

**Irina VÎLCIU**

# **STUDIUL MATERIALELOR**

**ÎNDRUMAR DE LABORATOR**



Copyright © 2013, **Editura Pro Universitaria**

Toate drepturile asupra prezentei ediții aparțin  
**Editurii Pro Universitaria**

Nicio parte din acest volum nu poate fi copiată fără acordul scris al  
**Editurii Pro Universitaria**

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**  
**VÎLCIU, IRINA**

**Studiul materialelor : îndrumar de laborator /**  
Irina Vîlcium. - București : Pro Universitaria, 2013

Bibliogr.

ISBN 978-606-647-633-1

62.002.3(075.8)

# Lucrarea nr. 1

## IDENTIFICAREA MATERIALELOR

### 1.1. Identificarea materialelor metalice

#### 1. Scopul lucrării

Lucrarea are ca scop identificarea de către studenți a unor materiale metalice feroase după culoare, aspect, feromagnetism și a unor materiale metalice neferoase după culoare, aspect, simbolizare, precum și proprietățile mecanice și tehnologice aferente. Cunoașterea proprietăților materialelor în funcție de tipul de simbolizare conform standardelor în vigoare.

#### 2. Aspecte teoretice

Pentru identificarea globală, aproximativă a unui material metalic se apelează la cunoștințele generale despre metale și aliaje metalice, privind: aspectul suprafeței metalului, luciul caracteristic, forma semifabricatului sau a piesei, indiciile privind modul probabil de obținere a piesei sau semifabricatului, culoarea și densitatea aproximativă a materialului piesei studiate.

Din punct de vedere al aspectului suprafeței, se pot întâlni suprafețe brute, caracteristice operațiilor de elaborare a semifabricatelor sau suprafețe prelucrate cu o anumită calitate a suprafeței rezultate din prelucrări prin așchiere și microașchiere etc.

Metalele și aliajele metalice care au o rezistență mare la coroziune prezintă luciul metalic în suprafața prelucrată un timp foarte îndelungat (oțelurile inoxidabile). Metalele și aliajele metalice care se oxidează în atmosferă prezintă luciul metalic numai imediat după prelucrarea prin așchiere. După un timp, datorită formării oxizilor metalelor componente, suprafața pieselor devine, de regulă mată sau capătă culori caracteristice acestor oxizi.

Gama de culori pe care o prezintă metalele și aliajele este destul de restrânsă și anume:

- cenușiu: fonte;
- cenușiu-argintiu: oțeluri antifricțiune, V, W, Be, Mn, Ca, Sb;
- cenușiu-albăstrui: Pb;

- argintiu: Ag, Li, Ni, Sn, Nb, Ti, Mo, etc;
- alb-argintiu mat: Ca, Ba, Al, Mg etc;
- alb-albăstrui: Cr, Zn;
- galben-portocaliu, în diferite nuanțe: Au, aliaje de Cu;
- roșiatic „arămiu”: Cu, tombac.

Este foarte dificil să se identifice un material pornind numai de la culoarea acestuia, pe de o parte că sunt multe nuanțe la aceleași culori, pe de altă parte pentru că sunt aliaje care au aceeași culoare. Din acest motiv se iau în considerare și alți indici, cum ar fi: densitatea, aspectul suprafeței turnate, simbolizare.

În funcție de densitate (Anexa 1), materialele metalice se clasifică în trei grupe:

- *materiale metalice ușoare* ( $\rho < 5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ );
- *materiale metalice grele* ( $\rho = 5 \cdot 10^3 \dots 5 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$ );
- *materiale metalice foarte grele* ( $\rho > 5 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$ ).

Materialele utilizate în practica industrială sunt definite în cadrul standardelor de stat, denumite pe scurt STAS-uri.

Materialele metalice se împart în două mari categorii: feroase și neferoase. La rândul lor materialele feroase se împart în fonte și oțeluri, iar materialele neferoase se împart în grupe în funcție de metalul de bază: Cu și aliaje de Cu, Al și aliaje de Al, Mg și aliaje de Mg, Zn și aliaje de Zn, Pb și aliaje de Pb etc.

## 2.1. FONTE

**Fontele** sunt aliaje fier-carbon, în care conținutul de carbon este cuprins între 2,11% C și 6,67% C (practic fontele se elaborează cu un conținut de carbon între 3,5 și 4%).

*Fontele se clasifică în două mari categorii:*

- **fonte brute sau fontele de primă fuziune** (fonte de afinare, adică cele din care se fabrică oțelul);
- **fonte de a doua fuziune sau fonte de turnătorie (turnate în piese).**

**Fontele de primă fuziune** se clasifică după *compoziția chimică* în fonte brute nealiate (%Mn și %Si sub 5%) și fonte brute aliate (%Mn și %Si peste 5%, precum și elemente de aliere ca Ni, Cu, Cr, V), iar *după structură în fonte albe și fonte cenușii*. În fontele albe carbonul este sub formă de ferită sau cementită, de aceea în spărtură proaspătă acestea prezintă o culoare alb-argintie, deoarece carbonul este legat sub formă de cementită. Se folosesc de regulă la elaborarea oțelului și de aceea se mai numesc și *fonte de afinare*.

Fontele cenușii au în ruptură proaspătă culoare cenușie, datorită separării unei părți din carbon sub formă de lamele din grafit. Separarea grafitului este determinată de conținutul de siliciu, care în fontele cenușii este mai mare decât conținutul de mangan și mai mare decât în fontele albe.

## STUDIUL MATERIALELOR – ÎNDRUMAR DE LABORATOR

Clasificarea fontelor este prezentată în figura 1.1.

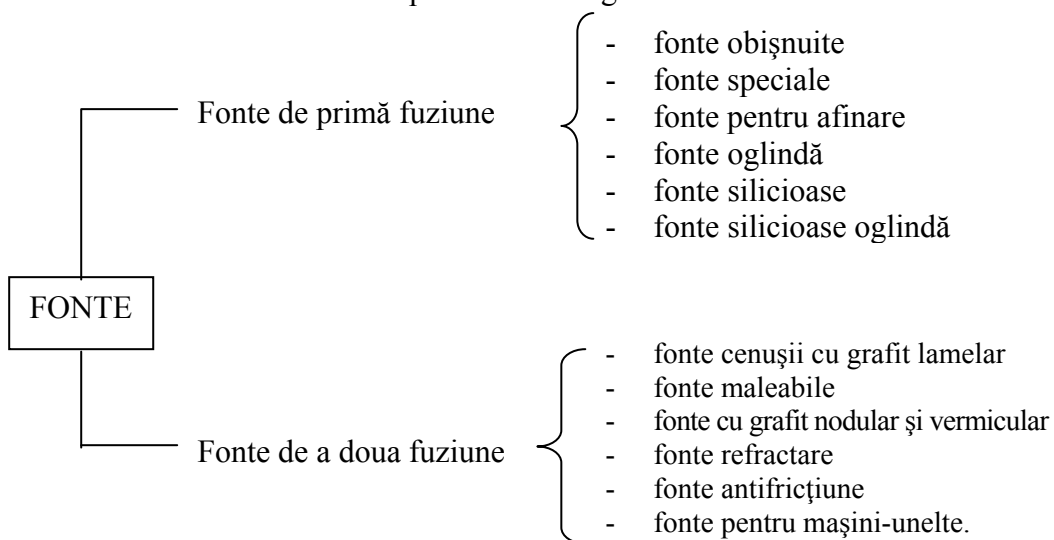


Fig. 1.1. Clasificarea fontelor.

**Fontele de primă fuziune** sunt simbolizate astfel:

- Fonte obișnuite FK 2 – 125;
- Fonte speciale FX – 4;
- Fonte pentru afinare FAK 3 – 124;
- Fonte oglindă FOg 1;
- Fonte silicioase FS2;
- Fonte silicioase oglindă FSOg 1.

La toate aceste fonte literele din simbol sunt urmate, de regulă, de o cifră care indică ordinea din standard a fontei respective (compoziția chimică dată în tabel la numărul de ordine respectiv. În cazul fontelor speciale și obișnuite de turnătorie și a celor pentru afinare, după cifra de ordine din standard poate urma un grup de trei cifre care indică în ordine:

- prima cifră – conținutul mediu de Mn, în %;
- a doua cifră – conținutul mediu de P, în zecimi de %;
- a treia cifră – conținutul mediu de S, în sutimi de %.

Spre exemplu, FK2-125 este o fontă obișnuită pentru turnătorie cu numărul de ordine în standard 2 care conține în medie 1%Mn, 0,2%P și 0,05%S.

**Sistemul de simbolizare** conform SR EN 1560:1997 pentru fonte este prezentat după cum urmează:

- ✓ EN – normă europeană;
- ✓ GJ unde: G – indică piesa turnată, iar J – fonta;
- ✓ Structura grafitului:

<b>L</b>	Lamelară
<b>S</b>	Sferoidală
<b>M</b>	Cuiburi (formă maleabilă)
<b>V</b>	Vermiculară
<b>N</b>	Fără grafit (fonta albă)
<b>Y</b>	Structura specială, indicată în standard

- ✓ Structura microstructurii sau macrosstructurii

<b>A</b>	Austenitică
<b>F</b>	Feritică
<b>P</b>	Perlitică
<b>M</b>	Martensitică
<b>L</b>	Ledeburitică
<b>Q</b>	Călită
<b>T</b>	Călită și revenită
<b>B</b>	Inimă neagră (fonta maleabilă)
<b>W</b>	Inimă albă (fonta maleabilă)

- ✓ Clasificarea fontelor în funcție de caracteristici mecanice:
  - ✓ **Rezistența la tracțiune** minim garantată [ $\text{N/mm}^2$ ];
  - ✓ **Alungirea** minim garantată [%];
  - ✓ **Modul de obținere a probelor** pentru încercări:

<b>S</b>	Probă de încercat turnată separat
<b>U</b>	Probă de încercat atașată la piesa turnată
<b>P</b>	Probă de încercat prelevată din piesa turnată

- ✓ Rezistența la încovoiere prin șoc, la temperatura:

<b>RT</b>	Temperatura ambiantă
<b>LT</b>	Temperatura scăzută

- ✓ Duritate, la clasificarea fontelor după duritate:
  - HB – duritate Brinell, valoare maximă;
  - HV – duritate Vickers;
  - HR – duritate Rockwell.

#### **Clasificarea după compoziția chimică:**

a) *fără indicarea conținutului de carbon*

Litera **X** urmată de simbolurile chimice ale elementelor de aliere importante, începând cu cel al cărui conținut este mai mare și valorile rotunjite la un număr întreg separate prin cratimă: EN-GJL-XNiMn13-7

## STUDIUL MATERIALELOR – ÎNDRUMAR DE LABORATOR

b) *cu indicarea conținutului de carbon*

Litera X urmată de conținutul de carbon în sutimi de procent, simbolurile chimice ale elementelor de aliere și valorile rotunjite la număr întreg separate prin cratimă: EN-GJL-X300CrNiSi9-5-2.

**Condiții suplimentare:**

<b>D</b>	Piesă brut turnată
<b>H</b>	Piesă supusă tratamentului termic
<b>W</b>	Sudabilitate
<b>Z</b>	Condiții specifice în comandă

**Fontele de a doua fuziune** sunt simbolizate conform stasurilor românești după cum urmează:

- *Fonte cenușii cu grafit lamelar (obișnuite sau modificate)* sunt prevăzute în standardul român, adoptat după standardul european, SR EN 1561: 1999 (tabelul 1.1). Fontele cenușii cu grafit lamelar sunt caracterizate fie prin rezistența la tracțiune pe probe turnate separate sau atașate la piese, fie prin duritatea Brinell pe suprafața piesei turnate.

**Tabelul 1.1. Caracteristicile fontelor cenușii cu grafit lamelar.**

Mărcile garantate după rezistența minimă la tracțiune		Grosimea de perete reprezentativă, [mm]	Rezistența la tracțiune, $R_m$ , min. [N/mm <sup>2</sup> ]	Mărcile garantate după duritatea Brinell	Grosimea de perete reprezentativă, [mm]	Duritatea Brinell HB 30 min-max	Micro-structura
SR EN 1561:1999	STAS 568-82			SR EN 1561:1999			
EN-GJL-100	Fc 100	5 - 10	100 - 200	EN-GJL-HB155	40 - 60 20 - 40 10 - 20 5 - 10 2,5 - 5	Max. 155 Max. 160 Max. 170 Max. 185 Max 210	Feritică
EN-GJL-150	Fc 150	2,5 - 300	150 - 250	EN-GJL-HB175	40 - 80 20 - 40 10 - 20 5 - 10 2,5 - 5	100 - 175 110 - 185 125 - 205 140 - 225 170 - 260	Ferito-perlitică
EN-GJL-200	Fc 200	2,5 - 300	200 - 300	EN-GJL-HB195	40 - 80 20 - 40 10 - 20 5 - 10 4 - 5	120 - 195 135 - 210 150 - 230 170 - 260 190 - 275	Perlitică
EN-GJL-250	Fc 250	5 - 300	250 - 350	EN-GJL-HB215	40 - 80 20 - 40 10 - 20 5 - 10	145 - 215 160 - 235 180 - 255 200 - 275	Perlitică
EN-GJL-300	Fc 300	10 - 300	300 - 400	EN-GJL-HB235	40 - 80 20 - 40 10 - 20	165 - 235 180 - 255 200 - 275	Perlitică
EN-GJL- 350	Fc 350	10 - 300	350 - 450	EN-GJL-HB255	40 - 80 20 - 40	185 - 255 200 - 275	Perlitică

Se simbolizează prin gruparea de litere EN-GJL urmată de rezistența minimă garantată sau duritatea Brinell maximă admisă (de exemplu: EN-GJL-150 sau EN-GJL-HB 175). Proprietățile fontelor sunt influențate de grosimea de perete a piesei care se toarnă. Rezistența la tracțiune și duritatea Brinell scad cu creșterea grosimii de perete.

Proprietățile fontelor se corelează cu masa metalică, dimensiunile și forma grafitului. Fonta de rezistență minimă 100 N/mm<sup>2</sup> are masa metalică feritică și separări grosiere de grafit. Creșterea rezistenței minime peste 200 N/mm<sup>2</sup> este asigurată de masa perlitică și separări fine de grafit. Rezistențe peste 300 N/mm<sup>2</sup> se obțin prin modificare.

- *Fontele maleabile* sunt clasificate în standardul SR EN 1562:1999 în funcție de caracteristicile mecanice rezultate din încercarea de tracțiune (tabelul 1.2). Se diferențiază fonta maleabilă cu inimă albă (decarburată), fontă maleabilă cu inimă neagră (nedecarburată) și fontă maleabilă perlitică. În urma tratamentului termic de maleabilizare aplicat fontei albe dacă grafitul se separă pe un fond de ferită, fonta se numește cu inimă neagră (n), dacă se separă pe un fond de perlită fonta se numește perlitică (p) sau (a) inimă albă (STAS 6071-82).

Simbolizarea alfanumerică a fontelor maleabile cu inimă albă cuprinde grupul de litere EN-GJMW urmat de rezistența la tracțiune minimă, R<sub>m</sub>, în N/mm<sup>2</sup> și alungirea la rupere A, în %; de exemplu: EN-GJMW-350-4.

**Tabelul 1.2. Fonte maleabile cu inimă albă (W) și inimă neagră(B).**

Simbolizare SR EN 1562:1999		Diametru epruvetă, d, [mm]	Rezistența la tracțiune, R <sub>m</sub> min, [N/mm <sup>2</sup> ]	Alungirea la rupere (L <sub>0</sub> =3d) A, [%]	Duritatea Brinell [daN/mm <sup>2</sup> ] (informativ)
Alfanumerică	Numerică				
EN-GJMW-350-4	EN-JM1010	6	270	10	max. 230
		9	310	5	
		12	350	4	
		15	360	3	
EN-GJMW-360-12	EN-JM1020	6	280	16	Max. 200
		9	320	15	
		12	360	12	
		15	370	7	
EN-GJMW-400-5	EN-JM1030	6	300	12	Max. 220
		9	360	8	
		12	400	5	
		15	420	4	
EN-GJMW-450-7	EN-JM1040	6	330	12	Max. 220
		9	400	10	
		12	450	7	
		15	480	4	
EN-GJMW-550-4	EN-JM1050	6	-	-	Max. 250
		9	490	5	



## STUDIUL MATERIALELOR – ÎNDRUMAR DE LABORATOR

		12 15	550 570	4 3	
EN-GJMB-300-6	EN-JM1110	12 sau 15	300	6	Max. 150
EN-GJMB-350-10	EN-JM1130	12 sau 15	350	10	Max. 150
EN-GJMB-450-6	EN-JM1140	12 sau 15	450	6	150...200
EN-GJMB-500-5 <sup>a</sup>	EN-JM1150	12 sau 15	500	5	165...215
EN-GJMB-550-4	EN-JM1160	12 sau 15	550	4	180...230
EN-GJMB-600-3 <sup>a</sup>	EN-JM1170	12 sau 15	600	3	195...245
EN-GJMB-650-2	EN-JM1180	12 sau 15	650	2	210...260
EN-GJMB-700-2	EN-JM1190	12 sau 15	700	2	240...290
EN-GJMB-800-1	EN-JM1200	12 sau 15	800	1	270...320

Simbolizarea alfanumerică a fontelor maleabile cu inimă neagră cuprinde grupul de litere EN-GJMB; de exemplu: EN-GJBW-300-6.

- *Fonte modificate cu grafit vermicular* turnate în piese sunt prevăzute în STAS 12443-86 (tabelul 1.3). Se simbolizează prin grupul de litere Fgv urmat de rezistența la tracțiune minimă garantată; de exemplu: Fgv 300 STAS 12443-86.

**Tabelul 1.3. Caracteristicile fontelor cu grafit vermicular.**

Marca fontei STAS 12443-86	Rezistența la tracțiune, $R_m$ , min, [N/mm <sup>2</sup> ]	Alungirea la rupere $A_5$ , min [%]	Limita de curgere convențională, $R_{p0,2}$ , min [N/mm <sup>2</sup> ]	Duritatea Brinell [daN/mm <sup>2</sup> ]	Microstructura masei metalice
Fgv 300	300	2	200	130 - 180	Preponderent feritică
Fgv 350	350	1	240	160 - 240	Ferito-perlitică
Fgv 400	400	1	280	200 - 280	Preponderent perlitică

- *Fontele cu grafit nodular (sferoidal)* în urma tratării fontei albe cu magneziu, grafitul se separă sub formă de noduli și turnate în forme din amestec clasic sunt clasificate în SR EN 1563:1999 în funcție de caracteristicile mecanice ale materialului rezultate din încercarea de duritate Brinell.

În tabelul 1.4 se prezintă clasificarea fontelor după caracteristicile mecanice rezultate din încercarea la tracțiune și încovoiere prin șoc mecanic.

**Tabelul 1.4. Fonte cu grafit nodular caracterizate prin încercarea la tracțiune.**

Marca fontei		R <sub>m,min</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Rp <sub>0,2,min</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	A <sub>min</sub> , [%]	KV min [J]	
SR EN 1563:1999	STAS 6071-82				Valoare medie	Valoare individuală
EN-GJS-350-22-LT	-	350	220	22	12 la -40 °C	9 la -40 °C
EN-GJS-350-22-RT	-	350	220	22	17 la 23 °C	14 la 23 °C
EN-GJS-350-22	-	350	220	22	-	-
EN-GJS-400-18-LT	-	400	240	18	12 la -20 °C	9 la -20 °C
EN-GJS-400-18-RT	-	400	250	18	14 la 23 °C	11 la 23 °C
EN-GJS-400-18	-	400	250	18	-	-
EN-GJS-400-15	-	450	250	15	-	-
EN-GJS-450-10	-	450	310	10	-	-
EN-GJS-500-7	Fgn 500-7	500	320	7	-	-
EN-GJS-600-3	Fgn 600-2	600	370	2	-	-
EN-GJS-700-2	Fgn 700-2	700	420	2	-	-
EN-GJS-800-2	Fgn 800-2	800	480	2	-	-
EN-GJS-900-2	-	900	600	2	-	-

Simbolizarea alfanumerică a fontelor este alcătuită din grupul de litere EN-GJS – rezistența la tracțiune minimă, R<sub>m</sub>, în N/mm<sup>2</sup> – alungirea la rupere, A, în %. Dacă se garantează energia de rupere prin șoc mecanic KV, atunci se adaugă grupul de litere LT – la temperatura scăzută sau RT – la temperatura ambiantă; exemplu: EN-GJS-350-22-LT, în cazul în care caracteristicile mecanice se determină pe epruvete prelucrate din probe atașate după valoarea alungirii la rupere se adaugă litera U; exemplu: EN-GJS-500-7U.

În tabelul 1.5 se prezintă mărcile de fontă caracterizate prin încercarea la duritate. Simbolizarea alfanumerică conține în acest caz după grupul de litere EN-GJS-HB valoarea durității Brinell; de exemplu: EN-GJS-HB130 este o fontă de turnătorie cu grafit nodular, având duritatea Brinell 130 HB.

**Tabelul 1.5. Fonte cu grafit nodular caracterizate prin încercarea la duritate Brinell.**

Simbolizare SR EN 1563:1999		Interval de duritate Brinell	Alte caracteristici (informativ)	
Alfanumerică	Numerică		R <sub>m</sub> , [N/mm <sup>2</sup> ]	Rp <sub>0,2</sub> , [N/mm <sup>2</sup> ]
EN-GJS-HB130	EN-JS2010	≤ 160	350	220
EN-GJS-HB150	EN-JS2020	130 – 175	400	250
EN-GJS-HB155	EN-JS2030	135 – 180	400	250
EN-GJS-HB185	EN-JS2040	160 – 210	450	310
EN-GJS-HB200	EN-JS2050	170 – 230	500	320
EN-GJS-HB230	EN-JS2060	190 – 270	600	370
EN-GJS-HB265	EN-JS2070	225 – 305	700	420
EN-GJS-HB300	EN-JS2080	245 – 335	800	480
EN-GJS-HB330	EN-JS2090	270 – 360	900	600