

Determinarea experimentală a puterii termice pentru corpurile de încălzire tip port-prosop

Experimental determination of thermal power for heating bodies towel type

Răzvan CALOTĂ¹, Anica ILIE²

^{1,2} Technical University of Civil Engineering, 66, Pache Protopopescu Bd. Bucharest 2, Romania
e-mail: razvan.calota@yahoo.com; anica_59@yahoo.com

Rezumat: *Lucrarea prezintă metodologia de determinare experimentală a puterii termice a corpurilor de încălzire tip port-prosop, în conformitate cu standardul European SR EN 442/2:2002. Corpul de încălzire a fost testat într-un stand experimental, în condiții de regim cvasistationar de funcționare, caracterizat de faptul că temperatura agentului termic (tur/retur) și temperatura aerului din camera de testare nu variază pe parcursul a cel puțin 30 de minute cu mai mult de $\pm 0,1K$, iar debitul de agent termic nu variază cu mai mult de $\pm 1\%$.*

Agentul de lucru este apa caldă preparată într-un cazan la parametri de lucru conform standardului. Experimentările au urmărit stabilirea ecuației caracteristice standard.

Cuvinte cheie: *port prosop, corp încălzire*

Abstract: *This paper presents experimental methodology for determining thermal power radiator towel type, in accordance with European standard EN 442/2 SR: 2002. The heater has been tested in an experimental stand, under quasi-stationary operating regime, characterized by the fact that the temperature of heating water (flow / return) and test chamber air temperature does not vary over at least 30 minutes more than $\pm 0,1K$ and heat flow does not vary by more than $\pm 1\%$. The agent is prepared in hot water boiler according to the standard working parameters. The experiments were aimed at establishing standard characteristic equation.*

Keywords: *towel, body heating*

1. Introducere

Corpurile de încălzire statice, fac parte din familia schimbatoarelor de căldură utilizate pentru încălzirea spațiilor de locuit. Corpurile de încălzire pot fi realizate în mai multe variante constructive și din diferite materiale, din care cele mai frecvent întâlnite sunt cele din oțel, fontă, și aluminiu.

Cercetările experimentale efectuate în vederea determinării puterii termice a corpurilor de încălzire s-au desfășurat într-o cameră termostată special construită în cadrul Laboratorului de Termotehnica din Universitatea Tehnică de Construcții București. Camera a fost realizată, în conformitate cu standardul European SR EN 442-2 pentru determinarea experimentală a puterii termice a radiatoarelor și convectoarelor.

2. Standul experimental

Standul de testare este reprezentat de o camera cu dimensiunile 4 x 4 x 3 m realizata din panouri tip sandwich care contin o serpentină din cupru $\Phi 12 \times 1$, prin care circulă apă de racire, pentru preluarea caldurii degajate in urma functionarii corpurilor de incalzire supuse testarii. Apa de racire este vehiculata de un grup de 5 pompe situate in partea superioara a camerei de testare.

Temperatura aerului din camera de testare este mentinuta la nivel de $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$, prin reglarea parametrilor (debit si temperatura) agentului de racire, care circula prin serpentinele din peretii camerei de testare. Temperatura aerului din camera se masoara cu termocupluri NiCr- Ni de tip T190-0 in 4 puncte pe axa verticala aflata in centrul geometric al camerei.

Modelele de radiatoare supuse testarii s-au instalat in camera de testare cu indeplinirea urmatoarelor cerinte:

- sa fie montate paralel si simetric cu axul peretelui din spatele camerei de testare;
- spatiul dintre suprafata radiatorului si peretele din spatele sau sa fie de $0,05 \pm 0,002\text{m}$;
- distanta dintre podea si radiator sa fie de $0,11 \pm 0,005\text{ m}$;
- legatura cu conducta de tur se face in partea superioara a radiatorului testat, iar cea de retur pe la partea inferioara.

Agentul termic, care circula prin corpul de incalzire este apa calda, preparata intr-un cazan, care alimenteaza mai intai un rezervor si apoi prin cadere libera, alimenteaza corpul de incalzire testat. Acest mod de alimentare este utilizat pentru pastrarea constanta a debitului de alimentare cu apa calda a radiatorului si reprezinta o cerinta standard.

Pentru ajustarea temperaturii, in boiler sunt prevazute rezistente electrice, care pornesc in trepte, functie de nivelul temperaturii apei calde. Debitul de agent termic este masurat cu ajutorul unui debitmetru Corriollis montat pe circuitul corpului de incalzire, la iesirea din acesta. Temperatura agentului termic, la intrarea si respectiv iesirea din corpul de incalzire este masurata cu ajutorul a doua termorezistente tip Pt100.

Senzorii pentru masurarea temperaturilor agentului termic si aerului au fost conectati la un aparat de achiziție a datelor tip Alhborn.

Experimentarile s-au efectuat pentru o temperatura medie a agentului de lucru de aproximativ 70°C (temperatura apei la intrarea in radiator: 75°C si temperatura apei la iesirea din radiator: 65°C) si o temperatura a aerului din camera de testare de 20°C .

Schema modului de alimentare a corpului de incalzire cu apa calda este prezentata in Figura 1.

Determinarea experimentală a puterii termice pentru corpurile de încălzire tip port-prosop

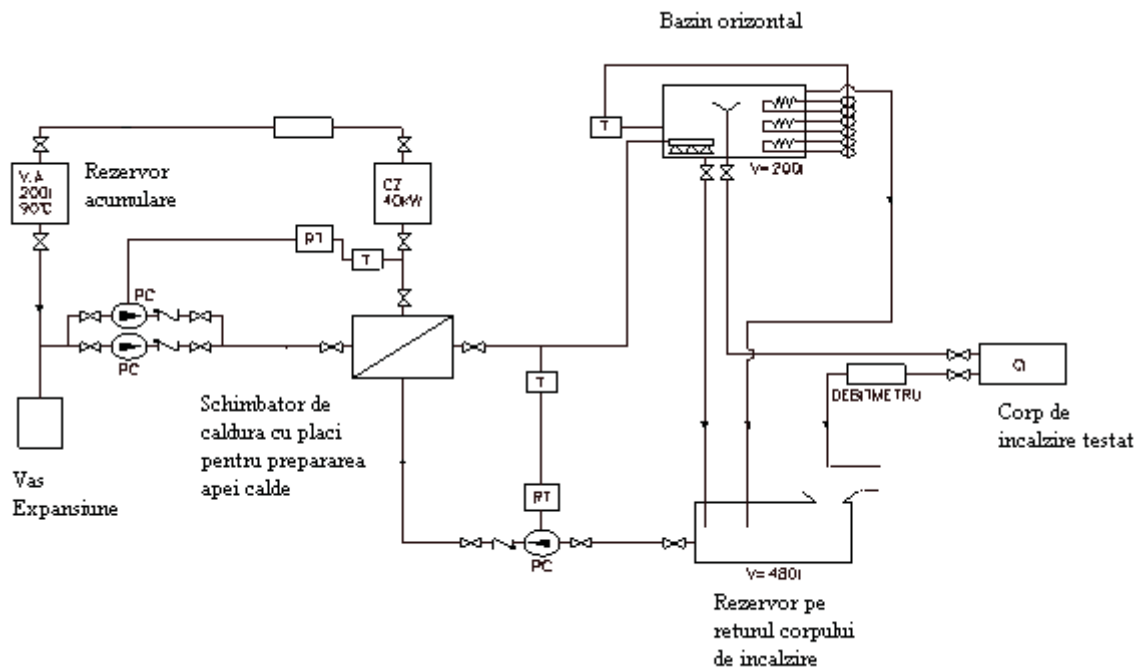


Figura 1. Schema de principiu a instalației care alimentează camera de testare cu agent termic apă caldă

3. Metodologie de lucru

Experimentările au urmarit determinarea puterii termice a unor radiatoare de tip port-prosop.

Puterea termică a radiatorului se determina ca produs între debitul masic al agentului termic (apa), căldura specifică și diferența între valoarea temperaturii la intrare și respectiv ieșirea din radiator, corespunzătoare relației:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta t \quad [\text{W}] \quad (1)$$

în care:

- \dot{m} = debitul masic de agent termic în (kg/s);
- c_p = căldura specifică la presiune constantă, calculată pentru temperatura medie a agentului de lucru între intrare și ieșire (J/kgK);
- Δt = diferența între temperatura agentului termic la intrarea respectiv ieșirea din radiator în (°C).

Pentru fiecare dintre modelele de radiatoare, puterea termică determinată experimental permite stabilirea **ecuației caracteristice standard**, de forma:

$$\Phi = K_M \times \Delta T^n, [\text{W}] \quad (2)$$

în care:

- K_M = constanta modelului, [-];
- ΔT = diferența de temperatura standard, [K];
- n = exponent, [-].

Diferența standard de temperatura $\Delta T = (50 \pm 2.5)K$ este definită ca diferența dintre temperatura medie a apei și temperatura a aerului, respectiv:

- temperatura medie a apei: $70^\circ C$ (temperatura apei la intrarea în radiator: $75^\circ C$ și temperatura apei la ieșirea din radiator: $65^\circ C$);
- temperatura a aerului din camera de testare de $20^\circ C$.

Debitul de apă măsurat în condițiile diferenței de temperatura standard poartă numele de debit standard de agent termic.

Ecuatia caracteristica standard permite determinarea puterii termice și în celelalte două regimuri de temperaturi:

- $\Delta T = (30 \pm 2.5)K$
- $\Delta T = (60 \pm 2.5)K$.

Coefficientii K_M și n rezulta în urma rezolvării următoarelor ecuații:

$$\log K_M = \frac{\sum (\log \phi) \times \sum [(\log \Delta T)^2] - \sum (\log \Delta T \times \log \phi) \times \sum (\log \Delta T)}{N \sum [(\log \Delta T)^2] - (\sum \log \Delta T)^2}; \quad (3)$$

$$n = \frac{N \sum [(\log \Delta T \times \log \phi)] - \sum (\log \Delta T) \times \sum (\log \phi)}{N \sum [(\log \Delta T)^2] - (\sum \log \Delta T)^2}; \quad (4)$$

4. Rezultate experimentale

S-au efectuat experimentări asupra unui tip de corp de încălzire port-proșop cu distanța între axele colectorului și distribuitorului de 500 mm cu înălțimea de 1120, 1315, 1680 și 1860 mm.

Testele s-au efectuat pentru următoarele regimuri de temperatura ale agentului de lucru: $75/65^\circ C$; $90/70^\circ C$; $55/45^\circ C$.

Rezultatele experimentale reprezentate de puterile termice corespunzătoare sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabel 1.

Puterea termică a radiatoarelor testate			
Dimensiuni radiator	90/70 °C	75/65 °C	55/45 °C
1120/500	771	576	317
1315/500	902	660	369
1680/500	1161	838	469
1860/500	1326	1106	535

În Tabelul 2 sunt prezentate valorile constantei K_M și exponentului n pentru fiecare din modelele testate. Valorile au fost calculate cu ajutorul relațiilor (3) și (4).

Determinarea experimentală a puterii termice pentru corpurile de încălzire tip port-prosop

Tabel 2.

Valorile constantei K_M și exponentului n

Dimensiuni radiator	K_M	n
1120/500	4,28	1,263
1315/500	4,98	1,26
1680/500	5,95	1,28
1860/500	7,2	1,262

Utilizând valorile coeficienților K_M și n , s-a calculat puterea termică, corespunzătoare fiecărui model, utilizând relația (4). Valorile obținute sunt cuprinse în tabelul 3.

Tabel 3.

Puterea termică calculată utilizând valorile constantei K_M și exponentului n

Dimensiuni radiator	90/70 °C	55/45 °C
1120/500	754	314
1315/500	867	362
1680/500	1124	463
1860/500	1263	527

Autorii au făcut o comparație între valorile puterii termice obținute experimental și cele obținute prin aplicarea formulelor din standard rezultând următorul tabel de abateri:

Tabel 4.

Abateri între valorile experimentale și cele de calcul

Dimensiuni radiator	Abateri, [%]	
	90/70 °C	55/45 °C
1120/500	2,2	0,9
1315/500	3,9	1,9
1680/500	3,2	1,3
1860/500	4,8	1,5

5. Concluzii

Experimentările efectuate în camera de testare, construită conform cerințelor SR EN 442.2-2002, în cadrul laboratorului INSIST al UTCB arată că metoda de încercare cuprinsă în acest standard european a fost asimilată și implementată.

Puterea termică obținută prin calcul este mai mică decât cea obținută experimental cu 0,9 până la 4,8 %. Abateri mai scăzute s-au înregistrat pentru regimul de funcționare 55/45 °C, acestea fiind cuprinse în intervalul 0,9 ÷ 1,9%, în timp ce pentru regimul de funcționare 90/70 °C, acestea sunt cuprinse în intervalul 2,2 ÷ 4,8 %.

Rezultatele obtinute evidentiaza faptul ca ecuatia caracteristica standard poate fi folosita in estimarea puterii termice a corpurilor de incalzire, in regimuri de functionare, altele decat cel standard.

6. Bibliografie

- [1].SR EN 442/1-2000: Radiatoare și convectoare. Cerințe Tehnice;
- [2] SR EN 442/2-2002: Radiatoare și convectoare. Metode și condiții de testare;
- [3] Dumitrescu R., Chiriac F. – Lectii de termotehnica si transfer de caldura, Cap13, 2010