	0,02		
		ПТ	6,27·3,94	24,7	0,37		-	0,9	0,387		
205	Пд	ЗС	2,77·2,5-2,6·1,35	3,42	0,833	41	0	1	0,117	0,15	0,71
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	2,77·2+3,94·2	13,41	0,476	41	-	0,4	0,104		
		ПЛ 2з.	0,77·1,94	1,49	0,233		-	0,4	0,005		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПТ	2,77·3,94	10,91	0,37		-	0,9	0,148		
206	Пд	ЗС	4,82·2,5-2,6·1,35	8,54	0,833	41	0	1	0,291	0,262	1,06
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	4,82·2+3,94·2	17,52	0,476		-	0,4	0,136		
		ПЛ 2з.	2,82·1,92	5,47	0,233		-	0,4	0,02		
		ПТ	4,82·3,94	19	0,37		-	0,9	0,163		
207	Пд	ЗС	3,2·2,5-2,6·1,35	4,49	0,833	41	0	1	0,153	0,174	1,23
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
	Зх	ЗС	3,94·2,5-2,6·1,35	6,34	0,833		0,05	1,05	0,111		
	Зх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,05	1,05	0,008		
		ПЛ 1з.	3,2·2+3,94·2	14,28	0,476		-	0,4	0,172		
		ПЛ 2з.	1,2·1,94	2,33	0,233		-	0,4	0,227		
		ПТ	3,2·3,94	12,61	0,37		-	0,9	0,2		
208	Пд	ЗС	3,2·2,5-2,6·1,35	4,49	0,833	41	0	1	0,17	0,174	1,25
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Зх	ЗС	3,94·2,5-2,6·1,35	6,34	0,833		0,05	1,05	0,227		
	Зх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,05	1,05	0,2		
		ПЛ 1з.	3,2·2+3,94·2	14,28	0,476		-	0,4	0,111		
		ПЛ 2з.	1,2·1,94	2,33	0,233		-	0,4	0,008		
		ПТ	3,2·3,94	12,61	0,37		-	0,9	0,172		
209	Зх	ЗС	1,49·2,5	3,73	0,833	39	0,05	1,05	0,127	2,5	7,23
	Пн	ЗС	2,89·2,5-2,6·1,35	3,72	0,833		0,1	1,1	0,132		
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,2		
	Пд	ЗС	2,89·2,5-2,6·1,35	3,72	0,833		0	1	0,126		
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	1,49·6,94+2,89·3,94+1,49·11,36+2,89·5,5	197,6	0,476		-	0,4	1,46		
		ПТ	1,49·6,94+2,89·3,94+1,49·11,36+2,89·5,5	197,6	0,37		-	0,9	2,5		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
210	Зх	ЗС	5,5·2,5-2,6·1,35	10,24	0,833	41	0,05	1,05	0,367	0,314	1,83
	Зх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,05	1,05	0,2		
	Пн	ЗС	4,14·2,5-2,6·1,35	6.84	0,833		0,1	1,1	0,245		
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з.	4,14·2+ 5,5·2	19,28	0,476		-	0,4	0,15		
		ПЛ 2з.	2,14·2+ 3,5·2	11,28	0,233		-	0,4	0,043		
		ПЛ 3з.	0,14·1,5	0,21	0,116		-	0,4	0,0004		
		ПТ	4,14·5,5	22,77	0,37		-	0,9	0,31		
211	Пн	ЗС	3·2,5-2,6·1,35	4	0,833	41	0,1	1,1	0,15	0,227	0,97
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з. ПЛ 2з.	3·2+ 5,5·2 1·3,5	19,5 3,5	0,476 0,233		- -	0,4 0,4	0,149 0,013		
		ПТ	3·5,5	16,5	0,37		-	0,9	0,225		
212	Пн	ЗС	4,27·2,5-2,6·1,35	7,17	0,833	41	0,1	1,1	0,268	0,324	1,32
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПЛ 1з.	4,27·2+ 5,74·2	19,48	0,476		-	0,4	0,152		
		ПЛ 2з.	2,27·2+ 3,74·2	11,48	0,233		-	0,4	0,043		
		ПЛ 3з.	0,27·1,74	3,48	0,116		-	0,4	0,006		
		ПТ	4,27·5,74	23,49	0,37		-	0,9	0,32		
213	Пн	ЗС	3,12·2,5- 2,6·1,35	4,29	0,833	41	0,1	1,1	0,161	0,237	0,99
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з.	3,12·2+ 5,5·2	17,24	0,476		-	0,4	0,134		
		ПЛ 2з.	1,12·3,5	3,92	0,233		-	0,4	0,014		
		ПТ	3,12·5,5	17,16	0,37		-	0,9	0,234		
214	Пн	ЗС	3,05·2,5- 2,6·1,35	4,12	0,833	41	0,1	1,1	0,154	0,231	0,97
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з.	3,02·2+ 5,5·2	17,1	0,476		-	0,4	0,133		
		ПЛ 2з.	1,02·3,5	3,68	0,233		-	0,4	0,014		
		ПТ	3,02·5,5	16,78	0,37		-	0,9	0,229		

Загальні тепловтрати будівлі дорівнюють Q=42,37 кВт.

2.3 Теплові втрати при утепленні огороджувальних конструкцій

Таблиця 2.3 – Тепловтрати при утеплення будівлі

№ примі	Орієнтація	Тип огоро ження	Розміри огородженн я, м	Площа огородженн	$1/R_0$	$(t_в-t_н)$, °С	Σβ	n· (1 + Σβ)	Q_A	Q_B	ΣQ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
101	Пн	ЗС	11,19·3,7-3·(2,6·1,35)	30,87	0,303	39	0,1	1,1	0,401	0,81	2,76
	Пн	В	3·(2,6·1,35)	10,53	1,33		0,1	1,1	0,6		
	Сх	ЗС	5,5·3,7	20,35	0,303		0,1	1,1	0,264		
		ПЛ 1з.	11,19·2+5,5·2	33,38	0,341		-	0,4	0,177		
		ПЛ 2з.	7,19·2+3,5·2	21,38	0,194		-	0,4	0,064		
		ПЛ 3з.	5,19·1,5	7,79	0,106		-	0,4	0,017		
		ПТ	11,19·5,5	61,55	0,202		-	0,9	0,436		
102	Сх	ЗС	1,45·3,7-1,1·1,8	3,39	0,303	39	0,1	1,1	0,044	0,164	0,5
	Сх	Д	1,1·1,8	1,98	1,67		0,1	1,1	0,141		
		ПЛ 1з.	8,62·1,45	12,5	0,341		-	0,4	0,066		
		ПТ	8,62·1,45	12,5	0,202		-	0,9	0,088		
103	Сх	ЗС	3,85·3,7-2,6·1,35	10,74	0,303	41	0,1	1,1	0,146	0,297	1,34

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Сх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
	Пд	ЗС	5,6·3,7-2,6·1,35	17,21	0,303		0	1	0,213		
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	5,6·2+3,85·2	18,9	0,341		-	0,4	0,105		
		ПЛ 2з.	0,74·1,85	6,66	0,194		-	0,4	0,021		
		ПТ	2,74·1,35	21,56	0,202		-	0,9	0,16		
104	Пд	ЗС	2,74·3,7-2,6·1,35	6,63	0,303	41	0	1	0,082	0,145	0,57
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	2,74·2+3,85·2	13,18	0,341		-	0,4	0,073		
		ПЛ 2з.	0,74·1,85	1,37	0,194		-	0,4	0,004		
		ПТ	2,74·3,85	10,55	0,202		-	0,9	0,078		
105	Пд	ЗС	2,51·3,7-2,6·1,35	5,78	0,303	41	0	1	0,071	0,189	0,64
	Пд	В	20,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	2,51·2+5,46·2	15,94	0,341		-	0,4	0,089		
		ПЛ 2з.	0,51·2+3,46·2	1,76	0,194		-	0,4	0,005		
		ПТ	2,51·5,46	13,7	0,202		-	0,9	0,102		

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
106	Пд	ЗС	2,8·3,7	10,36	0,303	37	0	1	0,116	0,048	0,2
		ПЛ 1з.	2,8·1,25	3,5	0,341		-	0,4	0,017		
		ПТ	2,8·1,25	3,5	0,202		-	0,9	0,026		
107	Пд	ЗС	1,47·3,7-1,1·2	3,24	0,303	39	0	1	0,038	0,199	0,56
	Пд	Д	1,1·2	2,2	1,67		0	1	0,143		
		ПЛ 1з.	1,74·4,75+6,57·1,32	15,21	0,341		-	0,4	0,08		
		ПТ	1,74·4,75+6,57·1,32	15,21	0,202		-	0,9	0,107		
108	Пд	ЗС	3,35·3,7-2,6·1,35	8,86	0,303	41	0	1	0,11	0,186	0,67
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	3,35·2+4,03·2	14,76	0,341		-	0,4	0,082		
		ПЛ 2з.	1,25·2,03	2,74	0,194		-	0,4	0,08		
		ПТ	3,35·4,03	13,5	0,202		-	0,9	0,1		
109	Пд	ЗС	3,02·3,7-2,6·1,35	7,66	0,303	41	0	1	0,095	0,168	0,62
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	3,02·2+4,03·2	14,1	0,341		-	0,4	0,078		
		ПЛ 2з.	1,02·2,03	2,07	0,194		-	0,4	0,006		

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПТ	3,02·4,03	12,17	0,202		-	0,9	0,09		
110	Пд	ЗС	3,13·3,7-2,6·1,35	8,22	0,303	41	0	1	0,102	0,24	1,19
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
	Зх	ЗС	5,5·3,7-2,6·1,35	16,84	0,303		0,05	1,05	0,219		
	Зх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,05	1,05	0,2		
		ПЛ 1з.	3,17·2+5,5·2	17,34	0,341		-	0,4	0,096		
		ПЛ 2з.	1,17·3,5	4,1	0,194		-	0,4	0,013		
		ПТ	3,17·5,5	17,44	0,202		-	0,9	0,129		
111	Зх	ЗС	5,45·3,7-2,6·1,36	16,66	0,303	41	0,05	1,05	0,217	0,322	1,43
	Зх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,05	1,05	0,2		
	Пн	ЗС	4,28·3,7-2,6·1,35	12,33	0,303		0,1	1,1	0,168		
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з.	4,28·2+5,45·2	19,46	0,341		-	0,4	0,108		
		ПЛ 2з.	2,28·2+3,45·2	11,46	0,194		-	0,4	0,036		
		ПЛ 3з.	0,28·1,45	0,41	0,106		-	0,4	0,0007		

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПТ	4,28·5,45	23,33	0,202		-	0,9	0,173		
112	Пн	ЗС	6,78·3,7-2·(2,6·1,35)	18,07	0,303	39	0,1	1,1	0,234	0,485	1,57
	Пн	В	2·(2,6·1,35)	7,02	1,33		0,1	1,1	0,4		
		ПЛ 1з.	6,78·2+5,45·2	24,46	0,341		-	0,4	0,13		
		ПЛ 2з.	4,78·2+3,45·2	20,49	0,194		-	0,4	0,062		
		ПЛ 3з.	2,78·2+1,45·2	4,03	0,106		-	0,4	0,006		
		ПТ	6,78·5,45	36,95	0,202		-	0,9	0,261		
113	Пн	ЗС	3,6·3,7- 2·2	9,32	0,303	39	0,1	1,1	0,121	0,482	1,33
	Пн	Д	2·2	4	1,67		0,1	1,1	0,286		
		ПЛ 1з.	3,6·2+10,2·2	27,6	0,341		-	0,4	0,146		
		ПЛ 2з.	1,6·8,2	13,12	0,194		-	0,4	0,039		
		ПТ	3,6·10,2	36,72	0,202		-	0,9	0,26		
201	Пн	ЗС	4,98·2,5-2,6·1,35	8,94	0,303	41	0,1	1,1	0,122	0,378	1,42
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
	Сх	ЗС	5,5·2,5-2,6·1,35	10,24	0,303		0,1	1,1	0,139		
	Сх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПЛ 1з.	4,98·2+ 5,5·2	20,96	0,341		-	0,4	0,117		
		ПЛ 2з.	2,98·2+ 3,5·2	12,96	0,194		-	0,4	0,041		
		ПЛ 3з.	0,98·1,5	1,47	0,106		-	0,4	0,002		
		ПТ	4,98·5,5	27,39	0,202		-	0,9	0,204		
202	Сх	ЗС	1,5·2,5	3,75	0,303	37	0,1	1	0,046	0,069	0,18
		ПЛ 1з.	1,5·3,7	5,55	0,341		-	0,4	0,028		
		ПТ	1,5·3,7	5,55	0,202		-	0,9	0,037		
203	Сх	ЗС	3,94·2,5- 2,6·1,35	6,34	0,303	41	0,1	1,1	0,086	0,105	0,55
	Сх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
	Пд	ЗС	1,94·2,5	4,85	0,303		0	1	0,06		
		ПЛ 1з.	3,94·1,94	7,64	0,341		-	0,4	0,042		
		ПТ	3,94·1,94	7,64	0,202		-	0,9	0,056		
204	Пд	ЗС	6,74·2,5- 2·(2,6·1,35)	8,66	0,303	41	0	1	0,107	0,341	0,96
	Пд	В	2·(2,6·1,35)	7,02	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	6,27·2+ 3,94·2	29,42	0,341		-	0,4	0,114		
		ПЛ 2з.	4,27·1,94	8,28	0,194		-	0,4	0,026		

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПТ	6,27·3,94	24,7	0,202		-	0,9	0,184		
205	Пд	ЗС	2,77·2,5-2,6·1,35	3,42	0,303	41	0	1	0,042	0,15	0,54
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	2,77·2+3,94·2	13,41	0,303	41	-	0,4	0,074		
		ПЛ 2з.	0,77·1,94	1,49	0,194		-	0,4	0,004		
		ПТ	2,77·3,94	10,91	0,202		-	0,9	0,081		
206	Пд	ЗС	4,82·2,5-2,6·1,35	8,54	0,303	41	0	1	0,106	0,262	0,81
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
		ПЛ 1з.	4,82·2+3,94·2	17,52	0,341		-	0,4	0,097		
		ПЛ 2з.	2,82·1,92	5,47	0,194		-	0,4	0,017		
		ПТ	4,82·3,94	19	0,202		-	0,9	0,141		
207	Пд	ЗС	3,2·2,5-2,6·1,35	4,49	0,303	41	0	1	0,055	0,174	0,88
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
	Зх	ЗС	3,94·2,5-2,6·1,35	6,34	0,303		0,05	1,05	0,082		
	Зх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,05	1,05	0,2		

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПЛ 1з.	3,2·2+ 3,94·2	14,28	0,341		-	0,4	0,079		
		ПЛ 2з.	1,2·1,94	2,33	0,194		-	0,4	0,007		
		ПТ	3,2·3,94	12,61	0,202		-	0,9	0,093		
208	Пд	ЗС	3,2·2,5- 2,6·1,35	4,49	0,303	41	0	1	0,055	0,174	0,88
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		
	Зх	ЗС	3,94·2,5- 2,6·1,35	6,34	0,303		0,05	1,05	0,082		
	Зх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,05	1,05	0,2		
		ПЛ 1з.	3,2·2+ 3,94·2	14,28	0,341		-	0,4	0,079		
		ПЛ 2з.	1,2·1,94	2,33	0,194		-	0,4	0,007		
		ПТ	3,2·3,94	12,61	0,202		-	0,9	0,093		
209	Зх	ЗС	1,49·2,5	3,73	0,303	39	0,05	1,05	0,046	2,5	5,48
	Пн	ЗС	2,89·2,5- 2,6·1,35	3,72	0,303		0,1	1,1	0,048		
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
	Пд	ЗС	2,89·2,5- 2,6·1,35	3,72	0,303		0	1	0,043		
	Пд	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0	1	0,191		

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПЛ 1з.	1,49·6,94+ 2,89·3,94+ 1,49·11,36+ 2,89·5,5	197,6	0,341		-	0,4	1,05		
		ПТ	1,49·6,94+ 2,89·3,94+ 1,49·11,36+ 2,89·5,5	197,6	0,202		-	0,9	1,4		
210	Зх	ЗС	5,5·2,5- 2,6·1,35	10,24	0,303	41	0,05	1,05	0,133	0,314	1,26
	Зх	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,05	1,05	0,2		
	Пн	ЗС	4,14·2,5- 2,6·1,35	6.84	0,303		0,1	1,1	0,093		
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з.	4,14·2+ 5,5·2	19,28	0,341		-	0,4	0,107		
		ПЛ 2з.	2,14·2+ 3,5·2	11,28	0,194		-	0,4	0,035		
		ПЛ 3з.	0,14·1,5	0,21	0,106		-	0,4	0,0004		
		ПТ	4,14·5,5	22,77	0,202		-	0,9	0,169		
211	Пн	ЗС	3·2,5- 2,6·1,35	4	0,303	41	0,1	1,1	0,054	0,227	0,73
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ПЛ 1з. ПЛ 2з.	3·2+ 5,5·2 1·3,5	19,5 3,5	0,341 0,194		- -	0,4 0,4	0,107 0,011		
		ПТ	3·5,5	16,5	0,202		-	0,9	0,122		
212	Пн	ЗС	4,27·2,5-2,6·1,35	7,17	0,303	41	0,1	1,1	0,097	0,324	0,95
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з.	4,27·2+ 5,74·2	19,48	0,341		-	0,4	0,108		
		ПЛ 2з.	2,27·2+ 3,74·2	11,48	0,194		-	0,4	0,036		
		ПЛ 3з.	0,27·1,74	3,48	0,106		-	0,4	0,006		
		ПТ	4,27·5,74	23,49	0,202		-	0,9	0,175		
213	Пн	ЗС	3,12·2,5-2,6·1,35	4,29	0,303	41	0,1	1,1	0,058	0,237	0,74
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з.	3,12·2+ 5,5·2	17,24	0,341		-	0,4	0,096		
		ПЛ 2з.	1,12·3,5	3,92	0,194		-	0,4	0,012		
		ПТ	3,12·5,5	17,16	0,202		-	0,9	0,127		

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
214	Пн	ЗС	3,05·2,5-2,6·1,35	4,12	0,303	41	0,1	1,1	0,056	0,231	0,72
	Пн	В	2,6·1,35	3,51	1,33		0,1	1,1	0,21		
		ПЛ 1з.	3,02·2+5,5·2	17,1	0,341		-	0,4	0,095		
		ПЛ 2з.	1,02·3,5	3,68	0,194		-	0,4	0,011		
		ПТ	3,02·5,5	16,78	0,202		-	0,9	0,125		

Загальні тепловтрати будівлі після утеплення дорівнюють Q=29,48 кВт. Тепловтрати після утеплення зменшено в 1,44 рази.

Розділ 3.

ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК БУДІВЛІ

Термічний опір конструкції зовнішньої стіни обчислюють за формулою[2]:

$$R = R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_H, \quad (3.1)$$

$R_1 = \frac{0.65}{0.64} = 1.01$

$R_2 = \frac{0.22}{1.92} = 0.115$

$R_3 = \frac{0.22}{1.92} = 0.115$

$R_4 = \frac{0.04}{0.8} = 0.05$

$R_5 = \frac{0.06}{0.64} = 0.093$

$R_6 = \frac{0.0055}{3.49} = 0.0016$

$R_7 = \frac{0.002}{0.17} = 0.012$

$R_8 = \frac{0.06}{0.64} = 0.094$

$R_9 = \frac{0.22}{1.92} = 0.115$

$R_{пл} = \frac{1}{8.7} + 1.01 + 0.115 + 0.115 + 0.05 + 0.093 + 0.0016 + \frac{1}{23} = 1.54$

$R_{пт.в.} = \frac{1}{8.7} + 0.012 + 0.094 + 0.115 + \frac{1}{23} = 0.38$

Перший поверх:

Кімната 101:

$Q_{сп} = Q_{A_{сп}} + Q_{B_{сп}}$

$$Q_{A_{сп}} = \frac{1}{\sum R} * A * (t_{вн} - t_н) * n * (1 + \sum \beta) \quad (3.2)$$

$A = a*h - A_{\text{вікн.}}$, $n = 1$, $\beta = \begin{cases} 0{,}1 & \text{Північний Схід} \\ 0{,}05 & \text{Захід} \\ 0 & \text{Південь} \end{cases}$

$Q_{\text{А}_{\text{сп1}}} = \frac{1}{1{,}54} * 5{,}5 * 3{,}7 * (18+23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 596{,}38$

$Q_{\text{А}_{\text{сп2}}} = \frac{1}{1{,}54} * 11{,}19 * 3{,}7 * (18+23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 1214{,}15$

$Q_{\text{А}_{\text{сп3}}} = \frac{1}{1{,}54} * (5{,}5*3{,}7 - 1{,}8 * 1{,}1) * (18 + 23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 538{,}941$

$Q_{\text{А}_{\text{сп4}}} = \frac{1}{1{,}54} * (11{,}19*3{,}7 - 3 * (2{,}6 * 1{,}35)) * (18 + 23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 264{,}472$

$Q_{\text{А}_{\text{дв}}} = \frac{1}{0{,}6} * 1{,}1 * 1{,}8 * (18 + 23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 151{,}53936$

$Q_{\text{А}_{\text{окн}}} = \frac{1}{0{,}75} * 3 * (2{,}6*1{,}35) * (18 + 23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 633{,}5189$

$Q_{\text{А}_{\text{пдл}}} = \frac{1}{0{,}42} * 5{,}5 * 11{,}19 * (18 + 23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 6615{,}6622$

$Q_{\text{А}_{\text{птл}}} = \frac{1}{0{,}42} * 5{,}5 * 11{,}19 * (18 + 23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 6615{,}6622$

$Q_{\text{А}_{\text{общ}}} = 596{,}38 + 1214{,}15 + 538{,}941 + 264{,}472 + 151{,}54 + 633{,}52 + 6615{,}66 + 6615{,}66 = 16630{,}323$

$Q_{\text{В}_{\text{в}}} = 0{,}337 * 61{,}545 * (18 + 23) = 850{,}37$

$Q_{\text{общ}} = 16630{,}323 + 850{,}37 = 17472{,}579$

Кімната 102:

$Q_{\text{А}_{\text{сп1}}} = \frac{1}{1{,}54} * (1{,}45 * 3{,}7 - 1{,}1 * 1{,}8) * (18 * 23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 99{,}12$

$Q_{\text{А}_{\text{сп2}}} = \frac{1}{1{,}54} * (8{,}62 * 3{,}7 - 2 * 1{,}1 * 1{,}8) * (18 + 23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 818{,}49$

$Q_{\text{А}_{\text{сп3}}} = \frac{1}{1{,}54} * 1{,}45 * 3{,}7 * (18 + 23) * 1 * (1 + 0{,}1) = 157{,}54$

$Q_{А_{сп4}} = \frac{1}{1,54} * 8,62 * 3,7 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=934,46$

$Q_{А_{дв}} = \frac{1}{0,6} * 3 * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=445,92$

$Q_{А_{пдл}} =\frac{1}{0,42} * 1,45 * 8,62 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=1347,8$

$Q_{А_{птл}} =\frac{1}{0,42} * 1,45 * 8,62 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 1347,8$

$Q_{А_{общ}}$ =99,12 + 818,49 + 157,54 + 934,46 + 445,92 + 1347,8 + 1347,8 =5151,13

$Q_{В_в} = 0,337 * 12,5 *(18 + 23)=172,7$

$Q_{общ}$=5151,13+ 172,7=5323,83

Кімната 103:

$Q_{А_{сп1}} =\frac{1}{1,54} * (3,85 * 3,7 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1 *(1 +0,1)=314,55$

$Q_{А_{сп2}} =\frac{1}{1,54} * (5,6 * 3,7 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=504,43$

$Q_{А_{сп3}} =\frac{1}{1,54} * 3,85 * 3,7 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=417,6$

$Q_{А_{сп4}} =\frac{1}{1,54} * (5,6 * 3,7 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 549,24$

$Q_{А_{дв}} =\frac{1}{0,6} * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3$

$Q_{А_{окн}} =\frac{1}{0,75} * 2 * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 423,92$

$Q_{А_{пдл}} =\frac{1}{0,42} * 5,6 * 3,85 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=2320,81$

$Q_{А_{птл}} =\frac{1}{0,42} * 5,6 * 3,85 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=2320,81$

$Q_{А_{общ}}$ = 314,55 + 504,43 + 417,6 + 549,24 + 135,3 + 423,92 + 2320,81 + 2320,81=

6986,66

$Q_{В_в}$ =0,337 * 21,56 *(18 + 23)=297,9

$Q_{общ}$=6986,66 + 297,9=7284,56

Кімната 104:

$Q_{А_{сп1}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 3,85 * 3,7 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=417,6

$Q_{А_{сп2}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (2,74 * 3,7 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=194,53

$Q_{А_{сп3}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 3,85 * 3,7 *(18 + 23) * 1 =379,7

$Q_{А_{сп4}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (2,74 * 3,7 -1,1 * 1,8) * (18 * 23) * 1=217,62

$Q_{А_{окн}}$ =$\frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=212,84

$Q_{А_{дв}}$ =$\frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{пдл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 2,74* 3,85 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 1035,45

$Q_{А_{птл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 2,74 * 3,85 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 1035,45

$Q_{А_{общ}}$ = 417,6 + 194,53 + 379,7 + 217,62 + 212,84 + 135,3 + 1035,45 + 1035,45 = 3628,49

$Q_{В_в}$ =0,337 * 10,55 *(18 + 23)=145,76

$Q_{общ}$=3628,49+ 145,76=3774,25

Кімната 105:

$Q_{А_{сп1}} = \frac{1}{1,54}$ * 5,46 * 3,7 * (18 + 23) * 1=538,27

$Q_{А_{сп2}} = \frac{1}{1,54}$ * (2,51 * 3,7 – 2,6 * 1,35) * (18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 170,09

$Q_{А_{сп3}} = \frac{1}{1,54}$ * 5,46 * 3,7 * (18 + 23) * 1=538,27

$Q_{А_{сп4}} = \frac{1}{1,54}$ * 2,51 * 3,7 *(18 + 23) * 1=247,67

$Q_{А_{окн}} = \frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=212,84

$Q_{А_{пдл}} = \frac{1}{0,42}$ * 5,46 * 2,51 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 1477,29

$Q_{А_{птл}} = \frac{1}{0,42}$ * 5,46 * 2,51 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 1477,29

$Q_{А_{общ}}$ = 538,27 + 170,09 + 538,27 + 247,67 + 212,84 + 1477,29 + 1477,29=

4661,72

$Q_{В_в}$ =0,337 * 13,705 *(18 + 23)=189,36

$Q_{общ} = 4661,72 + 189,36 = 4851,08$

Кімната 106:

$Q_{А_{сп1}} = \frac{1}{1,54}$ * 1,25 * 3,7 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 135,45

$Q_{А_{сп2}} = \frac{1}{1,54}$ * 2,8 * 3,7 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 303,82

$Q_{А_{сп3}} = \frac{1}{1,54}$ * 1,25 * 3,7 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 135,45

$Q_{А_{пдл}} = \frac{1}{0,42}$ * 1,25 * 2,8 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 381,5

$Q_{А_{птл}} = \frac{1}{0,42}$ * 1,25 * 2,8 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 381,5

$Q_{А_{общ}}$ = 135,45 + 303,82 + 135,45 + 381,5 + 381,5 =1337,72

$Q_{\text{В}_\text{в}}$ =0,337 * 3,5 * (18 + 23)= 48,36

$Q_{\text{общ}}$= 1337,72+ 48,36=1386,08

Кімната 107:

$Q_{\text{А}_{\text{сп1}}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 5,5 * 3,7 *(18 + 23) *1 =542,21

$Q_{\text{А}_{\text{сп2}}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (1,56 * 3,7 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=101,38

$Q_{\text{А}_{\text{сп3}}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 4,03 * 3,7 *(18 + 23) * 1=397,4

$Q_{\text{А}_{\text{сп4}}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (6,37 * 3,7 – 2 *(1,1 * 1,8)) *(18 + 23) * 1= 522,48

$Q_{\text{А}_{\text{сп5}}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (1,47 * 3,7 -1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=92,5

$Q_{\text{А}_{\text{сп6}}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (7,93 * 3,7 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) *1= 728,86

$Q_{\text{А}_{\text{дв}}}$ =$\frac{1}{0,6}$ * 5 * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=690,42

$Q_{\text{А}_{\text{пдл}}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * ((5,5 – 1,47) * 1,56 + 1,47 * 7,93) *(18 + 23) * 1= 1757,32

$Q_{\text{А}_{\text{птл}}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * ((5,5 – 1,47) * 1,56 + 1,47 * 7,93) *(18 + 23) * 1= 1757,32

$Q_{\text{А}_{\text{общ}}}$ = 542,21 + 101,38 + 397,4 + 522,48 + 92,5 + 728,86 + 690,42 + 1757,32 + 1757,32= 6589,96

$Q_{\text{В}_\text{в}}$ =0,337 * 17,944 *(18 + 23) =247,934

$Q_{\text{общ}}$= 6589,96+ 247,934 = 6837,889

Кімната 108:

$Q_{\text{А}_{\text{сп1}}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 4,03 * 3,7 * (18 + 23) *1 =397,4

$Q_{А_{сп2}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (3,35 * 3,7 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 236,97

$Q_{А_{сп3}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 4,03 * 3,7 * (18 + 23) *1 =397,4

$Q_{А_{сп4}}$=$\frac{1}{1,54}$ * (3,35 * 3,7 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=277,7

$Q_{А_{окн}}$=$\frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=212,84

$Q_{А_{дв}}$ =$\frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{пдл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 3,35 * 4,03 *(18 + 23) * 1=1323,57

$Q_{А_{птл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 3,35 * 4,03 *(18 + 23) * 1=1323,57

$Q_{А_{общ}}$ = 397,4 + 236,97 + 397,4 + 277,7 + 212,84 + 135,3 + 1323,57 + 1323,57= 4304,76

$Q_{В_{в}}$ = 0,337 * 13,501 *(18 + 23)= 186,536

$Q_{общ}$=4304,76+ 186,536 = 4491,29

Кімната 109:

$Q_{А_{сп1}}$ = $Q_{А_{сп3}}$ = $\frac{1}{1,54}$ * 4,03 * 3,7 * (18 + 23) *1 =397,4

$Q_{А_{сп2}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (3,02 * 3,7 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 224,87

$Q_{А_{сп4}}$=$\frac{1}{1,54}$ *(3,02 * 3,7 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=245,18

$Q_{А_{окн}}$=$\frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=212,84

$Q_{А_{дв}}$ =$\frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{пдл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 3,02 * 4,03 *(18 + 23) * 1=1193,75

$Q_{А_{птл}} = \frac{1}{0,42}$ * 3,02 * 4,03 *(18 + 23) * 1=1193,75

$Q_{А_{общ}}$ =397,4 + 224,87 + 245,18 + 212,84 + 135,3 + 1193,75+ 1193,75= 3603,09

$Q_{В_в}$ =0,337 * 12,171 *(18 + 23)= 168,161

$Q_{общ}$=3603,09+ 168,161=3771,251

Кімната 110:

$Q_{А_{сп1}} = \frac{1}{1,54}$ * (5,5 * 3,7 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 538,4

$Q_{А_{сп2}} = \frac{1}{1,54}$ * (3,13 * 3,7 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1 *(1 +0,1)= 236,79

$Q_{А_{сп3}} = \frac{1}{1,54}$ * (5,5 * 3,7 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 493,6

$Q_{А_{сп4}} = \frac{1}{1,54}$ * 3,13 * 3,7 *(18 + 23) * 1=308,75

$Q_{А_{дв}} = \frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{окн}} = \frac{1}{0,75}$ * 2 *(2,6 * 1,35 *(18 + 23)) * 1 *(1 + 0,1)= 425,68

$Q_{А_{пдл}} = \frac{1}{0,42}$ * 3,13 * 5,5 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 1854,23

$Q_{А_{птл}} = \frac{1}{0,42}$ * 3,13 * 5,5 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 1854,23

$Q_{А_{общ}}$ =538,4 + 236,79 + 493,6 + 308,75 + 135,3 + 425,68+ 1854,23+ 1854,23= 5846,98

$Q_{В_в}$ =0,337 * 17,215 * (18 + 23)= 237,86

$Q_{общ}$ =5846,98+ 237,86 = 6084,842

Кімната 111:

$Q_{А_{сп1}} = \frac{1}{1,54}$ * 5,45 * 3,7 * (18 + 23) * 1=537,28

$Q_{А_{сп2}} = \frac{1}{1,54}$ * (4,28 * 3,7 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=369,32

$Q_{А_{сп3}} = \frac{1}{1,54}$ * (5,45 * 3,7 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1=443,83

$Q_{А_{сп4}} = \frac{1}{1,54}$ * (4,28 * 3,7 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1=328,58

$Q_{А_{дв}} = \frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{окн}} = \frac{1}{0,75}$ * 2 *(2,6 * 1,35 *(18 + 23)) * 1= 385,5

$Q_{А_{пдл}} = \frac{1}{0,42}$ * 4,28 * 5,45 *(18 + 23) * 1=2282,73

$Q_{А_{птл}} = \frac{1}{0,42}$ * 4,28 * 5,45 *(18 + 23) * 1=2282,73

$Q_{А_{общ}}$=537,28 + 369,32 + 443,83 + 328,58 + 135,3 + 385,5 + 2282,73+ 2282,73=6765,267

$Q_{В_в}$ =0,337 * 23,326 * (18 + 23) =322,295

$Q_{общ}$ =6765,267+ 322,295 =7087,562

Кімната 112:

$Q_{А_{сп1}} = \frac{1}{1,54}$ * (5,45 * 3,7 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 532,98

$Q_{А_{сп2}} = \frac{1}{1,54}$ * 6,78 * 3,7 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 734,66

$Q_{А_{сп3}} = \frac{1}{1,54}$ * 5,45 * 3,7 * (18 + 23) * 1=537,28

$Q_{А_{сп4}} = \frac{1}{1,54}$ * (6,78 * 3,7 – 2 *(2,6 * 1,35)) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 529,5

$Q_{А_{дв}} = \frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{окн}}$=$\frac{1}{0,75}$ * 2 *(2,6 * 1,35 *(18 + 23)) * 1 *(1 + 0,1)= 425,25

$Q_{А_{пдл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 6,78 * 5,45 *(18 + 23) *1 *(1 + 0,1)= 3973,5

$Q_{А_{птл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 6,78 * 5,45 *(18 + 23) *1 *(1 + 0,1)= 3973,5

$Q_{А_{общ}}$ =532,98 + 734,66 + 537,28 + 529,5 + 135,3 + 425,25 + 3973,5 + 3973,5=10841,97

$Q_{В_{в}}$ =0,337 * 36,951 *(18 + 23)= 510,552

$Q_{общ}$=10841,97+ 510,552 = 11352,522

Кімната 201:

$Q_{А_{сп1}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (5,5 * 2,5 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1 *(1 +0,1)= 300,3

$Q_{А_{сп2}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 4,98 * 2,5 *(18 + 23) * 1=331,88

$Q_{А_{сп3}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (5,5 * 2,5 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=313,78

$Q_{А_{сп4}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (4,98 * 2,5 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 262,26

$Q_{А_{окн}}$=$\frac{1}{0,75}$ * 2 *(2,6 * 1,35 *(18 + 23)) * 1 *(1 + 0,1)= 423,9

$Q_{А_{дв}}$ =$\frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{пдл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 5,5 * 4,98 * (18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 2946,83

$Q_{А_{птл}}$ =$\frac{1}{0,38}$ * 5,5 * 4,98 * (18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 3257,68

$Q_{А_{общ}}$ =300,3 + 331,88 + 313,78 + 262,26 + 423,9 + 135,3 + 2946,83 + 3257,68 = 7971,83

$Q_{В_в}$ =0,337 * 27,39 * (18 + 23) =378,448

$Q_{общ}$=7971,83 + 378,448 = 8359,278

Кімната 202:

$Q_{А_{сп1}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 1,5 * 2,5 * (18 + 23) * 1 =100,25

$Q_{А_{сп2}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (3,7 * 2,5 – 1,1 * 1,8) * (18 + 23) * 1 =193,97

$Q_{А_{сп3}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 1,5 * 2,5 * (18 + 23) * 1 =100,25

$Q_{А_{сп1}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 3,7 * 2,5 * (18 + 23) * 1 =246,69

$Q_{А_{дв}}$ =$\frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{пдл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 1,5 * 3,7 *(18 + 23) * 1 =547,45

$Q_{А_{птл}}$ =$\frac{1}{0,38}$ * 1,5 * 3,7 *(18 + 23) * 1 =605,74

$Q_{А_{общ}}$ =100,25 + 193,97 + 100,25 + 246,69 + 135,3 + 547,45 + 605,74=1929,65

$Q_{В_в}$ =0,337 * 5,55 *(18 + 23) =76,68435

$Q_{общ}$=1929,65+ 76,68 = 2006,33

Кімната 203:

$Q_{А_{сп1}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (3,94 * 2,5 – 2,6 * 1,35) * (18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 186,094

$Q_{А_{сп2}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 1,94 * 2,5 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 142,46

$Q_{А_{сп3}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (3,94 * 2,5 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=209,95

$Q_{А_{сп4}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 1,94 * 2,5 *(18 + 23) * 1= 129,55

$Q_{А_{окн}}$ =$\frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=212,84

$Q_{А_{дв}}$ =$\frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{пдл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 3,94 * 1,94 *(18 + 23) * 1=751,83

$Q_{А_{птл}}$ =$\frac{1}{0,38}$ * 3,94 * 1,94 *(18 + 23) * 1=831,63

$Q_{А_{общ}}$ =186,094 + 142,46 + 209,55 + 129,55 + 212,84 + 135,3 + 751,83 + 831,63= 2599,25

$Q_{В_{в}}$ =0,337 * 7,644 *(18 + 23) =105,612

$Q_{общ}$=2599,25+ 105,612 =2704,86

Кімната 204:

$Q_{А_{сп1}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (3,94 * 2,5 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=209,95

$Q_{А_{сп2}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (6,27 * 2,5 – 2 *(2,6 * 1,35)) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 253,89

$Q_{А_{сп3}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (3,94 * 2,5 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=209,95

$Q_{А_{сп4}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (6,27 * 2,5 – 2 *(1,1 * 1,8)) *(18 + 23) * 1=312,315

$Q_{А_{окн}}$ =$\frac{1}{0,75}$ * 2 *(2,6 * 1,35 *(18 + 23)) * 1 *(1 + 0,1)= 423,91

$Q_{А_{дв}}$ =$\frac{1}{0,6}$ * 4 * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=552,3

$Q_{А_{пдл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 3,94 * 6,27 *(18 + 23) * 1=2417,22

$Q_{А_{птл}}$ =$\frac{1}{0,38}$ * 3,94 * 6,27 *(18 + 23) * 1=2672,33

$Q_{А_{общ}}$=209,95 + 253,89 + 209,95 + 312,315 + 423,91 + 552,3 + 2417,22 + 2672,33 =7051,867

$Q_{В_в}$ =0,337 * 24,704 * (18 + 23) =341,332

$Q_{общ}$=7051,867+ 341,332=7393,199

Кімната 205:

$Q_{А_{сп1}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (3,94 * 2,5 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=209,95

$Q_{А_{сп2}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (2,77 * 2,5 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)= 100,43

$Q_{А_{сп3}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 3,94 * 2,5 *(18 + 23) * 1=262,662

$Q_{А_{сп4}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (2,77 * 2,5 – 1,1 * 1,8) * (18 + 23) * 1=132,074

$Q_{А_{дв}}$ =$\frac{1}{0,6}$ * 2 * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=276,17

$Q_{А_{окн}}$ =$\frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=212,84

$Q_{А_{пдл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 3,94 * 2,77 *(18 + 23) * 1=1071,06

$Q_{А_{птл}}$ =$\frac{1}{0,38}$ * 3,94 * 2,77 *(18 + 23) * 1=1184,46

$Q_{А_{общ}}$ =209,95 + 100,43 + 262,662 + 132,074 + 276,17 + 212,84 + 1071,06 + 1184,46= 3449,65

$Q_{В_в}$ =0,337 * 10,914 *(18 + 23)= 150,796

$Q_{общ}$=3449,65+ 150,796 = 3600,446

Кімната 206:

$Q_{\text{А}_{\text{сп1}}} = \frac{1}{1,54}$ * 3,94 * 2,5 *(18 + 23) * 1=262,662

$Q_{\text{А}_{\text{сп2}}} = \frac{1}{1,54}$ * (4,82 * 2,5 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1=227,79

$Q_{\text{А}_{\text{сп3}}} = \frac{1}{1,54}$ * 3,94 * 2,5 *(18 + 23) * 1=262,662

$Q_{\text{А}_{\text{сп4}}} = \frac{1}{1,54}$ * (4,82 * 2,5 – 1,1 * 1,8) * (18 + 23) * 1=268,52

$Q_{\text{А}_{\text{окн}}} = \frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=212,84

$Q_{\text{А}_{\text{дв}}} = \frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{\text{А}_{\text{пдл}}} = \frac{1}{0,42}$ * 3,94 * 4,82 *(18 + 23) * 1=1859,53

$Q_{\text{А}_{\text{птл}}} = \frac{1}{0,38}$ * 3,94 * 4,82 *(18 + 23) * 1=2055,93

$Q_{\text{А}_{\text{общ}}}$=262,662 + 227,79 + 262,662 + 268,52 + 212,84 + 135,3 + 1859,53 + 2055,93=5285,23

$Q_{\text{В}_{\text{в}}}$ =0,337 * 18,99 * (18 + 23) =262,396

$Q_{\text{общ}}$=5285,23 + 262,396 =5547,626

Кімната 207:

$Q_{\text{А}_{\text{сп1}}} = \frac{1}{1,54}$ * 3,94 * 2,5 *(18 + 23) * 1=262,662

$Q_{\text{А}_{\text{сп2}}} = \frac{1}{1,54}$ * (3,2 * 2,5 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1=119,96

$Q_{\text{А}_{\text{сп3}}} = \frac{1}{1,54}$ * 3,94 * 2,5 *(18 + 23) * 1=262,662

$Q_{\text{А}_{\text{сп4}}} = \frac{1}{1,54}$ * (3,2 * 2,5 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=160,69

$Q_{А_{окн}}=\frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1 *(1 + 0,1)=212,84

$Q_{А_{дв}}=\frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{пдл}}=\frac{1}{0,42}$ * 3,94 * 3,2 *(18 + 23) * 1=1236,44

$Q_{А_{птл}}=\frac{1}{0,38}$ * 3,94 * 3,2 *(18 + 23) * 1=1367,25

$Q_{А_{общ}}$ = 262,662 + 119,96 + 262,662 + 160,69 + 212,84 + 135,3 + 1236,44 + 1367,25 = 3757,804

$Q_{В_{в}}$ =0,337 * 12,608 *(18 + 23) =174,205

$Q_{общ}$=3757,804+ 174,205 = 3932,009

Кімната 208:

$Q_{А_{сп1}}=\frac{1}{1,54}$ * 3,94 * 2,5 *(18 + 23) * 1=262,662

$Q_{А_{сп2}}=\frac{1}{1,54}$ * (3,2 * 2,5 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1=119,96

$Q_{А_{сп3}}=\frac{1}{1,54}$ * (3,94 * 2,5 – 2,6 * 1,35) *(18 + 23) * 1=169,21

$Q_{А_{сп4}}=\frac{1}{1,54}$ * (3,2 * 2,5 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=160,7

$Q_{А_{окн}}=\frac{1}{0,75}$ * 2 *(2,6 * 1,35 *(18 + 23)) * 1= 383,76

$Q_{А_{дв}}=\frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{пдл}}=\frac{1}{0,42}$ * 3,94 * 3,2 *(18 + 23) * 1=1236,44

$Q_{А_{птл}}=\frac{1}{0,38}$ * 3,94 * 3,2 *(18 + 23) * 1=1367,25

$Q_{\text{А}_{\text{общ}}}$=262,662 + 119,69 + 169,21 + 160,7 + 383,76 + 135,3 + 1236,44 + 1367,25= 3835,012

$Q_{\text{В}_{\text{в}}}$=0,337 * 18,99 * (18 + 23) =262,396

$Q_{\text{общ}}$=3835,012+ 262,396 =4097,408

Кімната 209:

$Q_{\text{А}_{\text{сп1}}}$=$\frac{1}{1,54}$ * 1,5 * 2,5 * (18 + 23) * =99,84

$Q_{\text{А}_{\text{сп2}}}$=$\frac{1}{1,54}$ * (6,94 * 2,5 – 2 *(1,1 * 1,8)) * (18 + 23) * 1=356,48

$Q_{\text{А}_{\text{сп3}}}$=$\frac{1}{1,54} * \left(11{,}32 * 2{,}5 - 3 * (1{,}1 * 1{,}8)\right) * (18 + 23) * 1$ =595,3

$Q_{\text{А}_{\text{сп4}}}$=$\frac{1}{1,54}$ * 1,5 * 2,5 * (18 + 23) * =99,84

$Q_{\text{А}_{\text{сп5}}}$=$\frac{1}{1,54} * \left(11{,}32 * 2{,}5 - 3 * (1{,}1 * 1{,}8)\right) * (18 + 23) * 1$ =595,3

$Q_{\text{А}_{\text{сп6}}}$=$\frac{1}{1,54}$ * 5,5 * 2,5 *(18 + 23) * 1=366,07

$Q_{\text{А}_{\text{сп7}}}$=$\frac{1}{1,54}$ * 2,89 * 2,5 * (18 + 23) * 1=192,35

$Q_{\text{А}_{\text{сп8}}}$=$\frac{1}{1,54}$ * 5,5 * 2,5 *(18 + 23) * 1=366,07

$Q_{\text{А}_{\text{сп9}}}$=$\frac{1}{1,54}$ * (6,94 * 2,5 – 1,1 * 1,8) * (18 + 23) * 1=409,2

$Q_{\text{А}_{\text{дв}}}$=$\frac{1}{0,6}$ * 9 * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=1339,47

$Q_{\text{А}_{\text{пдл}}}$ = $\frac{1}{0,42}$ *(27,55 * 1,5 + 2,89 * 5,5) * (18 + 23) * 1=5585,76

$Q_{\text{А}_{\text{птл}}}$ = $\frac{1}{0,38}$ *(27,55 * 1,5 + 2,89 * 5,5) * (18 + 23) * 1=6173,73

$Q_{А_{общ}}$ = 99,84 + 356,48 + 595,3 + 99,84 + 595,3 + 366,07 + 192,35 + 366,07 + 409,2 + 1339,47 + 5585,76 + 6173,73 = 16179,41

$Q_{В_{в}}$ =0,337 * 57,22 * (18 + 23) =790,6

$Q_{общ}$=16179,41 + 790,6 =16970,019

Кімната 210:

$Q_{А_{сп1}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * 5,5 * 2,5 *(18 + 23) * 1=366,071

$Q_{А_{сп2}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (4,14 * 2,5 – 1,1 * 1,98) *(18 + 23) * 1=222,84

$Q_{А_{сп3}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (5,5 * 2,5 – 2,6 * 1,35) * (18 + 23) * 1=272,62

$Q_{А_{сп4}}$ =$\frac{1}{1,54}$ * (4,14 * 2,5 – 2,6 * 1,35) * (18 + 23) * 1=182,1

$Q_{А_{окн}}$ =$\frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1= 191,88

$Q_{А_{дв}}$ =$\frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{пдл}}$ =$\frac{1}{0,42}$ * 5,5 * 4,14 *(18 + 23) * 1=2222,78

$Q_{А_{птл}}$ =$\frac{1}{0,38}$ * 5,5 * 4,14 *(18 + 23) * 1=2456,76

$Q_{А_{общ}}$ =366,071 + 222,84 + 272,62 + 182,1 + 191,88 + 135,3 + 2222,78 + 2456,76= 6050,35

$Q_{В_{в}}$ =0,337 * 22,77 * (18 + 23) =314,61

$Q_{общ}$=6050,35 + 314,61 = 6364,96

Кімната 211:

$Q_{А_{сп1}} = \frac{1}{1,54}$ * 5,5 * 2,5 *(18 + 23) * 1=366,071

$Q_{А_{сп2}} = \frac{1}{1,54}$ * (3 * 2,5 – 1,1 * 1,8) * (18 + 23) * 1 =146,96

$Q_{А_{сп3}} = \frac{1}{1,54}$ * 5,5 * 2,5 *(18 + 23) * 1=366,071

$Q_{А_{сп4}} = \frac{1}{1,54}$ * (3 * 2,5 – 2,6 * 1,35) * (18 + 23) * 1=106,23

$Q_{А_{окн}} = \frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1= 191,88

$Q_{А_{дв}} = \frac{1}{0,6}$ * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3

$Q_{А_{пдл}} = \frac{1}{0,42}$ * 5,5 * 3 *(18 + 23) * 1=1610,7

$Q_{А_{птл}} = \frac{1}{0,38}$ * 5,5 * 3 *(18 + 23) * 1=1780,26

$Q_{А_{общ}}$ =366,071 + 146,96 + 366,071 +106,23 + 191,88 + 135,3 + 1610,7 + 1780,26= 4703,475

$Q_{В_в}$ =0,337 * 16,5 * (18 + 23)=227,98

$Q_{общ}$=4703,475 + 227,98 =4931,45

Кімната 212:

$Q_{А_{сп1}} = \frac{1}{1,54}$ * 5,5 * 2,5 *(18 + 23) * 1=366,071

$Q_{А_{сп2}} = \frac{1}{1,54}$ * (4,27 * 2,5 – 1,1 * 1,8) * (18 + 23) * 1 =231,49

$Q_{А_{сп3}} = \frac{1}{1,54}$ * 5,5 * 2,5 *(18 + 23) * 1=366,071

$Q_{А_{сп4}} = \frac{1}{1,54}$ * (4,27 * 2,5 – 2,6 * 1,35) * (18 + 23) * 1=190,76

$Q_{А_{окн}} = \frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1= 191,88

$Q_{А_{дв}} = \frac{1}{0,6} * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3$

$Q_{А_{пдл}} = \frac{1}{0,42} * 5,5 * 4,27 *(18 + 23) * 1=2292,58$

$Q_{А_{птл}} = \frac{1}{0,38} * 5,5 * 4,27 *(18 + 23) * 1=2533,9$

$Q_{А_{общ}}$ =366,071* 2 + 231,49 + 190,76 + 191,88 + 135,3 + 2292,58 + 2533,9= 6308,06

$Q_{В_в}$ =0,337 * 23,485 * (18 + 23)= 324,492

$Q_{общ}$=6308,06 + 324,492=6632,55

Кімната 213:

$Q_{А_{сп1}} = \frac{1}{1,54} * (5,5 * 2,5 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=313,35$

$Q_{А_{сп2}} = \frac{1}{1,54} * 3,12 * 2,5 * (18 + 23) * 1 =207,66$

$Q_{А_{сп3}} = \frac{1}{1,54} * 5,5 * 2,5 *(18 + 23) * 1=366,071$

$Q_{А_{сп4}} = \frac{1}{1,54} * (3,12 * 2,5 – 2,6 * 1,35) * (18 + 23) * 1=114,21$

$Q_{А_{дв}} = \frac{1}{0,6} * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=135,3$

$Q_{А_{окн}} = \frac{1}{0,75} * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1= 191,88$

$Q_{А_{пдл}} = \frac{1}{0,42} * 5,5 * 3,12 *(18 + 23) * 1=1675,14$

$Q_{А_{птл}} = \frac{1}{0,38} * 5,5 * 3,12 *(18 + 23) * 1=1851,47$

$Q_{А_{общ}}$ =313,35 + 207,66 + 366,071 + 114,21 + 135,3 + 191,88 + 1675,14 + 1851,47= 4843,08

$Q_{В_в}$ =0,337 * 17,16 * (18 + 23) = 237,09

$Q_{общ}$=4843,08 + 237,09 = 5080,18

Кімната 214:

$Q_{\text{А}_{\text{сп1}}} = \frac{1}{1,54}$ * (5,5 * 2,5 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=313,35

$Q_{\text{А}_{\text{сп2}}} = \frac{1}{1,54}$ * (3,02 * 2,5 – 1,1 * 1,8) * (18 + 23) * 1 =148,29

$Q_{\text{А}_{\text{сп3}}} = \frac{1}{1,54}$ * (5,5 * 2,5 – 1,1 * 1,8) *(18 + 23) * 1=313,35

$Q_{\text{А}_{\text{сп4}}} = \frac{1}{1,54}$ * (3,02 * 2,5 – 2,6 * 1,35) * (18 + 23) * 1=107,56

$Q_{\text{А}_{\text{дв}}} = \frac{1}{0,6}$ * 3 * 1,1 * 1,8 *(18 + 23) * 1=405,9

$Q_{\text{А}_{\text{окн}}} = \frac{1}{0,75}$ * 2,6 * 1,35 *(18 + 23) * 1= 191,88

$Q_{\text{А}_{\text{пдл}}} = \frac{1}{0,42}$ * 5,5 * 3,02 *(18 + 23) * 1=1621,45

$Q_{\text{А}_{\text{птл}}} = \frac{1}{0,38}$ * 5,5 * 3,02 *(18 + 23) * 1=1792,13

$Q_{\text{А}_{\text{общ}}}$ =313,35 + 148,29 + 313,35 + 107,56 + 405,9 + 191,88 + 1621,45 + 1792,13= 4893,911

$Q_{\text{В}_{\text{в}}}$ =0,337 * 16,61 * (18 + 23) =229,5

$Q_{\text{общ}}$=4893,911 + 229,5 = 5123,411

Розрахуємо затрати палива на отеплення будівлі за 189 діб:

Перший поверх:

Q_{0max1}=17472,579 + 5323,83 + 7284,56 + 3774,25 + 4851,08 + 1386,08 + 6837,889 + 4491,29 + 3371,251 + 6084,842 + 7087,562 + 11352,522= 79317,735Вт

Другий поверх:

Q_{0max2}=8359,278 + 2006,33 + 2704,86 + 7393,199 + 3600,446 + 5547,626 + 3932,009 + 4097,408 + 16970,019 + 6364,96 + 4931,45 + 6632,55 + 5080,18 + 5123,411=82743,726 Вт

$Q_{0ср1}$=Q_{0max1} * (($t_{вн} - t_{ср}$)/($t_{вн} - t_{max}$))

$Q_{0ср1}$=79317,735 * ((18 + 2,1)/(18 + 23))=38885 Вт

$Q_{0ср2}$=Q_{0max2} * (($t_{вн} - t_{ср}$)/($t_{вн} - t_{max}$))

$Q_{0ср2}$=82743,726 * ((18 + 2,1)/(18 + 23))=40564 Вт

G_1=(Q_1 + Q_2)/($Q_н^Р$ * $Z_К$)

$Q_н^Р$=38 МДж/м^3

$Z_К$=0,9

G_1= (38,885 + 40,564)/(38000 * 0,9) = 2,32 * 10^{-3} м^3/с

Затрати палива для першого та другого поверху:

V_1=G_1 * 3600 * 24 * 189= 37884 м^3

G_2=Q_2/($Q_н^Р$ * $Z_К$)

G_2=1,18 * 10^{-3} м^3/с

Затрати палива для другого поверху:

V_2= G_2 * 3600 * 24 * 189=19268 м^3

$V_{еко}$= V_1 - V_2 = 18616 м^3

При використанні теплового насосу на першому поверсі, споживання газу для опалення будівлі зменшується 49%.

Розділ 4.

ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

4.1.Підбір теплового насосу

Вибір теплового насосу:

Для забезпечення обігріву першого поверху за допомогою теплового насосу вибираємо типу geoTHERM VMS 380/2. Технічні характеристики теплового насосу наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 4.1.1

Характеристика	Виміри	geoTHERM VMS 380/2
Висота	мм	1200
Ширина	мм	760
Глубина	мм	1100
Глубина(без панелі)	мм	900
Вага	кг	364
Теплова потужність	кВт	38,3
Затрати електроенергії	кВт	8,8
Допустима температура розсолу(мін./макс.)	^{0}C	-0,5
Рівень шуму	Гц	63
Температура подачі контуру отоплення(мін./макс.)	^{0}C	25/62
Об’ємні затрати в контурі опалення	л/ч	6600
Електроживлення компресора	В/Гц	400/50
Електроживлення блоку управління	В/Гц	230/50

4.2.Підбір газового котла

Для опалення другого поверху було обрано газовий котел для забезпечення енергетичних потреб, марки Bosch Condens7000i W GC7000iW 42 PB 23.

Таблиця 4.2.1. – Технічні характеристики газового котла марки Bosch

Характеристика	Виміри	Bosch Condens7000i W GC7000iW 42 PB 23
Діаметр димоходу	мм	130
Потужність	кВт	42
Топливо		Природний газ
Теплоносій		вода
Температурний діапазон що регулюється у контурі опалення	^{0}C	45-88
Площа обігріву	M^2	350
Вага	кг	46
Довжина	мм	440
Глубина	мм	840
Ширина	мм	360
Живлення	В	220

4.3.Підбір опалювальних приладів

Вибираємо радіатор чавунно-секційний марки М-140 А встановлений у відкритому вигляді, підключений до однотрубного проточного стояку. Температура на вході в систему 90 ℃.

Теплоємність води в системі 4,19 кДж/(кг · ℃).

Теплове навантаження стояка, кВт

$$Q_{\text{ст}} = Q_{1\text{пов}} + Q_{2\text{пов}} + Q_{3\text{пов}}, \quad (4.1)$$

$$Q_{\text{ст}} = 2{,}9268 + 2{,}5758 + 2{,}8138 = 8{,}3164.$$

Температура теплоносія на вході в опалювальний пристрій 3-го поверху.

$$t_{\text{вх3}} = 90\ ℃.$$

Витрата води через стояк, кг/час

$$G_{\text{ст}} = \frac{Q_{\text{ст}} \cdot b_1 \cdot b_2}{C \cdot \Delta t_{\text{доп}}}, \quad (4.2)$$

де $\Delta t_{\text{доп}} = 90 - 70 = 20℃$;

$b_1 = 1{,}05$;

$b_2 = 1{,}04$;

$$G_{\text{ст}} = \frac{8{,}3164 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}04}{4{,}19 \cdot 20} \cdot 3600 = 357{,}268.$$

Середня температура в опалювальному приладі 3-го поверху, ℃.

$$t_{\text{ст.3}} = t_{\text{вх}} \cdot \frac{Q_{\text{3пов}} \cdot 0{,}5 \cdot b_1 \cdot b_2}{C \cdot G_{\text{ст}}}, \quad (4.3)$$

$$t_{\text{ст.3}} = 90 \cdot \frac{2{,}8138 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}04}{4190 \cdot 0{,}09924} = 86{,}3.$$

Середня температурна різниця в опалювальному приладі 3-го поверху, ℃.

$$\Delta t_{\text{ср3}} = t_{\text{ср3}} - t_{\text{в}}, \quad (4.4)$$

$$\Delta t_{\text{ср3}} = 86{,}3 - 18 = 68{,}3.$$

Щільність теплового потоку в радіаторі 3-го поверху, Вт/м^2

$$q_{п3} = q_{ном} \cdot (\Delta t_{ср3} / 70)^{1,3}, \quad (4.5)$$

де $q_{ном}$ – номінальна щільність теплового потому, Вт/м^2;

$$q_{п3} = 650 \cdot (68,3 / 70)^{1,3} = 629,62.$$

Тепловіддача вертикальних труб системи опалення в приміщенні 3-го поверху

$$Q_{верт} = q_{верт} \cdot l_{верт}\ , \quad (4.6)$$

де $l_{верт} = y - 0,5$ м $= 3,4 - 0,5 = 2,9$ м

$$Q_{верт} = 68,1 \cdot 2,9 = 197,49$$

Тепловіддача горизонтальних труб системи опалення в приміщенні 3-го поверху

$$Q_{гор} = q_{гор} \cdot l_{гор}\ , \quad (4.7)$$

де $l_{гор} = 2,2 \times 2 = 4,4$ м

$$Q_{гор} = 72,6 \cdot 4,4 = 319,44.$$

Розрахункова площа тепловіддачі 3-го поверху, м^2.

$$A_{\text{гор}} = \frac{Q_{\text{зпов}} - 0{,}9 \cdot (Q_{\text{гор}} + Q_{\text{верт}})}{q_n}, \quad (4.8)$$

$$A_{\text{гор}} = \frac{2{,}8138 - 0{,}9 \cdot (197{,}49 + 319{,}44)}{629{,}62} = 3{,}73.$$

Число секцій для опалювальних приладів 3-го порядку, шт.

$$n_3 = A_{\text{гор}} / f, \quad (4.9)$$

де f – площа однієї секції опалювального приладу, f =0,254 м^2.

$$n_3 = 3{,}73 / 0{,}254 = 14{,}6 = 15$$

Температура води на вході в опалювальні прилади 2-го поверху,℃

$$t_{\text{вх2}} = t_{\text{вх}} - \frac{Q_{\text{зпов}}}{C \cdot G_{\text{ст}}}, \quad (4.10)$$

$$t_{\text{вх2}} = 90 - \frac{2{,}8138}{4190 \cdot 0{,}09924} = 83{,}233.$$

Охолодження води в опалювальних приладах 2-го поверху, ℃

$$\Delta t_2 = \frac{Q_{\text{2пов}} \cdot 0{,}5 \cdot b_1 \cdot b_2}{C \cdot G_{\text{ст}}}, \quad (4.11)$$

$$\Delta t_2 = \frac{2575{,}8 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}04}{4190 \cdot 0{,}09924} = 3{,}3822.$$

Середня температура в опалювальному приладі 2-го поверху, ℃.

$$t_{\text{ст.2}} = t_{\text{вх}} - \frac{\Delta t_2}{2}, \quad (4.12)$$

$$t_{\text{ст.3}} = 83{,}233 - \frac{3{,}3822}{2} = 81{,}5418.$$

Середня температурна різниця води в опалювальному приладі 2-го поверху та оточуючого повітря, ℃.

$$\Delta t_{ср2} = t_{ср2} - t_{в}, \quad (4.13)$$

$$\Delta t_{ср2} = 81{,}5418 - 18 = 63{,}5418.$$

Щільність теплового потоку в радіаторі 2-го поверху, Вт/м^2

$$q_{п2} = q_{ном} \cdot (\Delta t_{ср2} / 70)^{1,3}, \quad (4.14)$$

$$q_{п2} = 650 \cdot (63{,}5418 / 70)^{1,3} = 573{,}14.$$

Тепловіддача вертикальних труб системи опалення в приміщенні 2-го поверху

$$Q_{\text{верт}} = q_{\text{верт}} \cdot l_{\text{верт}}, \quad (4.15)$$

$$Q_{\text{верт}} = 63{,}6 \cdot 2{,}9 = 184{,}44.$$

Тепловіддача горизонтальних труб системи опалення в приміщенні 2-го поверху

$$Q_{\text{гор}} = q_{\text{гор}} \cdot l_{\text{гор}}, \quad (4.16)$$

$$Q_{\text{гор}} = 65{,}6 \cdot 4{,}4 = 288{,}64.$$

Розрахункова площа тепловіддачі 2-го поверху, м^2.

$$A_{\text{гор}} = \frac{Q_{2\text{пов}} - 0{,}9 \cdot (Q_{\text{гор}} + Q_{\text{верт}})}{q_n}, \quad (4.17)$$

$$A_{\text{гор}} = \frac{2{,}8138 - 0{,}9 \cdot (184{,}44 + 288{,}64)}{629{,}62} = 3{,}75.$$

Число секцій для опалювальних приладів 2-го порядку, шт.

$$n_2 = A_{\text{гор}} / f, \quad (4.18)$$

$$n_2 = 3{,}75/\ 0{,}254 = 14{,}58 = 15$$

Температура води на входе в опалювальні прилади 1-го поверху,℃

$$t_{\text{вх1}} = t_{\text{вх}} - \frac{Q_{3\text{пов}} + Q_{2\text{пов}}}{C \cdot G_{\text{ст}}}, \quad (4.19)$$

$$t_{\text{вх1}} = 90 - \frac{2813{,}8 + 2{,}5758}{4190 \cdot 0{,}09924} = 77{,}04.$$

Охолодження води в опалювальних приладах 1-го поверху, ℃

$$\Delta t_1 = \frac{Q_{1\text{пов}} \cdot 0{,}5 \cdot b_1 \cdot b_2}{C \cdot G_{\text{ст}}}, \quad (4.20)$$

$$\Delta t_1 = \frac{2{,}9268 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}04}{4190 \cdot 0{,}09924} = 3{,}843.$$

Середня температура в опалювальному приладі 1-го поверху, ℃.

$$t_{\text{ср.1}} = t_{\text{вх}} - \frac{\Delta t_2}{2}, \quad (4.21)$$

$$t_{\text{ср.1}} = 77{,}04 - \frac{3{,}843}{2} = 75{,}12.$$

Середня температурна різниця води в опалювальному приладі 1-го поверху та оточуючого повітря, ℃.

$$\Delta t_{\text{ср1}} = t_{\text{ср1}} - t_{\text{в}}, \quad (4.22)$$

$$\Delta t_{\text{ср1}} = 75{,}12 - 18 = 57{,}12.$$

Щільність теплового потоку в радіаторі 1-го поверху, Вт/м^2

$$q_{\text{п1}} = q_{\text{ном}} \cdot (\Delta t_{\text{ср1}} / 70)^{1,3}, \quad (4.23)$$

$$q_{\text{п1}} = 650 \cdot (57{,}12/ 70)^{1,3} = 498{,}994.$$

Тепловіддача вертикальних труб системи опалення в приміщенні 1-го поверху

$$Q_{\text{верт}} = q_{\text{верт}} \cdot l_{\text{верт}}, \quad (4.24)$$

$$Q_{\text{верт}} = 59{,}8 \cdot 2{,}9 = 173{,}42.$$

Тепловіддача горизонтальних труб системи опалення в приміщенні 1-го поверху

$$Q_{\text{гор}} = q_{\text{гор}} \cdot l_{\text{гор}}\,, \tag{4.25}$$

$$Q_{\text{гор}} = 63{,}3 \cdot 4{,}4 = 278{,}52.$$

Розрахункова площа тепловіддачі 1-го поверху, м^2.

$$A_{\text{гор}} = \frac{Q_{1\text{пов}} - 0{,}9 \cdot (Q_{\text{гор}} + Q_{\text{верт}})}{q_n}\,, \tag{4.26}$$

$$A_{\text{гор}} = \frac{2{,}9268 - 0{,}9 \cdot (173{,}42 + 278{,}52)}{498{,}994} = 5{,}05.$$

Число секцій для опалювальних приладів 1-го порядку, шт.

$$n_1 = A_{\text{гор}} / f, \tag{4.27}$$

$$n_1 = 5{,}05/\ 0{,}254 = 19{,}88 = 20.$$

Таблиця 4.3.1. – Таблиця результатів підбору опалювальних приборів для другого приміщень другого поверху

№ приміщення	Теплова потужність Q,Вт	Довжина радіатора L,мм
201	786	400х2
202	786	400
203	786	400
204	1085	600
205	786	400
206	904	500
207	904	500
208	904	500
209	1372х4	800
210	1372	800
211	786	400
212	1085	600
213	786	400
214	786	400

ВИСНОВОК

В ході роботи було проведено теплотехнічний розрахунок зовнішніх огороджень будівлі. Обчислено товщину шару теплоізоляції зовнішніх стін яка б забезпечила нормативні умови до термічного опору теплопередач.

На основі складання теплового балансу приміщення, визначено потреби в тепловій енергії для приміщення будівлі.

Для системи опалення першого поверху підібрано тепловий насос марки geoTHERM VMS 380/2.

Для другого поверху здійснено підбір опалювальних приладів та підбір газового опалювального котла марки Bosch Condens7000i W GC7000iW 42 PB 23.

Література

1 В.А. Маляренко, А.Ф. Редько, Ю.І. Чайка, В.Б. Поволочко. Технічна теплофізика огороджуючих конструкцій будівель та споруд. [Текст]/ За ред. проф. В.А. Маляренко. Навч. посібник. – Х.: «Рубікон», 2001. – 280с.

2 Є.Є.Счастний, О.О.Алексахін, О.В.Панчук. Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря на залізничному транспорті. Теплогазопостачання і вентиляція.[Текст]/Методичні вказівки. – Х.: УкрДУЗТ, 2016. – 50с.

3 Г.В. Русланов, М.Я. Розкон, Э.П. Ямпольский. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование. [Текст]/ Справочник. – Киев: 1983. – 272 с.

4 Руководство по теплотехническому расчету и проектированию ограждающих конструкций.[Текст]. – Москва, 1985. – 144 с.

5 Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарські потреби в Україні [Текст]. – керівний технічний матеріал 204 України, 244-94, 195. – 636 с.

6 Теплотехнический справочник [Текст] / Под общ. ред. В.Н.Юренева, П.Д. Лебедева. Т.2. – М.: «Энергия», 1976. – 896 с.

7 Справочник по гидравлике [Текст] / под общ. ред. В.А. Большакова. – К.: Вища школа, 1984. – 368 с.

8 О.О.Алексахін, О.М.Герасимова. Приклади й розрахунки з теплопостачання та опалення. [Текст]. – Харків: ХДАМГ, 2002. – 206 с.

9 Л.Д. Богуславский, В.И. Ливчак, В.П. Титов. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст]/Под общ. ред. Л.Д. Богуславского. Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1990. – 624 с.

10 О.О. Алексахін, О.В. Панчук. Теплогазопостачання і вентиляція [Текст]/ Вибрані задачі: Навчальний посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 230с.

11 Будівельна кліматологія: ДСТУ –НБВ.1.1-27:2010: чинний від 01.11.2011. [Текст]/ Мінрегіонбуд, Київ. 2011. – 123с

12 Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013: чинний від 01.10.2016. [Текст]. – К.: Мінрегіонбуд та ЖКГ України, 2017. – 167 с.

13 Якубчик П. П. Справочник по инженерному оборудованию жилых и общественных зданий [Текст] /П. П. Якубчик, А. Е. Татура, Н. А. Черников, О. А. Продоус, В. С. Дикаревский. – К.: Будивельник, 1989. – 360 с.

14 https://hotline.ua/remont-kotly-otopleniya/bosch-condens-7000i-w-gc7000iw-42-pb-23/#prop

15 https://www.vaillant.ua/dlia-klientov/products/geotherm-2497.html

16 Дроздов В.Ф. Отопление, вентиляция, кондиционирование. - М.: Высшая школа, 1984.- Ч.1,2.

17 Голубков Б.Н. Проектирование и эксплуатация установок кондиционирования воздуха и отопления. - М.: Энергоатомиздат, 1988.

18 Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений: Учебник / Под ред. Ю.П.Соснина. – М.: Высшая школа, 2001. – 415 с.

19 Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. КТМ 204 України 244-94. Керівний технічний матеріал – норми та вказівки. – К., 1995.-636

20 ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення [Текст]. – К.:Держбуд України,2005.-38с.

21 ДБН В.2.6-31-2006 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель [Текст]. – Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006.-72с.

22 ДСТУ Б В 2.2-21: 2008 Будинки і споруди. Методи визначення питомих тепловитрат на опалення будинків [Текст]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.-20с.

23 ДБН В.2.5-67:2013: Опалення, вентиляція та кондиціонування:. – К.: Мінрегіонбуд та ЖКГ України, 2013. – 167 с.

24 ДСТУ –Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія:. Мінрегіонбуд, Київ. 2011. – 123 с.

25 Шубин Е.П. Основные вопросы проектирования систем теплоснабжения городов [Текст] / Е.П. Шубин; - М.: Энергия, 1979. – 360 с.

26 Базовые енергоустановки и окружающая среда [Текст]: учеб. пособие / под ред. В.А. Маляренко; Харьков. гос. акад. міськ. госп-ва.- Х.: ХГАГХ, 2002. – 398 с.

27 СНиП II-6-75* Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов [Текст]. – М.: Стройиздат, 1981.- 77 с.

28 Дмитриев А.В. Городские инженерные сети [Текст] / А.В. Дмитриев, А.Б. Кетаев; - М.: Стройиздат, 1988.- 176 с.

29 Повышение эффективности работы тепловых пунктов [Текст] / Н.М. Зингер, В.Г. Бестолченко, А.А. Жидков. – М.: Стройиздат, 1990. – 185 с.

30 Теплоснабжение [Текст]: Учебник /под общ. ред. А.А. Ионина. – М.: Стройиздат, 1973. – 396 с

31 Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст]: справ. пособие / Л.Д. Богуславский, В.И. Ливчак, В.П. Титов и др.: Под общ. ред. Л.Д. Богуславского. – М.: Стройиздат, 1990. – 624 с.

32 Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем [Текст] / Н.М. Зингер. – М.: Энергоиздат, 1986. – 320 с.

33 Коломиец Н.Н. Технико-экономические показатели инженерного оборудования жилых районов с повышенной этажностью застройки [Текст] / Н.Н. Коломиец, И.Я. Панченко, Р.А. Флейдервиш // Градостроительство. Инженерное оборудование городов: науч.-техн. сб. – К.: Будівельник, 1968. – С. 36-43.

34 Козин В. Е. Теплоснабжение [Текст] / В.Е. Козин, Т.А. Левина, А.П. Марков. – М.: Высш. школа, 1980. – 408 с.

35 Атаманчук В.В. Містобудівні аспекти енергозбереження [Текст] / В.В. Атаманчук // Містобудування та територіальне планування: науч.-техн. зб. – К.: Техніки, 2006. – Вип.. 25. – С. 31-37.

36 Маляренко В.А. Основи теплофізики будівель та енергозбереження [Текст] / В.А. Маляренко. – Харків: „Вид. САГА”, 2006. – 484 с.

37 Тепловая изоляция [Текст] / под ред. Г.Ф. Кузнецова. – М.: Стройиздат, 1995. – 421 с.