ALIAJE FIER-CARBON (Fe-C). DIAGRAMA FIER-CEMENTITA ($Fe-Fe_3C$)

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

Studiul acestor aliaje se realizează cu ajutorul diagramei de echilibru binare Fe-C, care prezintă importanţă din următoarele puncte de vedere:

- 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.

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

În funcţie de forma carbonului prezent în aliajele Fe-C [legat – cementită (Fe_3C) şi liber – grafit], aliajele Fe-C cristalizează după două sisteme:

- sistemul metastabil fier-cementită ($Fe-Fe_3C$), corespunzător oţelurilor carbon şi fontelor albe;
- sistemul fier-grafit, corespunzator fontelor cenuşii de turnătorie.

În figura 1 (anexă) se prezintă aspectul diagranei $Fe-Fe_3C$, formată din 3 diagrame de echilibru simple (cu peritectic, eutectoid şi eutectic):

- cu formare de de peritectic soluţie solidă γ (austenită) – stânga sus (v. Fig.2), cu punctul peritectic J (0,17% C, 1495 ^{0}C);
- cu formare de eutectoid numit perlită, amestec mecanic de sol. solidă α (ferită) şi Fe_3C, cu punctul eutectoid S (0,77% C, 727 ^{0}C) – stânga jos;
- cu formare de eutectic, numit ledeburită, amestec mecanic de austenită (γ) şi Fe_3C, cu punctul eutectic E (4,3% C, 1148 ^{0}C.

În diagramă sunt prezente transformări în stare solidă, atât datorită solubilităţii variabile a carbonului în fier, cât şi, în special, modificărilor alotropice ale Fe: 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.

În funcţie de conţinutul de carbon, diagrama $Fe-Fe_3C$ conţine 2 tipuru de alaiaje fier-carbon:

- 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).

Conţinutul de 6,67 %C corespunde concentraţie stoichiometrice în carbon a cementitei (100% Fe_3C).

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), E-punctul de saturaţie a C în austenită, P-punctul de saturaţie în ferită a carbonului la 727 ^{0}C.

Sistemul stabil Fe-grafit

- diagrama Fe-grafit are aspectul generala al diagramei $Fe-Fe_3C$ cu următoarele difernţe:

- în loc de cementită conţine grafit;
- linia eutectică şi eutectoidă deplesate în sus, corespunzător temperaturii eutectice de 1154 ^{0}C, respectiv eutectoide de738 ^{0}C;
- concentraţia eutectoidă (pct. S) deplastă la stânga (0,68% C) iar cea eutectică (pct. C) la 4,26% C;
- punctul de saturaţie E deplasat tot la stânga, la 2,08% C.
- după acest sistem cristalizează numai fontele cenuşii (de turnătorie).

Structura aliajelor fier-carbon din diagrama Fe-Fe_3C

- Oţeluri carbon hiporpeutectoide (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 şicementţită);
- Fonte albe hipereutectice (4,3-6,63 % C): ledeburită + cementită primară.

Cristalizarea aliajelor fier-carbon în diagrama Fe-Fe_3C

- Cristalizarea aliajelor peritectice, ordonatele 1, 2 şi 3 – Fig. 2 (anexă);
- Cristalizarea secundară a oţelurilor sărace în carbon, ordonatele 1 şi 2 – Fig. 3 (anexă);
- Cristalizarea aliajelor cu mult carbon (oţeluri – ordonatele 2, 3, şi 4; fonte albe – ordonatele 5, 6 şi 7) – Fig. 4 (anexă).

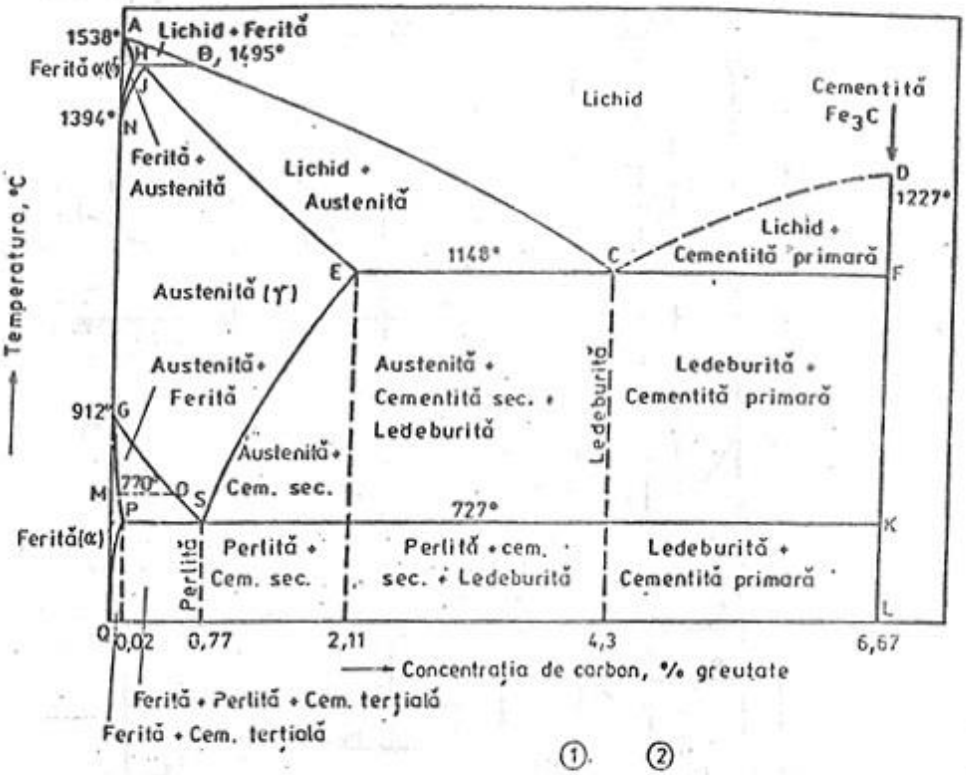
Diagrama cantităţilor relative a fazelor şi constituenţilor structurali în diagrama Fe-Fe_3C-Fig. 5 (anexă)

- Oţeluri carbon hipoeutectoide (0,4% C) – ordonata 2;
- Oţeluri carbon eutectoide (0,77% C) – ordonata 3;
- Oţeluri carbon hipereutectoide (1,3% C) – ordonata 4.

- Fonte albe hipoeutectice (3% C) – ordonata 5;
- Fonte albe eutectice (4,3% C) – ordonata 6;
- Fonte albe hipereutectice (5,2% C) – ordonata 7.

Cristalizari in diagrama Fe-C, sistemul metastabil Fe-Fe_3C

Fig. 1. Diagrama FIER - CARBON, sistemul metastabil Fe - Fe_3C.



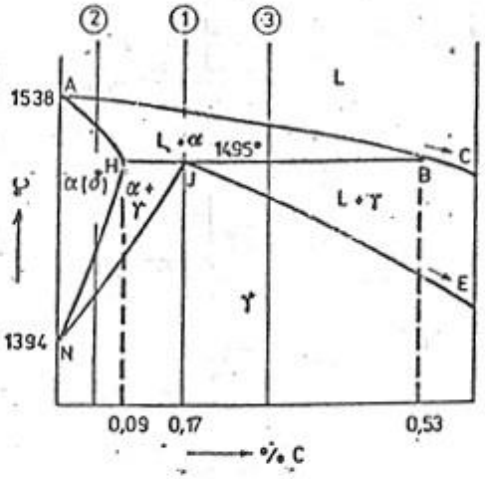


Fig. 2. Peritecticul diagramei Fe - C

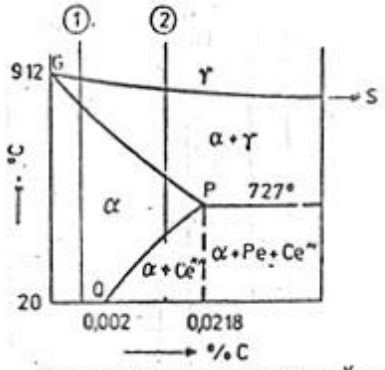


Fig. 3. Cristalizarea aliajelor sărace în carbon

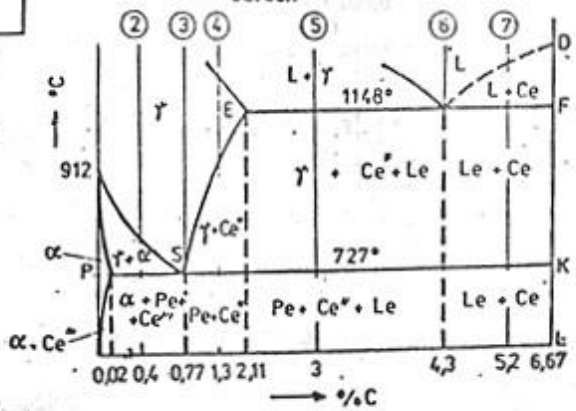


Fig. 4. Cristalizarea aliajelor cu mult carbon

Fig. 5. Determinarea cantităților constituienților structurali și fazelor în diagrama Fe - Fe_3C

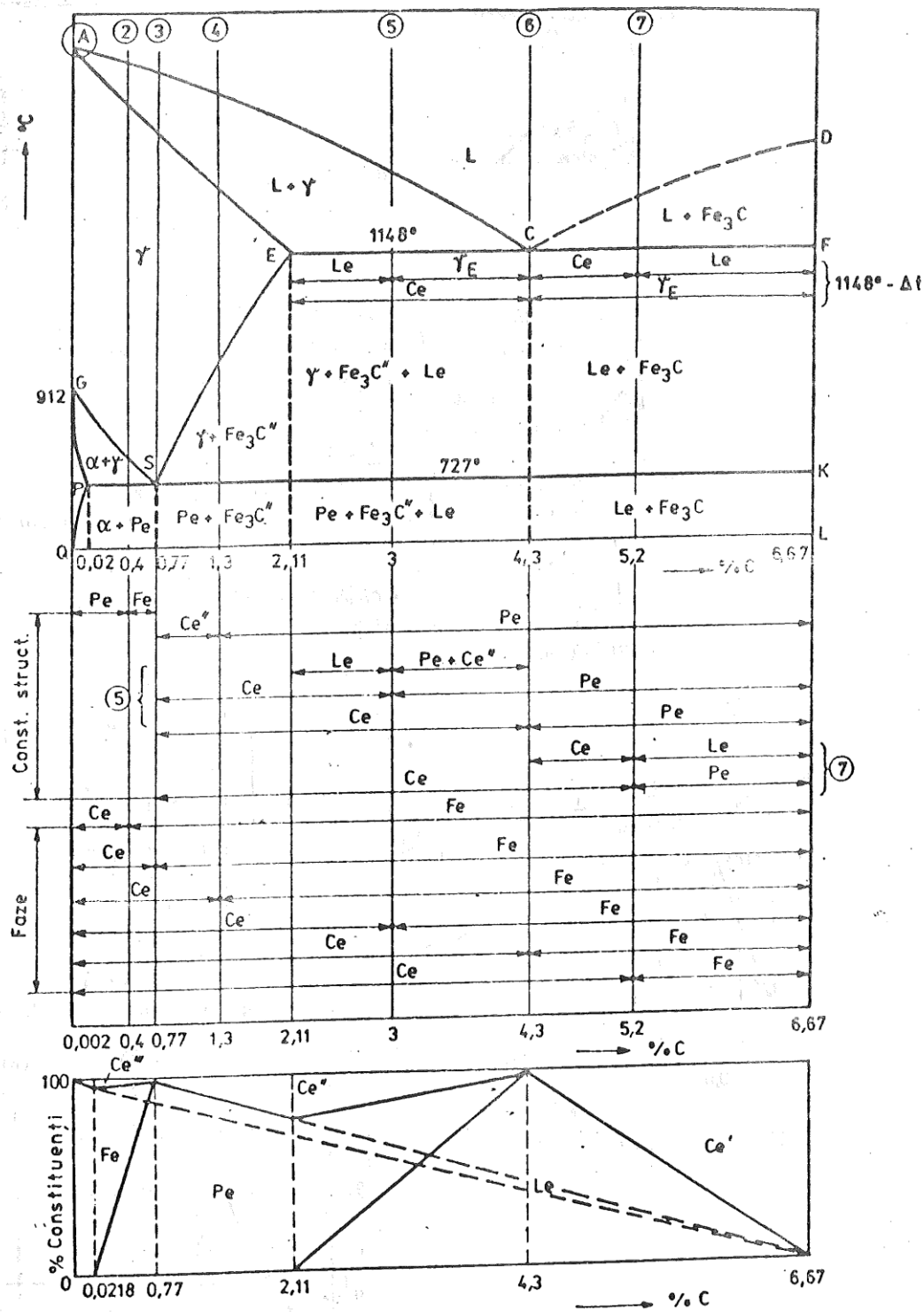


Fig. 6. Diagrama constituienților structurali Fe - C