

FUNDAMENTAREA PROCESELOR DE TRANSFER TERMIC PRIN STRATURILE UNUI MATERIAL COMPOZIT STRATIFICAT CU CONȚINUT DE DEȘEURI TEXTILE

Iașnicu (Stamate) Iuliana, drd.ing., Colegiul Tehnic Gh. Asachi, București

ABSTRACT

Effective thermal insulation are required to reduce heat consumption in buildings and use of non-conventional energy sources (wind, solar) that have low. Satisfying the requirement to reduce the specific consumption of final energy below 120 ... 150 kWhW.a and even to 15 ... 45 kWhW.a, scheduled for 2020 (passive house) needed for sustainable development involves the use large amounts of polyurethane foam, expanded polystyrene and mineral wool (intensive), which provides good thermal protection. To limit the use of these materials is trying to replace them with different insulation systems can be based on the use of waste, innovative technologies or thermo reflective insulation.

Thermal Insulation is a special feature of textiles, which can be determined by several laboratory methods and is given by the value parameter called the coefficient of thermal conductivity. Physical phenomena of tuning while thermal equilibrium - thermal conduction and thermal radiation. For modeling concepts adjustment function is active thermal transfer is through the study of slabs protection from excessive heat and then a protection against the cold tiles.

1.GENERALITĂȚI

Cerințele de protecție și de confort sunt adesea contradictorii iar rolul proiectantului și al tehnologului este să realizeze o formă de protecție care să confere cel mai ridicat nivel protector. Izolațiile termice eficiente sunt obligatorii pentru diminuarea consumului de căldura în clădiri și utilizarea energiilor neconvenționale regenerabile (eoliana, solară) care au un debit mic. Satisfacerea cerinței de reducere a consumului specific de energie finală sub limita de 120...150 kWhW.a și chiar spre 15...45 kWhW.a, preconizată spre anul 2020 (case pasive), necesară pentru o dezvoltare durabilă, implică utilizarea unor mari cantități de spumă de poliuretan, polistiren expandat și de vata minerală (energointensive), care asigură o bună protecție termică. Pentru a limita folosirea acestor materiale se încearcă înlocuirea lor cu diferite sisteme termoizolante care pot avea la bază utilizarea deșeurilor, tehnologii inovatoare sau izolații termorefectante [1].

2.PROPRIETĂȚILE TERMICE ȘI CONDUCTIVITATEA PANOURILOR TEXTILE

Capacitatea de izolare termică este o caracteristică specială a materialelor textile, ce se poate determina prin mai multe metode de laborator. De exemplu, sistemul de măsurare cu plăci P_1 și P_2 tip Dr. Boock:

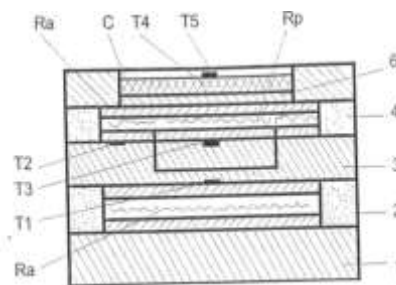


Fig. I.1 - Sistem de măsurare cu plăci

Capacitatea de izolare termică este dată de valoarea parametrului numit coeficient de conductivitate termică λ , a cărui valoare se calculează cu relația[2] :

$$\lambda = q \cdot d / \Delta Q \cdot W \quad \text{exprimată în kcal / m} \cdot \text{h} \cdot \text{°C} ; \quad (1)$$

În care: q – reprezintă fluxul termic specific, exprimat în kcal / m · h · °C ;

d – reprezintă grosimea epruvetei, exprimată în mm;

ΔQ - reprezintă diferența dintre temperaturile înregistrate la contactul dintre cele două plăci și fețele epruvetei, exprimată în °C ;

W – reprezintă constanta, care ține seama de rezistențele termice ale straturilor de aer format între plăci și fețele epruvetei de material textil.

Coeficientul de conductivitate termică se mai poate exprima și în funcție de: U – diferența de potențiat; I – intensitatea curentului electric; A – aria epruvetei prin care trece fluxul termic; ΔQ - diferența de temperatură înregistrată la cele două fețe ale materialului textile [3].

$$\lambda = U \cdot I \cdot d / \Delta Q \cdot A \quad (2)$$

Testarea flamabilității, se mai numește și testul rezistenței la ardere. În funcție de modalitatea în care sunt amplasate în timpul utilizării și tipul diverselor aparate, mostrele testate pot fi poziționate vertical, orizontal sau înclinat. Testarea rezistenței la ardere a materialelor, efectuată cu camera HVM cu flacără pe orizontală, cu referire la testarea riscurilor de împrăștiere a flăcării, trebuie să se facă în conformitate cu cerințele impuse prin standarde, precum ASTM D5132, DIN 75200, ISO 3795. Avantajele acestui sistem de testare:

- 1 Camera este confecționată din oțel inoxidabil, iar suprafața de sus a camerei poate fi separată de restul ansamblului;
- 2 Flacăra poate fi ajustată după cerințe;
- 3 Suportul pe care se așează mostra de încercat este tot din oțel inoxidabil;
- 4 Aparatul este prevăzut cu contor de pornire-oprire.

Cu ajutorul camerei cu flacără pe orizontală și verticală – HVFAA, se va testa flamabilitatea împrăștierii flăcării și procesul de aprindere. Stabilirea flăcării se face conform standardului ASTM D 5207. Testarea se poate face pe orizontală, verticală sau înclinat la 45° și 60°, camera de acces este prevăzută cu ușă glisantă, sistem de control al gazului, trei setări manuale [4].

3.FENOMENE FIZICE DE REGLARE A ECHILIBRULUI TERMIC

Conducția termică este procesul de transfer de căldură prin contact direct între două suprafețe dacă există o diferență de temperatură. Densitatea de flux termic transferat printr-un strat este dată de legea I a lui Fourier:

$$q = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t = \frac{t_i - t_e}{R_t} \quad (\text{kcal/m}^2 \text{ h}) \quad (3)$$

unde: λ reprezintă coeficientul de conductivitate termică a materialului textil,

δ - grosimea stratului de material textil;

t_i, t_e - temperaturile pe suprafața interioară, respectiv exterioară a stratului de material;

$$R_t - \text{rezistența termică a stratului de material, } R_t = \frac{\delta}{\lambda} \quad (4)$$

Radiația termică reprezintă o formă particulară a transferului de căldură în care purtătorul de energie este reprezentat, conform teoriei clasice, de undele electromagnetice. Densitatea de flux termic radiant are expresia [5]:

$$q = \alpha_r (t_{pf} - t_{sl}) \quad (\text{kcal/m}^2 \text{ h}) \quad (5)$$

unde : α_r - coeficientul de transfer de căldură radiantă

t_{pf}, t_{sl} – temperaturile la periferia ansamblului, respectiv pe suprafețele limitatoare

4.FACTORI DE CORECȚIE A INDICATORILOR DE IZOLAȚIE TERMICĂ

În calcule termice riguroase se recomandă particularizarea pe zone distincte, prin corecția datelor inițiale ale calculului.

Factorul de corecție a formei (f): $f = 1$, pentru suprafețe plane;

$$f = \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{\frac{r_2}{r_1} - 1} \quad , \text{ pentru suprafețele tubular-cilindrice;} \quad (6)$$

$$f = \frac{r_1}{r_2} \quad , \text{ pentru suprafețele de formă sferică;} \quad (7)$$

Vântul care „curge” este un factor cheie în pierderile termice. Rezistența termică sumată se cere corectată conform unei expresii de forma:

$$R_{sum} = \frac{e^{c \cdot P_a \cdot R_{sum,0}} - 1}{c \cdot P_a \cdot e^{c \cdot P_a \cdot R_{sum,0}}} \quad (8)$$

în care: c - reprezintă căldura specifică a aerului, $\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$; P_a - permeabilitatea la aer corespunzătoare unei anume diferențe de presiune (și implicit unei anumite viteze a vântului), $\text{m}^3/\text{m}^2\text{s}$; $R_{sum,0}$ - rezistența termică sumată în lipsa ventilării (condiții staționare), $\text{m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$ [5].

5.ABSORBȚIA ȘI TRANSFERUL UMIDITĂȚII

5.1.Difuzia vaporilor

Dacă primul strat trebuie în principal să tamponeze și să absoarbă bine umiditatea de pe suprafață, cel de-al doilea strat și următoarele trebuie să permită în principal difuzia particulelor fine de umiditate prin spațiile libere din material (pori) înspre mediul ambiant. Expresia debitului de vapori ce traversează stratul de material este [1] :

$$q_v = \frac{\mu \cdot \Delta p}{\delta} \quad (9)$$

unde: μ – coeficientul de permeabilitate la vapori a materialului textil difuzat;
 δ – grosimea materialului; Δp – diferența de presiuni parțiale a vaporilor.

5.2. Interacțiunile între transferul de căldură și de umiditate

În ordinea importanței, capacitatea de absorbție și transfer a umidității se plasează imediat după capacitatea de izolare termică, iar între ele există o interdependență ce poate fi evaluată printr-un indicator adimensional numit indice de permeabilitate la căldură și umiditate (i_m) [5].

$$i_m = \frac{R_E \left(k_1 v^m + \frac{1}{R_r} \right) + 1}{R_{v,tot} \cdot k_2 \cdot v^m + 1} \quad (10)$$

Se observă că indicele de permeabilitate la căldură umedă depinde de [67]: viteza vântului v , rezistența la radiația termică R_r , rezistența termică echivalentă R_E , rezistența totală la trecerea vaporilor a sistemului $R_{v,tot}$.

6. MODELAREA CONCEPTUALĂ A FUNCȚIEI DE REGLARE ACTIVĂ A TRANSFERULUI TERMIC

6.1. Placă de protecție față de mediu excesiv de cald

Tipul de risc termic poate fi: radiația termică; foc deschis cu scântei; suprafețe fierbinți; substanțe topite [2].

Fluxul de căldură radiantă este exprimat ca o sumă a trei componente:

$$q_{rad} = \sigma \cdot \varepsilon_g \cdot T_g^4 - \sigma \cdot \varepsilon_m F_a (1 - \varepsilon_g) (T_m^4 - T_a^4) + \frac{\sigma F_a (1 - \varepsilon_g) (T_f^4 - T_m^4)}{1 + F_f (1 - \varepsilon_g) \left(\frac{1 - \varepsilon_m}{\varepsilon_m} + \frac{A_m}{A_f} \frac{1 - \varepsilon_f}{\varepsilon_f} \right)} \quad (11)$$

unde: σ – reprezintă constanta Stefan-Boltzman;

ε_g , ε_m , și ε_f – sunt emisivitățile gazului fierbinte, ale materialului și ale focului din capul arzător;

T_g , T_m , T_a , și T_f – temperaturile gazului fierbinte, a materialului, a aerului și a focului din capul arzător;

F_a și F_f – factorii care țin seama de geometria materialului și caracterizează stratul de aer și focul; A_m și A_f – ariile suprafețelor materialului și respectiv a capului arzător.

Se obține un model fizic de analiză a comportării materialului compozit textil în condiții de foc..

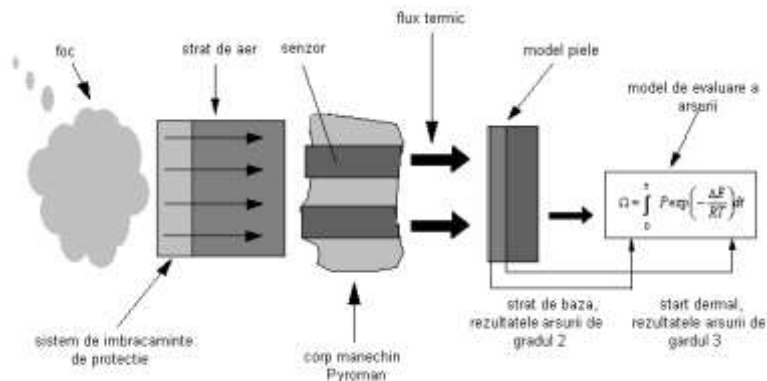


Fig. I.2 Transferul de căldură și procesul de evaluare a arsurii

6.2.Placă de protecție față de frig

Frigul este un risc pentru sănătatea omului, el poate afecta funcțiile fiziologice, performanța de muncă și bunăstarea acestuia [2] .

Bilanțul termic al corpului se poate descrie prin ecuația:

$$S = M - \frac{t_p - t_e}{I_t} - \frac{P_p - P_e}{R_e} - Re s \quad \text{și se consideră atins când S este zero.} \quad (12)$$

Ecuația de corecție a izolației termice totale ce ține seama de viteza vântului și permeabilitatea la aer a straturilor de materiale este:

$$I_{t,r} = I_{t,static} \cdot e^{[-0,0512(v-0,4)+0,794 \cdot 10^{-3}(v-0,4)^2 - 0,0639 \cdot w] P_a^{0,1434}} \quad (13)$$

unde: $I_{t,r}$ este izolația termică totală reală, corectată;

$I_{t,static}$ - izolația termică totală în condiții statice;

v - viteza vântului, m/s;

w - viteza de deplasare a individului, m/s,

P_a – permeabilitatea la aer, l/m²s.

7.CONCLUZII

Se studiază plăcile de protecție față de mediu excesiv de cald, dar și față de frig, avînd în vedere utilizarea deșeurilor textile, prin alcătuirea unei plăci de protecție din acest tip de materiale. Izolațiile termice eficiente sunt obligatorii pentru diminuarea consumului de căldura în clădiri. Utilizarea plăcilor din deșeuri textile este importantă atât pentru protecția mediului, cît și pentru reducerea consumului de spumă de poliuretan, polistiren expandat și de vata minerală (energointensive), care asigură o bună protecție termică.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Koncsag, C., *Materialele compozite în contextul dezvoltării durabile* (2007), Universitatea „Ovidius”, Constanța.
- [2]. Van Vuure, A.W., ș.a., *Sandwich fabric panels* (1995), Al 40-lea Simpozion Internațional SAMPE, Anaheim, USA.
- [3]. Zamfir, M., *D eșeuri textile-surse reale de materii prime* (2008), Editura Performantica, Iași.
- [4]. Stamate, I., *Metode experimentale de analiză a materialelor compozite cu conținut textil* (2010), Mecanica Ruperii, Buletinul Asociației Române de Mecanica Ruperii – ARMR, nr. 27-28, Editura Universității Petrol-Gaze, Ploiești.
- [5]. Alămoreanu E., Constantinescu D. M. , *Proiectarea plăcilor compozite laminate* (2005), Editura Academiei Române, București.