

ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕМПЕРАТУРИ ВНУТРІШНЬОГО ПОВІТРЯ ВІД КОНСТРУКЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО ЗАХИЩЕННЯ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Наведено результати числового аналізу залежності основних параметрів при проектуванні теплозахисту в літній період року. Досліджено вплив максимальної та середньої інтенсивності сонячної радіації, термічного опору утеплювача та коефіцієнта теплосвоєння утеплювачем на максимальну кількість теплоти передану зовнішнім захищенням внутрішньому приміщенню.

Постановка проблеми. В основі забезпечення нормативних вимог до будинків лежить принцип альтернативного проектування теплоізоляційної оболонки будинку, оскільки підвищений теплозахист зовнішніх захищень є одним із принципів енергозберігаючої стратегії України. Важливим параметром, що визначає мікроклімат приміщень є внутрішня температура приміщення, яка буде залежати від конструктивно запроектованої зовнішньої оболонки будівлі. Проектуючи захищення на основі багатопараметрових захищень необхідно враховувати теплостійкість захищення в будь-який період року.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розрахунки огорожуючих конструкцій для зимового періоду року, можуть не відповідати нормам для літнього періоду. Відомо, що амплітуду коливання температури повітря в приміщеннях у зимовий період року визначають розрахунковим шляхом [3].

Метою даної статті є аналіз основних параметрів, що впливають на теплозахист приміщення в літній період року. Зокрема:

- максимальної добової інтенсивності сонячної радіації, I_{max} ;
- середньої добової інтенсивності сонячної радіації, I_{middle} ;
- коефіцієнта поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішнього захищення, ρ ;
- термічного опору утеплювача, R ;
- коефіцієнта теплосвоєння утеплювача, S .

Основна частина. Вплив сонячної радіації на коливання амплітуди в огороженні полягає у визначенні величини затухання розрахункової амплітуди коливань температури зовнішнього повітря.

В основі дослідження застосовується рівняння для знаходження максимальної кількості тепла, яку віддасть внутрішня поверхня захищення в приміщення (1):

$$q_{max} = \alpha_e \cdot A\tau_e, \text{ Вт/м}^2 \quad (1)$$

де α_e – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні зовнішнього захищення, Вт/(м²·°C); $A\tau_e$ – амплітуда коливання на внутрішній поверхні захищення, °C.

Для аналізу коливань амплітуди сонячної радіації застосовується різниця між максимально добовою сонячною інтенсивністю та середньодобовою сонячною інтенсивністю в °C [4].

Для знаходження величини амплітуди на внутрішній поверхні захищення $A\tau_e$ застосовується рівняння (2):

$$A\tau_e = A_{t_3}^{розр} / \nu, \text{ °C} \quad (2)$$

де ν – величина затухання розрахункової амплітуди коливань температури зовнішнього повітря $A_{t_3}^{розр}$, °C; $A_{t_3}^{розр}$ – розрахункова амплітуда коливання умовної (сумарної) температури зовнішнього повітря, °C.

За нормативними документами вибираються параметри пов'язані з оболонкою будівлі в літній період року [1, 2].

Для обрахунку максимальної кількості тепла q_{max} обирається середня по Україні максимальна амплітуда коливання температури зовнішнього повітря, що становить 19.1 °C; коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішнього захищення 0.7; середня швидкість вітру по румбах, швидкість яких становить 16% і більше 2.8 м/с.

Приймається оболонка будівлі, що складається з послідовно розміщених однорідних шарів та термічним опором захищення $R=2.9$ (м²·°C)/Вт:

- вапняно-піщаний тиньк $\delta=0.015$ м, $\lambda=0.93$ Вт/(м·°C);
- кладка з цегли $\delta=0.38$ м, $\lambda=0.64$ Вт/(м·°C);
- плити пінополістирольні $\delta=0.115$ м, $\lambda=0.055$ Вт/(м·°C);
- цементно-піщаний тиньк $\delta=0.015$ м, $\lambda=0.81$ Вт/(м·°C).

Для дослідження обрано фактори [5]:

- максимальна добова інтенсивність сонячної радіації I_{max} , Вт/м², [100; 500; 900];
- середня добова інтенсивність сонячної радіації I_{middle} , Вт/м², [50; 200; 350].

Фактори та їх рівні подано у табл.1.

Таблиця 1

Назва фактора	Кодове позначення	Рівні факторів			Δx_i
		1	0	1	
I_{max}	x_1	100	500	900	400
I_{middle}	x_2	50	200	350	150

Геометрична інтерпретація результатів дослідження представлена на рис.1.

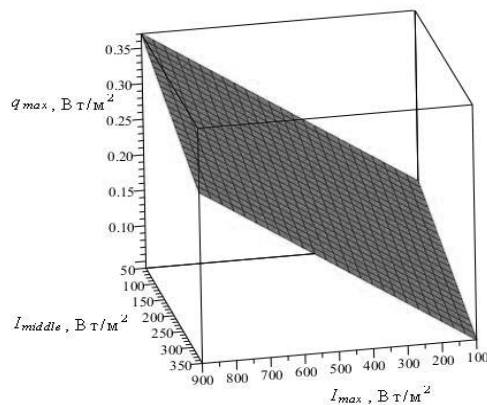


Рис.1. Залежність максимальної кількості тепла q_{max} від максимально добової I_{max} , середньодобової інтенсивності сонячної радіації I_{middle}

На основі даних (рис.1) отримано формулу максимальної кількості теплоти q_{max} в залежності від I_{max} , I_{middle} (3):

$$q_{max} = 0,12 + 0,0003I_{max} - 0,0003I_{middle}, \text{ Вт/м}^2 \quad (3)$$

За умов зміни коефіцієнта поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішнього захищення та коливань амплітуди сонячної радіації, доцільно проаналізувати величину коливання амплітуди на внутрішній поверхні захищення. Факторами обрано: амплітуду коливання сонячної радіації A_{rad} , °C, [50; 450; 850]; коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішнього захищення ρ , [0.3; 0.6; 0.9].

Назва факторів та рівні їх варіювання подано у табл.2.

Таблиця 2

Назва фактора	Кодове позначення	Рівні факторів			Δx_i
		1	0	1	
A_{rad}	x_3	0	450	850	400
ρ	x_4	0.3	0.6	0.9	0.3

Результати аналітичних досліджень подано на рис.2.

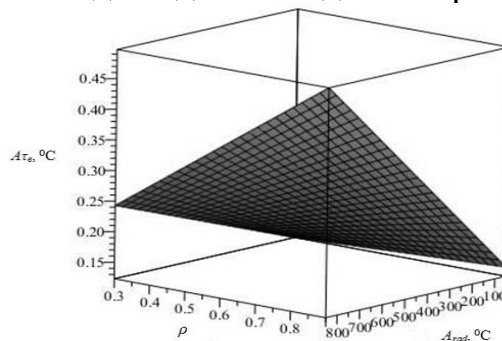


Рис.2. Залежність амплітуди коливання на внутрішній поверхні захищення A_{τ} від коефіцієнта поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішнього захищення ρ та від амплітуди коливання сонячної радіації A_{rad}

Важливо також проаналізувати максимальну кількість теплоти, яку віддасть внутрішня поверхня захищення внутрішньому повітрю, при зміні термічного опору утеплювача захищення та зміні відповідно коефіцієнта теплозасвоєння утеплювача. При цьому додатково необхідно прийняти середню амплітуду коливання сонячної радіації A_{rad} на території України, наприклад 300.

Утеплювач є необхідним елементом будь-якого зовнішнього захищення й важливим для перевірки теплостійкості захищення, особливо це стосується розрахунку дії сонячної радіації на захищення в південних регіонах України.

Складено матрицю планування двофакторного експерименту із врахуванням взаємодії факторів (табл.3).

Факторами обрано:

- термічний опір утеплювача R , $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, [0.5; 2.25; 4];
- коефіцієнт теплозасвоєння утеплювача S , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, [0.1; 6; 12.1].

Таблиця 3

Назва фактора	Кодове позначення	Рівні факторів			Δx_i
		1	0	+1	
R	x_5	0.5	2.25	4	1.75
S	x_6	0.1	6.1	12.1	6

Геометрична інтерпретація результатів представлена на рис.3.

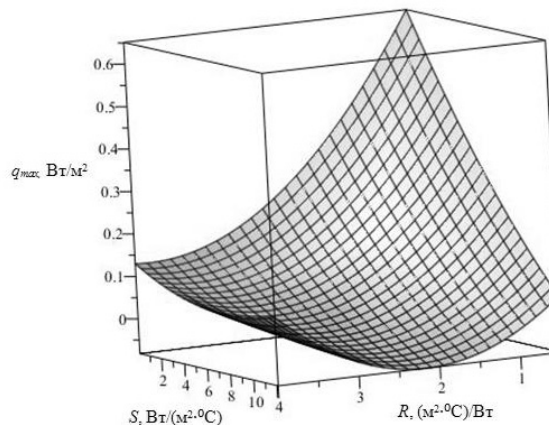


Рис.3. Залежність максимальної кількості теплоти переданої внутрішньому повітрю через зовнішнє захищення q_{max} від термічного опору утеплювача R та від коефіцієнта теплозасвоєння утеплювача S

Висновки. У результаті аналізу параметрів, що впливають на теплостійкість захищення в літній період року встановлено, що інтенсивність сонячної радіації I_{max} та I_{middle} впливають в однаковій мірі, але в протилежних напрямках на максимальну кількість теплоти q_{max} . Для зменшення надходження тепла від сонячної радіації та зменшення

внутрішньої температури приміщення, доцільно збільшити термічний опір утеплювача, при цьому зменшити коефіцієнт теплотасвоєння.

Література

1. Будівельна кліматологія. ДСТУ — Н Б В. 1.1 — 27:2010. - К.: Мінрегіонбуд, 2011 — 123 с.
2. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006.-зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – К.: Мінрегіонбуд, 2006 — 70 с.
3. *Ратушняк Г.С.* «Проектування захисних конструкцій будівель за теплофізичними параметрами» / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова // Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2003 – 78с.
4. *Богословський В.Н.* «Строительная теплофизика» / В. Н. Богословський // Учебник для вузов: 2-е изд./ перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1982. – 415 с., ил.
5. *Желих В. М.* «Потенціал сонячної енергії в Україні для використання низькотемпературними геліопанелями» / В. М. Желих, С. П. Шаповал, І. І. Венгрин // зб. тез 3-го міжнародного конгресу "Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування". – Львів. – 17-19 вересня 2014. – НУ "ЛП".- с.80.

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА ОТ КОНСТРУКЦИИ ВНЕШНЕГО ОГРАЖДЕНИЯ И ИНТЕНСИВНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В. М. Желых, С. П. Шаповал, И. И. Венгрин

Приведены результаты численного анализа зависимости основных параметров при проектировании теплоограждения в летний период года. Исследовано влияние максимальной и средней интенсивности солнечной радиации, термического сопротивления утеплителя и коэффициента теплоусвоения утеплителем на максимальное количество теплоты переданного наружным ограждением внутреннему помещению.

THE DEPENDENCE OF THE INTERNAL AIR TEMPERATURE OF THE EXTERNAL DESIGN RESERVED AND INTENSITY OF SOLAR RADIATION

V. Zhelyh, S. Shapoval, I. Vengryn

It was shown the numerical analysis results of dependence of the main parameters under the design fencing in the summer season. The influence of the maximum and middle intensity of solar radiation intensity and, thermal insulation resistance and a coefficient of heat insulation for maximum amount of heat transferred outside interior it was investigated.