

УДК 621.1.016.4:674.21:624.016

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ  
ВЛАСТИВОСТЕЙ СВІТЛОПРОЗОРИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ  
КОНСТРУКЦІЙ**

*к.т.н., доцент Галінська Т.А., інженер Носач Б.Л.,  
здобувач Лещенко М.В., студент Ліхтей В.В.*

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,  
м. Полтава*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** За останні роки в Україні досить широкого використання набули металопластикові вікна. Але, нажаль, все частіше і частіше зустрічаються їхні теплові відмови, особливо це стосується насамперед забезпечення нормативних умов експлуатації в зимовий період року. Вимоги з цього приводу достатньо обґрунтовані і містяться в нормативних документах, що регламентують способи розрахунків [1], або контролю в лабораторних умовах [2]. В свою чергу для вирішення даної проблеми можуть бути проведені експериментальні дослідження показників теплопровідності світлопрозорих огороджувальних конструкцій в залежності від їх конструктивних параметрів.

**Аналіз останніх досліджень.** Питання вивчення експлуатаційних характеристик світлопрозорих огороджувальних огороджень досліджувалося такими вченими, як Гусев Н.М. [3], Фокін К.Ф. [4], Фаренюк Г.Г. [5], Тимофеев М.В. [2, 6], Білоус О.М. [2, 6].

**Постановка мети.** Метою та основними задачами даної роботи є експериментально дослідити теплотехнічні показники двох різних вікон, одне з яких дерев'яне зі склопакетом, а інше металопластикове та порівняти їх значення між собою, а також з нормативними.

**Методика досліджень та виклад основного матеріалу.** Експеримент проводився в кліматичній камері випробувального центру Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Випробувальний центр проходить періодичну повірку та атестацію в ДП "Полтавастандартметрологія".

Для експериментальних досліджень були використані два різних віконних блоки загальними розмірами 1280x1480 мм та 1125x1685 мм. Вимірювання проведені згідно ДСТУ [7 та 8]. Вимірювались температура повітря та поверхонь скління, а також значення теплових потоків, що проходить крізь конструкцію вікна, у стаціонарних умовах теплопередачі.

Принципова схема експериментальної установки показана на рис. 1. Загальний вигляд експериментальної установки показаний на рис. 2.

При проведенні експериментальних робіт використано наступні прилади: ртутний термометр – для вимірювання температури в приміщенні; термопары (хромель-копелєві) – для вимірювання температур повітря з теплового, холодного боку вікна (діапазон вимірювання температури становить від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ ), температур поверхонь конструкції вікна; тепломіри – для вимірювання теплового потоку з діапазоном до  $250 \text{ Вт/м}^2$  (були використані

два види тепломірів ТП1 та ТП2 для вимірювання щільності теплових потоків). Для тепломіру ТП1 постійна вимірювання складала  $K_{\text{ТП1}} = 12,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{мВ}}$ ,

а для тепломіру ТП2 –  $K_{\text{ТП2}} = 18,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{мВ}}$ . Схема розташування тепломірів

приведена на рис. 2. Тепловізор TiS-11020625– для визначення температур на поверхні конструкції, та наглядної побудови розподілу температур. Для системи збору даних використаний потенціометр постійного струму ПП-63 (клас точності 0,05), посуд Дюара, слугував в якості термостата.

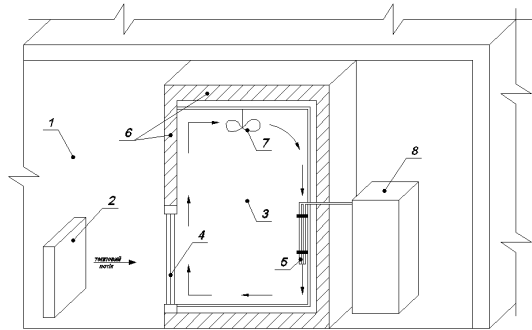


Рис. 1. Принципова схема експериментальної установки

- 1- приміщення (тепле відділення кліматичної камери);  
2- опалювальний прилад; 3 – холодне відділення кліматичної камери; 4 – віконний блок; 5- випарник холодної установки; 6 – теплоізоляція холодного відділення; 7 – вентилятор; 8 – компресорна установка



а) загальний вигляд; б) – схема розташування термопар та тепломірів

Рис. 2. Експериментальна установка: а – загальний вигляд; б – схема розташування термопар та тепломірів

При проведенні експериментальних досліджень першого зразка з одного боку віконного блоку температура внутрішнього повітря становила  $+18,6^{\circ}\text{C}$ , другого –  $+21,9^{\circ}\text{C}$ . У холодному відділенні кліматичної камери температура була для першого вікна  $-22^{\circ}\text{C}$ , для другого становила  $-24,6^{\circ}\text{C}$ . В результаті

чого були отримані фактичні значення щільності теплових потоків крізь огорожувальну конструкцію та фактичні значення температур внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції (рис. 3), характерних термічно однорідних ділянок контактними засобами вимірювальної техніки.

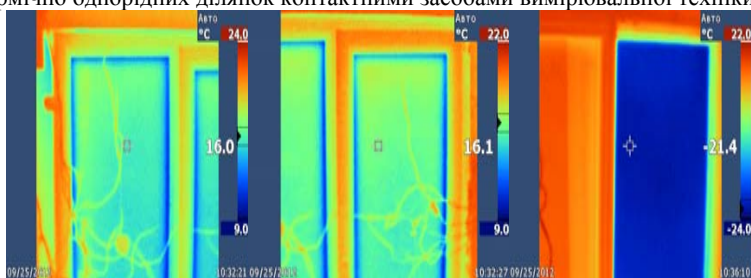


Рис. 3. Термограми експериментального зразка №2 (дані з тепловізора)

Середнє значення теплового потоку, що проходить крізь віконний блок  $q^{np}$ , знаходили як середньарифметичне значення для термічнооднорідної зони огорожувальної конструкції.

Схеми умовного розподілу на однорідні зони експериментальних зразків зображені на рис. 4.

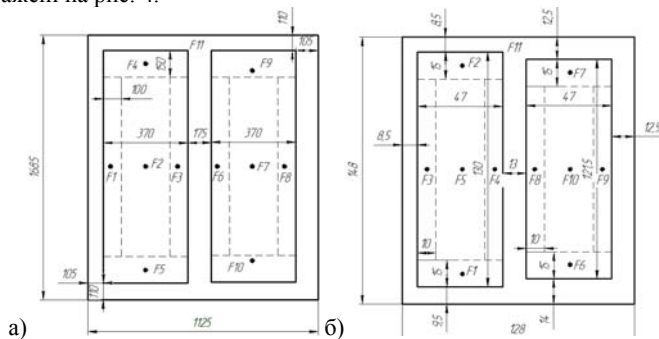


Рис. 4. Розрахункові схеми експериментальних зразків: а - №1; б - №2

Термічний опір  $i$ -тої однорідної зони випробувального зразка  $R_i$ ,  $m^2 \cdot ^\circ C / Wm$ , при вимірюванні щільності теплових потоків за допомогою тепломірів визначали за допомогою формули 1:

$$R_i = \frac{t_{s2} - t_{s1}}{q^{np}}, \quad (1)$$

де  $t_{s2}$ ,  $t_{s1}$  – відповідно середні температури зовнішньої та внутрішньої поверхонь  $i$ -тої зони,  $^\circ C$ ;

$q^{np}$  – середній тепловий потік, що проходить крізь  $1 m^2$   $i$ -тої зони,  $Wm/m^2$ .

Значення температур на поверхнях експериментальних зразків а також теплових потоків показано на рис. 5.

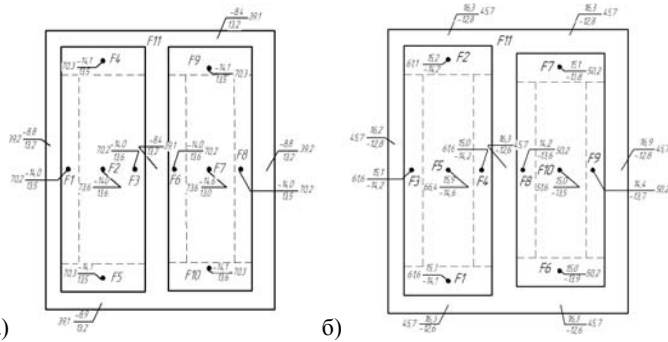


Рис. 5. Значення температур та теплових потоків на зразках а - №1; б - №2

За результатами досліджень було побудовано графіки значень термічного опору окремих зон половини вікна, тобто окремо кожного склопакету. У першого зразка склопакети однакові – лівий дорівнює правому, а у зразка №2 склопакети різняться. На рис. 6 показаний розподіл значень термічного опору по однорідним зонам склопакету: зліва, посередині, справа, а також непрозорі частини вікна.

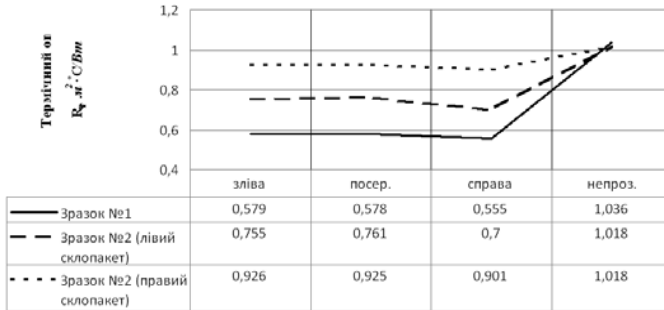


Рис. 6. Значення термічного опору окремих зон експериментальних зразків

Приведений опір теплопередачі неоднорідної світлопрозорої огорожувальної конструкції  $R_q^{np}$ ,  $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$  визначався як усереднене за площею розрахункової поверхні неоднорідної огорожувальної конструкції значення термічного опору:

$$R_q^{np} = \frac{\sum F_i}{\sum (F_i / R_i)}, \quad (2)$$

де  $F_i$  – площа  $i$ -тої однорідної зони огорожувальної конструкції,  $m^2$ ;

$R_q^{np}$  – термічний опір  $i$ -тої однорідної зони,  $m^2 \cdot ^\circ C / Bm$ .

Отримані значення приведенного опору теплопередачі для світлопрозорої, несвітлопрозорої частини та для вікна загалом приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення приведенного опору теплопередачі

№ дослідного зразка	$R_q^{пр.св.},$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	$R_q^{пр.несв.},$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$	$R_q^{пр.вік.},$ $м^2 \cdot ^\circ C / Вт$
Зразок №1	1,37	1,035	1,25
Зразок №2	0,8125	1,019	0,88

**Висновок.** В результаті проведених експериментальних досліджень виявлено, що значення термічного опору однорідних зон склопакетів зразка №1 мають значно нижчі значення від непрозорої частини вікна і становлять половину значення. Склопакети зразка №2 мають різні значення термічного опору, на відміну від склопакетів першого вікна, але ці значення всередньому майже на 20% вищі від першого зразка. Остаточні розрахунки показали, що обидві світлопрозорі огорожувальні конструкції забезпечують мінімально допустиме значення опору теплопередачі для всіх температурних зон України. Вікно під номером 2 має дещо нижче значення приведенного опору теплопередачі ніж вікно під номером 1, але і його значення перевищує нормативне для I температурної зони на 46%, II температурної зони – 57%, для III – 76%, для IV – 95%.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель. – К. : Мінбуд. України, 2006. – 70с.
2. Фаренюк Г.Г. Методика лабораторних досліджень теплостійкості огорожень / Г.Г. Фаренюк, М.В. Тимофєєв, О.М. Білоус // Труды конф. “Енергозберігаючі будівельні конструкції та вироби”. – К.: НДІБК, 2008.
3. Гусев Н.М. Основы строительной физики. Учебник для вузов. М., Стройиздат, 1975.
4. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К.Ф. Фокин. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.
5. Фаренюк Г.Г. Основы забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт. – 2009. – 216 с.: Бібліог.: с. 194-203.
6. Белоус А.Н. Натурные теплофизические исследования светопрозрачных фасадных систем в летних условиях / А.Н. Белоус, Н.В. Тимофеев // Вісник проблеми архітектури і містобудування. – Випуск 6(74). – ДНАБІА. – 2008. – С. 112-115.
7. ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі. – М.: 1999. – 25 с.
8. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Методи визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. – К. : Мінбуд. України, 2010. – 84 с.