

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ УТЕПЛЮВАЧА ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИХ БУДІВЕЛЬ ПРИ ЗАДАНОМУ ТЕРМІНІ ОКУПНОСТІ

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Пропонується спосіб визначення оптимального опору тепловтратам утеплювача огороджувальних конструкцій енергоекономічних будівель при заданому терміні окупності при реконструкції з урахуванням вартості утеплювача та монтажу.

Постановка проблеми. Зараз на опалення в Україні витрачається 30% усіх паливно-енергетичних ресурсів, що споживає країна, 65% з них – на опалювання житла. При цьому енерговитрати на опалення 1 кв. м загальної площі становлять в Україні – 250-400 кВт/год. на рік, у Німеччині – 180, країнах Скандинавії – 150, у будинках, споруджених із застосуванням комплексу теплозберіжливих технологій, енергоекономічних – усього 60-80. Один зі шляхів розв’язання проблеми економії енерговитрат на опалення житла – використання екологічно чистих відновлюваних джерел енергії, реконструкція існуючих будівель з метою створення енергоефективних та енергоекономічних будівель, які витрачають мінімальну кількість енергії на опалення.

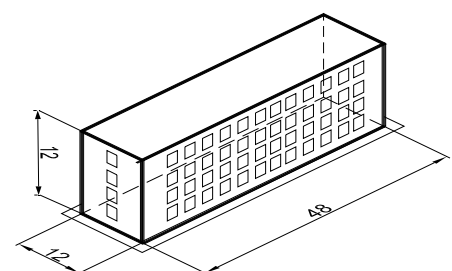
При реконструкції будівель під енергоекономічні постає задача визначення оптимальних параметрів (опору тепловтратам R) утеплювача зовнішніх огороджувальних конструкцій енергоекономічних будівель при заданому терміні окупності, визначення вартості утеплення будинку в цілому.

На оптимізацію параметрів утеплювача огороджувальних конструкцій будівлі впливають такі фактори як витрати на утеплення будинку, вартість утеплювача, його монтажу, нормований опір тепловтратам, термін окупності утеплення, існуючі експлуатаційні витрати на опалення, вартість енергоносіїв та інше.

З використанням математичного моделювання на стадії проектування можливо визначати оптимальні параметри утеплювача при визначеному терміні окупності, витрати на утеплення будинку та інше не витрачаючи при цьому значні кошти та час.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [1] визначалися оптимальні пропорції будинку з точки зору тепловтрат при різних похідних даних, у роботі [2] – мінімальні витрати на опалення за рахунок оптимального розподілу утеплювача по огороджувальним конструкціям.

У роботі [3] визначався економічно-доцільний опір теплопередачі огороджувальних конструкцій. Але при цьому не враховувалася можливість перерозподілу утеплювача. У роботі



[5] розглядалася оптимізація опору теплопередачі без урахування вартості утеплювача та монтажу.

Мета роботи. Запропонувати спосіб визначення оптимальних параметрів огорожувальних конструкцій утеплювача будинку при заданому терміні окупності за рахунок оптимального перерозподілу утеплювача по поверхні будівлі з урахуванням вартості утеплювача та вартості монтажу.

Матеріал та результати дослідження. Для дослідження взято гранний адміністративний будинок АТП 15362 (рис. 1) у вигляді прямокутного паралелепіпеда, де стіни, підлога, стеля мають однаковий опір тепловтратам $R=1\text{м}^2\text{К}^0/\text{Вт}$, опір вікон $R_{\text{в}}=0.3\text{м}^2\text{К}^0/\text{Вт}$. При розрахунках використано математичну модель теплового балансу грані будівлі (нелінійної функції з декількома змінними) [5]:

$$\begin{aligned} & \text{цільова функція} \\ \Delta Q_i = & \left[\frac{1}{R_{\text{cmi}}} \right] [S_{\text{cmi}}] (t_{\text{ei}} - (t_{\text{zi}} + \frac{r_i \cdot Q_{\text{cpi}}}{\alpha_{\text{zcmi}}})) 183 + \\ & + \left[\frac{1}{R_{\text{ei}}} \right] S_{\text{ei}} D_{\text{di}} - Q_{\text{cp i}} K_i \zeta_i \varepsilon_{oi} S_{\text{ei}} . \end{aligned} \quad (1)$$

Тепловий баланс огорожувальних конструкцій гранної будівлі при цьому мінімізується за наступною формулою:

$$\begin{aligned} & \text{система обмежень} \\ \Delta Q_{\text{б}} = & \sum \Delta Q_i - \sum Q_{\text{ki}} , \end{aligned} \quad (2)$$

$$\Delta Q_{\text{б}} \rightarrow \min . \quad (3)$$

Сумарна вартість E_i утеплювача D_i та монтажу g_i n граней будинку остається незмінною:

$$\begin{aligned} E_i = & R_{\text{cmi}} S_{\text{cmi}} D_{\text{cm i}} g_{\text{cm i}} + R_{\text{ei}} S_{\text{ei}} D_{\text{ei}} g_{\text{ei}} , \\ \sum E_i = & \text{const} . \end{aligned} \quad (4)$$

(5)

Але обмежуються параметри опору тепловтратам утеплювача:

$$1 \leq R_{\text{cmi}} \leq 7 , \quad 0.5 \leq R_{\text{ei}} \leq 0.7 . \quad (6)$$

Розв'язання даної задачі зводиться до оптимізації нелінійної функції з використанням ЕОМ за декількома змінними.

При вартості опалення 0.52 грн/кВт год витрати за опалювальний період за рік для існуючого будинку АТП 15362 складатимуть 142571.52 грн (тепловтратами 274176 КВт год)(рис. 2).

В умовах реконструкції при утепленні будинку відповідно до вимог [4] (при $R_{\text{cm}}=2.8\text{м}^2\text{К}^0/\text{Вт}$) показники тепловтрат (експлуатаційних витрат на опалення) (рис. 3) з урахуванням перерозподілу утеплювача складатимуть 28756.03 грн (110600.1 КВт год). Витрати на утеплення будинку (вартість монтажу та утеплювача) буде 553453.28 грн.

Моделювання дозволяє з використанням пошуку рішення (рис.3) визначити мінімальні тепловтратами та витрати на опалення (чарунка F14) (з

урахуванням оптимального перерозподілу утеплювача по огорожувальних конструкціях), що становлять 26739,67 грн за опалювальний період. Оптимальний розподіл утеплювача по поверхні будинку скорочує тепловтрати (експлуатаційні витрати на опалення) на 7 відсотків. Сума коштів на утеплення є незмінною 553453.28 грн.

Таким чином змодельовано тепловтрати (експлуатаційні витрати на опалення) та розподіл утеплювача при наступних витратах на утеплення (рис. 4). Так при витратах на утеплення 553.453 тис.грн (при $R_{cm}=1+1.8\text{ м}^2\text{ К}^0/\text{Вм}$) термін окупності складатиме 6.21 року, при витратах 1107.127 тис.грн (при $R_{cm}=1+3.6\text{ м}^2\text{ К}^0/\text{Вм}$) термін окупності буде 10.16 року, а при витратах 1610 тис.грн (при $R_{cm}=1+5.4\text{ м}^2\text{ К}^0/\text{Вм}$) термін окупності складатиме 14.02 року.

Для визначення терміну окупності з використанням побудовано графіки. Перетин рівня витрат на утеплення та прибутку від опалення показує час окупності (рис. 4).

На рис. 5 змодельовано залежність витрат на утеплення від часу окупності. З використанням лінії тренда визначено залежність витрат на опалення від терміну окупності $y = 135,29x - 280,61$, (де y – витрати на утеплення, x – термін окупності).

Конструкція	опір теплопровідності R (м2 К/Вт)	1/R (Вт/м2 К)	Площа S (м2)	R*S	Вартість утеплення грн/м2				Вартість утеплення разом (грн)
					міним	оптимальне	варт/R	разом	
5 Дяк	1.000	1.00	576.00	0	30.00	120.00	48.00	0.00	0.00
6 Підлога	1.000	1.00	576.00	0	20.00	50.00	20.00	0.00	0.00
7 Стіна 1	1.000	1.00	144.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	0.00
8 Стіна 2	1.000	1.00	432.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	0.00
9 Стіна 3	1.000	1.00	144.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	0.00
10 Стіна 4	1.000	1.00	432.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	0.00
11 Дяк	0.300	3.33	288.00	0	70.00	800.00	4000.00	0.00	70.00
12 Сума	6.3			0					0.00
13 Контроль	18.7			5011.2					0.00
14 Сумарні тепловтрати	3264.00	Вт/С							274178 KBTгод
15 Витрати на опалення	142571.52	грн							
16	2376.6								
17	0.52								

Рис. 2

Конструкція	опір теплопровідності R (м2 К/Вт)	1/R (Вт/м2 К)	Площа S (м2)	R*S	Вартість утеплення грн/м2				Вартість утеплення разом (грн)
					міним	оптимальне	варт/R	разом	
5 Дяк	1.000	1.00	576.00	0	30.00	120.00	48.00	0.00	0.00
6 Підлога	1.000	1.00	576.00	0	20.00	50.00	20.00	0.00	0.00
7 Стіна 1	1.000	1.00	144.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	0.00
8 Стіна 2	1.000	1.00	432.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	0.00
9 Стіна 3	1.000	1.00	144.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	0.00
10 Стіна 4	1.000	1.00	432.00	0	30.00	60.00	33.33	0.00	0.00
11 Дяк	0.300	3.33	288.00	0	70.00	800.00	4000.00	0.00	70.00
12 Сума	6.3			0					0.00
13 Контроль	18.7			5011.2					0.00
14 Сумарні тепловтрати	1224.34	Вт/С							162844.9 KBTгод
15 Витрати на опалення	63479.34	грн							
16	1216.6								
17	0.52								

Рис.3

Визначення часу окупності утеплення

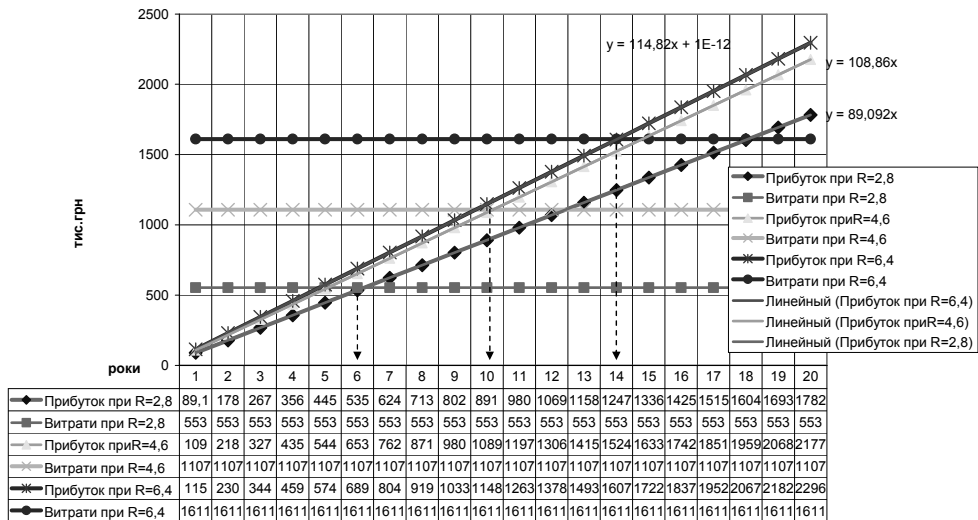


Рис. 4 Визначення терміну окупності утеплення

Визначення витрат на утеплення та опору тепловтратам від строку окупності

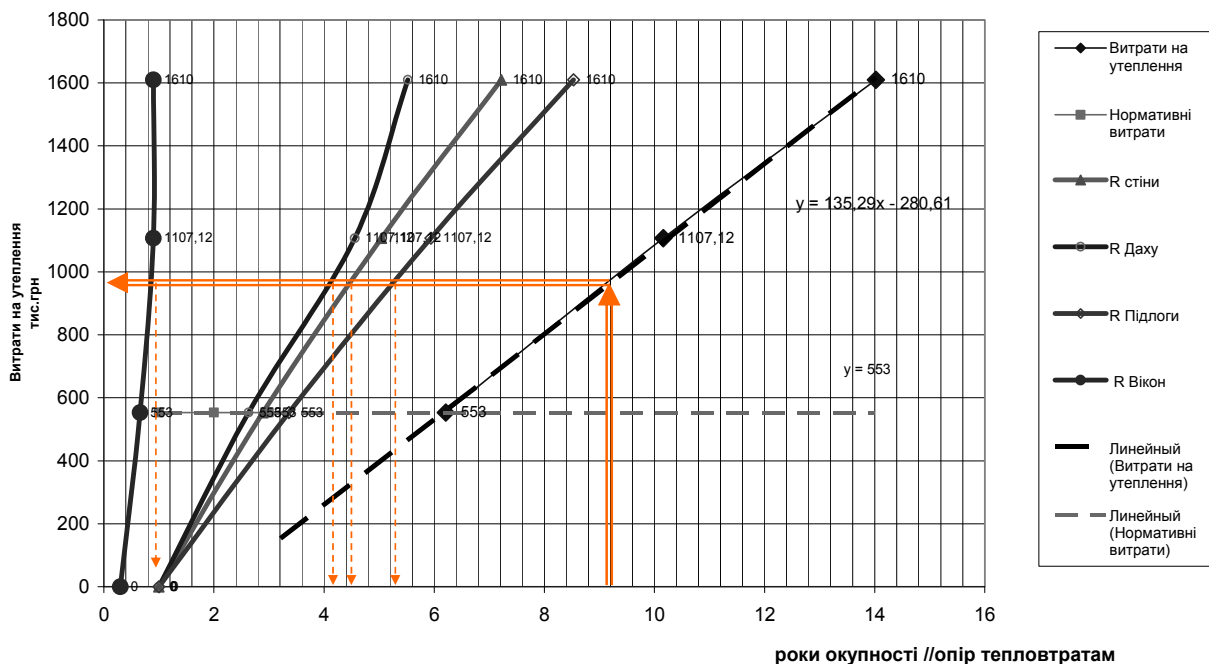


Рис. 5 Залежність витрат на утеплення та оптимального опору тепловтратам від строку окупності

Розроблена математична модель дозволяє проектувальникові в діалоговому режимі проектувальник-ЕОМ визначати (рис. 4, 5):

- показники витрат на утеплення будинку (монтаж та вартість утеплювача) при визначеному терміні окупності;
- оптимальний опір тепловтратам з точки зору мінімальних тепловтрат через огорожувальні конструкції при заданому терміні окупності;
- термін окупності коштів при визначених витратах на утеплення та інше.

Висновки. Розроблено спосіб визначення оптимальних параметрів утеплювача огорожувальних конструкцій будівель при заданому терміні

окупності та витрат на утеплення будівлі. Для адмінбудинку АТП 15362 при терміні окупності 6 років вартість економічно-доцільного утеплення буде складати 531,13 тис.грн. Визначено оптимальні показники опору тепловтратам ($R_{cm}=2.89 \text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_g=0,66 \text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_{\text{оax}}=2,63 \text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$, $R_{\text{ніo}}=3,36 \text{ м}^2\text{K}^\circ/\text{Вт}$).

ЛІТЕРАТУРА

1. Мартинов В. Л. Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование». – Харків, 2009. – С.153-158.

2. Мартинов В. Л., Ткачук Л. І. Економіко-математичне моделювання витрат на опалення будинку // Тези міжнародної науково-практичної конференції «Диверсифікація інноваційного розвитку національного господарства в контексті реалізації глобалізаційних процесів». – Кременчук: КДУ, 2010. – С. 36-38.

3. Степанов М. Ф., Гайко А. Ф. Економічно доцільний опір зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків // Теплотехніка. — К. : КДТУБА, 1998. — Вип. 63. — С. 239—255.

4. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006. — [Чинні від 2007-04-01] / Мінбуд України : — К. : Укрархбудінформ, 2006. — 65 с. — (Державні будівельні норми України).

5. Мартинов В. Л. Багатопараметрична оптимізація гранних енергоефективних будівель/ В. Л. Мартинов // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Геометричне моделювання, комп'ютерні технології та дизайн : теорія, практика, освіта». – Ужгород, 2011. – С. 135–139.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ УТЕПЛИТЕЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЭНЕРГОЭКОНОМИЧНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ЗАДАННОМ СРОКЕ ОКУПАЕМОСТИ

Предлагается способ определения оптимального сопротивления теплопередачи утеплителя ограждающих конструкций энергоэкономичных зданий при заданном сроке окупаемости при реконструкции с учетом стоимости утеплителя и монтажа.

DETERMINATION OF OPTIMUM PARAMETERS OF ENERGY- EFFICIENT INSULATION ENVELOPE BUILDINGS AT A GIVEN PAYBACK

A method of determining the optimum heat loss resistance heater energy efficient building envelope at a given time period at the cost of reconstruction and insulation installation.