

MỤC LỤC

	TRANG
CHƯƠNG 1 CẤU TRÚC VÀ CƠ TÍNH VẬT LIỆU	3
1. CẤU TẠO VÀ LIÊN KẾT NGUYÊN TỬ	3
2. KHÁI NIỆM VỀ MẠNG TINH THỂ	4
CHƯƠNG 2 HỢP KIM VÀ BIẾN ĐỔI TỔ CHỨC	17
1. CẤU TRÚC TINH THỂ CỦA HỢP KIM.....	17
2. GIẢI ĐỒ PHA CỦA HỆ HAI CẤU TỬ.....	18
3. GIẢI ĐỒ PHA FE - C (FE- FE_3C).....	28
CHƯƠNG 3 NHIỆT LUYỆN.....	42
1. KHÁI NIỆM VỀ NHIỆT LUYỆN THÉP	42
2. CÁC TỔ CHỨC ĐẠT ĐƯỢC KHI NUNG NÓNG VÀ LÀM NGUỘI THÉP.....	45
3. Ủ VÀ THƯỜNG HOÁ THÉP	55
4. TÔI THÉP	59
5. RAM THÉP	65
6. CÁC KHUYẾT TẬT XẢY RA KHI NHIỆT LUYỆN THÉP.....	67
CHƯƠNG 4 VẬT LIỆU KIM LOẠI.....	70
1. KHÁI NIỆM VỀ THÉP CACBON	70
2. KHÁI NIỆM VỀ THÉP HỢP KIM.....	74
3. GANG	79
CHƯƠNG 5 HỢP KIM MÀU VÀ PHI KIM	88
1. HỢP KIM MÀU	88
2. GỖ.....	93
3. CHẤT DẸO	94
4. VẬT LIỆU COMPOZIT.....	95
TÀI LIỆU THAM KHẢO	97

CHƯƠNG 1 CẤU TRÚC VÀ CƠ TÍNH VẬT LIỆU

Giới thiệu: Chương này nhằm cung cấp cho học sinh những kiến thức về cấu trúc và cơ tính vật liệu trong nghề cắt gọt kim loại

Mục tiêu:

- + Trình bày được các đặc điểm, cấu tạo của kim loại và hợp kim.
- + Phân biệt được các kim loại và hợp kim thường dùng trong ngành cơ khí chế tạo.
- + Trình bày được các tính chất cơ lý hoá, tính công nghệ của kim loại và hợp kim.
- + Mô tả được các phương pháp đo độ cứng đơn giản, có khả năng đo trực tiếp sản phẩm mà không phá hỏng chúng.
- + Đo được độ cứng HB, HRC của vật liệu.

Nội dung chính:

1. CẤU TẠO VÀ LIÊN KẾT NGUYÊN TỬ

1.1 Định nghĩa kim loại

- Kim loại là vật thể sáng, có ánh kim, dẻo, có thể rèn được, có tính dẫn điện và dẫn nhiệt cao, có hệ số nhiệt điện trở dương.

VD: Fe, Cu, Al, Ag, Au,... giòn, Ce(xêri) dẫn điện kém.

1.2 Đặc điểm cấu tạo nguyên tử của kim loại

- Số điện tử hoá trị của lớp điện tử ngoài cùng rất ít, thường chỉ có 1-3 điện tử. Chúng liên kết yếu với hạt nhân, nên dễ bị bứt ra thành điện tử tự do, còn nguyên tử trở thành ion dương.

- Sự tồn tại của các điện tử tự do quyết định nhiều tính chất quan trọng của kim loại như: vẻ sáng (ánh kim); tính dẻo; tính dẫn điện và dẫn nhiệt.

+ Vẻ sáng: Bức xạ tạo ra ánh sáng gọi là ánh kim. (Các điện tử tự do bị kích động và đạt mức năng lượng cao nhưng không ổn định khi bị ánh sáng chiếu vào).

+ Tính dẻo: Mây điện tử có tác dụng như một lớp đệm để các ion dương có thể trượt đi với nhau khi bị biến dạng (phụ thuộc vào cấu trúc mạng tinh thể).

+ Tính dẫn điện: Khi đặt kim loại vào một hiệu điện thế, các điện tử tự do sẽ chuyển động theo một hướng nhất định tạo nên dòng điện.

+ Tính dẫn nhiệt: Khi nhiệt độ tăng thì các ion dương và mây điện tử dao động mạnh và truyền động năng cho nhau.

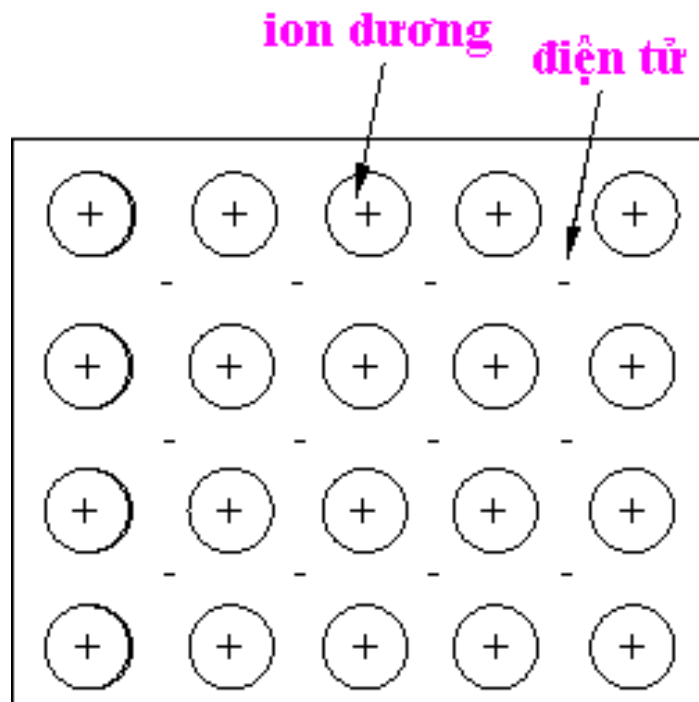
1.3 Liên kết kim loại

- Là liên kết giữa mạng ion dương xác định với các điện tử tự do. Năng lượng liên kết là tổng hợp lực đẩy và lực hút tĩnh điện giữa các ion dương và mây điện tử tự do.

- Đặc điểm:

+ Liên kết kim loại thường được tạo nên từ những nguyên tử có ít điện tử hoá trị.

+ Cấu trúc tinh thể của các chất với liên kết kim loại có tính đối xứng cao. (Các dạng liên kết nguyên tử trong chất rắn như: Liên kết đồng hoá trị; Liên kết ion; Liên kết hỗn hợp; Liên kết yếu-Liên kết Vander Waals).



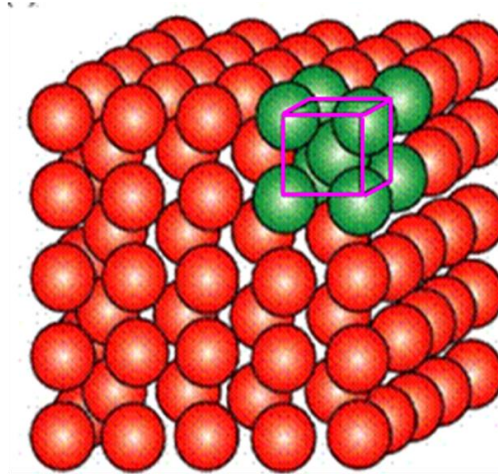
2. KHÁI NIỆM VỀ MẠNG TINH THỂ

2.1 Các khái niệm về mạng tinh thể.

Ở điều kiện nhiệt độ thường và áp suất khí quyển, hầu hết các kim loại tồn tại ở trạng thái rắn tinh thể – các nguyên tử (ion kim loại) sắp xếp theo những trật tự nhất định trong không gian – kiểu mạng tinh thể nhất định.

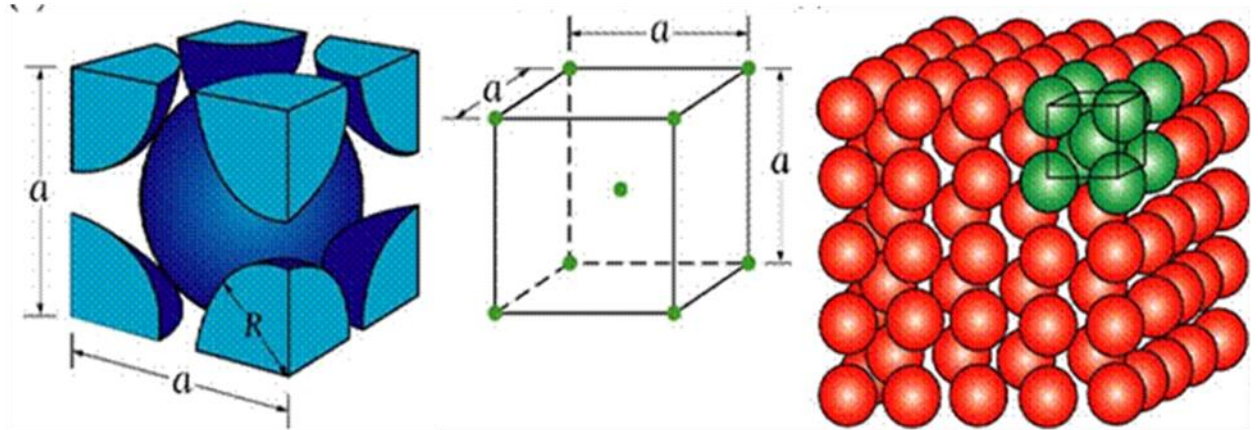
a, Mạng tinh thể

- Là mạng không gian được tạo nên bởi các ion, nguyên tử sắp xếp theo một quy luật chặt chẽ, tạo thành một dạng hình học nhất định



b, Ô cơ sở (ô cơ bản)

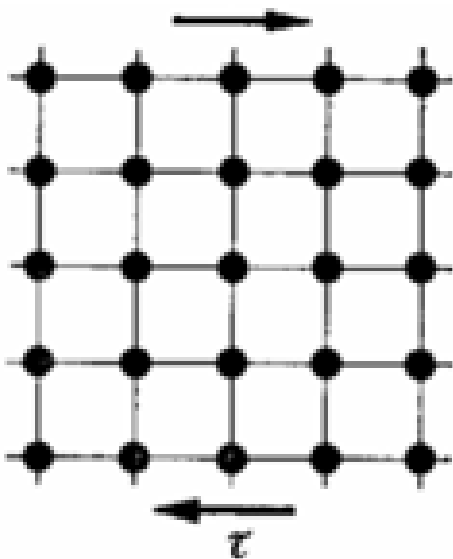
- Mạng tinh thể gồm vô số các ô nhỏ xếp liên tiếp nhau theo ba chiều trong không gian. Các ô nhỏ đó gọi là ô cơ sở (ô cơ bản).



+ Ô cơ sở là phần nhỏ nhất đặc trưng đầy đủ cho các tính chất cơ bản của mạng tinh thể.

c, Mặt tinh thể

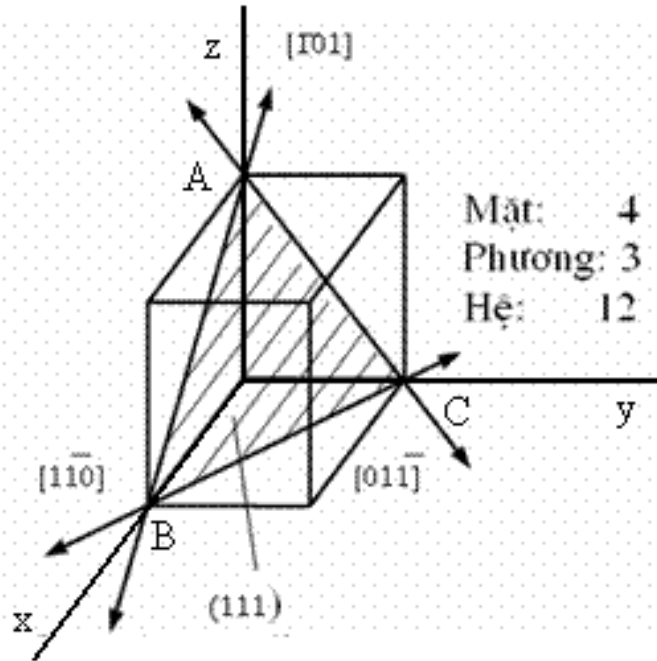
- Mạng tinh thể gồm các mặt song song và cách đều nhau - mặt tinh thể.



+ Dùng kí hiệu (hkl) để biểu diễn một mặt tinh thể, hkl là các số nguyên.

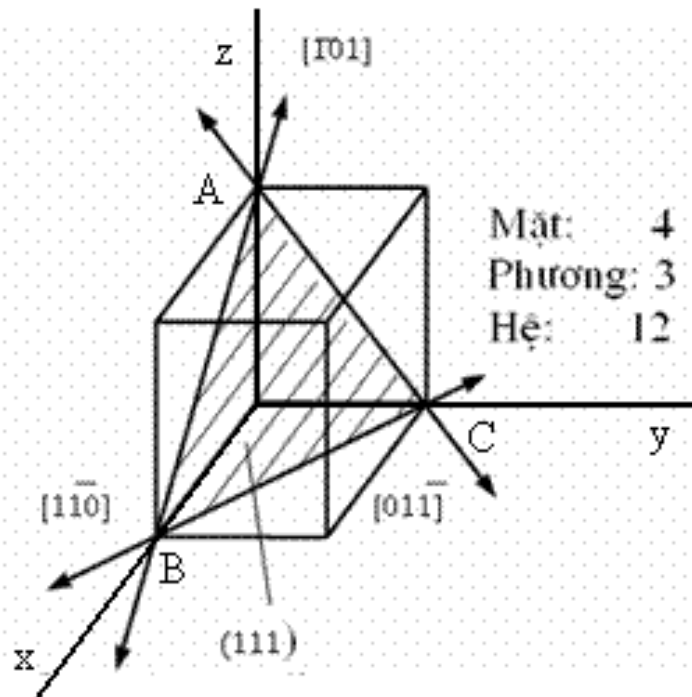
+ Cách tìm hkl:

- Gắn tọa độ Đề Các vào ô cơ sở;
- Tìm giao điểm của mặt cần tìm với 3 trục tọa độ, tương ứng r, p, q ;
- Nghịch đảo các giá trị tọa độ vừa tìm được;
- Quy đồng và lấy giá trị của tử số – h, k, l .



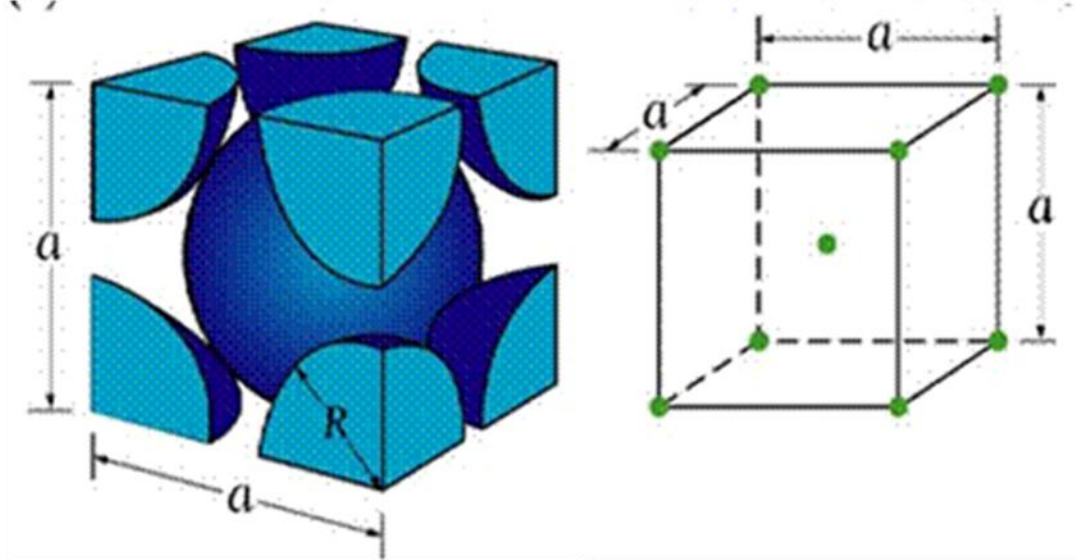
d, Phương tinh thể

- Biểu diễn vị trí và hướng của mặt tinh thể nào đó.
- + Dùng ký hiệu $[uvw]$ để biểu diễn phương tinh thể.
- + uvw là các số nguyên nhỏ nhất, ứng với giá trị tọa độ một chất điểm.



e, Thông số mạng tinh thể

- Là kích thước cơ bản của mạng tinh thể.



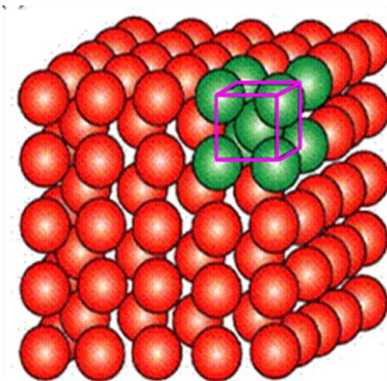
- + Từ thông số mạng có thể tính ra được các khoảng cách bất kỳ trong mạng;
- + Thông số mạng được xác định theo kích thước các cạnh của ô cơ sở;
- + Đơn vị đo là Ăng-strôn (Å). $1\text{Å} = 10^{-8}\text{ cm}$

f, Mật độ nguyên tử trong mạng tinh thể:

- Là đại lượng đánh giá mức độ sắp xếp xít chặt của các chất điểm đối với mỗi kiểu mạng. Bao gồm: mật độ theo phương, mật độ mặt và mật độ khối.

+ Mật độ theo phương:

- Là mức độ xít chặt của các nguyên tử theo một phương nhất định. Phương nào có khoảng cách giữa các nguyên tử nhỏ hơn thì phương đó có mật độ lớn hơn.



+ Mật độ mặt:

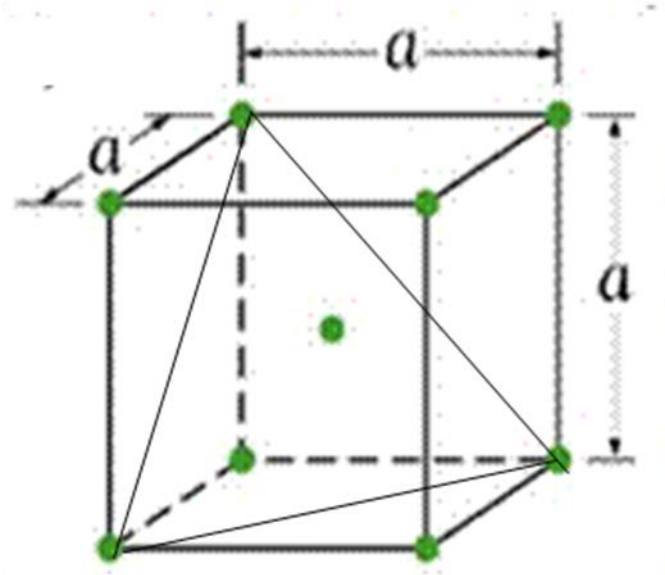
- Là mức độ xít chặt của các nguyên tử theo một mặt nào đó và được tính theo công thức sau:

$$M_s = \frac{n_s \pi r^2}{S} \cdot 100\%$$

Trong đó:

M_s – là mật độ mặt;

n_s – là số nguyên tử thuộc diện tích S của mặt;
 r – là bán kính nguyên tử;
 S – là diện tích của mặt tinh thể.

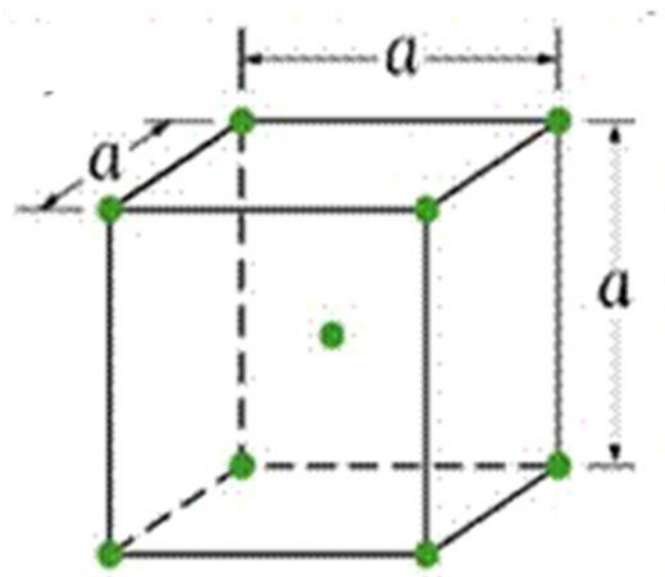


+ **Mật độ khối:** là mức độ xít chặt của các nguyên tử trong một ô cơ sở và được tính theo công thức sau:

$$M_v = n_v \frac{\frac{4}{3} \pi r^3}{V} \cdot 100\%$$

Trong đó:

M_v – là mật độ khối;
 n_v – là số nguyên tử thuộc thể tích V ;
 r – là bán kính nguyên tử;
 V – là thể tích của ô cơ sở.

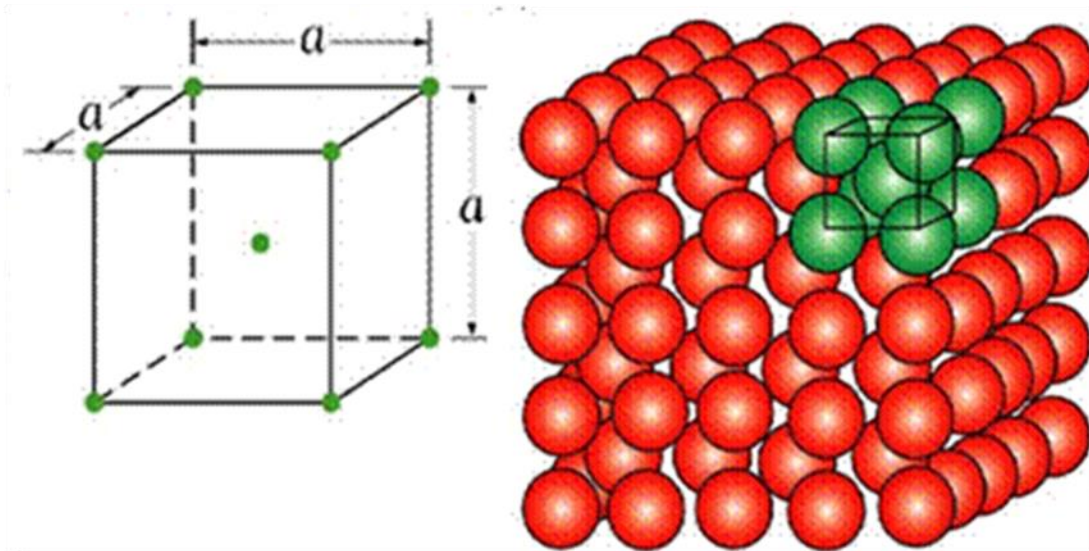


2.2 Các kiểu mạng tinh thể thường gặp của kim loại.

- Có tất cả 14 kiểu mạng tinh thể khác nhau thuộc 7 hệ.
- Kim loại nguyên chất thường tồn tại 3 kiểu mạng chính:
 - + *Lập phương thể tâm*;
 - + *Lập phương diện tâm*;
 - + *Lục giác xếp chặt*.

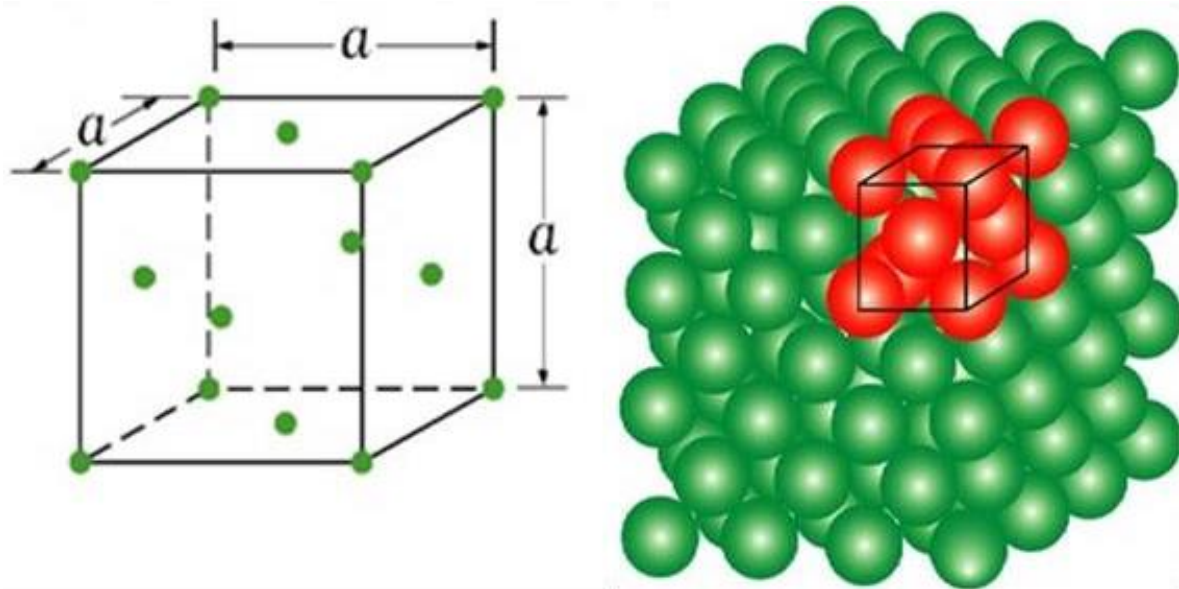
a, Lập phương diện tâm – A1 (K12)

- Các kim loại có kiểu mạng này là: $Fe\gamma$, Cu, Ni... ;
- Số nguyên tử trong một ô cơ sở $n = 8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 = 4$;
- Số sắp xếp của mạng $K = 12$ (số các nguyên tử cách đều gần nhất 1 nguyên tử bất kỳ);
- Mật độ mặt (111) $M_s = 91\%$, mật độ khối $M_v = 74\%$;
- $a \approx 3,64 \cdot 10^{-7} \text{mm}$.



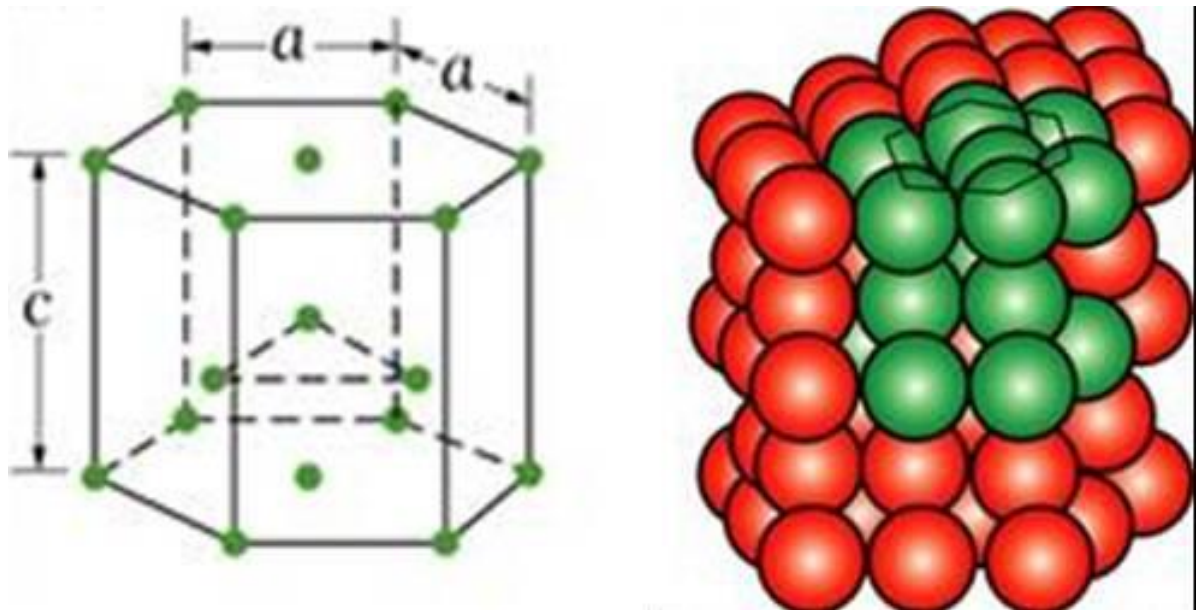
b, Lập phương thể tâm – A2 (K8)

- Các kim loại có kiểu mạng này là: $Fe\alpha$, Cr, W, Mo, ...;
- Số nguyên tử trong một ô cơ sở $n = 8 \cdot 1/8 + 1 = 2$;
- Số sắp xếp của mạng $K = 8$;
- Mật độ khối $M_v = 68\%$;
- $a \approx 2,87 \cdot 10^{-7} \text{mm}$.



c, Lục giác xếp chặt – A3 (T12)

- Các kim loại có kiểu mạng này là: Zn, Mg, Cd, Cr, Mo,...;
- Số nguyên tử trong một ô cơ sở $n = 12 \cdot \frac{1}{6} + 2 \cdot \frac{1}{2} + 3 = 6$;
- Số sắp xếp của mạng $K = 12$;
- Mật độ khối $M_v = 74\%$;
- $a \approx 3,2 \cdot 10^{-7} \text{ mm}$; $c \approx 5,2 \cdot 10^{-7} \text{ mm}$.



2.3 Tính thù hình của kim loại

- Có rất nhiều kim loại có đặc tính là: ở những khoảng nhiệt độ và áp suất khác nhau có các kiểu mạng tinh thể khác nhau – tính thù hình.

VD: Fe

- + Ở nhiệt độ dưới 910°C gọi là $\text{Fe}\alpha$ - mạng A2;
- + Từ $1392 - 1539^\circ\text{C}$ gọi là $\text{Fe}\delta$ - dung dịch rắn không hoà tan;
- + Từ $910 - 1392^\circ\text{C}$ gọi là $\text{Fe}\gamma$ - mạng A1.

- Khi chuyển biến thù hình các tính chất cơ, lý, của vật liệu có thể thay đổi đột ngột.

+ *Thay đổi về thể tích:*

- Khi nung nóng đến 910°C thì có chuyển biến từ $\text{Fe}\alpha$ - mạng A2 ($M_v = 64\%$) sang $\text{Fe}\gamma$ - mạng A1 ($M_v = 74\%$) thể tích của kim loại bị giảm đi và khi làm nguội thì ngược lại.

+ *Thay đổi về tính chất:*

Cacbon có 2 dạng thù hình là Graphit và Kim cương có tính chất khác nhau Graphit – A3 là vật liệu rất mềm, Kim cương là vật liệu rất cứng.

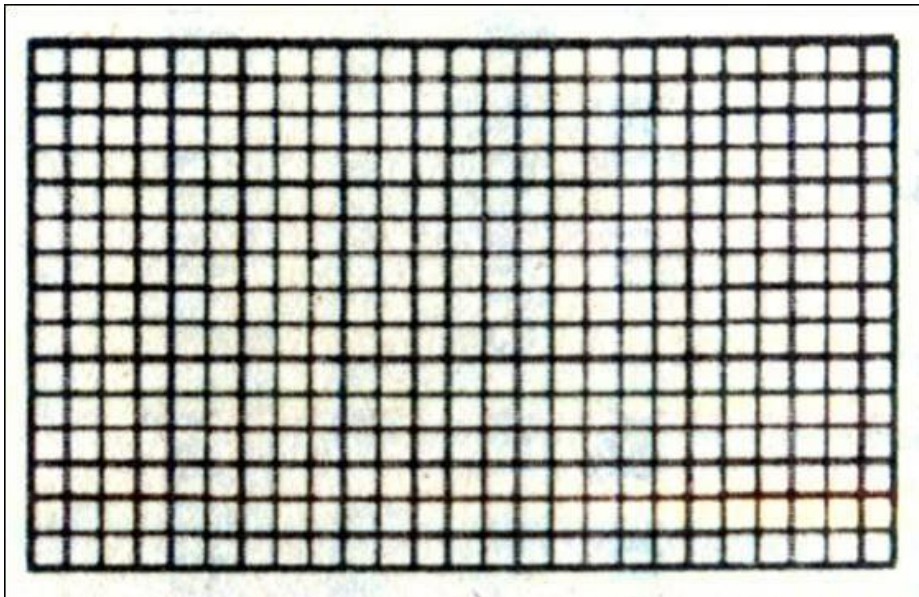
Chế tạo Kim cương từ Graphit: nén Graphit ở áp suất 100.000 at và ở nhiệt độ 2000°C

2.4 Đơn tinh thể và đa tinh thể

a, Đơn tinh thể

+ Khái niệm:

Một vật tinh thể có mạng thống nhất và phương tinh thể không đổi trong toàn bộ thể tích của nó thì được gọi là đơn tinh thể. (có thể coi đơn tinh thể là mạng tinh thể đồng nhất về hình học)



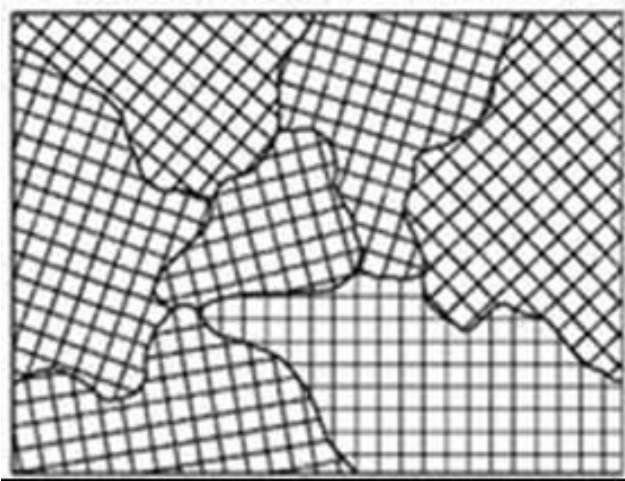
- Đặc điểm:

- + Kim loại đơn tinh thể có độ nguyên chất rất cao, sai lệch mạng ít nhất;
- + Có thể tồn tại các đơn tinh thể tự nhiên, hầu như để có được đơn tinh thể kim loại người ta phải nuôi;
- + Chủ yếu được sử dụng trong công nghiệp bán dẫn và vật liệu điện;
- + Có tính dị hướng (là sự khác nhau về tính chất cơ, lý, hoá theo các phương khác nhau), vì theo các hướng khác nhau độ xếp chặt nguyên tử khác nhau.

b, Đa tinh thể

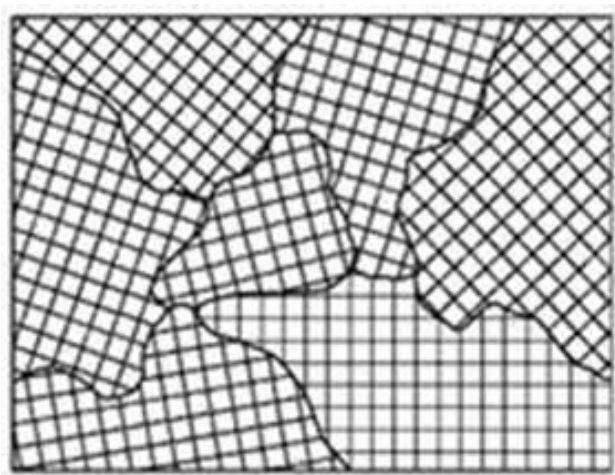
+ Khái niệm:

Tập hợp của vô số các hạt tinh thể liên kết với nhau gọi là đa tinh thể. Mỗi hạt tinh thể gồm nhiều tinh thể nhỏ có cùng cấu trúc mạng với định hướng khác nhau mang tính ngẫu nhiên.



- Đặc điểm:

- + Sự định hướng của mỗi hạt tinh thể là ngẫu nhiên nên phương mạng giữa các hạt sẽ lệch nhau một góc từ vài độ đến vài chục độ;
- + Có tính đẳng hướng;
- + Mật độ khối thấp.



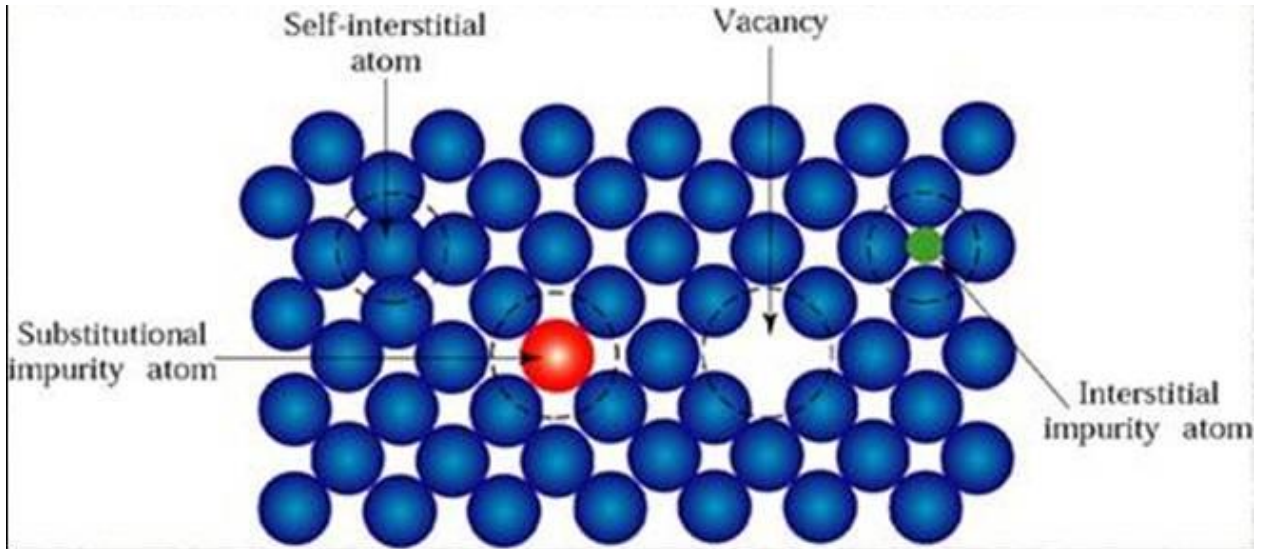
2.5 Các sai lệch trong mạng tinh thể

a. Sai lệch điểm (khuyết tật)

- Là loại khuyết tật mà kích thước của chúng rất nhỏ theo cả 3 chiều trong không gian, các dạng khuyết tật điểm bao gồm:

- + Nút trống;
- + Nguyên tử xen kẽ;
- + Nguyên tử lạ thay thế;

+ Nguyên tử lạ xen kẽ.

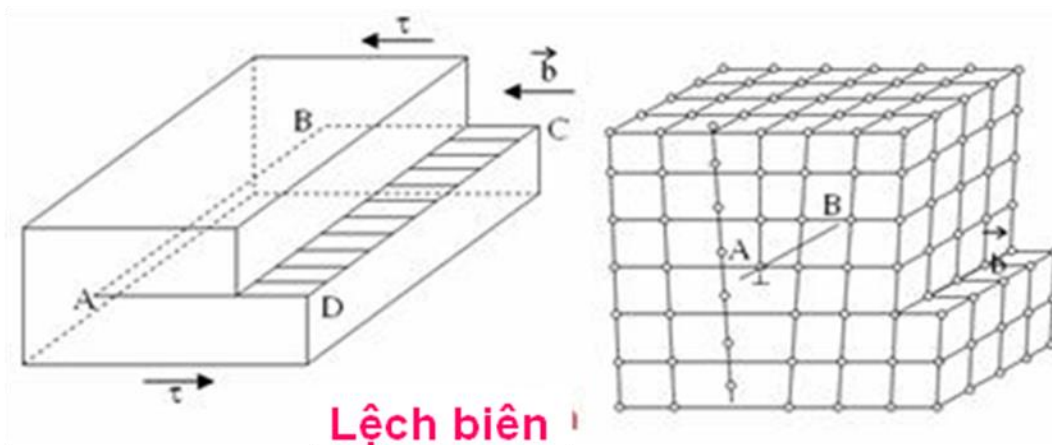


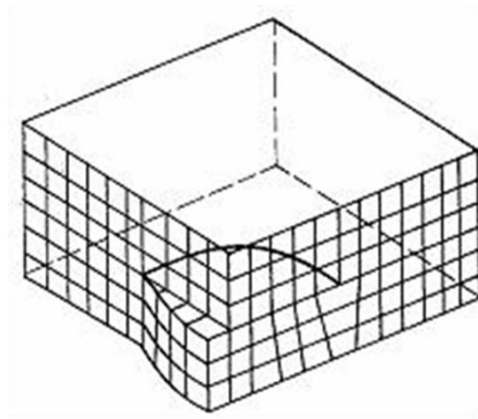
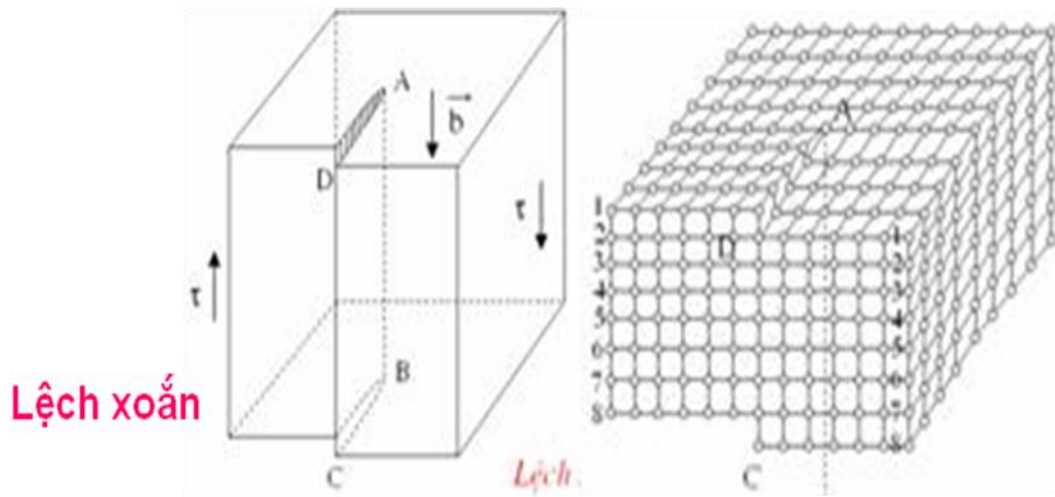
- + Nút trống: là những vị trí thiếu nguyên tử, do dao động nhiệt gây ra;
- + Nguyên tử xen kẽ: khi chất điểm nhảy khỏi vị trí cân bằng, và nằm ở vị trí nào đó trong mạng tạo nên xen kẽ hay còn gọi là sai chỗ;
- + Nguyên tử lạ thay thế: Trong mạng tinh thể luôn có lẫn nguyên tử khác thường gọi là tạp chất. Do kích thước của nguyên tử kim loại nền và nguyên tử tạp chất khác nhau nên có sự xô lệch cục bộ quanh vị trí của nó, tạo nên khuyết tật điểm;
- + Nguyên tử lạ xen kẽ: những nguyên tử lạ nằm ở vị trí nào đó trong mạng tạo nên xen kẽ.

b. Sai lệch đường– lệch (khuyết tật đường)

- Là dạng khuyết tật có kích thước phát triển dài theo một hướng nhất định, bao gồm:

- + Lệch biên;
- + Lệch xoắn;
- + Lệch hỗn hợp.





Lệch hỗn hợp

+ Đặc điểm:

- Ảnh hưởng đến khả năng biến dạng và chống biến dạng của kim loại;
- Chúng được tạo thành khi kết tinh hoặc trong quá trình biến dạng dẻo;
- Mật độ lệch được xác định như sau:

$$\rho = \frac{\sum l}{V}$$

Trong đó: $\sum l$ – tổng chiều dài các đường lệch (cm);

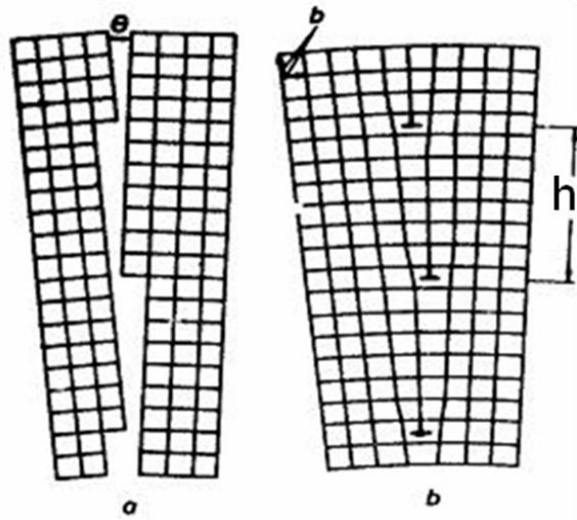
V – thể tích kim loại (cm³).

- Mật độ lệch phụ thuộc vào trạng thái kim loại, phương pháp gia công và chế tạo. ở trạng thái ủ mật độ lệch là thấp nhất $\rho = 10^4 - 10^6 \text{ cm}^{-2}$, ở trạng thái biến dạng cao thì mật độ lệch đạt $\rho = 10^{12} - 10^{13} \text{ cm}^{-2}$

c. Sai lệch mặt– lệch (khuyết tật mặt)

- Là loại khuyết tật có kích thước phát triển theo hai chiều, bao gồm:

- + Biên giới hạt;
- + Biên giới pha;
- + Khuyết tật xếp và song tinh.



2.6 Các phương pháp nghiên cứu kim loại và hợp kim

- Nhằm nghiên cứu về cấu tạo bên trong của kim loại và hợp kim bao gồm:

- + Tập hợp các thành phần cấu tạo khác nhau: Độ lớn, hình dạng hạt, cấu tạo pha và sự phân bố giữa chúng;
- + Cấu trúc bên trong sự sắp xếp các nguyên tử, ion trong mạng tinh thể.

a. Phương pháp mặt gãy

Quan sát kim loại ở chỗ gãy, vỡ (mặt gãy) và có thể phát hiện:

- Vết nứt lớn;
- Lăn xỉ lớn, rỉ xỉ;
- Rỗ khí;
- Sơ bộ về hạt lớn hay bé.

VD: khi thấy hạt lớn có thể biết là kim loại giòn, dễ gãy, hoặc khi thấy vết nứt và lăn xỉ có thể kết luận về nguyên nhân hư hỏng ...

b. Phương pháp tổ chức thô đại

- Đem mài phẳng mặt gãy bằng giấy mài có thể thấy rõ một số dạng hỏng của kim loại như nứt, lăn xỉ, rỗ. Nếu dùng kính lúp để quan sát có thể phát hiện những dạng hỏng với kích thước nhỏ hơn, tới 0,05 mm.

- Nếu dùng một số hoá chất thích hợp để ăn mòn nhẹ bề mặt ngoài sẽ phát hiện được sự không đồng nhất của tổ chức kim loại như lớp tôi bề mặt, lớp thấm tôi tổ chức thô, sự thiên tích của photpho, và lưu huỳnh .

c. Phương pháp tổ chức tế vi

Đó là phương pháp nghiên cứu tổ chức kim loại bằng kính hiển vi.

+ *Kính hiển vi quang học*

Sử dụng chùm ánh sáng trắng chiếu lên bề mặt mẫu.

- Độ phóng đại 50 đến 2000 lần;
- Khả năng phân ly cao nhất là $0,4\mu\text{m}$ tức $4000 \text{ \AA}$
- + *Kính hiển vi điện tử*

Sử dụng chùm điện tử bị gia tốc trong điện trường có điện thế cao tới hàng vạn vôn nên bước sóng rất ngắn.

- Khả năng phân li của kính đến vài chục $\text{\AA}$, có loại tới vài $\text{\AA}$ nghĩa là gần tới khoảng cách nguyên tử.
- Hai phương pháp nghiên cứu tổ chức tế vi này chỉ cho biết: *hình dạng, kích thước, số lượng và sự phân bố của hạt và các pha.*

d. Phân tích cấu trúc bằng tia Rơnghen

Tia Ronghe có bước sóng rất ngắn nên có khả năng đâm xuyên - căn cứ vào ánh vạch nhiễu xạ của tia phản chiếu từ mặt tinh thể có thể suy ra *một cách chính xác kiểu mạng tinh thể và giá trị của thông số mạng.*

Ngoài ra còn sử dụng các phương pháp khác như:

- + Phân tích thành phần hoá học, xác định cơ, lý, hoá tính và các khuyết tật rõ rệt mà không phá huỷ kim loại.

CHƯƠNG 2 HỢP KIM VÀ BIẾN ĐỔI TỔ CHỨC

Giới thiệu: Chương này nhằm cung cấp cho học sinh những kiến thức về hợp kim và biến đổi tổ chức trong nghề cắt gọt kim loại

Mục tiêu:

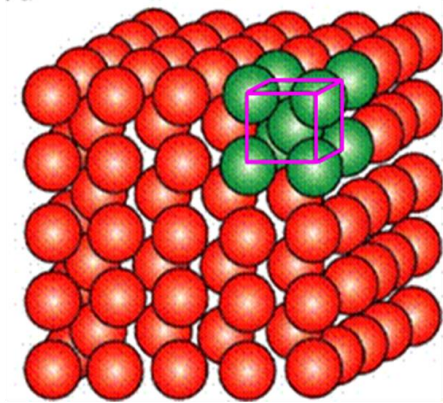
- + Trình bày được khái niệm của giản đồ pha, các điểm và đường giới hạn xảy ra chuyển biến giữa các pha.
- + Mô tả được những chuyển biến trên giản đồ pha Fe -C.

Nội dung chính:

1. CẤU TRÚC TINH THỂ CỦA HỢP KIM

1.1 Cấu tạo của kim loại lỏng

- Phần lớn kim loại được chế tạo ra từ trạng thái lỏng rồi làm nguội trong khuôn thành trạng thái rắn.
- Khi làm nguội kim loại kim loại lỏng sẽ xảy ra quá trình kết tinh: mạng tinh thể và các hạt được tạo thành.



1.2 Điều kiện năng lượng của quá trình kết tinh.

- + *Đặc điểm cấu trúc của kim loại lỏng:*
- Các nguyên tử có xu hướng tạo thành các nhóm nguyên tử xấp xỉ có trật tự. (tức là có trật tự gần mà không có trật tự xa như ở trạng thái rắn);
- Các nhóm nguyên tử sắp xếp có trật tự được hình thành trong một thời gian rất ngắn, sau đó lại tan đi để rồi lại xuất hiện ở chỗ khác, có nghĩa là sự hình thành rồi lại tan đi của chúng là quá trình xảy ra liên tiếp;
- Có điện tử tự do và liên kết kim loại.

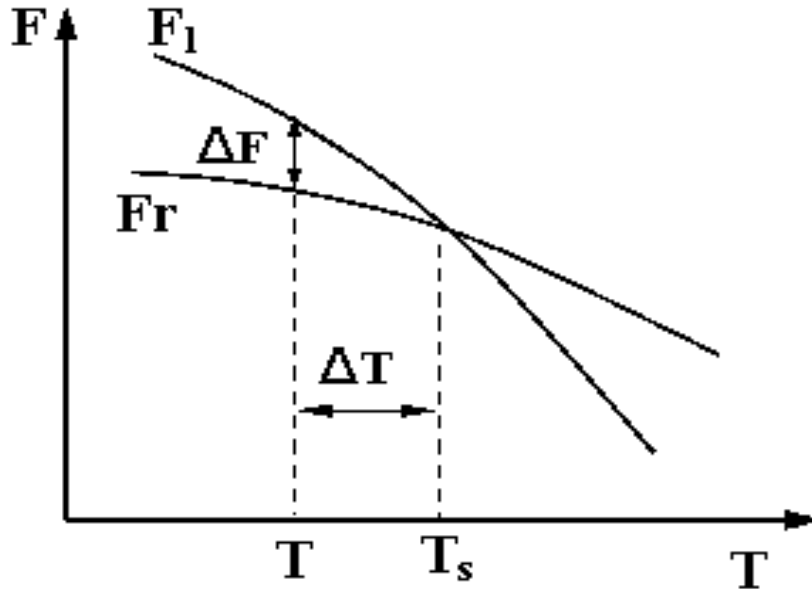
⇒ giúp nó kết tinh được dễ dàng

- + *Sự biến đổi năng lượng khi kết tinh.*

Năng lượng dự trữ được đặc trưng bằng 1 đại lượng khác gọi là năng lượng tự do F.

- Ở nhiệt độ $T > T_s$ kim loại tồn tại ở trạng thái lỏng vì năng lượng tự do trạng thái lỏng nhỏ hơn năng lượng tự do ở trạng thái rắn $F_l < F_r$.
- Ở nhiệt độ $T < T_s$ kim loại tồn tại ở trạng thái rắn vì $F_r < F_l$.
- Ở nhiệt độ $T = T_0$, $F_r = F_l$. Kim loại lỏng ở trạng thái cân bằng động T_0 được gọi là nhiệt độ kết tinh lý thuyết.

$\Rightarrow$ *như vậy sự kết tinh thực tế chỉ xảy ra $T < T_s$ hay $F_r < F_l$.*



+ *Độ quá nguội*

- *Độ quá nguội ΔT là hiệu giữa nhiệt độ kết tinh lý thuyết T_s và nhiệt độ kết tinh thực tế T_{KT} .*

$$\Delta T = T_s - T_{KT}$$

- Đối với kim loại nguyên chất kỹ thuật, chúng có thể kết tinh ở những độ quá nguội khác nhau, tốc độ làm nguội càng lớn thì kim loại kết tinh với độ quá nguội càng lớn.
- Như vậy chuyển biến pha cần độ quá nguội ΔT khi đó động lực chuyển pha sẽ là hiệu năng lượng giữa hai pha ở nhiệt độ đã cho:

$$\Delta F = F_r - F_l < 0$$

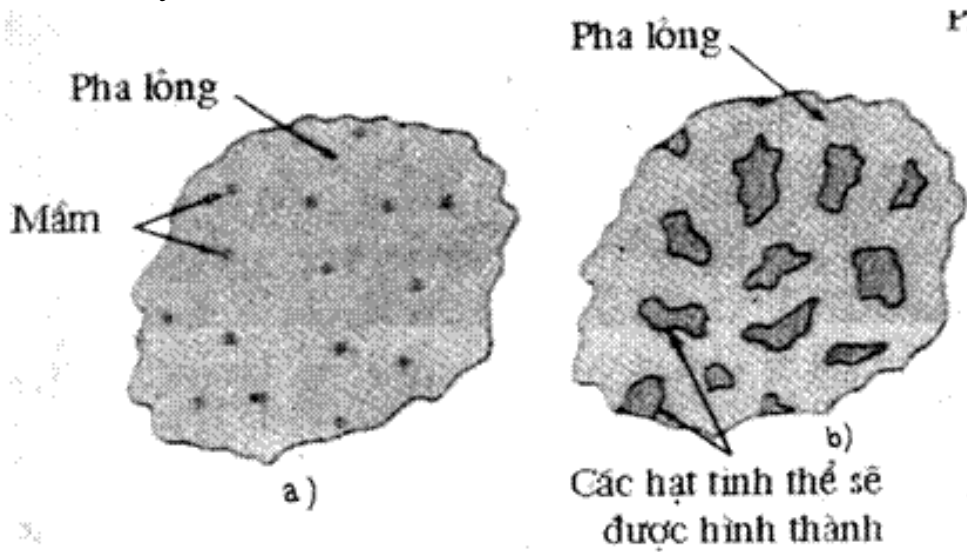
2. GIẢN ĐỒ PHA CỦA HỆ HAI CẤU TỬ

2.1 Hai quá trình của sự kết tinh

a. Sự sinh mầm kết tinh

- Mầm tinh thể được hiểu là những phần chất rắn nhỏ ban đầu được hình thành trong kim loại lỏng.
- Sự tạo mầm: là quá trình xuất hiện những phân tử rắn có cấu tạo tinh thể, có kích thước xác định ở trong kim loại lỏng. Đó là các trung tâm để từ đó phát triển lên thành hạt tinh thể.
- Có hai loại mầm:

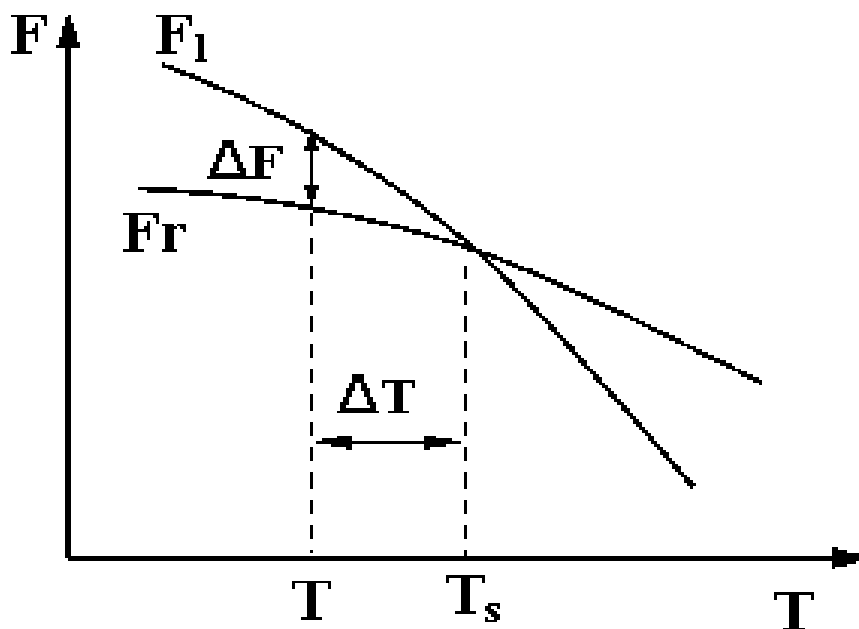
- + Mầm tự sinh - mầm đồng thể;
- + Mầm ký sinh - mầm dị thể.



+ **Mầm tự sinh**

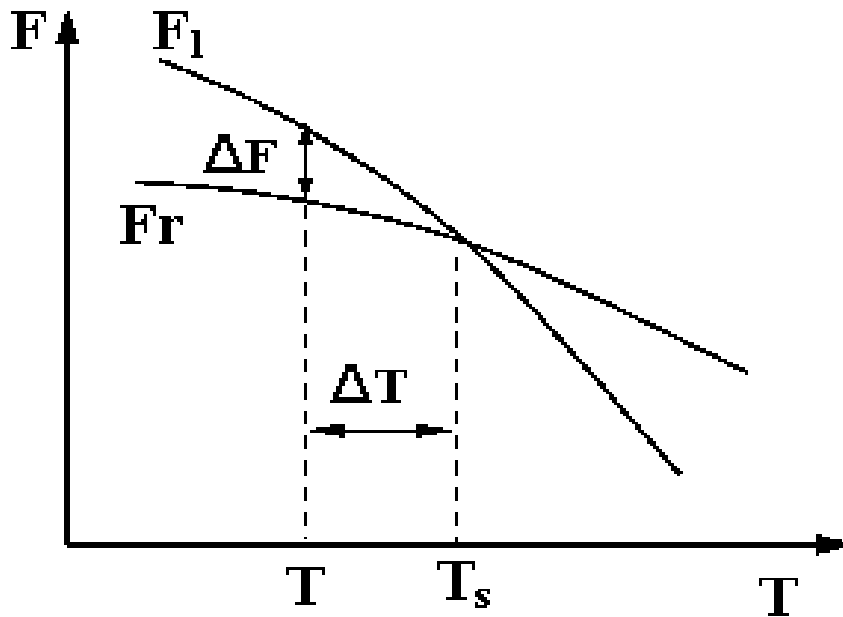
- Mầm tự sinh là những nhóm nguyên tử có kiểu mạng và thành phần hoá học gần như pha mới (pha sản phẩm) được hình thành trong nền pha cũ (pha mẹ) và có thể phát triển trong quá trình chuyển pha.

- Khi $T < T_s$ những nhóm nguyên tử sắp xếp có trật tự, có kích thước lớn hơn kích thước tới hạn $r > r_{th}$ thì chúng trở nên ổn định, không tan nữa và chúng lớn lên thành hạt.



- Bán kính tới hạn được tính theo công thức:

$$r_{th} = \frac{2\delta}{\Delta f_v}$$



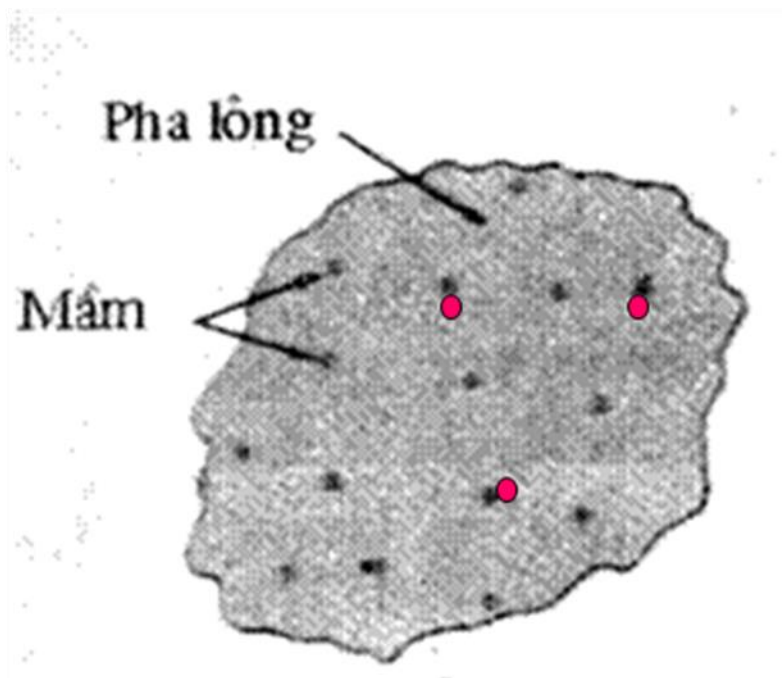
Trong đó:

δ - Sức căng bề mặt giữa rắn và lỏng;

Δf_v - Độ chênh lệch năng lượng tự do tính cho một đơn vị thể tích.

+ **Mầm ký sinh**

- Là mầm không tự sinh ra trong lòng pha nền mà dựa vào các vị trí có “khuyết tật”. Đó là những phần tử rắn có sẵn trong lòng kim loại lỏng. Các nguyên tử sắp xếp có trật tự sẽ gắn vào đó mà phát triển lên thành hạt.

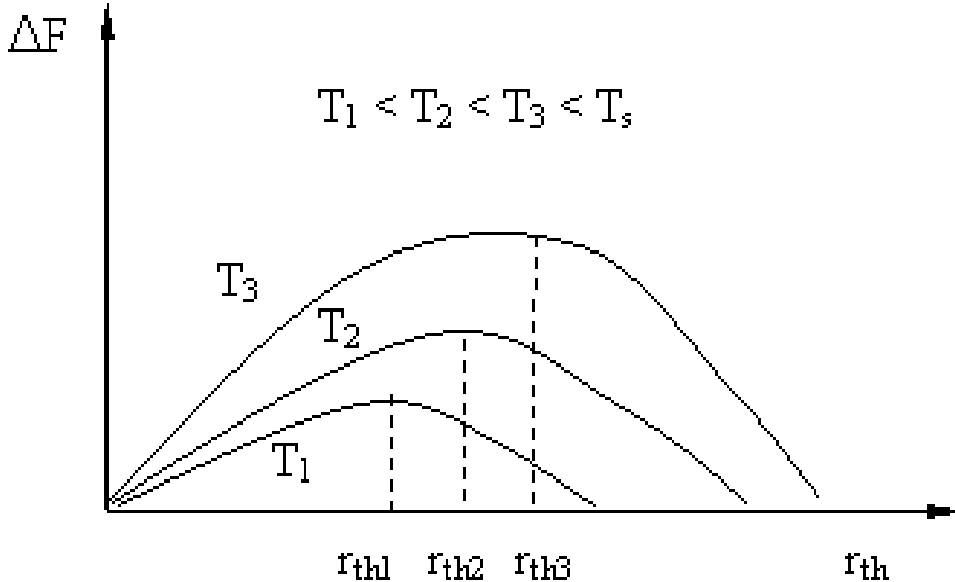


b. Sự lớn lên của mầm

- Khi kích thước mầm $r \leq r_{th}$ thì sự phát triển tiếp theo của mầm là tự phát, vì đó là sự giảm năng lượng tự do.

Khi nhiệt độ kết tinh thực tế càng thấp thì r_{th} càng nhỏ, do đó sự kết tinh càng dễ dàng.

Sự lớn lên của mầm không đều theo các phương. Phương nào có mật độ nguyên tử lớn thì tốc độ phát triển mầm theo phương đó cao theo phương tản nhiệt nhanh, mầm phát triển cũng nhanh hơn.



2.2 Sự hình thành hạt tinh thể và các phương pháp tạo hạt nhỏ thổi đúc

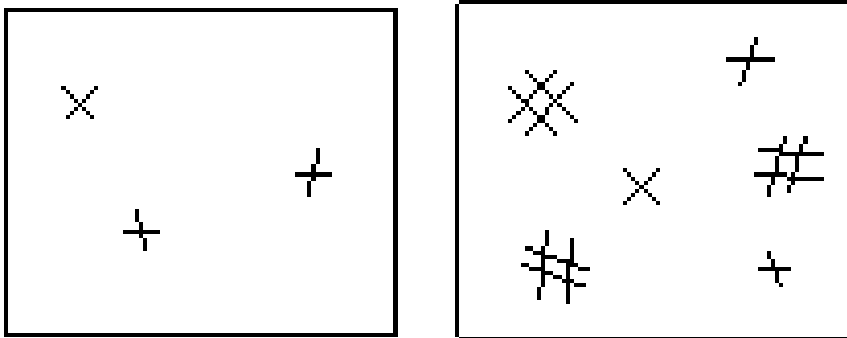
a. Tiến trình kết tinh

Khi các mầm tạo nên trước đang lớn lên thì các mầm khác trong kim loại lỏng vẫn tiếp tục hình thành.

Sự kết tinh cứ thế tiếp tục phát triển như vậy cho đến khi nào không còn kim loại lỏng nữa.

Quá trình kết tinh các mầm định hướng ngẫu nhiên nên phương mạng của các hạt không đồng hướng và lệch nhau một góc nào đó.

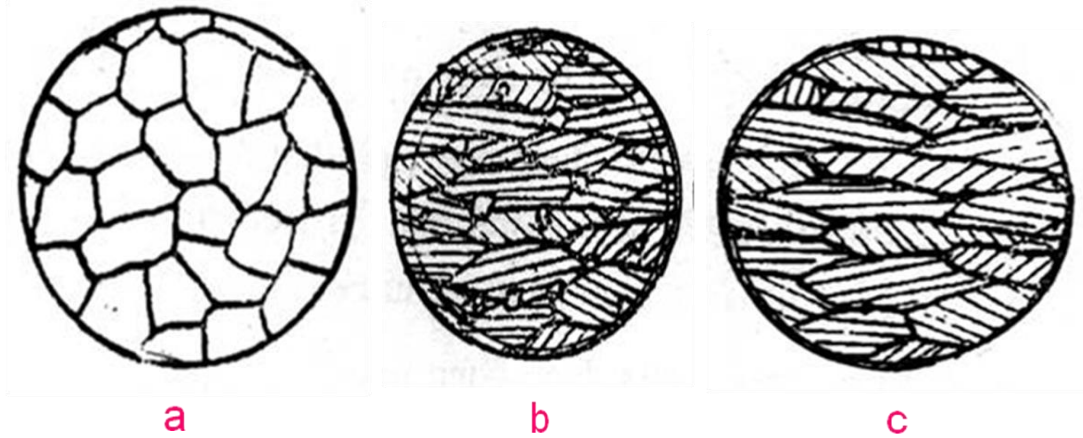
⇒ Xuất hiện sự xô lệch mạng tinh thể ở vùng biên giới hạt.



b. Hình dạng hạt

- Hình dạng hạt phụ thuộc vào tốc độ phát triển của mầm theo các phương khác nhau:

- + Theo các phương đều nhau $\Rightarrow$ hạt có dạng cạnh đều hoặc cầu;
- + Theo 1 phương (rất mạnh) $\Rightarrow$ hạt có dạng dài hình trụ;
- + Theo một mặt (rất mạnh) $\Rightarrow$ hạt có dạng tấm, phiến.



c. Kích thước hạt

- Kích thước hạt là 1 trong những chỉ tiêu để đánh giá chất lượng kim loại – quan hệ chặt chẽ tới cơ tính.
- Các cách xác định độ lớn của hạt:
 - + *Đo diện tích trung bình của hạt (Phức tạp-ít dùng);*
 - + *Đo đường kính lớn nhất của hạt;*
 - + *So sánh với bảng mẫu về cấp hạt. Thường có 8 cấp hạt chính: 1-4 cấp hạt to và 5-8 cấp hạt nhỏ.*

d. Các phương pháp tạo hạt nhỏ khi đúc

- Nguyên lý tạo hạt nhỏ khi đúc

Hai yếu tố quyết định kích thước hạt khi kết tinh là:

- *Tốc độ tạo mầm;*
- *Tốc độ phát triển mầm*
- + *Tốc độ tạo mầm càng $A = a \cdot \sqrt{\frac{v}{n}}$ số mầm tạo ra càng nhiều $\Rightarrow$ hạt càng nhỏ.*
- + *Tốc độ phát triển mầm càng nhanh $\Rightarrow$ hạt càng lớn.*

Bằng thực nghiệm cho thấy:

Trong đó :

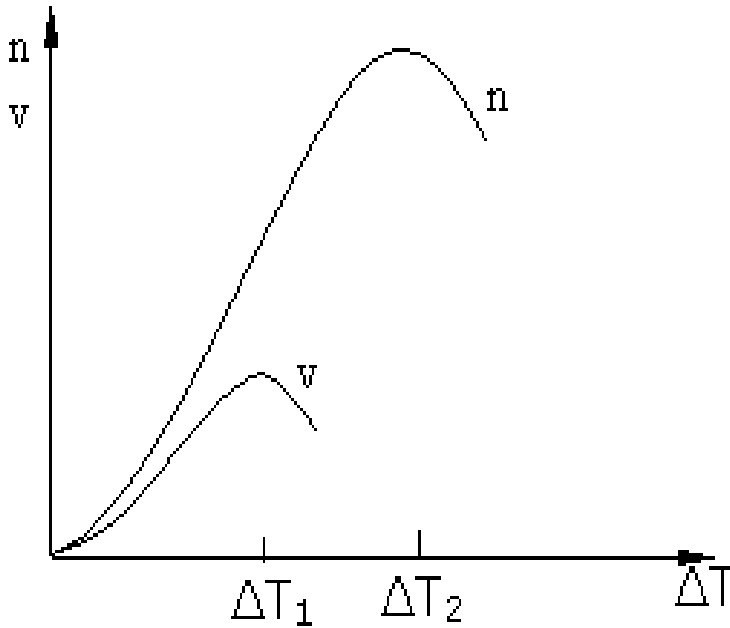
- A – Kích thước hạt;
- a – Hệ số;
- v – Tốc độ phát triển mầm;
- n – Tốc độ tạo mầm.

$\Rightarrow$ Nguyên lý tạo hạt nhỏ, khi đúc là tăng tốc độ tạo mầm n và giảm tốc độ phát triển mầm v.

- Các phương pháp làm hạt nhỏ khi đúc

- Gồm 2 phương pháp chính là: tăng độ quá nguội, và biến tính.

+ Tăng độ quá nguội



Khi tăng độ quá nguội, tốc độ tạo mầm n , và tốc độ phát triển mầm v đều tăng, nhưng n tăng nhanh hơn v , nên làm hạt nhỏ đi.

Trong sản xuất đúc điều này thể hiện rất rõ ràng: Độ quá nguội phụ thuộc vào tốc độ nguội: Tốc độ nguội càng nhanh, độ quá nguội càng lớn.

+ *Làm khuôn bằng kim loại;*

+ *Dùng nước làm nguội liên tục cho khuôn kim loại.*

+ Phương pháp biến tính

- Kết hợp với tạp chất trong khi kim loại lỏng tạo thành các hợp chất khó chảy, không tan lơ lửng trong lòng khối kim loại lỏng, tạo mầm có sẵn – *Tạo mầm ký sinh* – Tăng tốc độ tạo mầm;

(VD cho khoảng 20g đến 50g Al cho 1 tấm thép lỏng) với lượng nhôm này chỉ đủ kết hợp với ôxy, và nito hoà tan trong thép lỏng tạo thành Al_2O_3 hoặc AlN phân tán đều).

- Hoà tan tạp chất vào kim loại lỏng để hạn chế tốc độ phát triển mầm v .

(VD khi đúc hợp kim Al - Si, người ta cho vào một lượng Natri làm giảm sự phát triển của các tinh thể Silic).

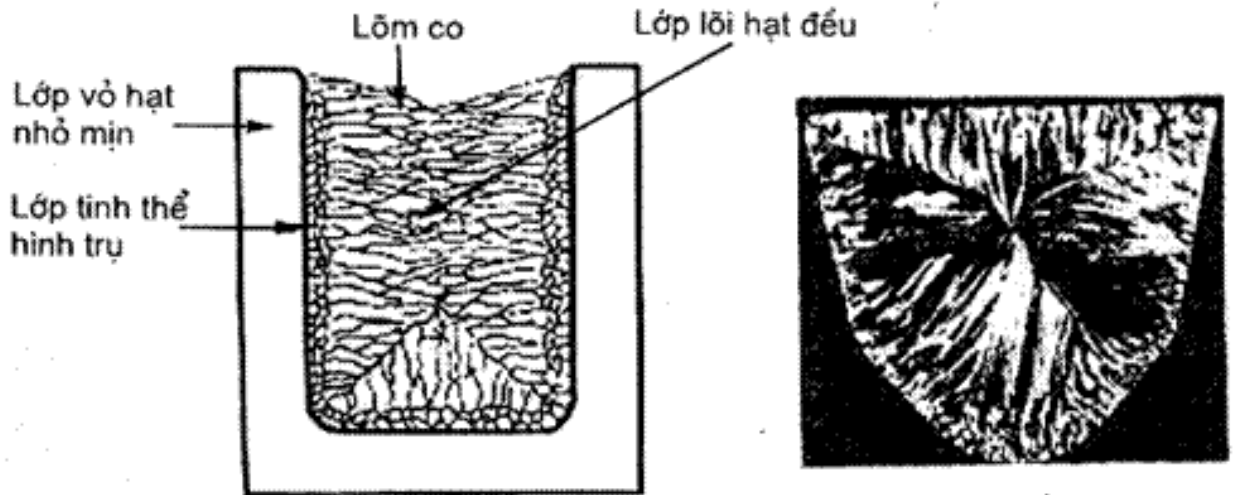
⇒ Đây là phương pháp hiệu quả nhất để nhận được hạt nhỏ, do đó làm biến đổi tính chất (cơ tính), nên gọi là phương pháp biến tính.

2.3 Cấu tạo tinh thể vật đúc

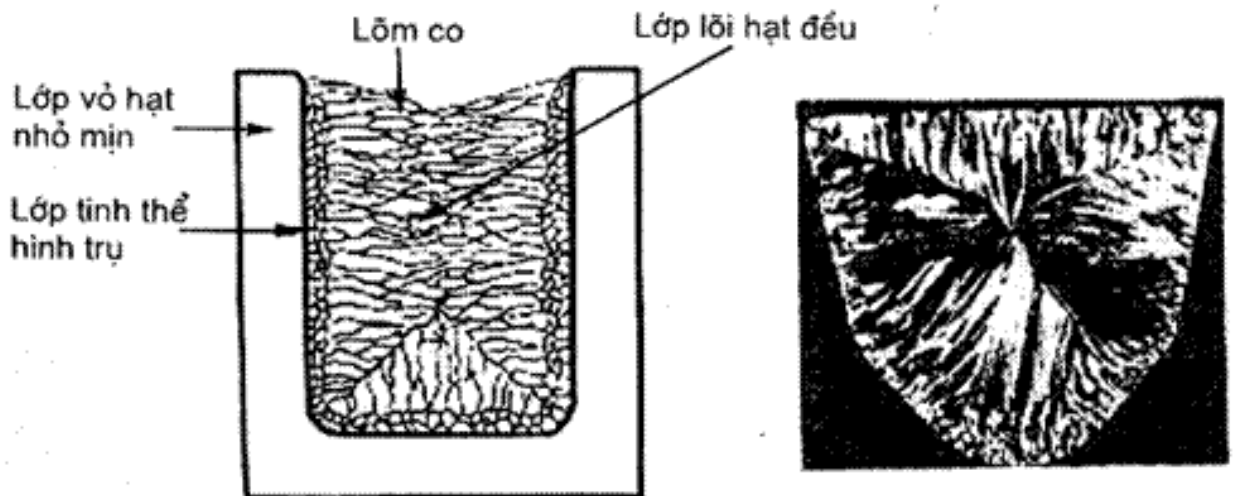
- Hình dạng và độ lớn của hạt phụ thuộc vào độ nguội, tốc độ, phương tản nhiệt

a. Cấu tạo tinh thể thời đúc

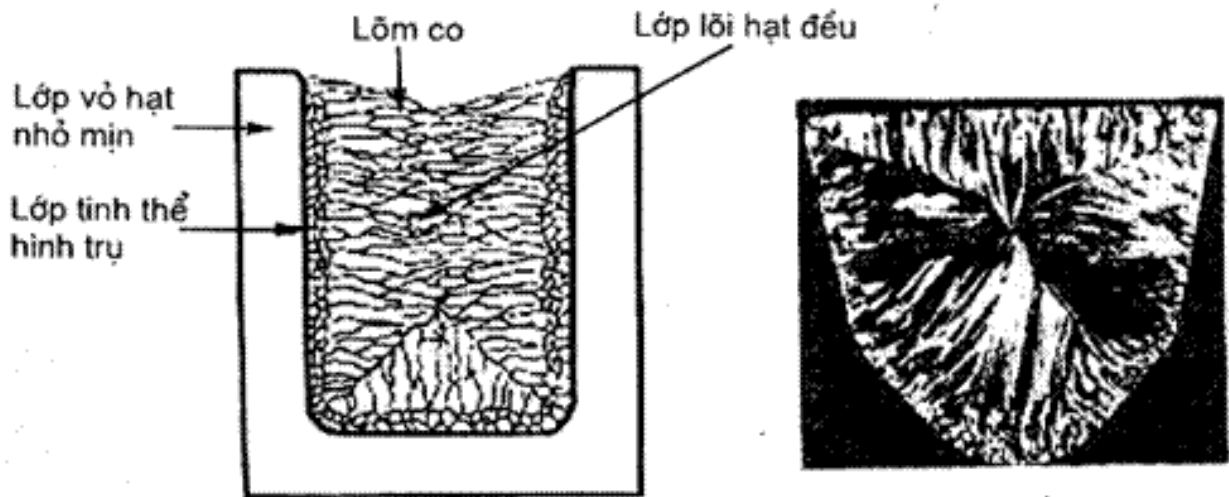
- + Lớp vỏ ngoài cùng gồm những hạt nhỏ đẳng trục (vùng 1). Do:
 - Tốc độ nguội ở thành khuôn lớn, nên độ quá nguội ΔT lớn;
 - Thành khuôn có độ nhấp nhô nên tạo điều kiện để mầm có sẵn.



- + Vùng trung gian gián tiếp theo có dạng hình trụ (vùng 2) theo phương vuông góc với thành khuôn. Do:
 - Nhiệt độ ở thành khuôn lớn lên, nên độ quá nguội ΔT thấp;
 - Hạt phát triển ngược chiều với phương tản nhiệt, mà phương tản nhiệt theo chiều vuông góc với thành khuôn là ngắn nhất.

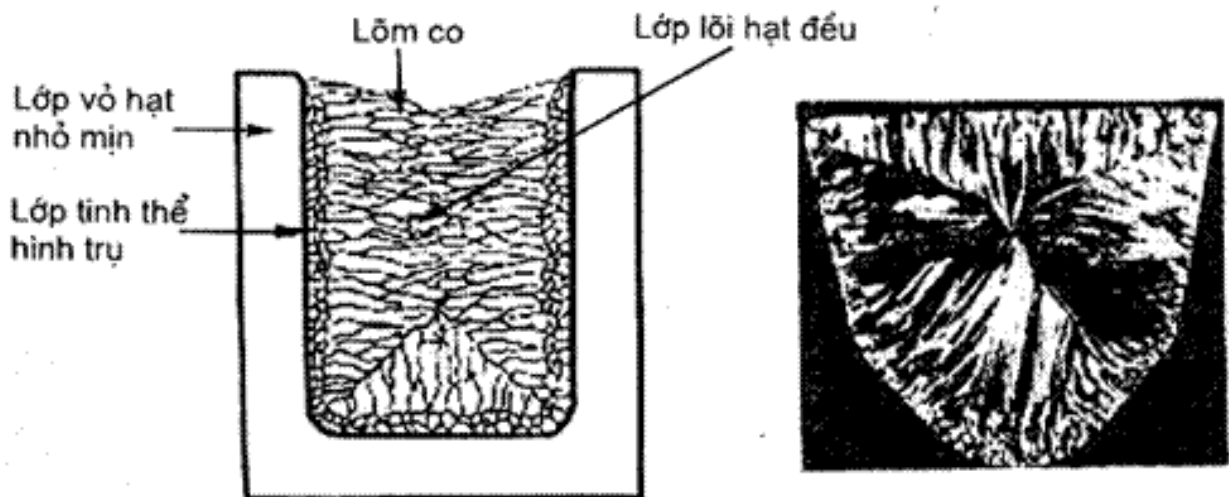


- + Vùng trung tâm (vùng 3) gồm các hạt lớn đẳng trục. Do:
 - Nhiệt độ ở thành khuôn lớn, nên độ quá nguội ΔT nhỏ;
 - Mặt khác tốc độ tản nhiệt chậm và ở xung quanh có nhiệt độ gần như giống nhau nên gần như được kết tinh đồng thời, phương tản nhiệt không rõ ràng, coi như đều theo mọi phía.



Kết luận:

- Kích thước hạt tăng theo chiều từ ngoài vào trong;
- Vùng ngoài cùng mỏng, hạt nhỏ;
- Tỷ lệ và độ lớn hạt của vùng 2 và 3 phụ thuộc vào tốc độ làm nguội và vật liệu làm khuôn. (Làm nguội nhanh thì vùng 2 > 3, thậm chí còn 2 vùng - xuyên tinh, làm nguội chậm thì vùng 3 > 2).

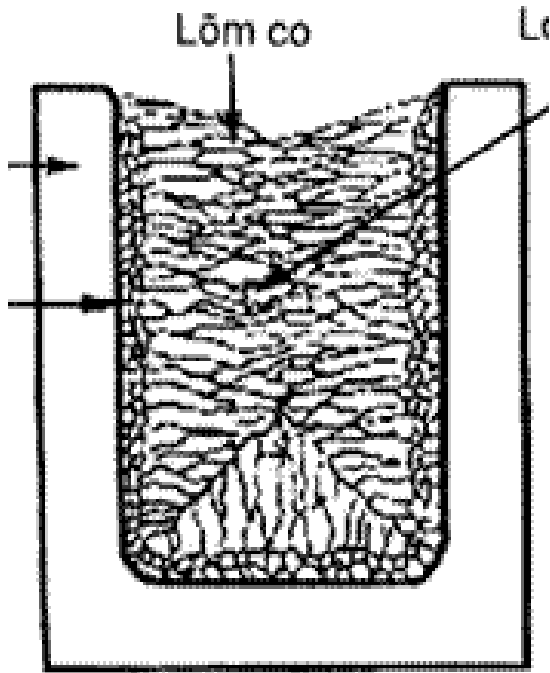


b. Các khuyết tật của thổi đúc

* Lỗ co và rỗ co

+ Khái niệm:

- Lỗ co: là hiện tượng khi kết tinh, thể tích kim loại co lại (phần kim loại lỏng sau cùng kết tinh bị co lại thì không còn kim loại lỏng bổ xung nữa).
- Rỗ co: là hiện tượng khi kết tinh xuất hiện các lỗ hổng nhỏ trong khắp thể tích của vật đúc, do kim loại lỏng không kịp bổ xung vào phần thể tích nhỏ đã bị co lại.



+ Đặc điểm:

- Lượng co khi kết tinh là 1 giá trị cố định. Khi thể tích lỗm co tăng thì tổng thể tích rỗ co giảm đi và ngược lại;
- Dạng khuyết tật này là đương nhiên không thể làm mất được vì đó là bản chất của kim loại;
- Ảnh hưởng không tốt đến cơ tính. đối với thổi đúc khi gia công tiếp theo.
- Sử dụng dầu ngót để khắc phục hiện tượng lỗm co của vật đúc.

*** Rỗ khí**

+ Khái niệm: Rỗ khí: là hiện tượng những túi khí nhỏ được tạo nên trong quá trình kết tinh do độ hoà tan của khí trong kim loại giảm đi đột ngột khí thoát ra không kịp bị mắc kẹt lại.

+ Đặc điểm:

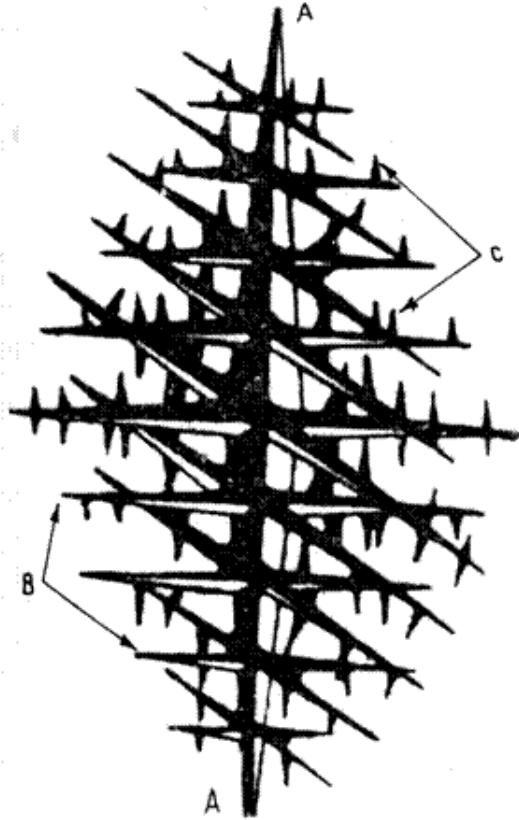
- Làm giảm mật độ hạt, làm xấu cơ tính;
- Tạo vết nứt tế vi khi gia công bằng áp lực;
- Khắc phục bằng cách khử khí tốt trước khi rót hay đúc chân không.

*** Thiên tích**

+ Khái niệm:

- Thiên tích: là hiện tượng phân bố tạp chất hoặc nguyên tố cho thêm không đồng đều trong thể tích của vật đúc.
- Nguyên nhân: Là do sự khác nhau về khả năng hoà tan, sự hạn chế khuếch tán trong pha lỏng và pha rắn.
- Bao gồm:
 - + Thiên tích vĩ mô - thiên tích vùng;

+ *Thiên tích vi mô* - thiên tích nhánh cây - phạm vi một hạt.



+ *Đặc điểm:*

- Làm xấu cơ tính: giảm độ bền, giảm khả năng gia công bằng áp lực, ...;
- Do bản chất vật lý của quá trình kết tinh nên không thể loại bỏ được;
- Khắc phục bằng cách khuấy đều trước khi rót, làm nguội nhanh (giảm thiên tích vùng) và ủ khuếch tán sau khi đúc (giảm thiên tích nhánh cây).

* **Ứng suất đúc**

+ *Khái niệm:*

- Ứng suất đúc: là hiện tượng vật đúc không được làm nguội đồng đều ở các vùng khác nhau.
- Nguyên nhân:
 - Quá trình kết tinh và co xảy ra không cùng lúc ở những phần khác nhau;
 - Các chuyển pha xảy ra không đồng thời và như nhau trong toàn bộ vật đúc (kèm theo sự thay đổi về thể tích);
 - Do hình dạng phức tạp của vật đúc.

+ *Đặc điểm:*

- Gây cong vênh, nứt hoặc phá hủy chi tiết;
- Tồn tại nhất thời hoặc tồn tại lâu dài;
- Đôi khi ứng suất dư cũng có lợi;

3. GIẢN ĐỒ PHA FE - C (FE- Fe_3C)

3.1 Đặc điểm các nguyên (sắt - cacbon)

a, Sắt

+ Đặc điểm:

- Sắt là nguyên tố kim loại thuộc nhóm VIII của hệ thống tuần hoàn, nó thuộc nhóm kim loại chuyển tiếp;
- Rất khó luyện ra sắt nguyên chất tuyệt đối. Sắt nguyên chất kỹ thuật chứa khoảng $99,3 \div 99,9\%$ và $0,1 \div 0,7\%$ tạp chất;
- Về cơ tính sắt là kim loại dẻo dai song kém bền, các chỉ tiêu về cơ tính như sau:

Giới hạn bền kéo: $\delta_b = 250 \text{ N/mm}^2$;

Giới hạn chảy: $\delta_{0,2} = 120 \text{ N/mm}^2$;

Độ dẫn dài tương đối: $\delta = 50\%$;

Độ co thắt tương đối: $\psi = 85\%$;

Độ dai va đập : $a_k = 3000 \text{ KJ/m}^2$;

Độ cứng HB = 80.

- Sắt là kim loại có tính thù hình gồm:

+ Mạng lập phương thể tâm: tồn tại ở $911^\circ\text{C} - \text{Fe}\alpha$ và $1392^\circ\text{C} \div 1539^\circ\text{C} - \text{Fe}\delta$;

+ Mạng lập phương diện tâm: tồn tại ở $991^\circ\text{C} \div 392^\circ\text{C} - \text{Fe}\gamma$

b, Cacbon

Cacbon là nguyên tố á kim thuộc nhóm IV của hệ thống tuần hoàn. Nó tồn tại dưới các dạng sau:

- Vô định hình như than gỗ, than đá;
- Kim cương với kiểu mạng kim cương rất cứng. Đó là dạng thù hình không ổn định. Ở nhiệt độ và áp suất cao kim cương trở lên ổn định,
- Graphit với kiểu mạng lục giác xếp theo lớp. Khoảng cách giữa các lớp khá xa nên lực liên kết giữa chúng yếu và rất dễ tách lớp. Graphit rất mềm.

3.2 Tương tác giữa các bon và sắt

a, Tạo thành dung dịch rắn của Cacbon trong sắt

$r_c = 0,077\text{nm} < r_{\text{Fe}} = 0,124 \text{ nm}$

$\Rightarrow$ Có thể hoà tan vào mạng tinh thể của sắt dưới dạng xen kẽ, song hai kiểu mạng tinh thể của sắt có khả năng hoà tan rất khác nhau.

+ Mạng lập phương thể tâm – $\text{Fe}\alpha, \text{Fe}\delta$

Số lỗ hổng nhiều nhưng $r_{\text{th}} < r_c$ tuy nhiên Cacbon vẫn hoà tan vào $\text{Fe}\alpha$ (tại biên giới hạt và xô lệch mạng)

Thực tế ở 727°C Cacbon hoà tan được 0,2% và ở 1499°C cacbon hoà tan được 0,1% vào $\text{Fe}\delta$.

+ Mạng lập phương diện tâm – $\text{Fe}\gamma$

Số lỗ hổng ít nhưng $r_{\text{lh}} > r_{\text{c}} \Rightarrow$ nguyên tử Cacbon chui vào lỗ hổng dễ dàng và gây xô lệch mạng.

Thực tế ở 727°C lượng Cacbon có thể hoà tan tới 0,8% trong $\text{Fe}\gamma$.

$\Rightarrow$ Như vậy kiểu mạng lập phương diện tâm có khả năng hoà tan lượng Cacbon nhiều hơn kiểu mạng lập phương thể tâm.

b, Tạo thành cácbit sắt

+ Fe_3C - 6,67% C;

+ Fe_2C - 9,67%;

+ FeC - 16,67%.

Thực tế các hợp kim Fe - C chỉ dùng với lượng Cacbon không vượt quá 5%, nên chỉ gặp hợp chất hoá học của Fe_3C – Xêmentit:

+ Là loại pha xen kẽ có kiểu mạng phức tạp, nhiệt độ chảy khoảng 1600°C rất cứng và giòn;

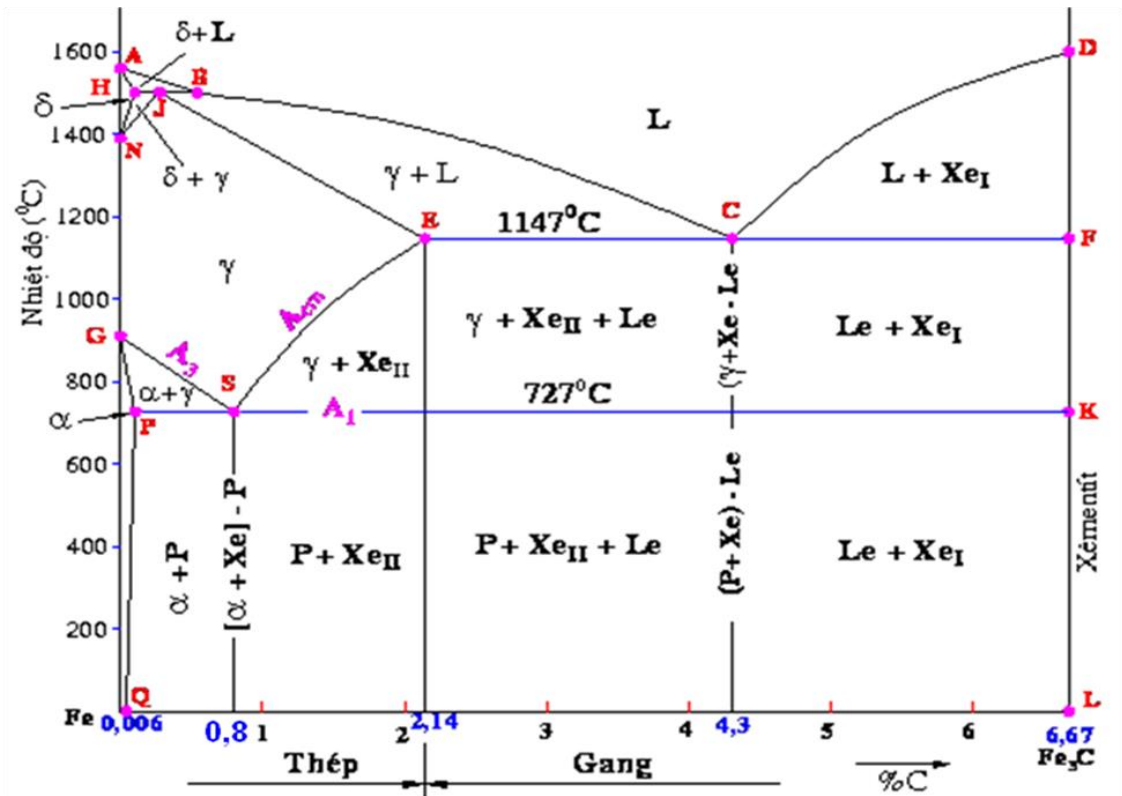
+ Là pha không ổn định ở nhiệt độ cao nó phân tích thành sắt và graphit.

c, Tạo thành hỗn hợp cơ học

Hỗn hợp cơ học của hệ hợp kim Fe - C gồm cùng tinh và cùng tích. Là hỗn hợp cơ học của dung dịch rắn và Xêmentit

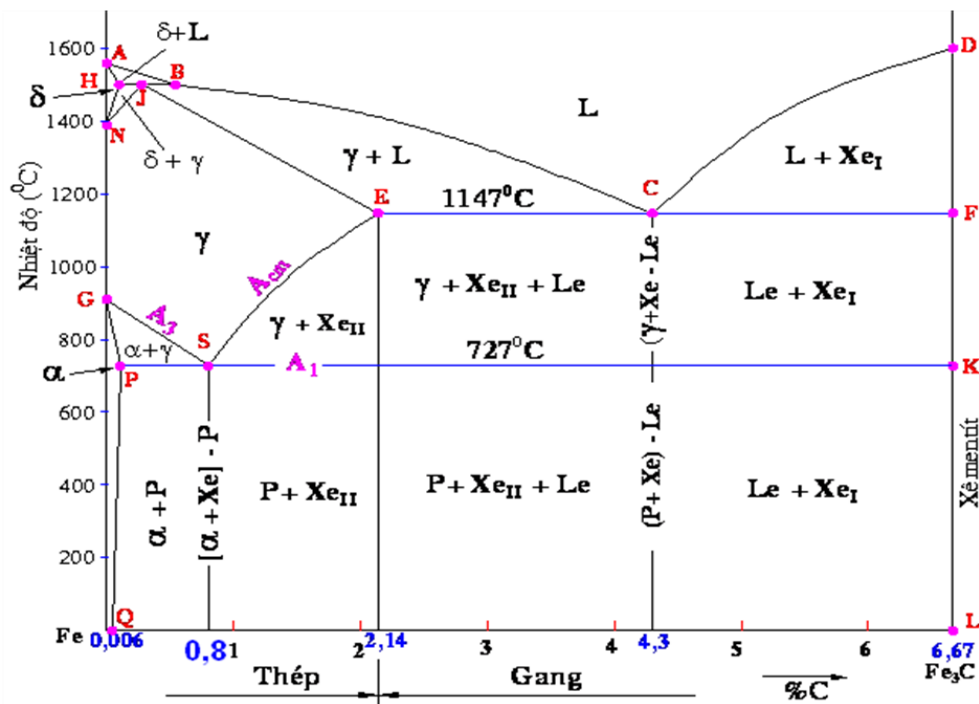
3.3 Dạng của dẫn đề

Giản đồ trạng thái Fe - C là hai nguyên Fe và C.



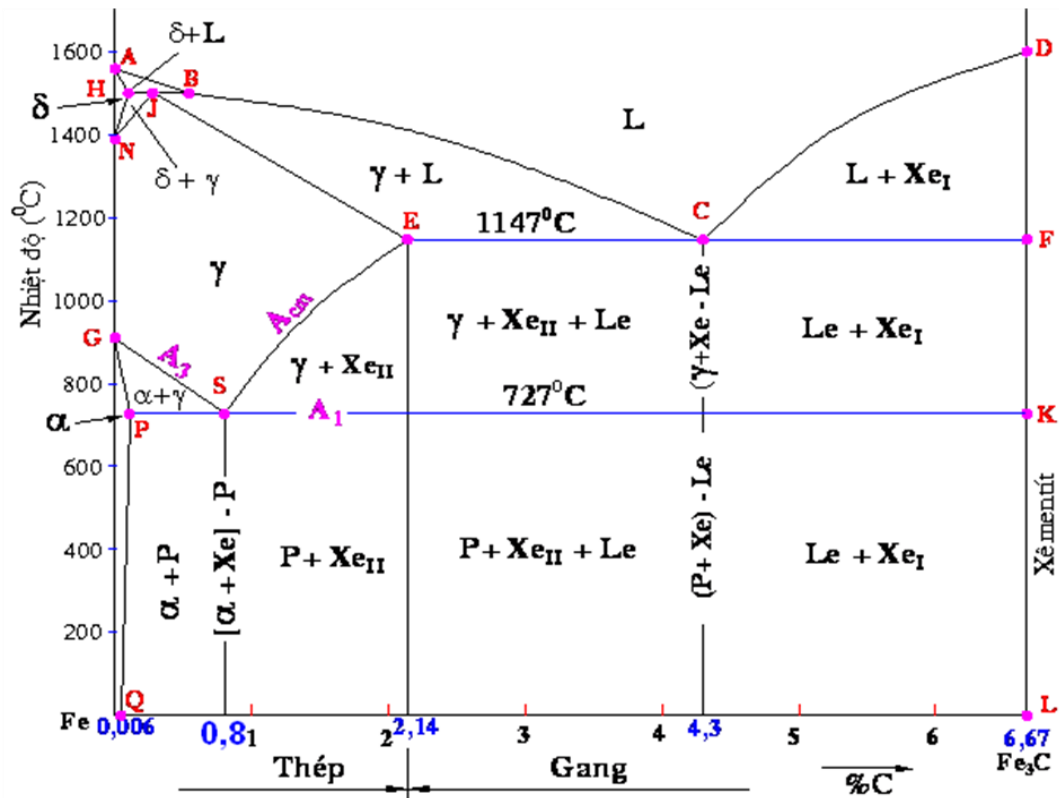
a, Giải đồ pha Fe – Fe₃C

- Đường ABCD là đường lỏng;
- Đường AHJECF là đường đặc;
- Đường ECF là đường cùng tinh với điểm E là điểm cùng tinh;
- Đường PSK là đường cùng tích với điểm S là điểm cùng tích.
- ES - Giới hạn hoà tan C trong Fe_γ



A - 1539°C – 0%C

- B - 1499°C – 0,5%C
 C - 1147°C – 2,14%C
 D - 1600°C – 6,67%C
 E - 1147°C – 2,14%C
 F - 1147°C – 6,67 %C
 G - 911°C – 0%C
 H - 1499°C – 0,1%C
 J - 1499°C – 0,16%C
 K - 727°C – 6,67%C
 L - 0°C – 6,67%C
 N - 1392°C – 0%C
 P - 727°C – 0,02%C
 Q - 0°C – 0,006%C
 S - 727°C – 0,8%C



b, Các chuyển biến khi làm nguội chậm

- Chuyển biến bao tinh: (1499°C)



- Chuyển biến cùng tinh: (1147°C)



- Chuyển biến cùng tính: (727°C)



- Sự tiết pha Fe₃C dư khỏi dung dịch rắn của Cacbon trong các dung dịch rắn:

Trong Fe_γ theo đường ES và trong Fe_α theo đường PQ

c, Tổ chức một pha

* Xêmentit ($Xe - Fe_3C$)

- Là pha xen kẽ có kiểu mạng phức tạp với 6,67%C.
- Độ cứng của Xe cao (khoảng 800 HB) rất cứng và giòn.
- Xêmentit được phân thành ba loại:
 - + Xêmentit thứ nhất (Xe_I) được tạo thành từ dung dịch lỏng theo đường DC từ $1600^\circ C$ đến $1147^\circ C$ với tinh thể thô to. Xêmentit thứ nhất chỉ được tạo thành khi $\%C > 4,3\%$.
 - + Xêmentit thứ hai (Xe_{II}) được tạo thành từ dung dịch rắn Austenit theo đường ES trong khoảng nhiệt độ từ 1147° đến $727^\circ C$, khi độ hoà tan của Cacbon trong Fe giảm từ 2,14% đến 0,8% Xe_{II} chỉ được tạo thành khi $\%C > 0,8\%$. Xe_{II} thường có dạng mạng lưới bao quanh hạt Feclit làm giảm mạnh độ dẻo, độ dai.
 - + Xêmentit thứ ba (Xe_{III}) cũng được tạo thành từ dung dịch rắn Feclit theo đường PQ, ở nhiệt độ $< 727^\circ C$, Khi độ hoà tan của Cacbon trong Feclit giảm từ 0,02 đến 0,006%.
- Xe_{III} được tạo thành rất ít với lượng nhỏ nên có thể bỏ qua.

* Ferit ($\alpha - F - Fe_\alpha$):

- Là dung dịch rắn xen kẽ của Cacbon trong Fe_α , có mạng lập phương thể tâm trên giản đồ trạng thái Ferit có ở vùng GPQ. Độ hoà tan của Cacbon trong Fe_α rất nhỏ: ở $727^\circ C$ là 0,02%, còn ở $0^\circ C$ là 0,006%. Bởi vậy có thể coi Ferit là sắt nguyên chất.
- Ferit là pha dẻo và dai.

* Austenit ($\gamma - Fe_\gamma$):

- Là dung dịch rắn xen kẽ của Cacbon trong Fe, có dạng lập phương diện tâm. Độ hoà tan của Cacbon trong Fe ở $1147^\circ C$ là 2,14% và ở $727^\circ C$ là 0,8%.
- Austenit là pha dẻo dai song nó chỉ tồn tại ở nhiệt độ lớn hơn $727^\circ C$.
- Tổ chức Austenit là các hạt sáng đa cạnh có song tinh (*thỉnh thoảng có hai đường song song cắt ngang hạt*). Rất ít khi quan sát được tổ chức này vì nó ở nhiệt độ cao. Chỉ khi lượng Mn hoặc Ni lớn mới làm Austenit tồn tại ở nhiệt độ thường.

d, Tổ chức hai pha

* Peclit ($P - [Fe_\alpha + Fe_3C]$):

- Là hỗn hợp cơ học cùng tích của Ferit và Xêmentit ($F + Xe$). Khi thành phần hoá học của Austenit là 0,8%C sẽ xảy ra chuyển biến cùng tích ở $727^\circ C$:



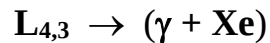
Austenit

Peclit

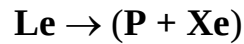
- Gồm Peclit tấm và Peclit hạt.
- Peclit tấm là tổ chức có Xêmentit ở dạng tấm. Khi quan sát tổ chức tế vi sẽ thấy các vạch Xêmentit tối trên nền Peclit sáng. Peclit hạt là tổ chức có Xêmentit ở dạng hạt.

* **Lêđêburít** [**Le** – (**γ** + **Xe**) – (**P** + **Xe**)]:

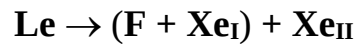
- Là hỗn hợp cơ học cùng tinh của Ôstenít và Xêmentít.
- + Khi thành phần Cacbon trong hợp kim lỏng là 4,3%C và ở 1147°C thì xảy ra chuyển biến cùng tinh:



- + Tiếp tục làm nguội hợp kim xuống dưới 727°C thì có phản ứng cùng tích γ chuyển thành Péclít. Bởi vậy ở $t^0 < 727^0C$:



- + Phân tích đến cùng thì Lêđêburít cũng là hỗn hợp Ferit và Xêmentít. Trong đó Xêmentít nhiều nên Lêđêburít rất cứng và giòn.



e, Các điểm tới hạn

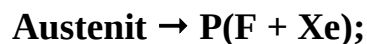
Các điểm tới hạn là các nhiệt độ chuyển biến ở trạng thái rắn của hợp kim Cacbon và được ký hiệu bằng chữ A.

Ở đây ta chỉ xét 3 điểm tới hạn có liên quan đến nhiệt luyện là A_1 , A_3 và A_{cm} .

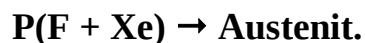
+ $A_1(727^0C)$

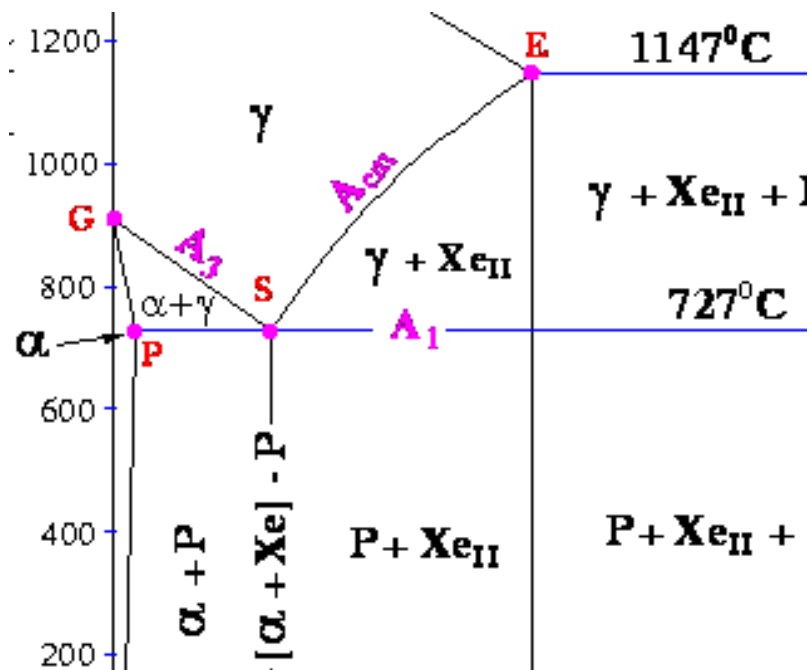
PSK – chuyển biến cùng tích:

- Khi làm nguội:



- Khi nung nóng:

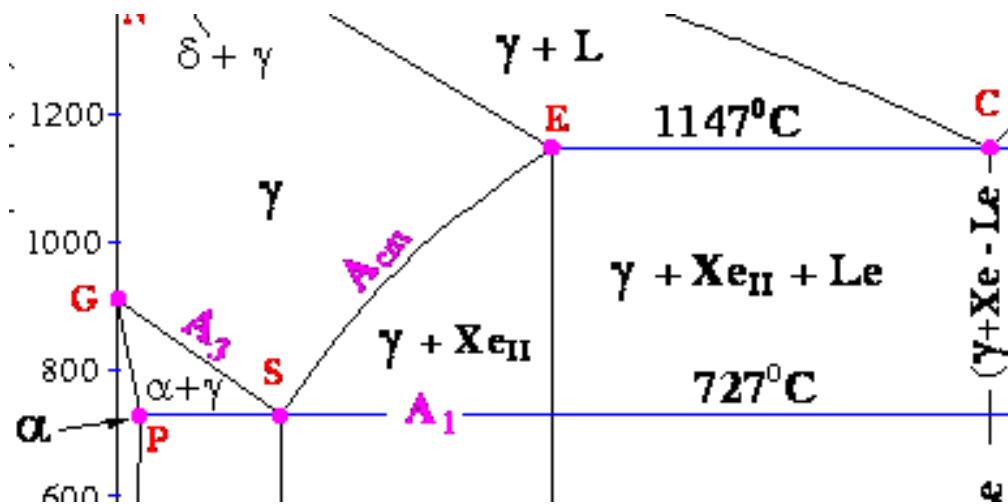




+ A₃ (911 → 727°C) - GS.

- Khi làm nguội: **Austenit** → **Ferít**

- Khi nung nóng: **Ferít** hoà tan vào **Austenit**.



+ Ac_m (1147 → 727°C) - ES.

- Khi làm nguội: **Austenit** → **Xe**

- Khi nung nóng: **Xe** hoà tan vào **Austenit**.

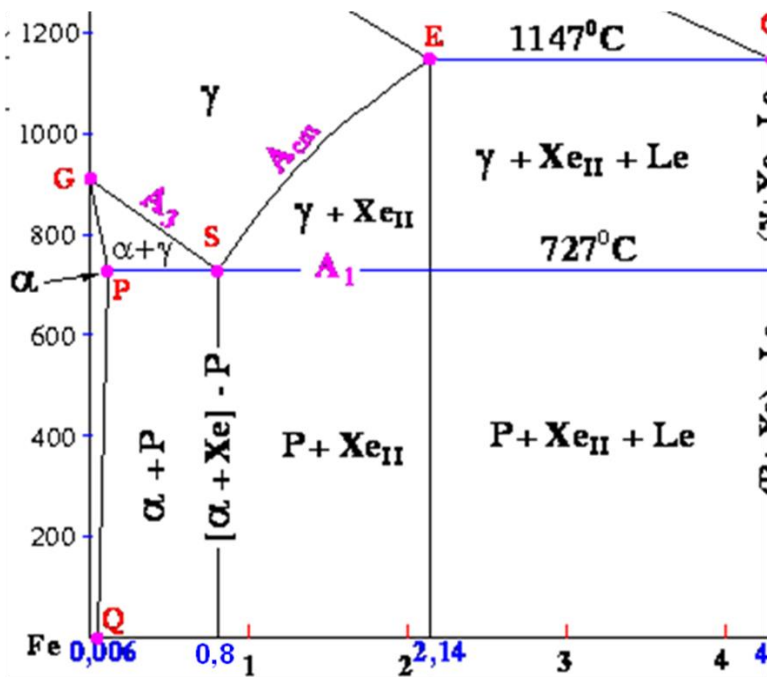
- Bởi vậy đối với nhiệt độ chuyển biến khi nung nóng có thêm “C” và khi làm nguội có thêm chữ “r” điền vào sau chữ A.

- Ta luôn có :

$$Ac_1 > A_1 > Ar_1$$

$$Ac_3 > A_3 > Ar_3$$

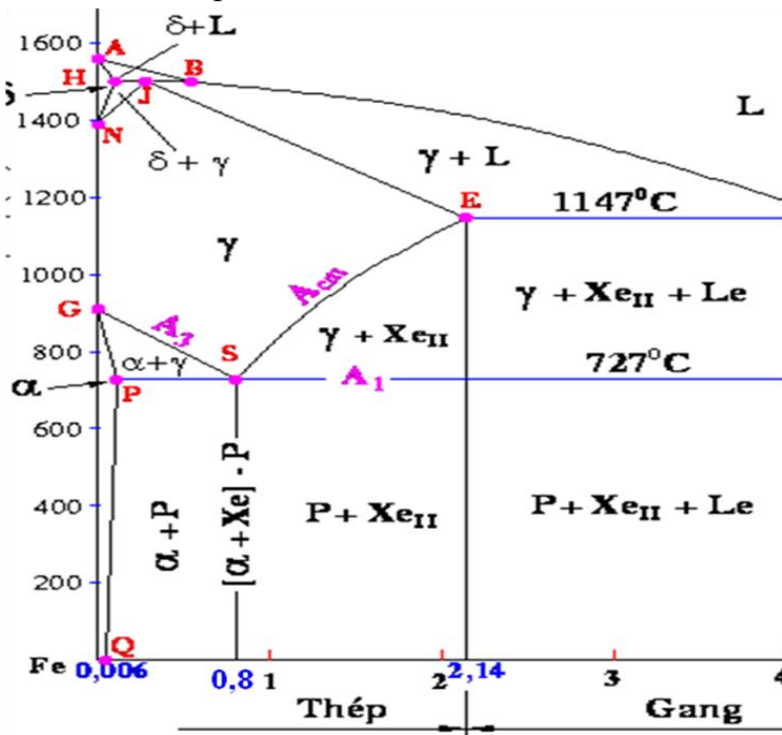
$$Ac_{cm} > A_{cm} > Ar_{cm}$$



3.4 Tổ chức tế vi của thép và gang theo giản đồ trạng thái Fe - C

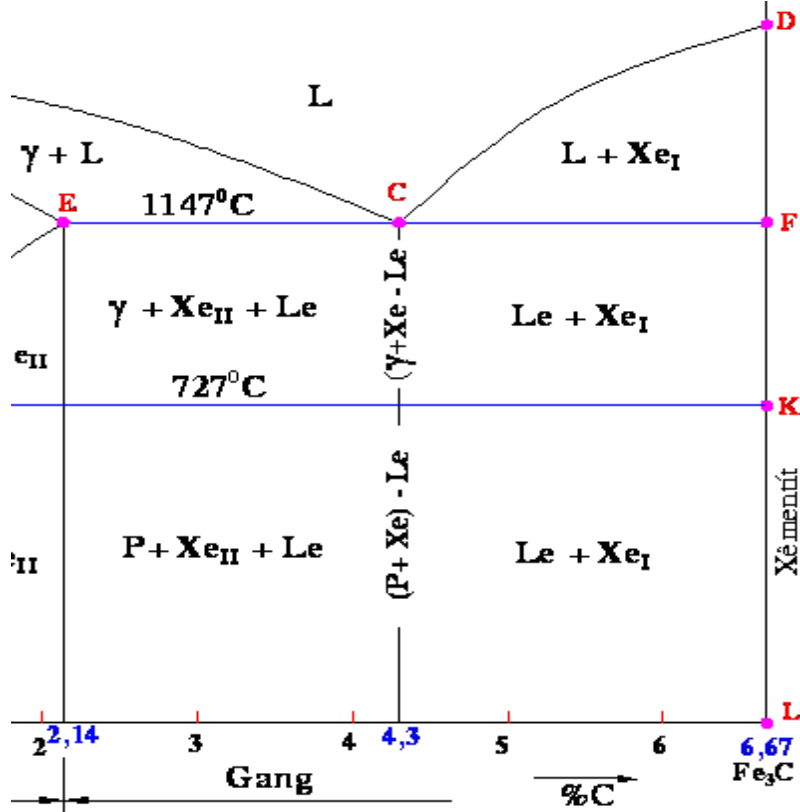
a, Khái niệm về thép và gang

- Thép và gang đều là hợp chất của Fe – C.
- Tất cả các loại thép có tổ chức và cơ tính là khác nhau. Khi nung nóng trên đường GSE thì có chung một pha duy nhất là: γ
- Thép được coi là vật liệu dẻo;
- Tính đúc thấp.



- Gang là hợp kim Fe - C với thành phần $C > 2,14\%$

- Gang dòn không thể biến dạng được;
- Gang có tính đúc tốt;
- Gang theo giản đồ trạng thái Fe – C là gang trắng.

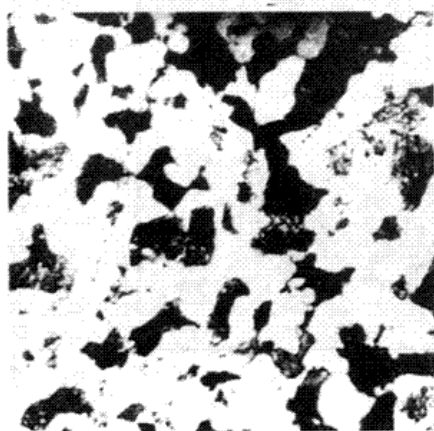


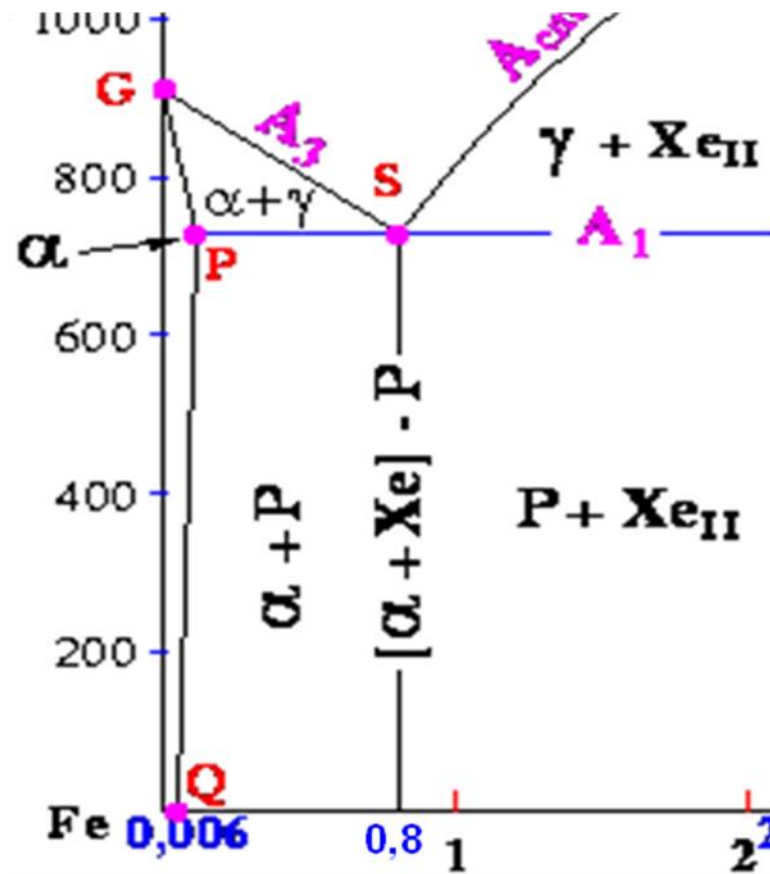
b, Các loại thép, gang theo giản đồ pha Fe – C

* Tổ chức tế vi của thép Cacbon

+ **Thép trước cùng tích** – có thành phần C từ 0,1 ÷ 0,7%

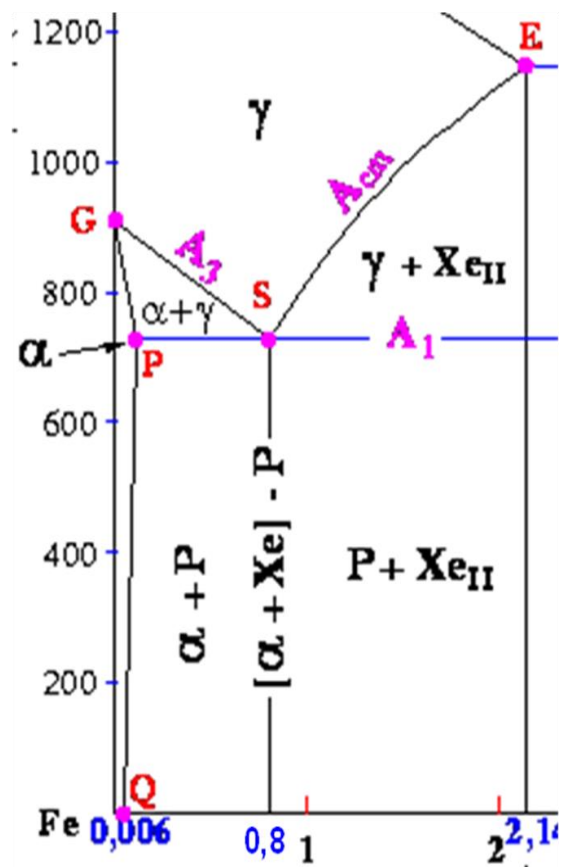
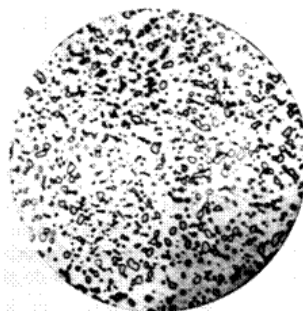
- Với tổ chức tế vi là: *Ferít* + *Peclit*



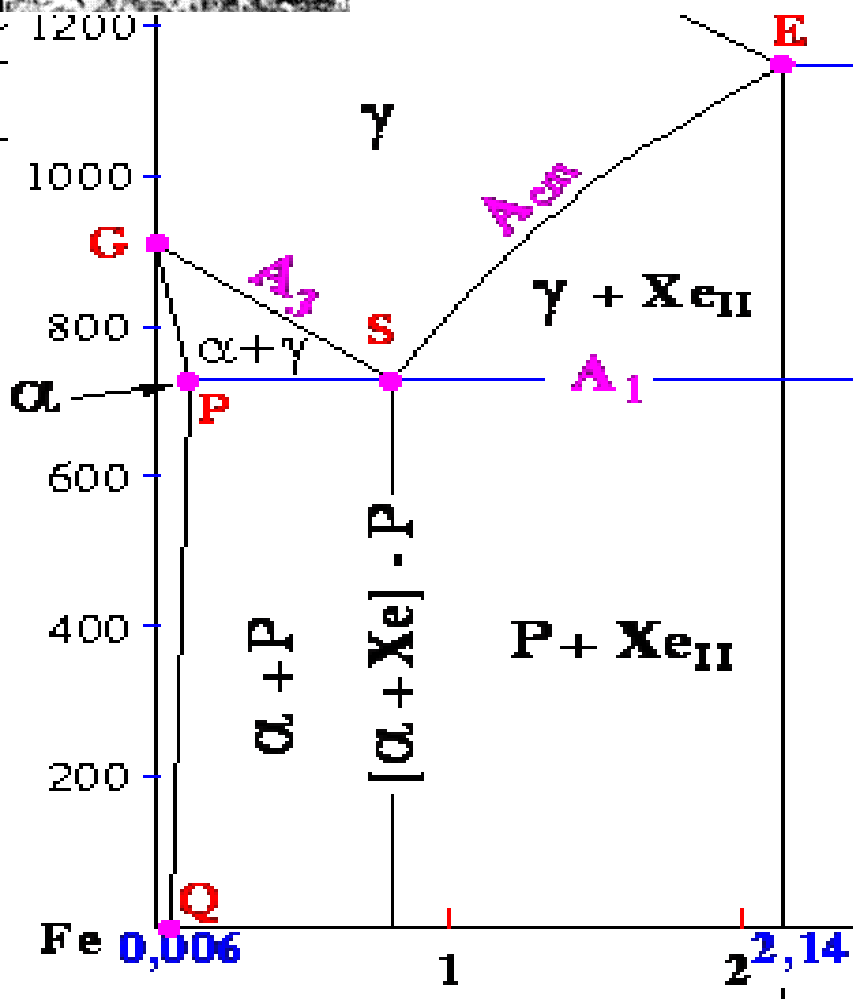


+ **Thép cùng tích** – Có thành phần C = 0.8 %

- Với tổ chức tế vi là **Peclít (P)**.

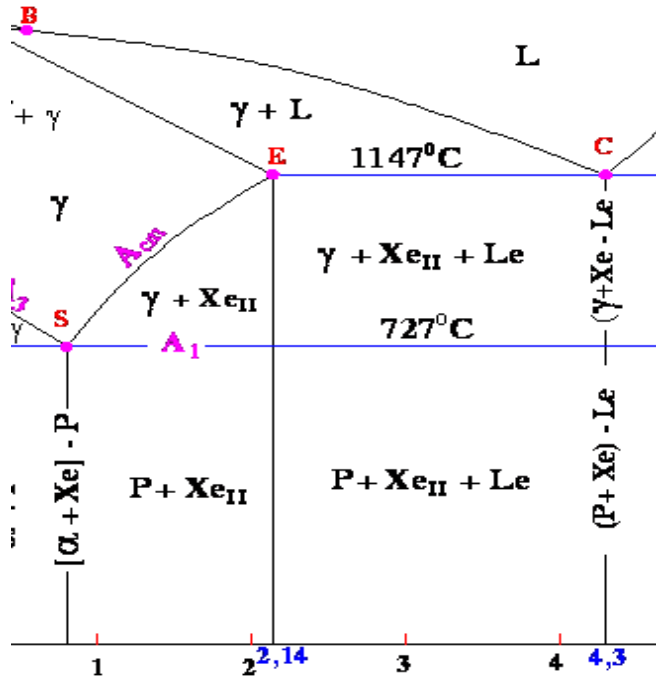
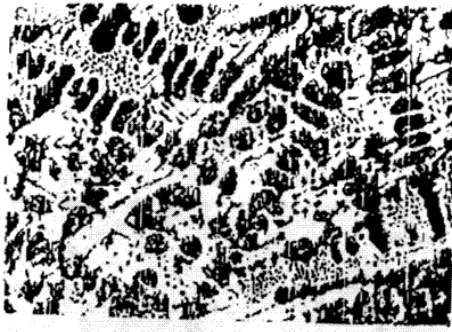


- + **Thép sau cùng tích** – Có thành phần $\%C > 0,8\%$
- Với tổ chức tế vi là **$P + Xe_{II}$**

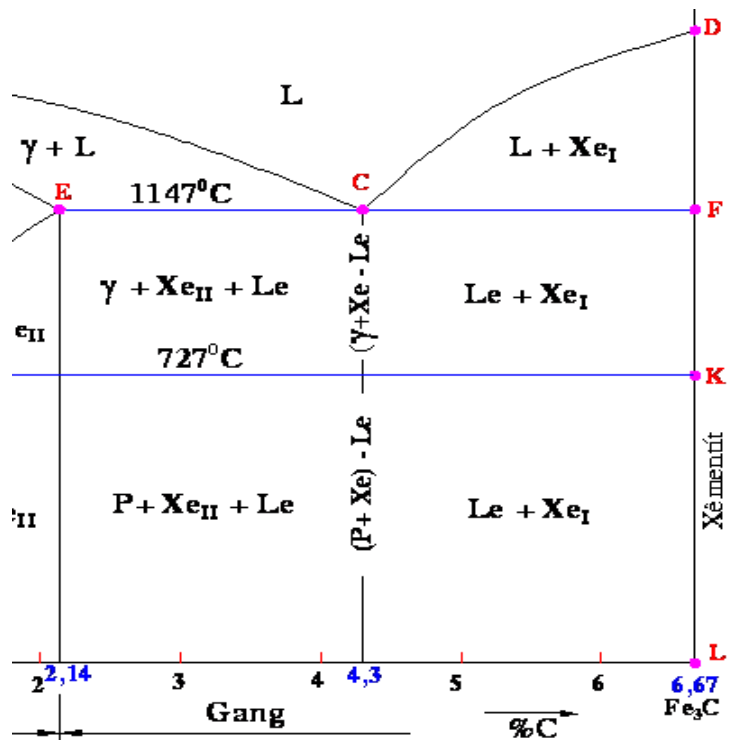


* Tổ chức tế vi của gang trắng.

- Theo tổ chức tế vi thành phần cacbon có thể chia gang trắng làm 3 loại:
- + Gang trắng trước cùng tinh có $\%C < 4,3\%$ với tổ chức: **$P + Xe_{II} + Le$**

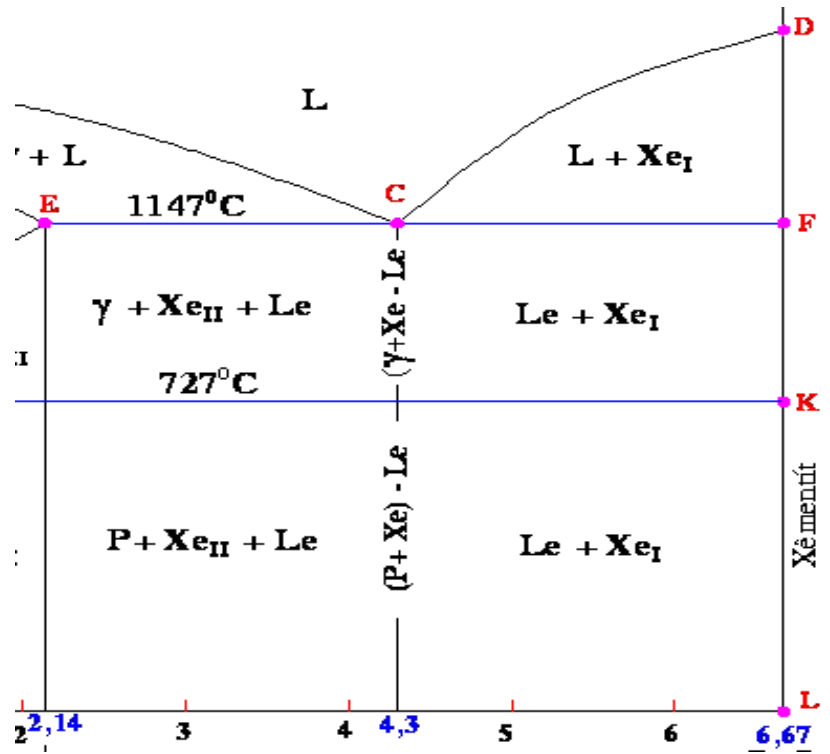


+ Gang trắng cùng tinh có thành phần C = 4,3%
với tổ chức: **Le(P + Xe)**



+ Gang trắng sau cùng tinh có $C > 4,3\%$

với tổ chức: $Le + Xe_I$



CHƯƠNG 3 NHIỆT LUYỆN

Giới thiệu: Chương này nhằm cung cấp cho học sinh những kiến thức về nhiệt luyện trong nghề cắt gọt kim loại

Mục tiêu:

- + Giải thích được bản chất của quá trình nhiệt luyện, hoá nhiệt luyện và các phương pháp: ủ, thường hoá, tôi, ram, thấm cac bon, nitơ, xia nua.
- + Nhiệt luyện được một số dụng cụ của nghề như dao tiện thép gió, đục...

Nội dung chính:

1. KHÁI NIỆM VỀ NHIỆT LUYỆN THÉP

1.1 Định nghĩa

a, Định nghĩa

- *Nhiệt luyện là phương pháp công nghệ nung nóng kim loại và hợp kim đến nhiệt độ xác định, giữ nhiệt một thời gian cần thiết rồi làm nguội với tốc độ thích hợp để làm thay đổi các tổ chức bên trong và làm thay đổi tính chất của chúng theo ý muốn.*

b, Đặc điểm

- + Kim loại và hợp kim luôn luôn ở trạng thái rắn, hình dạng và kích thước của chi tiết không thay đổi;
- + Nhiệt luyện chỉ làm thay đổi tổ chức bên trong của kim loại và hợp kim.

c, Phân loại các phương pháp nhiệt luyện

** Nhiệt luyện*

- Ủ: là phương pháp nung nóng chi tiết đến nhiệt độ xác định, giữ nhiệt rồi làm nguội chậm để đạt được tổ chức cân bằng với độ cứng, độ bền thấp nhất.
- Thường hoá: là phương pháp nung nóng chi tiết đến trạng thái hoàn toàn là Austenit giữ nhiệt và làm nguội trong không khí tĩnh để đạt tổ chức gần cân bằng.

⇒ Mục đích của ủ và thường hoá là làm mềm thép để dễ gia công cắt gọt và dập nguội.

- Tôi: là phương pháp nung nóng chi tiết đến tổ chức Austenit, giữ nhiệt rồi làm nguội nhanh để đạt được tổ chức không cân bằng có độ cứng cao.
- Ram: là phương pháp nung nóng chi tiết sau khi tôi đến nhiệt độ thích hợp, nhỏ hơn nhiệt độ chuyển biến pha, để điều chỉnh độ cứng, độ bền theo yêu cầu và khử bỏ ứng suất dư bên trong chi tiết.

Ram là nguyên công bắt buộc sau khi tôi, để đảm bảo chi tiết có cơ tính thích hợp theo yêu cầu làm việc

*** Hoá - nhiệt luyện**

- Là phương pháp thay đổi nhiệt độ và thành phần hoá học của lớp bề mặt chi tiết để thay đổi tổ chức và tính chất lớp bề mặt theo yêu cầu làm việc

Thông thường người ta thường dùng phương pháp khuếch tán nguyên tố vào lớp bề mặt: cacbon, nitơ hoặc cả cacbon và nitơ, các nguyên tố khác như: Si, B, Cr, Al...

*** Cơ nhiệt luyện**

- Là phương pháp làm thay đổi nhiệt độ và biến dạng dẻo để thay đổi tổ chức và tính chất của kim loại và hợp kim.

1.2 Các thông số đặc trưng cho quá trình nhiệt luyện

- Nhiệt độ nung nóng T_n^0 : là nhiệt độ cao nhất mà quá trình nhiệt luyện cần phải đạt tới;
- Thời gian giữ nhiệt t_{gn} : thời gian duy trì ở nhiệt độ nung nóng;
- Tốc độ nguội $V_{nguội}$: là độ giảm của nhiệt độ theo thời gian, thường tính theo $^{\circ}\text{C/h}$, $^{\circ}\text{C/phút}$, $^{\circ}\text{C/s}$.

1.3 Tác dụng của nhiệt luyện đối với chế tạo cơ khí

a, Tăng độ cứng, độ bền và tính chống mài mòn

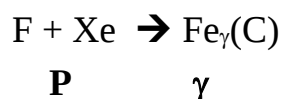
- Tăng độ bền, độ cứng của kim loại và hợp kim mà vẫn đảm bảo độ dẻo, độ dài nhất định cho chi tiết

b, Cải thiện tính công nghệ

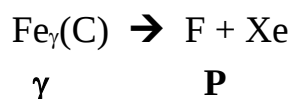
- Giảm độ cứng làm cho chúng dễ gia công hơn

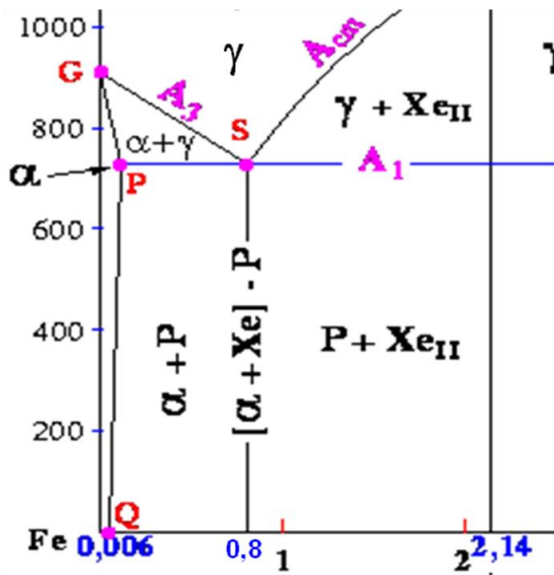
1.4 Sơ lược về bốn chuyển biến cơ bản khi nhiệt luyện thép

+ Chuyển biến Peclit thành Austenit khi nung nóng thép quá Ac_1 . lúc đó Austenit có năng lượng tự do F thấp nhất.

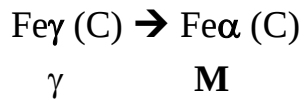


+ Chuyển biến Austenit thành Peclit khi làm nguội chậm thép dưới Ar_1

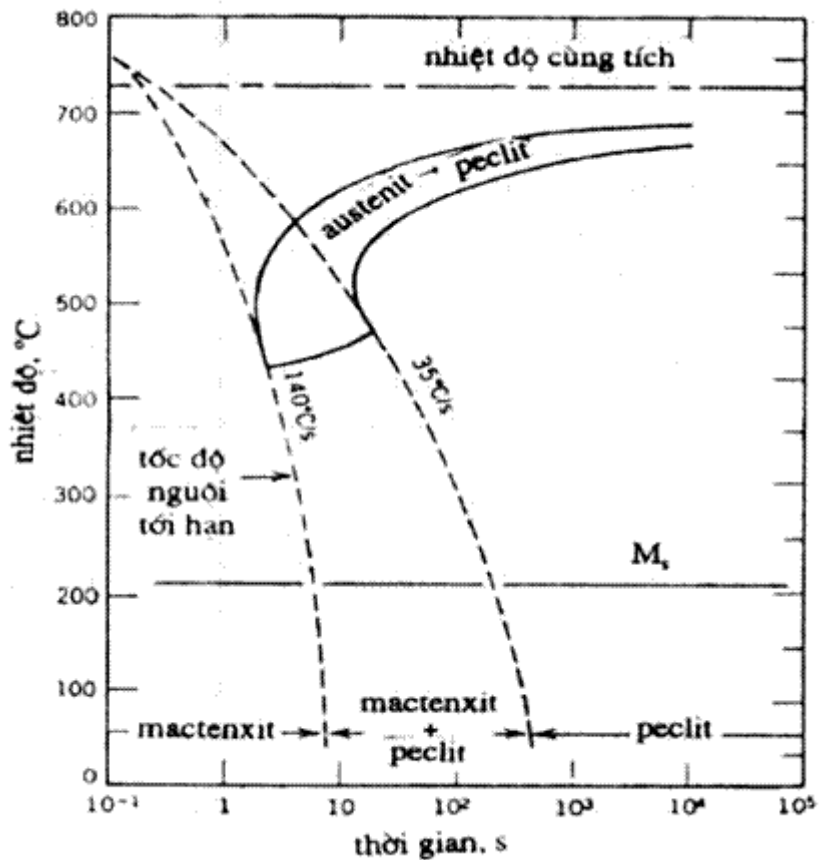
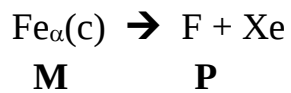




+ Chuyển biến *Austenit* thành *Mactenxit* khi làm nguội nhanh thép xuống thấp hơn nhiệt độ T_0 :



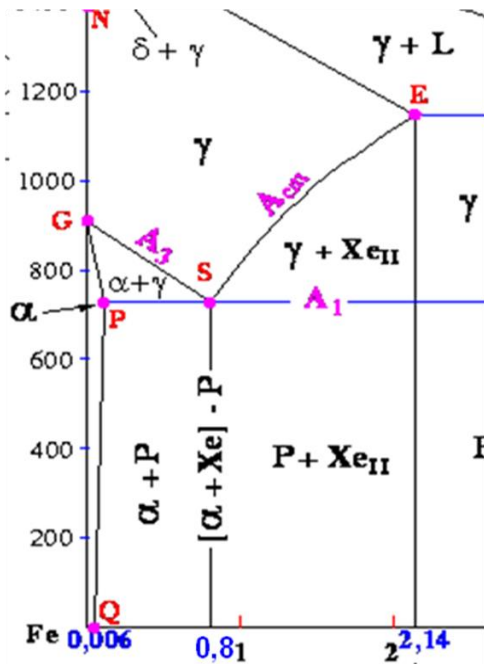
+ Chuyển biến *Mactenxit* thành *Peclit* khi làm nguội chậm thép dưới A_{r1}



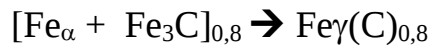
2. CÁC TỔ CHỨC ĐẠT ĐƯỢC KHI NUNG NÓNG VÀ LÀM NGUỘI THÉP

2.1 Cơ sở xác định chuyển biến khi nung nóng

- Cơ sở xác định chuyển biến khi nung nóng thép là giản đồ trạng thái Fe-C
- Trong mỗi loại thép ở nhiệt độ thường có tổ chức Fe + Xe (Peclit)
- Các thép trước và sau cùng tích có tổ chức phức tạp hơn, có thêm Fe và Xe_{II}

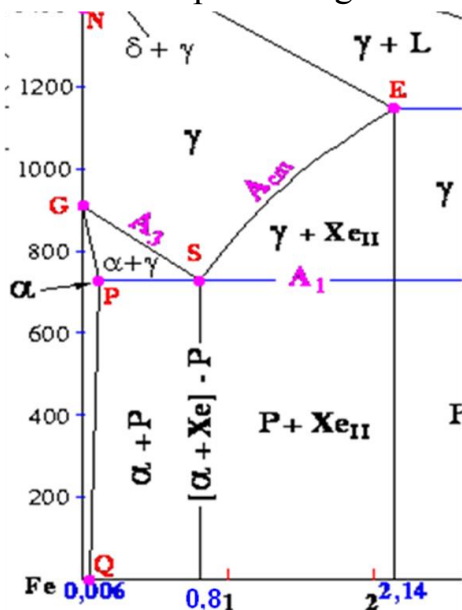


+ Khi nung nóng đến A_{c1} , sẽ có quá trình chuyển biến:



⇒ Vậy khi nung nóng quá A_{c1} thì sự chuyển biến:

- Đối với thép cùng tinh?
- Đối với thép trước cùng tinh?
- Đối với thép sau cùng tinh?



+ Từ $Ac_1 \rightarrow Ac_3$, có quá trình hoà tan của F vào γ .

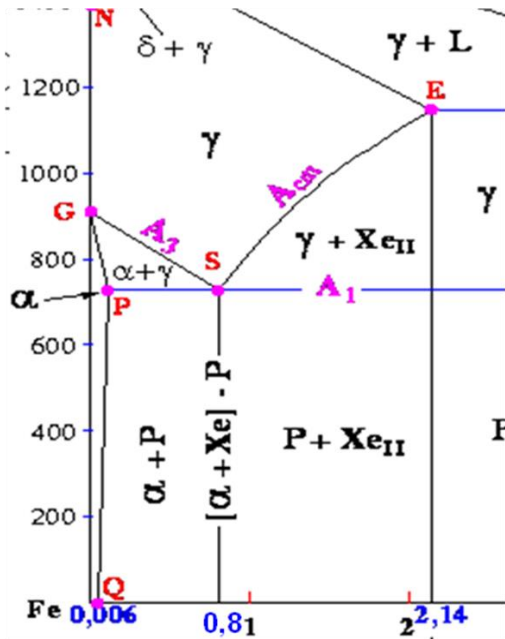
Khi nhiệt độ lớn hơn Ac_3 , tổ chức nhận được hoàn toàn là γ .

+ Từ $Ac_1 \rightarrow Ac_{cm}$, có quá trình hoà tan của Xe_{II} vào γ .

Khi nhiệt độ lớn hơn Ac_{cm} , tổ chức nhận được hoàn toàn là γ .

Như vậy theo giản đồ trạng thái Fe–C ta hoàn toàn xác định được các tổ chức tạo thành khi nung nóng;

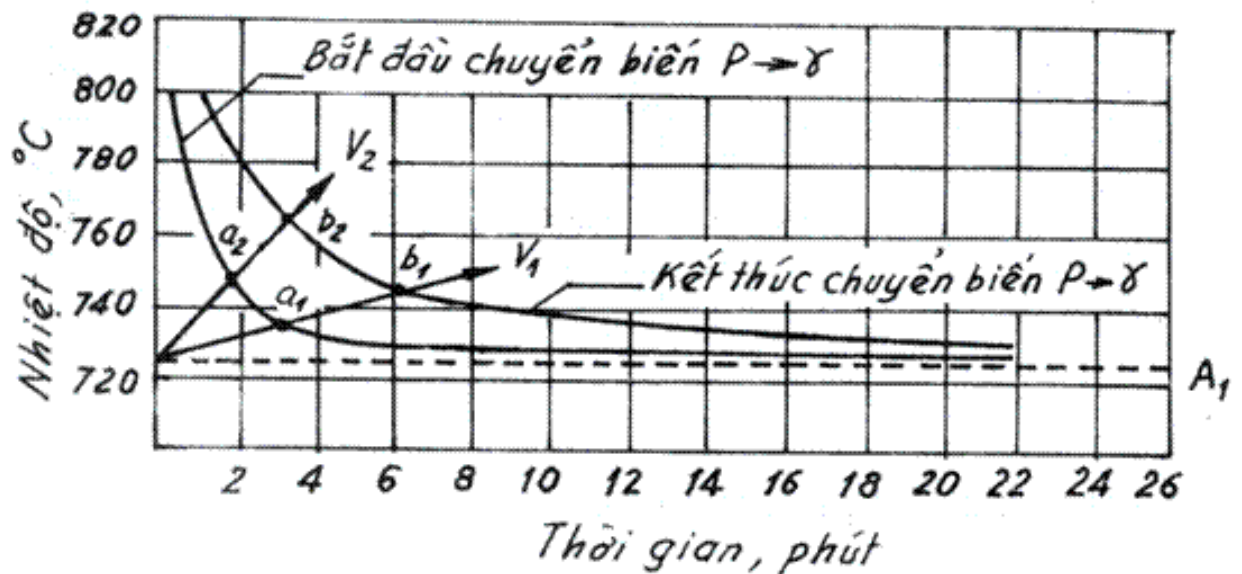
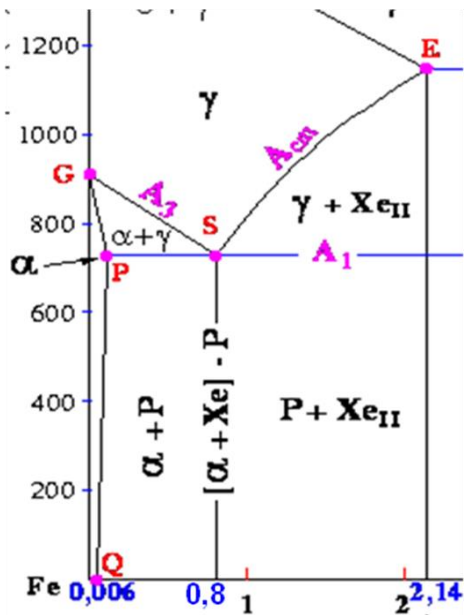
Trong các chuyển biến đó, chuyển biến cơ bản là tạo thành Austenit từ Peclit;



2.2 Các đặc điểm của chuyển biến Peclit thành Austenit

a, Nhiệt độ chuyển biến

- Chuyển biến **Peclit** thành **Austenit** xảy ra ở 727°C với điều kiện là nung nóng vô cùng chậm
- Với tốc độ nung thực tế, chuyển biến luôn luôn xảy ra ở nhiệt độ lớn hơn 727°C ;



- Như vậy ta thấy rằng: tốc độ nung càng lớn (càng nhanh), chuyển biến $P \rightarrow \gamma$ xảy ra ở nhiệt độ càng cao và thời gian càng ngắn.

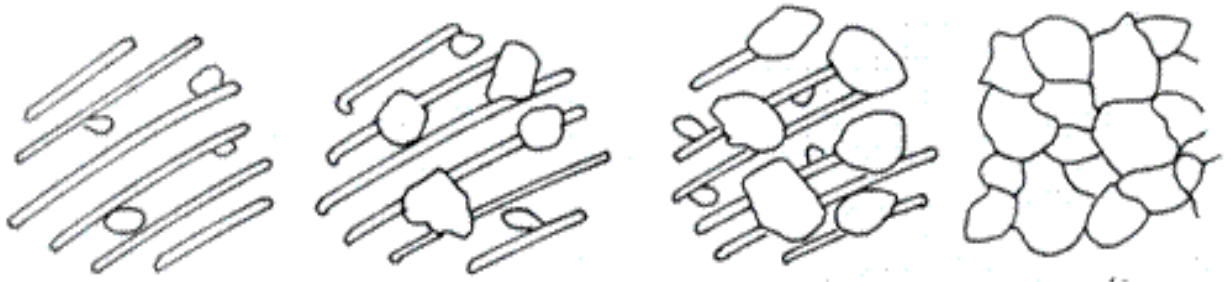
b, Kích thước hạt

- Độ hạt Austenit ảnh hưởng rất lớn đến độ hạt của thép ở nhiệt độ thường do đó ảnh hưởng đến cơ tính của nó;

- Chuyển biến Peclit thành Austenit có cơ chế như quá trình kết tinh tạo mầm và phát triển mầm;

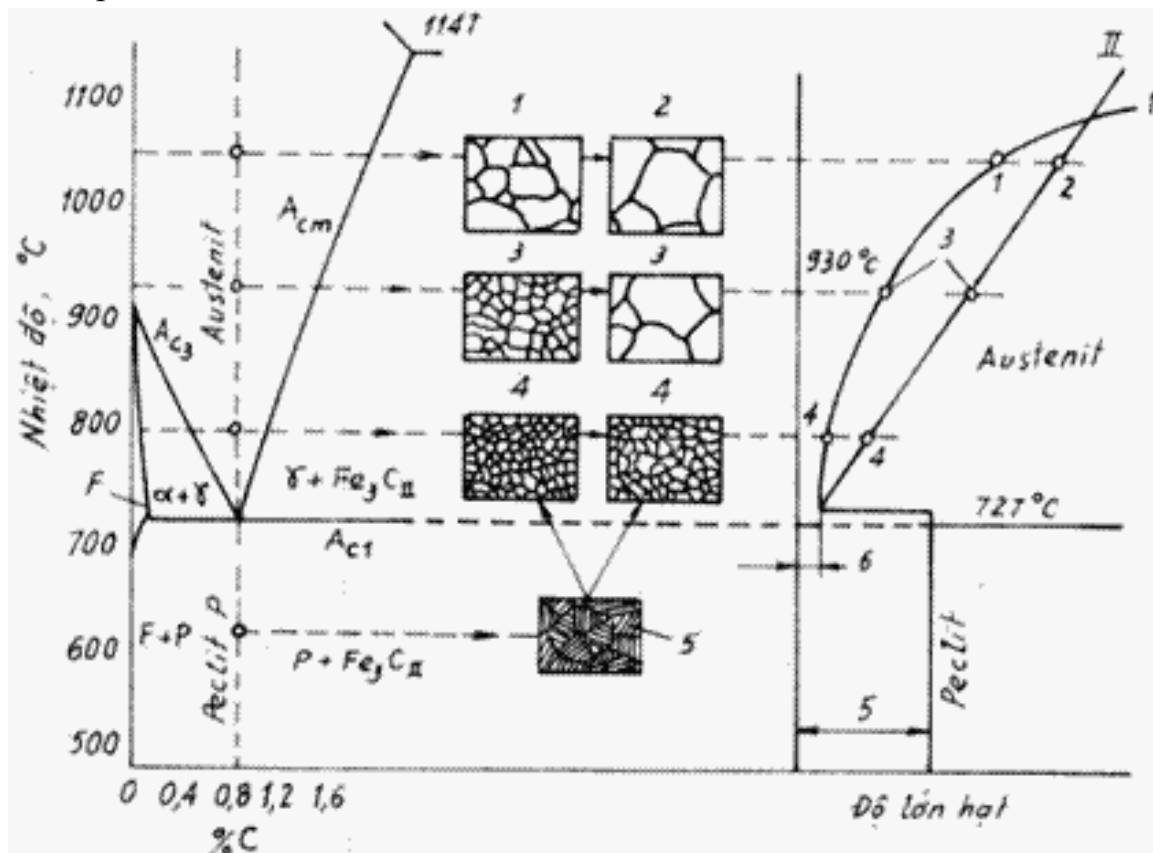
- Các tâm mầm Austenit sinh ra ở biên giới hạt giữa Xe và F lúc mới tạo thành γ có kích thước rất nhỏ, nếu tiếp tục nung nóng thì hạt γ sẽ lớn lên;

$\Rightarrow$ Kích thước hạt γ phụ thuộc vào nhiệt độ nung và thời gian giữ nhiệt. Nhiệt độ nung càng cao, thời gian giữ nhiệt càng dài, hạt γ càng lớn



- Những quy luật lớn lên của hạt γ khi nung nóng ở các loại thép khác nhau cũng khác nhau:

- + Thép có bản chất hạt lớn;
- + Thép có bản chất hạt nhỏ.



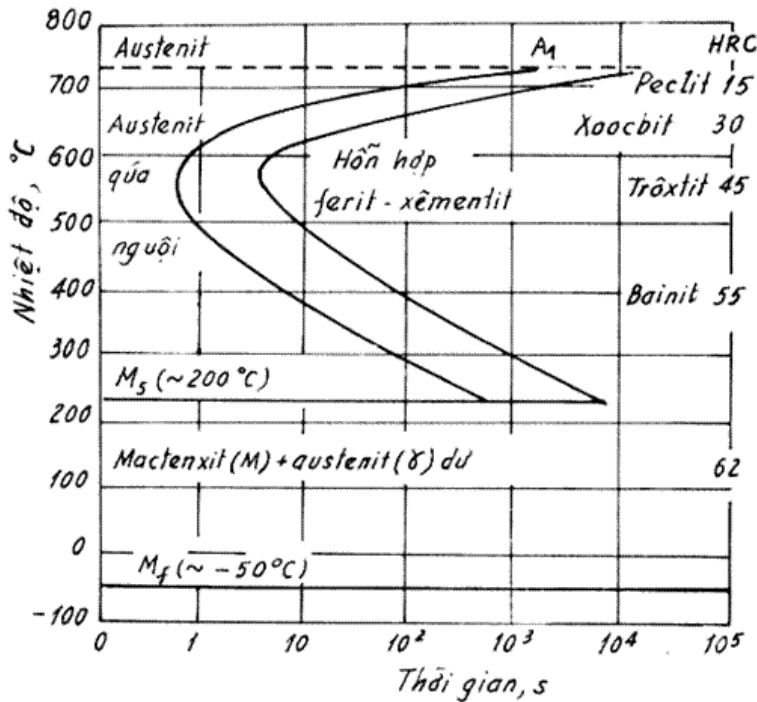
2.3 Các quá trình xảy ra khi giữ nhiệt

- Giai đoạn giữ nhiệt là rất cần thiết để:
 - + Làm đồng đều nhiệt độ giữa bề mặt và lõi, để lõi cũng có chuyển biến như bề mặt;
 - + Đủ thời gian cần thiết sẽ tạo điều kiện để các chuyển biến xảy ra hoàn toàn;
 - + Làm đồng đều thành phần hoá học của Austenit. Do γ được tạo ra từ **F** và **Xe** có thành phần Cacbon rất khác nhau.
- ⇒ Thời gian giữ nhiệt chỉ nên lấy vừa đủ, không nên quá dài vì làm cho hạt γ quá lớn, thép bị giòn.

2.4 Chuyển biến xảy ra khi làm nguội chậm AUSTENIT

2.4.1 Chuyển biến của Austenit khi làm nguội đẳng nhiệt

- Là phương pháp làm nguội nhanh **Austenit** xuống dưới A_1 giữ nhiệt ở nhiệt độ này rồi xác định thời gian bắt đầu và kết thúc sự chuyển biến từ $\gamma \rightarrow P$.



* Gian đồ T-T-T

+ Ở nhiệt độ cao hơn 727°C :

– γ hoàn toàn ổn định;

+ Bên trái chữ “C” thứ nhất:

– γ quá nguội;

+ Giữa hai chữ “C”:

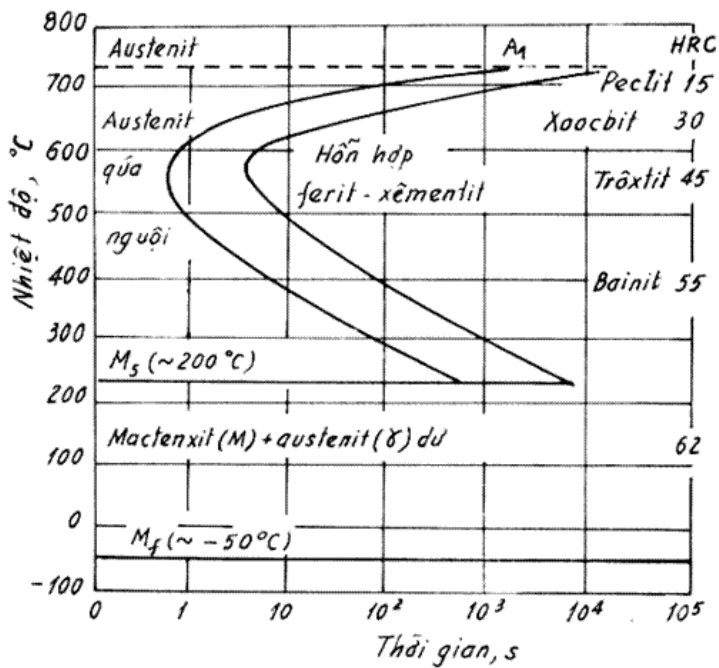
– γ chuyển biến (γ, P, Xe);

+ Bên phải chữ “C”:

– các sản phẩm phân hoá đẳng nhiệt của γ ;

+ Dưới đường M_s :

– Mactenxit + γ dư.



Các sản phẩm phân hoá đẳng nhiệt của Austenit quá nguội

- Khi γ phân hoá ở $700^{\circ}\text{C} \rightarrow$ **Peclit** [F + Xe] (Xe có dạng tấm với kích thước thô to), có độ cứng $10 \div 15$ HRC;

- Khi γ phân hoá ở $600 \div 700^{\circ}\text{C} \rightarrow$ **Xoocbit** [F + Xe] (Xe có dạng tấm với kích thước $10^{-1} \div 10^{-4}$ mm), có độ cứng khoảng $20 \div 35$ HRC, ký hiệu là **X**;

- Khi γ phân hoá ở $500 \div 600^{\circ}\text{C} \rightarrow$ **Trustit** [F + Xe] (Xe dạng tấm rất nhỏ mịn với kích thước, 10^{-5} mm), ký hiệu **T**. Độ cứng của nó khoảng 40 HRC;

$\Rightarrow$ **P, X, T** đều là hỗn hợp cơ học của **F** và **Xe** trong đó **Xe** ở dạng tấm nhưng với mức độ nhỏ mịn khác nhau.

- Khi γ phân hoá ở $< 500^{\circ}\text{C} \rightarrow$ **Bainit** [F + Xe] (Xe có dạng tấm với kích thước nhỏ mịn, 10^{-6} mm), có độ cứng $50 \div 55$ HRC, bao gồm:

+ Bainit trên khi γ phân hoá ở $350 \div 500^{\circ}\text{C}$;

+ Bainit dưới khi γ phân hoá ở $250 \div 350^{\circ}\text{C}$.

- Bainit có đặc điểm:

+ %C trong **F** lớn hơn giới hạn hoà tan một chút (0,1%);

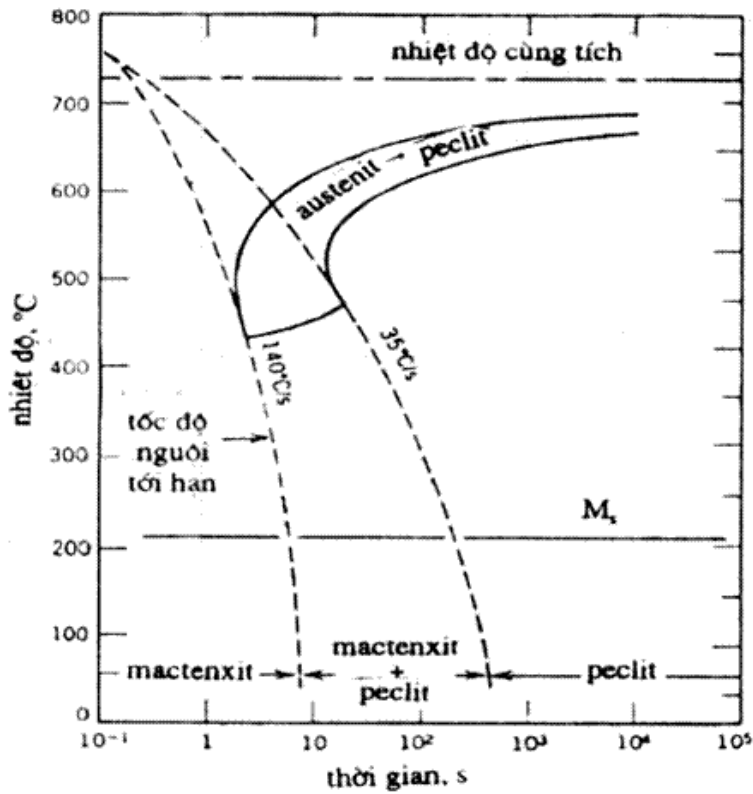
+ Có một ít γ dư.

$\Rightarrow$ Là chuyển biến trung gian, giữa chuyển biến **Peclit** và chuyển biến **Mactenxit**

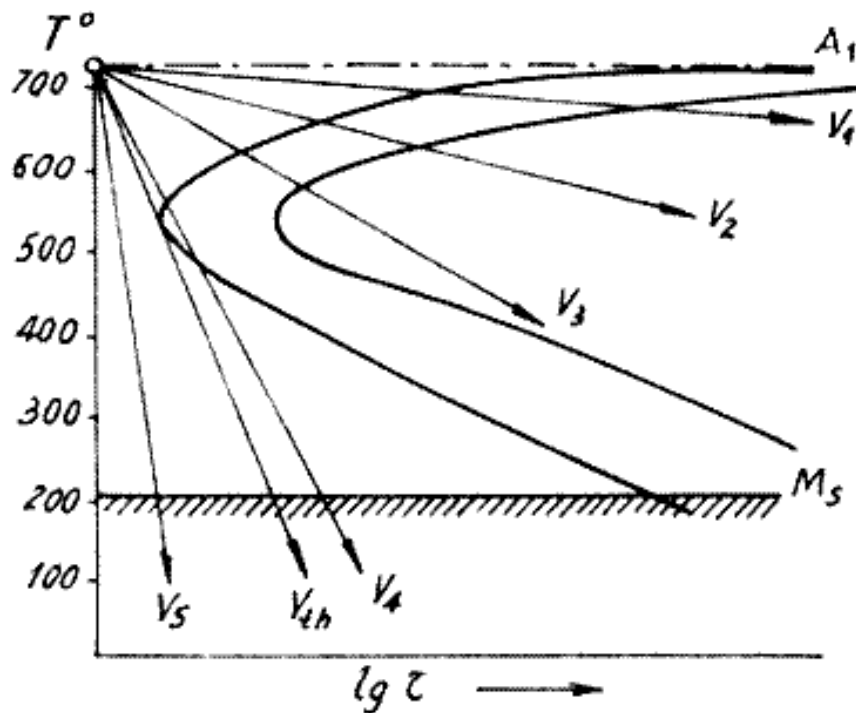
2.4.2 Chuyển biến của Austenit khi làm nguội liên tục

* Đặc điểm của sự phân hoá **Austenit** khi làm nguội liên tục là:

a, Với các tốc độ nguội khác nhau, γ bị quá nguội đến các nhiệt độ khác nhau và phân hoá thành các tổ chức khác nhau tương ứng với các nhiệt độ đó.



- Làm nguội chậm cùng lò, $V_1: \gamma \rightarrow \mathbf{P}$ (P dạng tấm, độ cứng thấp)
- Làm nguội trong không khí tĩnh, $V_2: \gamma \rightarrow \mathbf{X}$
- Làm nguội trong không khí nén, $V_3: \gamma \rightarrow \mathbf{T}$
- Làm nguội trong dầu, $V_4: \gamma \rightarrow \mathbf{T} + \mathbf{M}$
- Làm nguội trong nước, $V_5: \gamma \rightarrow \mathbf{M}$



b, Tổ chức nhận được không đồng nhất trên toàn bộ tiết diện

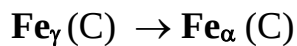
- Bề mặt thường nhận được tổ chức có độ cứng cao hơn bên trong lõi.
- c, Không đạt được tổ chức hoàn toàn là Bai-nít,
- Có thể đạt được tổ chức này cùng với Trustit và Mactenxit.
- d, Những đặc điểm trên chỉ đúng đối với thép Cacbon
- Với các thép hợp kim các đặc điểm trên không còn phù hợp nữa.

2.5 Chuyển biến MACTENXIT

- Khi nguội nhanh **Austenit** với tốc độ thích hợp:

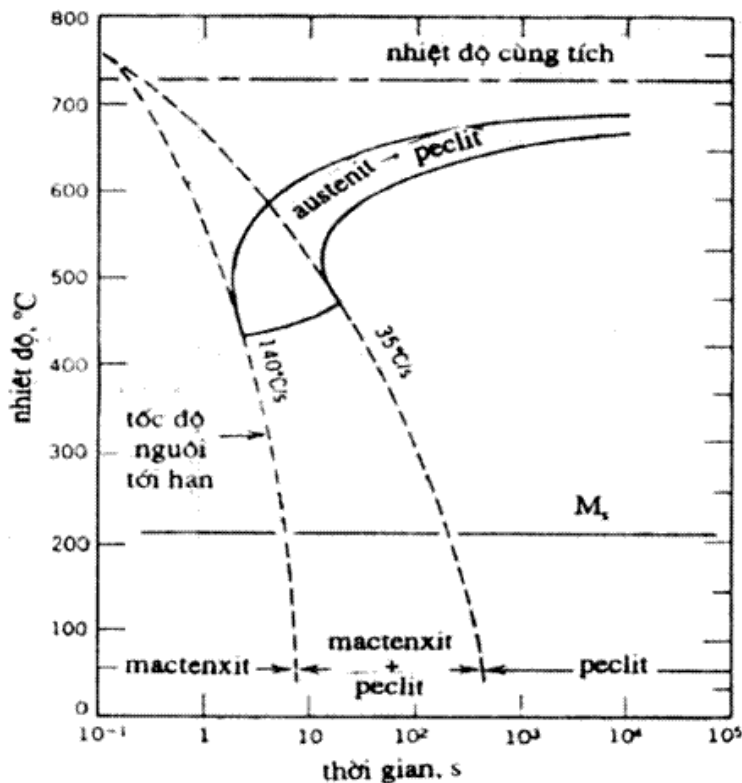
$$V \geq V_{th} \quad (V_{th} - \text{Tốc độ làm nguội tới hạn})$$

xuất hiện chuyển biến:



Austenit → **Mactenxit**

- Đây là sự chuyển biến thù hình (chuyển kiểu mạng tinh thể)

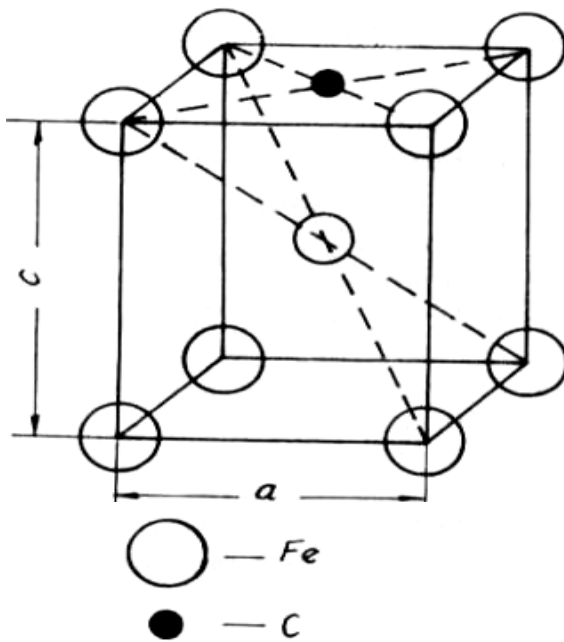


2.5.1 Khái niệm về Mactenxit

- **Mactenxit** là dung dịch rắn xen kẽ quá bão hoà của Cacbon trong Fe_α với nồng độ của Cacbon như của **Austenit**, có kiểu mạng chính phương tâm khối và có độ cứng cao.

+ Một số đặc tính của Mactenxit:

- Là quá trình chuyển mạng của Fe_γ (tâm mặt) sang Fe_α (tâm khối);
- Là tổ chức Fe_α quá bão hoà (0,8%);
- Nguyên tử Cacbon hoà tan trong Fe_α kiểu xen kẽ làm thay đổi kiểu mạng;
- Có mạng chính phương thể tâm, nên độ cứng cao.



2.5.2 Các đặc điểm của chuyển biến *Mactenxít*

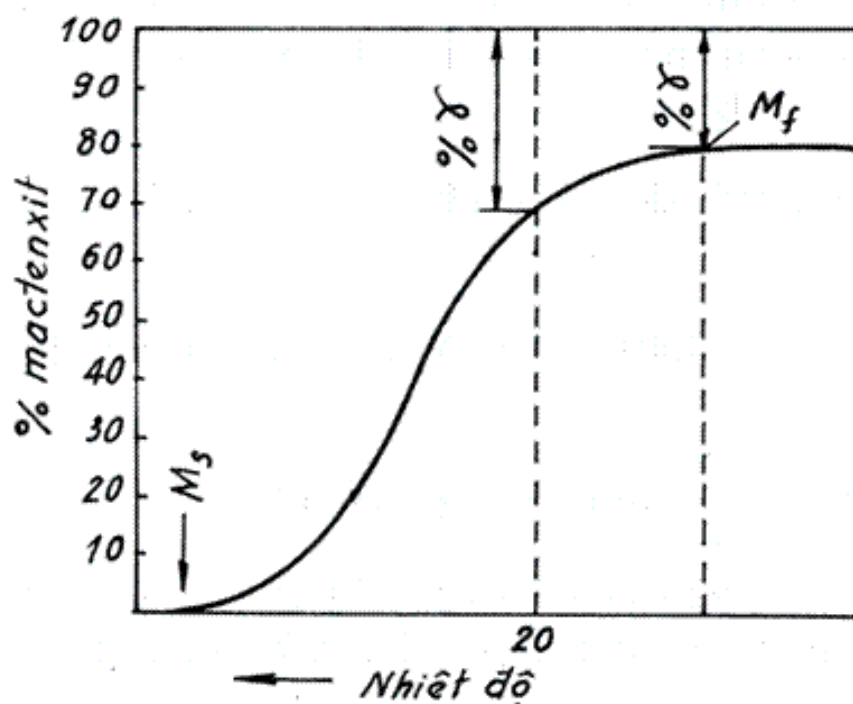
+ Chuyển biến ***Mactenxít*** chỉ xảy ra khi làm nguội nhanh và liên tục với vận tốc độ: $V \geq V_{th}$;

+ Là chuyển biến không khuếch tán: ***Cacbon*** hầu như vẫn giữ nguyên vị trí, còn ***Fe*** chuyển dời vị trí để tạo kiểu mạng mới là mạng lập phương tâm khối;

+ Là quá trình tạo ra không ngừng các tinh thể mới với tốc độ phát triển rất lớn khoảng $1000 \div 7000$ m/s. Tinh thể ***Mactenxít*** có dạng hình kim (hai đầu nhọn);

+ Chỉ xảy ra trong khoảng giữa hai nhiệt độ (điểm) M_s và M_f ;

+ Là chuyển biến xảy ra không hoàn toàn (còn có γ dư).

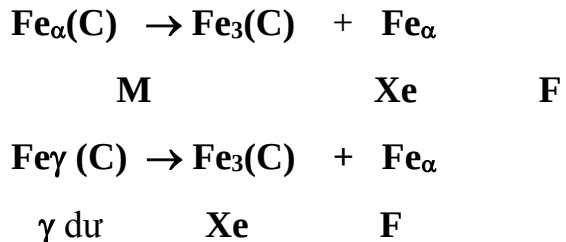


2.6 CHUYỂN BIẾN KHI NUNG NÓNG THÉP ĐÃ TÔI - RAM

- **Ram** là nguyên công sau tôi nhằm để điều chỉnh độ cứng, theo yêu cầu và khử bỏ ứng suất dư bên trong.

2.6.1 Tính không ổn định của *Mactenxit* và *Austenit dư*

- **M** và γ dư trong thép là các pha không ổn định $\Rightarrow$ có xu hướng tiết hết các bon ra để trở thành **P** (**F** + **Xe**). Chuyển biến xảy ra như sau:



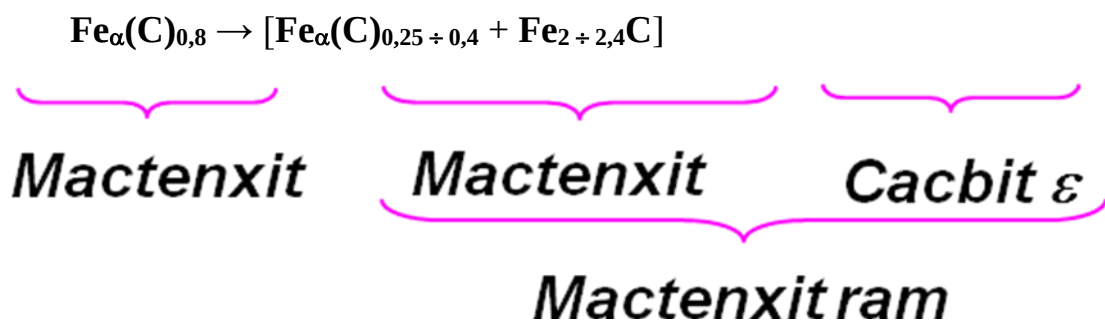
- **M** và γ chuyển biến thành **P** (**F** + **Xe**), là chuyển biến không trực tiếp mà phải qua tổ chức trung gian là **Mactenxit ram**. Chuyển biến xảy ra như sau:



2.6.2 Các chuyển biến xảy ra khi Ram

* **Giai đoạn I** ($< 200^\circ\text{C}$)

- γ dư chưa chuyển biến;
- **Mactenxit** chuyển biến như sau:

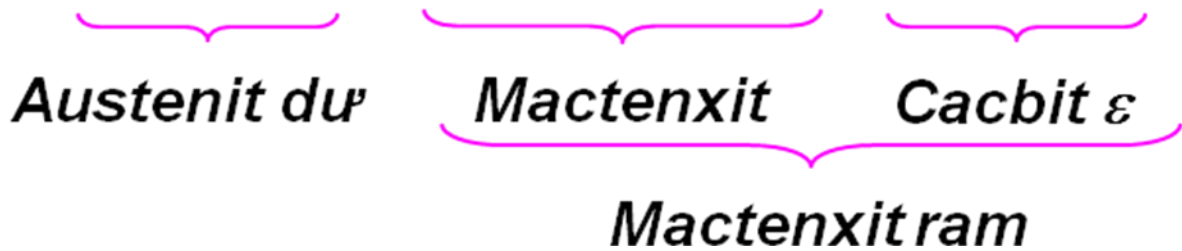


$\Rightarrow$ + Tổ chức của giai đoạn này là: **Mactenxit ram** + γ dư

+ Tỷ số $\frac{C}{a}$ giảm

* **Giai đoạn II** ($200 \div 260^\circ\text{C}$)

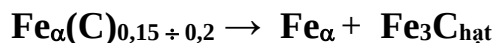
- **Mactenxit** tiếp tục tiết Cacbon;
- γ chuyển biến thành Mactenxit ram:



- $\Rightarrow$ + Tổ chức của giai đoạn này là: **Mactenxit ram**;
- + Giảm được ứng suất dư, có độ bền gần như Mactenxit tôi;
- + Tỷ số $\frac{c}{a}$ giảm mạnh.

*** Giai đoạn III (260 ÷ 400°C)**

- **Mactenxit** nghèo Cacbon chuyển biến thành **Ferit**;
- **Cacbit ε** chuyển biến **Xementit** ở dạng hạt;



- $\Rightarrow$ + Tổ chức của giai đoạn này là: **Troxtit ram**;
- + Độ cứng giảm đi rõ rệt;
- + Ứng suất được khử bỏ hết, tính đàn hồi tăng lên mạnh;
- + Tỷ số $\frac{c}{a} = 1$

*** Giai đoạn IV (> 400°C)**

- Chỉ có thay đổi về hình dáng và kích thước hạt của **F** và **Xe**;
- Hạt **Xe** có dạng hình cầu, hạt **F** có dạng hình dạng đa cạnh;
- Ở 500 ÷ 650°C được hỗn hợp **F** và **Xe** được gọi là **Xoobit ram** có cơ tính tổ hợp tốt nhất, đặc biệt là độ dai va đập cao.;
- 700°C được hỗn hợp **F** và **Xe**, Xe kết tụ lại thành hạt khá to được gọi là **Peclit ram**;
- Độ cứng giảm (**Xe**), thép trở nên mềm;
- Quá trình nguội của thép sau ram không có chuyển biến gì nữa.

3. Ủ VÀ THƯỜNG HOÁ THÉP

3.1 Ủ thép

a, Định nghĩa

- Là phương pháp nung nóng chi tiết đến nhiệt độ xác định, giữ nhiệt lâu rồi làm nguội chậm cùng lò để đạt được tổ chức ổn định **P** với độ cứng, độ bền thấp nhất và độ dẻo cao.

Đặc điểm:

- + Nhiệt độ ủ không có quy luật tổng quát, mỗi phương pháp ủ ứng với một nhiệt độ nhất định;
- + Làm nguội với tốc độ rất chậm (cùng lò) để đạt được tổ chức cân bằng;
- + Thép cùng tích tổ chức nhận được sau khi ủ là **P**. Với thép trước cùng tích có thêm **F**, thép sau cùng tích có thêm **Xe_{II}**.

Mục đích:

- Có nhiều phương pháp ủ mà mỗi phương pháp chỉ đạt một, hai hoặc ba trong năm mục đích sau:
 - + Giảm độ cứng để dễ tiến hành gia công cắt gọt;
 - + Làm tăng độ dẻo để dễ tiến hành biến dạng nguội như: dập, cán, kéo;
 - + làm giảm hoặc khử bỏ ứng suất bên trong gây nên bởi gia công gia công cơ khí như: đúc, hàn, cắt, biến dạng dẻo;
 - + Làm đồng đều thành phần hoá học trên vật đúc bị thiên tích;
 - + Làm nhỏ hạt.

b, Các phương pháp ủ không có chuyển biến pha.

- Được tiến hành ở nhiệt độ nhỏ hơn Ac_1 do đó không có sự chuyển biến pha từ Peclit sang Austenit gồm:
 - + Ủ thấp và ủ kết tinh lại.

*** Ủ thấp**

- Là phương pháp ủ ở nhiệt độ $200 \div 600^\circ C$ với mục đích làm giảm hay khử bỏ ứng suất bên trong ở các vật đúc hay sản phẩm qua gia công cơ khí.
- + Ủ ở nhiệt độ $200 \div 300^\circ C$ chỉ khử bỏ được một phần ứng suất bên trong;
- + Ủ ở nhiệt độ $450 \div 600^\circ C$ trong $1 \div 2h$ sẽ khử bỏ được hoàn toàn ứng suất bên trong.

*** Ủ kết tinh lại**

- Là phương pháp ủ được tiến hành ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ kết tinh lại của thép (khoảng $600 \div 700^\circ C$).
- Đặc điểm:
 - + Làm giảm độ cứng và làm thay đổi kích thước hạt;
 - + Hiện nay phương pháp này ít dùng đối với thép vì dễ gây ra hạt lớn.

c, Các phương pháp ủ có chuyển biến pha.

- Các phương pháp ủ này có nhiệt độ ủ cao hơn Ac_1 có xảy ra chuyển biến pha Peclit $\rightarrow$ Austenit khi nung nóng với hiệu ứng làm nhỏ hạt, gồm:
 - + Ủ hoàn toàn;

- + Ủ không hoàn toàn và ủ cầu hoá;
- + Ủ đẳng nhiệt;
- + Ủ khuếch tán.

*** Ủ hoàn toàn**

- Là phương pháp ủ nung thép đến trạng thái hoàn toàn là Austenit, áp dụng cho thép trước cùng tích có thành phần Cacbon trong khoảng $0,3 \div 0,65\%$.

$$T_u^0 = A_{c3} + (20 \div 30)^0C$$

Mục đích:

- + Làm nhỏ hạt (hạt γ nhỏ $\rightarrow$ Tổ chức F – P có hạt nhỏ);
- + Làm giảm độ cứng, tăng độ dẻo (HB $160 \div 200$).

*** Ủ không hoàn toàn và ủ cầu hoá**

Ủ không hoàn toàn

- Là phương pháp ủ nung thép đến trạng thái hoàn toàn là Austenit, áp dụng cho thép cùng tích, sau cùng tích và thép trước cùng tích với $0,7\%C$.

$$T_u^0 = A_{c1} + (20 \div 30)^0C = 750 \div 760^0C$$

Đặc điểm:

- + Chỉ có Peclit chuyển biến thành Austenit, còn Ferit hoặc Xementit vẫn chưa chuyển biến;
- + $A_{c1} < T_u^0 < A_{c3}$;
- + Tổ chức nhận được là Peclit hạt để dễ cắt gọt (HB < 200).

Ủ cầu hoá

- Là một dạng đặc biệt của ủ không hoàn toàn, trong đó nhiệt độ nung dao động tuần hoàn trên dưới A_{c1} .

+ Quá trình như sau: nung lên tới $750 \div 760^0C$ giữ nhiệt khoảng 5 phút rồi làm nguội xuống dưới $650 \div 660^0C$ giữ nhiệt khoảng 5 phút rồi làm nguội,... cứ thế nhiều lần. Với cách ủ như vậy sẽ xúc tiến nhanh quá trình cầu hoá Xe có dạng hạt để tạo thành P hạt.

*** Ủ đẳng nhiệt**

- Là phương pháp ủ sau khi nung nóng đến nhiệt độ ủ giữ nhiệt, rồi làm nguội nhanh xuống dưới A_{r1} khoảng $(50 \div 100)^0C$, giữ nhiệt lâu ở nhiệt độ này để Austenit phân hoá thành Peclit.

Đặc điểm:

- + Áp dụng cho phép hợp kim cao;
- + Làm nguội theo phương thức đẳng nhiệt;
- + Đối với thép trước cùng tích $T_u^0 = T_{u\text{ht}}^0$ tổ chức nhận được là **P** tấm;
- + Đối với thép cùng tích và sau cùng tích $T_u^0 = T_{u\text{kht}}^0$ tổ chức nhận được là **P** hạt.

*** Ủ khuếch tán**

- Là phương pháp ủ mà nhiệt độ ủ rất cao, thời gian giữ nhiệt rất dài.

$$T_u^0 = (1100 \div 1150)^{\circ}\text{C}$$

$$t_u = (10 \div 15)\text{h}$$

Mục đích:

- + Làm tăng khả năng khuếch tán;
- + Làm đều thành phần hoá học giữa các vùng trong bản thân mỗi hạt.
- + Áp dụng cho thép hợp kim cao khi đúc bị thiên tích;
- + Tổ chức nhận được sau ủ khuếch tán là hạt trở nên rất to.

3.2 Thường hoá thép

a, Định nghĩa

- Là phương pháp nung nóng chi tiết đến trạng thái hoàn toàn là Austenit giữ nhiệt và làm nguội trong không khí tĩnh để đạt tổ chức gần cân bằng.

So với ủ:

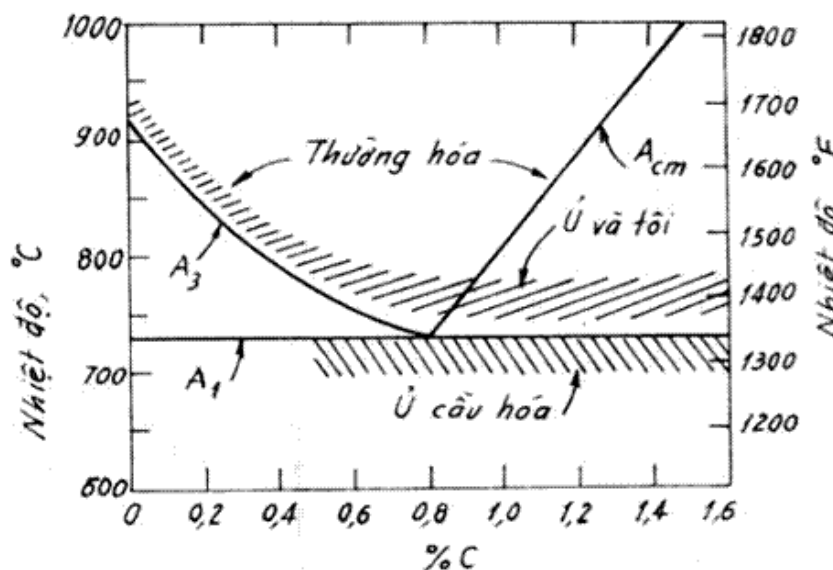
- + Nhiệt độ nung giống như ủ hoàn toàn nhưng áp cho cả thép sau cùng tích:
 - Thép trước cùng tích: $T_u^0 = A_{c3} + (20 \div 30)^{\circ}\text{C}$;
 - Thép sau cùng tích: $T_u^0 = A_{cm} + (20 \div 30)^{\circ}\text{C}$.
- + Tốc độ nguội nhanh hơn đôi chút;
- + Tổ chức nhận được là gần cân bằng với độ cứng cao hơn.

b, Mục đích và lĩnh vực áp dụng

- Tăng độ cứng của thép Cacbon thấp ($\leq 0,25\%\text{C}$) để dễ gia công cắt gọt;
- Làm nhỏ hạt Xe chuẩn bị cho nhiệt luyện kết thúc;
- Làm mất lưới của Xe_{II} trong thép sau cùng tích.

Chú ý

- + Thép $< 0,25\%\text{C}$ - thường hoá;
- + Thép $0,3 \div 0,65\%\text{C}$ - Ủ hoàn toàn;
- + Thép $> 0,7\%\text{C}$ - Ủ không hoàn toàn.



4. TÔI THÉP

4.1 Định nghĩa và mục đích

a, Định nghĩa

- Tôi thép là phương pháp nhiệt luyện nung thép đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tới hạn (A_{c1}) để làm xuất hiện Austenit, giữ nhiệt rồi làm nguội nhanh để biến nó thành Martensit hay các tổ chức không ổn định khác có độ cứng cao.

Đặc điểm:

- + $T_t^0 > A_{c1}$ để tạo ra Austenit;
- + $V_{ngүй} \geq V_{th}$, có ứng nhiệt, ứng suất tổ chức lớn, dễ nứt, cong vênh, biến dạng;
- + Tổ chức tạo thành cứng và không ổn định.

b, Mục đích

- Nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn (kết hợp với ram thấp);

VD:

- + Thép 0,4÷0,65%C đạt độ cứng HRC 52÷58;
- + Thép 0,7÷1,0%C đạt độ cứng HRC 60÷64;
- + Thép 1,0÷1,5%C đạt độ cứng HRC 65÷66.

4.2 Chọn nhiệt độ tôi thép

a, Đối với thép Cacbon

- Nhiệt độ tôi của thép Cacbon được xác định theo giản đồ Fe – C nhờ các điểm tới hạn A_1, A_3 .

* Đối với thép trước cùng tích và cùng tích ($\leq 0,8\%C$)

- + $T_t^0 = A_{c3} + (30 \div 50^\circ C)$ tạo ra trạng thái hoàn toàn γ ;
- + Tổ chức đạt được là sau tôi là **M** + γ dư;
- + Tôi hoàn toàn?;

* Đối với thép sau cùng tích ($\geq 0,9\%C$)

- + $T_t^0 = A_{c1} + (30 \div 50^\circ C)$ để tạo ra trạng thái ($\gamma + X_{eII}$);
- + Tổ chức đạt được là sau tôi là **M** + X_{eII} + γ dư;
- + Tôi không hoàn toàn?

b, Đối với thép hợp kim

* Đối với thép hợp kim thấp (tổng lượng hợp kim $\leq 2,5\%$)

- + $T_t^0 = T_t^0$ của thép cacbon tương đương + $(10 \div 20^\circ C)$.

* Đối với thép hợp kim trung bình và cao (tổng lượng hợp kim $> 2,5\%$)

- + Tra theo sổ tay nhiệt luyện đối với từng mác thép cụ thể.

4.3 Chọn môi trường tôi thép

a, Nước

- Là môi trường tôi mạnh, an toàn, rẻ tiền, dễ kiểm nên thường dùng nhiều.

Đặc điểm

- + Nước lạnh ($10 \div 30^{\circ}\text{C}$) có tốc độ nguội khá lớn (600°C/s), nên dễ gây cong vênh, nứt và biến dạng;
- + Khi tôi nước bị nóng lên thì tốc độ nguội lại giảm mạnh, nước nóng đến 50°C , thì còn lại chỉ 100°C/s ;
- + Tổ chức đạt được sau tôi là Mactenxit;
- + Là môi trường tôi cho thép Cacbon, nhưng không thích hợp cho các chi tiết phức tạp.

b, Dung dịch xút và dung dịch muối

- Các dung dịch muối NaCl , Na_2CO_3 (10%) và dung dịch xút (NaOH , KOH) với nồng độ thích hợp là các môi trường tôi mạnh nhất.

Đặc điểm:

- + Tốc độ nguội đạt $1100^{\circ}\text{C/s} \div 1200^{\circ}\text{C/s}$;
- + Tăng khả năng tôi cứng của thép do tốc độ nguội ở nhiệt độ cao tăng;
- + Tổ chức đạt được sau tôi là Mactenxit;
- + Ít gây cong vênh, nứt vì không tăng tốc độ nguội ở nhiệt độ thấp.

c, Dầu

- Là môi trường tôi thường dùng có tốc độ nguội nhỏ, gồm các loại dầu máy, dầu khoáng vật.

Đặc điểm:

- + Tốc độ nguội đạt $100^{\circ}\text{C/s} \div 150^{\circ}\text{C/s}$;
- + Khi tôi dầu dễ bị bốc cháy;
- + Tốc độ nguội ở $200^{\circ}\text{C} \div 300^{\circ}\text{C}$ khoảng $20^{\circ}\text{C/s} \div 25^{\circ}\text{C/s}$ nên tránh được cong vênh, nứt;
- + Là môi trường tôi gây hại cho sức khỏe và môi trường;
- + Tổ chức đạt được sau tôi là Mactenxit;
- + Thường được dùng để tôi thép hợp kim và thép Cacbon có tiết diện phức tạp.

d, Một số môi trường tôi khác

+ Môi trường không phải chất lỏng, như: khí nén, không khí tĩnh, tấm thép, tấm đồng, muối nóng chảy,... Thích ứng với thép hợp kim cao, V_{th} nhỏ;

- Yêu cầu đối với môi trường tôi

- + Làm nguội nhanh thép ở trong khoảng Austenit kém ổn định nhất $500 \div 600^{\circ}\text{C}$, để đạt được tổ chức Mactenxit;
- + Làm nguội chậm thép ở ngoài khoảng nhiệt độ trên để giảm ứng suất tổ chức;
- + Mức độ tự động hoá cao, kinh tế, an toàn và bảo vệ môi trường.

4.4 Tốc độ tôi tới hạn và độ thấm tôi

a, Tốc độ tôi tới hạn

- Là tốc độ nguội nhỏ nhất cần thiết để có chuyển biến $\gamma \rightarrow \mathbf{M}$, có thể xác định gần đúng V_{th} theo công thức sau:

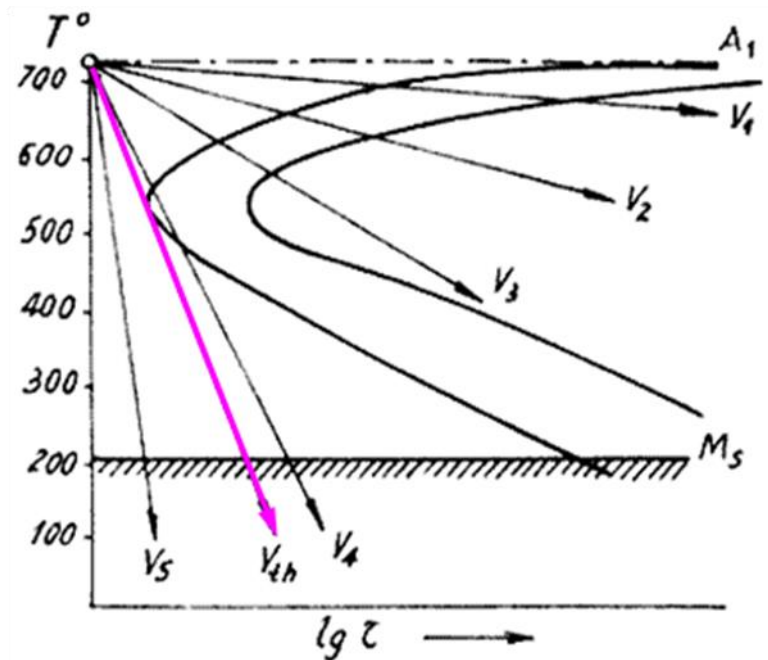
$$V_{th} = \frac{A_1 - T_m^0}{t_m}, \quad ^\circ\text{C/s}$$

Trong đó:

A_1 - là nhiệt độ tới hạn dưới của thép;

T_m^0, t_m - là nhiệt độ, thời gian ứng với γ quá nguội kém ổn định nhất.

- Tốc độ tôi tới hạn V_{th} nhỏ thì thép càng dễ tôi.



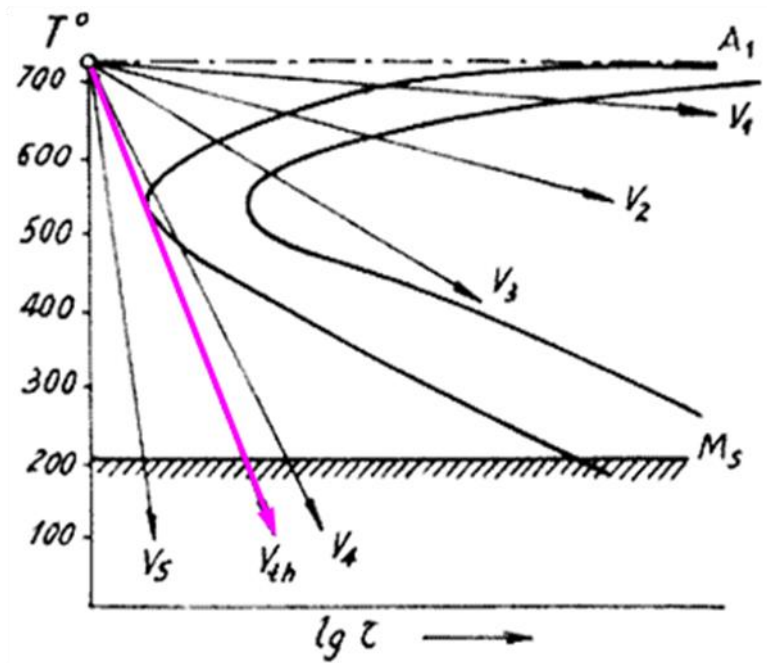
b, Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ tôi tới hạn

+ Thành phần hợp kim của γ

- Austenit càng giàu các nguyên tố hợp kim thì đường “C” càng dịch sang phải, V_{th} càng nhỏ;

- Thép 2÷3% nguyên tố hợp kim có $V_{th} \approx 100^\circ\text{C/s}$;

- Thép 5÷7% nguyên tố hợp kim có $V_{th} \approx 25^\circ\text{C/s}$.



+ Sự đồng nhất của γ

- Austenit càng đồng nhất càng dễ biến thành Mactenxit

+ Kích thước hạt γ

- Hạt Austenit càng lớn, biên giới hạt càng ít, càng khó chuyển biến thành hỗn hợp Ferit – cacbit, làm giảm V_{th} .

+ Các phần tử rắn chưa tan hết vào γ

- Thúc đẩy chuyển biến thành hỗn hợp Ferit – cacbit, làm tăng V_{th} .

c, Độ thấm tôi

* Định nghĩa

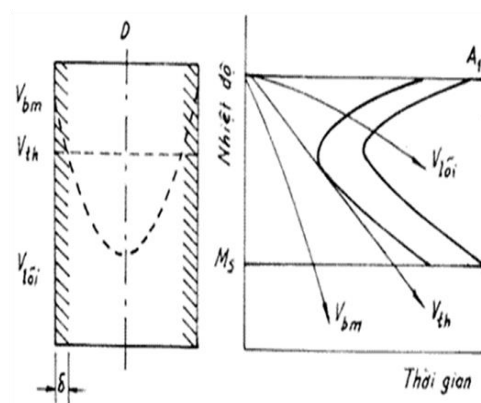
- Độ thấm tôi là chiều dày lớp được tôi cứng có tổ chức **M**;

* Các yếu tố ảnh hưởng đến độ thấm tôi

Gồm:

- Sự đồng nhất của γ ;
- Kích thước hạt γ lớn;
- Hợp kim hoá γ ;
- $V_{nguội}$.

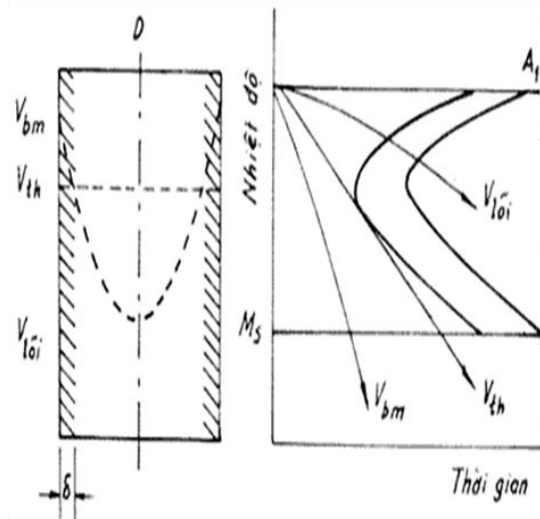
- chiều dày thấm tôi



*** Ý nghĩa của độ thấm tôi**

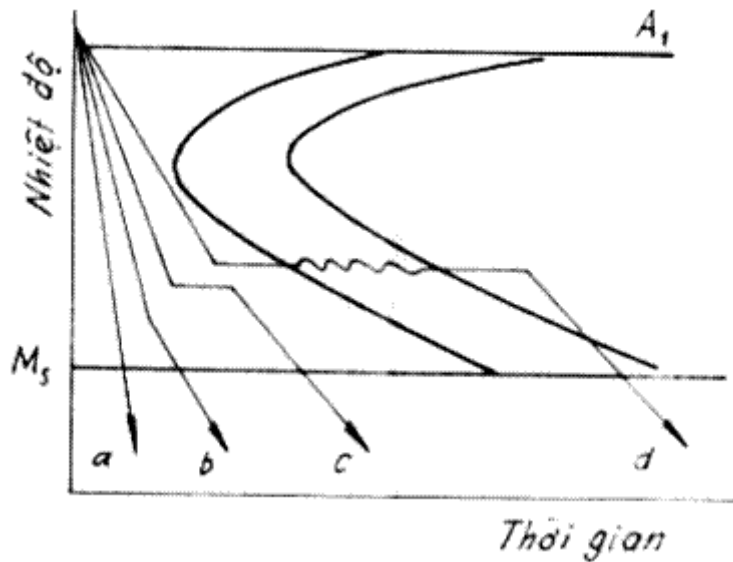
- Biểu thị khả năng hoá bền của thép bằng nhiệt luyện (tôi + ram):
- + Lớp tôi càng dày thì sức chịu tải của chi tiết càng tăng;
- + Lựa chọn mác thép phù hợp theo tiết diện và chế độ chịu tải.

- chiều dày thấm tôi



4.5 Các phương pháp tôi thép

- * Theo nhiệt độ:
 - + Tôi hoàn toàn;
 - + Tôi không hoàn toàn.
- * Theo tiết diện nung nóng:
 - + Tôi thể tích;
 - + Tôi bộ phận (tôi bề mặt).
- * Theo phương thức làm nguội:
 - + Tôi trong một môi trường;
 - + Tôi trong hai môi trường;
 - + Tôi phân cấp;
 - + Tôi đẳng nhiệt.



+ Tôi trong một môi trường

- Là phương pháp tôi đơn giản nhất và thường dùng, được nhúng vào một môi trường làm nguội cho đến khi nguội hẳn.

Áp dụng cho các chi tiết có hình dáng đơn giản làm bằng thép hợp kim và thép Cacbon có %C thấp và trung bình

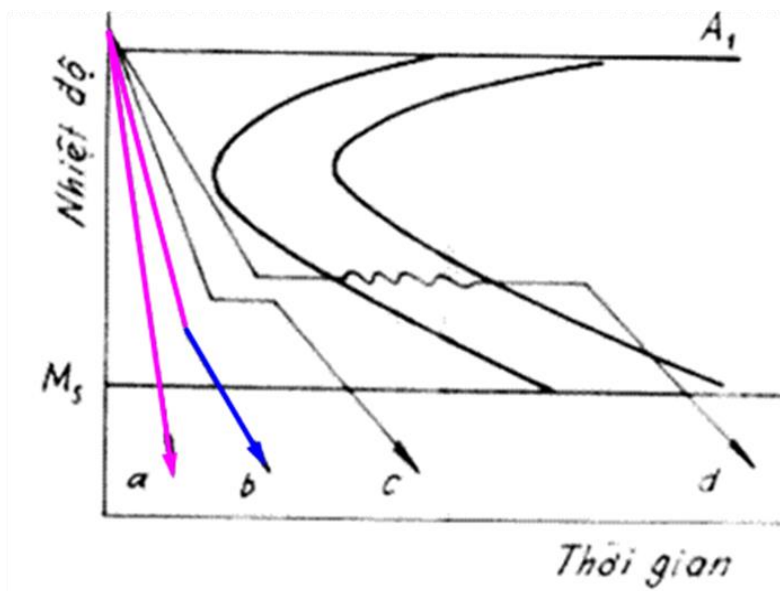
+ Tôi trong hai môi trường

- Qua nước rồi qua dầu;

- Ít xảy ra cong vênh, hoặc nứt và giảm được ứng suất nhiệt;

- Khó xác định thời điểm chuyển chi tiết sang môi trường thứ hai;

- Áp dụng cho thép Cacbon cao, năng suất thấp.

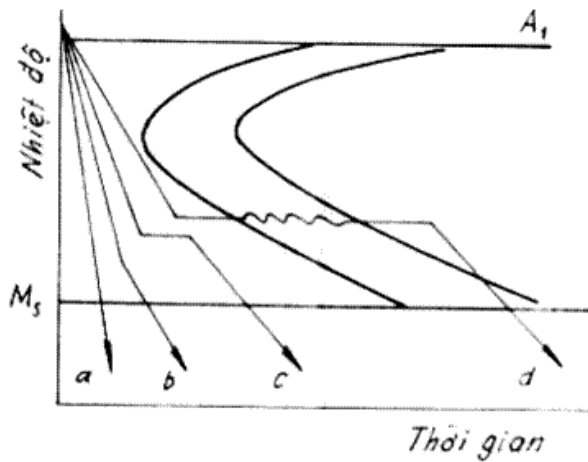


+ Tôi phân cấp

- Môi trường tôi là muối nóng chảy;

- Cho độ cứng cao, ứng suất dư nhỏ, ít bị biến dạng, năng suất thấp, áp dụng cho thép có V_{th} nhỏ;

- + Tôi đẳng nhiệt
- Môi trường tôi là muối nóng chảy;
- Thời gian giữ nhiệt lâu;
- Sau tôi không phải ram, năng suất thấp.



- + Gia công lạnh
- Là phương pháp làm nguội chi tiết sau khi tôi xuống dưới 0°C (-70°C).
- Làm tăng độ cứng của thép Cacbon cao, tăng tính chống mài mòn
- Ổn định kích thước của các dụng cụ đo;
- Tăng từ tính của các nam châm vĩnh cửu.

thường áp dụng cho các dụng cụ cắt, vòng bi, vòi phun cao áp.

+ Tôi tự ram

- Là phương pháp tôi không triệt để. Sử dụng nhiệt của phần lõi để ram.

+ Tôi bộ phận

- Một số chi tiết chỉ cần một số bộ phận cần độ cứng cao, còn các phần khác chỉ cần mềm, do đó người ta chỉ cần tôi bộ phận.

Gồm hai cách:

- Nung nóng bộ phận cần tôi, rồi làm nguội toàn bộ hay làm nguội bộ phận;
- Nung nóng toàn bộ rồi làm nguội bộ phận.

thường áp dụng cho các dụng cụ cầm tay: đục, búa,...

5. RAM THÉP

5.1 Định nghĩa và mục đích

a, Định nghĩa

- Ram là phương pháp nhiệt luyện nung nóng thép đã qua tôi đến nhiệt độ thấp hơn A_{c1} giữ nhiệt để Mactenxit và Austenit dư phân hoá thành các tổ chức có cơ tính phù hợp rồi làm nguội.

b, Mục đích

- Làm giảm ứng suất bên trong để không gây ra nứt, cong vênh, gãy và hư hỏng chi tiết khi làm việc;

- Biến tổ chức *Mactenxit* và *Austenit dư* thành các tổ chức khác có cơ tính thích hợp với điều kiện làm việc của chi tiết.

5.2 Các phương pháp ram thép

a, Ram thấp

- Là phương pháp Ram ở nhiệt độ $150 \div 250^{\circ}\text{C}$ tổ chức nhận là *Mactenxit ram*.

Đặc điểm:

- + Ứng suất bên trong giảm;
- + Làm tăng tính dẻo, dai của chi tiết;
- + Độ cứng giảm rất ít;
- + Áp dụng cho các loại dao cắt, dập nguội, chi tiết sau khi thấm cacbon,...

b, Ram trung bình

- Là phương pháp Ram ở nhiệt độ $300 \div 450^{\circ}\text{C}$ tổ chức nhận là *Trustit ram*.

Đặc điểm:

- + Ứng suất bên trong được khử bỏ hoàn toàn;
- + Làm tăng tính dẻo, dai của chi tiết;
- + Độ cứng giảm đi nhiều;
- + Áp dụng cho các chi tiết như lò xo, nhíp, khuôn rèn, khuôn dập nóng... cần độ cứng tương đối cao và đàn hồi tốt.

c, Ram cao

- Là phương pháp Ram ở nhiệt độ $500 \div 650^{\circ}\text{C}$ tổ chức nhận là *Xoobit ram*.

Đặc điểm:

- + Tạo cơ tính tổng hợp cao, độ bền, độ dẻo, độ dai đều cao;
- + Độ cứng giảm mạnh;
- + Áp dụng cho các chi tiết chịu tải trọng động và tính lớn như thanh truyền, bánh răng trục,...

d, Ram màu và tự ram

- Khi nung ở nhiệt độ thấp $200 \div 350^{\circ}\text{C}$, trên bề mặt thép xuất hiện lớp ôxit mỏng có màu đặc trưng:

- | | |
|---|---|
| + Màu vàng – $220 \div 240^{\circ}\text{C}$; | + màu nâu – $255 \div 265^{\circ}\text{C}$; |
| + màu tím – $285 \div 295^{\circ}\text{C}$; | + màu xanh – $310 \div 330^{\circ}\text{C}$. |

* Ảnh hưởng của thời gian Ram

- Thời gian giữ nhiệt cũng ảnh hưởng đến chuyển biến khi ram và có tác dụng như tăng nhiệt độ.

VD: Khi ram thấp nếu kéo dài thời gian ram hàng chục giờ thì được kết quả như ram trung bình.

6. CÁC KHUYẾT TẬT XẢY RA KHI NHIỆT LUYỆN THÉP

6.1 Biến dạng và nứt

a, Nguyên nhân và tác hại

- Nguyên nhân: là do ứng suất bên trong gây ra khi làm nguội nhanh trong quá trình tôi và nung quá nhanh.

+ Nếu $\sigma_{\text{bên trong}} > \sigma_b \Rightarrow$ nứt, vỡ;

+ Nếu $\sigma_{\text{bên trong}} > \sigma_{0,2} \Rightarrow$ cong vênh, biến dạng.

b, Các biện pháp ngăn ngừa và khắc phục

- Nung nóng và làm nguội với tốc độ hợp lý, đều;
- Nên dung tôi phân cấp, hạ nhiệt trước khi tôi;
- Các chi tiết mỏng phải tôi trong khuôn ép;
- Các chi tiết bị biến dạng có thể đem nắn, ép nóng hoặc nguội.

6.2 Ôxy hoá và thoát cacbon

- Ôxy hoá là hiện tượng tạo nên vảy ôxyt sắt.

- Thoát cacbon là hiện tượng cacbon lớp bề mặt bị giảm đi.

a, Nguyên nhân và tác hại

- Do trong môi trường nung có chứa các thành phần gây ôxy hoá Fe và C như: O_2 , CO_2 , hơi nước,...

- Ôxy hoá làm hụt kích thước, xấu bề mặt chi tiết;

- Thoát cacbon làm giảm độ cứng khi tôi.

b, Các biện pháp ngăn ngừa và khắc phục

- Nung trong môi trường có khí bảo vệ khí trung tính như N_2 , Ar_2 hoặc khí hoàn nguyên như CO , CH_4 , H_2 ,...

- Nung chi tiết trong hộp kín, trong đó chi tiết được phủ than gỗ, hay hàn the hoặc rắc than trên sàn lò;

- Nung chi tiết trong môi trường chân không $10^{-2} \div 10^{-4}$ mmHg có thể chống ôxy hoá và thoát cacbon triệt để cho mọi loại thép và hợp kim;

- Khắc phục bằng cách tăng lượng dư khi gia công, thấm lại cacbon.

6.3 Độ cứng không đạt

- Là hiện tượng độ cứng cao hoặc thấp hơn so với độ cứng mà thép có thể đạt được tương ứng với loại thép và phương pháp nhiệt luyện đó .

a, Độ cứng cao

- Khi ủ và thường hoá thép hợp kim, do tốc độ nguội quá lớn. Độ cứng cao hơn quy định sẽ khó cắt gọt và khó biến dạng dẻo tiếp theo.

b, Độ cứng thấp

- Sau tôi, độ cứng đạt được thấp hơn yêu cầu của mác thép.
 - + Thiếu nhiệt;
 - + Làm nguội chưa đủ nhanh;
 - + Thoát cacbon bề mặt.

6.4 Tính giòn cao

- Là hiện tượng sau khi tôi, thép quá giòn (độ dai quá thấp), trong khi độ cứng vẫn đạt bình thường đúng quy định.
- + Nguyên nhân: Do nhiệt độ nung quá cao, thời gian giữ nhiệt quá dài, hạt thép quá lớn, sau khi tôi Mactenxit có kích thước quá lớn nên giòn.
- + Khắc phục: đem thường hoá rồi đem tôi lại cho đúng chế độ.

CHƯƠNG 4 VẬT LIỆU KIM LOẠI

Giới thiệu: Chương này nhằm cung cấp cho học sinh những kiến thức về vật liệu kim loại trong nghề cắt gọt kim loại

Mục tiêu:

- + Mô tả được phương pháp dùng kính hiển vi quang học hoặc điện tử có độ phóng đại lớn để quan sát cấu trúc tế vi của gang và thép.
- + Trình bày được khái niệm về gang, cách phân loại gang và các yếu tố ảnh hưởng đến tính chất của gang, của thép.
- + Giải thích được thành phần, công dụng và ký hiệu của các loại gang thường dùng, các loại thép cacbon thường dùng.
- + Phân biệt được gang và thép qua màu sắc, tỷ trọng, độ nhám mịn, âm thanh khi gõ, bẻ, đập búa, xem tia lửa khi mài.

Nội dung chính:

1. KHÁI NIỆM VỀ THÉP CACBON

- Phân biệt thép Cacbon và thép hợp kim về thành phần hoá học, tổ chức tế vi, cơ tính và công dụng;
- Tác dụng của Cacbon và các nguyên tố đến tổ chức, cơ tính và khả năng nhiệt luyện của thép;
- Cách phân loại, ký hiệu thép của Liên Xô và Việt Nam .

1.1 Thành phần hoá học

Thép Cacbon là thép thông thường gồm các nguyên tố:

- + $C \leq 2,14\%$; $Mn \leq 0,8\%$; $Si \leq 0,4\%$; $P \leq 0,05\%$; $S \leq 0,05\%$.
- + $Cr, Ni, Cu \leq 0,3\%$; $Mo, Ti \leq 0,05\%$.

1.2 Ảnh hưởng của các nguyên tố đến tổ chức và tính chất

a, Cacbon

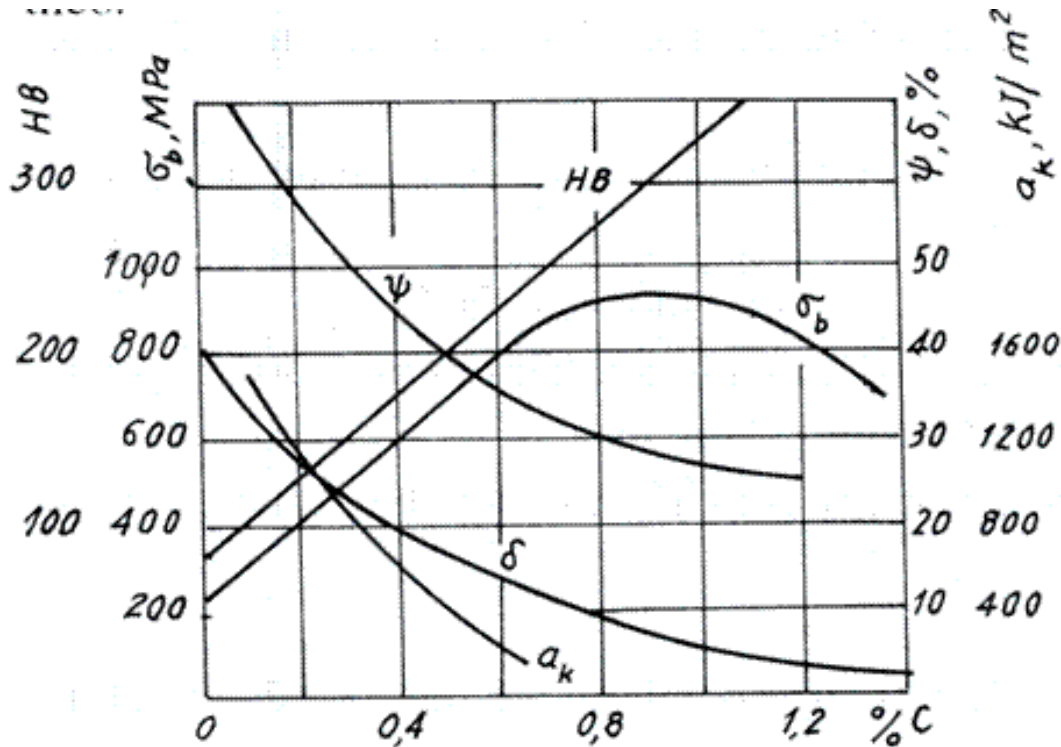
+ Tổ chức tế vi

- $C < 0,8\%$ tổ chức Ferit + Peclit – thép trước cùng tích;
- $C = 0,8\%$ tổ chức Peclit – thép cùng tích;
- $C > 0,8\%$ tổ chức Peclit + Xe_{II} – thép sau cùng tích.

+ Về cơ tính

- Thép Cacbon thấp: $C \leq 0,25\%$, có độ dẻo, độ dai cao, độ bền, độ cứng thấp. Dùng làm kết cấu xây dựng, làm lá thép, tấm để đập nguội,...
- Thép Cacbon trung bình: $C = 0,3 \div 0,5\%$, có độ bền, độ cứng, độ dẻo, độ dai đều khá cao. Dùng làm chi tiết máy chịu tải, va đập như: trục, bánh răng,...
- Thép Cacbon tương đối cao: $C = 0,55 \div 0,65\%$, có độ cứng cao, giới hạn đàn hồi cao nhất. Dùng làm các chi tiết đàn hồi: lò xo, nhíp,...

- Thép Cacbon cao: $C \geq 0,7\%$, có độ cứng và tính chống mài mòn cao nhất. Dùng làm dụng cụ như dao cắt, khuôn dập, dụng cụ đo,...
- Ảnh hưởng của Cacbon đến cơ tính của thép.



b, Mangan

- Mn có tác dụng để khử Oxy
- $$FeO + Mn \rightarrow MnO + Fe$$
- Mn hòa tan vào Ferit, nâng cao độ bền, cứng;
 - Hàm lượng: $0,5 \div 0,8\%$.

c, Silic

- Si có tác dụng để khử Oxy
- $$2 FeO + Si \rightarrow SiO_2 + 2Fe$$
- Si hòa tan vào Ferit, nâng cao độ bền, cứng;
 - Hàm lượng: $0,40 \div 0,50\%$.

d, Phốtpho

- P có khả năng hòa tan vào Fe tạo nên Fe_3P ;
- P làm giảm mạnh độ dẻo, độ dai, tăng mạnh độ giòn ở nhiệt độ thường;
- Hàm lượng: $\leq 0,05\%$.

e, Lưu huỳnh

- S kết hợp với Fe tạo thành FeS ;
- S không tan trong Fe, làm cho thép bị giòn;
- Hàm lượng: $\leq 0,05\%$.

1.3 Phân loại thép cacbon

a, Theo độ sạch của tạp chất có hại

- Chất lượng thường: P, S = 0,05%;
- Chất lượng tốt: P, S = 0,04%;
- Chất lượng cao: P, S = 0,03%;
- Chất lượng rất cao: P, S = 0,02%.

Thép Cacbon

Thép hợp kim

b, Theo phương pháp khử Oxy

- Thép sôi: Kh đúc thép $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$;
- Thép lặng;
- Thép nửa lặng.

c, Theo công dụng

- Thép xây dựng – chất lượng thường;
- Thép kết cấu – chất lượng tốt;
- Thép dụng cụ – chất lượng tốt và cao.

1.4 Ký hiệu thép Cacbon

* Nhóm thép cacbon chất lượng thường

+ Phân nhóm A

- Ký hiệu CT_{xx}y (xx- σ_b , y – cách khử oxy);

Kí hiệu của Việt Nam	Kí hiệu của Liên Xô	σ_b (Mpa)	Cách khử oxy
CT31	CTO	310	Lặng
CT33n	CT1 _{лс}	320 ÷ 340	Nửa lặng
CT34s	CT2 _{кп}	340 ÷ 440	Sôi
CT38n	CT3 _{лс}	380 ÷ 490	Nửa lặng
CT42	CT4	420 ÷ 540	Lặng
CT51s	CT5 _{кп}	500 ÷ 640	Sôi
CT61	CT6	640	Lặng

+ Phân nhóm B

- Ký hiệu BCT_{xx}y (xx- thành phần hoá học, y – cách khử oxy);

Mác thép	Cacbon, %	Mangan, %	Sili, %	S, max %	P, max %
----------	-----------	-----------	---------	----------	----------

Mác thép	Cacbon, %	Mangan, %	Sili, %	S, max %	P, max %
BCT31	<0,23	-	-	0,06	0,07
BCT33s	0,06÷0,12	0,25÷0,5	≤0,05	0,05	0,04
BCT33n	0,05÷0,12	0,25÷0,5	0,05÷0,17	0,05	0,04
BCT33	0,06÷0,12	0,25÷0,5	0,12÷0,3	0,05	0,04
BCT34s	0,09÷0,15	0,25÷0,5	≤0,07	0,05	0,04
BCT34n	0,09÷0,15	0,25÷0,5	0,05÷0,17	0,05	0,04
BCT34	0,09÷0,15	0,25÷0,5	0,12÷0,3	0,05	0,04

+ Phân nhóm C

- Ký hiệu **CCT_{xx}y** (xx- σ_b , thành phần hoá học; y – cách khử oxy);
- Quy định cả cơ tính và thành phần hóa học tương ứng theo nhóm A, B.
- VD: CCT38 có cơ tính như CT38 còn thành phần như BCT38
- Các mác thép:

Việt Nam: CCT31 ÷ CCT51

Liên Xô: BCT1 ÷ BCT5

** Nhóm thép kết cấu – thép Cacbon chất lượng tốt*

Ký hiệu: **C_{xx}A**

xx – chỉ phần vạn cacbon trung bình;

A - chất lượng cao (P, S ≤ 0,03%).

Kí hiệu của Việt Nam	Kí hiệu của Liên Xô	%C trung bình	Cách khử oxy
C8	08	0,08(0,05 ÷ 0,09)	Lặng
C10n	10л	0,1(0,08 ÷ 0,13)	Nửa lặng
C15s	15кп	0,15(0,12 ÷ 0,2)	Sôi
C20n	20п	0,2(0,18 ÷ 0,24)	Nửa lặng
CT40	40	0,4(0,38 ÷ 0,45)	Lặng
CT45s	45кп	0,45(0,42 ÷ 0,5)	Sôi

** Nhóm thép dụng cụ – thép Cacbon chất lượng cao*

Ký hiệu: **CD_{xx}A**

C – cacbon, D – dụng cụ;

xx – chỉ phần vạn cacbon trung bình;

A - chất lượng cao (P, S ≤ 0,025%).

Kí hiệu của Việt Nam	Kí hiệu của Liên Xô	%C trung bình	Chất lượng
CD70A	Y7A	0,7	P, S $\leq$ 0,025%.
CD80	Y8	0,8	P, S $>$ 0,025%.
CD90	Y9	0,9	P, S $>$ 0,025%.
CD100	Y10	1,0	P, S $>$ 0,025%.
CD130A	Y130A	1,3	P, S $\leq$ 0,025%.

1.5 Ưu nhược điểm của thép Cacbon

Ưu điểm

- Dễ luyện, dễ kiểm, rẻ;
- Có cơ tính nhất định phù hợp với các điều kiện thông dụng;
- Có tính công nghệ tốt: dễ đúc, cán, rèn, kéo sợi, hàn, gia công cắt hơn thép hợp kim.

Nhược điểm

- Độ thấm tôi thấp nên kém hiệu quả khi nhiệt luyện;
- Tính chịu nhiệt độ cao kém;
- Không có các tính chất vật lý và hóa học đặc biệt như: cứng nóng, chống ăn mòn.

2. KHÁI NIỆM VỀ THÉP HỢP KIM

2.1 Định nghĩa

- Thép hợp kim là loại thép có chứa các nguyên tố có lợi với lượng nhất định đủ lớn để làm thay đổi tổ chức và cải thiện tính chất (cơ, lý, hóa).

a, Thành phần hoá học

- Thép hợp kim gồm các nguyên tố:

$$Mn = 0,8 \div 1,0\%; Si = 0,5 \div 0,8 \%; Cr = 0,5 \div 0,8 \%;$$

$$Ni = 0,5 \div 0,8 \%; W = 0,1 \div 0,5 \%; Mo = 0,05 \div 0,2 \%;$$

$$Ti \geq 0,1\%. Cu \geq 0,3\%; B \geq 0,0005\%,$$

b, Các đặc tính của thép hợp kim

Về cơ tính

- Thép hợp kim có độ bền cao hơn hẳn thép cacbon sau khi tôi và ram;
- Khi mức độ hợp kim hóa tăng độ bền, độ cứng tăng nhưng đồng thời làm giảm độ dẻo, độ dai, tính công nghệ.

Về tính chịu nhiệt

- Khả năng chịu nhiệt cao;

Về các tính chất lý hóa đặc biệt.

- Thép không gỉ, chống ăn mòn trong axit, bazơ muối;
- Thép có tính đặc biệt, không có từ tính;
- Thép có tính giãn nở nhiệt đặc biệt.

c, Tác dụng của nguyên tố hợp kim đến tổ chức của thép

Các nguyên tố Mn, Si, Ni, Cr hoà tan vào Fe:

- Làm tăng độ cứng;
- Tăng độ thấm tôi.

Các nguyên tố Mn, Cr, Mo, W, Ti, kết hợp với C tạo cacbit:

- Làm thay đổi kiểu mạng;
- Làm tăng độ cứng;
- Tăng tính chống mài mòn;
- Nhiệt độ chảy không cao, nhiệt độ tôi cao $\Rightarrow$ tính ổn định cao;
- Có tính bền nóng.

2.2 Ảnh hưởng của các nguyên tố đến tổ chức và tính chất

*** Chuyển biến khi tôi**

- Làm tăng nhiệt độ tôi;

Ví dụ:

- + Thép có 1% C (CD100), Fe_3C có $T_t^0 = 780^\circ\text{C}$;
- + Thép có 1% C + 1,5%Cr, $(\text{Fe,Cr})_3\text{C}$, có $T_t^0 = 830 \div 850^\circ\text{C}$;
- + Thép có 1% C + 12%Cr (X12), Cr_{23}C_6 , $T_t^0 > 1000^\circ\text{C}$.

- Làm giảm V_{th} ;
- Làm tăng độ thấm tôi;
- Giảm nhiệt độ chuyển biến $\gamma \rightarrow \text{M}$.

VD: Cứ 1% nguyên tố hợp kim làm giảm điểm Ms:

Mn – 45° ; Cr – 35° ; Ni – 26° ; Mo – 25°

*** Chuyển biến khi ram**

- Làm tăng nhiệt độ chuyển biến;

Ví dụ:

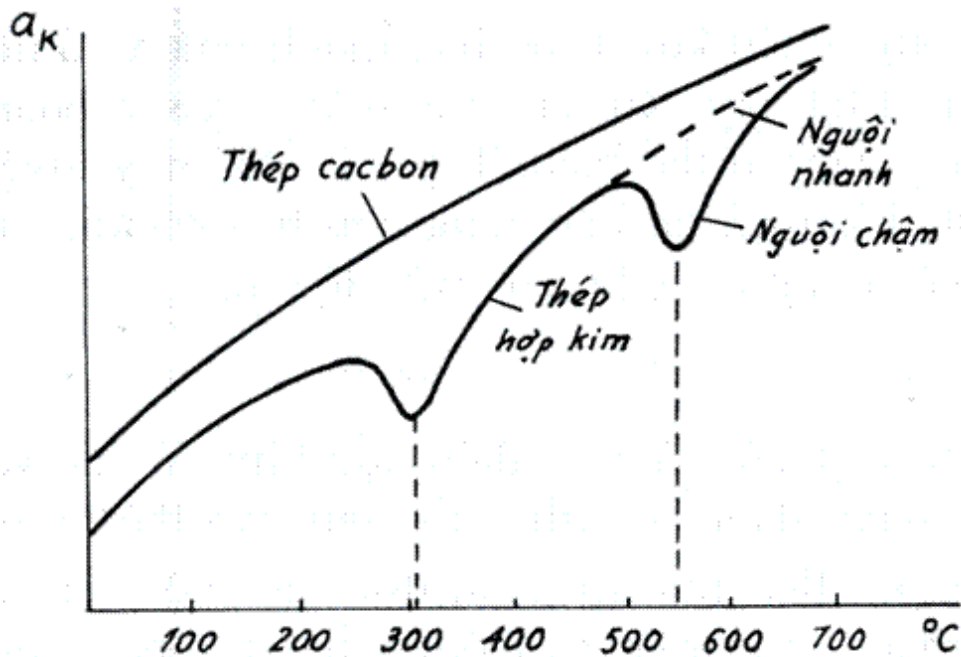
+ Xementit – Fe_3C $T_{cb}^0 = 200^\circ\text{C}$;

- + Xementit – $(\text{Fe,Me})_3\text{C}$ $T_{\text{cb}}^0 = 250 \div 300^\circ\text{C}$;
- + Cacbit Crôm – $\text{Cr}_7\text{C}_3, \text{Cr}_{23}\text{C}_6$ $T_{\text{cb}}^0 = 400 \div 450^\circ\text{C}$;
- + Cacbit – $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$ $T_{\text{cb}}^0 = 550 \div 600^\circ\text{C}$.

- Nâng cao tính chịu nhiệt độ cao, đặc biệt là tính cứng nóng;
- Làm tăng độ cứng và tính chống mài mòn.

2.3 Các khuyết tật của thép hợp kim

- Thiên tích;
- Đóm trắng (thép cán);
- Giòn ram;



2.4 Phân loại và ký hiệu thép hợp kim

a, Phân loại

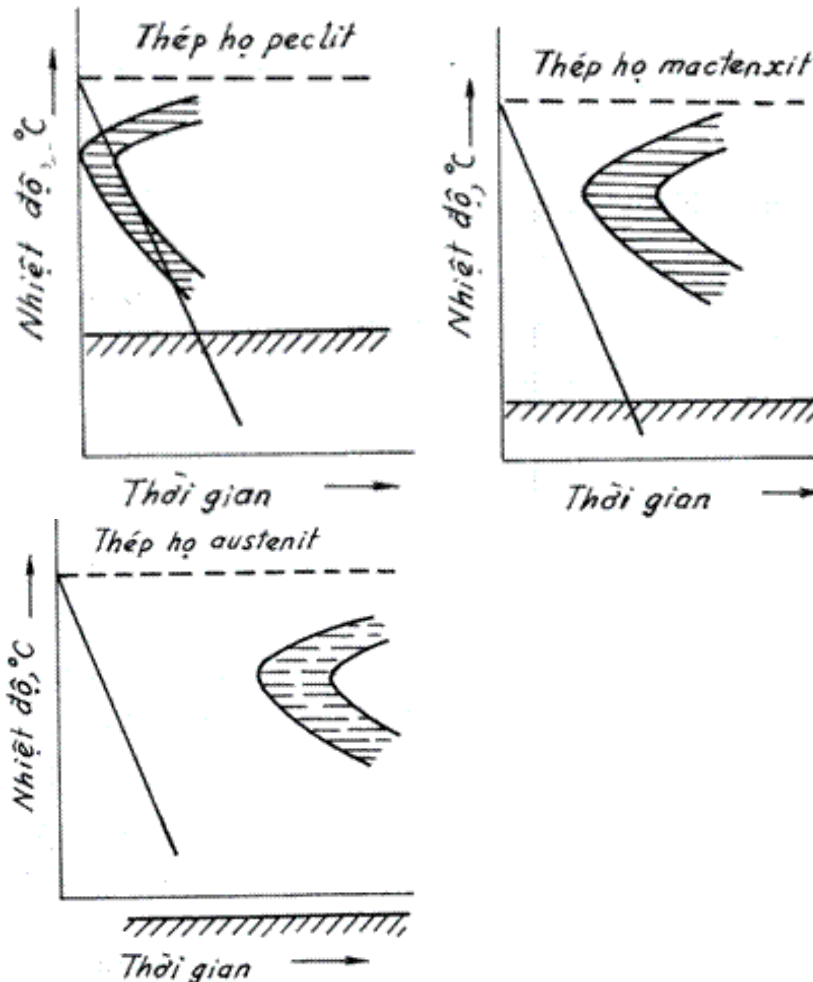
* Theo tổ chức cân bằng

- Thép trước cùng tích: Peclit + Ferit tự do;
- Thép cùng tích: Peclit;
- Thép sau cùng tích: Peclit + cacbit tự do;
- Thép Ledeburit: Ledeburit;
- Thép Ferit: có Cr ($>17\%$) và rất ít cacbon – thuần Ferit;
- Thép Austenit: - thuần Austenit
- + Loại có Mn ($>13\%$);

+ Loại có Cr ($>17\%$) và Ni ($>8\%$).

* Theo tổ chức thường hoá

- Thép họ Peclit - loại thép hợp kim thấp;
- Thép họ Mactenxit - loại hợp kim hoá trung bình và cao;
- Thép họ Austenit - loại thép hợp kim cao ($Mn > 13\%$).



* Theo nguyên tố hợp kim

- Thép chỉ có một nguyên tố hợp kim chính

VD: Thép Cr, thép Mn là thép chỉ có một nguyên Cr, Mn.

⇒ Chúng là thép hợp kim hoá đơn giản;

- Thép có hai hay nhiều nguyên tố hợp kim

VD: Thép Cr – Ni, thép Cr – Ni – Mo,...

⇒ Chúng là thép hợp kim hoá phức tạp.

* Theo tổng lượng nguyên tố hợp kim

- Thép hợp kim thấp: loại có tổng lượng $< 2,5\%$ - Peclit;

- Thép hợp kim trung bình: loại có tổng lượng từ 2,5 ÷ 10 % (thường là loại từ Peclit đến Mactenxit);
- Thép hợp kim cao: loại có tổng lượng > 10 % (thường là loại Mactenxit hay Austenit).

*** Theo công dụng**

- Thép hợp kim kết cấu;
- Thép hợp kim dụng cụ;
- Thép hợp kim đặc biệt ($\geq 20\%$).

b, Ký hiệu

Tiêu chuẩn Việt Nam

- Ký hiệu nguyên tố hợp kim bằng chính ký hiệu hoá học của nó;
- Chỉ số ở đầu ký hiệu phần vạn của nguyên tố C;
- Các chỉ số tiếp theo ký hiệu phần trăm các nguyên tố hợp kim.

VD:

- Thép có 0,36÷0,44%C; 0,8÷1,0%Cr – **40Cr**;
- Thép có 1,25÷1,5%C; 0,4÷0,7%Cr; 4,5÷5,5%W – **140CrW5**;
- Thép có 0,85÷0,95%C; 1,2÷1,6%Si; 0,95÷1,25%Cr – **90CrSi**.

Tiêu chuẩn Nga

Nguyên tố hợp kim	Ký hiệu	Nguyên tố hợp kim	Ký hiệu
Crôm	X	Niken	H
Vonfram	B	Molipđen	M
Titan	T	Coban	K
Mangan	Г	Silic	C
Vanadi	Φ	Đồng	Д
Nhôm	Ю	Bo	P

- Với thép kết cấu: ghi theo số phần vạn;
- Với thép dụng cụ: ghi theo số phần nghìn, nếu C > 1% không ghi;

VD: - Thép có 0,36÷0,44%C; 0,8÷1,1%Cr – **40X**;

- Thép có 1,25÷1,5%C; 0,4÷0,7%Cr; 4,5÷5,5%W – **140XB5**;

- Thép có $0,85 \div 0,95\%C$; $1,2 \div 1,6\%Si$; $0,95 \div 1,25\%Cr$ – **9XC**.

3. GANG

3.1 KHÁI NIỆM CHUNG

a. Định nghĩa

- Gang là hợp kim của sắt với Cacbon với thành phần Cacbon lớn hơn 2,14%.
- Ngoài ra còn các nguyên tố thường gặp là **Mn, Si, P, S**. **Mn** và **Si** là hai nguyên tố có tác dụng điều chỉnh sự tạo thành grafit và cơ tính của gang. Còn **P** và **S** là các nguyên tố có hại trong gang nên càng ít càng tốt.

b. Các đặc tính cơ bản của gang

- Nhiệt độ chảy thấp, nên dễ nấu chảy hơn thép;
- Dễ nấu luyện;
- Tính đúc tốt;
- Dễ gia công cắt (trừ gang trắng);
- Chịu nén tốt.

c. Phân loại gang

- Theo tổ chức tế vi, người ta phân gang làm 2 loại chính đó là gang trắng và gang grafit
- + *Gang trắng*: Có tổ chức tế vi của gang hoàn toàn phù hợp với giản đồ trạng thái Fe-C và luôn chứa hỗn hợp cùng tinh Ledeburit;
- + *Gang có grafit*: Là loại gang trong đó phần lớn hoặc toàn bộ lượng Cacbon nằm dưới dạng tự do – grafit.
- *Tuỳ theo hình dạng của graphit, lại chia thành 3 loại: gang xám, gang dẻo và gang cầu;*
- *Trong tổ chức của loại gang này không có Ledeburit nên tổ chức tế vi không phù hợp với giản đồ trạng thái Fe-C.*

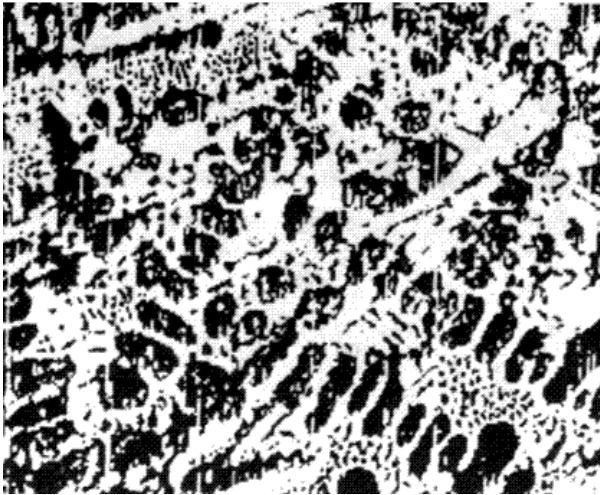
3.2 GANG TRẮNG

a. Định nghĩa

- Gang trắng là gang mà Cacbon hoàn toàn nằm dưới dạng liên kết – Hợp chất Xementit (Fe_3C).

b. Phân loại

- Gang trắng trước cùng tinh có $\%C < 4,3\%$. Có tổ chức là: **Le + XeII**.



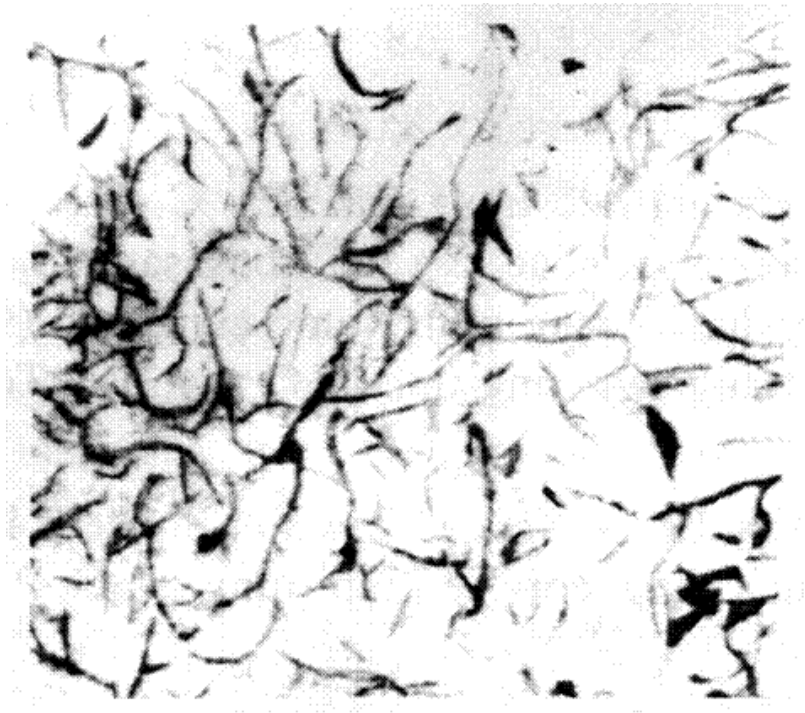
- Gang trắng cùng tinh có $\%C = 4,3\%$ có tổ chức **Le**.
- Gang trắng sau cùng tinh có $\%C > 4,3\%$ và có tổ chức là **Le + Xe_I**.
- + Gang trắng cứng và giòn nên không dùng được trong chế tạo cơ khí.
- + Gang trắng chủ yếu dùng để luyện thép, để ủ thành gang dẻo, làm bi nghiền và làm mép lưỡi cày.



3.3 GANG XÁM

3.3.1 Tổ chức tế vi

- Gang xám cũng như những loại gang có grafit khác, có tổ chức tế vi chia làm hai phần rõ rệt: nền kim loại và grafit. (với gang xám: Tổ chức tế vi = nền kim loại + grafit tấm)



Grafit tẩm và nền kim loại

Tuỳ thuộc vào lượng Xementit nhiều hay ít mà phần tổ chức chứa Xementit có khác nhau:

- Ferit khi không có Xementit (Fe_3C);
- Ferit + Feclit khi có ít Fe_3C (khoảng 0,1 - 0,6%);
- Peclit khi có khá nhiều Fe_3C (khoảng 0,6 – 0,8%).

⇒ Phần tổ chức có chứa Ferit, Ferit + Peclit hoặc Peclit gọi là nền kim loại.

Các loại gang xám:

- Gang xám Ferit – có tổ chức tế vi là grafit tẩm phân bố trên nền Ferit;
- Gang xám Peclit – có tổ chức tế vi gồm grafit tẩm phân bố trên nền kim loại Ferit + Peclit, lượng Fe_3C (khoảng 0,1 - 0,6%);
- Gang xám Peclit – có tổ chức tế vi gồm grafit tẩm phân bố trên nền kim loại Peclit, lượng Fe_3C (khoảng 0,6 – 0,8%).

3.3.2 Thành phần hoá học

+ Cacbon

- Lượng Cacbon càng nhiều khả năng grafit hoá càng mạnh, nhiệt độ chảy thấp nên dễ đúc, cơ tính kém;
- Lượng Cacbon được khống chế vào khoảng 2,8 ÷ 3,5%.

+ Silic

- Là nguyên tố thúc đẩy sự tạo thành grafit trong gang. Silic là nguyên tố quan trọng sau Fe và C;
- Hàm lượng khống chế trong khoảng 1,5 ÷ 3%.

+ **Mangan**

- Là nguyên tố cản trở sự tạo thành grafit;
- Làm tăng độ cứng, độ bền của gang;
- Hàm lượng không chế trong khoảng $0,5 \div 1,0\%$.

+ **Phốtpho**

- Làm tăng độ chảy loãng;
- Làm tăng tính chống mài mòn;
- Lượng P được không chế vào khoảng $0,1 \div 0,2\%$ đến $0,5\%$. Hàm lượng quá nhiều P gang sẽ giòn.

+ **Lưu huỳnh**

- Là nguyên tố cản trở mạnh sự tạo thành grafit;
- Làm xấu tính đúc, giảm độ chảy loãng;
- Là nguyên tố có hại, lượng S không chế trong khoảng $0,06 \div 0,12\%$.

Ngoài ra còn có một số nguyên tố khác như Cr, Ni, Mo,... có tác dụng riêng.

3.3.3 Cơ tính, các yếu tố ảnh hưởng và những biện pháp nâng cao cơ tính

a, Cơ tính

- Độ bền rất thấp: $\sigma_k = 150 \div 400\text{MPa}$ ($= \frac{1}{2}$ thép thông dụng);
 - Độ cứng thấp trong khoảng $150 \div 250\text{HB}$;
 - Độ dẻo, độ dai đều thấp;
 - Chống mài mòn tốt;
 - Graphit có khả năng làm tắt dao động.
- + Gang xám có tổ chức grafit mềm.

b, Các yếu tố ảnh hưởng đến cơ tính

Grafit: Số lượng, độ lớn, hình dạng và sự phân bố của grafit.

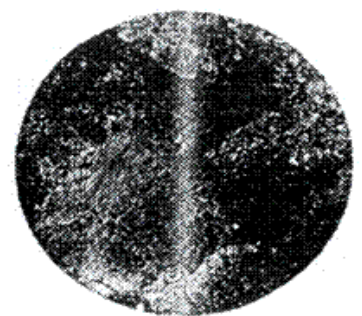
Nền kim loại: Nền kim loại có cơ tính cao thì gang xám cũng có cơ tính cao;

gang xám Ferit.

gang xám Ferit - Peclit

gang xám Peclit

Độ cứng



c, Các biện pháp nâng cao cơ tính

- Giảm lượng cacbon của gang (2,2 ÷ 2,5%);
- Làm nhỏ mịn grafit bằng phương pháp biến tính;
- Hợp kim hoá;
- Nhiệt luyện.

3.3.4 Ký hiệu và công dụng

- Theo tiêu chuẩn GOCT của Liên Xô: C Ψ xx – xx;
- Theo tiêu chuẩn TCVN của Việt Nam: GXxx – xx.

Ví dụ σ_k σ_u

GX15 – 32 hoặc C Ψ 15-32

$$\sigma_k = 150\text{N/mm}^2$$

$$\sigma_u = 320\text{N/mm}^2$$

- Các mác có độ bền thấp, $\sigma_k = 100 \div 150\text{MPa}$

Gồm: GX10 ÷ GX15 (C Ψ 10 ÷ C Ψ 15) – Gang xám Ferit

Dùng để làm chi tiết vỏ, nắp không chịu lực.

- Các mác có độ bền trung bình, $\sigma_k = 150 \div 250\text{MPa}$

Gồm: GX15 ÷ GX25 (C Ψ 15 ÷ C Ψ 25).– Gang xám Ferit - Peclit

Dùng làm các chi tiết chịu tải nhẹ: vỏ hộp giảm tốc, mặt bích,...

- Các mác có độ bền tương đối cao, $\sigma_k = 250 \div 300\text{MPa}$

Gồm: GX25 ÷ GX30 (C Ψ 25 ÷ C Ψ 30).– Gang xám Peclit với grafit nhỏ mịn.

Dùng làm các chi tiết chịu tải trọng cao: bánh răng, bánh đà, thân máy quan trọng, xéc măng,...

- Các mác có độ bền cao, $\sigma_k \geq 300\text{MPa}$

Gồm: GX30 ÷ GX40 (C Ψ 30 ÷ C Ψ 40).– gang xám Peclit với grafit rất nhỏ mịn.

Dùng làm các chi tiết chịu trọng cao, chịu mài mòn như bánh răng chữ V, trục chính, vỏ bơm thủy lực ,...

Kết luận

- Gang xám dùng làm các chi tiết chịu nén, tránh dùng vào các bộ phận chịu kéo cao;
- Dùng làm ổ trượt vì grafit có tính bôi trơn tốt.
- + Gang xám biến trắng

- Gang có bề mặt của chi tiết bị biến trắng, một số chi tiết cần tính chống mài mòn ở lớp bề mặt cao như bi nghiền, trục cán, trục nghiền,...

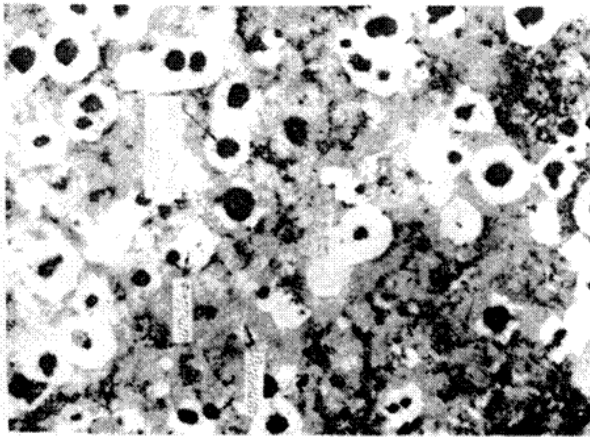
3.4 GANG CẦU

3.4.1 Tổ chức tế vi

- Gang cầu là một loại gang có tổ chức nền kim loại và grafit. grafit của nó có dạng quả cầu tròn.

- Tổ chức tế vi của gang cầu có ba loại nền kim loại là:

Ferit, Ferit – Peclit và Peclit. Tương ứng có ba loại gang cầu Ferit, gang cầu Ferit – Peclit và gang cầu Peclit.



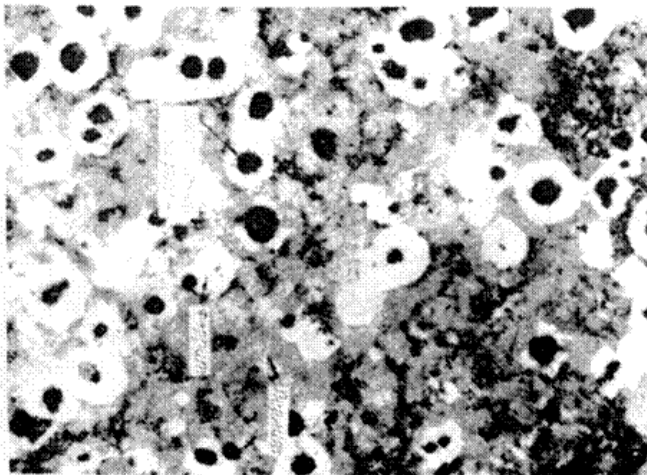
3.4.2 Thành phần hoá học

- Dùng Mg hoặc Ce cho vào gang xám lỏng để tạo ra gang cầu .

⇒ Có thành phần hoá học giống gang xám.

+ Chất biến tính cần khống chế với lượng nhỏ: 0,04 ÷ 0,08%;

+ Các nguyên tố cản trở sự cầu hoá khoảng ở mức $\leq 0,01\%$ (S).



3.4.3 Cơ tính và biện pháp nâng cao cơ tính

a, Cơ tính

- Gang cầu có cơ tính cao hơn gang xám nhiều;
- + Độ bền: $\sigma_k = 400 \div 1000 \text{MPa}$; $\sigma_{0,2} = 250 \div 600 \text{MPa}$
- + Độ dẻo, dai: $\delta = 5 \div 15\%$; $a_k = 300 \div 600 \text{ KJ/m}^2$
- + Độ cứng khoảng 200HB

b, Các biện pháp nâng cao cơ tính

- Dùng Niken để hoá bền pha Ferit;
- Tôi đẳng nhiệt để biến thành Bainit.

3.4.4 Ký hiệu và công dụng

- Theo tiêu chuẩn *ГОСТ* của Liên Xô: *BЧxx – xx*;
- Theo tiêu chuẩn *TCVN* của Việt Nam: *GCxx – xx*.

Ví dụ: BЧ45–5 (GC45–5)

Có: $\sigma_k = 450 \text{MPa}$; $\delta = 5\%$

- + Gang cầu *Ferit*:
 - BЧ38–17; BЧ42–12 (GC38–17; GC42–12);
 - Có độ bền thấp $\Rightarrow$ ít dùng.
- + Gang cầu *Peclit*:
 - BЧ50–2; BЧ60–2 (GC50–2; GC60–2).
 - Có độ bền tốt chủ yếu dùng làm trục khuỷu, trục cán,...
- + Gang cầu *Peclit*:
 - BЧ50–2; BЧ60–2 (GC50–2; GC60–2).;
 - Có độ bền tốt chủ yếu dùng làm trục khuỷu, trục cán,...
- + Gang cầu *nhiệt luyện – Bainit*:
 - BЧ70–3; BЧ100–4 (GC38–17; GC42–12);
 - Có độ bền cao $\Rightarrow$ dùng làm các chi tiết quan trọng

3.5 GANG DẸO

3.5.1 Tổ chức tế vi

- Gang dẻo là một loại gang có tổ chức nền kim loại và grafit. grafit của nó có hình dạng cụm như cụm bông .
- Gang dẻo có 3 loại là:
 - + Gang dẻo Ferit;
 - + Gang dẻo Ferit – Peclit;
 - + Gang dẻo Peclit.

3.5.2 Thành phần hoá học

- Gang dẻo được ủ từ gang trắng nên thành phần hoá học cơ bản cũng giống gang trắng.

+ Lượng cacbon trong gang dẻo khoảng $2,2 \div 2,8\% \Rightarrow$ ít grafit hoá $\Rightarrow$ tính dẻo cao.

+ Lượng Silic có thể lấy từ $0,8 \div 1,4\%$.

3.5.3 Cơ tính

+ Độ bền: $\sigma_k = 300 \div 600\text{MPa}$; $\sigma_{0,2} = 200 \div 450\text{Mpa}$

+ Độ dẻo: $\delta = 5 \div 15\%$.

3.5.4 Ký hiệu và công dụng

- Theo tiêu chuẩn *ГОСТ của Liên Xô*: $K\psi_{xx} - xx$;

- Theo tiêu chuẩn *TCVN của Việt Nam*: $GZ_{xx} - xx$.

Ví dụ: $K\psi_{45-6}$ (GZ_{45-6})

Có: $\sigma_k = 450\text{MPa}$; $\delta = 6\%$

Các mức thông dụng

+ $K\psi_{30-6}$; $K\psi_{33-8}$; $K\psi_{35-10}$; $K\psi_{37-12}$ – Gang dẻo Ferit

+ $K\psi_{45-7}$; $K\psi_{50-5}$; $K\psi_{55-4}$; $K\psi_{60-3}$ – Gang dẻo Peclit

Công dụng

Gang dẻo để chế tạo các chi tiết đòi hỏi đồng thời các tính chất sau:

+ *Hình dạng phức tạp*;

+ *Tiết diện thành mỏng*;

+ *Chịu va đập*.

$\Rightarrow$ Được sử dụng nhiều làm các chi tiết trong ô tô, các máy nông nghiệp, máy kéo, máy dệt.

3.6 GANG HỢP KIM

- Gang chứa một lượng lớn các nguyên tố như *Cr, Ni, Mn, Ti, Mo, ...* có cơ tính cao gọi là gang hợp kim.

Các nguyên tố hợp kim làm tăng cơ tính của gang do:

+ Khi hoà tan vào Ferit làm tăng cơ tính của pha này;

+ Làm nhỏ mịn tổ chức Peclit khi đúc;

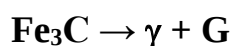
+ Làm tăng hiệu quả nhiệt luyện bằng cách tôi và ram.

3.7 NHIỆT LUYỆN GANG

3.7.1 Ủ grafit hoá

+ Ủ gang xám có lớp vỏ bị biến trắng.

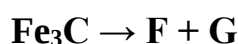
$$T_u^0 = 850 \div 880^\circ\text{C}; t_u = 2 \div 3 \text{ giờ}$$



$\Rightarrow$ Lớp bề mặt có nền kim loại là Ferit hay Ferit – Peclit

+ Ủ thay đổi nền kim loại

- Ủ để làm giảm cacbon liên kết; $T_u^0 = 700^\circ\text{C}$



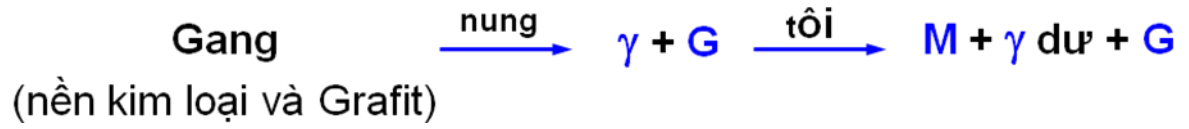
- Ủ để làm tăng cacbon liên kết; $T_u^0 > A_{c3}$

Grafit hoà tan vào Austenit

3.7.2 Tôi và ram gang

+ Mục đích của tôi và ram: *Làm tăng độ bền, độ cứng và tính chống mài mòn*

+ Tôi



+ Ram

- Ram thấp ($150 \div 250^\circ\text{C}$), tổ chức $M_{\text{ram}} + G$;
- Ram trung bình ($300 \div 450^\circ\text{C}$), tổ chức $T_{\text{ram}} + G$;
- Ram cao ($500 \div 650^\circ\text{C}$), tổ chức $X_{\text{ram}} + G$.

CHƯƠNG 5 HỢP KIM MÀU VÀ PHI KIM

Giới thiệu: Chương này nhằm cung cấp cho học sinh những kiến thức về hợp kim màu và phi kim trong nghề cắt gọt kim loại

Mục tiêu:

- + Trình bày được các tính chất chung của một số kim loại màu thông dụng như: đồng, thiếc, chì, nhôm, babit và cách phân biệt các loại hợp kim màu.
- + Trình bày được các đặc điểm, tính chất và phạm vi ứng dụng của một số chất dẻo thông thường.

Nội dung chính:

1. HỢP KIM MÀU

1.1 NHÔM VÀ HỢP KIM NHÔM

1.1.1 *Nhôm nguyên chất*

a, Các đặc tính của nhôm

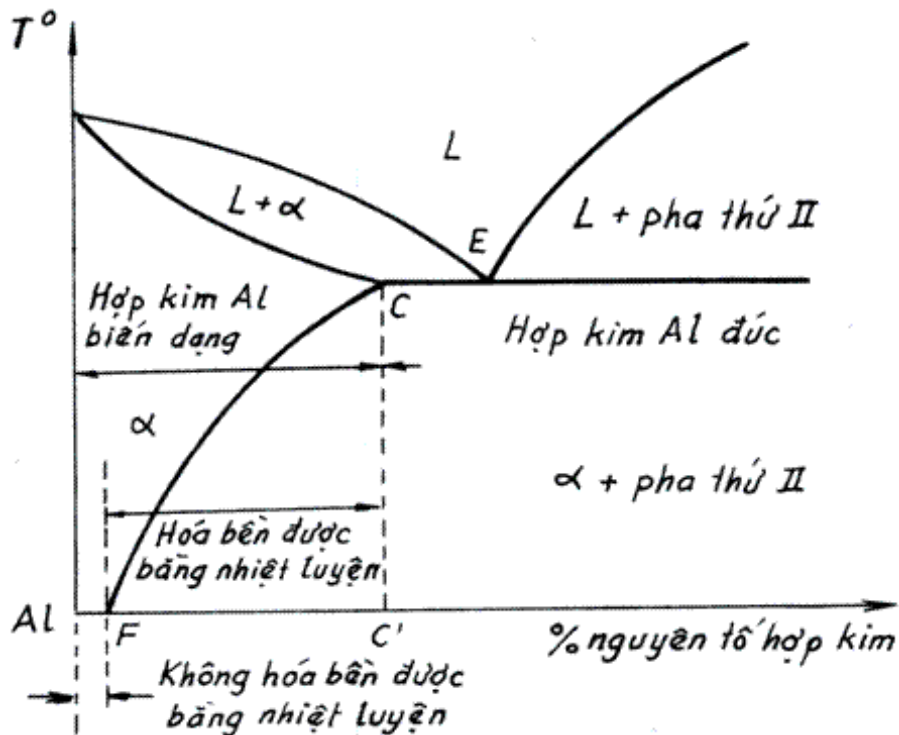
- Là kim loại chỉ có một dạng thù hình, mạng tinh thể là lập phương diện tâm với thông số mạng $a = 4,04\text{Å}$;
- Khối lượng riêng nhỏ $\gamma = 2,7\text{ g/cm}^3$;
- Tính chống ăn mòn cao (Al_2O_3);
- Tính dẫn điện và dẫn nhiệt cao;
- Nhiệt độ nóng chảy thấp $t_{nc}^{\circ} = 660^{\circ}\text{C}$;
- Cơ tính thấp: $\sigma_b = 60\text{MPa}$; $\sigma_{0,2} = 20\text{MPa}$, mềm, độ cứng 25HB, rất dẻo dễ biến dạng, cán, kéo.

b, Các tạp chất thường có trong nhôm và công dụng

- Các tạp chất thường gặp trong nhôm là *Sắt* và *Silic*
- Sắt là tạp chất có hại, tạo ra FeAl_3 , Fe_2Al_7 giòn nên làm giảm tính dẻo của nhôm;
- Sắt và Silic tạo ra các hợp chất hoá học của Al – Fe – Si nằm ở biên giới giới hạn làm giảm cơ tính của nhôm.
- Gồm:
 - + Loại có độ sạch đặc biệt A999 tức có 99,999%Al;
 - + Loại có độ sạch cao A995 (99,995%Al), A99 (99,99%Al);
 - + Loại có độ sạch kỹ thuật A85 (99,85%Al) A8 (99,8%Al).
- Nhôm kỹ thuật được dùng làm các đồ dùng gia đình xoong, nồi, chậu, xô, khung, cửa, ống dẫn, thùng chứa,...

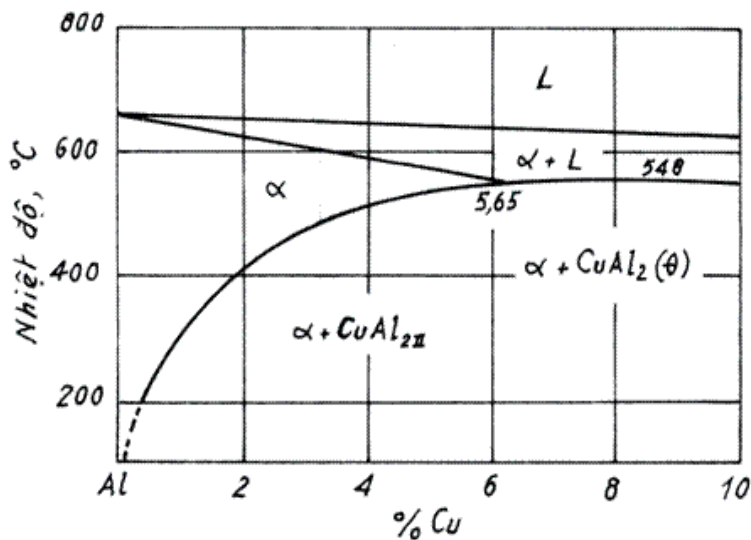
1.1.2 *Hợp kim nhôm*

- Theo giản đồ trạng thái Al có thể chia hợp kim nhôm của hệ bất kỳ nào thành hai nhóm là biến dạng và đúc.
- Hợp kim nhôm biến dạng:
 - + Các hợp kim (bên trái F) có tổ chức là dung dịch rắn nung nóng (làm nguội) không có chuyển biến pha nên không hoá bền bằng nhiệt luyện;
 - + Các hợp kim ($F - C'$) có tổ chức là dung dịch rắn + pha thứ hai, hoá bền bằng nhiệt luyện.
- Hợp kim nhôm đúc là loại (bên phải điểm C') trong tổ chức có cùng tinh.



a, Hợp kim nhôm biến dạng

- + Hợp kim nhôm với **4%Cu** - $\sigma_b = 250 \div 300MPa$, sau 5÷7 ngày $\sigma_b = 400MPa \rightarrow$ hoá già tự nhiên;
- + Đura (*duraluminium* – nhôm cứng) là hợp kim ba nguyên tố Al – Cu – Mg (~4%Cu, ~1%Mg)
- Độ bền cao $\sigma_b = 420 \div 470MPa$, $\sigma_{0,2} = 240 \div 320MPa$ HB = 100, $\delta = 15 \div 18\%$, khối lượng riêng $\gamma = 2,8 \text{ g/cm}^3$ nên có độ bền riêng rất lớn ($\sigma_b/\gamma = 15 \div 16km$)



b, Hợp kim nhôm đúc

- Các hợp kim nhôm đúc được kí hiệu là A
- + Silumin đơn giản (Al – Si)
- Kí hiệu: A2 gồm 10 ÷ 13% Si có $\sigma_b = 130\text{MPa}$ sau biến tính $\sigma_b = 180\text{MPa}$.
- + Silumin phức tạp
- Là hợp kim Al với 4 ÷ 30% Si có thêm các nguyên tố Cu, Mg, Mn
- Kí hiệu: A4 ÷ A30 có $\sigma_b = 200 \div 250\text{MPa}$

c, Hợp kim nhôm thiêu kết.

1.2 ĐỒNG VÀ HỢP KIM ĐỒNG

1.2.1 Đồng nguyên chất

a, Các đặc tính của đồng

- Đồng là kim loại chỉ có một dạng thù hình, mạng tinh thể là lập phương diện tâm với thông số mạng $a = 3,60\text{Å}$. Đồng có màu đỏ nên gọi là đồng đỏ, đồng có các đặc tính sau:
- Khối lượng riêng lớn $\gamma = 8,94\text{ g/cm}^3$;
- Tính chống ăn mòn cao (Cu_2O);
- Tính dẫn điện và dẫn nhiệt cao;
- Nhiệt độ nóng chảy cao $t_{nc}^{\circ} = 1083^{\circ}\text{C}$;
- Rất dẻo, dễ biến dạng: $\sigma_b = 160\text{MPa}$; $\sigma_{0,2} = 35\text{MPa}$, độ cứng 40HB, sau biến dạng nguội $\sigma_b = 450\text{MPa}$; $\sigma_{0,2} = 400\text{MPa}$

b, Các tạp chất thường có trong đồng và công dụng

- Các tạp chất có hại của đồng là Pb, Bi, O₂.
- Pb và Bi có hại ở chỗ tạo ra các cùng tinh dễ chảy;
- O₂ tồn tại dưới dạng Cu₂Austenit và cùng tinh (Cu + Cu₂O) làm cho đồng giòn.
- Kí hiệu: **M** và số tiếp theo chỉ mức độ lẫn tạp chất (Nga):

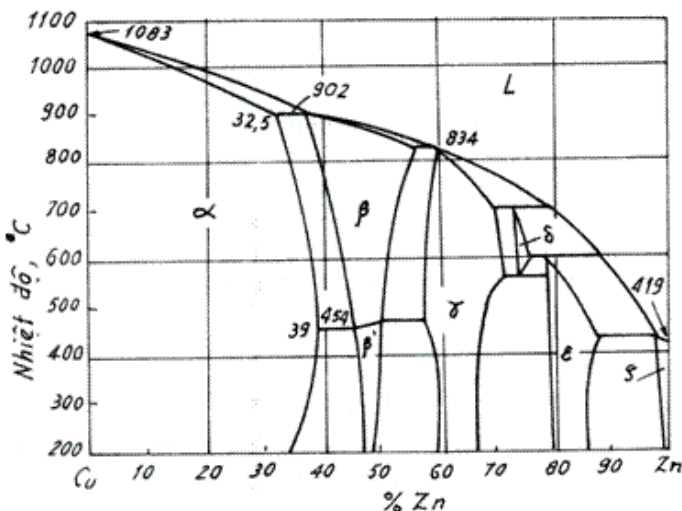
M00 (99,99%Cu);
 M0 (99,95%Cu);
 M2 (99,90%Cu);
 M3 (99,70%Cu);
 M4 (99,00%Cu).

1.2.2 Hợp kim đồng

- Theo tính công nghệ các hợp kim đồng được chia ra *hợp kim đồng biến dạng* và *hợp kim đồng đúc*.
- Theo thành phần hoá học các hợp kim đồng được phân thành *đồng thau* và *đồng thanh*

a, Đồng thau - Latông

- Đồng thau đơn giản: Là hợp kim chỉ có hai nguyên tố là **Cu** và **Zn**.
- + Kí hiệu: Л170 ÷ Л196 (ЛатYнВ) Л170 gồm: 70%Cu và 30%Zn.
- Đồng thau phức tạp: ngoài **Cu** và **Zn** còn có các nguyên tố khác như **Pb**, **Sn**, **Al**, **Ni**...



b, Đồng thanh - Brông

- Là hợp kim của đồng với các nguyên tố khác, như: **Cu – Sn** gọi là đồng thanh thiếc, **Cu – Al** là đồng thanh nhôm,...
- + Kí hiệu: ápxx y-y (**xx** – Các nguyên tố, **yy** - % các nguyên tố).
- + Đồng thanh thiếc (Cu – Sn) - là hợp kim chủ yếu gồm hai nguyên tố **Cu** và **Sn**, thường dùng hợp kim có < 15%**Sn**.
 - Kí hiệu: ápO10; ápOÖÑ4-4-4 (4%Sn - 4%Zn - 4%Pb)
- + Đồng thanh nhôm (Cu – Al) - là hợp kim chủ yếu gồm hai nguyên tố **Cu** và **Al**
 - Kí hiệu: ápA5
- + Đồng thanh berili (Cu – Be)
- + Đồng thanh chì (Cu – Pb)
- + Đồng thanh Silic (Cu – Si)

1.3 HỢP KIM Ồ TRƯỢT

1.3.1 Yêu cầu đối với hợp kim ổ trượt

- Có hệ số ma sát nhỏ với bề mặt trục thép;
- Ít làm mòn cổ trục thép và chịu được áp lực cao;
- Tính công nghệ tốt: dễ đúc, khả năng dính bám vào cao;
- Rẻ.

1.3.2 Hợp kim ổ trượt có nhiệt độ chảy thấp (Babít)

- Hợp kim có ổ trượt trên cơ sở của kim loại có nhiệt độ chảy thấp như: **Sn, Pb, Zn, Al** có tên chung là babít.
- + Đặc tính chung của babít là rất mềm nên ít làm mòn cổ trục thép, có hệ số ma sát bé và giữ được dầu tốt, nhưng không chịu được áp suất và nhiệt độ cao.

a, Babít thiếc

- Babít thiếc có tính dẫn nhiệt tốt, dẻo và bền, chống ăn mòn thường dùng để chế tạo các ổ trượt quan trọng với tốc độ lớn và trung bình như trong tuốc bin, động cơ Diezen.

Thường sử dụng: Á83: 83%**Sn**, 10 ÷ 12%**Sb**, 5 ÷ 7%**Cu**.

b, Babít chì

- Là hợp kim trên cơ sở chì với 6 ÷ 16%**Sn** và 6 ÷ 16 %**Sb**, ~ 1%**Cu**. Sử dụng trong động cơ xăng, chịu va đập và rẻ.

Thường sử dụng: Á6 và Á16

c, Hợp kim nhôm

- Là loại hợp kim ổ trượt có hệ số ma sát nhỏ, nhẹ, tính dẫn nhiệt cao, chống ăn mòn cao trong dầu, cơ tính cao, tính công nghệ kém. **AO 3-1** (3%**Sn**, 1%**Cu**)

1.3.3 Hợp kim ổ trượt có nhiệt độ chảy cao

- Là loại hợp kim chịu được áp lực lớn do có độ bền cao. Thường dùng gang xám và đồng thanh.

+ Gang xám

- Thường dùng loại gang có nền **Peclit** nhỏ mịn đóng vai trò nền cứng và **Grafit** đóng vai trò hạt mềm đồng thời là rãnh chứa dầu. **AÖC-1, AÖC-2** (3,2 ÷ 3,6%**C**, 2,2 ÷ 2,4%**Si**)

+ Đồng thanh thiếc

- Ổ trượt làm bằng đồng thanh thiếc chịu được áp lực lớn và tốc độ vòng quay cao. **ápOÖÑ5-5-5**

+ Đồng thanh chì

- Có nền dai là **Cu**, hạt mềm là **Pb** → hệ số ma sát hơi lớn nhưng có độ bền mỏi cao, dẫn nhiệt và độ dẻo cao.

2. GỖ

2.1 Khái niệm chung

- Là loại vật liệu tự nhiên rất phổ biến, được sử dụng trong các lĩnh vực rất khác nhau trong xây dựng nhà cửa, cầu phà, trong sinh hoạt dân dụng, trong công nghiệp,...

Gỗ là một dạng tồn tại vật chất có cấu tạo chủ yếu từ các thành phần cơ bản như: xenluloza (40-50%), hemixenluloza (15-25%), lignin (15-30%) và một số chất khác. Nó được khai thác chủ yếu từ các loài cây thân gỗ.

2.2 Tính chất và công dụng

a, Tính chất

- Độ bền riêng cao;
- Khử được các rung động;
- Có độ dẫn nhiệt thấp;
- Bền trong một số axit, muối, các loại dầu mỡ và khí ;
- Gia công gỗ không đòi hỏi thiết bị phức tạp.

b, Công dụng

+ Ưu điểm của gỗ

- Cách nhiệt, cách điện, ngăn ẩm tốt, nhiệt dẫn nở bé.
- Mềm nên có thể dùng các máy móc, dụng cụ để cưa, xẻ, bào, khoan, tách chẻ với vận tốc cao.
- Dễ nối ghép bằng đinh, mộng, keo dán.
- Có vân thớ đẹp, dễ nhuộm màu, dễ trang sức bề mặt.
- Dễ phân ly bằng hóa chất dùng sản xuất giấy và tơ nhân tạo.
- Là nguyên liệu tự nhiên, chỉ cần trồng, chăm sóc và dùng máy móc đơn giản để khai thác và chế biến là có được.

+ Nhược điểm và biện pháp khắc phục

- Gỗ bị gây hại bởi sinh vật hại gỗ
- Sinh trưởng chậm, đường kính có hạn, có nhiều khuyết tật tự nhiên. Cần sử dụng các biện pháp kỹ thuật lâm - sinh hợp lý trong công tác trồng và chăm sóc rừng.
- Dễ mục, dễ bị sinh vật (mối, mọt,...) phá hoại. Cần phun tẩm các hóa chất chống mối mọt.
- Đàn hồi thấp. Cần biến tính gỗ bằng phương pháp ép hoặc ngâm hóa chất.
- Trong khi phơi sấy thường dễ nứt nẻ, cong vênh, biến hình. Cần có phương án cưa xẻ, bóc lớp thích hợp.
- Trong thân thường có các chất chiết xuất, thường gây khó khăn cho công việc trang sức bề mặt sản phẩm, hoặc ăn mòn các công cụ cắt gọt.

- Tỷ lệ co giãn cao, sản phẩm thường chịu tác động lớn của độ ẩm, nhiệt độ môi trường.

Cần loại bỏ các yếu tố gây co giãn này:

- Ngâm tẩm hóa chất nhằm thay thế các gốc (-OH) trong gỗ
- Sấy gỗ để loại bỏ nước tự do và nước thấm khỏi gỗ. Sấy ở nhiệt độ $103 \pm 2^\circ\text{C}$
- Dễ bắt lửa, dễ cháy. Cần ngâm tẩm hoặc sơn phủ các chất chống bắt lửa

+ Công dụng của gỗ

- Sơ bộ thống kê hiện nay trên thế giới có khoảng trên 100 ngành dùng gỗ làm nguyên, vật liệu với trên 22.000 công việc khác nhau và sản xuất ra hơn 20.000 loại sản phẩm.

- Gỗ là nguyên, vật liệu được con người sử dụng lâu đời và rộng rãi, là một trong những vật tư chủ yếu của nền kinh tế quốc dân.

- Trong các văn kiện chính thức từ trước tới nay, chính phủ Việt Nam vẫn xếp gỗ đứng hàng thứ ba sau điện và than [cần dẫn nguồn].

- Gỗ được sử dụng rất rộng rãi trong công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải, kiến trúc, xây dựng, khai khoáng.

- Ngoài ra gỗ còn được dùng làm văn phòng phẩm, nhạc cụ, dụng cụ thể dục thể thao, đóng toa tàu, thùng xe, thuyền, phà, cầu cống, bàn ghế và dụng cụ học sinh, đồ dùng trong gia đình, công sở và chuyên dùng như bệnh viện, thư viện...

3. CHẤT DẪO

3.1 Khái niệm chung

a, Khái niệm về Polyme.

- *Polyme (còn gọi là hợp chất cao phân tử) là những hợp chất hữu cơ có phân tử lớn*

VD: Polyetylen có cấu trúc như sau

- $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - (\text{CH}_{2n}) - \text{CH}_2 - \dots$

|
(CH₂)_m

|
CH₃ $n \gg m$.

- Cacbon trong polyme liên kết với nhau thành mạch dài nên tạo cho chúng có độ bền cao

3.2 Phân loại và công dụng

* Chất dẻo có tính dẻo nóng (nhựa nhiệt dẻo, nhựa dẻo nóng): + *Polyetylen* (P.E), cấu trúc: $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -)_n$

- Điện áp xuyên thủng: $45 \div 60 \text{ KV/mm}$;

- Sử dụng trong nhiều lĩnh vực: kỹ thuật điện, vô tuyến điện, công nghiệp nhẹ,... làm vỏ dây điện, ống, màng mỏng, sợi màng bảo vệ v.v...

+ *Polypropilen* (P.P)

- Có tính cách điện cao: điện áp xuyên thủng $30 \div 32 \text{ KV/mm}$.

- Dùng để sản xuất phim ảnh, vật liệu bao gói, dụng cụ thí nghiệm, đồ chơi trẻ em, các loại ống dẫn chất cách điện, sợi dệt vải, lưới đánh cá ...

+ *Polystyren* (P.S)

- Là loại vật liệu cứng trong suốt không mùi, vị;

- Bền với các dung dịch kiềm, axit, sunfuaric, photphoric,... với bất kỳ nồng độ nào, bền với nước, rượu, xăng, dầu,...

- Điện áp xuyên thủng: $25 \div 40 \text{ KV/mm}$, được dùng làm vật liệu cách điện, đồ dùng sinh hoạt, bao bì, chi tiết máy, màng mỏng, sợi,...

+ *Polyvinylclorua* (P.V.C):

- Là một Polyme vô định hình ở dạng bột màu trắng;

- Dùng bọc lót các thùng điện phân, thùng chứa axit, kiềm, làm các chi tiết trong máy bơm, các loại ống dẫn... - P.V.C cứng;

- Sản xuất các loại màng mỏng để bao gói, vải sơn, vật liệu cách điện, áo mưa... - P.V.C mềm.

+ *Polyamit* (P.A)

- Dùng để sản xuất sợi, các chi tiết máy như ổ trượt, bánh răng dụng cụ y tế, hàng dân dụng,...

+ *Tefloong* (P.T.F.E)

- Nó không tan trong bất cứ dung môi thông thường nào.

+ Thuỷ tinh hữu cơ, *Polymetylmata-crilat* – *Pleciglac*, (P.M.M.A).

- Không màu, trong suốt, chịu được tác dụng của khí quyển;

- Dùng làm các loại kính máy bay, ô tô, cửa lò,...

* Chất dẻo có tính cứng nóng (nhựa nhiệt cứng, cứng nóng).

+ *Polyfenolfoma-dehyt*

- Điện áp xuyên thủng: $\geq 12 \text{ KV/mm}$;

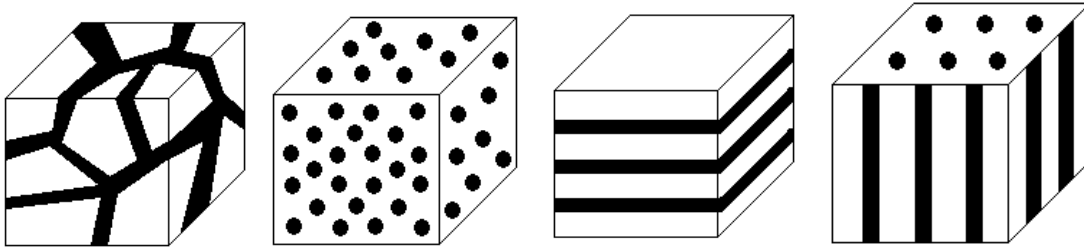
- Làm vỏ bọc, nắp máy, tay vịn, bánh răng, ổ trượt,...

4. VẬT LIỆU COMPOZIT

4.1 Khái niệm chung

- **Compozit** - *Chất dẻo tổng hợp là loại vật liệu trên cơ sở những hợp chất Polyme người ta còn cho thêm những chất phụ khác dạng bột, dạng sợi, dạng lớp... để thay đổi tính chất của vật liệu theo ý muốn.*

- Gồm có: pha nền và pha cốt



4.2 Tính chất và công dụng

a, Tính chất

- *Vật liệu bột ép*: phụ gia thường là mùn cưa, sợi amiăng nhỏ mịn, bột mica, thạch anh,...;
- *Vật liệu sợi ép*: phụ gia là các loại sợi như sợi bông, sợi amiăng, sợi thủy tinh,...;
- *Vật liệu ép thành lớp*: Những tấm phụ gia (gỗ, giấy, vải ...) được tẩm các loại nhựa, sau khi ép nóng, nhựa sẽ dính kết các tấm lại với nhau làm cho vật liệu đồng nhất có độ bền cao.

b, Công dụng

Composite được ứng dụng rộng rãi trong

- + **Trong giao thông vận tải**: Thay thế các loại sắt, gỗ, ván... VD: cang, thùng trần của các loại xe oto, một số chi tiết của xe mô tô
- + **Trong hàng hải**: Làm ghe, thuyền, thùng, tàu...
- + **Trong ngành hàng không**: Thay thế vật liệu sắt, nhôm... trong máy bay dân dụng, quân sự
- + **Trong quân đội**
 - Những phương tiện chiến đấu: tàu, cano, máy bay, phi thuyền
 - Dụng cụ, phương tiện phục vụ cho việc sản xuất nghiên cứu trong quân đội như: bồn chứa nước hoặc hóa chất, khay trồng rau, bia tập bắn
- + **Trong công nghiệp hóa chất**
 - Bồn chứa dung dịch acid (thay gelcoat bằng epoxy hoặc nhựa vinyleste)
 - Bồn chứa dung dịch kiềm (thay gelcoat bằng epoxy)
- + **Trong dân dụng**
 - Sản phẩm trong sơn mài: bình, tô, chén, đĩa
 - Sản phẩm trang trí nội thất: khung hình, phù điêu, nẹp hình, vách ngăn
 - Bàn ghế, tủ giả đá, khay, thùng, bồn./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Hoàng Sơn. *Vật liệu cơ khí*. NXB Giáo dục – 2000.

[2] Phạm Thị Minh Phương, Tạ Văn Thát. *Công nghệ nhiệt luyện*. NXB Giáo dục – 2000.