

Jerzy BLAZY
Henryk KRAUSE
Jerzy KRZYCKI

SPÓSÓB BADANIA IZOLACYJNOŚCI TERMICZNEJ ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH W WARUNKACH LABORATORYJNYCH

Streszczenie. W niniejszym opracowaniu przedstawiono sposób przeprowadzenia pomiarów izolacyjności termicznej zewnętrznych przegród ściennych. Opisana metodyka stosowana jest przy badaniach cieplofizycznych przegród w laboratorium Fizyki Budowli Instytutu Technologii i Organizacji na Politechnice Śląskiej.

1. WSTĘP

Zagadnienia zapewnienia komfortu cieplnego budynków mieszkalnych oraz właściwej gospodarki paliwowej i energetycznej w kraju wymagają możliwie jak najlepszego doboru, wykonania i eksploatacji odpowiednio zabezpieczonych termicznie zewnętrznych przegród ściennych. Izolacyjność termiczna zależy od szeregu istotnych cech mających związek z wewnętrzną strukturą fizyczną przegrody.

Określenie izolacyjności na podstawie obliczeń analitycznych daje wyniki znacznie odbiegające od jej wartości rzeczywistych. Dlatego najbardziej miarodajną oceną rzeczywistej izolacyjności termicznej wielowarstwowej przegrody są badania laboratoryjne gotowych elementów. Wychodząc na przeciw aktualnym potrzebom na tego rodzaju badania w laboratorium Instytutu Technologii i Organizacji Budownictwa na Politechnice Śląskiej opracowano sposób pomiarów oporu cieplnego przegród ściennych pozwalający na określenie ich rzeczywistej izolacyjności termicznej.

2. STANOWISKO BADAWCZE

Badania cieplnofizyczne wykonywane są w komorze badawczej składającej się z dwóch pomieszczeń "ciepłego" i "zimnego" o kubaturze po około 60 m³ każde. Badany element (lub zestaw elementów i ich złączy) zostaje zabudowany w otwór o szerokości 3,40 m i wysokości do 2,70 m uszczelniony na obwodzie materiałem termoizolacyjnym.

Po zakończeniu prac przygotowawczych w pomieszczeniu ciepłym zostają włączone zestawy grzejne z kilkunastodniowym wyprzedzeniem w stosunku do

rozpoczęcia pomiarów. Uzyskanie odpowiedniej temperatury powietrza w pomieszczeniu ciepłym zapewnia sterowany termoregulatorem automatycznym zestaw grzejny stabilizujący temperaturę powietrza wewnętrznego (t_1). Dodatkowym stabilizatorem temperatury są przegrody komory badawczej, wykonane z żwirobetonu gr. 30 cm, które dzięki swej stateczności cieplnej zmniejszają amplitudy wahań temperatury.

Za względu na brak technicznych możliwości schładzania powietrza w pomieszczeniu zimnym, pomiary prowadzone są w okresie zimowym z równoczesnym wykorzystaniem możliwości stałego dopływu zimnego powietrza zewnętrznego. Dzięki temu warunki panujące w komorze zimnej są zbliżone do warunków atmosferycznych przy równocześnie małych amplitudach temperatury (t_0).

3. METODYKA POMIARÓW

Ocenę izolacyjności oparto na pomiarach wartości strumienia ciepłego oraz temperatur przy założeniu ustalonego przepływu ciepła. Istotnym czynnikiem warunkującym prawidłowość powyższego założenia a tym samym poprawność wykonania pomiarów jest uzyskanie możliwie największej stabilności temperatury powietrza w obu pomieszczeniach badawczych. Na rys.1 przedstawiono przykładowo przebieg oraz różnicę wahań temperatury powietrza wewnętrznego (t_1) i zewnętrznego (t_0) w czasie wykonywania pomiarów.

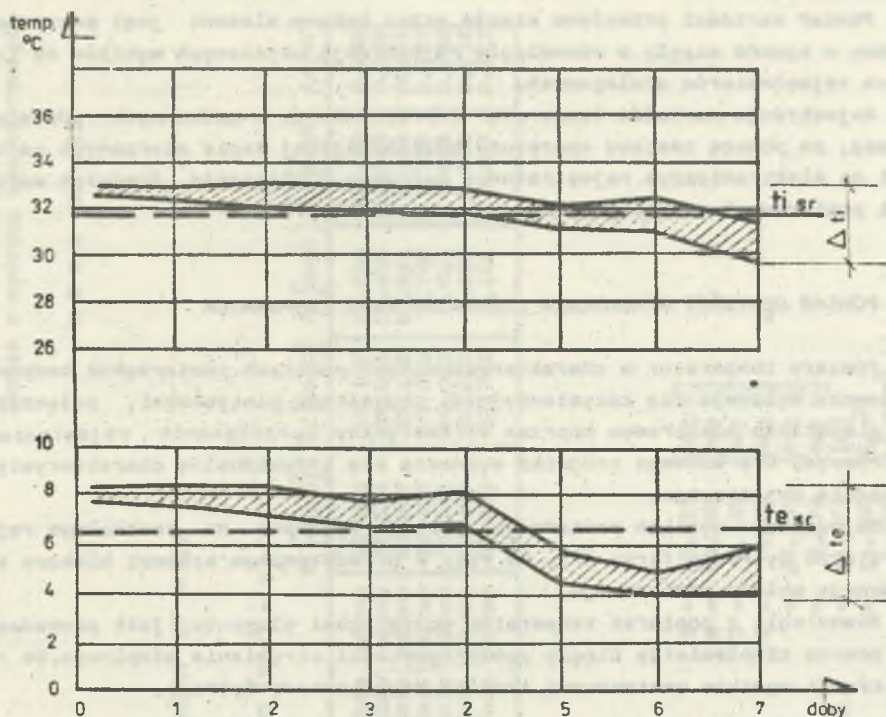
Pomierzone wartości strumienia ciepłego oraz różnicy temperatur na powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej badanego elementu pozwalają na wyznaczenie oporu ciepłego, będącego podstawowym parametrem charakteryzującym jego izolacyjność termiczną. Opór cieplny badanego elementu ściennego - R ($m^2 K/W$) zostaje określony na podstawie ciągłych pomiarów gęstości strumienia ciepłego, płynącego przez przegrodę w czasie okresu pomiarowego T i różnicy temperatur pomiędzy zewnętrzną a wewnętrzną powierzchnią przegrody.

Średni opór cieplny przegrody w czasie T może być określony jako:

$$R = \frac{\int_0^T v(\tau) dt}{\int_0^T Q(\tau) dt} \quad (2.1)$$

Przepływ ciepła (Q) przez przegrodę zostaje zmierzony metodą "przegrody pomocniczej" przy wykorzystaniu zainstalowanych na wewnętrznej powierzchni elementu ciepłomierzy.

Ciepłomierze zostają zamontowane w polach pomiarowych znajdujących się poza strefą zaburzeń brzegowych, których obszar wpływów zostaje ustalony termooizolacyjnym pomiarem temperatur powierzchniowych. Uwzględniając to



Rys. 1. Przykładowy przebieg temperatury powietrza wewnętrznego i zewnętrznego w czasie wykonywania pomiarów

założenie oraz wliczając opór cieplny ciepłomierza w jego stałą cechowania, opór cieplny badanej przegrody określa się wzorem:

$$R = \frac{V_1 - V_2}{q} \quad (2.2)$$

gdzie:

- V_1 - temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody,
- V_2 - temperatura zewnętrznej powierzchni przegrody,
- q - gęstość strumienia ciepłego.

Mając na uwadze wielowarstwową strukturę badanego elementu oraz jego niejednorodność materiałową, pomiarów dokonuje się przy użyciu kilku ciepłomierzy. Każdemu położeniu ciepłomierza zostają przyporządkowane na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni elementu po dwa punkty pomiaru temperatury.

Pomiar wartości przepływu ciepła przez badany element jest przeprowadzony w sposób ciągły z równoległą rejestracją uzyskanych wyników na taśmach rejestratorów analogowych.

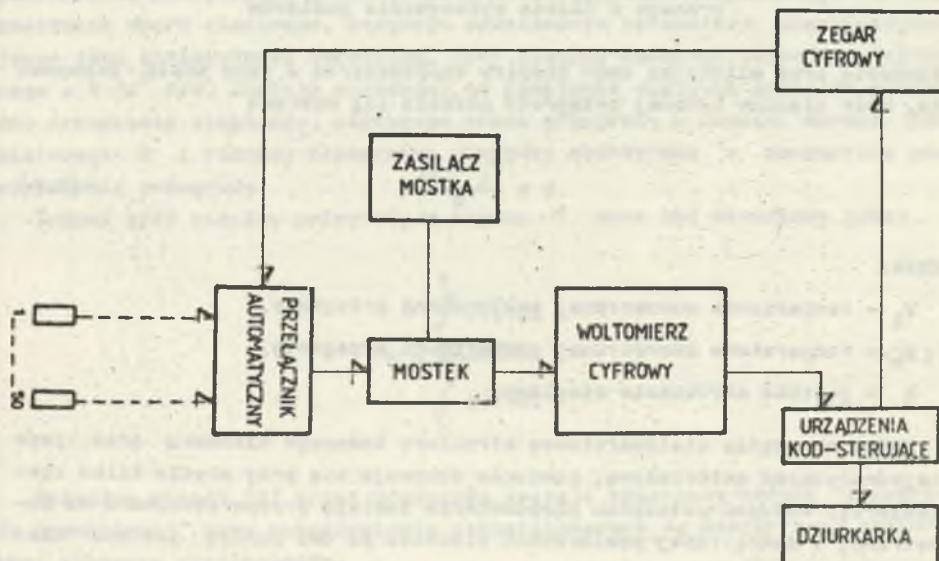
Rejestracje wartości temperatur zaprogramowano w godzinnych odstępach czasu, ze pomocą zestawu aparatury umożliwiającej zapis mierzonych wartości na elektronicznym rejestratorze cyfrowym. Obliczenie średnich wartości pomiarowych następuje przez wykorzystanie ETO.

4. POMIAR GĘSTOŚCI STRUMIENIA CIEPLNEGO ORAZ TEMPERATUR

Pomiary temperatur w charakterystycznych punktach powierzchni badanego elementu wykonuje się rezystencyjnymi czujnikami platynowymi, połączonymi z mostkiem pomiarowym poprzez automatyczny przełącznik rejestratora cyfrowego. Dla każdego czujnika wyznacza się indywidualną charakterystykę napięcia wyjściowego.

Rejestracja wyników pomiarowych zostaje wykonana na centralnym rejestratorze cyfrowym firmy RFT. Na rys. 2 przedstawiono schemat blokowy stosowanego układu pomiarowego.

Równoległe z pomiarem temperatur powierzchni elementu jest prowadzony za pomocą ciepłomierzy ciągły pomiar gęstości strumienia ciepłego. Do rejestracji wyników zastosowano również rejestratory cyfrowe.



Rys. 2. Schemat blokowy układu pomiarowego

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
INSTYTU TECHNOLOGII I ORGANIZACJI
BUDOWNICTWA
GLIWICE

Załącznik 1
(Wypis z wydruku komputerowego)

M E R A 60 - 15

TABLICA NR 3.4

OPRACOWANE WYNIKI POMIAROWE BADAŃ WSPÓŁCZYNNIKA "K" PŁYTY
OSŁONOWEJ SYSTEMU "F A O M MG - III"

Pole pomiarowe Nr A Stała ciepłomierzy: $SrS = 46.70 [W/m^2 \cdot mV]$

Punkt pomiarowy Nr/ jednostronka	5/ [degC]	6/ [degC]	7/ [degC]	8/ [degC]	Δ/ [mV]
1 Początek pomiaru: 6.01.84 Godz.: 15:00: 01	Średnia dobowa	29.107	10.765	10.458	8.269
2 Początek pomiaru: 7.01.84 Godz.: 10:00: 81	Średnia dobowa	29.045	10.470	10.058	0.258
3 Początek pomiaru: 8.01.84 Godz.: 10:00: 81	Średnia dobowa	29.152	10.311	9.722	0.227
4 Początek pomiaru: 9.01.84 Godz.: 10:00: 91	Średnia dobowa	29.010	9.742	9.159	0.267
5 Początek pomiaru: 10.01.84 Godz.: 10:00: 101	Średnia dobowa	28.463	8.414	7.846	0.238
6 Początek pomiaru: 11.01.84 Godz.: 10:00: 91	Średnia dobowa	28.035	7.168	6.538	0.232
7 Początek pomiaru: 12.01.84 Godz.: 10:00: 111	Średnia dobowa	27.732	7.130	6.457	0.227

5 = 28.111 [deg C]
6 = 28.792 [deg C]
7 = 9.143 [deg C]
8 = 8.605 [deg C]
= 28.451 [deg C]
= 8.974 [deg C]
= 19.577 [K]
= 11.460 [W/m²]
= 1.708 [m²·K/m]

Średnia wartość temperatury w punkcie pom.
Średnia wartość temperatury w punkcie pom.
Średnia wartość temperatury w punkcie pom.
Średnia wartość temperatury w punkcie pom.
Średnia wartość temperatury wewn. w polu pom.
Średnia wartość temperatury zewn. w polu pom.
Średnia różnica temperatury wewn. i zewn. w polu pom.
Średnia wartość gęstości strumienia ciepłego
Opór cieplny przegrody

5. WYNIKI POMIARÓW

Jako podstawę opracowania wyniku pomiarów przyjmuje się średnie wartości pomierzone w czasie 7 dobowego cyklu pomiarowego. Przy wykonywaniu badań stosowania centralnego rejestratora cyfrowego, umożliwia przetworzenie uzyskanych wyników za pomocą ETO. Przetworzenie to polega na wyliczeniu średnich dobowych, mierzonych co godzinę wartości oraz uśrednienie ich dla całego cyklu pomiarowego, z równoczesnym pomiarem wyników w jednostkach fizycznych. Przykład wyników pomiarów przedstawiono w załączniku 1.

Przedstawiony sposób wyznaczenia rzeczywistego oporu cieplnego przegrody pozwala na optymalne wyznaczenie parametrów termoizolacyjnych przegrody, gdyż jest on niezależny od przyjętych właściwości fizycznych materiału i czynników technologicznych produkcji elementów.

СПОСОБ ИСПЫТАНИЯ ТЕРМОИЗОЛЯЦИОННОСТИ НАРУЖНЫХ СТЕН В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Р е з ю м е

В реферате представлен способ проведения измерения термоизоляционности наружных стен. Описанную методику применяют в физических исследованиях перегородок в лабораториях Технологии и Организации Силезского Политехнического Института.

A WAY OF HEAT INSULATION MEASUREMENTS IN EXTERNAL WALLS IN LABORATORY CONDITIONS

S u m m a r y

In the paper tests of heat insulation of external walls are presented. Methods of testing reported are used at the Building Physics Laboratory of the Institute of Building Technology and Organisation, Silesian Technical University.