

## REZISTENȚA LA ȘOC TERMIC A FONTELOR

### 1. Piese supuse la șoc termic

În practică, în domeniul de fabricație al unor materiale metalice și în domeniul de exploatare a bunurilor există situații conform cărora unele componente metalice sunt supuse la șocuri termice.

Șocul termic "primit" de o piesă poate fi foarte riguros, cum ar fi șocul termic suportat de o lingotieră de fontă, chiar dacă este încălzită, de exemplu, la temperatura de 600°C, în momentul turnării de oțel în ea, temperatura de turnare fiind, de exemplu, de 1650°C.

Șocul termic este inerent în cazul unor componente metalice de la cuptoarele de tratament termic, la care există situații, potrivit cărora, de exemplu, piesele tratate termic trebuie să se răcească în aer liber.

Exemplele de supunere la șoc termic sunt multe și foarte diverse.

Caracteristica de rezistență la șoc termic este asociată cu rezistența la oxidare în condiții de temperaturi mari. Fontele reprezintă o categorie de material metalic, de aliaj, care "preiau" șocul termic în paralel cu rezistența mare la coroziune în medii oxidante și la temperaturi mari.

### 2. Conceptul de rezistență la șoc termic

Tensiunile din piese, fie remanente, fie apărute din cauza sollicitării termice, reprezintă cauza principală a rezistenței mici la șoc termic.

Factorii semnificativi implicați în mărirea tensiunilor ce scad în mod avansat rezistența la șoc termic ( $\sigma$ ) sunt următorii: modulul de elasticitate,  $E$ ; coeficientul de dilatare termică,  $\alpha$ ; diferența de temperatură ce definește șocul termic,  $\Delta T$ ; factorul de formă,  $S$ ; numărul lui Poisson,  $\nu$ . Factorii menționați anterior influențează nivelul de tensiuni din piesă în maniera prezentată de relația (1).

$$\sigma = \frac{E \cdot \alpha \cdot \Delta T \cdot S}{1 - \nu}$$

(1)

Tensiunile din piese cauzează apariția de microfisuri ce se dezvoltă și, în final, se manifestă prin fisuri – crăpături în pereții pieselor, astfel, piesele fiind compromise.

Factorii multipli implicați în definirea caracteristicii rezistenței la șoc termic (RST), măresc sau micșorează RST, relația (2) fiind relevantă în acest sens.

$$RST = f\left(\frac{R, A, \lambda, M}{E, \alpha, \Delta T, K}\right)$$

(2)

în care,

R – rezistența la tracțiune;

A – alungirea;

$\lambda$  - conductivitatea termică;

M – factorul de volum;

E – modulul de elasticitate;

$\alpha$  - coeficientul de dilatare termică;

$\Delta T$  – diferența de temperatură ce definește șocul termic (temperatura maximă – temperatura minimă);

K – coeficient global de concentrare a tensiunilor.

Fontele cu grafit lamelar au conductibilitate termică mare, modul de elasticitate mic, rezistență mecanică mare și alungire mică.

Fontele cu grafit compactizat au rezistență mecanică relativ mare, alungire relativ mare, conductibilitate termică relativ mare, modulul de elasticitate relativ mare.

Fontele cu grafit nodular au rezistență mecanică mare, alungirea mare, conductibilitatea termică mică și modulul de elasticitate mare.

Pentru calculul tensiunilor maxime,  $\sigma_{max}$ , ce apar în fontele cu grafit lamelar, compactizat și nodular, se utilizează relația (3).

$$\sigma_{max} = \frac{E \cdot \alpha \cdot \Delta T}{2(1 - \nu)}$$

(3)

Rezultatele obținute prin experiment arată că fonta cu grafit nodular are cele mai mari tensiuni termice, fonta cu grafit compactizat comportându-se precum fonta cu grafit lamelar (cu rezistență mecanică de același ordin de mărime), adică, respectiv, cu cele mai mici tensiuni termice.

Odată cu mărirea temperaturii maxime de încălzire crește și nivelul tensiunilor termice.

Consecința supunerii fontei la șoc termic este apariția de microfisuri în masa metalică, la contactul acesteia cu grafitul. Dacă grafitul este compactizat, cu grad mic de compactizare, microfisurile apar la capetele incluziunilor de grafit, în mod similar ca la grafitul lamelar. Dacă gradul de compactitate al grafitului compactizat este mare, microfisurile apar la capete și radial (ca la grafitul nodular).

Microfisurile ce apar au tendința de a lega între ele separările de grafit.

Viteza de dezvoltare maximă a microfisurilor se realizează prin microfisurile de la capetele incluziunilor de grafit; acestea se dezvoltă, formează microfisuri principale și, apoi, se transformă în fisuri – în crăpături.

Dacă în fontă există incluziuni nemetalice, iau naștere microfisuri ce, în final, le "leagă" între ele.

Dezvoltarea microfisurilor este mai accentuată la fonta cu grafit lamelar decât la fonta cu grafit compactizat.

În cazul fontei cu grafit nodular RST este de același ordin de mărime cu cea a fontei cu grafit compactizat, dacă pereții sunt groși – cazul lingotierelor, din cauza grafitului Chunky ce apare în axa termică a pereților lingotierelor; dacă pereții pieselor sunt subțiri (sub 20 mm grosime), RST este mai mică decât a fontei cu grafit compactizat.

RST a fontelor de primă fuziune este mai mică decât RST a fontelor de a doua fuziune din cauza separărilor grosolane de grafit, gazelor, incluziunilor nemetalice ce joacă rol de amorse pentru microfisuri.

### 3. Experimente

Pentru studiul RST se utilizează un cuptor vertical ce încălzește cu rezistențe de silită.

Temperatura maximă este de circa 700<sup>0</sup>C.

Temperatura minimă este cea a apei provenită de la rețea.

În figura 1 se prezintă schița instalației de studiu al RST.

Instalația de studiu al RST este alcătuită din trei părți principale – cuptor, transformator și bazin de răcire cu apă.

În carcasa cuptorului (7) se află montate barele de silită (6) ce delimitează la interior un spațiu de lucru în care este instalat un tub de cuarț (5). În tubul de cuarț se află spațiul de încălzire. Temperatura de încălzire este de circa 700<sup>0</sup>C. Proba ce se testează (8) este susținută de un fir de nichelină prin intermediul unei tije profilate (2) ce este ghidată de un cadru (13) și este limitată din punct de vedere al cursei de un mecanism de blocare (12).

Sistemul de încălzire al cuptorului este cuplat la un autotransformator (1) prin intermediul conductoarelor (14).

Proba ce este studiată la șoc termic este răcită într-un bazin (10) în care se află apa (9) ce circulă în mod continuu (apă de la rețea).

Temperatura este măsurată cu un termocuplu (16) ce este amplasat cu sudura pe tubul de cuarț, în zona mediană și este cuplat la un milivoltmetru (15) ,gradat în grade Celsius.

#### **4. Modul de lucru**

În poziția de repaus, proba (8) nu este în tubul d cuarț - este coborâtă la nivelul bazinului de răcire (10) ce este mobil.

Se încălzește spațiul de lucru cu viteză mică pentru ca să nu apară tensiuni în barele de silită. Proba de studiat este ancorată de firul de nichelină. Se pot ancora la capătul firului de nichelină chiar două probe sau trei bucăți, alcătuite din fonte diferite.

În momentul în care este atinsă temperatura de 700<sup>0</sup>C, se ridică, manual, pârghia profilată (2) până când este posibilă blocarea ei cu mecanismul (2). În momentul blocării pârgheii (2) trebuie ca proba (8) să fie situată la nivelul median al tubului de cuarț (5).

Timpul de menținere al probei la temperatura de circa 700<sup>0</sup>C este de 60 s.

Ulterior, se coboară, manual, pârghia (2) până ce proba (8) s-a imersat în apă, în preajma fundului de la bazinul de răcire (10).

Timpul de menținere a probei (8) în apă este de 20 s.

Ulterior este ridicată pârghia (2) până la nivel de blocare și se reia ciclul prezentat anterior.

După un număr de cicluri de încălzire/răcire, se analizează cu o lupă apariția de fisuri la suprafața probei, operație ce se efectuează după fiecare ciclul prin intermediul unei pensete cu care este manevrată proba.

După apariția primelor fisuri se notează numărul de cicluri de șocuri termice și se reține pentru comparație.

Numărul de cicluri de încălzire/răcire reprezintă factorul de comparație între diferite tipuri de fonte în ceea ce privește R.S.T.

În practica studiului RST există o mulțime de factori care pot constitui sursa de comparație între două sau mai multe sorturi de fonte.

#### **5. Bibliografie**

1. Ripoșan, I. și Sofroni, L. Fonta cu grafit vermicular. București. Editura Tehnică, 1981;
2. Sofroni, L., Ripoșan, I., Brabie, V. și Chișamera, M. Turnarea fonta. București. Editura Didactică și Pedagogică, 1985.

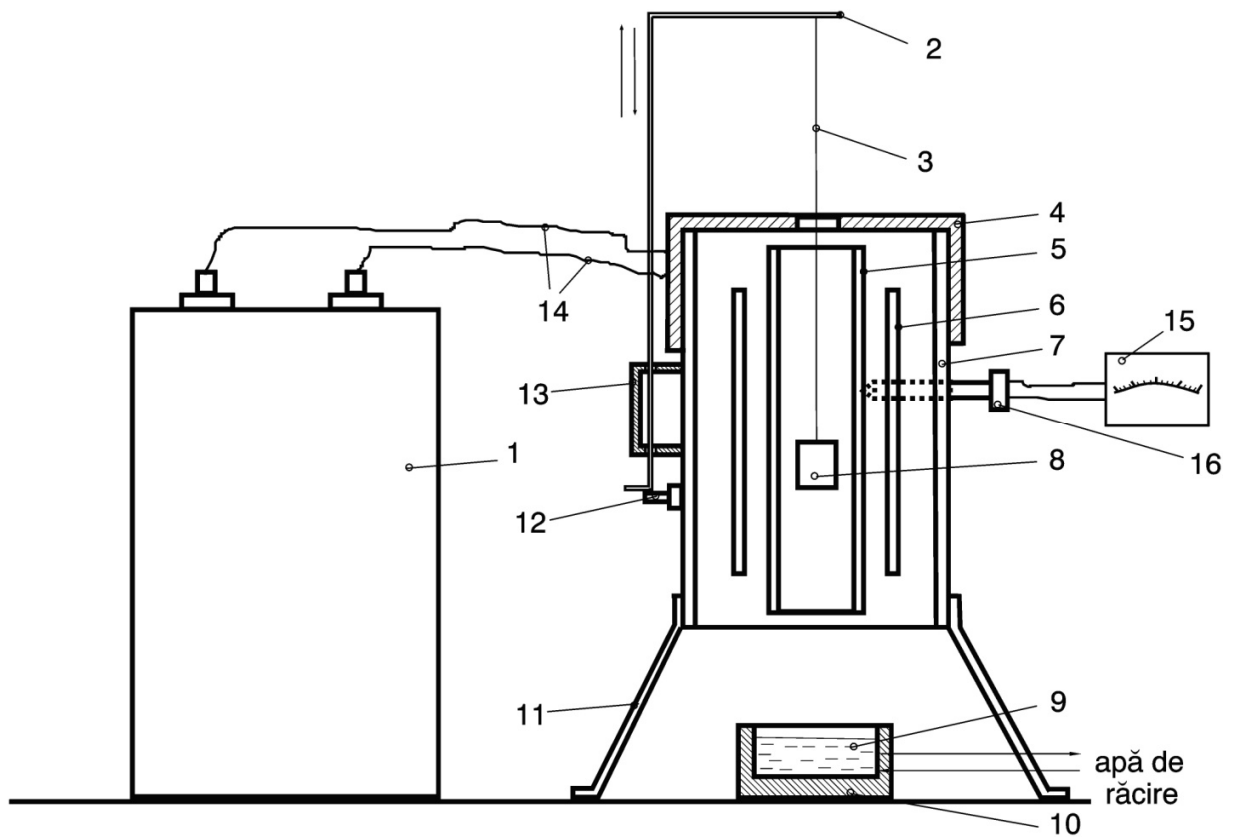


Fig. 1. Schița instalației de studiu a rezistenței la șoc termic a fontelor