5. TEORIA ALIAJELOR

5.1. Definirea, clasificarea si structura aliajelor

***Aliaj*:** material complex, obtinut pe calea difuziei in satre lichida (solida) din doua sau mai multe elemente si care mai pastreaza caracteristicile starii metalice.
Elementelele care alcatuies un aliaj se numesc ***componentii aliajului***, componetul de baza fiind un metal.
***Exemple de aliaje*:** alame **(Cu-Zn),** bronzuri **(Cu-Sn),** oteluri [**Fe-C-(Si, Mn, P, S, O, N)**].
***Metode de elaborate a* aliajelor**:

a. topirea impreuna a componentilor (metoda obisnuita);
b. topirea componentului cu punct de fuziune mai ridicat in care se dizolva componetul usor fuzibil (energetic neeconomic);
c. topirea si supraincalzirea componentului cu punct de topire mai scazut in care se dizolva componentul greu fuzibil (procedeu economic);
d. difuzia in stare solida (carburarea), gazoasa (cementare, nitrurare) sau in cazuri speciale.

***Sistem de aliaje*:** totalitatea aliajelor alcatuite din aceeasi componenti in diferite proportii (concentratii)

***Criterii de clasificarea a aliajelor*:**

a. dupa numarul componentilor:
- aliaje binare (**Cu—Al, Cu-Zn, Cu-Sn, Ag-Cd, Fe-C** s.a.);;
- aliaje ternare (**Fe-C-Mn, Fe-C-Cr, Al-Cu-Mg**, s.a.);
- polinare (**Fe-C-Cr-Ni, Fe-C Cr-Mn, Fe C-W-Cr-V** s.a.).

b. dupa constitutia fizico-chimica:
- aliaje omogene, cu aceleasi caracteristici in toate directiile;
- aliaje eterogene, cuprinzand parti omogene diferite, separbile prin mijloace vizuale sau mecanice.

***Aspect macroscopic*:** aliaje omogene.
***Apect microscopic* (**microstructura**): aliaje omogene**, alcatuite din aceleasi parti costitutive, respectiv **aliaje eterogene**, alcatuite din graunti cristalini diferiti ca natura, corespunzatori fazelor constitutive.
Constituenti structurali: partile constitutive ale structurii unui aliaj:
- constituenti omogeni (faze), care se pot separa in partile (elementele) componente numai prin analiza chimica;
- constituenti eterogeni, amestecurimecanice de doua sau mai multe faze.

Constituentii structurali omogeni din aliaje: metale pure, solutii solide, compusi chimici si faze intermediare (compusi electonici si faze de patrundere) cu proprietati intre cele ale solutiilor solide si compusilor chimici.

5.2. Definirea fazelor din aliaje

Solutii solide (SS): amestecuri intime atomice de difuzie, avand diferite proportii intre componenti;

***Caracteristici SS*:** se solidifica intr-un interval de tempertuar; microstuctura este alcatuita din graunti cristalini omogeni; pastreaza reteaua cristalina a dizolvantului (solventului); influenteaza in special proprietatile fizice (conductivitatea electica si termica raman inferioare metalului/componentului de baza).

Clasificarea solutiilor solide (4 criterii):

- dupa locul ocupat de atomi in reteaua cristalina (**Fig. 5.1**) – **SS** de substitutie (**Au-Cu, Au-Ni, Ag-Au, Co-Ni, Cu-Ni, Fe-W, Mo, Ni, Cr, Mn**) si **SS** de patrundere (interstitiale) corespunzatoare metalelor de tranzitie (**Fe, Co, Mn, Ti, W, Mo**,s.a.) in amestec cu elementele cu atomi de diametre mai mici (**N, H, C, B**);

a. SS de substituie; b. SS interstitiale;

Fig. 5.1

- dupa solubiliatatea reciproca a componentilor: – **SS** cu solubilitate nelimitata/totala (**Cu-Au, Au-Ag, Cu-Ni**); **SS** cu solubilitate limitata/partial, la care componentii formeaza **SS** numai in anumite intervale de concentratie (**Fe-C, Cu-Zn, Cu-Sn, Cu-Al**);
- dupa natura distributiei atomilor componentilor in retaeaua cristalina: **SS** neordonate; **SS** ordonate);
- dupa natura solventului: – **SS** pe baza de metale pure **(A-B)**; **SS** pe baza de compusi chimici - $\mathbf{A_mB_n}/[A_mB_n + A(B, C)]$ (**Fe_3C-Mo,W,V**): compusi electronici ($\mathbf{r_x/r_M \leq 0,59}$) si faze de patrundere (**M X, M_2X, MX, MX_2**)

5.3. Diagrame de echilibru ale sistemelor de aliaje

5.3.1. Definirea si clasificarea diagramelor de echilibru (faza)

***Definirea* DE:** diagrame de costitutie, indicand variata starii unui sistem de aliaje in functie de temperatura si concentratie, presiunea considerandu-se constanata.

***Importanata* DE**: srevesc la determinarea fazelor in echilibru la diferite temperaturi si concentratii, corespunzatoare unei raciri la echilibru (lente); reprezinta stari stabile.

***Criterii de calsificare ale* DE:**

a. dupa numarul componentilor**: binare**, **polinare**;

b. dupa solubilitatea componentilor in stare lichida si solida – **Fig. 5.2**. cu semnificatiile:

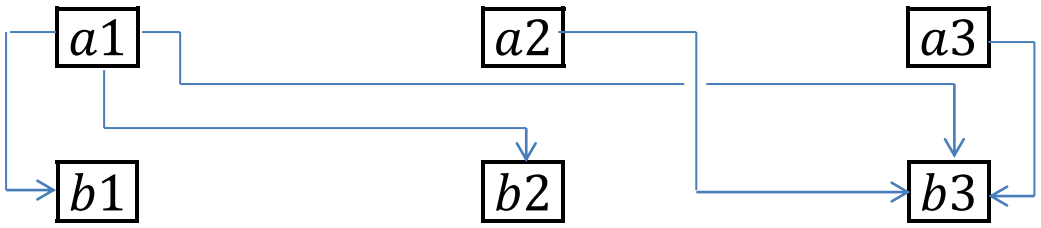

Fig. 5.2

(a) in satre lichida:

(a_1) – sisteme cu slolubilitate totala, existand o singura solutie lichida omogena in toate proportiile (**Fe- C, Cu-Zn, Cu-Sn, Cu-Al, Cu-Ni**);

(a_2) – sisteme cu solubilitate partiala (**Cu-Fe, Cu-Pb**);

(a_3) – sisteme cu insolubilitate totala (**Fe-Pb, Fe-Ca**);

(b) in satre solida:

(b_1) – sisteme cu solubilitate toatal, cu formarea unei singure **SS** omogene de ***cristalite mixte* A-B, *in toate proportiile*;**

(b_2) – sisteme cu solubilitate partiala/limitata, cu formare de **SS** numai in anumite intervale de concentratie (pana la saturatie), in restul proportiilor eixtand amestecuri mecanice/eterogene de **SS** (**Fe-C**);

(b_3) – sisteme cu insolubiliate toatala; la solidificare cei doi componenti (**A** si B) separndu-se din solutia lichida sub forma de amestec mecanic, in care componetii **A** si **B** se dispun in doua straturi dupa greutatea lor specifica, atunci cand punctele lor de topire sunt foarte diferite (**Ag-Pb, Fe-Pb**).

***Informatii furnizate de* DE:**

- trecerea din stare lichida (**L**) in stare solida (**S**) sau invers: **L↔ S**;
- prezenta fazelor in echilibru la diferite temperature si concentratii;
- structura in stare solida a aliajului racit lent (la echilibru), cu constituentii sai omogeni si eterogeni;
- transformarile in stare solida, importante pentru tratamentele termice (**TT**).

5.3.2. Curbe de racire la aliaje

***Metode experimentale de ridicare a* DE**

a. metode **fizico-chimice**, bazate pe variatia unor proprietati fizice cu temperature a aliajelor in stare solida (metoda dilatometrica);

b. metoda **analizei termice**, bazata pe faptu ca orice transformare de faza sau schimbare in starea aliajului se manifesta prin degajare sau absorbtie de caldura (ridicare curbe racire **T–t** si transpunere in coordonate **T-c**) - rezulta ***DE*** (**Fig. 5.3**)

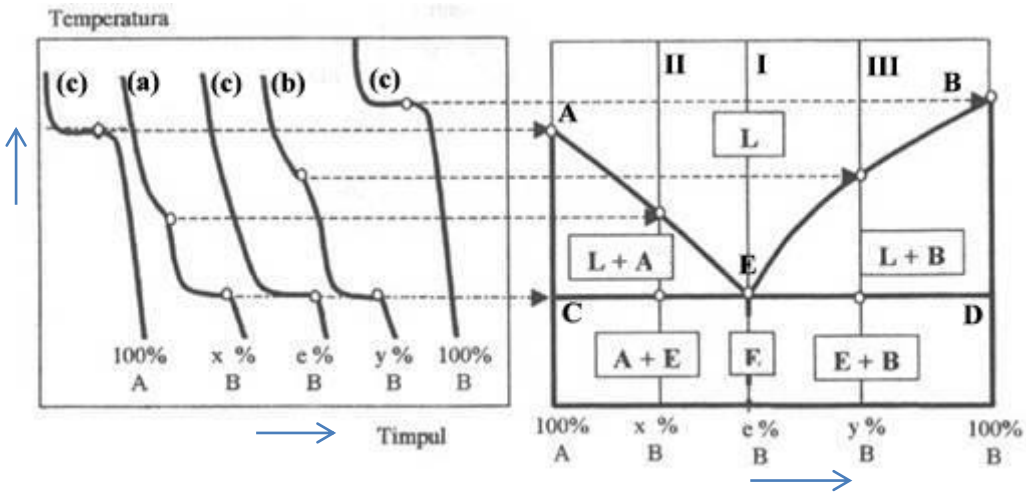

Fig. 5.3

Curbe de racire la solidificarea metalelor si aliajelor – **Fig. 5.3** (curbele **a, b, si c**):

a. cu solubilitate toatal in stare lichida si solida;

b. cu solubilitate in stare lichida si insolubilitate in stare solida;

c. solidificarea metalelor pure, compusilor chimici, aliajelor de compozitie determinata (eutectic - **E**).

***Semnificatia liniilor dintr-o* DE (v. Fig. 5.3):**

a. ***curba* AEB** – linia lichidus (**L**), ce separa domeniile lichide de cele solide sau lichide si solide (**L + S**);

b. ***curba* ACEDB** – linia solidus (**S**), care inchide linia lichidus (**L**) si sub care totul se gasete in stare solida

Intre lichidus si solidus exista in echilibru doa faze: lichida (**L**) si solida (**S**).
Intersctiile ordonatelor cu lichidus (**L**) marcheaza inceputul solidificarii, iar intersectia cu soliuds (**S**) sfarsitul solidificarii aliajelor analizate

5.3 3. Sisteme cu solubilitate totala in stare lichida

***Reprezentarea aliajelor in* DE**: de ordonata de concentraie, corespunzatoare compozitie chimice a aliajului respective.

***Interpretarea unei* DE**: consta in urmarirea solidificarii (racirii) sau topirii (incalzirii) aliajului, venind in jos sau mergand in sus pe ordonata de concentratie; se observa ce linii intersecteaza si ce domenii strabate ordonata de concentratiea in **DE**.

Determinarea naturi fazelor in echilibru si compozitiei acestora: se face cu ajutorul izotermelor corespunzatoare temperaturilor la care se face analiza solidificarii (cristalizarii)

5.3.3.1. Diagrame cu formare de eutectic (insolubilitate totala in stare solida)

***Eutectic* (E):** constituent structural eterogen, rezultat prin reactia de descompuner la temperature constanta au unei solutii lichide de concentratie precizata intr-un amestec mecanic de doua faze solide (**E = A + B**).

***Puncte si linii caracteristice ale* DE (v. Fig. 5.3):**

a. E – punct eutectic, de concentratie etutctica, care imparte aliajele in hipo, hiper si eutectice (E);

b. AEB – linia lichidus;

c. **ACEDB** – linia solidus;

d. CD – linia eutectica.

***Ecuatiile cineticii cristalizarii aliajelor reprezentaive* - I, II si III:**

- aliajul **I**: $\mathbf{L_E}$ la $\mathbf{T_E} \rightarrow$ **E (A+B)**;
- aliajul **II**: $\mathbf{L_{II}}$ la $\mathbf{T_2} \rightarrow \mathbf{L_{AB} + S_A} \rightarrow \mathbf{S_A + E}$ **(A+B) la** $\mathbf{T_E}$;
- **aliajul III**: $\mathbf{L_{III}}$ la $\mathbf{T_3} \rightarrow \mathbf{L_{AB} + S_B} \rightarrow \mathbf{S_B + E}$ **(A+B) la** $\mathbf{T_E}$;

5.3.3.2. Diagrame cu solubilitae totala in stare lichida si solida

***Particularitatile* DE (Fig. 5.4):**

a. componentii (**A si B**) sunt solubili in orice proportii, regasindu-se sub forma de solutie solida omogena (**α**);

b. cristalizarea are loc intr-un itereval de tmperatura $\mathbf{T_1 - T_2}$;

c. faza care cristalizeaza corespunde unor cristalite mixte de component - solutie solida $\boldsymbol{\alpha}_{(A, B)}$.

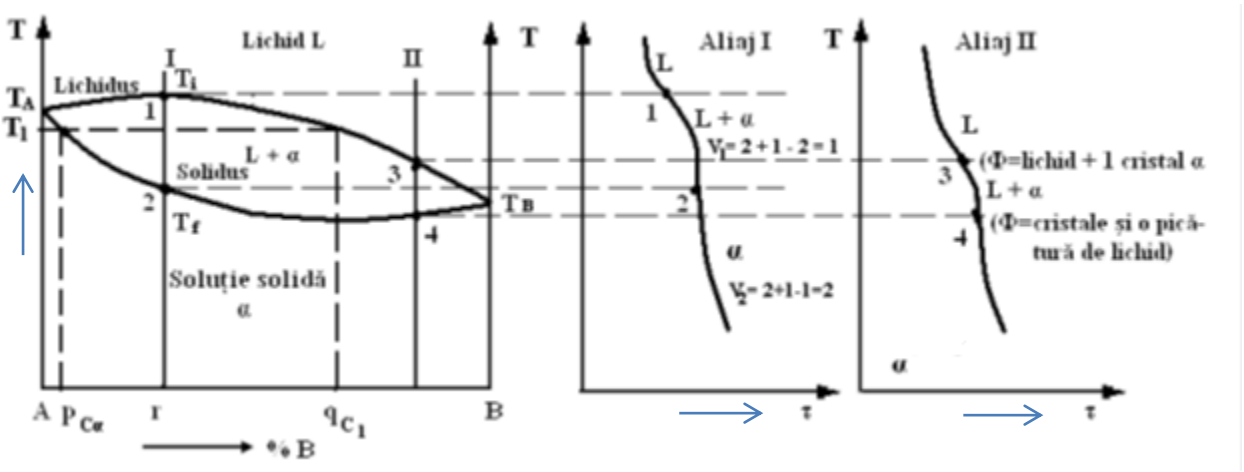

Fig. 5 .4

***Linii caracteristice ale* DE**:

a. AB, ramura superioar – ***lichidus*** (**L**);
b. AB, ramura inferioara – ***solidus*** (**S**).

***Ecuatia cineticii cristalizarii aliajului reprezentaiv* (I):**

$$\mathbf{L_I} \text{ (la } \mathbf{T_1}) \rightarrow \mathbf{L_{AB}} + \boldsymbol{\alpha}_{(A, B)} \rightarrow \boldsymbol{\alpha}_{(A, B)} \text{ (la } \mathbf{T_2});$$

5.3.3.3. Digrame cu solubilitate variabila in stare solida si formare de eutectic

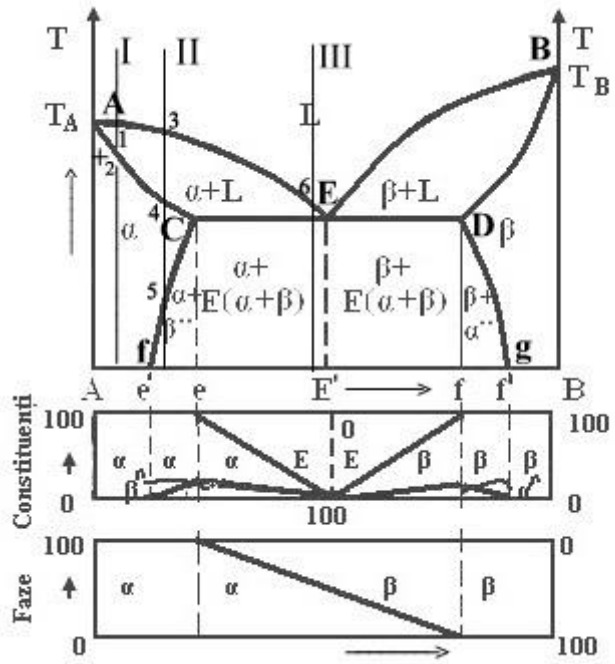

Fig. 5.5

***Particularitatile* DE (Fig. 5.5):**

a. componentii **A** si **B** prezinta solubilitatea variabila in stare solida, corespunzatoare liniilor curbe **Cf** si **Dg**. Ea se manifesta prin transformari de faza in stare solida, marcate prin separarea la racire a fazei **β”** din faza **α**, respectiv a fazei **α”** din faza **β**.

b. Separarile secundare (**α”** si **β”**) se produc in retea, la limitele fazelor din care provin (**β,** respectiv **α**).

***Lniile caracterisrice ale* DE:**

a. AEB – ***lichidus*;**
b. ACEDB – ***solidus*;**
c. ACD – ***linia eutectica***;
d. Cf si **Dg** – ***linii de solubilitate variabila in stare solida***.

***Ecuatiile cineticii cristalizarii aliajelor reprezentaive* I, II** si **III:**

- aliajul **I**: L_I la $T_1 \rightarrow L_{AB} + \alpha_{(A, B)} \rightarrow \alpha_{(A, B)}$ la T_2
- aliajul **II**: L_{II} la $T_3 \rightarrow L_{AB} + \alpha_{(A, B)} \rightarrow \alpha_{(A, B)}$ la $T_4 \rightarrow \alpha_{(A, B)} + \beta''$ la T_5;
- aliajul **III**: L_{III} la $T_6 \rightarrow \alpha_{(A, B)} + L_{AB} \rightarrow \alpha_{C(A, B)} + E\ (\alpha_C + \beta_D)$ la $T_E \rightarrow \alpha_{C(A, B)} + E + \beta''$ la $T \leq T_E$;

5.3.3.4. Digrame cu formare de peritectic compus chimic

Peritectic compus chimic A_mB_n (faza **C´**)**:** constituent structural omogen de concentratie precizata, rezultat in urma unei reactii de compunere la temperature cosnatanta (temperature peritectica) a unei faze lichide cu o faza solida, aflate intr-un raport bine precizat (raport peritectic).

***Particularitatile* DE (Fig. 5.6):**

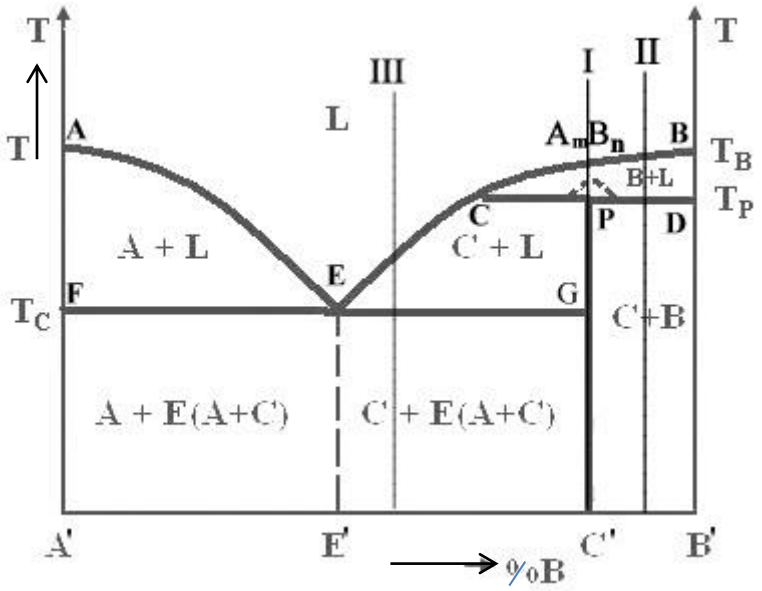

Fig. 5.6

a. se formeaza un compus chimic A_mB_n printr-o reactie peritectica, de concentratie bine determinate numita concentratie peritectic (C'_P);

b. compusul chimic A_mB_n prezinta o topire necongruenta, adica se descompune la o temperatura constanta T_P (temperature peritectica) intr-o faza solida si una lichida;

c. linia lichidus (**ECB**)prezinta o frantura in punctual **C**.

***Linii si puncte caracteristice ale* DE:**

a. ***AECB*** **– linia lichidus**;
b. ***AFEGPDB*** **– linia solidus**;
c. ***FG*** **– linia eutectica**;
d. ***CPD*** **– linia peritectica**;
e. ***P*** **– punct peritectic**, de concentratie peritectica.

***Ecuatiile cineticii cristalizarii aliajelor reprezentaive* I, II si III:**

- aliajul **I:** $L_P \rightarrow L_C + S_B$ la $T_S \rightarrow A_mB_n$ la T_P **= cst.,** corespunztor unui raport peritectic (***RP***) dat de rapotul lungimmii segmentelor de concentratie ***PD***/***CP*** **= RP**;
- aliajul **II**: L_{II} la $T_L \rightarrow L_C + S_B \rightarrow A_mB_n + S_B$ la T_P **= cst**.;
- aliajul **III**: L_{III} la $T_L \rightarrow L_C + S_B \rightarrow L_{AB}$ **+ AmBn** la T_P **= cst** $\rightarrow$ **E** $(S_A+A_mB_n)$ + A_mB_n la T_E**=cst.**

5.3.3.5. Diagrame cu solubilitate limitata si formare de peritectic solutie solida

***Particularitatile* DE (Fig. 5.7):**

a. componentii **A** si **B** prezinta solubilitate limitata in stare solida, corespunzatoare liniilor verticale **Cc** si **Pp**;

b. se formeaza o solutie solida (β_P) printr-o reactie peritectica de compunere a unei faze solide (solutie solida α_c) cu o faza lichida (L_D), coerspunzatoare concentertie peritectice C_P;

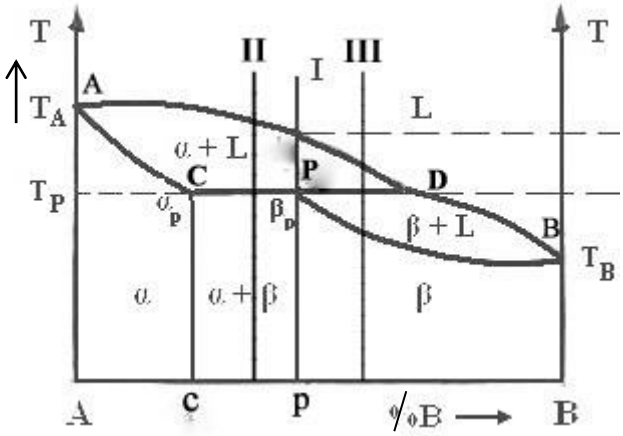

Fig. 5.7

***Liniile si punctele caracteristice ale* DE:**

a. ***ADB*** **– linia lchidus**;
c. ACPB – linia solidus;
d. ***CPD*** **– linia peritectica**, corespunzatoare temperaturii peritectice (T_P);
c. ***P*** **– punctul peritectic**, de concentratie peritectica (**p**)
d. ***C*** **– punctul de saturatie** al solutiei solide **α** in component **A** (α_C).

***Ecuatiile cineticii cristalizarii aliajelor reprezentaive* I, II si III:**

- **aliajul I**: L_P la $T_L \rightarrow S_\alpha(\alpha) + L_{AB} \rightarrow \alpha_C + L_D$ la $T_P \rightarrow \beta_P$ la T_P **= cst**.;

- **aliajul II: L_P** la **T_L→ S_α (α) + L_{AB} → α_C + L_D la T_P → α_C + β_P la T_P=cst.;**
- **aliajul III: L_P** la **T_L→ S_α (α) + L_{AB} → α_C + L_D** la **T_P → β_P + L_D** in exces → **β** la **T_S**.

5.3.3.6. Diagrame cu formare de eutctoid si modificari alotropice ale componentilor

***Particularitatile* DE (Fig . 5.8):**

a. prezinta transformari de faza in stare solida datorita modificarilor alotopice al componentilor (**A_α** si **A_β**; **B_α** si **B_β**)

b. este prezenta formare de eutectoid prin reactia de descompuner a unei solutii solide **(γ)** intr-un amestec mecanic de doua faze solide (**A_α + B_β**) de concetratie precizata, numit eutectoid; reactia eutectoida are loc la temperatuara constanata (**T_E**).

c. transformarile alotopice ale componentilor incep la linia **CEG** si se termina la linia **FEG** (**A_β → A_α**), respectiv linile **FED** si **FEG** (**B_β → B_α**);

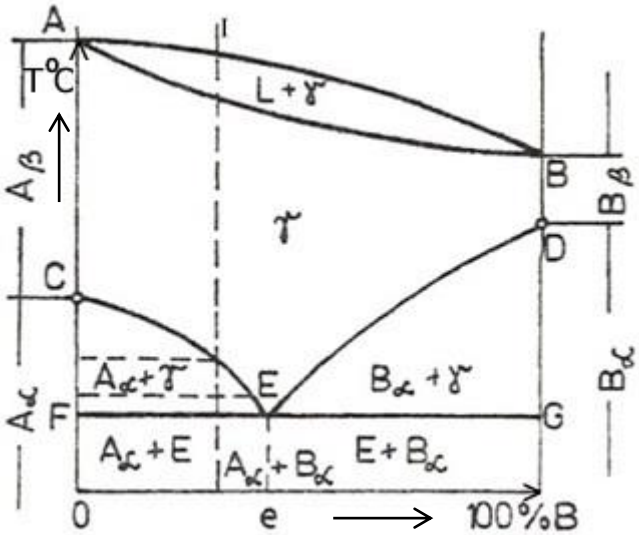

Fig. 5.8

***Liniile si punctele caracteristice ale* DE:**

a. linia ***AB***, ramura supeioara – **lichidus**;
b. limia ***AB***, ramura inferioara – **solidus**;
c. ***FEG*** – **linia etectoida**, corespunzatoare temperaturii eutectoide (**T_E**);
d. liniile **CEG** si ***FED*** − marcheaza inceputul transforamrilor alotropice **A_β → A_α** si **B_β → B_α**;
e. linia ***FEG*** – marcheaza sfarsitul transformarilor alotropice **A_β → A_α (B_β→ B_α);**
f. ***E*** – **punctul eutectoid** de concentratie (**C_E**) si temperatura eutectoida (**T_E**);
g. punctul ***C*** – temperatura transforamarii alotropice **A_β → A_α**;
h. punctual ***D*** - temperatura transforamarii alotropice **B_β→ B_α**;

***Ecuatia cineticii cristalizarii aliajului* I:**

L_I → L + γ la **T_L → γ** la **T_S → A_α + γ** la **T_{CE} → A_α + E (A_α + B_α)** la **T_E=cst.**

5.3.3.7 . Diagrame cu formare de peritectoid

Caracteristicile principale ale DE cu peritectoid **(Fig. 5.9):**

a. formarea prin reactia peritectoida de compunere a doua faze solide α_F si β_G (aliaj **I**) a unei noi faze γ_P, de concentratie intermediara, numita **peritectoid**;
b. reactia peritectoida are loc la temperatura constanta, numita temperatura peritectoida (T_{FPG}), corespunzatoare concentratrie peritectoide ($C_P = C_e$), si este de forma:

$$\alpha_F + \beta_G \leftrightarrow \gamma_P$$

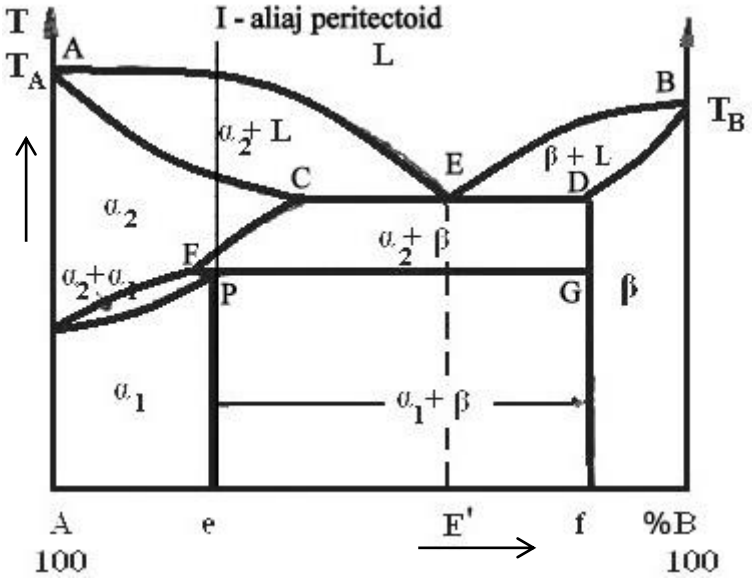

Fig. 5. 5.9

5.4.. Legea fazelor. Regula parghiei. Aplicatii

5.4.1. Legea fazelor

Enunta de **Gibbs** (1875), si serveste la intepretarea **DE**.
Definire**:** indica numarul maxim de faze ce pot exista in echilibru in anumite conditii exterioare si interioaare in care se desfasoara proceul de solidificare a aliajelor metalice; permite determinarea numarul maxim de parametrii care pot fi modificati fara ca echilibrul sistemului sa se modifice - fara sa apara sau sa dispara vreuna dintre fazele aflate in echilibru.
Echilibrul fazelor este influentat de urmatorii factorii:

a. temperatura**;**
b. concentratie**;**
c. presiunee.

Forma generala a legii fazelor (**Gibbs**):

$$v = n - f + c$$

unde:

v – varianța sistemului (numarul de factori ce pot fi modificati fara ca ehilibrul sistemului sa se modifice);

n – numarul componentilor sistemului; in general 2 (**A si B**) pentru sitemele binare, respectiv 3 (**A, B** si **C**) pentu cele ternare, etc.;

f – numarul fazelor.

c = 2 – constanta, exprimand numarul celor doi factori de influenta, **temperatura si presiune;**

Avand in vedere ca majoritatea proceselor metalurgice de elaborate a aliajelor se desfasoara in recipienti deschisi, **la presiunea constanta** (atmosferica), legea lui **Gibbs** devine:

$$\mathbf{v = n - f + 1}$$

In aceste conditii, parametrii care pot fi modificati, cu pastrarea echilibrului sistemului, sunt ***temperatua*** si ***concentratia***.

Exemplu de aplicare a legii fgazelor (**LF**) pentru o DE cu formare de eutectic (**aliaj I**) - **Fig 5.10:**

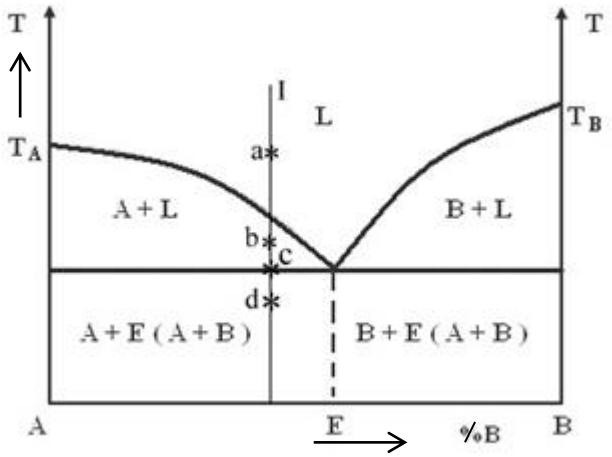

Fig. 5.10

a. LF intr-un punct situat in domeniul lichid (**a**)**:**

$$\mathbf{n} = 2\ (\mathbf{A, B});\ f = 1\ (L) \rightarrow v = 2$$

poat fi modificate simultan atat temperature cat si concentratia, fara ca ecilibrul sa se strice, **adica sa apara sau dispara vreo faza;**

b. LF intr-un punct (**b**), situat in domeniul in care subzista (exista in echilibru) o faza lichida si una solida (**L** + **A**)**:**

$$\mathbf{n} = 2\ (\mathbf{A, B});\ \mathbf{f} = 2\ (\mathbf{L, A}) \rightarrow \mathbf{v = 1}$$

se poate modifica fie temperature, fie concentratia, dar nu simultan;

c. LF intr-un punct (**c**) situat pe linia eutectica (**CD**):

$$\mathbf{n} = 2\ (\mathbf{A, B});\ \mathbf{f} = 3\ (\mathbf{L, A, B}) \rightarrow \mathbf{v = 0}$$

sistemul este invariant, nu poate fi modificat niciunl dintre parametrii fara ca echilbrul sa se modifice;

d. LF intr-un punct (**d**) situat in domeniul solid (**A + E**):

$$\mathbf{n} = 2\ (\mathbf{A, B});\ \mathbf{f} = 2\ (\mathbf{A, B}) \rightarrow \mathbf{v = 1}$$

se poate varia numai temperatura, fara ca echilibrul sa se modifice.

Concluzie: legea fazelor indica faptul ca in cazul sistemelor binare de aliaje, cu formare de eutectic, pot exista trei faze in ecilibru numai la temperatura constanta (temperatura eutectica - $\mathbf{T_E}$)

5.4.2. Regula parghiei

Definire: permite determinarea cantitatii fazelor in echilbru la o anumita temperatur, precum si aprecierea cantitaiva a costituentilor structurali eterogeni.

Pentru aplicarea regulei parghiei (**Fig. 5.11**), se considera cantitatile fazelor in echilibru (**S + L**) ca niste forte aplicate in extremitatile izotermei $\mathbf{S_1L_1}$ (conoda), iar bratele **conodei** ($\mathbf{S_1O}$ si $\mathbf{L_1O}$) ca bratele unei parghii cu punctul de aplicatie (sprijin) al fortei (**S + L**) in **O**; aplicand ecuatia de echilibru a momentului fata de punctual **O**, rezulta relatia:

$$\mathbf{S \cdot c = L \cdot d \text{ sau } S/L = d/c}$$

unde suma cantitailor fazelor in echilbru se consider egala cu **100 kg (S + L= 100)**.

Aceasta relatie exprima regula parghie, conform careia cantitatile fazelor in echilibru **(S** si **L**) sunt proportionale cu segmentele opuse in raport cu ordonata aliajului, determinate de aceasta pe conoda ($\mathbf{S_1L_1}$), respectiv invers proportionale cu segmentele alaturate.

Cantitatile fazelor in echilibru (% greutate) rezulta din ecuatiile de moment in raport cu extremitaile conodei:

$$\mathbf{S \cdot (c + d) = (S + L) \cdot \rightarrow S = d/(c+ d) \cdot 100\%} \text{ pentru faza solida (S);}$$

$$\mathbf{L \cdot (c + d) = (S + L) \cdot c \rightarrow L = c/(c + d) \cdot 100\%} \text{ pentru faza licida (L).}$$

Conoda reprezinta segmentul de dreapta determinat pe izoterma de compozitia celor doua faze in echilibru la temperature analizata ($\mathbf{S_IL_I}$)

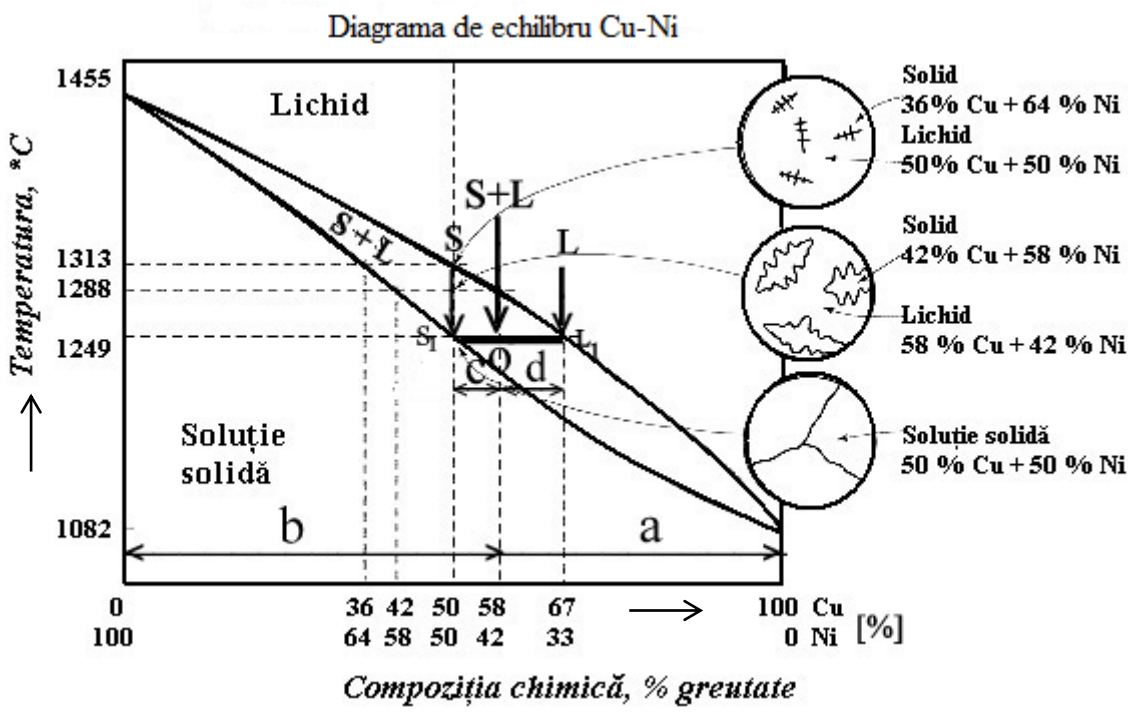

Fig. 5.11

5.5. Modalitati de exprimare a compozitiei chimice a aliajelor

5.5.1. ***Concentratia atomica pentru un aliaj binar*** **(A-B) [%]:**

$$\alpha_A = n/N \cdot 1oo\ [\%]\ at.;\ \beta_B = (N-n)/N\ [\%]\ at.$$

unde: **n** – nr. atomi component **A**; **N** – nr. total atomi **A** si **B**; **N-n** – nr atomi component **B**; α_A si β_B − concentratia atomica a componentului **A,** respectiv **B.**

5.5.2. ***Concentratia in [%] de greutate pentru un aliaj binar*** **(A-B):**

$$a = b/(a+b)\ 100\ [\%]\ gr.;\ b = a/(a+b)100\ [\%]\ gr.$$

unde: **a** – **[%]** greutate component **A**; **b** – **[%]** procente greutate component **B**; **a + b = 100 [%]**

Obs.: Legatura dintre cele doua moduri de exprimare (**1** si **2**) a compozitiei chimice a unui aliaj binar **(A+B)**:

$$\alpha_A = (a/A_1)/(a/A_1 + b/B_1)\cdot 100\ [\%]\ at.;\ \beta_B = (b/B_1)/(a/A_1 + b/b_1)\cdot 100\ [\%]\ at.$$

$$a = \alpha A1/(\alpha\cdot A_1 + \beta\cdot B_1)100\ [\%]\ gr.;\ b = \beta\cdot B_1/(\alpha\cdot A_1 + \beta\cdot B_1)100\ [\%]\ gr.$$

unde: A_1 si B_1 − greutatile atomice ale componentilor **A,** respectiv **B.**

5.5.3. ***Concentratia electronica*** − n_e/N:

$$n_e/N = (nr.\ total\ electroni\ de\ valenta\ aliaj\ /\ nr.\ total\ atomi\ aliaj;$$

5.5.4. Ex.: ***alia***j (alama) [**Cu (+1$\bar{e}$) – Zn (+2$\bar{e}$)]** → contine **60 atomi Cu^{+1}** si **40 atomi Zn^{+2}** (***total 100 atomi de*** **Cu si Zn**);

Nr. electroni de valenta aliaj Cu-Zn: ***60 electroni valenata*** **Cu (60·1)** + ***80 electroni valenta*** **Zn (40·2)** = total **140 electroni valenta aliaj Cu-Zn;**

$$N = 100;\ ne = 140 \Rightarrow ne/N = 140/100 = 1{,}4;$$