

УДК 697.434: 621.1.016.4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ РАДІАТОРІВ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

В.О. Лазоренко, кандидат технічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проведені експериментальні дослідження теплофізичних характеристик теплозахисних екранів та впливу їх на процеси теплообміну при встановленні в зонах розміщення радіаторів системи водяного опалення з метою зменшення втрат теплоти та підвищення потенціалу енергозбереження будівель.

Теплозахисні екрани, енергозбереження, системи водяного опалення, термічний опір, теплофізичні характеристики.

На опалення і вентиляцію будівель різного призначення витрачається близько 40% всіх паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Середньорічні витрати палива в Україні на теплопостачання протягом останнього десятиріччя становили 74,4 млн.т у. п., вентиляцію – 0,9 млн. т у. п. [1, 2]. При таких значних потребах втрати теплоти через зовнішні стіни, в залежності від висоти і конструкції будівлі, досягають 60 % від всієї витраченої теплоти. Будівельні конструкції, які використовувались у житловому та громадському будівництві, а також у будівлях виробничого характеру не відповідали сучасним вимогам, чим і обумовленні значні витрати теплоти. Найбільші витрати теплоти мають місце відповідно через стіни, вікна, підлогу, перекриття, а також вентиляційні витрати – за рахунок інфільтрації повітря [3].

В умовах постійного дефіциту паливних ресурсів в Україні необхідно вдосконалювати конструкції огороджувальних поверхонь шляхом підвищення їх теплозахисних характеристик. З цією метою були введені нові вимоги по теплозахисту будівель, якими встановленні нові значення термічних опорів стін і покриття, що перевищують попередні нормативи в 2 – 2,25 рази.

Впровадження заходів по теплозахисту огорожувальних конструкцій одночасно з модернізацією мережі централізованого тепло постачання, встановленням приладів обліку що дозволять вирішити проблему економії теплової енергії в такому обсязі, щоб при експлуатації інженерного устаткування можна було обмежитись мінімальним споживанням теплоти від джерела теплопостачання.

З іншого боку цілеспрямована робота державних органів за програмою енергозбереження з формуванням державного інвестиційного фонду енергозбереження достатнього не тільки для модернізації будівництва, а і для щорічної реконструкції до 20 % існуючого фонду будівель дозволить суттєво зменшити потреби умовного палива.

Втрати енергії в будинках, побудованих 20–30 років тому, дуже великий потенціал енергозбереження, який можна реалізувати за рахунок теплоізоляції огорожувальних конструкцій. В той же час системи опалення в таких будинках не обладнані будь-якими регулюючими пристроями, тому тут також є певний резерв для енергозбереження.

Споживання енергії в країнах Східної і Центральної Європи значно більше ніж у Західній Європі. Загальна потреба житлових будинків в електричній і тепловій енергії в Україні оцінюється на рівні 250 – 400 кВт·год/м², в той час як у західноєвропейських країнах ця величина становить 150 – 230 кВт·год/м² за рік. У скандинавських країнах добре ізольовані будинки споживають 120–150 кВт·год/м², а особливо утеплені, так звані енергетично ефективні, споживають 60–80 кВт·год/м² за рік.

Мета дослідження – підвищення потенціалу енергозбереження в системах опалення за рахунок вдосконалення теплофізичних характеристик будівель та їх окремих елементів, встановлення теплозахисних екранів радіаторів системи водяного опалення.

Матеріали та методика досліджень. Як правило радіатори систем опалення встановлюються в спеціальних заглибленнях під вікнами приміщень. При цьому з естетичних міркувань стіни мають меншу товщину і, як наслідок, менший термічний опір. У той же час температура стіни в місцях розташування

радіаторів значно вища середньої температури внутрішньої поверхні стіни, що створює умови для зростання втрат теплоти в навколишнє середовище. З іншого боку розташування радіаторів у заглибленнях проводить до зменшення тепловіддачі в приміщеннях у середньому на 2–10 відсотків. Для підвищення ефективності роботи опалювальної системи та зменшення втрат тепла було прийняте рішення дослідити вплив різних видів теплозахисних екранів, встановлюваних на стінах у зоні розміщення радіаторів, на процеси теплообміну в опалювальних приміщеннях.

Для дослідження коефіцієнтів теплопровідності та термічного опору різних типів теплозахисних екранів, які встановлюються біля опалювальних приладів (радіаторів), розроблена експериментальна установка, структурна



Рис. 1. Структурна схема установки для вимірювання коефіцієнта теплопровідності твердих тіл

Установка базується на використанні приладу ВТ–3, призначеного для вимірювання коефіцієнта теплопровідності широкого класу речовин, у тому числі грубодисперсних, сипучих матеріалів та рідин, у вигляді пластин і пакетів у стаціонарному режимі при температурі навколишнього середовища від +10 до +35 °С, відносній вологості до 80 %, атмосферному тиску від 0,0083 до 0,105 МПа. Діапазон вимірювання коефіцієнта теплопровідності становить 0,03–5,0 Вт/м²·К, термічного опору $1 \cdot 10^{-4}$ – $3 \cdot 10^{-1}$ м²·К/Вт, середній температурний діапазон зразка + 10 – + 90 °С. Сумарна відносна похибка при температурі 25±10 °С не перевищує 6 %.

В основу роботи приладу покладено стаціонарний метод визначення коефіцієнта теплопровідності пластини шляхом вимірювання густини теплового потоку, який пронизує зразок матеріалу, товщини зразка і різниці температур між його торцевими поверхнями.

Значення коефіцієнта теплопровідності визначається за співвідношенням:

$$\lambda = \delta \cdot \frac{K_m}{K_\delta} \cdot \frac{U_\delta}{\Delta U}, \quad (1)$$

де δ – товщина зразка, м; K_T – чутливість термопар, мВ/К (для термопар ТХА $K_T=0,041$ мВ/К); U_δ – сигнал датчика теплового потоку, мВ; K_δ – коефіцієнт перетворення теплового потоку в ТЕРС датчика, $K_\delta = 0,01703$ м²·мВ/Вт; U_δ – сигнал датчика теплового потоку, мВ; ΔU – сигнал диференціальної термопар, мВ.

Величина термічного опору досліджуваного зразка визначається за формулою:

$$R_T = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2)$$

Середня температура зразка розраховується за формулою:

$$t_{zp} = \frac{t_1 + t_2}{2}, \quad (3)$$

де t_1 і t_2 – значення температури поверхонь зразка, обернутих відповідно до нагрівника і до холодильника, °С. Визначаються за співвідношеннями:

$$t_1 = \frac{U_1}{K_T}, \quad (4)$$

$$t_2 = \frac{U_2}{K_T}, \quad (5)$$

де U_1 і U_2 – сигнали диференціальних термопар, які вимірюють безпосередньо температуру верхньої і нижньої поверхонь зразка, мВ.

Конструктивно прилад ВТ–3 складається із двох частин: верхньої і нижньої, між якими розміщується дослідний зразок. У верхній рухомій частині приладу розміщено нагрівач та індикатор товщини; у нижній – холодильник і датчик теплового потоку.

Живлення нагрівника здійснюється від електромереж і напругою 220 В через стабілізатор. Нагрівник забезпечує отримання теплого потоку потужністю до 10^4 Вт/м². Він переміщується вгору – вниз за допомогою маховика і пов'язаний з механічним індикатором товщини, що дає можливість одночасно вимірювати товщину зразка з точністю до 0,01 мм при постійному питомому тиску $5 \cdot 10^3$ Н/м².

Холодильник, розміщений у нижній частині приладу, призначений для відведення теплоти, що пронизує дослідний зразок, і підтримання під час досліду температури нижньої поверхні зразка матеріалу на заданому рівні. Віддаль від датчика щодо поверхні покриття становить 0,1–0,2 мм.

Для вимірювання температури на різних поверхнях дослідного зразка використовуються датчики температури, які представляють собою стрічкову термопару, розміщену в еластичній обкладці (рис.2). Датчики температури накладаються на зразок поверхнями, на яких виведені розкатані спаї термопар. Чутливість термопар визначається градуванням перед встановленням між накладками, або ж за таблицями для матеріалу, із якої виготовлені термопари.

Підбором потужності нагрівача і температури термостатованої рідини, яка циркулює в холодильнику, встановлюється температурний рівень і режими випробувань. Різниця температур між торцевими поверхнями зразка вимірюється за допомогою встановлених в еластичних обкладках стрічкових термопар

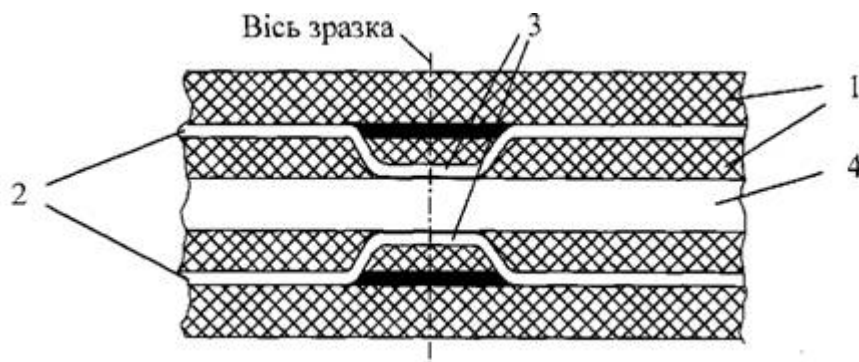


Рис. 2. Схема розташування датчиків температури і зразка:

1 – еластичні обкладки; 2 – термопари; 3 – спаї термопар; 4 – зразок

Середня температура зразка визначається за формулою (3). При цьому значення температури верхньої і нижньої поверхонь зразка вимірюються за допомогою тих же термопар, з'єднаних диференціально, з вільним спаєм, розміщеним у посудині Дьюара, де підтримується температура 0 °С. Схеми з'єднання термопар див. рис. 3.

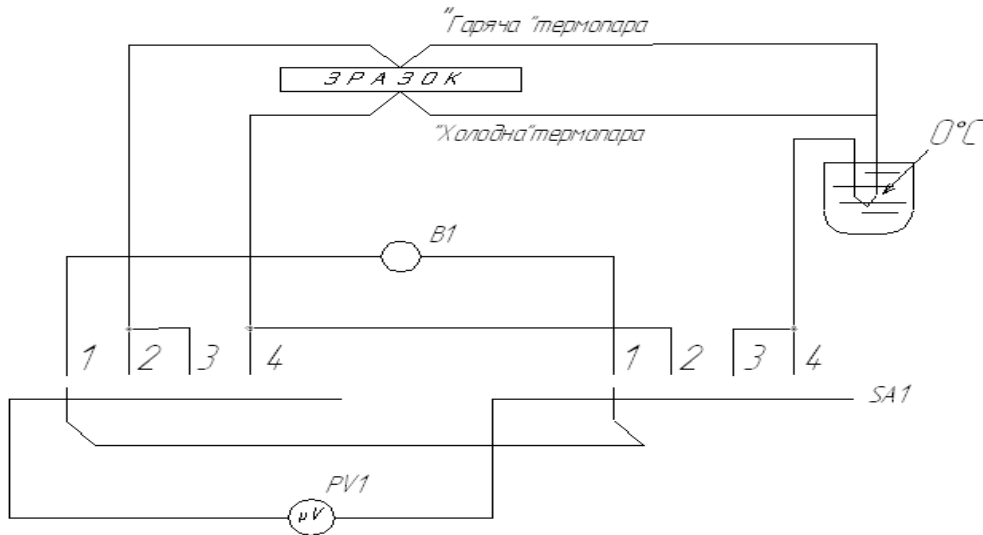


Рис. 3. Схема вимірювання температури поверхонь зразка з використанням термопар

Методика проведення дослідження. Перед початком досліджень необхідно перевірити правильність під'єднання вимірювальних приладів та електроживлення. Водночас необхідно перевірити встановлення відносно нагрівача системи охолодження (непаралельність не більше 0,1 мм), а систему термостатування – на відсутність витоку.

Встановлюється нуль на індикаторі при двох датчиках температури, розміщених між холодильником і нагрівником, а також перевіряється робоздатність вимірювальної системи.

Підготовлений зразок закладається між двома датчиками температури так, що спаї термопар дотикались до центра поверхні зразка, і встановлюється в прилад між нагрівачем і холодильником. Обертанням маховика опускають нагрівник до зупинки стрілки індикатора, після чого необхідно зробити ще один-два оберти в тому ж напрямку. Далі вимикається система охолодження і

регулюється температура в термостаті до потрібної величини, після чого подається живлення до електронагрівника.

У процесі проведення досліду вимірюється (не менше трьох разів) товщина зразка: на початку, в середині і в кінці випробувань.

Вимірювання датчиками теплового потоку та температури, згідно з рекомендаціями інструкції до приладу, починається через 10-15 хвилин після вмикання приладу і повторюють через 5 хвилин, дотримуючись такої послідовності: тепловий потік – диференціальна термопара – „гаряча” термопара – „холодна” термопара.

Результати досліджень. Для проведення досліджень вибрані чотири зразки теплоізоляційних матеріалів, які використовуються для виготовлення теплозахисних екранів радіаторів систем опалення:

- 1) пінофол з одностороннім металізованим покриттям;
- 2) аерозол з двостороннім металізованим покриттям;
- 3) поліізол з одностороннім металізованим покриттям;
- 4) тепловий екран ТУ 13-20153970-01-95 –з двостороннім металізованим покриттям.

Досліди проводились за розглянутою вище методикою. Отримані результати вимірювань та результати розрахунку коефіцієнтів теплопровідності, термічного опору і температури за формулами (1, 2, 3, 4 і 5) наведені в таблиці.

1. Коефіцієнти теплопровідності і термічного опору матеріалів для теплозахисних екранів

Матеріал екрану	Товщина δ , мм	Температура		Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/м·К	Термічний опір R_{λ} , м ² ·К/Вт
		На верхній поверхні зразка t_1 , °С	На нижній поверхні зразка t_2 , °С		
Пінофол	4	33,9	21	0,046	0,086
Аероізол	3,38	34,4	21,1	0,052	0,066
Поліізол	3,05	34,3	21,3	0,046	0,065
Тепловий екран	0,48	27,5	23,8	0,068	0,007

Висновок

На основі отриманих результатів можна стверджувати, що коефіцієнт теплопровідності і термічний опір залежить від властивостей матеріалу екрану та його товщини. Найкращі показники має пінофол.

Список літератури

1. Гершкович Г. В.. В Києве стало теплее //Енергозберігаючі технології та автоматизація. – 2002. –№4. С. 38–39; №5. – С.41– 42.
2. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України. /Ковалко М.П., Денисюк С.П.; Відпов. Шидловський А.К. – Київ: УЕЗ, 1998р. – 506с.
3. Лазоренко В.О. Потенціал енергозбереження навчального корпусу №3 / В.О. Лазоренко, М.Т.Лут.//Науковий вісник НАУ №59. – К.: 2002. – С. 32–38.

Проведено експериментальное исследование теплофизических характеристик теплозащитных экранов и влияния их на процессы теплообмена при установлении в зонах размещения радиаторов системы водяного отопления с целью уменьшения потерь теплоты и повышения потенциала энергосбережения зданий.

Теплозащитные экраны, энергосбережение, системы водяного отопления, термическое сопротивление, теплофизические характеристики.

Experimental investigations of thermophysical characteristics Screen of thermoprotection and their influence to the processes of thermoexchange by installing in zones of placing of radiators of system of water heating with a purpose of decreasing of losses of heat and increasing of potential of energetical saving of building are made.

Heatcover screens, energy-savings, systems of the aquatic heating, thermal resistance, thermophysical descriptions.