



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională  
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2012

## **COMPORTAREA OȚELULUI PENTRU CONSTRUCȚII LA TEMPERATURI ÎNALTE**

Tiberiu Ștefan MĂNESCU, Eugen-Marius AFRONIE,  
Ana Diana ANCAȘ

### **BEHAVIOR AT HIGH TEMPERATURES OF STEEL USED FOR CONSTRUCTIONS**

The purpose of the present paper is to determine the response of main elements and resistance structures to extreme circumstances, specifically to action of conflagration, considering the temperature distribution inside structure's elements, materials characteristics – steel for this case – following the determination of thermo-mechanic response of main elements and resistance structures.

Cuvinte cheie: rezistență, temperatură, oțel, structură  
Keywords: strength, temperature, steel structure

#### **1. Generalități**

În dezvoltările formulate în termo-elasticitatea clasică, proprietățile termo-fizice și termo-mecanice ale materialelor, în general, sunt considerate constante. Această ipoteză se justifică prin faptul că se studiază efectul variației climatice a temperaturii. Acest punct de vedere nu mai rămâne valabil în situațiile când se studiază comportarea elementelor și structurilor de rezistență la temperaturi înalte, cum este cazul incendiilor. Pentru a aborda prin calcul acest fenomen fizic complex, pe lângă cunoașterea unui mare volum de date și metode, este necesară cunoașterea evoluției cu temperatura a proprietăților termo-fizice, termo-elastice și termo-mecanice a

materialelor. Ca orice mărimi ce depind de natura materialului, și aceste proprietăți pot fi determinate numai pe cale experimentală.

Scopul acestei lucrări este determinarea răspunsului unei structuri de rezistență la acțiunea focului, dar care presupune în primul rând cunoașterea caracteristicilor materialelor, în cazul de față a oțelului, la temperaturi înalte.

Acești parametri intervin, în prima etapă, în calculul distribuției temperaturii în elementele structurii care, la rândul său stă la baza determinării răspunsului termo-mecanic a elementelor sau structurilor de rezistență.

Astfel, proprietățile termo-fizice: conductivitatea termică  $\lambda$ , căldura specifică  $c$  și masa volumică  $\rho$  intervin în ecuația conducției căldurii, iar coeficientul de dilatare termică  $\alpha_1$  intervine în evaluarea răspunsului termo-mecanic al structurii. Calculul structurilor cu luarea în considerare a acțiunilor excepționale – cum sunt cele datorate temperaturilor înalte produse de incendii – presupune cunoașterea unui proces complex, evolutiv în timp, fapt datorat în primul rând modificării parametrilor ce stau la baza calculului, și anume, caracteristicile termice și mecanice ale materialelor.

## 2. Proprietățile termo-fizice ale oțelului la temperaturi înalte (foc)

- **Conductivitatea termică**  $\lambda$ . Coeficientul conductivității termice a oțelului este mult mai ridicat, comparativ cu celelalte materiale de construcții. Spre exemplu, la temperatura de 20 °C are valoarea de 50 W/m·k, pe când betonul are 1,8 W/m·k. Rezultatele experimentale referitoare la variația conductivității termice funcție de temperatură, arată în special dependența conductivității de conținutul de carbon, și că aceasta se micșorează la creșterea temperaturii. În figura 1 se prezintă rezultatele experimentale obținute în [1] care arată efectul temperaturii asupra conductivității termice a oțelului pentru trei procentaje diferite de carbon. Se poate observa că la creșterea procentajului de carbon are loc o micșorare rapidă a lui  $\lambda$ .

- **Căldura specifică** (capacitatea calorică specifică) –  $c$ . Rezultatele experimentale obținute în [2] și [3] arată că la ridicarea temperaturii are loc creșterea căldurii specifice a oțelului. În figura 2 se prezintă variația căldurii specifice a oțelului pentru aceleași trei procentaje diferite pentru conținutul în carbon. Examinarea curbelor arată că valorile căldurii specifice sunt influențate relativ puțin de conținutul în carbon.

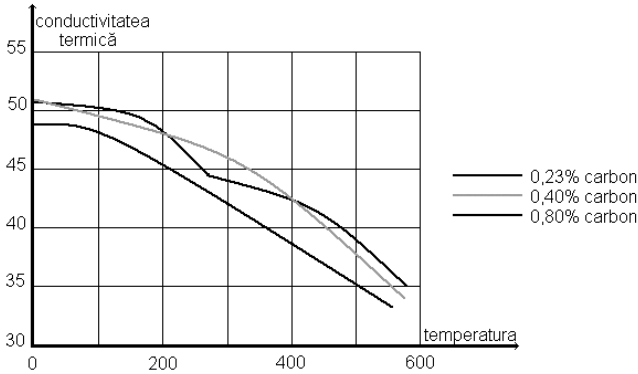


Fig. 1 Variația cu temperatura a conductivității termice a oțelului

- **Masa volumică** -  $\rho_0$ . Rezultatele experimentale efectuate nu indică variații sensibile ale greutateii specifice a oțelului cu temperatura și nu se ține cont de această variație în calcul. În general se consideră  $\rho_0 = 7850 \text{ kg/m}^3$ .

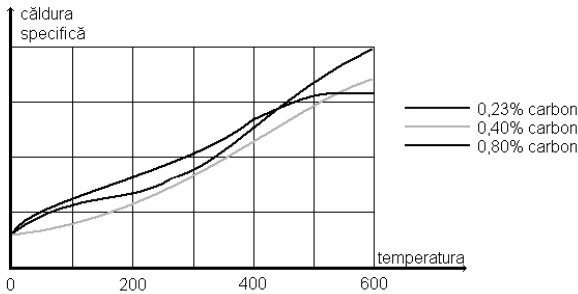


Fig. 2 Variația căldurii specifice a oțelului cu temperatura

- **Difuzitatea termică** -  $d_0$ . Variația acestui parametru cu temperatura poate fi obținut pe baza rezultatelor precedente. Se constată:

$$d_0 = \frac{\lambda_0}{c_0 \cdot \rho_0}, \quad (1)$$

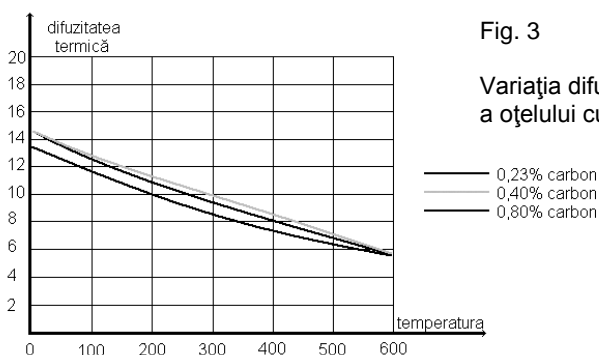
Difuzitatea termică a oțelului se micșorează la creșterea temperaturii (figura 3); difuzitatea termică a oțelului este mult superioară altor materiale de construcții (de zece ori mai mare ca a

betonului), aceasta fiind una din cauzele pentru care elementele din oțel și cele din beton au o comportare mult mai diferită la acțiunea incendiului.

- **Coeficientul de dilatare termică** -  $\alpha_1$ . Coeficientul de dilatare termică a oțelului are valoarea  $\alpha_1 = 10 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  la temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , și este practic aceeași, indiferent de conținutul în carbon.

Coeficientul  $\alpha_1$  crește cu temperatura, deci se poate observa că:

- dispersia rezultatelor este redusă;
- influența conținutului de carbon este practic neglijabilă.



## BIBLIOGRAFIE

- [1] Skinner, D.M., *Determination of high temperature properties of steel*, BHP Technical bulletin, vol. 16, Melbourne research laboratories, 1992.
- [2] Fouquet, G., *Exemples d'application du DTU Feu – Acier pour justifier la stabilité au feu d'éléments de structure*, Construction métallique nr. 1, 1994.
- [3] Ancaș, A.D., *Rezistența și stabilitatea la foc a elementelor din oțel*, Calculul și alcătuirea structurilor supuse acțiunii incendiului, Partea I, Editura Politehnicum, Iași, 2008.

Prof.univ.Dr.Ing. Tiberiu Ștefan MĂNESCU  
Universitatea "Eftimie Murgu" din Reșița, membru AGIR,  
e-mail: t.manescu@uem.ro

Drd.Ing. Eugen-Marius AFRONIE  
Universitatea "Eftimie Murgu" din Reșița, membru AGIR  
e-mail: e.afronie@uem.ro

Dr.Ing. Ana Diana ANCAȘ  
Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași,  
e-mail: ancas05@yahoo.com