

GRAFIT COMPACT/VERMICULAR SAU GRAFIT COMPACTIZAT? – ASPECTE ALE OBTINERII FONTEI CE ÎL CONȚIN ȘI ALE UTILIZĂRII MODIFICATORILOR CE CONȚIN FIER ȘI SILICIU

COMPACT/VERMICULAR GRAPHITE OR COMPACTED GRAPHITE? – ASPECTS OF THE OBTAINING OF IRON WHICH CONTAINS THAT ONE AND OF USING OF THE INOCULATING AGENT WHICH CONTAINS IRON AND SILICON

Vasile Cojocaru Filipiuc, dr.ing. prof. univ. – Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași

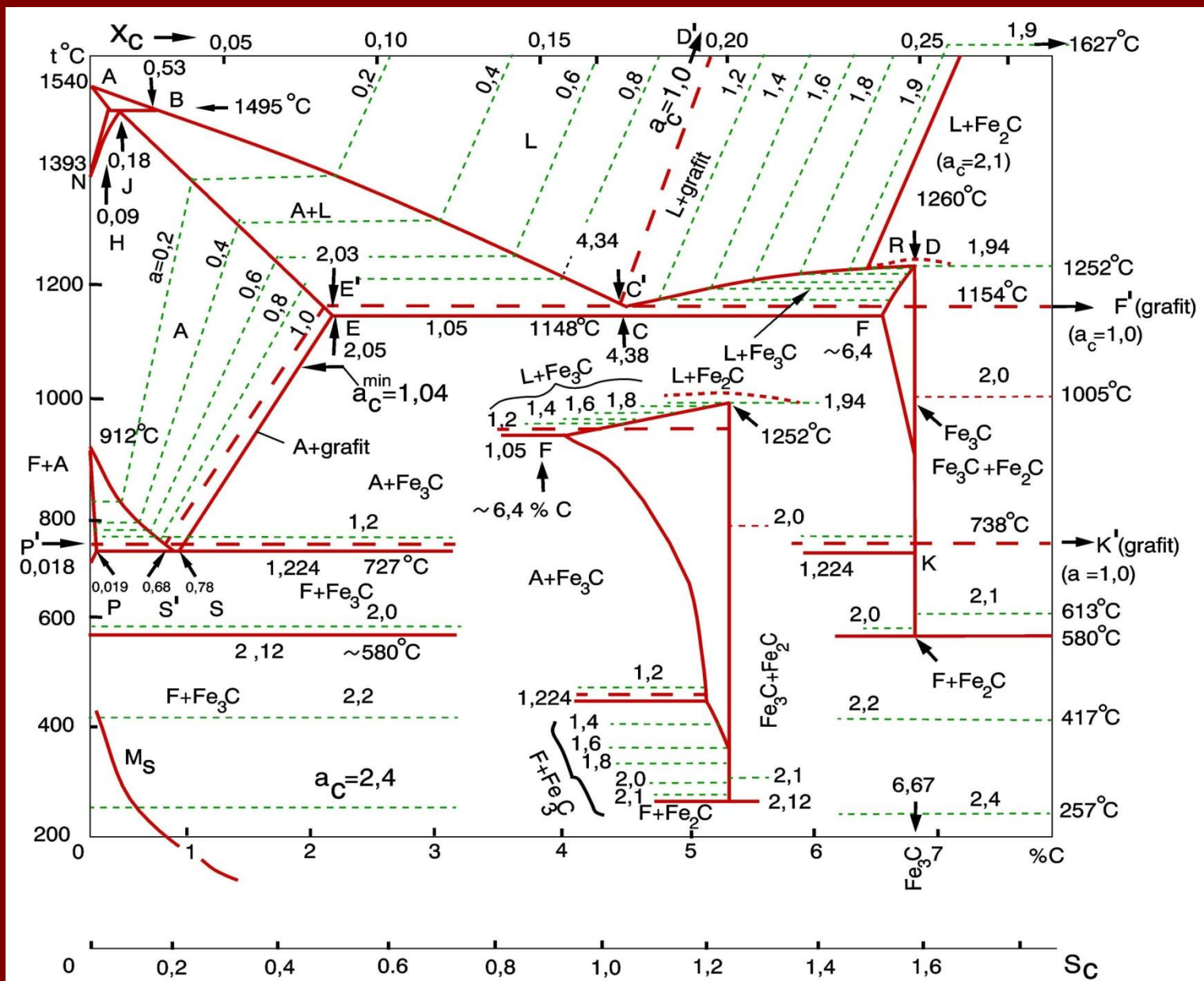


Fig.1. Curbele de izoactivități ale carbonului în detaliul din diagrama de echilibru termodinamic, binară, Fe-C. S_C – gradul de saturare în carbon; A – austenită; F – ferită; a_C – activitatea termodinamică a carbonului; L – lichid; X_C – fracția molară a carbonului, C – cementită, [1].

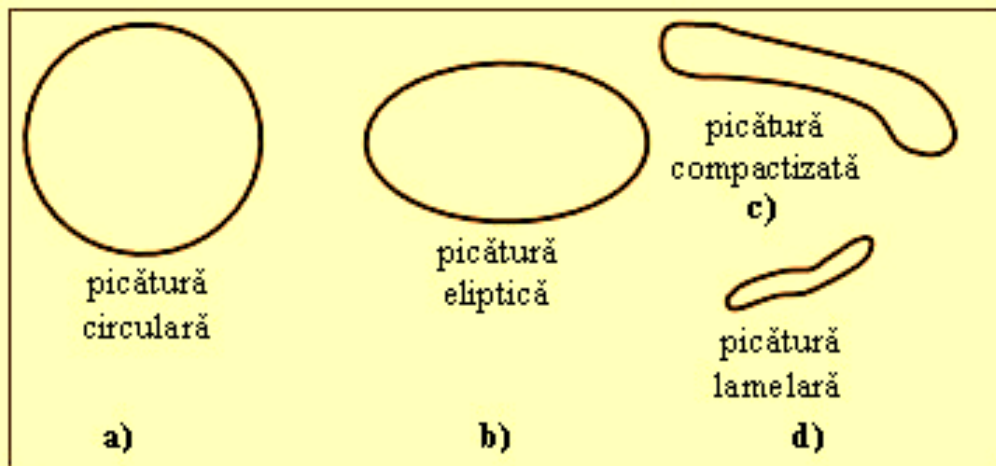
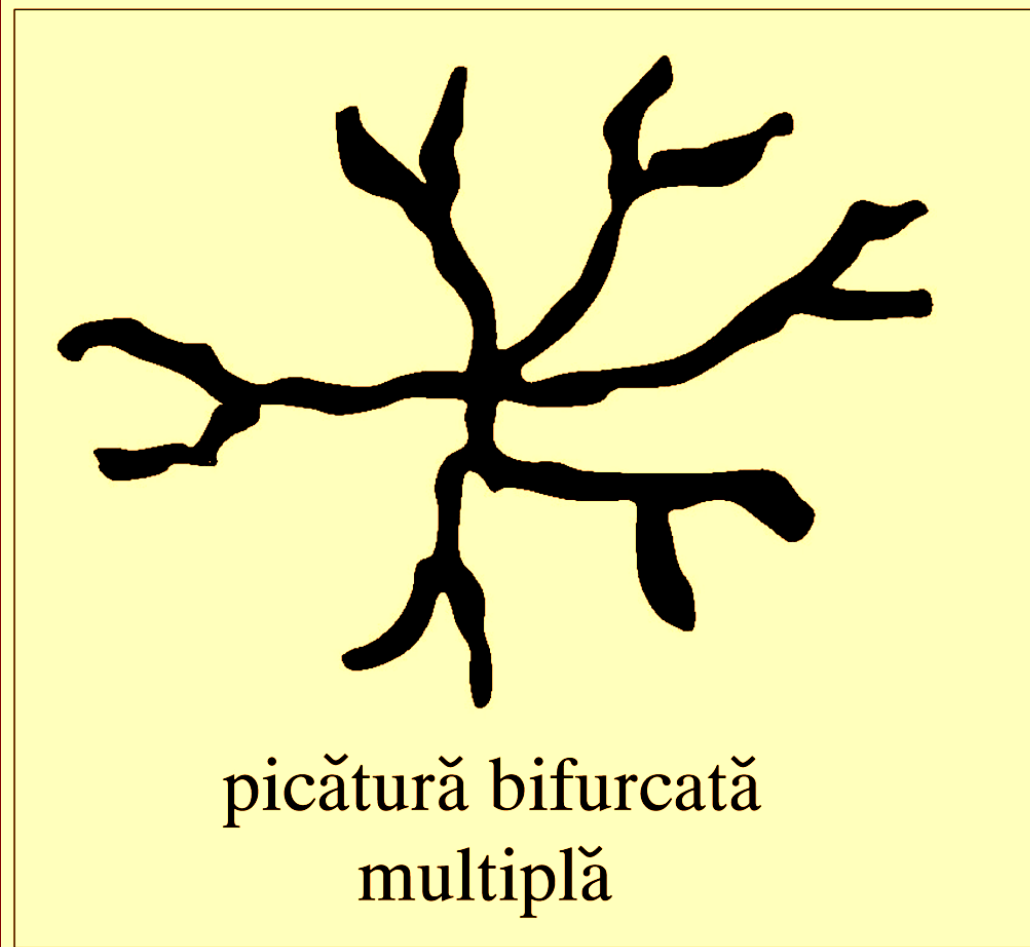


Fig. 2. Forme de picături.

Fig.3. Picătură bifurcată multiplă.



$$\sigma_{12} = \sigma_2 - \sigma_1 \cdot \cos\theta \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\sigma_1 \cdot \sin\theta}{\sigma_2 - \sigma_1 \cdot \cos\theta} \right)^2}$$

în care,

σ_2 – tensiunea interfazică picătură-aer;

σ_1 – tensiunea interfazică matrice metalică lichidă-aer;

θ - unghiul de umectare a picăturii de către matricea metalică.

Tabelul 1. Compoziția chimică a fontei cu grafit compactizat.

Elementul chimic	Conținutul, în %, între limite largi	Conținutul, în %, între limite tipice
C	3,000 - 4,400	3,400 - 3,800
Si	0,900 - 3,500	2,400 - 3,000
Mn	0,050 - 1,200	0,100 - 0,600
P	0,010 - 0,120	0,010 - 0,080
S	0,005 - 0,120	0,005 - 0,030

Tabelul 2.Elemente superficial active

Elementul	Te	As	Sb	Sn	Al	In	Cd	Ag	Ti	Pb
	Bi	Ga	B	N	O	H	S	Se	Cu	

Tabelul 3. Elemente superficial active utilizate în practică

Elementul	Ti	Al	Sb	Zr	Ti+Al	Te	As
-----------	----	----	----	----	-------	----	----

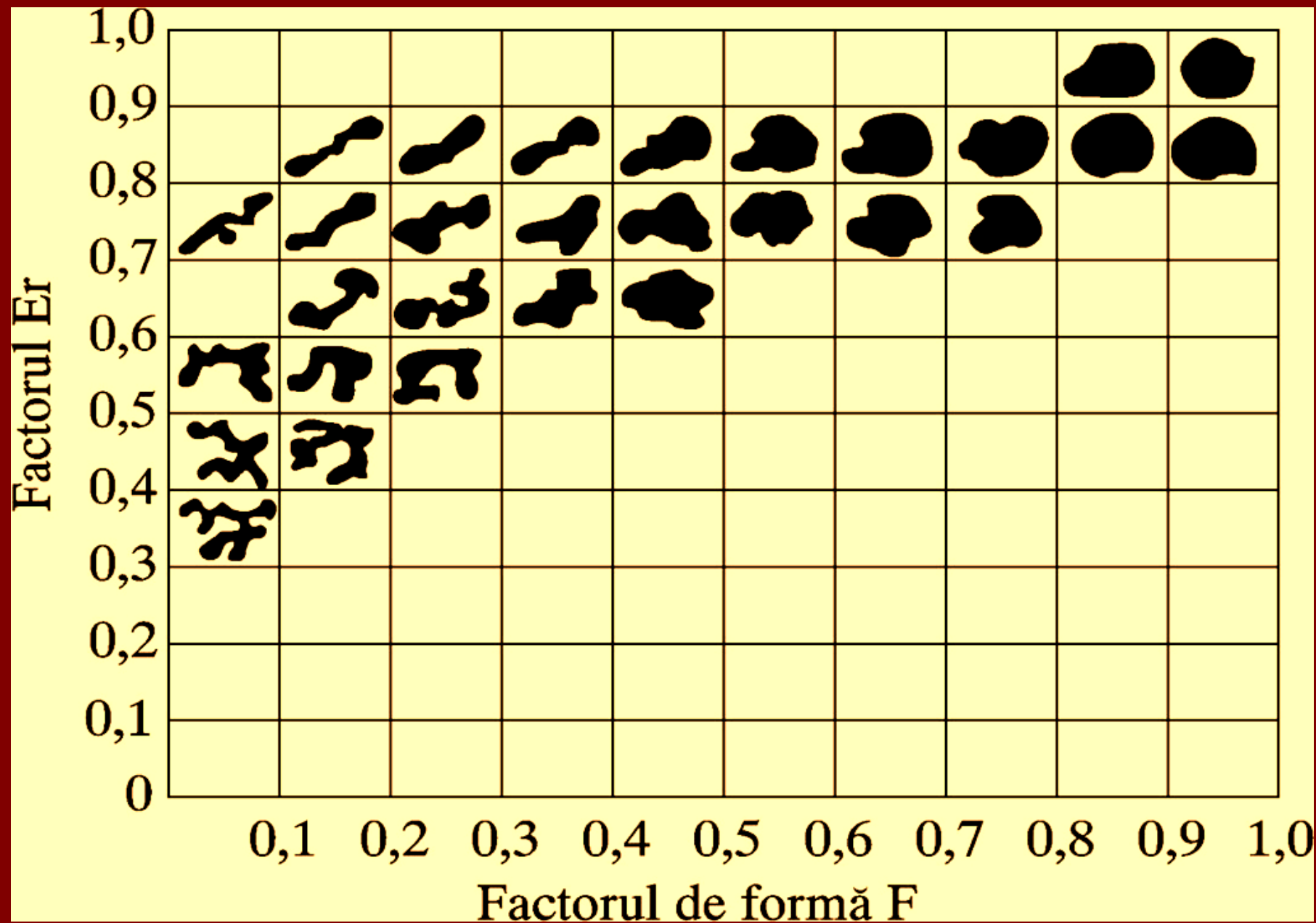


Fig.4.Scara etalon pentru diverse forme ale grafitului.

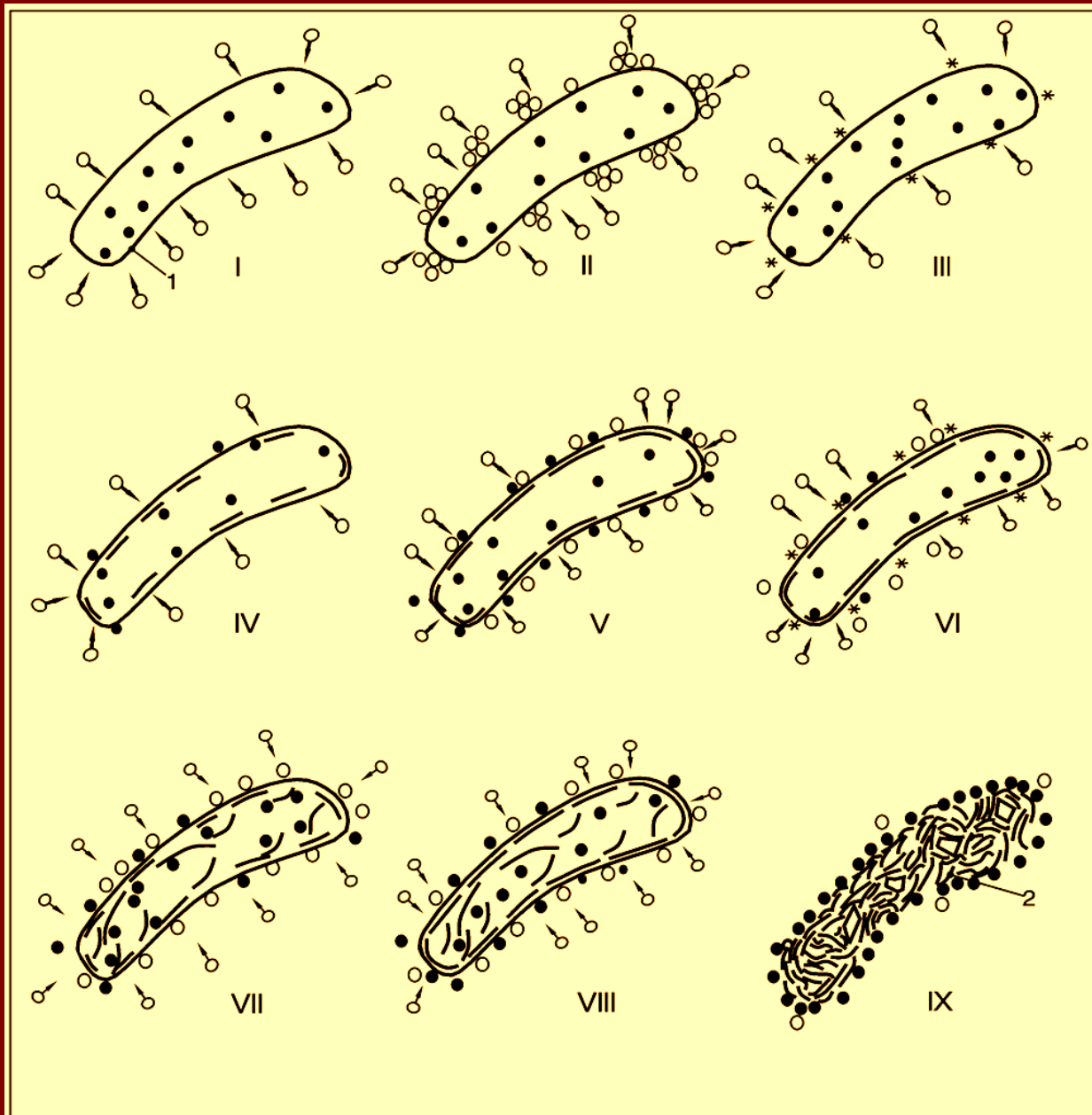
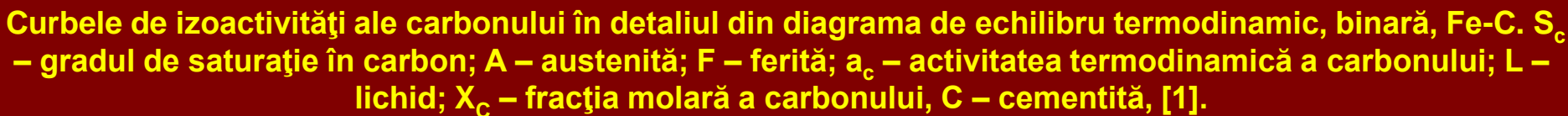


Fig.5. Schema ipotetică a mecanismului de formare a grafitului compactizat în picături de modifcator: ● – atomi de modifcator și elemente superficiale active; ○ – particule de carbon; (, ◇ – monocristale de grafit; 1 – picături de modifcator; 2 – agregat policristalin de grafit compactizat; * – germeni de grafit.



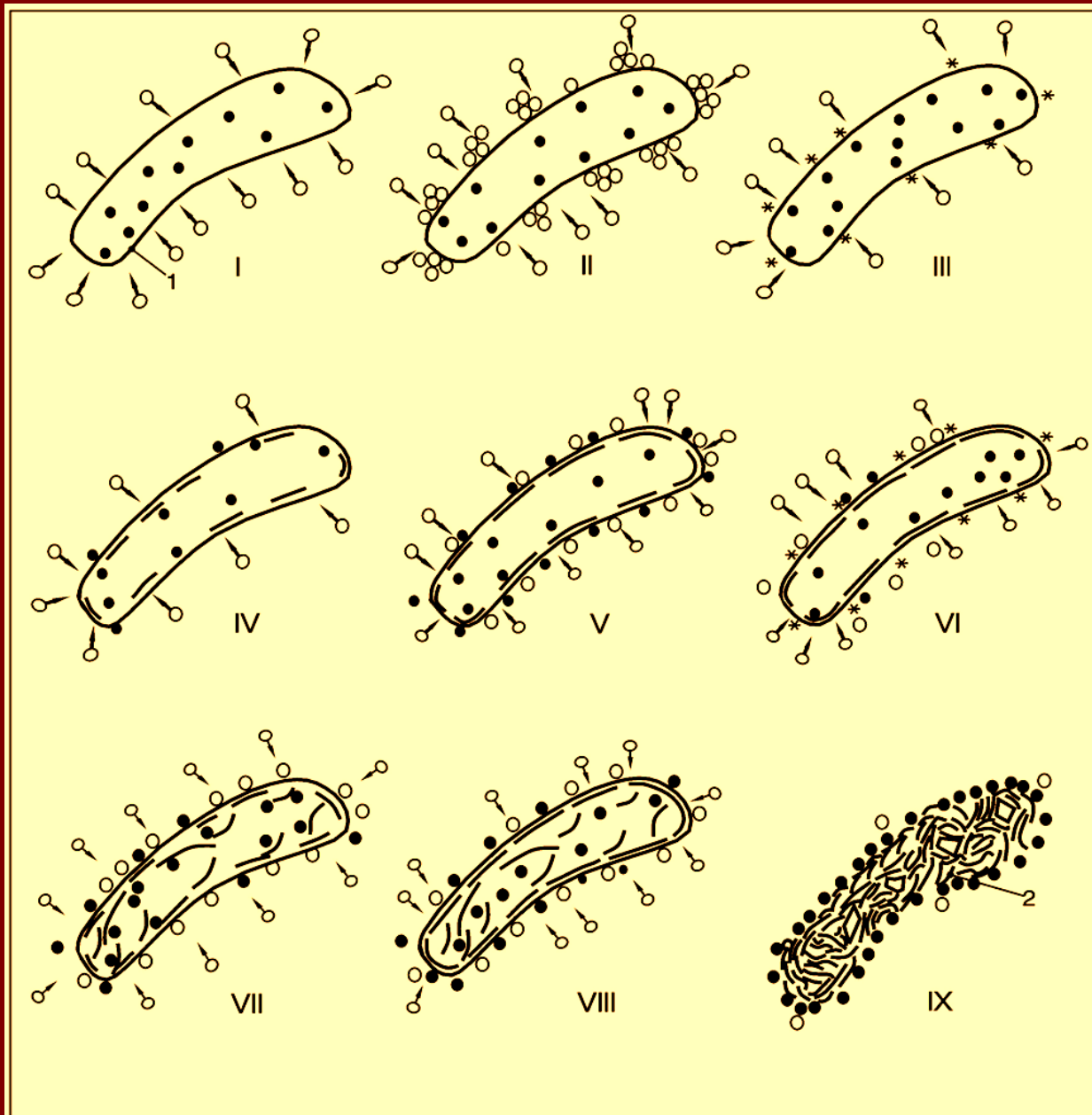


Fig.5. Schema ipotetică a mecanismului de formare a grafitului compactizat în picături de modifcator: ● – atomi de modifcator și elemente superficiale active; ○ – particule de carbon; (, ◇ – monocristale de grafit; 1 – picături de modifcator; 2 – agregat policristalin de grafit compactizat; * – germeni de grafit.

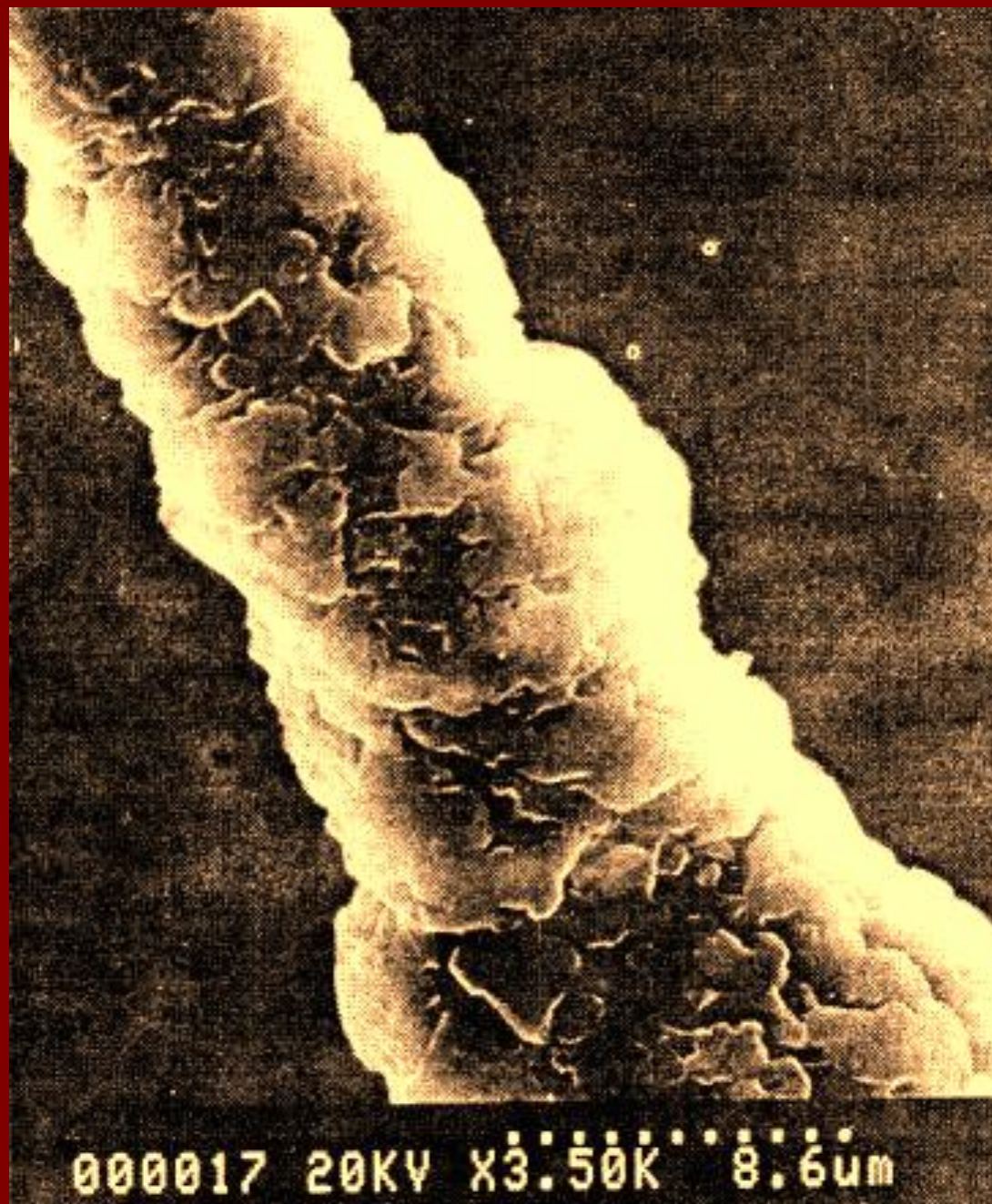


Fig.6.Structura unei incluziuni de grafit compactizat cu punerea în evidență a monocristalelor de grafit.

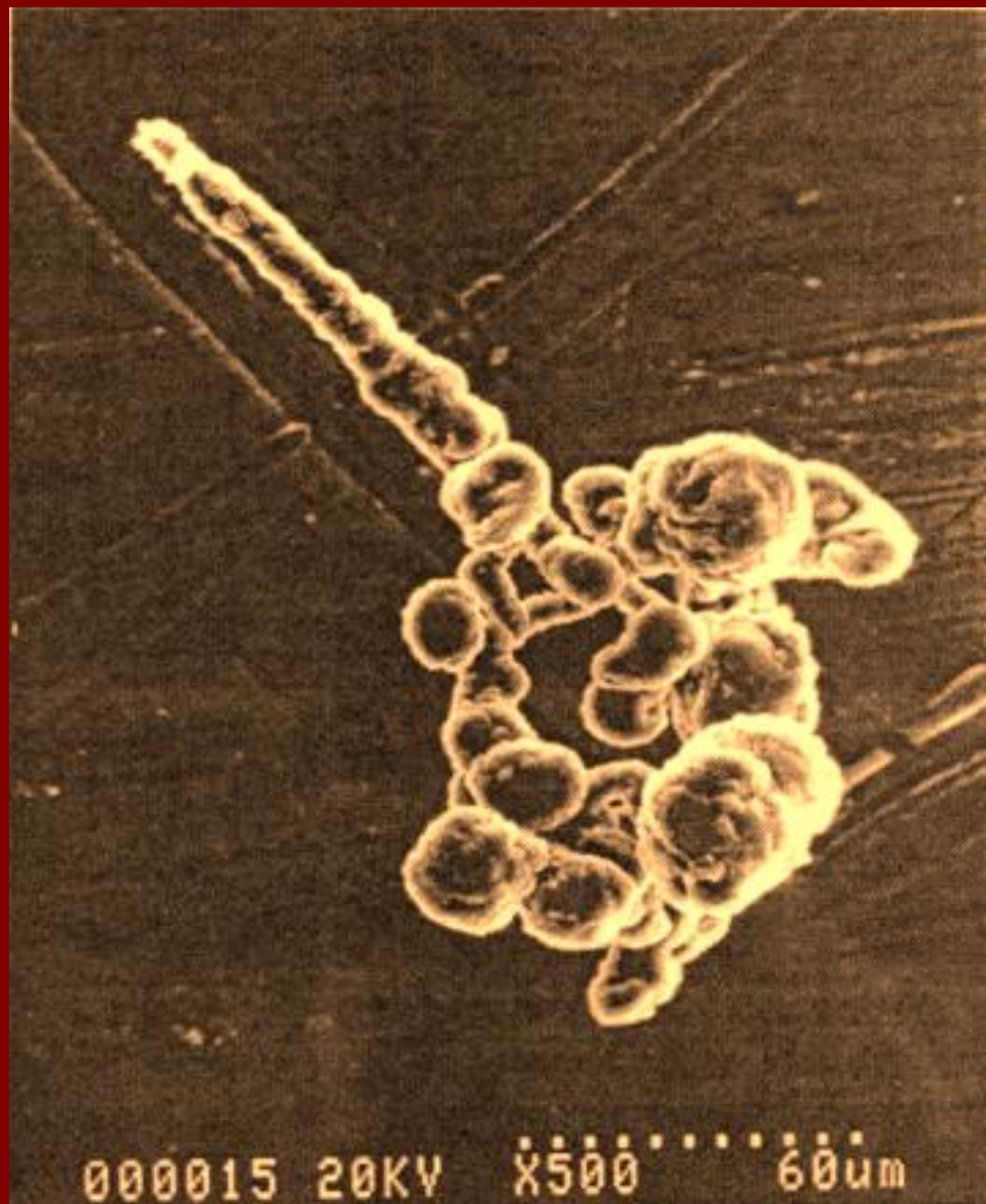


Fig.7.Structura unei incluziuni de grafit compactizat.

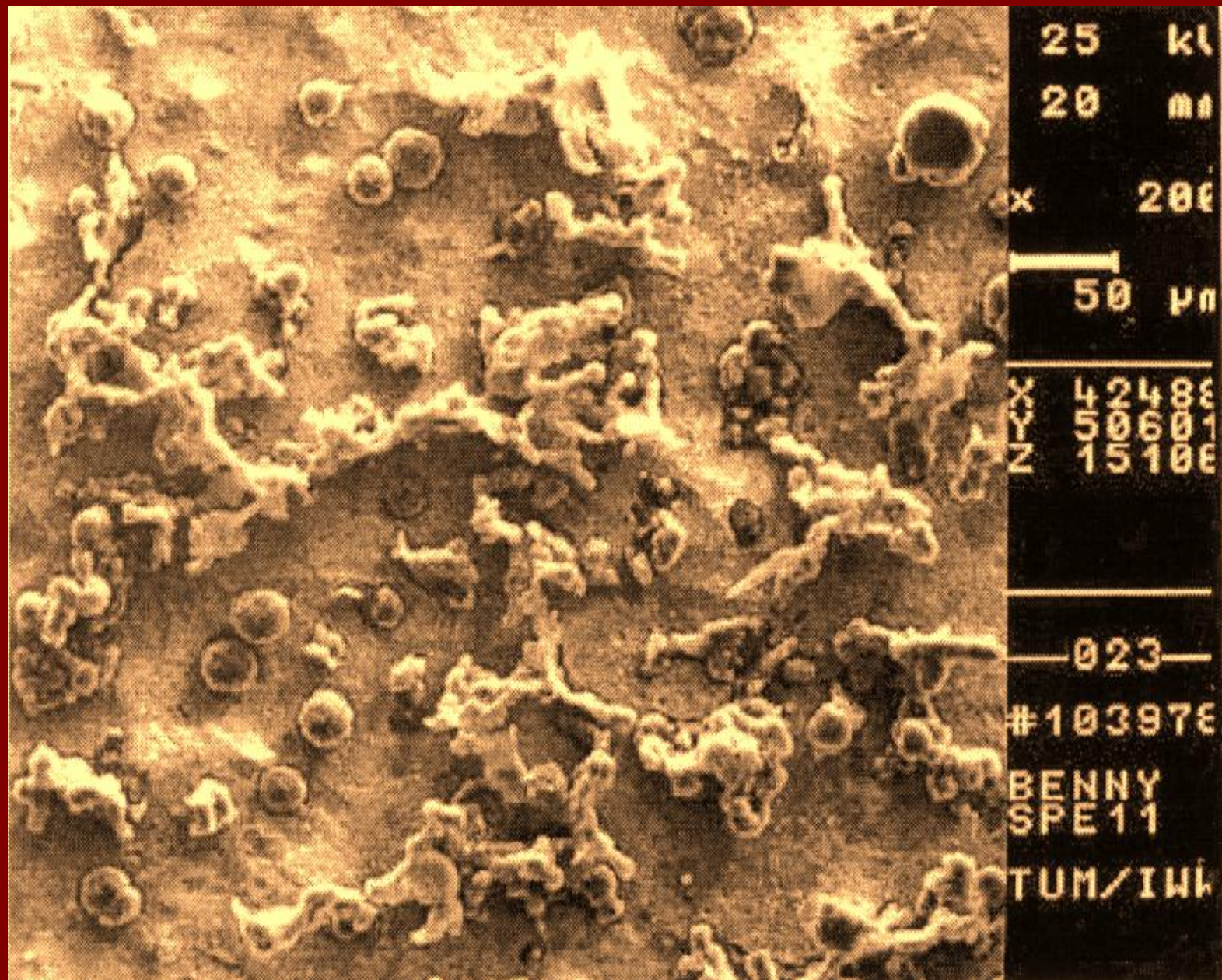


Fig.8. Imaginea grafitului compactizat surprinsă la mărirea de x 200, la un microscop electronic cu scanare.

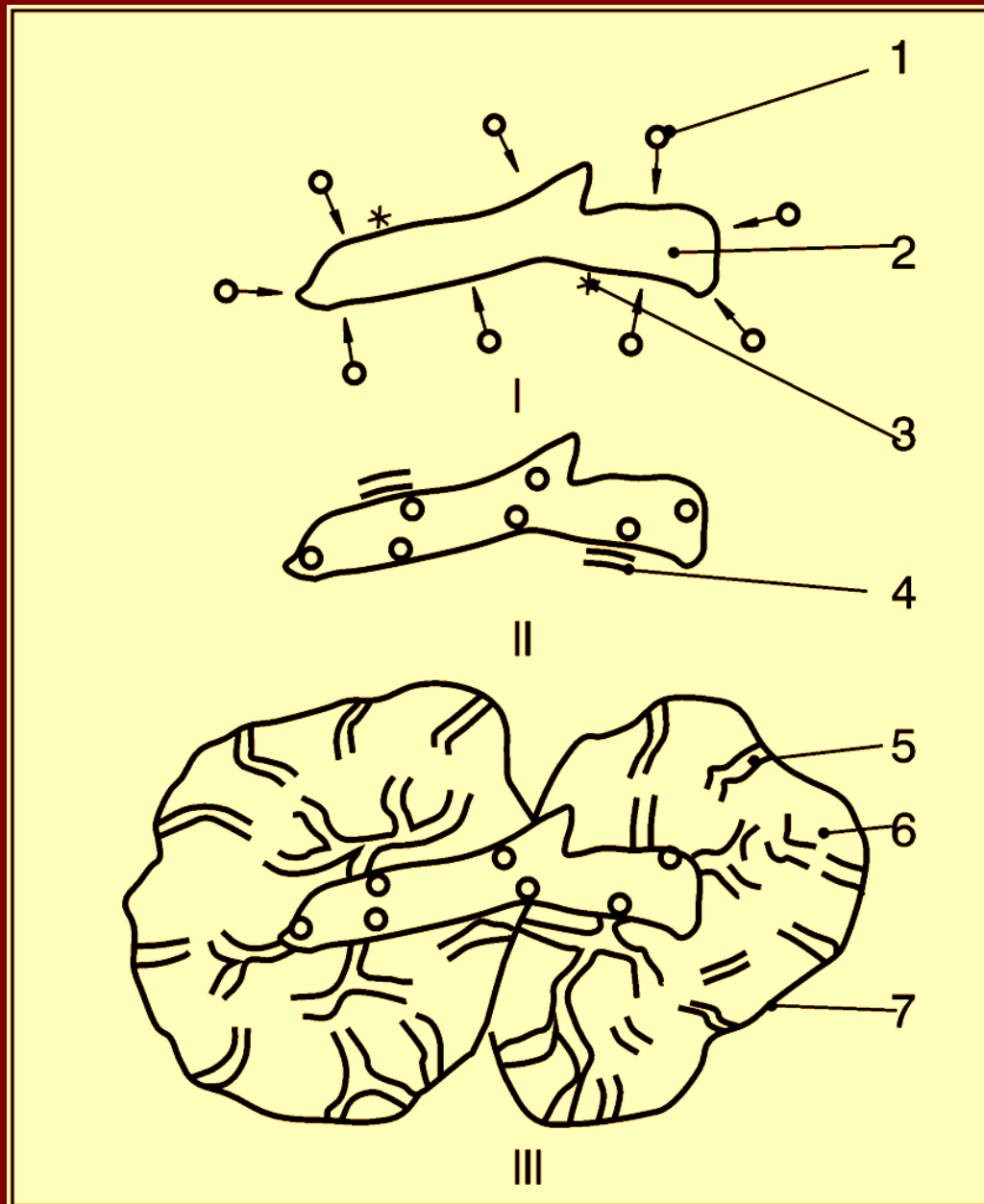


Fig. 9. Schema ipotetică de creștere a două celule eutectice normale (cu grafit lamelar) în jurul unei incluziuni nemetalice compactizate cu rețeaua cristalografică necompactă: 1 – atomi de carbon; 2 – incluziune nemetalică; 3 – germene de grafit eutectic; 4 – lamelă de grafit eutectic în creștere; 5 – ramificație de lamelă de grafit eutectic; 6 – austenită eutectică; 7 – celulă eutectică.

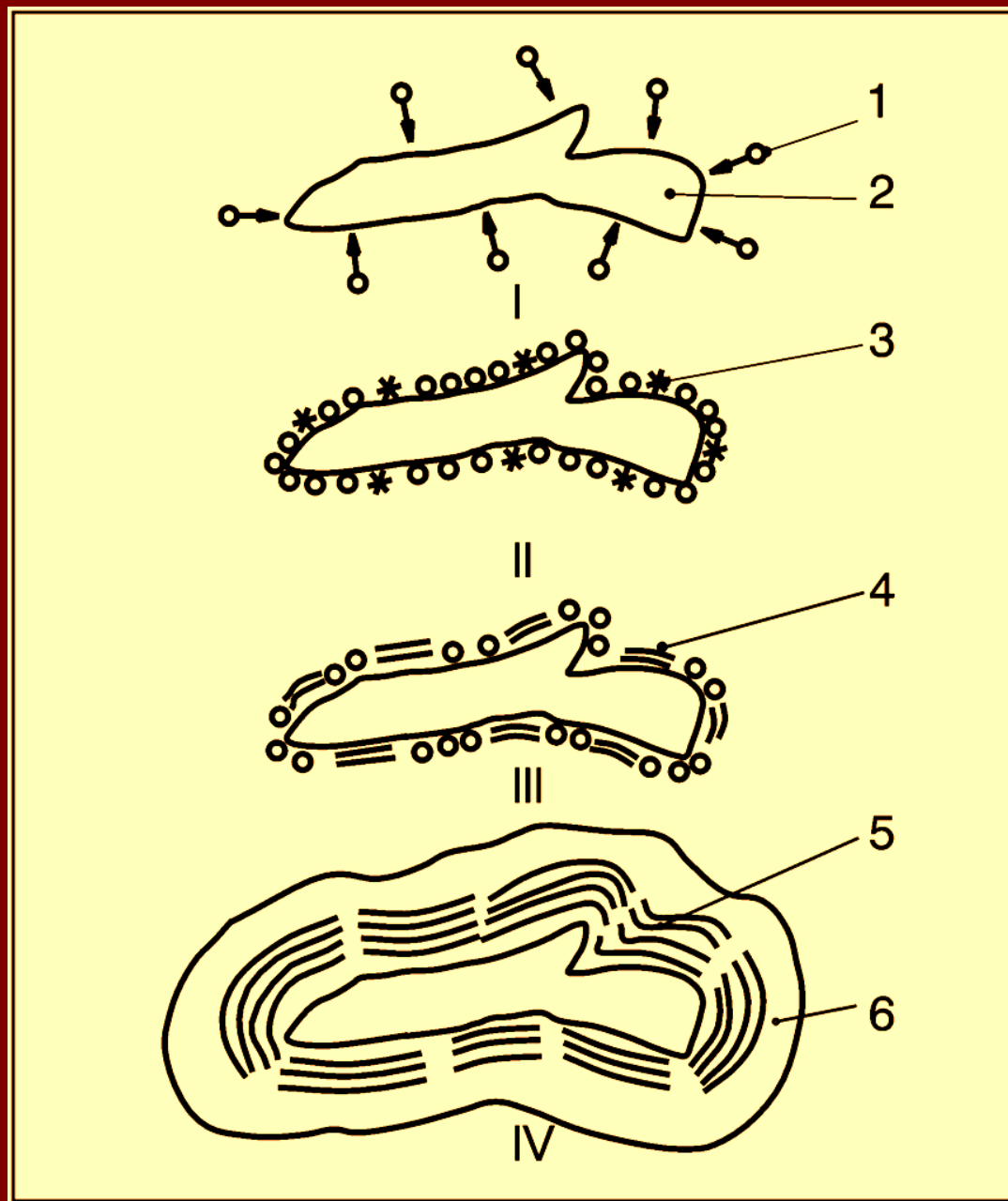


Fig. 10. Schema ipotetică a creșterii grafitului compactizat, în timpul transformării eutectice, în jurul unei incluziuni nemetalice compactizate, cu rețeaua cristalografică compactă: 1 – atomi de carbon; 2 – incluziune nemetalică; 3 – germene de grafit eutectic; 4 monocristal de grafit în creștere; 5 – monocristal de grafit; 6 – austenită eutectică.

Împachetarea hexagonal compactă a atomilor se întâlnește la Mg, Be, Zn, Cd, Te, Ti, Zr, Hf, Sr, Os etc. iar împachetarea cubic compactă se întâlnește la Cu, Au, Ag, Al, Pb, γ -Fe, Ca, Sr, Pb, Th, Nb, α -Co, Ni, Rh etc.

Sursa [5] arată că incluziunile nemetalice MgS, Mg₃N₂, Mg₂Si și MgO au forma sferică, au rețeaua cristalografică compactă și determină formarea grafitului nodular.

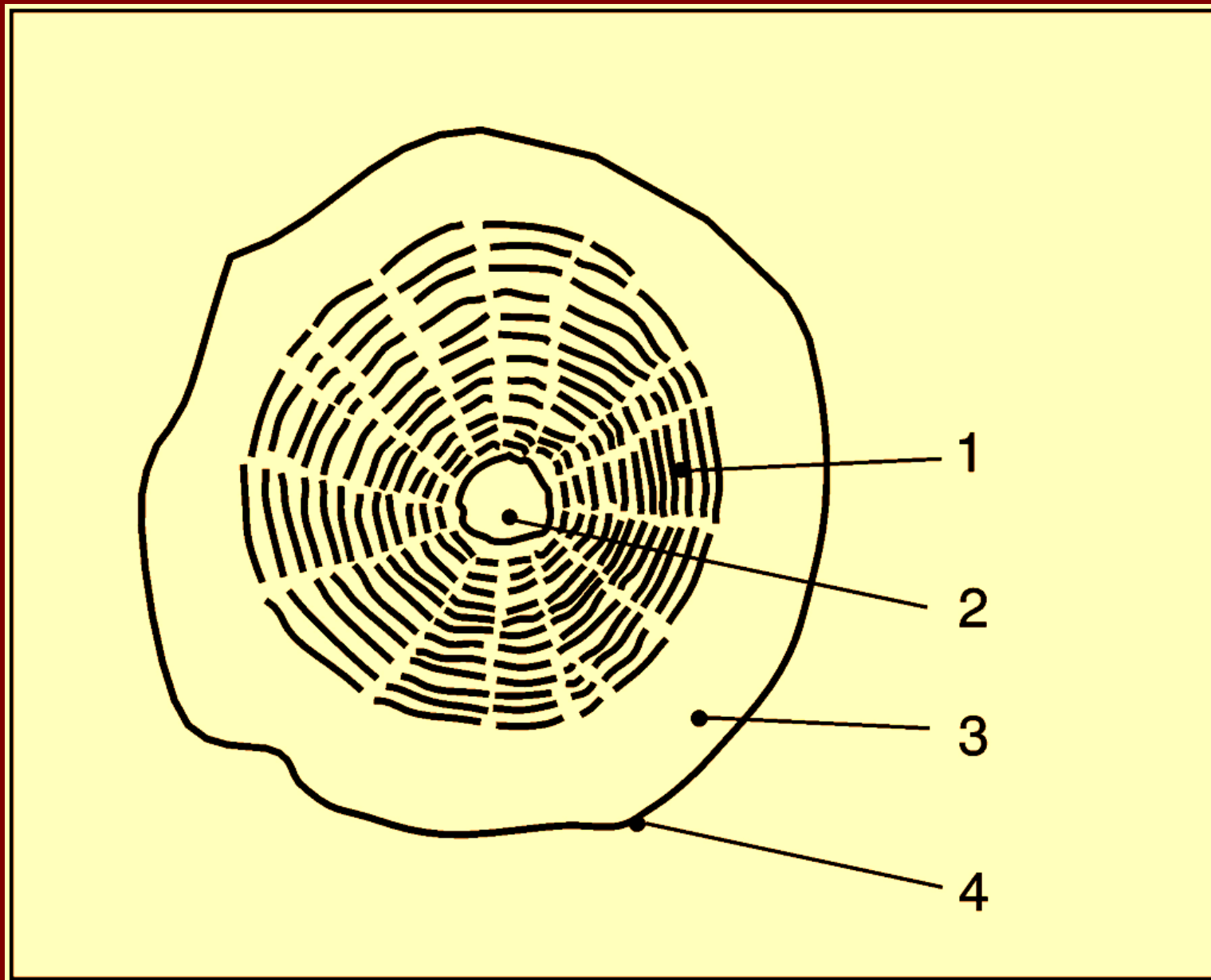


Fig. 11. Schema ipotetică a unei celule eutectice cu grafit nodular format în jurul unei incluziuni nemetalice sferice, cu rețeaua cristalografică compactă, în timpul transformării eutectice: 1 – monocristal tronconic de grafit eutectic; 2 incluziune nemetalică; 3 – austenită eutectică; 4 – celulă eutectică.

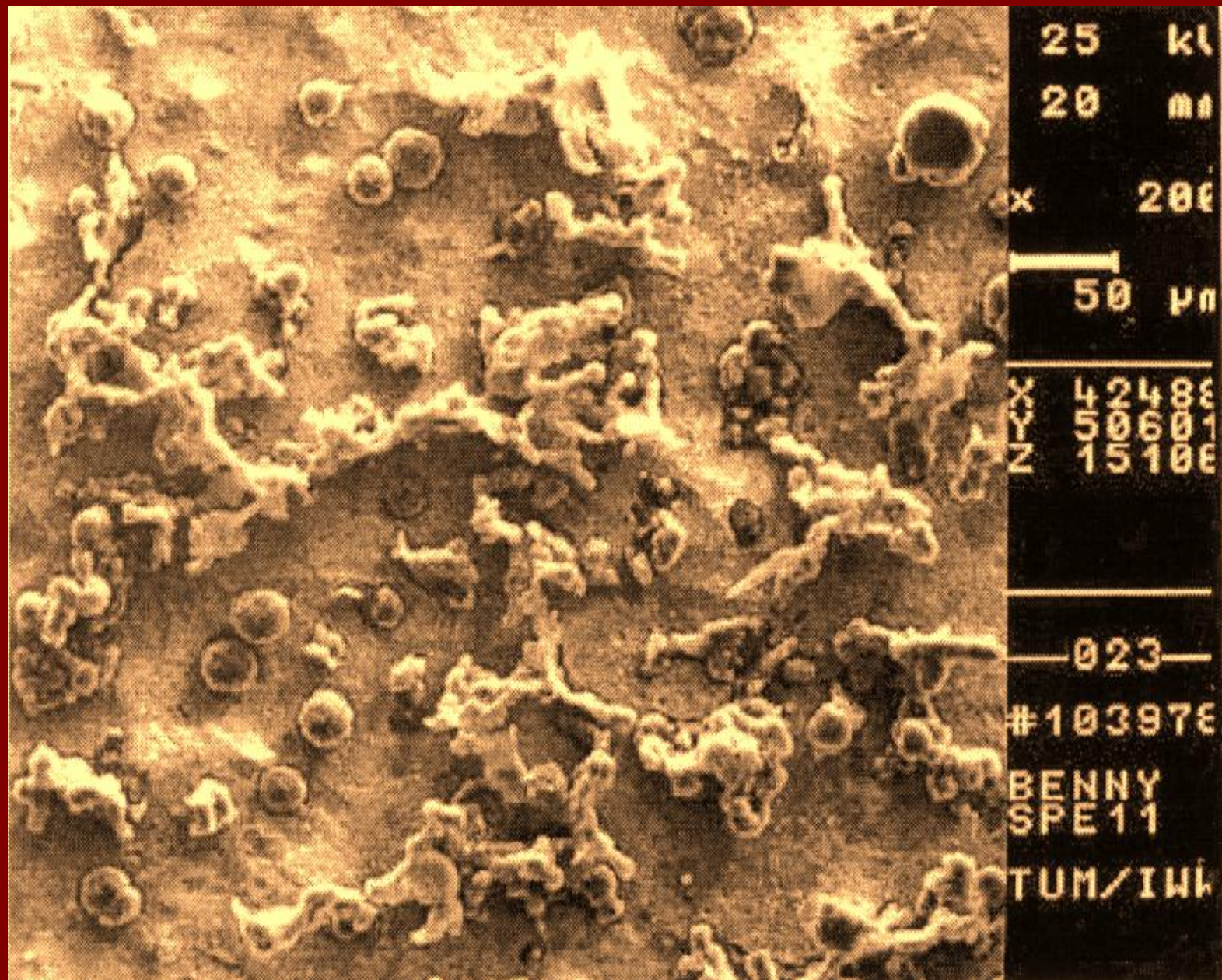


Fig.8. Imaginea grafitului compactizat surprinsă la mărirea de x 200, la un microscop electronic cu scanare.

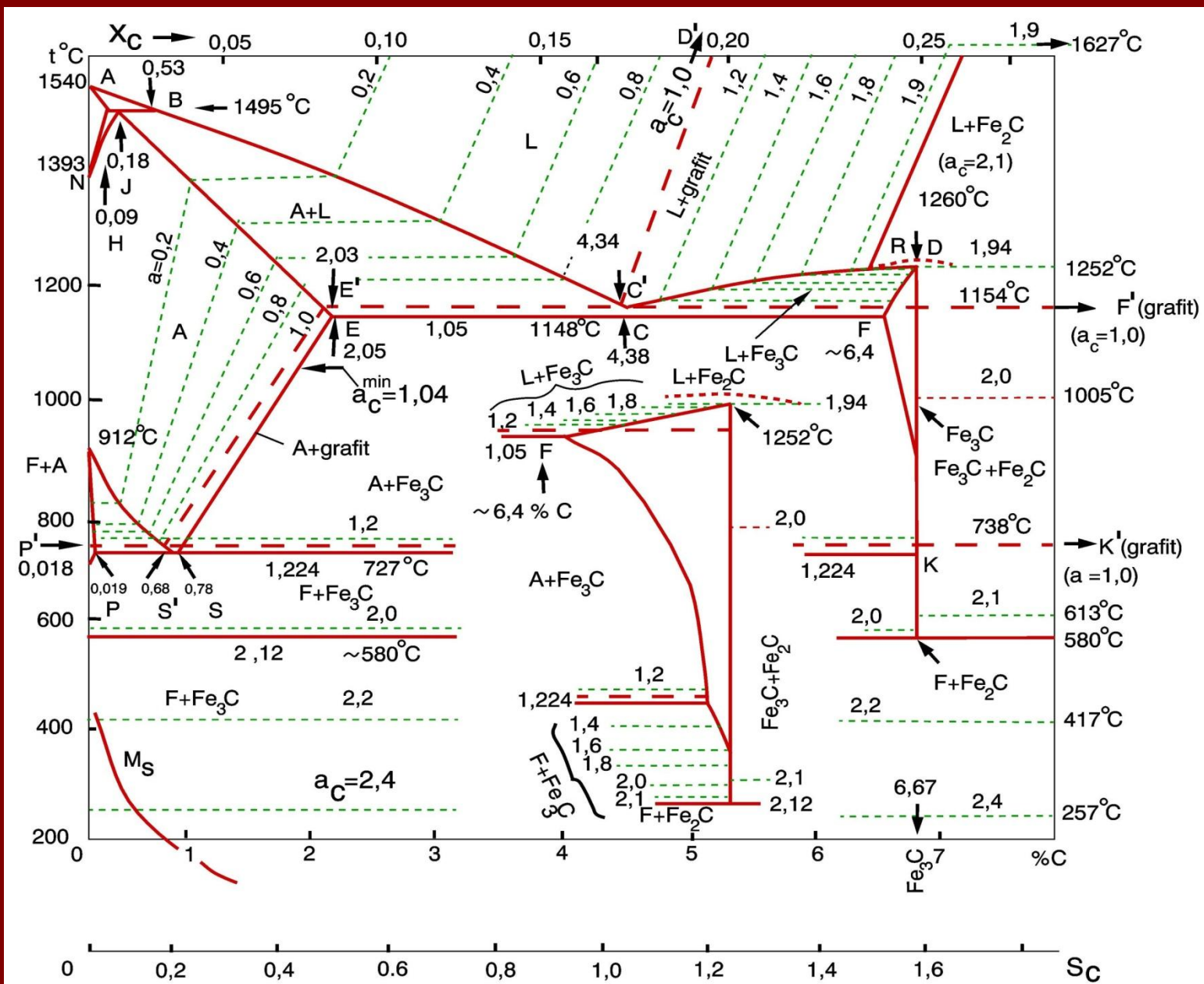


Fig.1. Curbele de izoactivități ale carbonului în detaliul din diagrama de echilibru termodinamic, binară, Fe-C. S_c – gradul de saturare în carbon; A – austenită; F – ferită; a_c – activitatea termodinamică a carbonului; L – lichid; X_c – fracția molară a carbonului, C – cementită, [1].

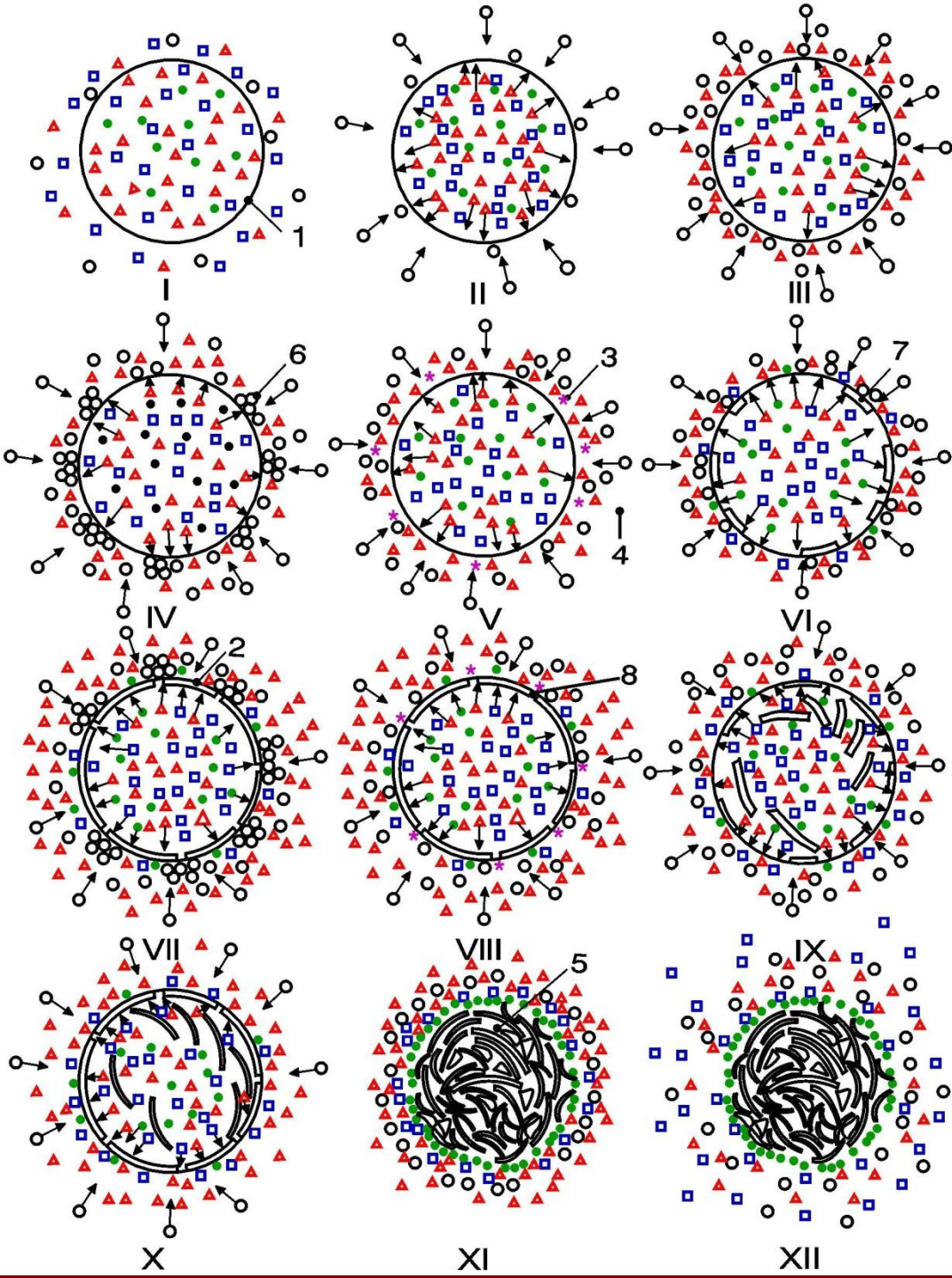


Fig. 12. Schema modificării fontei cu modificador care conține siliciu, fier și magneziu și care este sub formă de picături circulare. ○ – particule de carbon; Δ – particule de siliciu; □ – particule de fier; ● – particule de magneziu; 1 – picătură de fază 2; 2 – monocristale de grafit; 3 – germeni de grafit; 4 – matrice metalică lichidă; 5 – agregat policristalin de grafit (nodul de grafit) – faza 3; 6 – aglomerări de particule de carbon; 7 – monocristale de grafit în creștere; 8 – interstiții; * – germeni de grafit hexagonal.

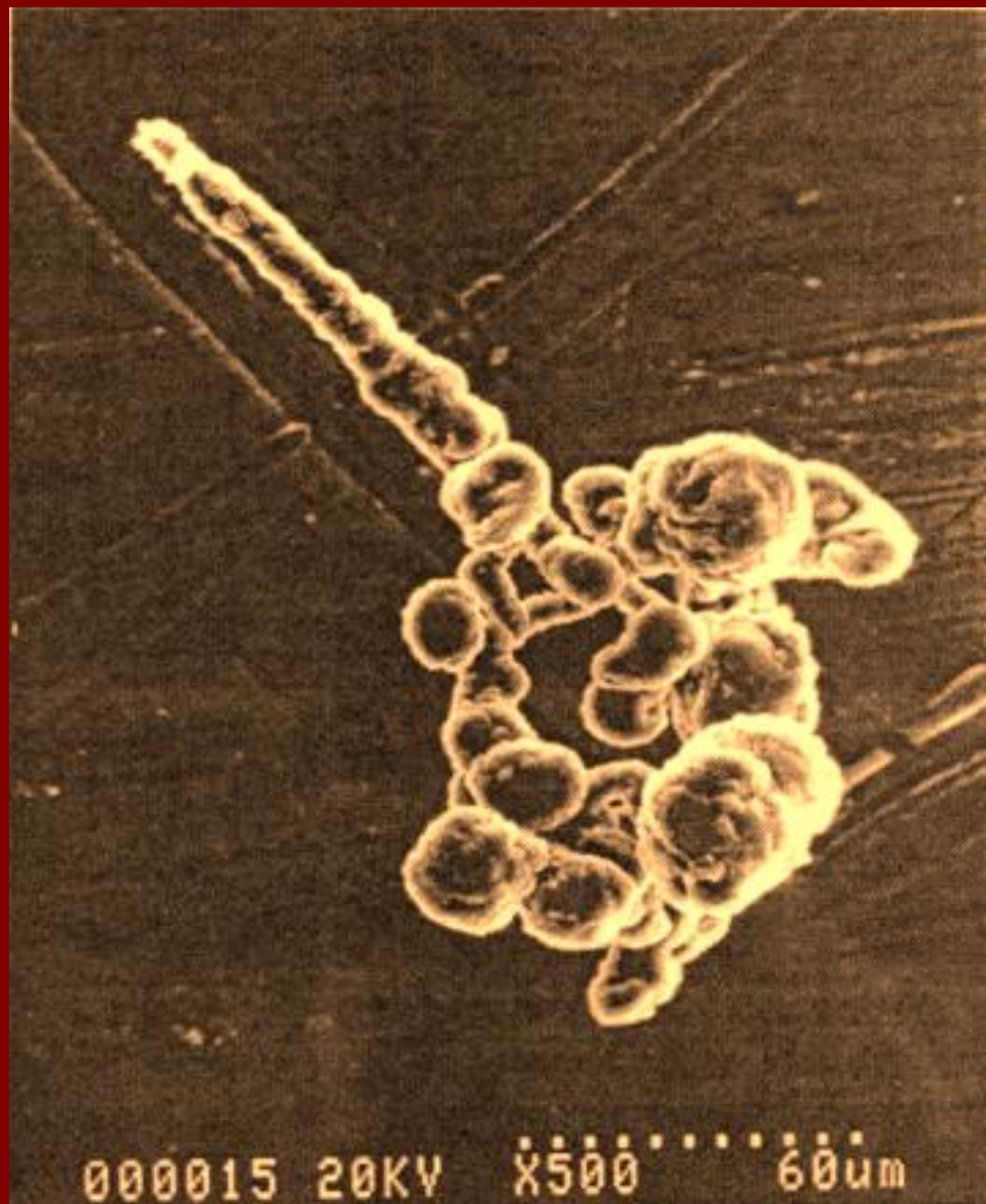


Fig.7.Structura unei incluziuni de grafit compactizat.

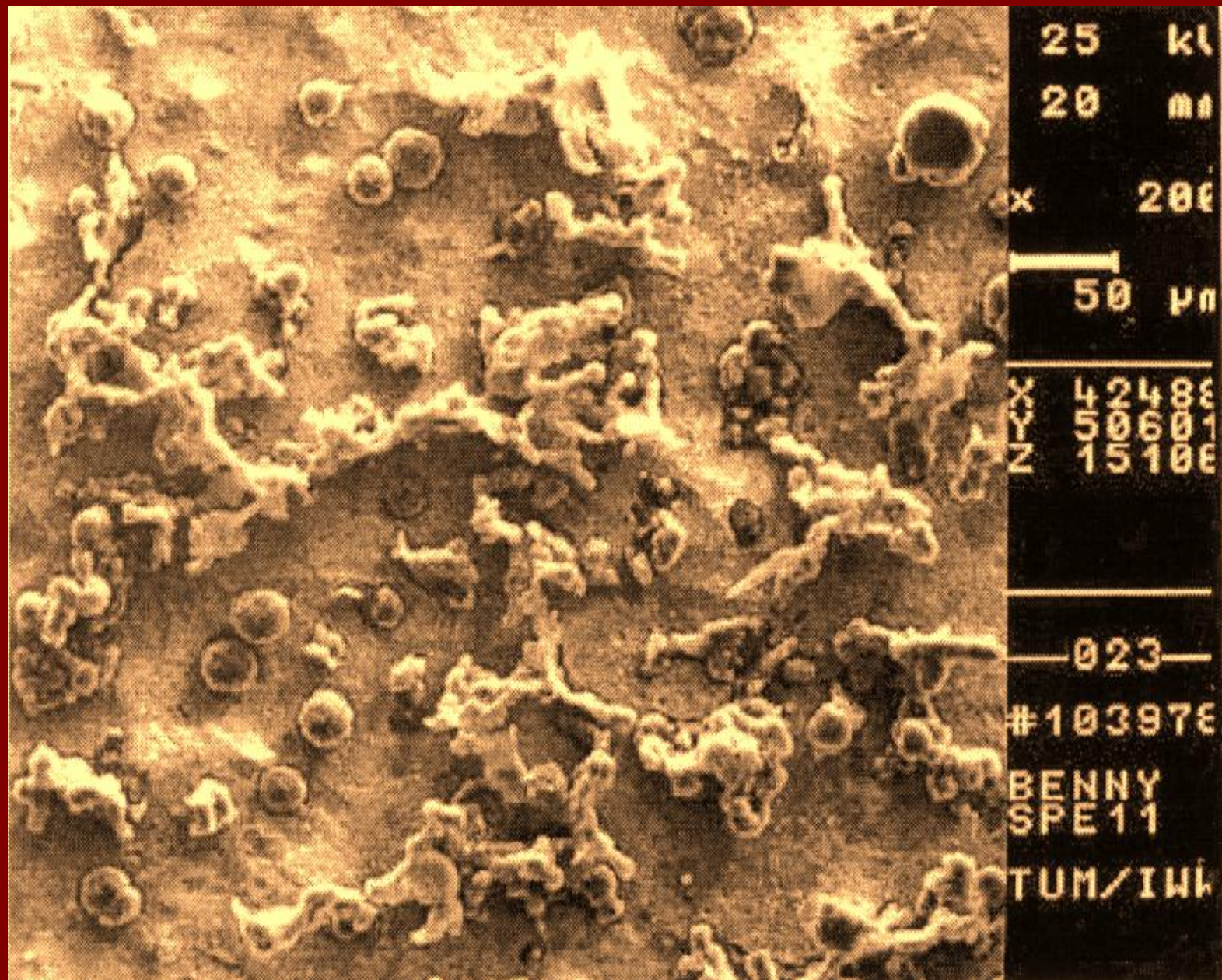


Fig.8. Imaginea grafitului compactizat surprinsă la mărirea de x 200, la un microscop electronic cu scanare.

4. Concluzii

4.2. Tensiunea interfazică matrice metalică-picături de modificador dictează forma și mărimea picăturilor de modificador.

4.3. Elementele chimice superficial active din matricea metalică și din modificador se concentrează la interfața matrice metalică-picătură de modificador și condiționează valoarea tensiunii interfazice matrice metalică-picătură de modificador.

4.4. Elementele chimice superficial active avute în vedere pentru obținerea grafitului compactizat sunt Ti, Al, Sb, Al+Zr, Ti+Al și Te, introduse în modificador, As introdus în fontă și Sb introdus în fontă și modificador.

4.5. Zirconiu este elementul superficial activ care, prezent în modificador, stabilizează grafitul coral prin forțe puternice de adsorbție.

4.6. Siliciu și fierul din modificador trebuie să fie însoțite de Ca, Ce^{4+} , La, Na, Sr, Ba, K, Rb, Zr și Sb în diverse concentrații pentru ca tensiunea interfazică matrice metalică-picătură de modificador să determine forma de lamelă pentru picătură.

4.7. Modificatorii ce conțin fierul și siliciu ca elemente matrice sunt în stare lichidă la temperatura de modificare a fontei și facilitează modificarea fontei, inclusiv a oțelurilor hipereutectoide.