

Analize SEM+EDAX privind distribuirea unor elemente chimice la interfața grafit-matrice metalică, în interiorul matricei metalice și în interiorul grafitului

Lucrare de laborator

1. Considerații generale

Compoziția chimică necorespunzătoare a fontei alături de viteza de răcire mare conduc la mărirea gradului de subrăcire al fontei la transformarea eutectică și la apariția în structură, din lichid, a cementitei, fie în colonii eutectice (la toate categoriile de fontă), fie liberă (cementita primară de la fontele hipereutectice).

Dacă la transformarea eutectică, în timpul răcirii, figura 1, la fontele hipoeutectice și eutectice activitatea carbonului din lichidul de compoziție eutectică, nu are valoarea 1, nu se formează germeni de grafit, atomii de carbon interacționând chimic cu atomii de fier și formând cementita (Fe_3C) – fonta se obține albă. Același lucru se întâmplă dacă activitatea carbonului nu are valoarea 1 de-a lungul curbei C'D' din diagrama binară Fe-C, stabilă.

Pentru a se evita cristalizarea fontei în sistemul Fe-C metastabil se realizează modificarea grafitizantă, care.

Inocularea se realizează cu modifikatori grafitizanți ce conțin elemente chimice care au capacitatea de a mări semnificativ activitatea carbonului. Aceste elemente chimice, însă, trebuie să fie compatibile și cu tipul de fontă care este tratată. Concret, în cazul fontelor nealiate, nu se pot utiliza, de exemplu, elementele puternic grafitizante Cu și Al.

Pentru fontele nealiate se poate utiliza siliciul, siliciul fiind și un element chimic însoțitor de bază al fierului și carbonului.

Dacă siliciul s-ar introduce ca atare, din cauza densității mici ($2,33 \text{ g/cm}^3$) asimilarea lui ar fi mai mică, viteza de ascensiune a granulelor de siliciu sau a picăturilor, prin matricea metalică, fiind mare. În plus, temperatura de topire a siliciului este de circa 1410°C , adică este un element greu fuzibil. Dacă temperatura matricei metalice este mai mică decât temperatura de topire a siliciului, dizolvarea siliciului se realizează mai dificil deoarece siliciul este în stare solidă (granulară).

Dacă siliciul se utilizează sub formă de ferosiliciu, densitatea se mărește, ceea ce înseamnă că și gradul de asimilare se mărește. În diagrama de echilibru Fe-Si, siliciul formează compusul chimic FeSi la concentrația de 50% Si, temperatura de topire a acestuia fiind de circa 1422°C .

Temperatura liniei lichidus, în sistemul binar Fe-Si, cea mai mică, este de 1207°C și corespunde intervalului de 67-73% siliciu. Prin urmare, ferosiliciul cu 67-73% siliciu, este cel mai recomandat modificador grafitizant, deoarece se află în stare lichidă supraîncălzită la temperatura de modificare a fontei, atomii de siliciu având o mișcare haotică, iar difuzia lor în matricea metalică făcându-se cu viteză mare (diagrama Fe-Si este prelucrată din SGTE alloy databases – figura 2).

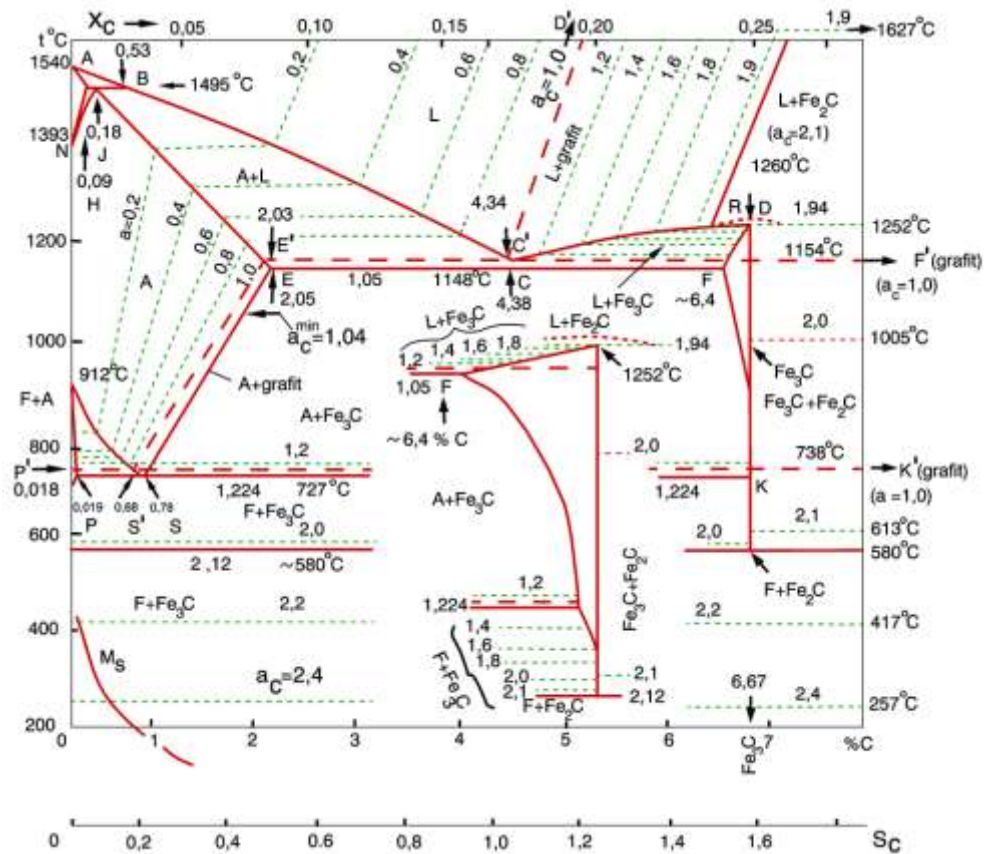


Fig.1. Curbele de izoactivități ale carbonului în detaliul din diagrama de echilibru termodinamic, binară, Fe-C. S_C – gradul de saturație în carbon; A – austenită; F – ferită; a_C – activitatea carbonului; L – lichid; X_C – fracția molară a carbonului; C – cementită, [47].

Temperatura liniei lichidus pentru ferosiliciu cu 75% Si – foarte utilizat în practică – este de circa 1257°C, temperatura curbei solidus fiind de circa 1207°C.

Ferosiliciul cu cel mai mare conținut de siliciu folosit în practică este FeSi85, [2], care are temperatura liniei lichidus de circa 1327°C, în timp ce ferosiliciul cu cel mai mic conținut de siliciu folosit în practică este FeSi60, care are temperatura liniei lichidus de circa 1337°C. Toate compozițiile FeSi60-FeSi85 au temperatura liniei solidus de 1207°C, adică dispun de capacitate mare de difuzie în matricea metalică.

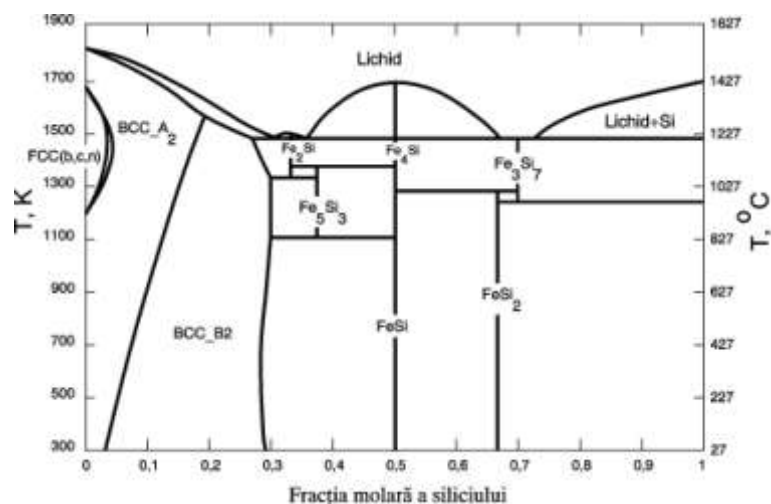


Fig.2. Diagrama binară Fe-Si.

Dacă siliciul s-ar introduce ca atare, s-ar dizolva uniform în matricea metalică și n-ar face altceva decât să o alieze, acționând în principal asupra structurii secundare.

Dacă siliciul se introduce sub formă de ferosiliciu, ferosiliciul formează o fază în matricea metalică, conform tendinței spre echilibrul chimic, atomii de siliciu difuzând dinspre picătura de ferosiliciu înspre matricea metalică, datorită existenței unui gradient mare de activitate al siliciului între matricea metalică și picăturile de ferosiliciu. De asemenea, și particulele de carbon difuzează dinspre matricea metalică înspre picăturile de ferosiliciu, apreciindu-se că o parte din atomii de carbon difuzează și în picăturile de ferosiliciu. Astfel, se creează în jurul picăturilor de ferosiliciu microvolume în care activitatea carbonului crește până la valoarea 1 de formare a germenilor de grafit. În zonele mai îndepărtate de picăturile de ferosiliciu, conținutul de siliciu din matricea metalică este relativ cel din matricea metalică inițială (de exemplu, 1 – 2,5% la o fontă cenușie nealiată).

Ferosiliciul cu 27-37% siliciu are, de asemenea, temperatura liniei solidus de circa 1207°C iar temperatura liniilor lichidus este de maximum 1220°C, însă, având conținut mic de siliciu nu se recomandă să se utilizeze pentru modificare.

Dizolvarea siliciului în matricea metalică se realizează mai ușor dacă modificatorul grafitizant este în stare lichidă la temperatura de modificare.

În final, picăturile de ferosiliciu dispar.

Dacă siliciul se asociază cu calciul în modificator, se micșorează densitatea modificatorului dar se micșorează și temperatura de topire. În acest caz calciul își manifestă caracterul reactiv față de unele elemente chimice din fontă, cum ar fi oxigenul și sulfurul, de exemplu, și nu se dizolvă în fontă. Dacă silicocalciul se introduce în fontă pe jghebul agregatului de elaborare sau în jetul de fontă în momentul turnării din oală, adică atunci când temperatura scade, calciul își manifestă rolul de agent dezoxidant

puternic iar siliciul se dizolvă în matricea metalică, creând microvolumenuri cu un conținut de siliciu mai mare în care și activitatea carbonului devine mai mare. Consecința este că la temperatura eutectică, de exemplu, apar germeni de cristalizare suplimentari, obținându-se un număr mai mare de celule eutectice.

Dacă ferosiliciul este în stare solidă – dacă ferosiliciul se introduce sub formă de granule în oala de turnare în timpul turnării fontei în ea, la fundul oalei de turnare, înainte de turnarea fontei în ea dar și în bazinul de turnare al formelor sau în jetul de fontă în timpul turnării în forme – există fenomenul de dizolvare a siliciului în matricea metalică și, astfel, există și fenomenul de creștere a activității carbonului în microvolumenurile din jurul granulelor de ferosiliciu [3].

Consecința este, de asemenea, apariția de noi germeni de grafit la transformarea eutectică.

Consecința generală este că în microvolumenurile în care conținutul de siliciu este mai mare, și activitatea carbonului este mai mare, ceea ce atrage după sine mărirea numărului de germeni omogeni de grafit, germeni cauzati de mărirea activității carbonului. Astfel, se mărește și numărul de celule eutectice, grafitul devine mai fin iar fonta se obține cu caracteristici mecanice de rezistență mai mari.

Modificarea grafitizantă este foarte importantă în cazul obținerii pieselor cu pereți subțiri, unde viteza de răcire mai mare determină mărirea gradului de subrăcire și, astfel, mărirea riscului de solidificare a fontei ca pestriță sau chiar albă, circumstanțe în care apar dificultăți la prelucrarea mecanică. Mărirea activității carbonului de către siliciu determină anularea influenței negative a mării gradului de subrăcire la transformarea eutectică și, astfel, solidificarea fontei în sistemul Fe-C stabil, și în pereții subțiri. Așadar, modificarea grafitizantă evită albirea fontei, [3].

În practică, se elaborează fonta cu un conținut mai mic de siliciu, urmând ca prin modificarea grafitizantă siliciul să ajungă la conținutul corespunzător fontei propuse să fie elaborate.

2. Modul de lucru

Fonta se elaborează în cuptorul electric cu încălzire prin inducție cu capacitatea de 25kg, adaptat la o capacitate mai mică prin utilizarea unui creuzet de carbură de siliciu (circa 15 kg).

Se utilizează în încărcătura cuptorului fontă brută cenușie cu următoarea compoziție chimică: C=4,2%; Si=2,6%; Mn=0,8%; P=0,12%; S=0,06%; Fe=restul până la 100%.

Masa de încărcătură metalică este de circa 6 kg.

După topirea încărcăturii, fonta se supraîncălzește la temperatura de circa 1350°.

Urmează prelevarea unei probe pentru analiza structurii fontei neinoculate. În acest sens, se evacuează din cuptor cantitatea de fontă necesară pentru a turna respectiva probă, surplusul de fontă lichidă turnându-se în cuptor.

Se calculează cantitatea de fontă necesară turnării în forma cu cavitatea probei pentru fonta neinoculată cu scopul de a se afla cantitatea de fontă ce a rămas în cuptor, pentru a se calcula cantitatea de inoculant.

Inocularea se realizează cu FeSi75 în proporție de 0,1% și mărimea granulației de 2-5 mm.

După ce temperatura fontei a ajuns la temperatura de circa 1350°C se evacuează toată fonta într-o oală de turnare preîncălzită la temperatura de circa 700°C. În timpul evacuării se presară pe jetul de fontă FeSi75. Urmează turnarea fontei inoculate în forma pregătită, fiind de preferat să fie preîncălzită cu scopul eliminării excesului de umiditate.

Probele de fontă neinoculată și inoculată se analizează la microscopul electronic, după cum urmează:

- structura SEM a fontei neinoculate;
- structura SEM a fontei inoculate;
- modul de distribuire a particulelor de Fe, Si și C la fonta neinoculată;
- modul de distribuire a particulelor de Si la fonta inoculată (cu FeSi75);
- modul de distribuire a particulelor de Si și C la fonta inoculată;
- modul de distribuire al altor elemente chimice la fontele neinoculată și inoculată.

3. Interpretarea analizelor structurale și chimice

Se vor interpreta următoarele aspecte:

- mărimea lamelor de grafit la fontele neinoculată și inoculată;
- numărul de separări de grafit la fontele neinoculată și inoculată;
- densitatea particulelor de siliciu în jurul separărilor de grafit la fontele neinoculată și inoculată;
- comparație între forma grafitului din jurul aglomerărilor de siliciu și forma grafitului ce nu are aglomerări de particule de siliciu la interfața cu matricea metalică.

4. Precizare

Referatul va conține și concluziile ce se desprind din analizele efectuate conform paragrafelor 2 și 3.

5. Bibliografie

- [1]. Jukov, A.A. Fe-C. The stable and metastable equilibria. Giessereiforschung. 1992. p.106-112;
- [2]. Sofroni, L., Ștefănescu, D.M. și Vincenz, C. Fonta cu grafit nodular. București. Editura Tehnică.1978;
- [3]. Cojocaru-Filipiuc,V. Hypotheses on the production of metallic materials based on the chemical equilibrium – Applications for cast iron inoculation. Iași. Editura „Politehniun”. 2011.