6. ALIAJE FIER–CARBON (Fe-C)

Aliajele Fe-C (***oţeluri şi fonte***) **-** aliaje complexe care în afară de fier şi carbon, mai conţin şi alte elemente (elemente însoţitoare), în cantităţi de max. 0,5% **Si**, 0,8% **Mn**, 0,05% **P**, 0,05% **S**, 0,05% **O** si 0,03% **N**:

Fe-C-(Si-Mn-P-S-O-N)

Studiul aliajelor feroase - DE binara Fe-C (**Fig 6.1**):

- indică tempertaurile de topire, turnare şi supraîncalzire în vederea turnării oţelurilor şi fontelor;
- constitue baza teoretica a interpretării tratamentelor termice (**TT**) şi a tehnologiei acestora;
- indică temperaturile de început şi de sfârşit de prelucrare prin deformare plastică la cald;
- permite stabilrea structurii, proprietăţilor şi posibilităţilor de modificare a acestora prin **TT**.

Sisteme de cristalizare, funcţie de forma carbonului **[(legat –** cementită **(Fe_3C)** şi **liber –** grafit (**C**)**]:**

- **sistemul metastabil** fier-cementită (**Fe-Fe_3C**) - ***oţeluri carbon şi fonte albe*** (cementitice) cu carbonl legatat(**Fe_3C**);
- **sistemul stabil fie Fe-grafit** - ***fonter cenuşii de turnătorie*** cu carbonul liber - grafit.

6.1. Sistemul metastabil fier-cementită (Fe-Fe_3C).

Aspectul general al diagranei Fe-Fe_3C: 3 DE simple – **Fig. 6.1.**

- cu formare de de peritectic soluţie solidă **γ** (austenită) – stânga sus, cu punctul peritectic **J** (0,17% C, 1495 ^{0}C);
- cu formare de **eutectoid** (perlita), amestec mecanic [**α** (ferită) + **Fe_3C** (cementite)], cu punctul eutectoid **S** (0,77% C, 727 ^{0}C) – stânga jos;
- cu formare de **eutectic**, numit ledeburită, amestec mecanic [**γ** (austenita + **Fe_3C]**, cu punctul eutectic **E** (4,3% C, 1148 ^{0}C) – dreapta sus.

Modificările alotropice ale Fe in DE: Fe_α (***CVC***) până la 912 ^{0}C şi în intervalul 1394-1538 ^{0}C, reapectiv **Fe_γ** (***CFC***) în intervalul 912-1394 ^{0}C.

Tipuri de alaiaje in DE:

- **oţeluri carbon** (0-2,11% C): ***hipoeutectoide*** (0-0,77 %C), ***eutectoide*** (0,77 %C) şi ***hipereutectoide*** (0,77-2,11 %C);
- **fonte albe cementitice (*2,11-6,67 %C): hipoeutectice (2,11-4,3 %C), eutectice*** (4,3% C) şi ***hipereutectice*** (4,3-6,67 %C).

Concentraţia stoichiometrica în carbon a cementitei (100% Fe_3C)**:** 6,67 % C.

Linii caracteristice în diagrama Fe-Fe_3C:

- ***ABCD-Lichidus (L);***
- ***AHJECFD***-Solidus (**S**);
- ***HJB*** - *linia peritectică,*
- ***ECF*** - linia eutectică,
- ***PSK*** - linia eutectoidă,

- ***EC*** - linia de solubilitate variabilă a **C** în austenită (γ),
- ***PQ***-linia de solubilitate variabilă a **C** în ferită (α).

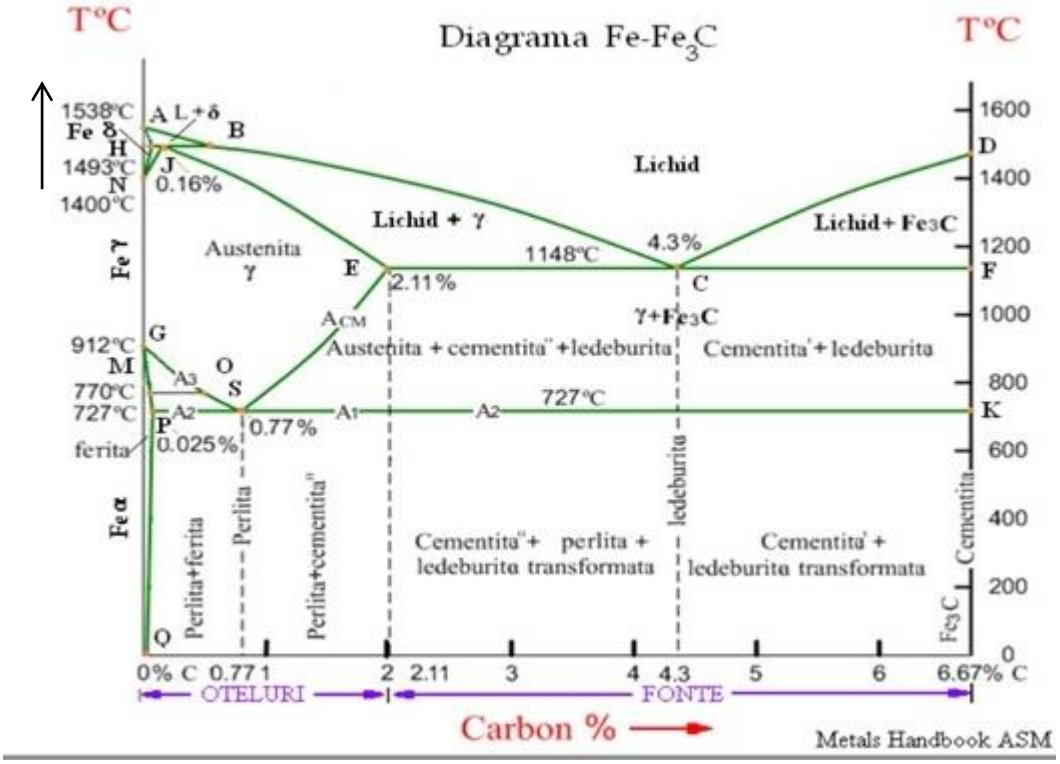


Fig 6.1

6.1.2. Structura aliajelor Fe-C din sistemul metastabil Fe-Fe_3C

In functie de continutul de carbon, otelurile si fontele cementitcie prezinta urmataorele structuri la tremperatura ambianata (**Fig. 6.1**):

- **oţeluri carbon hipereutectoide** (0-0,77 % C): ***ferită + cementită (α + Fe_3C);***
- **oţeluri carbon eutectoide** (0,77 % C): ***perlită (amestec mecanic de ferită şi*** *cementită);*
- oţeluri carbon hipereutectoide (0,77-2,11 % C): ***perlită + cementită secundară în reţea fină şi continuă;***
- **fonte albe hipoeutectice** (2,11-4,3 % C): ***perlită + cementită secundară + ledeburită;***
- **fonte albe eutectice** (4,3% C): ***ledeburită*** (amaestec mecanic de austenită şi cementit - la temperatura de formare 1148 ^{0}C; la temperatura ambiantă,datorită transformărilor în stare solida la răcire, ledeburita se prezintă usb formă de amestec mecanic de perlita şicemenţită);
- **fonte albe hipereutectice** (4,3-6,63 % C): ***ledeburită + cementită primară***.

6.1.3. Proprietatile constituentilor structurali de echilibru din aliajele fier-carbon

Tipuri de constituenit structurali in DE *Fe-C*:

- ***constituent omogeni***: **ferita, austenita si cementita**;
- ***constituent eterogeni***: **perlita si ferita.**

Ferita (α):

- solutie solida de patrundere a carbonului in $\mathbf{Fe_{\alpha}}$ (***CVC***);
- dizolva max. 0,0218% C la 727 ^{0}C, respectiv 0,09% C la 1495 ^{0}C;
- este magnetica pana la 770 ^{0}C (**pct. Curie**).

Austenita (γ):

- solutie solida de patrundre a carbonului in $\mathbf{Fe_{\gamma}}$ in centrul volumului celeulei ***CFC***;
- deansitatea cea mai mare dintre toti costituentii **Fe-C**;
- microscopic garunti de forma poliedrica;
- este plastic, otelurile se prelucreaza prin deformare la cald in domeniul austenitic (γ);
- instabila la temperature ambianta, stabila la temperaturi mai mari de 727 ^{0}C (temperature eutectoida)'
- la sturatie (**pct. E**) contine 2,11% C;
- este paramagnetica.

Cementita:

- compus chimic (**Fe_3C**), de concentratie stoichiometrica 6.67% C;
- foarte fragila (**cca 700 HB**), densitatea cea mai mica dintre toti constituentii **Fe-C**;
- legatura dintre atomi predominat metalica, cristalizeaza in sistemul ortorombic;
- magnetica pana la 210 ^{0}C (**pct. Curie**);
- in urma atcului cu nital apare de culoare deschisa, alb-cenusie;
- de forma lamelara in eutectoid (***constituent al perlitei***) si de forma acciculara in structuie de supaincalzire sau turnare.

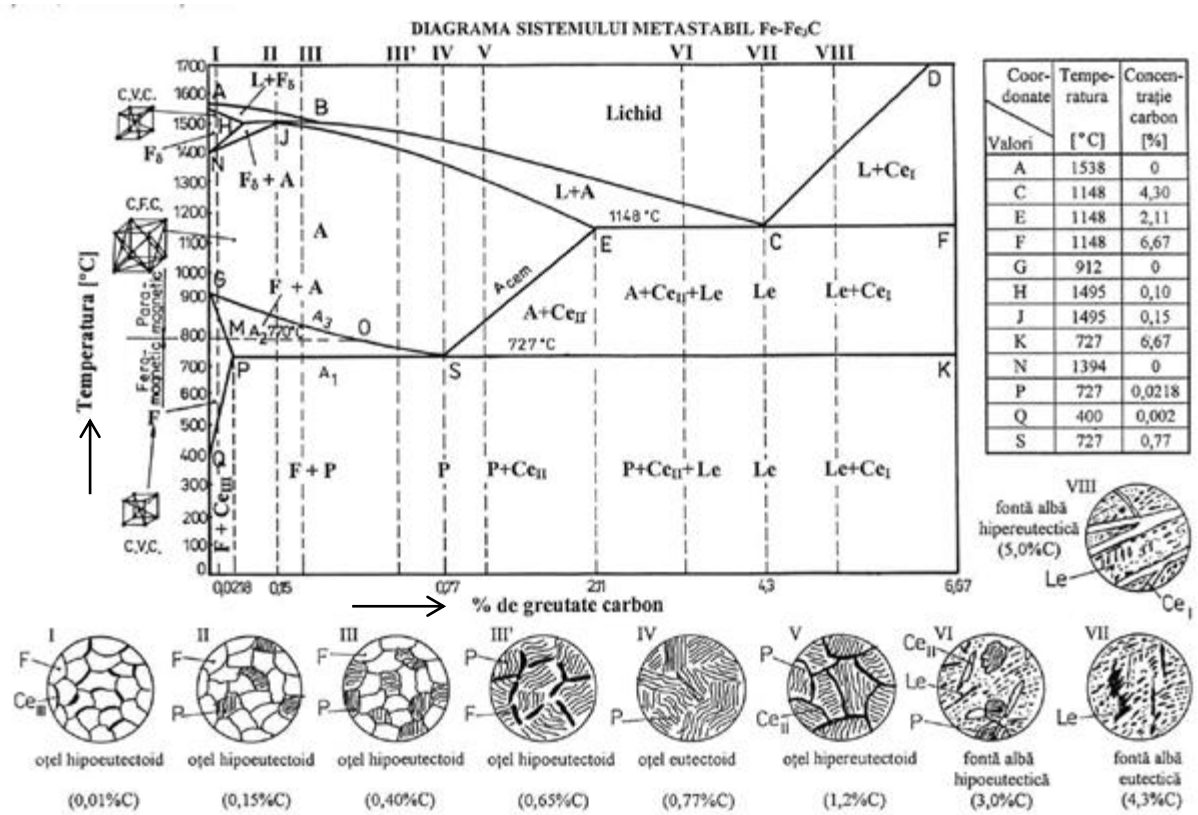
Perlita:

- eutectoidul diagramei **Fe-Fe_3C** (***pct. S***, de 0,77% C), amestec mecanic de ferita si cementit, rezultat in urma reactiei de descompunere a auastenitei la 727 ^{0}C, specific otelurilor;
- contine 88% ferita si 12% cementite;
- este magnetica;
- microscopic de forma lamelara sau globulara intr-un camp de ferita);
- perlita globulara duritate si rezistenta mecanica mai mica, plasticitate si tenacitate mai ridcata comparativ cu perlita lamelara;
- proprietati intre cela ale feritei si cementitei.

Ledeburita:

- eutecticul diagramei **Fe-Fe_3C** (***pct. C***, de 4.3% C), amestec mecanic de ausetnita si cementita prin reactia eutectica de descompuner a solutiei lichide (1148 ^{0}C, perlite 40% si cementita 60% **Fe_3C_{lib}** la temperatura ambianta);
- se separara secundar din austenita la racire (**linia ES**) si a reactiei eutectoide de descompunere a austenitei eutectoide (**pct. S** de 2,11% C) in perlita la 727 ^{0}C;
- foarte fragila, continutului ridicat de **Fe_3C** (65% **Fe_3C_{tot}**)
- specifica fontelor albe (cenetitice).

6.1.4. Formarea microstructurii aliajelor Fe-C prin solidificare in sistemul Fe-Fe_3C



Coordonate / Valori	Temperatura [°C]	Concentraţie carbon [%]
A	1538	0
C	1148	4,30
E	1148	2,11
F	1148	6,67
G	912	0
H	1495	0,10
J	1495	0,15
K	727	6,67
N	1394	0
P	727	0,0218
Q	400	0,002
S	727	0,77

Fig. 6.2

Modificarile de faza si microstructurile obtinute prin racire - urmarind pe ordonata de concentratie (%C) intersectiile izotermelor cu liniile caracteristice din sistemul metastabil **Fe-Fe_3C** − pentru cele mai reprezentaive aliaje (**oteluri si fonte albe**) corespund ordonatelor din **Fig. 6.2:**

- Cristalizarea secundară a oţelurilor **sărace în carbon**, ordonata **I**;
- Cristalizarea aliajelor **peritectice**, ordonatele **II** şi **III**;
- Cristalizarea aliajelor cu mult carbon (**oţeluri** – ordonatele **II, III, III', IV** si **V**; **fonte albe** – ordonatele **VI, VII** şi **VIII**).

In diagrama ferita s-a considerat ca fier pur, neglijandu-se separararea cementitei tertiale din ferita dupa linia **PQ.**

Microstructurile aliajelor analizate corespund urmatoarelor categorii de oteluri carbon si fonte albe prezente in diagram **Fe- C**, sistemul metastabil ***Fe-Fe$_3$C*** – **Fig. 6.2**:

- **Fier pur** – ordonata **I**;
- **Oţeluri** carbon **hipoeutectoide** (0,4% C), cu ***structura ferito-perlitica*** – ordonata **II, II, III'**;
- **Oţeluri** carbon **eutectoide** (0,77% C), cu ***structura perlitica*** **–** ordonata **IV**;
- **Oţeluri** carbon **hipereutectoide** (1,3% C), cu ***structura perlito-cementitica*** – ordonata **V**.
- **Fonte albe hipoeutectice** (3% C), cu structura [***perlita+cementita secundara+ledeburita***] – ordonata **VI**;

- **Fonte albe eutectice** (4,3% C), cu **structura ledeburitica**, amestec de perlita si cenmentita la temperature ambianta – ordonata **VII**;
- **Fonte albe hipereutectice** (5,2% C), cu **structura [*ledeburita+cementite primara*]** – ordonata **VIII**.

6.2. Sistemul stabil Fe-grafit

Aliaje Fe-C specifice sistemului Fe-grafit: fontele cenusii de turnatorie cu carbon in stare libera, sub forma de grafit (0,8-2,5% C).

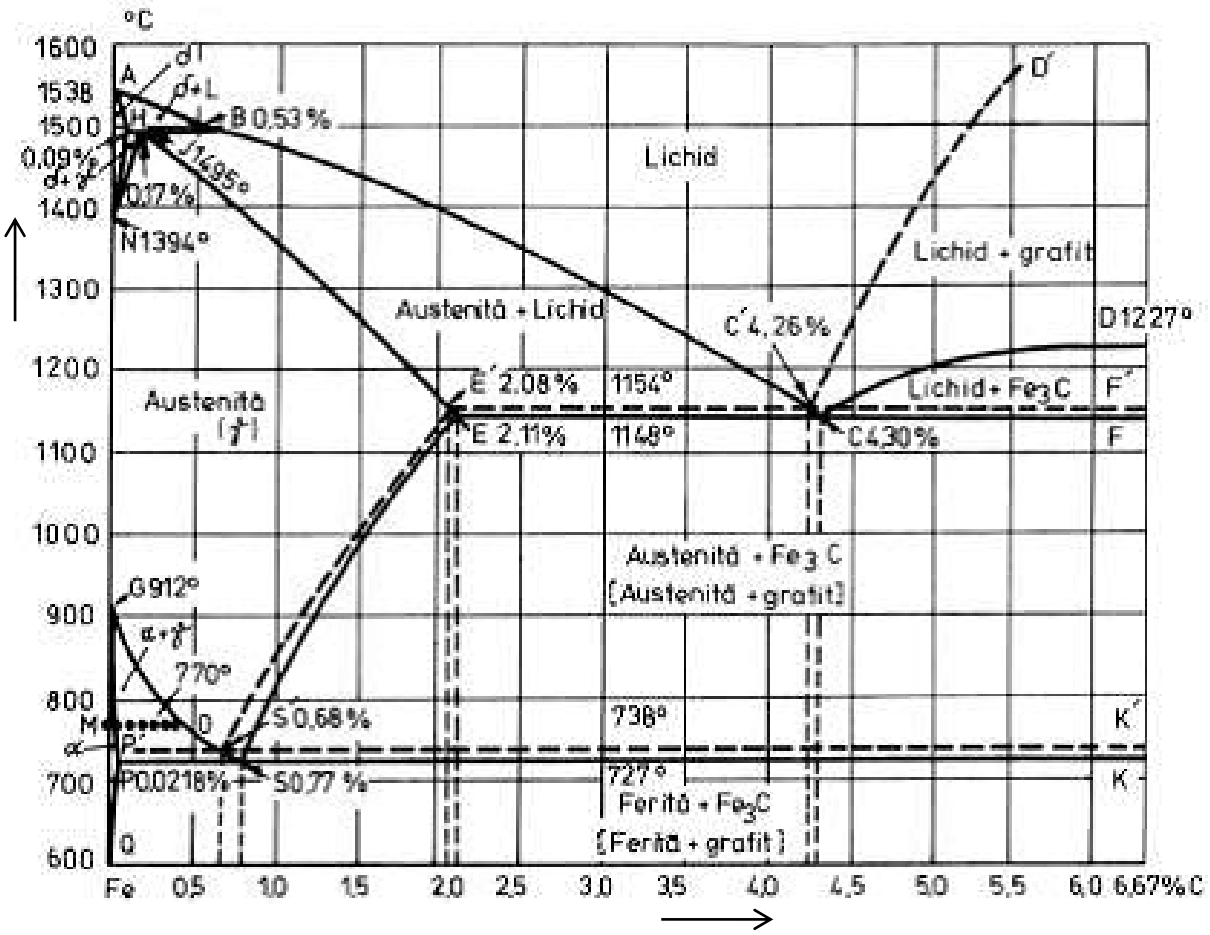


Fig. 6.3: —— **sistemul metastabil (Fe-Fe$_3$C)**; ---- **sistemul stabil (Fe-grafit)**.

Aaspectul general al diagramei Fe-grafit - Fig. 6.3: ***asemantor*** cu diagrama ***Fe-Fe$_3$C***, cu diferenţele:

- corespunde unei raciri foarte lente, de echilbru; cu un grad de supraracire sub 5 ^{0}C;
- în loc de cementită conţine grafit;
- linia eutectică şi eutectoidă sunt deplasate în sus, corespunzător temperaturii eutectice de 1154 ^{0}C, respectiv eutectoide de738 ^{0}C;
- concentraţia eutectoidă (**pct. S**) eate deplastă la stânga (0,68% C) iar cea eutectică (pct. C) la 4,26% C;
- punctul de saturaţie al austenitei (**E**) este deplasat tot la stânga, la 2,08% C;
- eutecticul este format din amestec mecanic de austenite si grafit, iar eutectoidul din ferita si grafit;
- practic, cementit eutectoida nu se descompune la arcire, astfel incatin majoritatea cazurilor eutectoidul ramane cel din sistemul metastabil **Fe-Fe$_3$C** – ***perlita***;

- in casura (macrostructura) apar de culoare mata-cenusie pana la negru, datorita prezentei in structura a grafitului;
- spre deosebire de fontele albe, folosite intr-un domeniu restrans de aplicatii – elaborarea fontelor maleabile si pieselor cu crusta dura (cilindrii de laminoare, rulouri compresoare, obezi de roti) – datorita prelucrabilitatii lor reduse prin aschiere (duritate si fragilitae ridicata), fontele cenusii au un spectru foarte larg de utizare;

Mecanismul grafitizarii (*aparitia C liber*): se accepta cvasiunanim separarea cementitei direct din solutie, grafitul rezultand ulterior, prin descompunera cementitei:

$$\mathbf{Fe_3C \rightarrow 3Fe + C_{liber}\ (grafit)}$$

Factorii care favorizeaza procesul de grafitizare:

- contentcat mai ridicat de carbon;
- viteza de racier cat mai mica;
- temperatur initiala a fontei topite (de turnare) cat mai ridicata'
- prezenta siliciulu (**Si**);
- prezenta elementelor de aliere **Ni, Ti, Al**, s.a, considerate centre grafitice de cristalizare.

Efectul antigrafitizant al elementele insotitoare permanente: Mn stabilizeaza Fe_3C, S stabilizeaza Fe_3C si inrautateste proprietatile de turnare si fluiditatea iar P, practic, nu are nici o influenta, imbunatatind inschimb fluiditatea si rezistenta la uzare mecanica prin formarea eutecticului ternar fosforos, usor fuzibil,numit steadita (**Fig. 6.4**):

$$\mathbf{Fe_\alpha(C,P) \rightarrow [Fe_3C, Fe_3P]}$$

Fig. 6.4

Caracteristici fonte cenusii vs oteluri-carbon:

- proprietati mecanice mai scazute;
- sunt greu forjabile (exceptie fonta nodulara), datorita prezentei grafitului (in special cel lamellar) si particularitailor structurii;
- temperature de topire mai saczuta;
- proprietai de turnare mai bune, datorita fluiditatii mai ridicate;
- prezinta contractie la solidificare mai mica.
- rezistenta buna la compresiune;

- rezistenta la coroziune si actiunea mediului inconjurator;
- durabilitae ridicata si capacitae mare de amortizare a vibratiilor, datorita prezentei grafitului lamellar;
- pret de cost mai scazut.

6.3. Structura, clasificarea si simbolizarea otelurilor-carbon

Otelurile carbon sunt oteluir nealiate, cu un continut in maxim in carbon de 2% C. Sunt considerate aliaje binare (**Fe si C**), desi contin si alte elemente, insotitore, in cantitati de maixm 0, 5%, cum sunt: **Si, Mn, P, , S, O si N**, ce provin din materiile prime si procesul de eaborae. Ele nu modifica structura aliajului, influentand in schimb prporietatile mecanice. **Cristalizeaza** dupa sistemul metastabil **Fe-Fe_3C** (***Fig. 6.1***), ***in structuri hipoetuctoide ferito-perlitice*** cu (0-0,77)% C); ***eutectoide - perlitic***e cu 0,77% C si ***hipereutectoide perlito-cementitice*** cu (0,77- 1,5)% C.

Clasificarea oteluirilor-carbon are la baza mai multe criteria - **Tab. 6.1**.

Tab. 6.1

Clasificarea oțelurilor carbon

1 Structură	Oțeluri hipoeutectoide	0 - 0,8 %C	
	Oțeluri eutectoide	0,8 %C	
	Oțeluri hipereutectoide	0,8 - 2,0 %C	
2. Elaborare	Oțeluri de convertizor	Bessemer Thomas Elaborate cu oxigen	
	Oțeluri Martin		
	Oțeluri elaborate electric	În cuptor cu arc (Héroult) În cuptor cu inducție (cu joasă sau înaltă frecvență)	
3. Prelucrare	Oțeluri turnate în lingouri și piese		
	Oțeluri prelucrate prin deformare la cald	Forjate Matrițate Laminate, etc.	
	Oțeluri prelucrate prin deformare la rece	Trefilate Laminate, etc.	
	Oțeluri prelucrate prin așchiere		
4. Utilizare și compoziție	Oțeluri de construcție 0-0,65 %C	De cementare	0-0,25 %C
		De îmbunătățire	0,25-0,65 %C
	Oțeluri de scule 0,65-1,5 %C	Semidure	0,65-0,85 %C
		Dure	0,85-1,15 %C
		Extradure	1,15-1,5 %C
5. Destinație și caracteristici	Oțeluri cu destinație generală:	De uz general De calitate Superioare	
	Oțeluri cu destinație precizată:	Pentru prelucrat la automate, arcuri, țevi de uz general, țevi de cazane, piulițe, oțel-beton, pile, scule pentru prelucrarea materialelor nemetalice, etc.	

Proprietatile otelurilor carbon: influentate in principal de continutul de **C** care deteriman tipul de structura si cantitatea costiruentilor structurali.

Simbolizarea otelurile-carbon: functie de procedeul de obtinere si tipul de intrebuintare, se se noteaza prin doua sau trei majuscule urmate de una, doua sau trei cifre care reprezita continutul in carbon in sutimi sau zecimi de procente, respectiv rezistenta mecanica, dupa cum urmeaza;

- oteluri pentru constructii, neliate, de uz general: **OL** (otel laminat) **30; 32; 34; 37; 42; 44; 50; 52; 60; 70,** unde grupul de doua cifre reprezinta rezistenta mecanica in daN/mm^2;

- oteluri turnate in piese: **OT** (otel turnat) **200-400; 230-450;270-480; 340-550**, unde primul grup de trei cire reprezinta limita de curgere superioara respecti grupul al doile rezistenta mecanica la tractiune, ambele caracteristici exprimate in MPa;
- oteluri nealiate de calitae (STAS 880/88): **OLC** (otel laminat de calitate) **20; 25; 35; 40; 45; 50; 55; 60**, unde grupul de doua cifre reprezinta continutulde carbon in sutimi de procente;

- oteluri pentru pentru arcuri **(A**): **OLC 35 A, 65 A, 75 A; 85 A;**

- otluri pentrun automate (**AUT**): **AUT 12; 20; 30; 40M**, unde grupul de doua cifre exprima continutul de carbon in sutimi de procenet, iar litera **M** otel un continut de mangan mai mare 1% Mn;

- oteluri carbon pentru scule: **OSC 7; 8; 8M; 9; 10; 12**, unde grupul de o cifra sau doua exprima continutu de carbon in zecimi de procente, iar **M** continutul de mangan (0,35-0,08% Mn);
- oteluri pentru tevi: **OLT** (otel laminat pentr tevi) **35; 45**, unde grupul de doua cifre exprima rezistenta mecanica la tractiune in daM/mm^2.

6.4. Structura, clasificarea si simbolizarea fontelor cenusii de turantorie

Fontele de turnatorie sunt fonte cenusii care cristalizeaza dupa sistemul stabil Fe-grafit.

Conţinutul total de carbon (legat şi liber) al acestor fonte este mai mare de 2,1% C, iar carbonul liber, sub forma de grafit, intre limitele de (0,8-2,5)% grafit.

Dupa structura distingem fonte cenusii:

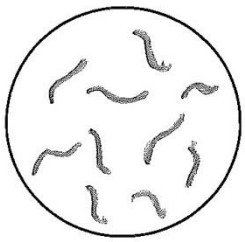
- feritice;
- ferito-perlitice;
- perlitice.

In functie de forma garfitului fontele cenusii potfi cu (**Fig. 6.5**).:

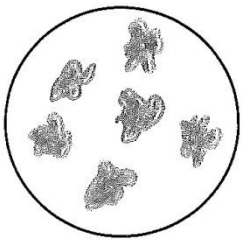
- grafit lamelar;

- maleabile cu garfit in cuiburi, cu miez negru sau alb;

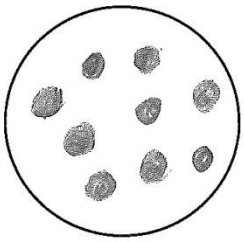
- modificate cu grafit nodular (sferoidal) sau lamelar.



Gr. lamelar



Gr. in cuiburi



Gr. nodular (sferoidal)

Fig. 6.5

6.4.1. Fonte cenusii cu grafit lamelar

Conţinutul total de carbon: (2,8-3,5)% C
Structura: ***perlită+grafit lamelar*** (cea mai rezistentă); ***perlită+ferită+grafit lamelar*** (amortizează vibraţiile) şi ***ferită+grafit lamelar*** (cea mai puţin rezistentă)
Fosforul în structură: sub formă de **eutectic ternar fosforos** – [$Fe_{\alpha}(C, P)+Fe_3C+Fe_3P$]; $Fe_{\alpha}(C, P)$ - ferită aliată cu fosfor (***P***)
Simbolizare: ***EN-GJL-100; 150; 200; 250; 300; 350***
Ex.*:* EN-GJL-100: unde EN-Euro Normă, G-piesă turnată, J-fontă, L-gr lamelar, 100 - rezistenta minimă la tracţiune în **N/mm^2**.

6.4.2. Fonte maleabile (de recoacer)

Mod de obţinere: din fonte albe cu (2,2-2,8)% C supuse unui tratament termic (**TT**) de recoacere (maleabilizare) prin care are loc descompunerea (grafitizarea) cementitei după reacţia:

$$Fe_3C \rightarrow \text{ferită + grafit de recoacere (în cuiburi)}$$

În funcţie de natura descompunerii cementitei distingem doua clase de fonte maleabile:

- **Fonte maleabile cu miez alb** la care, în urma **TT**, se descompune numai cementita eutectică, iar cementita eutectoid (din perlită) rămâne nedescompusă – descompunere incopletă a cementitei.

Structura: perlită + gr. de recoacere (în cuiburi) şi perlită+ferită+gr.de recoacere.
Simbolizare: ***EN-GJMW 350-4; 360-12; 400-5; 450-7; 550-4***
Ex.: EN-GJMW 350-4: unde EN- Euro Normă, G-piesă turnată, J-fontă, M-maleabilă, W-albă, 360- rezistenta minimă la tracţiune în N/mm^2 şi 4-alungirea minimă la rupere în [%].

- **Fonte maleabile cu miez negru** la care, în urma **TT**, se descompune toată cementita din structură - tot carbonul se găseşte sub formă de grafit în cuiburi.

Structura: ferită+gr. de recoacere (în cuiburi)
Simbolizare: ***EN-GJMB 300-6; 350-10; 450-6; 500-5; 550-4***
Ex.*:* EN-GJMB 350-10: unde EN- Euro Normă, G-piesă turnată, J-fontă, M-maleabilă, B-neagră, 350 - rezizstenta minimă la tracţiune în N/mm^2 şi 10-alungirea minimă la rupere în [%].
Utilizare: priese de maşini agricole, textile, de transport.

6.4.3. Fonte modificate

Prezenta modificatorilor in fontele cenusii constiuie centre de cristalizare pentru grafit, conducand la structuri cu graunti fini, cu caracterstice mecanice superioare.
Forma grafitului poate fi lamelara sau sferoidala (nodulara), in functie de tipul modificatorilor.

5.4.3.2. Fonte modificate cu cu grafit lamelar

Modificatori: ***Ca, Si si Al***, care se introduc in fonta lichida la elaborare.
Strucrura**:** perlitica cu grafit lamelar fin dispersat in matricea metaliaca.
Simbolizare: corespund marcilor de fonte cenusii cu grafit lamelar de rzistenta ridicata EN-GJL-300 si EN-GJL-350.

6.4.3.1 Fonte modificate cu grafit nodular

Mod de obţinere: din fontă cenuşie prin introducere (inocularea) în baia metalică topită de modificatori ai grafitului de tipul magneziului şi ceriului. Conţinutul de carbon este cuprins între 2,3-3,5% C.

Structura: perlită+grafit nodular; perlită+ferită+grafit nodular şi ferită+grafit nodular

Simbolizare, marci*: EN-GJS 350-22; 400-18; 450-10; 500-7; 600-3; 700-2; 800-2; 900-2.*

***Ex.*:** EN-GJS 350-22: unde EN- Euro Normă, G-piesă turnată, J-fontă, S-gr. sferoidal, 350 rezistenta minimă la tracţiune în N/mm^2 şi 22-alungirea minimă la rupere în [%].

Utilizare: piese de rezistenţă (la şocuri), arbori de motoare, piese pentru laminoare, pompe, tractoare, maşini agricole.

6.4.4. Fonte refractare aliate

Elemente de aliere: ***Cr, Si si Al.***

Structura: feritice (***Si, Al***) cu grafit lamellar sau nodular; ledeburitice (***inalt aliate cu Cr***).

Simbolizare (marci):

- ***Fr Si 5; Frgn Si 5***, unde ***Fr*** - fonta refractara (grafit lamellar); cifra 5 – continutul de Si in procente (5% Si); ***Frgn***-fonta refractara cu grafit nodular.

Utizare: piese turnate care lucreaza la temperature ridicata (400-1100 ^{0}C) si care necesita rezistenta la mcresterea in volum si la oxidare.

6.4.5. Fonte rezistente la uzare aliate

Elemente de aliere: ***Cr, Ni, Mn,Al, Pb, P***,s.a.

Clasificare: cu grafit lamelar, nodular (modificate) si in cuiburi (maleabile).

Structura: perlitice - aliate cu ***Cr, Ni, Ti, Si, Cu***; austenitice - aliate cu ***Mo si Al;*** perlitice poroase - aliate cu ***Pb*** si ***P*** (antifrictiune).

In structura este prezent si eutecticul ternar fosforos, de dimensiunile, cantitatea si dispersia caruia depind proprietatile de frecare.

Simbolizare (marci):

- ***FcA1 la 4*** – fonta cenusie (Fc) antifrictiune (A), grupa de calitate 1 la 4;
- ***FmA 1 la 2*** – fonta maleabila(Fm) antifrictiune (A), grupa de caliate 1 la 2;
- ***FgnA 1 la 2*** − fonta cu grafit nodular (Fgn) antifrictiune (A), grupa de calitate 1 la 2.

6.4.6. Fonte inalt aliate austenitice

Elemente de aliere: (13-15)% Ni.

Structura: austenitice cu grafit lamellar sau nodular tunate in piese.

Simbolizare:

- ***L NiMn 13·7*** – fonta austenitica cu grafit lamelar (L) foarte fin dispersat (modificatori de Si, Cu si Al), aliata cu Ni (13% Ni) si Mn (7% Mn);
- ***S NiMn 13·***7 - fonta austenitica cu grafit nodular (S - sferoidal), aliata cu Ni (13% Ni) si Mn (7% Mn.

Utilizare: ca fonte magnetice (**Ni-Mn**), fonte rezistente la coroziune (**Ni, Cu si Cr**), rezistente lla cald, cu bune proprietai antirictiune, fonterezistente la coroziune si la cald, la uzura la cald (**Ni-Cr, Ni-Si-Cr**), rezistente la soc termic, la umflare,cu dilatare termica redusa (**Ni**) s.a.