Materii prime şi materiale folosite în metalurgia extractivă şi procesarea materialelor metalice

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
Materii prime şi materiale folosite în metalurgia extractivă şi procesarea materialelor metalice / Stelian Stan, Mihai Chisamera, Florin Ştefănescu, ... - Bucureşti : Editura Academiei Oamenilor de Ştiinţă din România, 2011
Bibliogr.
Index
ISBN 978-606-8371-56-6

I. Stan, Stelian
II. Chisamera, Mihai
III. Ştefănescu, Florin

62.002.3:67

Editura Academiei Oamenilor de Ştiinţă din România

Adresa: Splaiul Independenţei, nr. 54, sectorul 5, cod 050094 Bucureşti, România

Redactor: ing. Mihail CĂRUŢAŞU

Documentarist: ing. Ioan BALINT

Coperta: ing. sist. Adrian Nicolae STAN

Copyright © Editura Academiei Oamenilor de Ştiinţă din România, Bucureşti, 2011

Stelian Stan

Mihai Chisamera

Florin Ştefănescu

Materii prime şi materiale folosite în metalurgia extractivă şi procesarea materialelor metalice

Editura Academiei Oamenilor de Ştiinţă din România

Bucureşti

2011

Cuprins

1. Identificarea şi caracterizarea materialelor metalice şi nemetalice utilizate la elaborarea fontelor 7

2. Tipuri caracteristice de materiale de formare, miezuire şi auxiliare utilizate în fabricaţia de piese turnate 15

3. Materii prime şi materiale folosite în metalurgia extractivă şi procesarea materialelor metalice 25

4. Identificarea si caracterizarea materialelor reciclabile 37

5. Caracterizarea materialelor utilizate pentru obţinerea materialelor compozite 51

6. Identificarea materiilor prime şi a materialelor utilizate în metalurgia extractivă. Caracteristici fizico-chimice ale acestora. Resurse indigene şi din import 61

7. Metode moderne de determinare a caracteristicilor calitative ale materiilor prime utilizate la elaborarea materialelor metalice 72

Bibliografie 84

Capitolul 1

Identificarea și caracterizarea materialelor metalice și nemetalice utilizate la elaborarea fontelor

1.1 Materii prime utilizate la elaborare

A. Materiale specifice elaborării fontelor

La elaborarea fontelor destinate turnării în piese se folosesc câteva grupe de materiale cu un grad ridicat de diversificare în funcţie de provenienţă, compoziţie chimică de bază, grad de aliere, conţinut de elemente reziduale şi destinaţie, astfel:

- fonte brute care în funcţie de provenienţă pot fi:
- fonte de furnal.
- fonte sintetice elaborate în cuptoare electrice cu arc (CEA) sau cu inducţie (CEI).
- fonte brute de ilmenit rezultate din procesul de fabricaţie al Ti prin reducerea minereului de ilmenit ($FeO.TiO_2$).
- deșeuri de fontă (fontă veche) provenite din colectarea pieselor turnate din fontă scoase din uz sau din prelucrarea pieselor din fontă (șpan).
- deşeuri de oţel (fier vechi) provenite din colectare (inclusiv şpan).
- deşeuri proprii (recirculate), provenite din producţia proprie (reţele, maselote, rebuturi etc.).
- feroaliaje (FeSi, FeMn, FeCr...).
- materiale ajutătoare: SiC, CaC_2 etc.
- prealiaje (aliaje speciale) utilizate pentru tratarea fontei lichide înainte de modificare (precondiţionare).
- materiale carbonice (cocs de turnătorie pentru cubilou, materiale de carburare).
- fluxuri (fondanţi): calcar, fluorină, var.
- materiale desulfurante: CaC_2, CaO, Na_2CO_3 etc.
- materiale diverse: minereu de fier, magnezită, zguri bazice etc.

Caracteristicile principale ale materialelor metalice de bază sunt prezentate în tabelul 1.1.

Conform SR EN 10 001/1993, sunt considerate fonte brute aliajele fierului cu carbonul în care C > 2,0% iar conţinuturile de elemente de aliere satisfac condiţiile: Mn ≤ 30,0%; și ≤ 8,0%; P ≤ 3,0%; Cr ≤ 10%; alte elemente de aliere, în total ≤ 10,0%. La conţinuturi mai mari decât cele indicate, sunt considerate feroaliaje.

Tabelul 1.1

Caracteristicile principale ale materialelor metalice utilizate la elaborarea fontelor turnate

Materialul	Caracteristici principale	Efecte asupra fontei elaborate
(0)	(1)	(2)
a) Fonte brute de furnal (SREN 10 001/1993)		
a_1) Fonte de turnătorie de uz general nealiate: Pig – P1 Si...Pig – P17Si	• Compoziţie chimică: C = 3,3 – 4,5%; şi = 1,0 – 4,0%; Mn = 0,4 – 1,5%; S ≤ 0,06%. După %P se împart în 5 clase: ≤ 0,012% P (Pig – P1Si) (1,4 – 2)% P)Pig – P17Si) • Structură grafitică: - G > 15% - L_G > 500μm • Conţinut ridicat de incluziuni nemetalice. • Conţinut ridicat de gaze. • Temperatură de topire scăzută.	• Aport ridicat de C, Si, S şi P în funcţie de clasă. • Efect de ereditate ridicat. • Impune supraîncălzire ridicată pentru limitarea efectului de ereditate (dizolvare grafit, eliminare incluziuni). • Măreşte potenţialul de grafitizare. • Consum redus de energie la topire.
a_2) fonte de turnătorie nealiate destinaţie specială:		
$a_{2.1}$) Pig – Nod	• Compoziţia chimică. C = 3,5 – 4,6%; şi < 3%;Mn < 0,1%; P ≤ 0,08%; S ≤ 0,03%. • Structură grafitică. • Conţinut relativ redus de gaze şi incluziuni. • Conţinut redus de elemente antinodulizante şi carburigene, dar neprecizat. • Conţinutul altor elemente de aliere poate ajunge la 0,5% pentru fiecare element.	• Aport ridicat de C şi redus de Mn, S şi P; • Destinată obţinerii Fgn feritice
$a_{2.2}$) Pig – Nod Mn	• Compoziţia chimică: C = 3,5 – 4,6%; şi < 4,0%;Mn = 0,1 – 0,4%; P ≤ 0,08%; S ≤ 0,03%. • Alte caracteristici – idem Pig – Nod	• Aport ridicat de C şi Si, limitat de Mn şi redus de P şi S. • Destinată obţinerii Fgn ferito-perlitice în funcţie de %Mn. • Limita superioară de 0,5% pentru elementele de aliere poate afecta calitatea Fgn
$a_{2.3}$) Fonte cu conţinut redus de C (Pig – LC)	• C = (2...3,5%]; şi ≤ 3,0%; Mn = (0,4...1,5]; P ≤ 0,30; S = 0,06. • Structură de fontă albă, pestriţă sau cenuşie în funcţie de compoziţie.	• Aport scăzut de C şi ridicat de Mn, P şi S. • Destinaţie: - elaborare fonte maleabile; - în combinaţie cu fontele brute de uz general, pentru reducerea fenomenului de ereditate la elaborarea fontelor cenuşii.
$a_{2.4}$) Alte fonte aliate	• Nu sunt specificate în standard	–
b) Fonte de afinare		
b_1) Fosfor scăzut Pig-P2	• Compoziţia chimică, %: C = 3,3...4,8%; şi ≤ 1,0; Mn = 0,4...0,6%; P ≤ 0,25; S ≤ 0,06. • Structură de fontă albă sau pestriţă. • Conţinut scăzut de grafit.	• Aport ridicat în C, P şi S şi redus de Si. • Aport foarte redus în germeni de grafitizare ceea ce determină o tendinţă ridicată de albire. • Favorizează grafitul interdendritic • Destinaţia principală – afinare oţel.

(0)	(1)	(2)
b_2) Fosfor ridicat Pig – P20	• Compoziţie chimică, %: C = 3,0...4,5; şi ≤ 1,0; Mn ≤ 1,5; P = 1,5...2,5: S ≤ 0,08 • Caracteristici structurale - similare Pig-P2	• Aport ridicat de C, P, S şi Mn. • Alte efecte – idem Pig-P2. • Destinaţie: afinare oţeluri. • În combinaţie cu fonte brute din categoria a_1 se utilizează pentru elaborarea fontelor cu fosfor ridicat.
c) Fonte brute aliate		
c_1) Fonte oglindă (Pig – Mn)	• Compoziţie chimică, %: C = 4,0...6,5; Si = max. 1,5; Mn = 6...30; P ≤ 0,30; S_{max} = 0,05 • Structură: fontă albă.	• Aport foarte ridicat de Mn şi C; • Se utilizează pentru alierea cu Mn şi C în condiţiile unor pierderi mai reduse prin ardere faţă de alierea cu FeMn.
c_2) Alte fonte aliate (Pig – SPA).	• Compoziţie chimică conform condiţiilor impuse prin definiţia fontelor brute (v. limitele în text).	• Aport în elemente de aliere conform mărcii. • Destinate elaborării fontelor aliate.
d) Fonte brute de înaltă puritate -FIP		
d_1) Fontă de furnal specială	• Compoziţie chimică, în %: C = 4,0 – 4,5; şi = 0,5 -1,5; Mn = 0,1 -0,3; P < 0,08; S = 0,01 – 0,03; Cr < 0,05; Cu < 0,05; Ni < 0,05. • Conţinut redus de incluziuni şi gaze. • Conţinut redus de elemente antinodulizante şi carburigene.	• Aport ridicat de C şi redus de Mn, P şi S. • Creşterea potenţialului de germinare al grafitului • Scăderea tendinţei de formare a carburilor. • Eficienţă ridicată a modificării compactizante.
d_2) Fontă sintetică (elaborată în cuptoare electrice din deşeuri de oţel)	• Compoziţie chimică, în %: C = 3,4 – 4,0; Si = 0,5 – 2,0; Mn = 0,05 – 0,4; P < 0,04; S < 0,03; Cr = 0,03 – 0,15; Cu = 0,03 – 0,10; Ni = 0,03 – 0,10. • Structură de fontă cenuşie sau pestriţă. • Conţinut redus de gaze şi incluziuni. • Conţinut relativ variabil de elemente reziduale, în funcţie de calitatea deşeurilor utilizate la elaborare.	• Aport ridicat de C şi relativ redus de Mn, P şi S. • Aport semnificativ de elemente carburigene şi antinodulizante, în funcţie de calitatea deşeurilor de oţel folosite în încărcătură. • Potenţial redus de grafitizare. • Control dificil asupra elementelor reziduale cu efect antinodulizant. • Răspuns imprevizibil la procesele de modificare compactizantă şi grafitiz.
d_3) Fonte de înaltă puritate de ilmenit	• Produs secundar la fabricaţia Ti din ilmenit prin reducere în cuptoare electrice. • Compoziţie chimică, în %: C = 4,0 – 4,5; Si = max. 0,4 şi 0,75 – 1,25: Mn = < 0,05 şi 0,005 – 0,025; P < 0,04 şi 0,013 – 0,028; S < 0,015 şi 0,005 – 0,006; Cr < 0,010; Cu < 0,01; Ni < 0,01. • Structură grafitică datorită conţinutului foarte redus de Mn. • Conţinut foarte redus de elemente reziduale antinodulizante sau carburigene (0,025% Ti; < 0,01% Al, Cr, V, Cu, Mo...). • Conţinut foarte redus de gaze şi incluziuni.	• Aport ridicat în C şi foarte scăzut în Mn, Si, P şi S. • Aport foarte redus în elemente reziduale. • Diluarea compoziţiei chimice a topiturii în elemente nedorite în Fgn. • Îmbunătăţirea calităţii metalurgice a topiturii din punct de vedere al răspunsului la procesele de modificare. • Reduce necesitatea adaosurilor de PR pentru neutralizarea elementelor nocive. • Scade semnificativ consumul de modificatori. • Face posibilă obţinerea Fgn feritice cu alungiri de peste 20%, direct din turnare. • Scad rebuturile datorate defectelor

(0)	(1)	(2)
e) Deşeuri de fontă (fontă veche)	• Compoziţie chimică extrem de variată, în funcţie de provenienţa pieselor colectate. • Nu se poate efectua un control asupra elementelor reziduale decât după topire. • Conţinut ridicat de S şi P. • Structură diversă în funcţie de provenienţă. • Conţinut ridicat de impurităţi.	• Aport de elemente reziduale imprevizibil. • Aport în sulf şi fosfor ridicate. • Răspuns imprevizibil la modificare. • Consum mare de modificator. • Necesitatea unor modificatori pe bază de PR şi cu putere mare de inoculare.
f) Deşeuri de oţel		
f_1) calitate scăzută	• Compoziţie chimică diversă. • Conţinut variat de metale şi aliaje neferoase. • Conţinut ridicat de impurităţi oxidice. • Temperatură ridicată de topire.	• Aport foarte redus de C şi Si. • Aport redus de P şi relativ redus de S • Aport ridicat de elemente reziduale cu efect nociv asupra grafitului şi MMB • Reduce potenţialul de grafitizare al fontei impunând un consum mai mare de inoculant; • Finisează grafitul; • Creşte riscul de defecte de contracţie; • Creşterea proporţiei de deşeuri de oţel în încărcătură duce la creşterea rezistenţei la tracţiune a Fgl.
f_2) calitate ridicată (selectate)	• Compoziţie chimică controlată, în %: Mn < 0,3; Cr < 0,01; Cu < 0,1; Ni < 0,1; Sn < 0,02. • Conţinut redus de oxizi • Nu conţine metale sau aliaje neferoase. • Temperatură de topire ridicată. • Susceptibil la impurificare prin vopsire sau depuneri galvanice.	• Aport foarte redus de C şi Mn şi redus de P şi S. • Aport foarte redus de elemente nocive pentru fontă fără însă a elimina riscul unor contaminări. • Reduce potenţialul de grafitizare • Nu afectează esenţial răspunsul fontei la modificarea compactizantă dar impune un consum mai mare de inoculant. • Efect favorabil asupra proprietăţilor mecanice ale Fgl.
g) Deşeuri proprii (recirculate)	• Compoziţie chimică – în domeniul fontei turnate dacă nu există alte surse de impurificare. • Grad de puritate ridicat • Conţinut ridicat de Si. • Temperatură de topire scăzută.	• Aport relativ ridicat de C şi foarte ridicat de Si. • Aport scăzut de S, P şi elemente reziduale nocive. • Răspuns favorabil la procesele de modificare compactizantă şi inoculantă. • Datorită aportului ridicat în Si, creşterea ponderii recirculatelor în încărcătură impune folosirea tehnicii de modificare cu Mg metalic. • Scade costul de fabricaţie.

B. Alegerea materialelor metalice şi alcătuirea încărcăturii cuptorului

La alcătuirea încărcăturii metalice în vederea elaborării unei şarje de fontă se au în vedere următoarele criterii mai importante:

- tipul şi marca fontei turnate;
- compoziţia chimică a fontei elaborate;
- tipul agregatului de elaborare;
- natura şi calitatea materialelor de şarjare disponibile şi cheltuielile legate de pregătirea încărcăturii.
- posibilitatea de analize tehnice (gradul de dotare al laboratorului) existente;

- indicele de scoatere a metalului la topire;
- posibilitatea de prelucrare a fontei lichide în afara agregatului de elaborare;
- tehnicile de modificare existente;
- preţul de achiziţie al materialelor.

Tipul şi marca fontei turnate au o importanţă care în anumite condiţii poate fi decisivă în alegerea materialelor de şarjare şi alcătuirea componenţei încărcăturii. Fontele de înaltă performanţă impun utilizarea unor materiale de calitate, cu compoziţie riguros controlată, conţinut cât mai redus de elemente nocive şi fără impurităţi (fonte de înaltă puritate, deşeuri de oţel selectate, recirculate cu istorie cunoscută etc.). Reţeta de încărcare este dictată de compoziţia chimică a fontei elaborate, de compoziţiile materialelor de încărcare şi de efectul acestora asupra calităţii metalurgice a topiturii (potenţial de germinare al grafitului, riscul formării carburilor, tendinţa de segregaţie, fluiditatea fontei etc.) şi în final asupra proprietăţilor mecanice ale fontei. Fontele cu grafit lamelar cu rezistenţă mecanică ridicată impun utilizarea în încărcătură a deşeurilor de oţel care limitează efectul de grafitizare exagerat al fontelor brute şi favorizează o structură fină a grafitului. O pondere prea ridicată a deşeurilor de oţel duce la un răspuns mai slab al fontei la inoculare, apariţia grafitului de subrăcire şi a carburilor. În fig. 1.1 este prezentată dependenţa dintre marca fontei turnate şi ponderea fierului vechi şi conţinutul mediu de carbon în încărcătură.

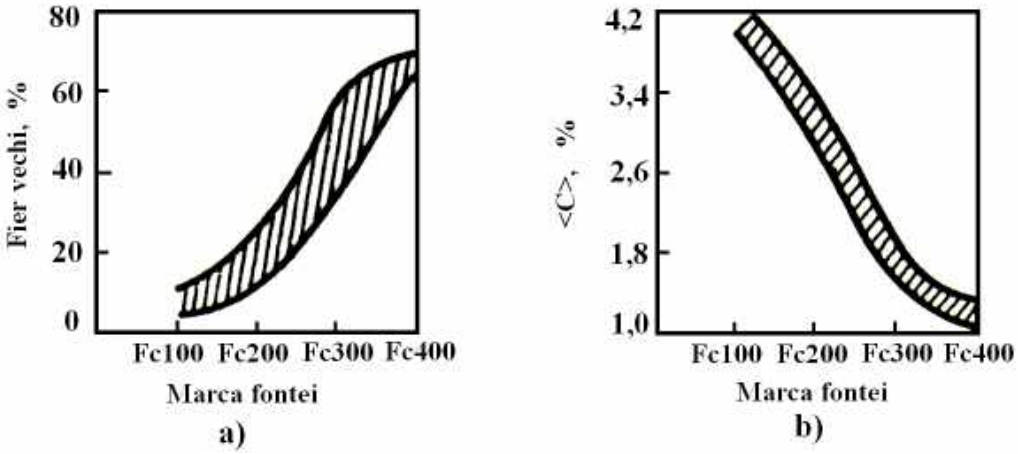

Fig. 1.1. Ponderea fierului vechi (a) şi conţinutul mediu de carbon (b) în încărcătura cubiloului necesare pentru obţinerea diferitelor mărci de fontă cenuşie.

La elaborarea fontelor cu grafit nodular s-a ajuns la o stabilizare a tehnologiilor de elaborare care au ca element comun renunţarea la utilizarea deşeurilor de fontă veche în încărcătură şi utilizarea la maxim posibil a deşeurilor proprii (recirculatele). O reţetă de încărcare generală pentru obţinerea Fgn poate conţine: