

ROLUL ÎNCHIDERILOR ÎN REALIZAREA CONFORTULUI

S.l. ing. *Ancuța ABRUDAN, Prof. dr. ing. Teodor MĂDĂRĂȘAN*

UNIVERSITATEA TEHNICĂ Cluj-Napoca

Abstract. The building consist in an ensemble of apartments, circulating areas and other areas, surrounded by some surfaces which constitutes the building envelope. The closing elements are separating the exterior environment by the inner one and their role in providing the comfort is due to way physical properties are influencing the comfort parameters (t_b , v_b , φ_b , θ_{mr}).

For appraising the thermal stability of the closing elements, performance criteria are used, such as external air amplitude oscillation amortizing coefficient, the coefficient of de-phasing of the environmental temperature, the thermal stability coefficient of the building elements.

1. INTRODUCERE

Clădirea reprezintă un ansamblu de apartamente, spații de circulație și alte spații comune, delimitat de o serie de suprafețe care alcătuiesc *anvelopa clădirii* prin care au loc pierderi de căldură.

Anvelopa clădirii separă volumul încălzit al clădirii de:

- aerul exterior;
- sol (la plăci în contact direct cu solul, amplasate fie peste cota terenului sistematizat, fie sub această cotă, precum și la pereții în contact cu solul);
- încăperi anexă ale clădirilor propriu-zise, neîncălzite sau mult mai puțin încălzite, separate de volumul clădirii prin pereți sau/și planșee, termoizolate în mod corespunzător (magazii, subsoluri tehnice sau boxe, pivnițe, poduri, balcoane și logii închise cu tâmplărie exterioară și.a.);
- spații care fac parte din volumul constructiv al clădirii, dar care au alte funcții sau destinații (spații comerciale la parterul clădirilor de locuit, birouri și.a.);
- alte clădiri, având pereții adiacenți separați de clădirea considerată, prin rosturi.

Elementele de închidere separă mediul exterior de cel interior, iar rolul acestora în realizarea confortului decurge din modul în care proprietățile fizice ale elementelor de închidere influențează parametrii confortului.

2. APRECIEREA FENOMENELOR DE TRANSFER DE CĂLDURĂ

Pentru aprecierea cantitativă a fenomenelor de transfer de căldură prin elementele de construcție care intră în compoziția structurilor care delimitizează încăperile clădirilor, se impune cunoașterea proprietăților termice și higrotermice ale materialelor de construcție.

Folosirea acestor date presupune existența uneia din următoarele cazuri:

- 1) alegerea materialelor de construcție optime din punct de vedere termic și higrotermic care vor alcătui structura viitoarei clădiri;
- 2) verificarea din punct de vedere termic și higrotermic a structurilor unei construcții existente sau considerată existentă (dată) la faza de proiectare.

Alegerea modului de alcătuire a elementelor de construcție se face pe baza proiectării din punct de vedere termotehnic în scopul realizării:

- a) rezistenței minime necesare la transferul termic, pentru limitarea fluxului termic și evitarea condensului pe suprafața interioară a elementului de construcție;
- b) stabilității termice necesare, pentru evitarea oscilațiilor temperaturii aerului interior și pe suprafața interioară a elementelor de construcție;
- c) rezistenței la permeabilitate la vapori pentru limitarea sau împiedicarea condensării vaporilor în interiorul elementelor de construcție;
- d) rezistenței la infiltrarea aerului pentru asigurarea capacitații de izolare termică.

Alegerea structurii optime pentru o situație dată va luce în considerare atât criteriile termotehnice, cât și cele economice și arhitecturale.

3. INFLUENȚA ELEMENTELOR DE ÎNCHIDERE ASUPRA BILANȚULUI TERMIC AL UNEI CLĂDIRI

Modul în care elementele de închidere influențează temperatura interioară (T_i), rezultă din bilanțul termic pentru o încăpere, un grup de încăperi, o clădire, care reprezintă egalitatea dintre energia termică primită (Q_i) și energia termică pierdută (Q_p) pe timp de iarnă.

$$Q_i = Q_p \quad (1)$$

Energia termică primită este furnizată de instalația de încălzire și de alte surse secundare, iar energia termică pierdută se poate determina, în regim termic staționar, cu relația:

$$Q_p = \left[\left(\sum K_{oj} S_j + K_{OF} S_F \left(1 + \frac{\Sigma A}{100} \right) + \sum L_j i_j v^{4/3} \right) \Delta T \right] \quad (2)$$

unde: S_j reprezintă suprafețele pline ale elementelor de închidere, pentru zonele cu proprietăți termofizice distincte, caracterizate prin coeficienții de transfer termic K_{oj} ;

S_F – suprafețele ferestrelor, caracterizate prin coeficienții de transfer termic K_{OF} ;

L_j – lungimile rosturilor ferestrelor prin care pătrunde aerul rece din exterior, caracterizate prin coeficienții de infiltratie i_j ;

v – viteza de calcul a aerului exterior;

ΔT – diferența dintre temperatura de calcul aerului interior (T_i) și cel exterior (T_e);

ΣA – suma adaosurilor (pentru orientare și compensarea efectului suprafeteelor reci).

Tinând seama că rezistența la transfer termic a elementelor de închidere este egală cu inversul coeficientului de transfer termic, notând:

$$\gamma = 1 + \frac{\Sigma A}{100} \quad (3)$$

Înlocuind relația (2) în (1), rezultă:

$$Q_i = \left[\gamma \left(\sum \frac{S_j}{R_{oj}} + \frac{S_F}{R_{OF}} \right) \sum L_j i_j v^{4/3} \right] (T_i - T_e) \quad (4)$$

de unde se determină temperatura interioară:

$$T_i = \frac{Q_i}{\gamma \left(\sum \frac{S_j}{R_{oj}} + \sum \frac{S_F}{R_{OF}} \right) + \sum L_j i_j v^{4/3}} + T_e \quad (5)$$

În relația (5) sunt puși în evidență parametrii care determină temperatura interioară, aceasta crescând odată cu creșterea cantității de energie primită și a rezistențelor la transfer termic ale suprafeteelor pline și vitrate, cu micșorarea cantității de aer infiltrat (ceea ce presupune realizarea unor ferestre cât mai etanșe) și scăzând odată cu scăderea temperaturii exterioare (cu valori negative).

În proiectare, relația ce rezultă din bilanțul termic se utilizează pentru dimensionarea instalației de încălzire în regim termic staționar, considerând că temperatura interioară și exterioară sunt constante. Pentru clădirile de locuit, de exemplu, $T_i = 18-20^\circ C$, iar T_e este în funcție de zona climatică ($-12^\circ C$, $-15^\circ C$, $-18^\circ C$ și $-21^\circ C$ conform celor patru zone climatice stabilite pentru țara noastră de normativele în vigoare).

Din relația (5) rezultă, în mod evident, că elementele de închidere prezintă o importanță deosebită atât la realizarea temperaturii interioare cât și la dimensionarea instalației de încălzire.

Temperatura pe suprafață interioară a elementelor de închidere în câmp curent (fără punți termice) se calculează cu relația:

$$T_{si} = T_i - \frac{R_{si}}{R_{os}} (T_i - T_e) \quad (6)$$

unde: R_{si} reprezintă rezistența termică specifică la propagarea căldurii prin suprafață la interior;

R_{os} – rezistența termică specifică a elementului de închidere.

La colțuri și în dreptul punțiilor termice se pot utiliza relații simplificate sau se calculează câmpul de temperaturi, utilizând metoda diferențelor finite sau a elementului finit.

Din relația (6) rezultă că pentru a realiza valori ridicate ale temperaturii T_{si} apropriate de T_i , este necesar ca R_{os} să aibă valori ridicate.

Umiditatea relativă a aerului interior este definită prin relația:

$$\varphi_i = \frac{a}{a_s} 100 = \frac{P_v}{P_s} 100\% \quad (7)$$

unde: a reprezintă conținutul de vapori de apă (în grame) la $1 m^3$ de aer și care apare la presiunea P_v ;

P_v – presiunea parțială a vaporilor de apă;

a_s – cantitatea maximă (de saturatie), caracterizată prin P_s ;

P_s – presiunea de saturatie.

Deoarece valorile a_s și P_s depind de temperatură, rezultă că și umiditatea relativă depinde de temperatură. Elementele de închidere influențează umiditatea relativă în două moduri: prin efectul acestora asupra temperaturii interioare și prin permeabilitatea lor la vaporii de apă, modificând astfel conținutul de vapori de apă din aerul interior.

Cunoscând temperaturile interioare ale unei încăperi, se poate calcula temperatura medie radiantă ca medie ponderată a acestora:

$$T_{mi} = \frac{\sum S_j T_{sj} + \sum S_F T_{SF}}{\sum S_j + \sum S_F} \quad (8)$$

unde T_{sj} și T_{SF} sunt temperaturile pe suprafetele interioare ale suprafațelor opace (S_j) și ale ferestrelor (S_F).

În literatura de specialitate, temperatura rezultantă se definește ca fiind media aritmetică simplă (neponderată) a temperaturilor suprafețelor interioare și a aerului interior:

$$T_R = \frac{T_i + \sum S_j T_{sj} + \sum S_F T_{SF}}{n} \quad (9)$$

unde n este egal cu numărul termenilor de la numărător.

Coeficientul volumic de transfer termic (K_{ov}) rezultă prin împărțirea energiei pierdute – stabilită cu relația (2) – la volumul V al încăperii:

$$K_{ov} = \frac{Q_p}{V} \quad (10)$$

Indicile de transmisibilitate termică (G) se calculează cu relația (11):

$$G = \frac{Q_p}{(\sum S_j + \sum S_F)(T_i - T_e)} \quad (11)$$

După normele străine se recomandă ca $G = 0,60-1,15 W/(m^2 K)$.

După cum rezultă din relațiile (8)-(11) se constată, în toate cazurile, necesitatea creșterii rezistențelor specifice la permeabilitate termică, respectiv micșorarea cantității de energie termică pierdută, în vederea realizării confortului higrotermic în condiții economice raționale.

Confortul termic este influențat și de stabilitatea termică a elementelor de construcții, care depinde atât de caracteristicile intrinseci ale acestora, cât și de variația temperaturii.

Pentru a putea aprecia performanțele elementelor de construcții, în ceea ce privește stabilitatea termică, se utilizează *coeficientul de asimilare termică al materialului* (s), *indicele de inerție termică* (D), *coeficientul de masivitate termică* (m) și *coeficienții de asimilare termică* (Π) pentru suprafața ce separă două straturi intermedii ale elementului.

Coeficientul de asimilare termică al materialului se calculează cu relația:

$$s = \sqrt{\frac{2\Pi\lambda c\varphi}{\tau_o}} \quad (12)$$

unde λ , c , ρ sunt conductivitatea termică, căldura specifică (capacitatea calorice masică) și densitatea materialului, iar τ_o este perioada de oscilație a temperaturii. Pentru $\tau_o=24$ ore rezultă:

$$s = 0,51\sqrt{\lambda c\varphi} \quad (13)$$

Capacitatea elementelor de construcții de a se comporta ca volanți termici se apreciază prin indicele inerției termice (D), care, pentru un element format dintr-un singur strat, este:

$$D = R \cdot s \quad (14)$$

unde R este rezistența specifică la permeabilitate termică a elementului.

Tinând cu d grosimea elementului, obținem:

$$R = \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{K} \quad (15)$$

unde K este coeficientul de transfer termic al elementului.

Tinând seama de relația (15), relațiile (13) și (14) devin:

$$s = 0,51\sqrt{Kmc} \quad (16); \quad D = 0,51\sqrt{\frac{mc}{K}} \quad (17)$$

de unde rezultă că prin creșterea coeficientului de transfer termic crește s (elementul permite mai ușor

pătrunderea căldurii), iar d scade (de data aceasta fiind favorizată cedarea căldurii acumulate).

4. CRITERII DE PERFORMANȚĂ

Criteriile de performanță pentru aprecierea stabilității termice a elementelor de închidere ale clădirilor sunt:

- *coeficientul de amortizare a amplitudinii oscilației temperaturii aerului exterior (V_T), care este raportul dintre amplitudinea de oscilație a temperaturii echivalente de calcul a aerului exterior (A_e) și amplitudinea de oscilație a temperaturii suprafetei interioare a elementului de închidere (A_i);*
- *coeficientul de defazare a oscilațiilor temperaturii mediului înconjurător, în ore (ε);*
- *coeficientul de stabilitate termică a elementelor de construcții (Φ_i) care se calculează cu relația:*

$$\Phi_i = \frac{T_i - T_e}{T_i - T_{s\min}} \quad (18)$$

În funcție de pretențiile din punct de vedere termotehnic ale clădirilor și încăperilor acestora, se prevăd valori normate minime pentru acești coeficienți.

BIBLIOGRAFIE

- Abrudan, A., *Efectele izolării termice a anvelopei unei clădiri*. Cluj-Napoca, Simpozionul național „Știință modernă și energia”, pag. 106–110, 1997.
 Abrudan, A., *Considerații generale asupra confortului termic și a aporturilor de căldură*, Cluj-Napoca, Simpozionul național „Știință modernă și energia”, pag. 298–305, 1998.
 Abrudan, A., Domnița, F., *Mijloace de asigurare a nivelului de confort termic*, Cluj-Napoca, Simpozionul național „Știință modernă și energia”, pag. 172–177, 1999.
 Brooks, J. Alan, *The building envelope and connection*, Butterworth Architecture, London, 1997.
 Grech, C., *The building envelope and connections*, Butterworth Architecture, London, 1997.
 Mădărașan, T., Bălan M., *Termodinamică tehnică*, Cluj-Napoca, Editura Sincron, 1999.
 Mădărașan, T., *Bazele termotehnicii*, Cluj-Napoca, Editura Sincron, 1998.



ACADEMIA ROMÂNĂ, prin *Comisia de terminologie pentru științele exakte*, a inițiat împreună cu ASOCIAȚIA GENERALĂ A INGINERILOR DIN ROMÂNIA (AGIR) publicarea unei serii de volume intitulată „Dicționare Explicative pentru Științele Exakte și Tehnologice” prin care se urmărește să se definească corect în limba română termenii de specialitate din domeniile științei și tehnicii. fiecare volum conține 800–1000 termeni pentru un anumit subdomeniu, înscriși de o scurtă definiție și de echivalentul lor în limbile de circulație internațională engleză, franceză, germană, rusă.

SRT lansează invitația membrilor săi de a participa împreună cu alți specialiști, la elaborarea unor volume cu termeni din domeniul TERMOTEHNICII și MAȘINILOR și INSTALAȚIILOR TERMICE. Propunerile se pot trimite pe adresa redacției revistei TERMOTEHNICA.

