

ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОНЦЕНТРАТОРІВ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ

Мартинов В.Л. д.т.н., професор,

arx.martynov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0822-1970

Поляк Ю.Ю. аспірант кафедри архітектурних конструкцій КНУБА

y_polyk@gmail.com

Мартинюк О.Л. аспірант кафедри архітектурних конструкцій КНУБА

martynuk@ukr.net

Київський національний університет будівництва і архітектури
(м. Київ, Україна)

***Анотація.** Використання зелених будівель з геліосистемами в Україні є дуже актуальним та має значний потенціал для екологічного, економічного та соціального розвитку країни. Разом з тим для ефективного використання геліосистем доцільно використовувати оптимальні параметри геліосистем та сонячних відбивачів, щоб ефективно перетворювати сонячну енергію в електричну та теплову для енергозабезпечення будинку.*

Проведено дослідження та запропоновано аналітичний спосіб вирішення задач визначення оптимальних параметрів відбивачів (кута нахилу) у слідкуючих сонячних колекторах з одношаровим та двошаровим заскленням, з урахуванням коефіцієнтів пропускання скла, поглинання поверхнею колектора залежно від кута падіння променів, коефіцієнта затінення рамкою колектора, коефіцієнта поглинання відбивачів. Проведено розрахунок, який показав, що оптимальний кут відбивача при одношаровому заскленні становить $\beta = 58.74^\circ$ при двошаровому заскленні $\beta = 62.32^\circ$. Цей спосіб, та математичну модель доцільно використовувати при проектуванні зелених будівель, які використовують енергію сонця для енергозабезпечення.

Ключові слова: зелені будівлі, прикладна геометрія, геліосистеми, оптимальні параметри відбивачів геліосистем, енергоефективні зелені будівлі

Постановка проблеми. Наразі зелені будівлі з геліосистемами мають велику актуальність в Україні для енергозабезпечення житлового фонду. Використання геліосистем для виробництва електричної та теплової енергії допомагає зменшити залежність від традиційних джерел енергії, таких як вугілля та природний газ. Це зменшує витрати на комунальні послуги та робить будівлі менш вразливими до коливань цін на енергію. Зелені будівлі

можуть мати нижчі експлуатаційні витрати у порівнянні з традиційними будівлями завдяки енергоефективності та використанню відновлюваних джерел енергії.

Отже, використання зелених будівель з геліосистемами в Україні є дуже актуальним та має значний потенціал для екологічного, економічного та соціального розвитку країни. Разом з тим для ефективного використання геліосистем доцільно використовувати оптимальні параметри геліосистем та сонячних відбивачів, щоб ефективно перетворювати сонячну енергію в електричну та теплову для енергозабезпечення будинку.

Аналіз досліджень [1-4] показав, що в них розглянуто питання визначення форми концентраторів геліосистем, місця розташування геліосистем на огорожувальних конструкціях будівель, оптимальної орієнтації геліоприймачів.



Рис. 1. Сонячний колектор з відбивачем сонячних променів.

Питання визначення оптимальних параметрів плоских відбивачів для слідкуючих колекторів (рис.1) з метою ефективного енергозабезпечення зелених будівель з урахуванням коефіцієнтів відбивання сонячних променів, коефіцієнтів поглинання поверхнями геліоприймачів сонячних променів, коефіцієнтів прозорості скла та кількості шарів у наведених роботах не розглядалися.

Мета дослідження. Запропонувати спосіб визначення оптимальних геометричних параметрів відбивачів геліоприймачів, для застосування при проєктуванні зелених будівель, з метою отримання максимального енергетичного надходження від сонячної радіації.

Основна частина. Вирішення задачі максимального отримання сонячної енергії зводиться до визначення оптимального кута нахилу β відбиваючої дзеркальної площини σ сонячного колектора Ω (рис.1,2).

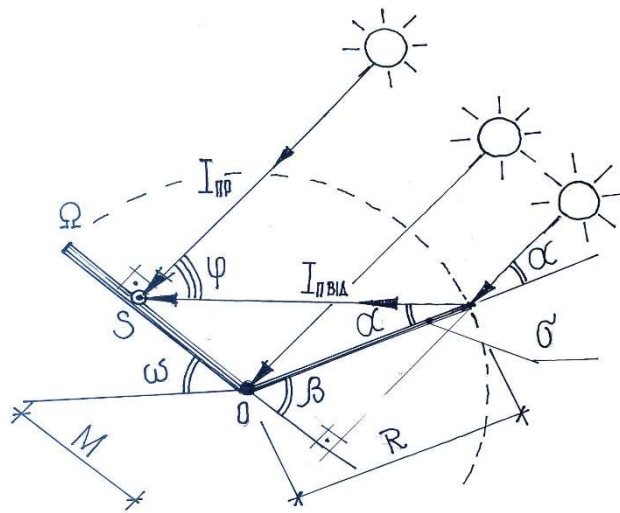


Рис.2 – Схема відбиття сонячних променів у сонячному колекторі

Інтенсивність перетвореної відбитої сонячної енергії $I_{\text{пвід}}$ для момент часу визначається наступним чином.

Для колектора з одношаровим скляним покриттям

$$I_{\text{пвід}} = I_{\text{пр}} R \cos \beta K_{\text{від}} K_3 \tau \theta_{\phi} = I_{\text{пр}} R \cos \beta K_{\text{від}} K_3 (0.876 - 1.03 \cdot 10^{-3} (2\beta - 90)^4) \quad (1)$$

Для колектора з двошаровим скляним покриттям

$$I_{\text{пвід}} = I_{\text{пр}} R \cos \beta K_{\text{від}} K_3 \cdot (\tau \theta_{\phi}) = I_{\text{пр}} R \cos \beta K_{\text{від}} K_3 (0.843 - 1.29 \cdot 10^{-3} (2\beta - 90)^4) \quad (2)$$

де

$I_{\text{пр}}$ – інтенсивність надходження прямої сонячної радіації [4];

$K_{\text{від}}$ – коефіцієнт відбиття сонячних променів дзеркальної поверхні відбивача;

α – кут падіння сонячних променів на відбивач σ сонячних променів;

R – довжина відбивача σ ;

β – кут нахилу площини σ відбивача сонячних променів;

$\tau \theta_{\phi} = (0.843 - 1.29 \cdot 10^{-3} (2\beta - 90)^4)$ – залежність коефіцієнта пропускання скла τ та коефіцієнта поглинання θ_{ϕ} геліоприймачем Ω залежно від кута падіння сонячних променів на поверхню геліоприймача та кута нахилу відбивача для двошарового засклення ;

$\tau \theta_{\phi} = (0.876 - 1.03 \cdot 10^{-3} (2\beta - 90)^4)$ – залежність коефіцієнта пропускання скла та поглинання геліоприймача залежно від кута падіння сонячних променів на поверхню геліоприймача та кута β нахилу відбивача для одношарового засклення.

Було проведено розрахунки та визначено раціональний кут нахилу відбивача сонячних променів (рис.2) та побудовано графік залежності рівня перетвореної радіації залежно від β – кута нахилу відбивача (рис.3)

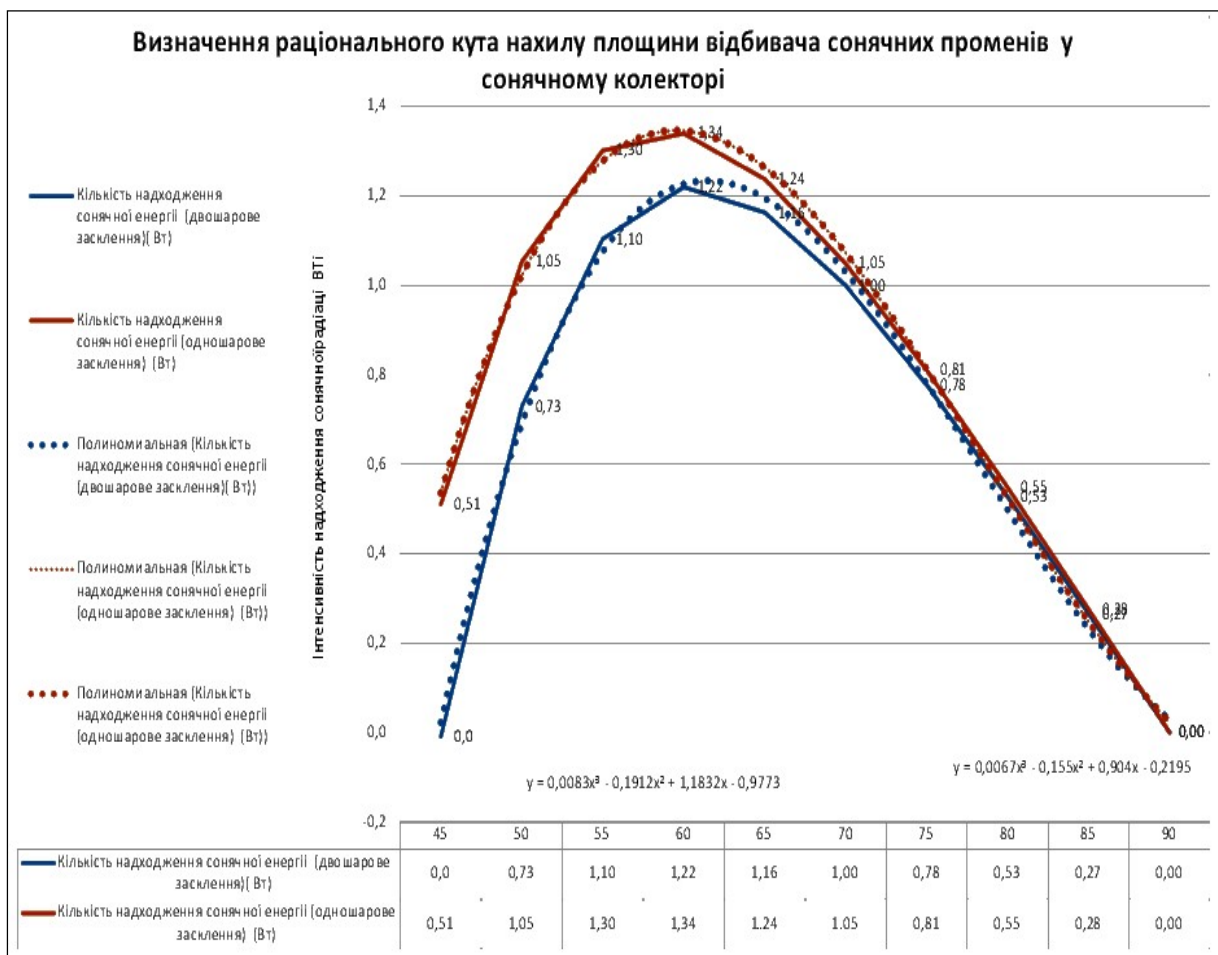


Рис. 3 – Визначення раціонального (близького до оптимального) кута нахилу відбивача сонячних променів

Проведено дослідження та визначено раціональний, близький до оптимального кута нахилу відбивача. Для одношарового застосування колектора він становив $\beta = 59^\circ$. Для двошарового застосування $\beta = 62^\circ$.

Математичний спосіб визначення оптимальних параметрів Цільова функція

Рівень перетвореної відбитої сонячної енергії в момент часу, розраховується:

$$I_{\text{пвід}} = I_{\text{пр}} R \cos \beta K_{\text{від}} K_z (0.876 - 1.03 \cdot 10^{-3} (2\beta - 90)^4) \quad (3)$$

Рівень перетвореної відбитої сонячної енергії максимізується:

$$I_{\text{пвід}} \rightarrow \max. \quad (4)$$

Змінним параметром функції слугує параметр β кута нахилу площини відбивача σ .

Система обмежень

Кут нахилу β площини відбивача σ .

$$45 \leq \beta \leq 90. \quad (5)$$

Довжина R відбивача сонячних променів є незмінною

$$R = \text{const}. \quad (6)$$

Розв'язання даної задачі зводиться до оптимізації нелінійної функції за декількома змінними методом Хука–Дживса [12]

Проведені розрахунки показали, що оптимальний кут нахилу β відбивача становить для колектора з одношаровим заскленням $\beta = 58.74^\circ$, для колектора з двошаровим заскленням $\beta = 62.32^\circ$.

Висновки. Проведено дослідження та запропоновано аналітичний спосіб вирішення задач визначення оптимальних параметрів відбивачів (кут нахилу) у слідкуючих сонячних колекторах з одношаровим та двошаровим заскленням, з урахуванням коефіцієнтів пропускання скла, поглинання поверхнею колектора залежно від кута падіння променів, коефіцієнта затінення рамкою колектора, коефіцієнта поглинання відбивачів. Проведено розрахунок, який показав, що оптимальний кут відбивача при одношаровому заскленні становить $\beta = 58.74^\circ$ при двошаровому заскленні $\beta = 62.32^\circ$. Цей спосіб, та математичну модель доцільно використовувати при проектуванні зелених будівель, які використовують енергію сонця для енергозабезпечення.

Бібліографічний список

1. Шнерх О. А. Підвищення ефективності геліосистем теплопостачання дискретною орієнтацією сонячних колекторів : дис. ... канд. техн. наук : 11.00.11. Київ, 1994. 166 с.
2. Паламарчук О. Ю. Підвищення ефективності використання сонячної енергії за допомогою колекторів з концентраторами : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03. Харків, 2007. 161 с.
3. Кривенко О. В., Сингаєнко О. І. Оптимізація процесу проектування висотних будівель з інтегрованими геліосистемами. *Містобудування та територіальне планування*, 2022. Вип. 81. С. 208–218.
4. Мартинов В. Л. Моделювання оптимальних геометричних параметрів енергоефективних будівель гранної форми : автореф. дис. докт. техн. наук : 05.01.01. Київ, 2015. 39 с.