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

«Підвищення ефективності енергоспоживання житла»

Виконав: студент 2 курсу, групи НФ-62
КоржовОлександрВолодимирович
спеціальність:
105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма: Прикладна фізика
енергетичних систем
Керівник:к.т.н. Казарова Інна Олександрівна

Рецензент:к.т.н., с.н.с.Горпинко Юрій Іванович

Харків – 2019

Додаток 18

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

Напрям підготовки 6.040204 — прикладна фізика

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Ю.М. Мацевитий
підпис ініціали, прізвище
"____" _____20___року

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

_____КоржовуОлександруВолодимировичу_____
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи:"Підвищення ефективності енергоспоживання житла"

керівник роботи __Казарова Інна Олександрівна, 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

Дослідження загальновідомих принципів передачі тепла. Аналіз теплових втрат оселі та їх розрахунок. Розрахунок тепловтрат з урахуванням характеристик різних матеріалів. Підвищення ефективності енергоспоживання житла шляхом впровадження енергоефективної припливно-витяжної вентиляції. Узагальнення підходів підвищення ефективності енергоспоживання житла.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Дослідження загальновідомих принципів передачі тепла.
2	Аналіз теплових втрат оселі та їх розрахунок.
3	Розрахунок тепловтрат з урахуванням характеристик різних матеріалів.
4	Підвищення ефективності енергоспоживання житла шляхом впровадження енергоефективної припливно-витяжної вентиляції.
5	Узагальнення підходів підвищення ефективності енергоспоживання житла.

5. Дата видачі
завдання_____

Студент _____ О.В.Коржов
підпис ініціали, прізвище

Керівник роботи _____ І.О.Казарова
підпис ініціали, прізвище

Перелік скорочень та абревіатур

[М1]–мінеральна вата для стелі мансарду повітряного прошарку

[М2]– мінеральна вата для стелі мансарди з просвітом між дахом та стелею, а також за наявності неопалюваного горища

[П1] - пінопласт для стелі мансарду повітряного прошарку

[П2] - пінопласт для стелі мансарди з просвітом між дахом та стелею, а також за наявності неопалюваного горища

Реферат

Коржов Олександр Володимирович «Підвищення ефективності енергоспоживання житла» (випускна робота магістра). –Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2019.-66 с.

Робота складається з вступу, 5 розділів, висновків; містить 7 рисунків, 8 таблиць, список використаних джерел з 51 найменування.

У роботі були виконані розрахунки теплових втрат для стін, стелі, підлоги і вікон. Для розрахунків були використані найнижчі, за опалювальний період, значення температур по заданому регіону. Розроблено рекомендації щодо зниження теплових втрат будівлі. Проаналізовано теплові опори використовуваних і рекомендованих матеріалів, підібрані матеріали, з якомога меншими тепловими втратами. Також враховані фізико-механічні властивості матеріалів, міцність.

Ключові слова: тепловитрати, будівельні матеріали, вентиляція, теплопровідність, теплові опори.

Abstract

KorzhovOleksandr Vladimirovich

"Improvingtheefficiencyofhousingenergyconsumption" (master'sthesis). - Kharkiv: V. N. KarazinKharkiv National University2019. -66 c.

The work consists of an introduction, 5 sections, conclusions; contains 7 drawings, 8 tables, list of used sources with 51 names.

The work performed calculations of heat loss for walls, ceilings, floors and windows. For the calculations, the lowest temperatures for the given region for the heating period were used. Recommendations have been developed to reduce the heat loss of the building. The thermal resistances of the used and recommended materials are analyzed, materials with the lowest possible heat loss are selected. The physical and mechanical properties of materials are also taken into account.

Keywords: heatconsumption, buildingmaterials, ventilation, thermal conductivity, thermal resistance.

ЗМІСТ

Перелік скорочень та абревіатур……..…..5

РЕФЕРАТИ……..4

ЗМІСТ……..…..7

ВСТУП……..8

РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГАЛЬНОВІДОМИХ ПРИНЦИПІВ ПЕРЕДАЧІ ТЕПЛА……..….10

1.2. Ознайомлення та аналіз паспорту будинку для подальших розрахунків…….……14

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ОСЕЛІ ТА ЇХ РОЗРАХУНОК…....17

РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИТРАТ З УРАХУВАННЯМ ХАРАКТЕРИСТИК РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ……..20

РОЗДІЛ 4 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛА ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ПРИПЛИВНО - ВИТЯЖНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ……..57

РОЗДІЛ 5 УЗАГАЛЬНЕННЯ ПІДХОДІВ ПІДВИЩЕНННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛА……..……...….60

ВИСНОВКИ……...…61

Список використаних джерел……..……....62

ВСТУП

Тема магістерської роботи «Підвищення ефективності енергоспоживання житла» досить актуальна оскільки більшість людей на планеті мають своє житло, оселі є сховищем від багатьох несприятливих умов. Але для цього треба знати, як можна модернізувати своє житло. Особливо в холодні зимові часи, коли треба максимально зберігати тепло в домі.

Основна мета роботи –дослідити тепловитрати для заданої оселі та визначити з якою конфігурацією матеріалів вони будуть максимально зменшені.

Мета та задачі роботи полягають в тому щоб зменшити тепловитрати в оселі, в які живуть люди, використовуючи різні матеріали для стін, вікон, стелі та підлоги та ізоляцію.Для того щоб реалізувати цю задачу потрібно було вирішити наступні завдання:дослідити загальновідомі принципи передачі тепла, проаналізувати теплові втрати оселі та їх розрахунок, зробити розрахунок тепловтрат з урахуванням характеристик різних матеріалів, розглянути підвищення ефективності енергоспоживання житла шляхом впровадження енергоефективної припливно-витяжної вентиляції, зробити узагальнення підходів підвищення ефективності енергоспоживання житла.

В нашому розпорядженні використовуються наступні дані: план дому (досліджуваного об’єкту), знання теплофізичних властивостей матеріалів. Неможна сказати, що дана робота є унікальною, бо чимало людей займалися схожими розрахунками, але вона була виконана для оселі з конкретними даними. Але ці знання надзвичайно корисні, адже це може допомогти в реальному житті.

Об`єктом дослідження є оселя.

Предмет дослідження –тепловтрати,різні будівельні матеріали.

Новизною роботи є – дослідження різних будівельних матеріалів та теплофізичних властивостей.

Практичне значення роботи: комбінації складових матеріалів стелі, стін, вікон та підлоги, які зменшать загальні тепловитрати та підвищити якість умов житла.

Особистий внесок полягає в проведені розрахунків різних конфігурацій матеріалу для оселі.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГАЛЬНОВІДОМИХ ПРИНЦИПІВ ПЕРЕДАЧІ ТЕПЛА

Розрахунок тепловитрат не такий складний, як може здатися на перший погляд. Але для цього треба розуміти, яким чином працює фізика теплофізичних процесів в житлі. В цьому може допомогти спеціальний прилад – тепловізор. (Рис. 1.1).

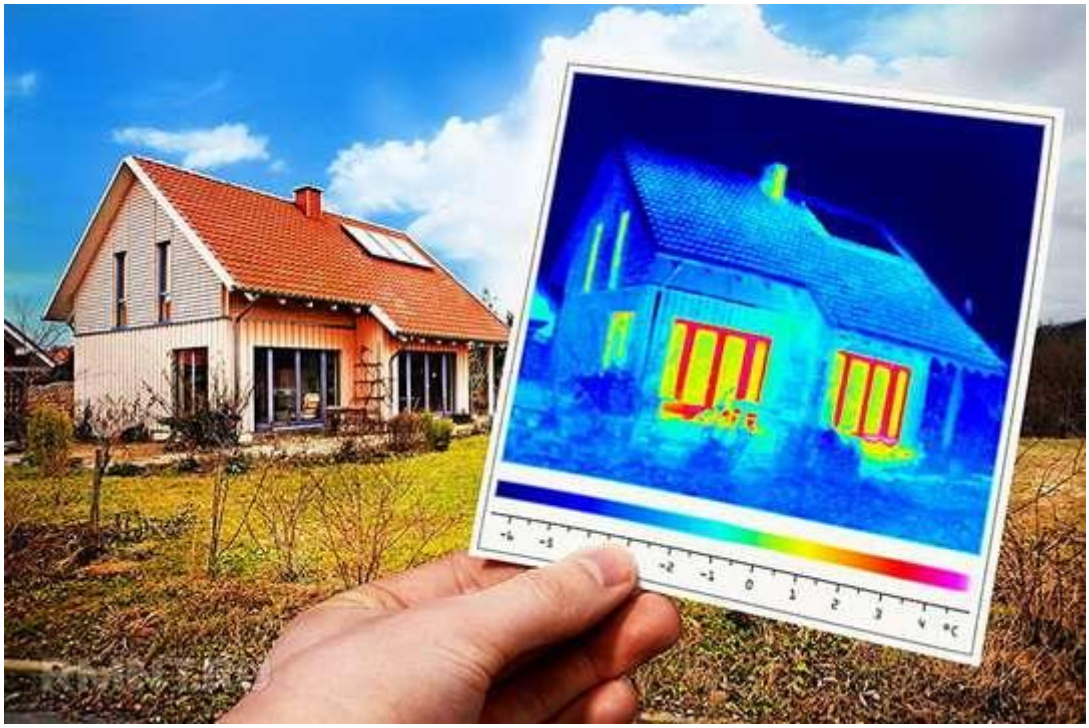


Рис 1.1. Фотографія дому, яка отримана з тепловізора.

Суть теплових явищ зрозуміти легко. Температура тіла чи ступінь його нагріву – є мірою інтенсивності коливань частинок, з яких складається тіло. Очевидно, що при зіткненні двох частинок та, у якої більша енергія, буду передавати енергію частинці, яка має меншу енергію, але не навпаки (із законів термодинаміки). Є ще шляхи обміном енергією, також передача можлива за рахунок квантів теплового випромінювання. При цьому базовий принцип залишається незмінним. Квант випромінений менш нагрітим тілом не має можливості передати свою енергію більш нагрітій елементарній

частинці.Він просто відбивається від неї та або передає енергію іншому атомові з меншою енергією або зникає. (Рис 1.2).

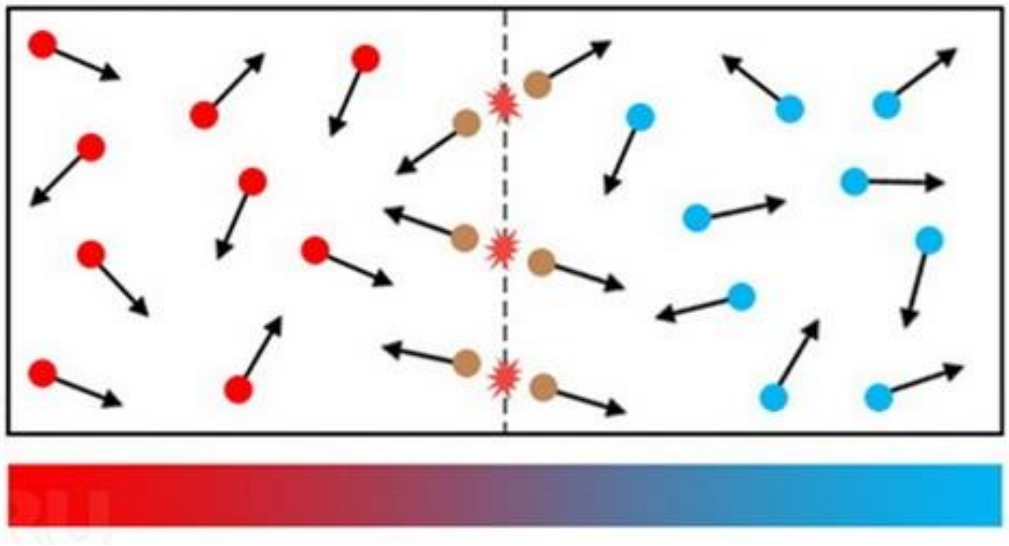


Рис 1.2. Передача тепла в твердому тілі (ліворуч області високої температури, праворуч – низької)

Термодинаміка цікава тим, що всі процеси, які в ній виконуються можна інтерпретувати від виглядом різноманітних моделей. Головне – виконувати основні постулати (для прикладу закон передачі енергії або термодинамічна рівновага). Тому розуміючи ці принципи, можна легко виконувати розрахунок тепловитрат, бо ви легко можете зрозуміти саму методику теплотехнічних розрахунків[1-51].

Супротив теплопередачі

Здатність матеріалу передавити тепло називається теплопередачею. В загальному випадку вона буде вищої чим більшою буде щільність речовини та чим краще його структура буде передавати механічні коливання. Величиною зворотнопропорційній тепловій провідності є термічним опором. Кожен матеріал має власне унікальне значення, яке буде залежати від структури, форми та інших факторів. Наприклад, ефективність теплопередачі в товщі матеріалів та їх зоні контакту з іншими середовищами можуть

відрізнятися. Особливо, якщо між матеріалами є хоча б мінімального розміру прошарок речовини в іншому агрегатному стані.

В контексті розрахунку тепловитрат термічний опір виконує визначаючу роль. Будь-яка огороджуючи конструкція може бути представлена плоска паралельна перешкода на шляху теплового потоку. Її загальний термічний опір складається з опору кожного слою. При чому всі перегородки складаються в просторову конструкцію – тобто будівлю[1-51].

Фактори, які впливають на тепловитрати

Теплові процеси гарно корелюються з електротехнічними. Тобто в ролі напруги виступає різниця температур, тепловий потік можна роздивлятися як силу току, а опір і залишається опором. Також в матеріалах є місце з найнижчим значенням опору, через яке буде проходити тепло. (Рис 1.3)

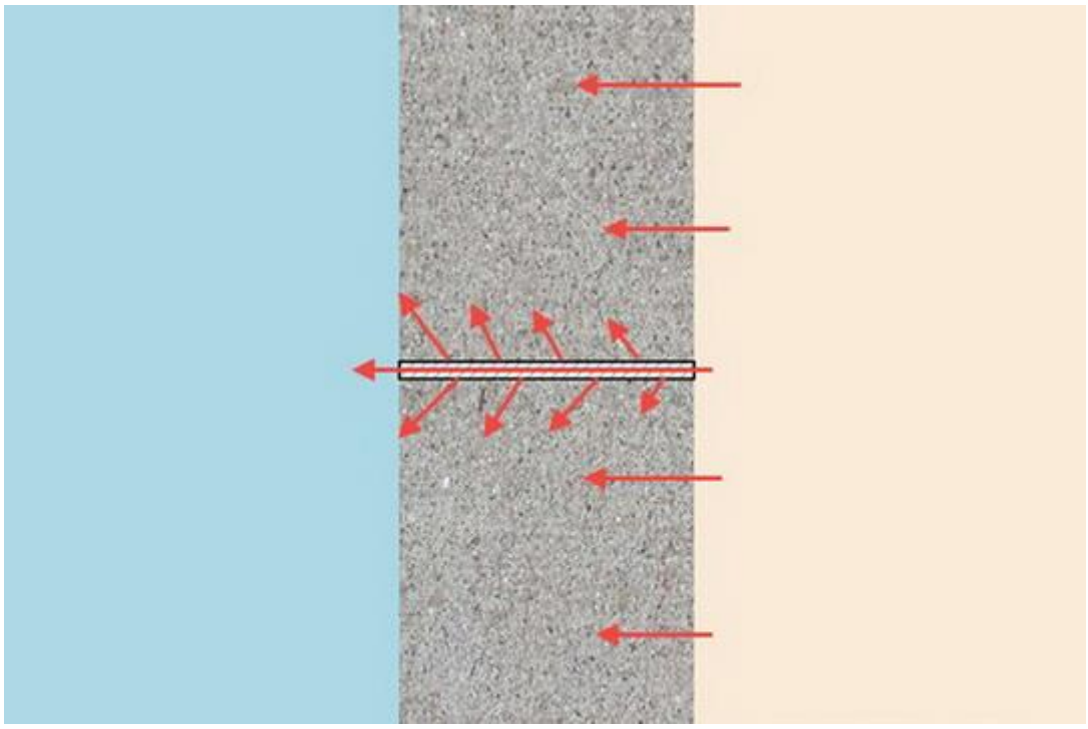


Рис 1.3. Тепловитрати через місце з найменшим опором.

Якщо розглядати довільний матеріал в розрізі, достатньо легко зрозуміти та визначити шлях теплового потоку на макрорівні та макрорівні. В якості першої моделі візьмемо бетонну стіну де є кріплення стальними

стрижнями довільного перетину. Сталі краще проводить тепло.Тому можна виділити три основних шляхів теплових потоків:

- через товщу бетону
- через стальні стрижні
- від стальних стрижнів до бетону.

Остання модель найцікавіша, бо стальний стрижеш швидше нагрівається. Тому ближче до зовнішньої частини стіни можна прослідкувати різницю температур двох матеріалів. Тобто сталь не тільки перекачує тепло само по собі а й підвищує теплову провідність прилягаючого бетону.

В пористих середовищах теплові процесі протікають схожим чином. Бо майже всі будівельні матеріали складаються з розгалуження павутини твердого тіла, яке заповнене повітрям. Таким чином основний провідник тепла – щільний твердий матеріал, який має складну структуру. Тому тепло розповсюджується по шляху більшого поперечного перетину. Тому інший фактор, який визначаєтермічний опір – неоднорідність кожного слою та й огороджувальної конструкції в загалом.

Третій фактор який впливає на теплопровідність – накопичення вологи в порах. Вода має термічний опір нижчий чим у повітря. Тому якщо волога накопичується в порах в цілому теплопровідність стає кращою, аніж якщо би її взагалі не було.

При замерзанні води ситуація стає гіршою, що збільшує показник теплопровідності.Джерелом вологи може бути кімнатне повітря та атмосферні опади. Тому паралельно треба займатися гідроізоляцією стін, використовувати захист від пару та зробити розрахунок накопичення вологи в стінах[1-51].

1.2. Ознайомлення та аналіз паспорту будинку для подальших розрахунків

Для виконання дипломної роботи науковий керівник запропонував використати наступний план оселі (рис. 1.4 та рис. 1.5) для Харкова.

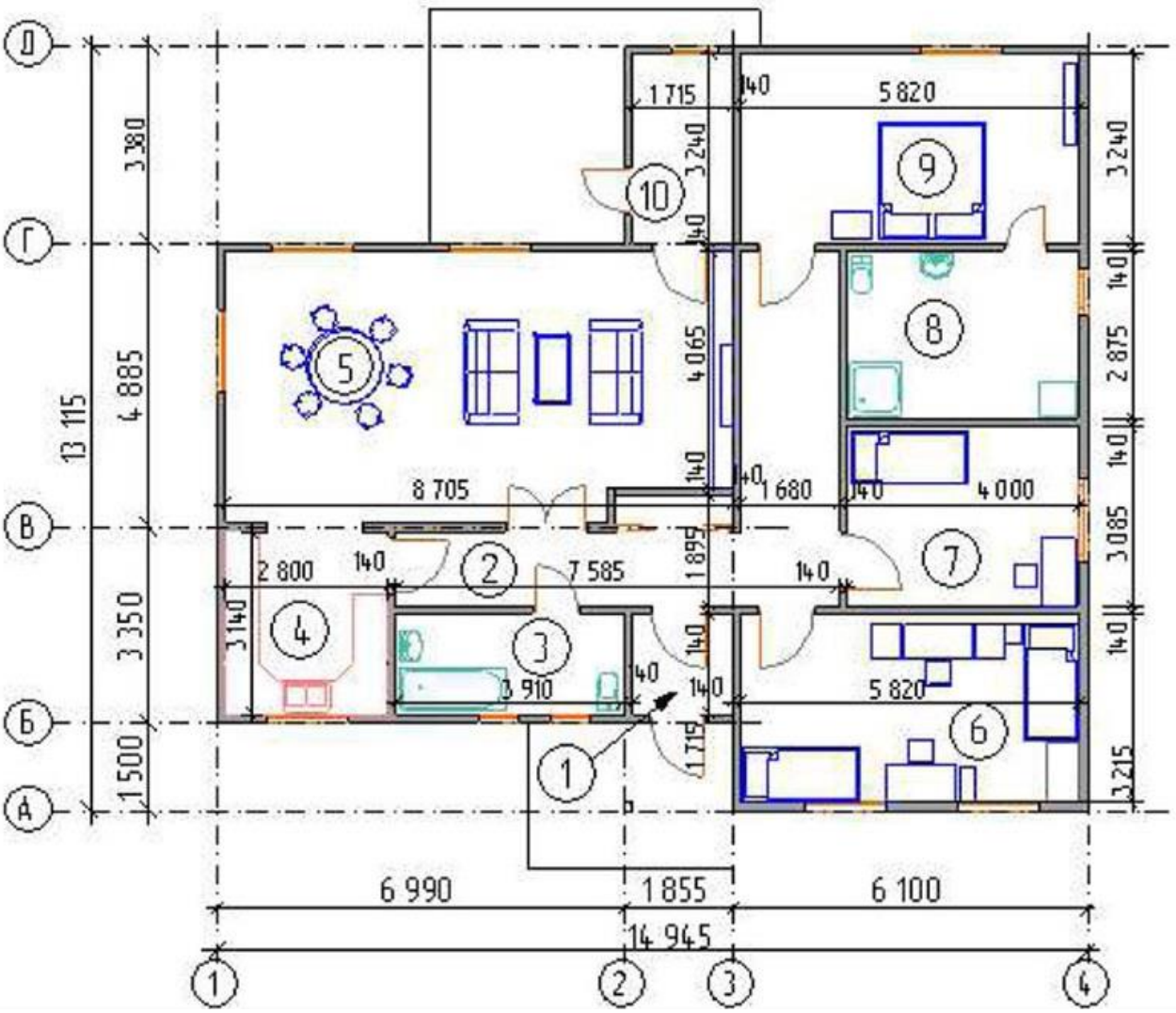


Рис. 1.4. План обраної оселі



Рис. 1.5. Вигляд фасаду обраної оселі

Таблиця 1.1

Експлікація оселі

№		Площа, $м^2$
1	Тамбур	2,94
2	Коридор	17,83
3	Ванна кімната	6,71
4	Кухня	8,79
5	Гостинна	40,70
6	Спальня	18,71
7	Спальня	12,34
8	Душова	11,50
9	Спальня	18,85
10	Котельна	5,56
Загальна площа		143,93

Висота оселі = 3 м.

Маємо 12 вікон (8 вікон з розміром 1,5х1,25м та 4 вікна 1х0,8м).

Запишемо довжини всіх сторін:

L_1 (4, 5) = 8,235 м

L_2(4, 3, 1) = 8,845 м

L_3(6) = 1,5м

L_4(6) = 6,1м

L_5(6, 7, 8, 9) = 12,835 м

L_6(9, 10) = 7,675 м

L_7(10) = 3,380м

L_8(5) = 6,85м

Порахуємо загальну довжину стіни:

$L_8=L_1+ L_2+ L_3+ L_4+ L_5+ L_6+ L_7+ L_8$= 8,235 + 8,845 + 1,5 + 6,1 + 12,835 +

+ 7,675 + 3,380 + 6,85 = 55,42 м.

$S_{ст}$ = 55,42 * 3 = 166,26 м^2 (це площа з урахуванням площі вікон).

$S_{вік}$ =8 * (1,5*1,25) + 4 * (1*0,8) = 8 * 1,875 + 4 * 0,8 = 18,2 м^2

$S_{ст}$ = 166,26 – 18,2 = 148, 06 м^2 (площа стін без вікон).

$S_{стл}$ = 2,94 + 17,83 + 6,71 + 8,79 + 40,70 + 18,71 + 12,34 + 11,5 + 18,85 +

+ 5,56 = 143,93 м^2

$S_п$ = 2,94 + 17,83 + 6,71 + 8,79 + 40,70 + 18,71 + 12,34 + 11,5 + 18,85 +

+ 5,56 = 143,93 м^2

Підлога складається з пінобетону (ρ=1200кг/м^3)

Вікна містять двокамерний склопакет.

Стеля зроблена з дубових дощечок (вздовж волокон) та утеплена мінеральною ватою.

Стіні зроблені з червоної керамічної щільної цегли, фанери мінеральної вати та піщаної штукатурки[1-51].

РОЗДІЛ 2
АНАЛІЗ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ОСЕЛІ ТА ЇХ РОЗРАХУНОК

Розрахунок тепловитрат оселі.

При ретельному підході для пристрою системи опалення дому треба розрахувати тепловитрати будівлі. Витрати тепла проходять через стіни, вікна, дах та підлогу першого поверху. Нижче наведені необхідні формули для розрахунку[1-51].

1. **Витрати тепла через стіни**. [3]

$$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов}) \quad (2.1)$$

$Q_{ст}$ – тепловитрати через стіни [Вт];

$k_{ст}$ – коефіцієнт теплопередачі стіни [Вт/м^2*град. С]

$F_{ст}$– площа стіни [м^2]

$t_{вн}$– температура повітря всередині [град. С]

$t_{зов}$– температура повітря зовні [град. С]

Розрахуємо $k_{ст}$:

$$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\cdots+\frac{dn}{\lambda n}+\frac{1}{\alpha зов}) \quad (2.2)$$

d_1 – товщина першого слою стіни [м]

λ_1 – коефіцієнт теплопровідності першого слою стіни [Вт/м*К]

d_2– товщина другого слою стіни [м]

λ_2 – коефіцієнт теплопровідності другого слою стіни [Вт/м*К]

$d_п$– товщина наступного слою стіни (якщо є) [м]

$\lambda_п$– коефіцієнт теплопровідності наступного слою стіни (якщо є) [Вт/м*К]

$\alpha_{вн}$– коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до стіни

(приймаємо значення рівним 8,7)

$\alpha_{зов}$– коефіцієнт тепловіддачі від стіни до зовнішнього повітря

(для зовнішніх стін без повітряного прошарку приймаємо значення 23)

2. Витрати тепла через вікна. [3]

$$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов}) \quad (2.3)$$

$Q_{вік}$ – тепловитрати через вікна [Вт];

$K_{вік}$ – коефіцієнт теплопередачі вікна [Вт/м^2*град. С]

$F_{вік}$ – площа вікон [м^2]

$t_{вн}$– температура повітря всередині [град. С]

$t_{зов}$– температура повітря зовні [град. С]

Розрахуємо $k_{вік}$:

$$k_{вік} = (k_{сп}*F_{сп} + k_р*F_р + P*\psi) / F_{заг} \quad (2.4)$$

$k_р$– коефіцієнт теплопередачі склопакету [Вт/м^2*град. С]

$F_{сп}$– площа склопакету [м^2]

$k_р$– коефіцієнт теплопередачі рами [Вт/м^2*град. С]$F_р$ – площа рами [м^2]

Р – периметр скла [м]

Ψ – коефіцієнт, який включає теплопередачу алюмінієвої полоси

(значення приймаємо рівним 0,07)

$F_{заг}$– загальна площа вікна.

3. Витрати тепла через стелю. [3]

$$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) \quad (2.5)$$

$Q_{стл}$ – тепловитрати через стелю[Вт];

$K_{стл}$ – коефіцієнт теплопередачі стелі [Вт/м^2*град. С]

$F_{стл}$– площа стелі [м^2]

$t_{вн}$– температура повітря всередині [град. С]

$t_{зов}$– температура повітря зовні [град. С]

Розрахуємо $k_{стл}$:

$$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \cdots + \frac{dn}{\lambda n} + \frac{1}{\alpha зов}) \quad (2.6)$$

d_1 – товщина першого слою стелі [м]

λ_1 – коефіцієнт теплопровідності першого слою стелі [Вт/м*К]

d_2– товщина другого слою стелі [м]

λ_2 – коефіцієнт теплопровідності другого слою стелі [Вт/м*К]

$d_п$– товщина наступного слою стелі (якщо є) [м]

$\lambda_п$– коефіцієнт теплопровідності наступного слою стелі (якщо є) [Вт/м*К]

$\alpha_{вн}$– коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до стелі

(приймаємо значення рівним 8,7)

$\alpha_{зов}$– коефіцієнт тепловіддачі від стелі до зовнішнього повітря

(для стелі мансарди повітряного прошарку значення приймаємо рівним 23)

(для стелі мансарди з просвітом між дахом та стелею, а також за наявності неопалюваного горища значення приймаємо рівним 12)

4. Витрати тепла через підлогу.[3]

$$Q_п = k_п * F_п * (t_{вн} - t_{зов}) \quad (2.7)$$

$Q_п$ – тепловитрати через підлогу [Вт];

$K_п$ – коефіцієнт теплопередачі підлоги [Вт/м^2*град. С]

$F_п$ – площа підлоги [м^2]

$t_{вн}$– температура повітря всередині [град. С]

$t_{зов}$– температура повітря/ґрунту зовні [град. С][1-51]

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИТРАТ З УРАХУВАННЯМ ХАРАКТЕРИСТИК РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ

Для підвищення енергоефективності споживання оселі, було вирішено зробити не підбором необхідних теплового насосу чи теплообмінника. А використати для цього детальне дослідження матеріальної бази. Тобто вибачаючи властивості матеріалів (особливо теплопровідність). Таким чином, можна дослідити, як будуть змінюватися тепловитрати окремих сегментів (стіни, вікна, підлога та стеля). Тоді буде можливо, знаючи характеристики тепловитрат цих секцій, підібрати оптимальній варіант для своєї оселі[1-51].

1. Розрахунок тепловитрат через підлогу.[13]

Беремо наступні параметри:
$t_{вн}$= +20C $t_{зов}$= +5C.

$S_п$ = 143,93 м^2

1.1 Матеріал бетон

λ =1,7 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 1,7 * 143,93 * (20-5) = 3670Вт = 3,67кВт.

1.2 Матеріал пінобетон ρ=400кг/м^3

λ =0,14 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,14 * 143,93 * (20-5) = 302Вт.

1.3 Матеріал пінобетон $\rho=800кг/м^3$

λ =0,26 Вт/м*К

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,26 * 143,93 * (20-5) = 561Вт.

1.4 Матеріал пінобетон $\rho=1200кг/м^3$

λ =0,38 Вт/м*К

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,38 * 143,93 * (20-5) = 820,4Вт.

1.5 Матеріал газобетон $\rho=600кг/м^3$

λ =0,18 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,18 * 143,93 * (20-5) = 388,6Вт.

1.6 Матеріал газобетон $\rho=700кг/м^3$

λ =0,23 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,23 * 143,93 * (20-5) = 496,6Вт.

1.7 Матеріал газобетон $\rho=800кг/м^3$

λ =0,28 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,28 * 143,93 * (20-5) = 604,5Вт.

1.8Матеріал дерево (береза)

λ =0,150 Вт/м*К .

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,150 * 143,93 * (20-5) = 323,8Вт.

1.9Матеріал дерево (дуб, поперек волокон)

λ =0,200 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,2 * 143,93 * (20-5) = 431,8Вт.

1.10Матеріал дерево (дуб, вдовж волокон)

λ = 0,400 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,4 * 143,93 * (20-5) = 863,6Вт.

1.11Матеріал дерево (ялина)

λ =0,110 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,11 * 143,93 * (20-5) = 237,5Вт.

1.12Матеріал дерево (кедр)

λ =0,095 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,095 * 143,93 * (20-5) = 205,1Вт.

1.13Матеріал дерево (клен)

λ =0,190 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,190 * 143,93 * (20-5) = 410,2Вт.

1.14Матеріал дерево (модрина)

λ = 0,130 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,130 * 143,93 * (20-5) = 280,7Вт.

1.15Матеріал дерево (липа)

λ = 0,150 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,150 * 143,93 * (20-5) = 323,8Вт

1.16Матеріал дерево (піхта)

λ = 0,150 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,150 * 143,93 * (20-5) = 323,8Вт

1.17Матеріал дерево (пробкове дерево)

λ = 0,045 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,045 * 143,93 * (20-5) = 97,2Вт.

1.18Матеріал дерево (сосна,поперек волокон)

λ =0,150 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,150 * 143,93 * (20-5) = 323,8Вт.

1.19Матеріал дерево (сосна,вдовж волокон)

λ =0,400 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,4 * 143,93 * (20-5) = 863,6Вт.

1.20Матеріал дерево (тополь)

λ =0,170 Вт/м*К.

$Q_п=k_п*F_п*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,17 * 143,93 * (20-5) = 367Вт.

Таблиця 3.1

Тепловитрати для матеріалів з бетону

№	Назва матеріалу	Тепловитрати, Вт
1	Бетон	3670
2	Пінобетон (ρ=400кг/м^3)	302
3	Пінобетон (ρ=800кг/м^3)	561
4	Пінобетон (ρ=1200кг/м^3)	820,4
5	Газобетон (ρ=600кг/м^3)	388,6
6	Газобетон (ρ=700кг/м^3)	496,6
7	Газобетон (ρ=800кг/м^3)	388,6

Таблиця 3.2

Тепловитрати для «дерев’яних» матеріалів

№	Назва матеріалу	Тепловитрати, Вт
1	Береза	323,8
2	Дуб,поперек волокон	431,8
3	Дуб,вдовж волокон	863,6
4	Ялина	237,5
5	Кедр	205,1
6	Клен	410,2
7	Модрина	280,7
8	Липа	323,8
9	Піхта	323,8
10	Пробкове дерево	97,2
11	Сосна,поперек волокон	323,8
12	Сосна,вдовж волокон	863,6
13	Тополь	367

Підведемо підсумки. Кращим варіантом із найменшими тепловитратами серед «бетонних» матеріалів є пінобетон (ρ=400кг/м^3) =302Вт; серед «дерев’яних» - пробкове дерево= 97,2Вт.

Ці розрахунки зроблені серед теплофізичних властивостей. Тому до уваги не бралися: водостійкість, механічна міцність, довговічність, ціна, тощо[1-51].

2. **Розрахунок тепловитрат через вікна.[13]**

Використовуємо наступні параметри:

$t_{вн}$= +20С $t_{зов}$= -25С.

$S_{вік}$ = 18,2 м^2

1. Одинарне скління (k = 5,0 Вт/м*К.)

$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 5 * 18,2 * (20-(-25)) = 4095Вт = 4,095кВт

2. Подвійне скління (k = 3,0 Вт/м*К.)

$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 3 * 18,2 * (20-(-25)) = 2457Вт = 2,457кВт

3. Потрійне скління (k = 2,0 Вт/м*К.)

$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 2 * 18,2 * (20-(-25)) = 1638Вт = 1,638кВт

4. Потрійне скління ізольоване (k = 1,8Вт/м*К.)

$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 1,8 * 18,2 * (20-(-25)) = 1474Вт = 1,474кВт

5. Однокамерній склопакет (k = 2,9Вт/м*К.)

$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 2,9 * 18,2 * (20-(-25)) = 2375Вт = 2,375кВт

6. Однокамерній склопакет з селективним покриттям (k = 2,3Вт/м*К.)

$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 2,3 * 18,2 * (20-(-25)) = 1883Вт = 1,883кВт

7. Двокамерний склопакет (k = 2,3Вт/м*К.)

$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 2,3 * 18,2 * (20-(-25)) = 1883Вт = 1,883кВт

8. Двокамерний склопакет з аргоновим заповнювачем (k = 1,9Вт/м*К.)

$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 1,9 * 18,2 * (20-(-25)) = 1556Вт = 1,556кВт

9. Подвійне скління в роздільних палітурках (k = 2,3Вт/м*К.)

$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 2,3 * 18,2 * (20-(-25)) = 1883Вт = 1,883кВт

10. Два однокамерних склопакетів в спарених палітурках. (k = 1,43Вт/м*К.)

$Q_{вік}=k_{вік}*F_{вік}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 1,43 * 18,2 * (20-(-25)) = 1171Вт = 1,171кВт[1-51]

Таблиця 3.3

Тепловитрати для різних типів вікон

№	Типи вікон	Тепловитрати кВт
1	Одинарне скління	4,095
2	Подвійне скління	2,457
3	Потрійне скління	1,638
4	Потрійне скління ізольоване	1,474
5	Однокамерній склопакет	2,375
6	Однокамерний склопакет з селективним покриттям	1,883
7	Двокамерний склопакет	1,883
8	Двокамерний склопакет з аргоновим заповнювачем	1,556
9	Подвійне скління в роздільних палітурках	1,883
10	Два однокамерних склопакета в спарених палітурках	1,171

Зробивши розрахунки вияснили, що менше випускає тепло до зовнішньої середи вікно з двома однокамерними склопакетами в спарених палітурках = 1,171 кВт. Знову, для кращого вибору вікна треба дивитися не тільки на його тепловитрати, а ще й на довговічність, прозорість, звукоізоляцію та ціну. Адже кожен досягає тих умов, які буду для нього комфортні[1-51].

3. Розрахунок тепловитрат через стелю.[13]

Використовуємо наступні параметри:

$t_{вн}$= +20С $t_{зов}$= -25С.

$S_{вік}$ = 143,93 м^2

Товщина стелі 200мм, де дерево – 150мм, мінеральна вата/пінопласт – 50мм.

Мінеральна вата(М) λ =0,035 Вт/м*К, пінопласт(П) = 0,037 Вт/м*К

$\alpha_{вн}$ =8,7

$\alpha_{зов}$ = 23 (для стелі мансарди повітряного прошарку) (1)

$\alpha_{зов}$ = 12 (для стелі мансарди з просвітом між дахом та стелею, а також за наявності неопалюваного горища) (2)

Матеріал дерево (береза)

λ =0,150 Вт/м*К .

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 1+ 1,43)=

= 1/ 2,622 = 0,38 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,38 * 143,93 * (20-(-25)) = 2461 Вт = 2,461 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,15}{0,15}+\frac{0,05}{0,035}+\frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 1+ 1,43)=

= 1/ 2,556 = 0,39 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,39 * 143,93 * (20-(-25)) = 2525 Вт = 2,525 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,15}{0,15}+\frac{0,05}{0,035}+\frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 1+ 1,35)=

= 1/ 2,542 = 0,39 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,38 * 143,93 * (20-(-25)) = 2525 Вт = 2,525 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,15}{0,15}+\frac{0,05}{0,035}+\frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 1+ 1,35)=

= 1/ 2,476 = 0,40 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,40 * 143,93 * (20-(-25)) = 2590 Вт = 2,590 кВт [П2]

Матеріал дерево (дуб, поперек волокон)

λ =0,200 Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,15}{0,15}+\frac{0,05}{0,035}+\frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 0,75+

+1,43) = 1/ 2,372 = 0,42 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,42 * 143,93 * (20-(-25)) = 2720 Вт = 2,720 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 0,75+ +1,43)= 1/ 2,306 = 0,43 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,43 * 143,93 * (20-(-25)) = 2785 Вт = 2,785 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 0,75+ +1,35)= 1/ 2,292 = 0,44 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,44 * 143,93 * (20-(-25)) = 2849 Вт = 2,849 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 0,75+ 1,35) = 1/ 2,226 = 0,54 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,45 * 143,93 * (20-(-25)) = 2914 Вт = 2,914 кВт [П2]

Матеріал дерево (дуб, вдовж волокон)

λ = 0,400 Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 0,375+$

$+1,43) = 1/ 1,977 = 0,51$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,51 * 143,93 * (20-(-25)) = 3303$ Вт = 3,303 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 0,375+$

$+1,43)= 1/ 1,931 = 0,52$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,52 * 143,93 * (20-(-25)) = 3367$ Вт = 3,367 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 0,375+$

$+1,35)= 1/ 1,917 = 0,52$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,52 * 143,93 * (20-(-25)) = 3367$ Вт = 3,367 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 0,375+$

$1,35) = 1/ 1,851 = 0,54$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,54 * 143,93 * (20-(-25)) = 3497$ Вт = 3,497 кВт [П2]

Матеріал дерево (ялина)

λ =0,110 Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 1,36+ +1,43) = 1/ 2,982 = 0,34 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,34 * 143,93 * (20-(-25)) = 2202 Вт = 2,202 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 1,36+ +1,43)= 1/ 2,916 = 0,34 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,34 * 143,93 * (20-(-25)) = 2202 Вт = 2,202 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 1,36+ +1,35)= 1/ 2,902 = 0,34 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,34 * 143,93 * (20-(-25)) = 2202 Вт = 2,202 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 1,36+ 1,35) = 1/ 2,836 = 0,54 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,35 * 143,93 * (20-(-25)) = 2266 Вт = 2,266 кВт [П2]

Матеріал дерево (кедр)

λ =0,095 Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,15}{0,15}+\frac{0,05}{0,035}+\frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 1,58+ +1,43) = 1/ 3,202 = 0,31 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,31 * 143,93 * (20-(-25)) = 2007 Вт = 2,007 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,15}{0,15}+\frac{0,05}{0,035}+\frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 1,58+ +1,43)= 1/ 2,916 = 0,34 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,34 * 143,93 * (20-(-25)) = 2202 Вт = 2,202 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,15}{0,15}+\frac{0,05}{0,035}+\frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 1,58+ +1,35)= 1/ 3,136 = 0,32 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,32 * 143,93 * (20-(-25)) = 2072 Вт = 2,072 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 1,58+ 1,35)$

$= 1/ 3,056 = 0,54$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,32 * 143,93 * (20-(-25)) = 2072$ Вт = 2,072 кВт [П2]

Матеріал дерево (клен)

$\lambda = 0,190$ Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 0,79+$

$+1,43) = 1/ 2,412 = 0,41$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,41 * 143,93 * (20-(-25)) = 2655$ Вт = 2,655 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 0,79+$

$+1,43)= 1/ 2,346 = 0,43$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,43 * 143,93 * (20-(-25)) = 2785$ Вт = 2,785 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 0,79+$

$+1,35)= 1/ 2,332 = 0,43$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,43 * 143,93 * (20-(-25)) = 2785$ Вт = 2,785 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 0,79+ 1,35)$

$= 1/ 2,266 = 0,42$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,44 * 143,93 * (20-(-25)) = 2849$ Вт = 2,849 кВт [П2]

Матеріал дерево (модрина)

$\lambda = 0,130$ Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 1,15+$

$+1,43) = 1/ 2,772 = 0,36$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,36 * 143,93 * (20-(-25)) = 2331$ Вт = 2,331 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 1,15+$

$+1,43)= 1/ 2,706 = 0,37$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,37 * 143,93 * (20-(-25)) = 2396$ Вт = 2,396 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 1,15+$

$+1,35)= 1/ 2,692 = 0,37$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,37 * 143,93 * (20-(-25)) = 2396 Вт = 2,396 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 1,15+ 1,35)

= 1/ 2,626 = 0,42 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,38 * 143,93 * (20-(-25)) = 2461 Вт = 2,461 кВт [П2]

Матеріал дерево (липа)

λ = 0,150 Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 1+ 1,43)=

= 1/ 2,622 = 0,38 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,38 * 143,93 * (20-(-25)) = 2461 Вт = 2,461 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 1+ 1,43)=

= 1/ 2,556 = 0,39 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,39 * 143,93 * (20-(-25)) = 2525 Вт = 2,525 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 1+ 1,35)=

= 1/ 2,542 = 0,39 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,38 * 143,93 * (20-(-25)) = 2525 Вт = 2,525 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 1+ 1,35)=

= 1/ 2,476 = 0,40 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,40 * 143,93 * (20-(-25)) = 2590 Вт = 2,590 кВт [П2]

Матеріал дерево (піхта)

λ = 0,150 Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 1+ 1,43)=

= 1/ 2,622 = 0,38 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,38 * 143,93 * (20-(-25)) = 2461 Вт = 2,461 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 1+ 1,43)=

= 1/ 2,556 = 0,39 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,39 * 143,93 * (20-(-25)) = 2525 Вт = 2,525 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 1+ 1,35)=$

$= 1/ 2,542 = 0,39$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,38 * 143,93 * (20-(-25)) = 2525$ Вт = 2,525 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 1+ 1,35)=$

$= 1/ 2,476 = 0,40$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,40 * 143,93 * (20-(-25)) = 2590$ Вт = 2,590 кВт [П2]

Матеріал дерево (пробкове дерево)

$\lambda = 0,045$ Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 3,3+$

$+1,43) = 1/ 4,922 = 0,20$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,20 * 143,93 * (20-(-25)) = 1295$ Вт = 1,295 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 3,3+$

$+1,43)= 1/ 4,856 = 0,21$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,21 * 143,93 * (20-(-25)) = 1360$ Вт = 1,360 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 3,3+$

$+1,35)= 1/ 4,842 = 0,21$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,21 * 143,93 * (20-(-25)) = 1360$ Вт = 1,360 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23}) = 1/(0,126 + 3,3+$

$+1,35) = 1/ 4,776 = 0,54$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,21 * 143,93 * (20-(-25)) = 1360$ Вт = 1,360 кВт [П2]

Матеріал дерево (сосна,поперек волокон)

λ =0,150 Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 1+ 1,43)=$

$= 1/ 2,622 = 0,38$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,38 * 143,93 * (20-(-25)) = 2461$ Вт = 2,461 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 1+ 1,43)=$

$= 1/ 2,556 = 0,39$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,39 * 143,93 * (20-(-25)) = 2525 Вт = 2,525 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 1+ 1,35)=

= 1/ 2,542 = 0,39 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,38 * 143,93 * (20-(-25)) = 2525 Вт = 2,525 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,126 + 1+ 1,35)=

= 1/ 2,476 = 0,40 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,40 * 143,93 * (20-(-25)) = 2590 Вт = 2,590 кВт [П2]

Матеріал дерево (сосна,вдовж волокон)

λ =0,400 Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})$= 1/(0,192 + 0,375+

+1,43) = 1/ 1,977 = 0,51 Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,51 * 143,93 * (20-(-25)) = 3303 Вт = 3,303 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 0,375+$

$+1,43)= 1/ 1,931 = 0,52$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,52 * 143,93 * (20-(-25)) = 3367$ Вт = 3,367 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 0,375+$

$+1,35)= 1/ 1,917 = 0,52$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,52 * 143,93 * (20-(-25)) = 3367$ Вт = 3,367 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 0,375+$

$1,35) = 1/ 1,851 = 0,54$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,54 * 143,93 * (20-(-25)) = 3497$ Вт = 3,497 кВт [П2]

Матеріал дерево (тополь)

$\lambda = 0,170$ Вт/м*К.

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 0,88+$

$+1,43) = 1/ 2,502 = 0,40$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,40 * 143,93 * (20-(-25)) = 2590$ Вт = 2,590 кВт [М1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 0,88+$

$+1,43)= 1/ 2,436 = 0,41$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,41 * 143,93 * (20-(-25)) = 2655$ Вт = 2,655 кВт [М2]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,192 + 0,88+$

$+1,35)= 1/ 2,422 = 0,41$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,41 * 143,93 * (20-(-25)) = 2655$ Вт = 2,655 кВт [П1]

$k_{стл} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{1}{\alpha зов} = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{1}{23})= 1/(0,126 + 0,88+ 1,35)$

$= 1/ 2,356 = 0,42$ Вт/м*К .

$Q_{стл}=k_{стл}*F_{стл}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,42 * 143,93 * (20-(-25)) = 2720$ Вт = 2,720 кВт [П2]

Таблиця 3.4

Тепловитрати для матеріалів з дерева з мінеральною ватою

№	Назва матеріалу	Тепловитрати з $\alpha_{зов}$ = 23, кВт	Тепловитрати з $\alpha_{зов}$ = 12, кВт
1	Береза	2,461	2,525
2	Дуб, поперек волокон	2,720	2,785
3	Дуб, вздовж волокон	3,303	3,367
4	Ялина	2,202	2,202
5	Кедр	2,007	2,202
6	Клен	2,655	2,785
7	Модрина	2,331	2,396
8	Липа	2,461	2,525
9	Піхта	2,461	2,525
10	Пробкове дерево	1,295	1,360
11	Сосна, поперек волокон	2,461	2,525
12	Сосна, вздовж волокон	3,303	3,367
13	Тополь	2,590	2,655

Таблиця 3.5

Тепловитрати для матеріалів з дерева з пінопластом

№	Назва матеріалу	Тепловитрати з $\alpha_{зов}$ = 23, кВт	Тепловитрати з $\alpha_{зов}$ = 12, кВт
1	Береза	2,525	2,590
2	Дуб, поперек волокон	2,849	2,914
3	Дуб, вздовж волокон	3,367	3,497
4	Ялина	2,202	2,266
5	Кедр	2,072	2,072
6	Клен	2,785	2,849
7	Модрина	2,396	2,461
8	Липа	2,525	2,590
9	Піхта	2,525	2,590
10	Пробкове дерево	1,360	1,360
11	Сосна, поперек волокон	2,525	2,590
12	Сосна, вздовж волокон	3,367	3,497
13	Тополь	2,655	2,720

Проаналізувавши отримані дані, можна визначити, що менше значення тепловитрат має пробкове дерево (1,295/ 1360 – мінеральна вата для повітряного прошарку та неопалюваного горища; 1360/1360 – пінопласт для тих же умов). Але з пробкового дерево не дуже міцне, то кращим після нього буду варіант з кедром (2,007/2,202 – мінеральна вата та 2,072/2,072 –

пінопласт. В даному розрахунку використано 2 утеплювача – мінеральна вата та пінопласт. З результатів видно, що мінеральна вата має трохи кращі показники тепловитрат аніж пінопласт. Але ця різниця незначна. Тому якщо треба утеплити стелю, до вибору треба підійти ретельно. Мінеральна вата гарно тримає тепло. Але якщо утеплювати ним стелю, то треба робити так, щоб стріха не протікала. Вода погано впливає на мінеральну вату, приводить до її деформації та погіршення ефективності до 50 відсотків. Що приведе до її скорішої заміни. Пінопласт – гарний тепло ізолятор. Дуже дешевий, легкий. Оптимальний варіант, на мою думку, для утеплення стелі. (особливо у випадку наявності неопаленого горища). Тому що пінопласт легко горить та дуже крихкий[1-51].

4. Розрахунок тепловитрат через стіни.[13]

В цьому підрозділі не будуть розраховуватися стіни, зроблені з дерева. Хоча вони мають класну теплоізоляцію, вони дуже дорогі плюс треба використовувати колоди з діаметром 35-45 см. (оптимальна товщина). С часом вони окуплять себе повністю.Тому буде розрахунок використовуючи цегляні та бетоні вироби.

Використовуємо наступні параметри:

$t_{вн}$= +20С $t_{зов}$= -25С.

$S_{ст}$ = 148, 06 м^2

Товщина стіни 500мм, де піщана штукатурка – 10мм, цегла/бетон –385мм мінеральна вата – 100мм, фанера – 5мм

цементна піщана штукатурка λ = 0,93 Вт/м · К;

плита мінеральної вати λ = 0,09 Вт/м · К;

фанера λ = 0,18 Вт/м · К.

$\alpha_{вн}$– коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до стіни = 8,7

$\alpha_{зов}$– коефіцієнт тепловіддачі від стіни до зовнішнього повітря

для зовнішніх стін без повітряного прошарку = 23

1Матеріал бетон

λ =1,7 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{1,7} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 0,21) = 1/1,552 = 0,64 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,64 * 148,06 * (20-(-25)) = 4264 Вт = 4,264 кВт

2 Матеріал пінобетон ρ=400кг/м^3

λ =0,14 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0,14} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 2,5) = 1/3,842 = 0,26 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,26 * 148,06 * (20-(-25)) = 1732 Вт = 1,732 кВт

3 Матеріал пінобетон ρ=800кг/м^3

λ =0,26 Вт/м*К

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0,26} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 1,35) = 1/2,692 = 0,37 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,37 * 148,06 * (20-(-25)) = 2465 Вт = 2,465 кВт

4 Матеріал пінобетон ρ=1200кг/м^3

λ =0,38 Вт/м*К

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{d3}{\lambda 3}+\frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,93}+\frac{0,35}{0,38}+\frac{0,1}{0,09}+\frac{0,005}{0,18}+\frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 0,92) = 1/2,262 = 0,44 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,44 * 148,06 * (20-(-25)) = 2932 Вт = 2,932 кВт

5 Матеріал газобетон ρ=600кг/м^3

λ =0,18 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{d3}{\lambda 3}+\frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,93}+\frac{0,35}{0,18}+\frac{0,1}{0,09}+\frac{0,005}{0,18}+\frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 1,94) = 1/3,282 = 0,30 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,30 * 148,06 * (20-(-25)) = 1999 Вт = 1,999 кВт

6 Матеріал газобетон ρ=700кг/м^3

λ =0,23 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{d3}{\lambda 3}+\frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,93}+\frac{0,35}{0,23}+\frac{0,1}{0,09}+\frac{0,005}{0,18}+\frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 1,52) = 1/2,862 = 0,35 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,35 * 148,06 * (20-(-25)) = 2332 Вт = 2,322 кВт

7Матеріал газобетон ρ=800кг/м^3

λ =0,28 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{d3}{\lambda 3}+\frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,93}+\frac{0,35}{0,28}+\frac{0,1}{0,09}+\frac{0,005}{0,18}+\frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 1,25) = 1/2,592 = 0,39 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,39 * 148,06 * (20-(-25)) = 2598 Вт = 2,598 кВт

8 Матеріалцеглапіношамотна

λ =0,1 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{d3}{\lambda 3}+\frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,93}+\frac{0,35}{0,1}+\frac{0,1}{0,09}+\frac{0,005}{0,18}+\frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 3,5) = 1/4,842 = 0,21 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,21 * 148,06 * (20-(-25)) = 1399 Вт = 1,399 кВт

9 Матеріалцегладіатомова

λ =0,12 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0,12} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

$= 1/(0,192 + 1,15+ 2,92) = 1/4,262 = 0,23$ Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,23 * 148,06 * (20-(-25)) = 1532$ Вт = 1,532 кВт

10 Матеріалцеглаізоляційна

$\lambda = 0,14$ Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0,14} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

$= 1/(0,192 + 1,15+ 2,5) = 1/3,842 = 0,26$ Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,26 * 148,06 * (20-(-25)) = 1732$ Вт = 1,732 кВт

11 Матеріалцеглатрепельна

$\lambda = 0,27$ Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0,27} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

$= 1/(0,192 + 1,15+ 1,3) = 1/2,642 = 0,38$ Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,38 * 148,06 * (20-(-25)) = 2532$ Вт = 2,532 кВт

12 Матеріалцеглачервона керамічна з порами

λ =0,44 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0,44} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 0,8) = 1/2,142 = 0,47 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,47 * 148,06 * (20-(-25)) = 3131 Вт = 3,131 кВт

13 Матеріалцегласилікатнаρ=1600кг/м^3

λ =0,9 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0,9} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 0,39) = 1/1,732 = 0,58 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,58 * 148,06 * (20-(-25)) = 3864 Вт = 3,864 кВт

14 Матеріалцеглашлакова

λ =0,6 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0,6} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 1,58) = 1/1,922 = 0,52 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,52 * 148,06 * (20-(-25)) = 3465 Вт = 3,465 кВт

15 Матеріалцеглачервона керамічна щільна ρ=2000кг/м^3

λ =0,74 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0.74} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 0,47) = 1/1,742 = 0,57 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,57 * 148,06 * (20-(-25)) = 3798 Вт = 3,798 кВт

16 Матеріалцеглаклінкерна повнотіла ρ=2000кг/м^3

λ =0,9 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0,9} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 0,39) = 1/1,732 = 0,58 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,58 * 148,06 * (20-(-25)) = 3864 Вт = 3,864 кВт

17 Матеріалцеглашамотна

λ =0,85 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{0,85} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 0,41) = 1/1,752 = 0,57 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,57 * 148,06 * (20-(-25)) = 3798 Вт = 3,798 кВт

18 Матеріалцегладинасоваρ=2050кг/м^3

λ =0,92 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{d3}{\lambda 3}+\frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,93}+\frac{0,35}{0,92}+\frac{0,1}{0,09}+\frac{0,005}{0,18}+\frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 0,38) = 1/1,722 = 0,58 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,58 * 148,06 * (20-(-25)) = 3864 Вт = 3,864 кВт

19 Матеріалцеглахромітоваρ=3550кг/м^3

λ =1,25 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн}+\frac{d1}{\lambda 1}+\frac{d2}{\lambda 2}+\frac{d3}{\lambda 3}+\frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,93}+\frac{0,35}{1,25}+\frac{0,1}{0,09}+\frac{0,005}{0,18}+\frac{1}{23}) =$

= 1/(0,192 + 1,15+ 0,28) = 1/1,722 = 0,56 Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов})$ = 0,56 * 148,06 * (20-(-25)) = 3731 Вт = 3,731 кВт

20 Матеріалцеглахромомагнезитова

λ =1,95 Вт/м*К.

$k_{ст} = 1/(\frac{1}{\alpha вн} + \frac{d1}{\lambda 1} + \frac{d2}{\lambda 2} + \frac{d3}{\lambda 3} + \frac{1}{\alpha зов}) = 1/(\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{0,35}{1,95} + \frac{0,1}{0,09} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{1}{23}) =$

$= 1/(0,192 + 1,15+ 0,18) = 1/1,522 = 0,66$ Вт/м*К .

$Q_{ст}=k_{ст}*F_{ст}*(t_{вн}-t_{зов}) = 0,66 * 148,06 * (20-(-25)) = 4397$ Вт = 4,397 кВт

Таблиця 3.6

Тепловитрати стіни в основі з бетонних матеріалів

№	Назва матеріалу	Тепловитрати, кВт
1	Бетон	4,264
2	Пінобетон (ρ=400кг/м^3)	1,732
3	Пінобетон (ρ=800кг/м^3)	2,465
4	Пінобетон (ρ=1200кг/м^3)	2,932
5	Газобетон (ρ=600кг/м^3)	1,999
6	Газобетон (ρ=700кг/м^3)	2,322
7	Газобетон (ρ=800кг/м^3)	2,598
1	Цегла піношамотна	1,399
2	Цегла діатомова	1,522
3	Цегла ізоляційна	1,732
4	Цегла трепельна	2,532
5	Цегла червона керамічна з порами	3,131
6	Цегла силікатна	3,864
7	Цегла шлакова	3,465

Таблиця3.7

Тепловитрати стіни в основі з цегляних матеріалів

№	Назва матеріалу	Тепловитрати, кВт
8	Цегла червона керамічна щільна	3,798
9	Цегла клінкерна повнотіла	3,864
10	Цегла шамотна	3,798
11	Цегла динасова	3,864
12	Цегла хромітова	3,731
13	Цегла хромомагнезитова	4,397

Проаналізувавши отримані результати, можна сказати що найменші тепловитрати для стіни з певною конфігурацією серед бетонових виробів краще тримає тепло пінобетон (ρ=400кг/м^3) =1,732 кВт. Хоча краще буде брати вжегазобетон (ρ=600кг/м^3) =1,999 кВт, так як різниця в них невелика, а газобетон буде міцнішим.

Серед цегликраще тримає тепло піно шамотна цегла = 1,399 кВт. Хоча міцнішим буде трепельна цегла = 2,532. Але вона поглинає до 35 відсотків вологи. Тому перед цим його доведеться обробити волостійкими (гідрофобним) розчином[1-51].

Розрахунок тепловитрат для обраного плану оселі.

Щоб знайти загальні тепловитрати для оселі треба знайти тепловитрати для стелі, стін, вікон та підлоги. Для цього використаємо данні занесені до таблиць (1-7)

$Q_{п}$ = 820,4Вт = 0,820 кВт

$Q_{вік}$ = 1,883 кВт

$Q_{стл}$ = 3,367 кВт

$Q_{ст}$ = 3,798 к Вт

$Q_{заг}=Q_{п}+Q_{вік}+Q_{стл}+Q_{ст}$= 0,820 + 1,883 +, 3,367 + 3,798 = 9, 468 кВт

Тому використовуючи данні з таблиць (1-7) пропоную нову збірку и розрахуємо загальні тепловитрати

$Q_{п}$ = 820,4Вт = 0,820 кВт

$Q_{вік}$ = 1,171 кВт (два однокамерних склопакета в спарених палітурках)

$Q_{стл}$ = 3,497 кВт (той самий дуб, тільки з використанням пінопласту.)

$Q_{ст}$ = 2,532 к Вт (трепельна цегла)

$Q_{заг}=Q_{п}+Q_{вік}+Q_{стл}+Q_{ст}$= 0,820 + 1,171 +, 3,497 + 2,532 = 8, 02 кВт

Таким чином отримана нова збірка буде кращою, так як будемо витрачати тепла на (приблизно) 1,5к Вт менше. Причому матеріали для такої збірки будуть дешевшими. Підлогу вирішив залишити ту саму, бо воно міцна, а це важливо для цілісності всієї оселі, хоча було чимало варіантів, де можна зекономити до 0,5 кВт. (але ці опції або дорожче, або не такій міцні)[1-51].

РОЗДІЛ 4

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛА ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ПРИПЛИВНО - ВИТЯЖНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Знижена повітропроникність зовнішніх огороджувальних конструкцій пасивних будинків і підвищені вимоги до мікроклімату в них вимагають припливно-витяжної механічної вентиляції,обладнаної перехресним рекуператором 15, частка повернення тепла якого повинна становити не менше 75%. Принцип роботи даної системи вентиляції полягає в наступному. Зовнішнє повітря проходить через припливні грати 7, очищається в повітряному фільтрі 13 і надходить в пластинчастий рекуператор 15, в який одночасно надходить відпрацьоване, забруднене витяжне повітря. У рекуператорі відбувається віддача видаленим внутрішнім повітрям теплоти припливному зовнішньому повітрю. Сучасні рекуператори з високим значенням повернення тепла мають стінки з мембрани, що повертають також приховану теплоту пропущенихнею водяних парів теплого повітря. Мембрана пропускає через себе тільки молекули води, залишаючи забруднювачі в витяжному повітрі.

Дані теплообмінники допускається застосовувати при температурі зовнішнього повітря не нижче $t_н$ = -25 ° С. У регіонах, з більш низькими температурами передбачається використання подвійних і потрійних перекрестних теплообмінників, без мембрани, що дозволяє виключити випадіння і замерзання в них конденсату при температурах внутрішнього повітря $t_в$ = 20 ° С і зовнішнього повітря - до $t_н$ = -35 ° С. Підігрівання припливного повітря до його розрахункової температури проводиться в повітрянагрівачі 16.

Подача і видалення повітря з приміщень будівлі здійснюється за допомогою канальних вентиляторів 9 і 10. Очищення припливного і

витяжного повітря до рекуператора фільтрами 13, 14 необхідна для запобігання забруднення його теплообмінних поверхонь. Для захисту від шуму вентиляторів передбачені шумопоглиначі 11, 12.

При економічному обґрунтуванні також допускається влаштування ґрунтового теплообмінника 2, який використовується для попереднього підігрівуповітря в холодний період і охолодження в теплий період року.

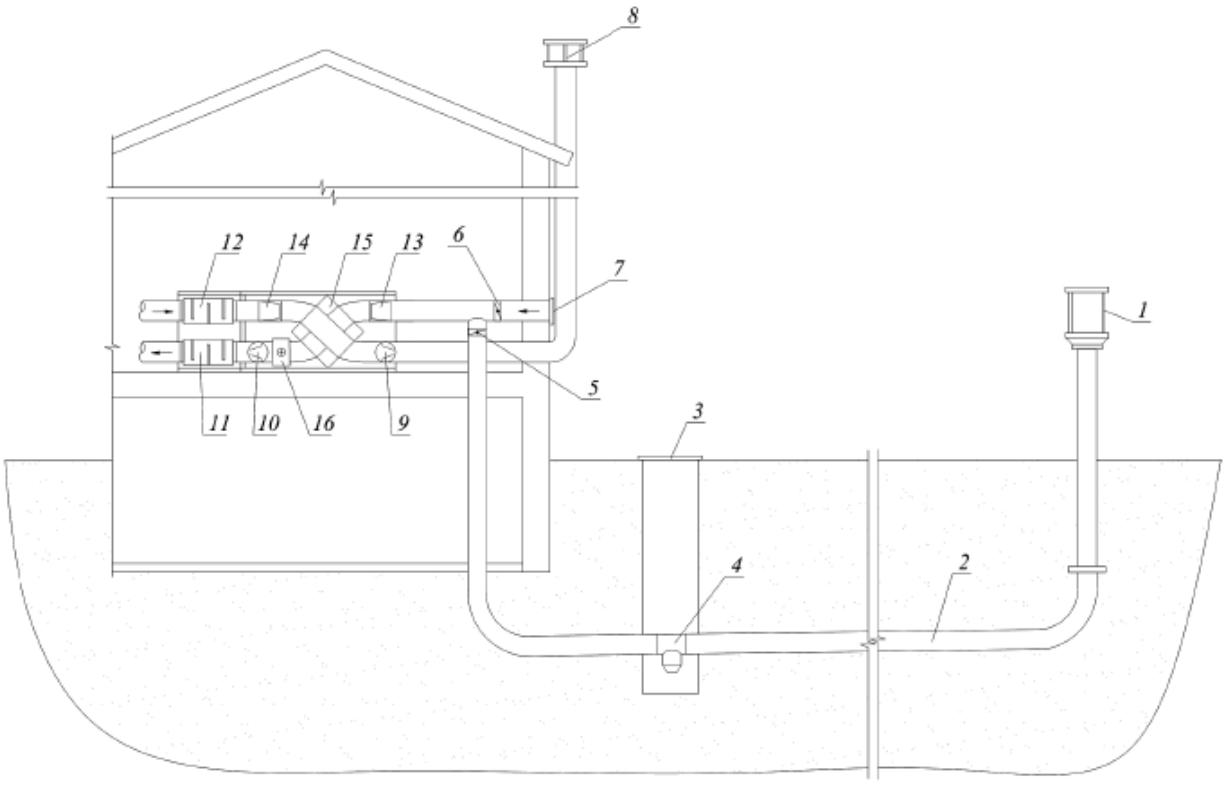


Рис. 4.1. Схема припливно-витяжної вентиляції з утилізацією теплоти витяжного повітря і ґрунтовим теплообмінником: 1 - припливна колона; 2 - ґрунтовий теплообмінник; 3 - ревізійний колодязь; 4 - сифон для зливу конденсату; 5, 6 - повітряна заслінка; 7 –повітрязабірна решітка; 8 - зонт-ковпак; 9 - витяжний вентилятор; 10 - припливний вентилятор; 11, 12 - шумопоглинач; 13, 14 - фільтри; 15 - рекуператор; 16 – повітронагрівач.

У холодний період року, зовнішнє повітря забирати не через припливні грати 7, а в припливну колону 1 і проходить по ґрунтовому теплообміннику, де нагрівається від ґрунту (температура ґрунту становить 7 ... 10 ° С) до темпера-тури порядку 0 ... 5 ° С і надходить в рекуператор 15. Труба

ґрунтового теплообміника повинна прокладатися з ухилом не менше 2 °. У нижній точці ґрунтового теплообмінника необхідно влаштовувати сифон 4 для зливу конденсату, наявний в колодязі 3 для його обслуговування. трубопроводи ґрунтовоготеплообмінника виготовляються з нанесенням на їх внутрішню поверхню антимікробного покриття (з частинками срібла), яке значно скорочує зростання мікробів і дозволяє забезпечити дотримання гігієнічних вимог до припливного повітря. Швидкість руху повітря в розподільних трубах ґрунтового теплообмінника не повинна перевищувати 6 м / с, а в основному збірному колекторі - не більше 4 м / с. У теплий період року ґрунтовий теплообмінник може застосовуватися для охолодження припливного повітря, так як температура ґрунту нижче температури внутрішнього повітря. При цьому тільки частина припливного повітря проходить через ґрунтовий теплообмінник, інша його частина забирається через припливні ґрати, що пов'язано з необхідністю підтримання допустимого перепаду між температурою припливного струменя і внутрішнього повітря. Регулювання часткою зовнішнього повітря і повітря, що пройшло через ґрунтовийтеплообмінник, здійснюється заслінками 5, 6.

Система вентиляції повинні мати загальну систему автоматизації і контролю температури внутрішнього повітря, зовнішнього повітря і теплоносіїв, заряду акумуляторних батарей і інших параметрів з системами електропостачання, опалення та гарячого водопостачання, для найбільш раціональної ного використання одержуваної з поновлюваних джерел теплової та електричної енергії, а також обліку фактичних режимів експлуатації поміщень, що допускають зниження споживання теплової енергії на нагрів вентиляційного повітря[1-51].

РОЗДІЛ 5

УЗАГАЛЬНЕННЯ ПІДХОДІВ ПІДВИЩЕНННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЖИТЛА

Досягти показників якісного використання енергії досить складно без якісної теплоізоляції житла. Значна кількість тепла втрачається саме через містки холоду. Вирішивши питання вибору теплоізоляційних матеріалів та вирішивши питання енергоефективної вентиляції доцільно розглянути загальні аспекти підвищення ефективності енергоспоживання житла.

Аспекти підвищення ефективності енергоспоживання житла
Тепловий лічильник в оселі, що підключена до центрального опалення, дає змогу відстежити скільки тепла ви отримали та платити тільки за цю кількість.
Термостатичний вентиль на радіатор дозволить контролювати температуру в будинку, квартирі чи окремій кімнаті.
Розмір опалювального приладу повинен відповідати розміру приміщення, що отоплюється і його слід вимикати, якщо нікого немає в будинку.
Опалювальні прилади та радіатори будуть більш ефективними, якщо їх не загороджувати меблями, важкими шторами, одягом чи декоративними панелями.
Система "тепла підлога" – спосіб підвести тепло саме туди, де воно найбільше потрібно. Наприклад, під робочий стіл або на ділянку підлоги, де ходять мешканці.
Перед початком кожного опалювального сезону слід перевіряти систему. Варто усунути повітряні пробки, відремонтувати місця можливого протікання, звертаючи особливу увагу на місця з'єднань частин системи. Це дозволить уникнути проривів під час експлуатації системи у холодний період.
Газову колонку або бойлер, які відпрацювали 15-20 років, варто замінити, бо з часом ці пристрої втрачають ефективність.
Більша частина тепла з будинку втрачається трьома шляхами: через двері та вікна, через дах та через зовнішні стіни. Відповідно, їх слід утеплювати. Найбільш доступний варіант, який може обрати кожен - утеплити вікна поролоновими смужками, підтягнути дверні петлі та додатково оббити самі двері, задути монтажною піною місця виходу та входу труб з оселі.
Вікна з подвійним або потрійним заскленням у кілька разів зменшують втрати тепла.
Необхідно підвищити теплоізоляцію вхідних дверей, звертаючи увагу на низ, верх та бічні стики між дверима і стіною.
Щільні штори допомагають утримувати тепло в оселі, але заважають надходженню тепла з радіаторів.
Товстий килим знижує тепловитрати, які йдуть через підлогу.
Модернізація системи вентиляції, а саме рекуперація тепла, – це реальний спосіб економії.

Рис.5.1. Аспекти підвищення ефективності енергоспоживання житла[1-51].

ВИСНОВКИ

Дослідивши різні будівельні матеріали та їх властивості (особливо теплофізичні), були обрані ті, які ввійшли до розрахунку. Для розрахунку тепловитрат була використана задана моделі оселі. Усі розрахунки проходили з однією конфігурацією оселі, де лише змінювався основний компонент, наприклад цегла в стінах. Провівши розрахунок тепловитрат для даної моделі оселі – вийшло 9,468 кВт. Матеріал підлоги вирішили не міняти, адже дуб – міцне дерево. Тому підлога, як основа дому, повинна бути стійка. Червону керамічну щільну цеглу замінили на трепельну, бо вона краще ізолює тепло. Двокамерний склопакет замінили на двох однокамерний склопакет в спарених палітурках.

Стелю залишили з дубового дерева, але змінили ізолятор – мінеральну вату на пінопласт. Пінопласт незначно гірший за мінеральну вату, але набагато дешевше. Провели розрахунок для такого набору матеріалів. Вийшло 8,02 кВт, що приблизно на 1,5 кВт менше від початкового набору. Причому ця збірка буде дешевшою.

Показані особливості підвищення ефективності енергоспоживання житла шляхом впровадження енергоефективної припливно-витяжної вентиляції. Узагальнені аспекти підвищення ефективності енергоспоживання житла[1-51].

Список використаних джерел

1. «Будівельна кліматологія» ДСТН-Н Б В.1.1-27:2010МінБуд України
2. «Навантаження та впливи» система забезпечення та безпеки будівельних об’єктів Норми проектування ДБН В.1.2-2:2006
3. https://bilux.ua/raschet-teplopoter-chastnogo-doma/
4. https://www.calc.ru/Teplopoteri-Doma-Raschet-Teplopoter.html
5. http://profidom.com.ua/2018-03-07-12-55-58/doma-i-dachi/26112-kak-rasschitat-teplopoteri-chastnogo-doma
6. https://bilux.ua/wp-content/uploads/bilux.pdf
7. Справочноепособие Е.Г.Малявина «Теплопотериздания».
8. http://vyborstm.ru/materialy-steny-doma.html#i-2
9. http://thermalinfo.ru/svojstva-materialov/strojmaterialy/teploprovodnost-kirpicha-sravnenie-kirpicha-po-teploprovodnosti
10. https://sdelat-dom.ru/stroitelstvo/steny/iz-chego-delat-steny-chastnogo-doma/
11. http://jsnip.ru/zashita/teploprovodnost-dereva.html
12. http://profidom.com.ua/stati/doma-i-dachi/26849-kakoj-tolshchiny-dolzhny-byt-steny-doma-v-zavisimosti-ot-materiala
13. Проектирование теплоснабжения
14. Поради щодо ефективного та економічного використання енергоресурсів[Електронний ресурс] / Дата останнього звернення 15.10.19 – Режим доступу до ресурсу: http://polissya.net/2012-08-01-08-20-33/korusni-novunu/3412-poradu-shchodo-efectuvnogo-vukorustannia-energii.html
15. Бодров, В. И. Инженерные основы создания пассивных домов: учебник / В. И. Бодров, М. В. Бодров, В. Ю. Кузин, Ж. А. Шевченко; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2015. – 110 с. ISBN 978-5-528-00126-5

16. Накорчевский А.И., Недбайло А.Н. Влияние климатических факторов на теплопередачу через вентилируемые двухкамерные окна. Инженернофизический журнал. 2015. Т. 88. № 3. С. 690 – 696.
17. Маляренко В.А. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник. – 2-е видання Х: «Видавництво САГА», 2008. – 320 с.з іл. ISBN 978-966-2918-54-0.
18. Вилнитис М.Я Исследования процессов высыхания и теплового потока стен из газобетона AEROC / Вилнитис М.Я., Новикс Ю.О., Паплавскис Я.М.// Збірник Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2007. - №24 – С.101-105.
19. Саницький М.А. Проблеми енергозбереження в сучасному житлово-цивільному будівництві / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Будівельні конструкції”, 2005. – Вип. 63. – С. 234–239.
20. Бадьин Г.М., Сычев С.А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 288 с.
21. Фаренюк Г. Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій / Г. Г.Фаренюк. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.
22. Ратушняк Г. С., Анохіна К.В. Аналіз методів математичного моделювання для визначення теплопередачі через багатошарові захисні конструкції. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. - 2007. - С. 137-141.
23. Сергейчук О.В., Диб М.В. О перспективе дальнейшего увеличения теплоизоляции наружных ограждающих конструкций в Украине // Спецвипуск № 4 наукового збірника „Енергоефективність у будівництві та архітектурі” (за матеріалами 3-ї Міжнародної науково-практичної конференції „Енергоінтеграція – 2013”, 15-17 травня 2013 р.). –К. −С. 253-2

24. Голованова Л.А. Энергосбережение в жилищном строительстве. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2005. – 146 с.
25. Карапузов Є. К. Утеплення фасадів: [навч. посіб.] / Є. К. Карапузов, В. Г. Соха. – К.: Вища освіта, 2007. – 318 с.
26. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
27. Вилнитис М.Я Исследования процессов высыхания и теплового потока стен из газобетона AEROC / Вилнитис М.Я., Новикс Ю.О., Паплавскис Я.М.// Збірник Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2007. - №24 – С.101-105.
28. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника: учебник для хим.-технол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1986. – 344 с.
29. Фаренюк Г. Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій / Г. Г.Фаренюк. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.
30. Матвеев Е. Л. Технические решения по усилению и теплозащите конструкций жилых и общественных зданий / Е. Л. Матвеев, В. В. Мешечек. – М. : Изд. центр «Старая Басманная», 1998. – 209 с.
31. Табунщиков Ю.А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач– М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.– 194 с
32. Мацевитый Ю. М., Маляренко В. А. Моделирование теплового состояния элементов турбомашин. — Киев: Наук. думка, 1979. — 253 с.
33. Бадьин Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 432 с.
34. Соловьева Р.Ф. Определение коэффициента теплопроводности в зависимости от потенциала влажности. - Строительные конструкции, строительная физика. Вып.9, 1978. – М., ЦИНИС Госстроя СССР.

35. Табунщиков Ю.А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач– М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.– 194 с.
36. Бобров И.А., Захаров А.В. Применение тепловой энергии грунтового основания для отопления и кондиционирования зданий // Вестник Пермского государственного технического университетата. Строительство и архитектура. – 2011. – № 1. – С. 10–14.
37. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: справочник / под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.
38. Філоненко О.І. Теплозахисні властивості фундаментної зони цивільних будівель: Дис. кандидата техн. наук: 05.23.01 / Філоненко О. І. – Полтава, 2009. – 263с.
39. Броневицький, А. П. Прогнозування параметрів ефективності будівельних процесів ревіталізації промислових будівель [Текст] / А.П. Броневицький, Н.В. Гречко // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2015. – Вип. 4 (82). – С. 76-81
40. Сибикин, М.Ю. Технология энергосбережения: учебник / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. – М.: Профессиональное образование, 2006. – 312 с.
41. Сергейчук О. В. Архітектурно-будівельна фізика. Теплотехніка огороджуючих конструкцій будинків: навч. посібник / О. В. Сергейчук. − К. : Такі справи, 1999. − 156 с.
42. Харке В. Н. «Розумний будинок. Об'єднання в мережу побутової техніки та систем комунікацій у житловому будівництві »/ Харке В.Н.- М.: Техносфера, 2006. - 292с.
43. Гагарин В. Г. Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий / В. Г. Гагарин // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. − № 5. – С. 297 – 305.

44.4Теплоизоляционные материалы и конструкции / Ю. Л. Бобров, Е. Г. Овчаренко, Б. М. Шойхет, Е. Ю. Петухова. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 266 с.

45.ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель.

46.Шагин, А. Л. Реконструкция зданий и сооружений [Текст]: учеб. пособие / А.Л. Шагин [и др.]. – М.: Высшая школа, 1991. – 352 с.

47.Семко О.В. Вплив теплозахисних заходів на тепловий режим фундаментів та підлоги на ґрунті / О. В. Семко, В. В. Чернявський, О. І. Філоненко // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.86. – К.: Техніка, 2009. – С.19-22.

48.Шарков В. В. Физические, тепло- и массообменные свойства строительных № 3 березень 2014 49 материалов / В. В. Шарков, В А. Мартыненко, Вл. В. Шарков, С. В. Бурейко // Справочник. − Д.: ПГАСА, 2009. − 192 с.

49.Кононов Ю.Д. Энергетика и экономика. Проблемы перехода к новым источникам энергии. – М.: Наука, 2004. – 125с.

50.Золотов И.И. Негативные явления, связанные с улучшением теплоизоляции наружных ограждающих конструкций // Строительство и архитектура —1986 – № 9 – с. 14-16.

51. Беляков, Ю. И. Строительные работы при реконструкции предприятий [Текст] / Ю.И. Беляков, А.В. Резуник, Н.М. Федосенко. – М.: Стройиздат, 1986. – 224 с.