BỘ CÔNG THƯƠNG

TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG NGHIỆP VÀ XÂY DỰNG

BÀI GIẢNG HỌC PHẦN

VẬT LIỆU CƠ KHÍ

(Lưu hành nội bộ)

Người biên soạn: **Hoàng Việt Nam**

Hoàng Minh Thuận

Uông Bí, năm 2010

CHƯƠNG I. CẤU TẠO TINH THỂ CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI

1.1. Khái niệm và đặc điểm của kim loại

1.1.1. Định nghĩa kim loại

Kim loại là do một nguyên tố hoá học tạo nên với tính chất đặc trưng là dẻo, dẫn điện, dẫn nhiệt tốt và có ánh kim. Hiện nay có trên 85 nguyên tố kim loại (VD: Sắt Fe; Đồng Cu; Nhôm AL; Kẽm Zn;...)

1.1.2. Đặc điểm cấu tạo nguyên tử của kim loại

* Chất kết tinh và chất vô định hình:

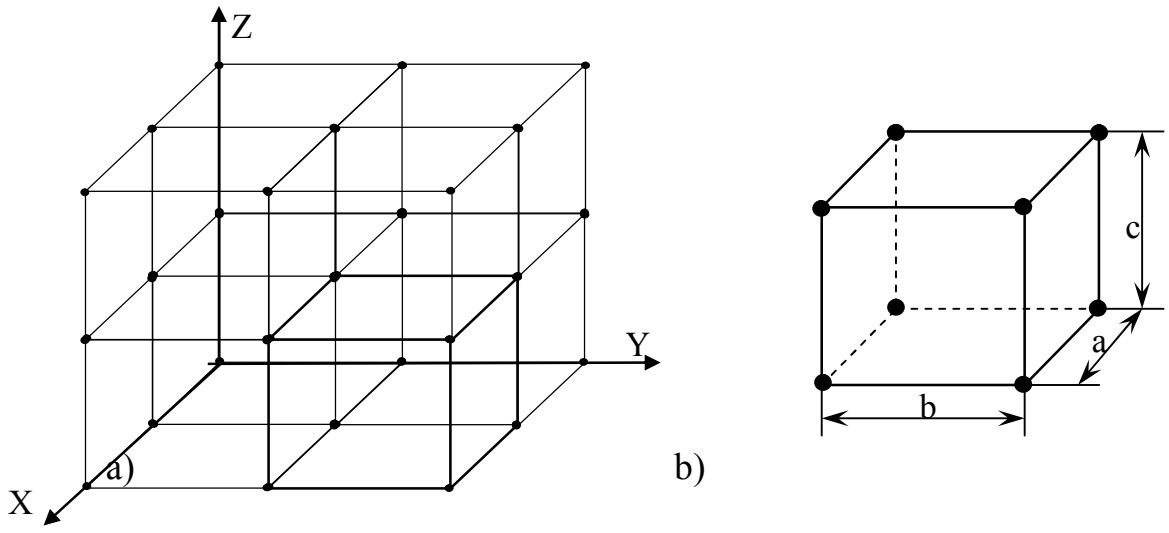
+ Chất kết tinh (chất tinh thể): là những chất kết cấu rắn có dạng hình học xác định và có những đặc điểm:

- Các nguyên tử sắp xếp có hệ thống;
- Khi nung lên nhiệt độ cao thì chuyển từ thể rắn sang thể lỏng.

+ Chất vô định hình: là những chất có hình dạng không xá định như thuỷ tinh, keo, sáp, nhựa thông, hắctín, thuỷ ngân,... và có những đặc điểm sau:

- Các nguyên tử sắp xếp không có hệ thống;
- Khi nung lên nhiệt độ cao thì chuyển từ thể rắn sang thể nhão rồi sang thể lỏng;
- Bề mặt gẫy nhẵn không có dạng hạt.

* Cấu tạo tinh thể của kim loại:



Hình 1.1. Ô cơ sở và thông số mạng của mạng vật rắn tinh thể

Tất cả các kim loại ở trạng thái rắn đều là những chất có cấu tạo tinh thể. Trong các chất có cấu tạo tinh thể, các nguyên tử, ion chiếm những vị trí nhất định trong không gian hay nói cách khác, chúng sắp xếp theo một trật tự, quy luật nhất định tạo nên mạng tinh thể.Trong mạng tinh thể, các nguyên tử dao động xung quanh các nút mạng tinh thể như dao động quanh vị trí cân bằng.

Hình 1.1a biểu diễn một phần của mạng tinh thể (mạng tinh thể lập phương đơn giản) trong đó các iôn kim loại được biểu diễn bằng những vòng tròn nhỏ nằm ở các nút của hình lập phương gọi là nút mạng.

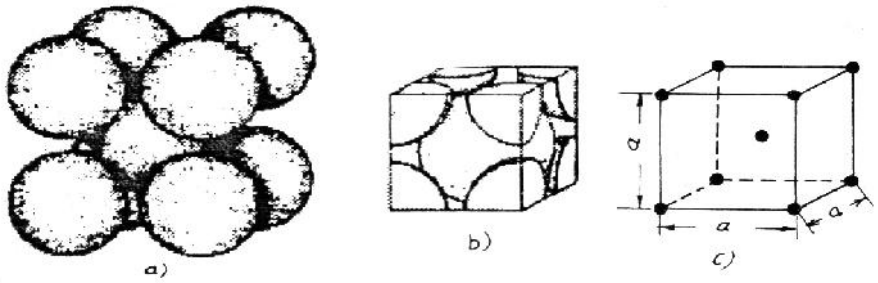
Phần nhỏ nhất và đặc trưng cho một loại mạng tinh thể nào đó được gọi

là ô cơ bản (hình 1.1b). nếu xếp liên tiếp các ô cơ bản ta được mạng tinh thể.

Khi nghiên cứu một mạng tinh thể nào đó, ta chỉ cần nghiên cứu một ô cơ bản là đủ.

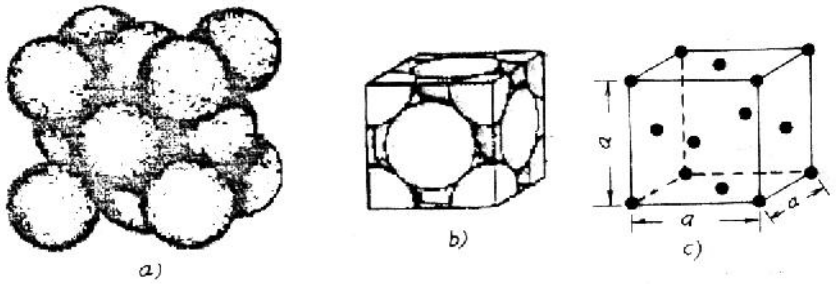
Mạng tinh thể thường gặp của kim loại có các kiểu sau:

- Mạng lập phương thể tâm: Trong ô cơ bản của kiểu mạng này, các ion nằm ở các nút (đỉnh) và ở tâm của hình lập phương; số nguyên tử có trong ô cơ bản là 2.



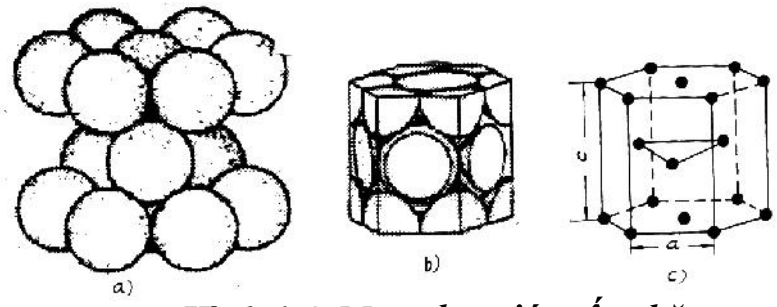
Hình 1.2. Mạng lập phương thể tâm

- Mạng lập phương diện tâm: Trong ô cơ bản, các ion nằm ở các nút (đỉnh) của hình lập phương và nằm ở trung tâm các mặt của hình lập phương; số nguyên tử trong ô cơ bản là 4.



Hình 1.3. Mạng lập phương diện tâm

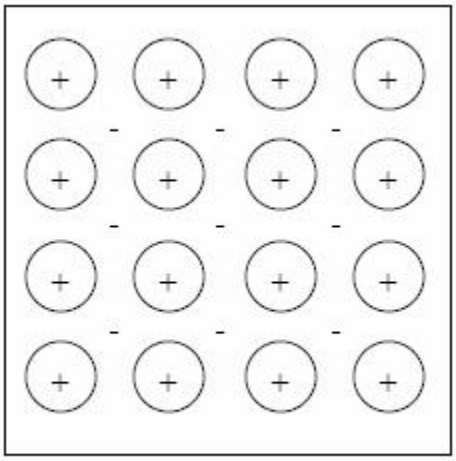
- Mạng lục giác xếp chặt: Cấu trúc như một lăng trụ lục giác. Hai đáy là hai tiết diện lục giác đều, trên mỗi đáy có 6 nguyên tử ở 6 đỉnh và một nguyên tử nằm ở tâm đáy; ngoài ra còn có 3 nguyên tử nằm cách đều nhau và cách đều 2 đáy; số nguyên tử trong ô cơ bản là 6.



Hình 1.4. Mạng lục giác xếp chặt

1.1.3. Liên kết kim loại

Trong kim loại phần lớn các nguyên tử nhường bớt điện tử để trở thành ion dương còn các điện tử trở thành điện tử tự do. Các điện tử này không bị chi phối bởi một nguyên tử nào cả. Giữa các ion dương với nhau và các điện tử với nhau sẽ tồn tại lực đẩy, giữa ion và điện tử sinh ra lực hút. Sự cân bằng giữa các lực này là cơ sở của liên kết kim loại. Đây là dạng liên kết quan trọng của kim loại, nhờ mối liên kết này mà kim loại có tính dẻo rất cao

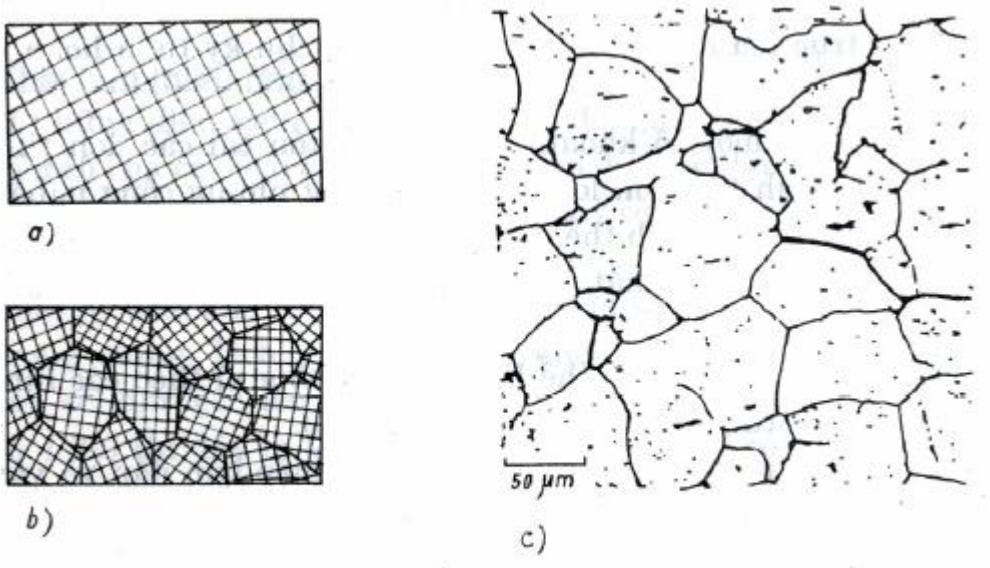


Hình 1.5. Liên kết kim loại

1.2. Cấu tạo mạng tinh thể của kim loại nguyên chất

1.2.1. Các khái niệm về mạng tinh thể

Trong kim loại thực tế các nguyên tử không hoàn toàn nằm ở các vị trí một cách trật tự như đã nói ở trên mà luôn luôn có một số ít nguyên tử nằm sai vị trí gây nên sai lệch mạng. Trong thực tế không có kim loại nguyên chất tuyệt đối. Do vậy trong kim loại bao giờ cũng có các tạp chất. Kích thước các nguyên tử lạ này luôn khác nguyên tử kim loại nên gây ra sai lệch trong mạng tinh thể. Sai lệch mạng tinh thể chiếm số lượng rất thấp (1-2% thể tích mạng) nhưng ảnh hưởng rất lớn đến cơ tính của kim loại.



Hình 1.6 - Mô hình đơn tinh thể (a) và đa tinh thể (b) và ảnh tế vi mẫu đa tinh thể sau tẩm thực.

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

Trong các kim loại thông dụng thường gặp ba kiểu mạng tinh thể sau đây:

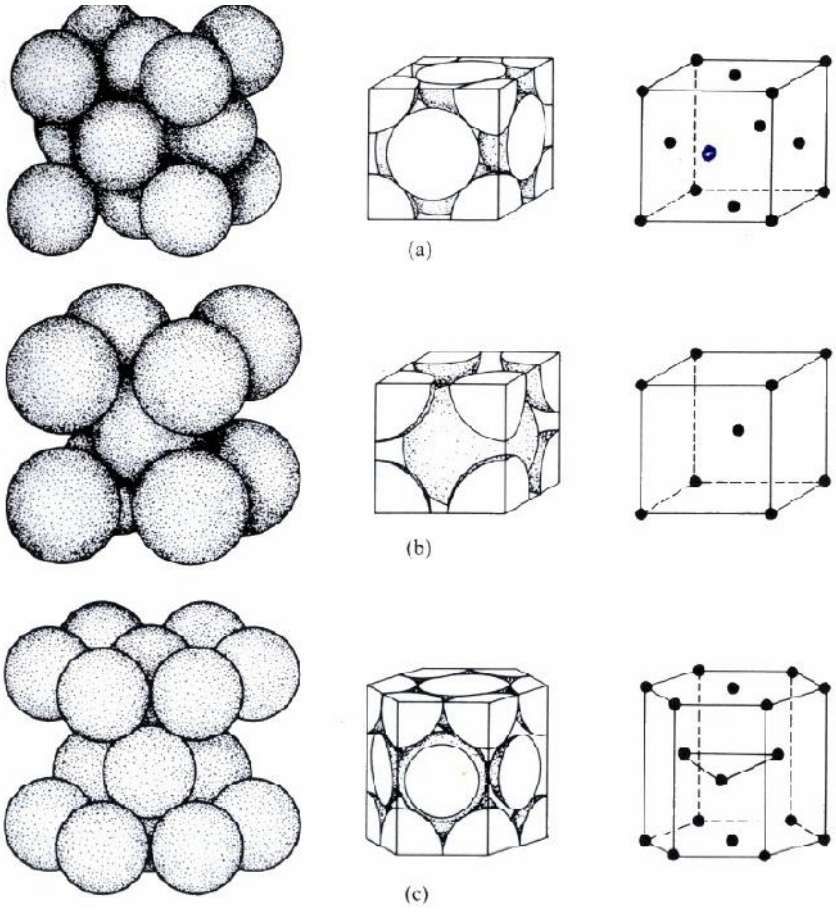
a) Lập phương tâm khối (thể tâm A2): Các nguyên tử nằm ở các đỉnh và ở trung tâm của khối lập phương . Nếu coi các nguyên tử là hình cầu và biểu diễn gần như thật thì các nguyên tử nằm ở các đỉnh chéo nhau của khối lập phương tiếp xúc với nhau qua nguyên tử ở trung tâm. Các nguyên tử còn lại không tiếp xúc với nhau. Kiểu mạng này có trong các kim loại Fea, Cr, Mo,V. Khoảng cách gần

$$d = \frac{a\sqrt{3}}{2} \text{ và } r = \frac{a\sqrt{3}}{4}$$

Kiểu mạng này có một thông số mạng là a.

b) Lập phương tâm mặt (diện tâm A1) *:* Các nguyên tử nằm ở các đỉnh và tâm của các mặt bên khối lập phương. Nếu coi các n guyên tử là hình cầu và biểu diễn gần như thật thì nguyên tử nằm ở đỉnh và tâm của các mặt bên thì tiếp xúc với nhau.Các nguyên tử còn lại không tiếp xúc với nhau. Khoảng cách gần nhất giữa hai nguyên tử là $d = \frac{a\sqrt{2}}{2}$ và $r = \frac{a\sqrt{2}}{4}$ kiểu mạng này chỉ có một thông số mạng là a. Thường gặp trong các kim loại Feg, Cu, Ni, Al, Pb...

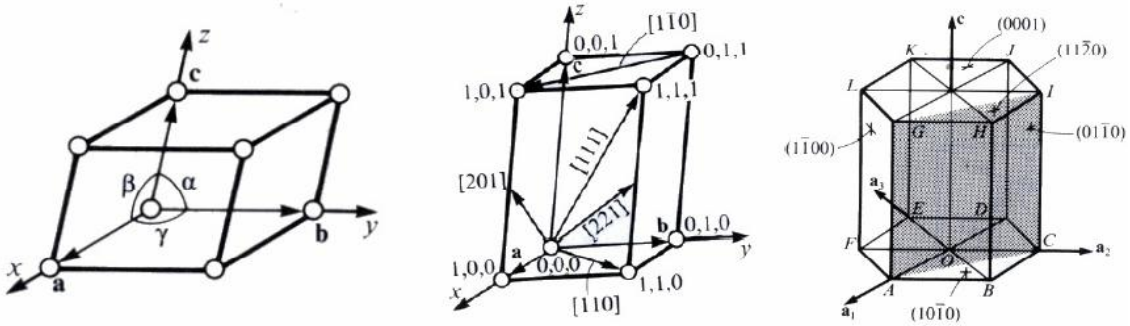
c) Sáu phương xếp chặt (lục giác xếp chặt A3): Các nguyên tử nằm ở các đỉnh và ở tâm hai mặt đáy của hình lăng trụ lục giác đều .Ba nguyên tử nằm ở trung tâm ba lăng trụ tam giác cách nhau.Mạng sáu phương xếp chặt có hai thông số mạng là a và c, tỷ số c/a gọi là hệ số xếp chặt.



Hình 1.7. Mô hình và cách sắp xấp nguyên tử trong khối cơ sở
a) Lập phương tâm mặt
b) Lập phương tâm khối
c) Sáu phương xếp chặt

Trong trường hợp lý tưởng $\frac{c}{a} = \sqrt{\frac{8}{3}} \approx 1{,}633$ .Trong thực tế tỉ số c/a không đúng là 1,633 mà dao động trong trong khoảng 1,57 ÷ 1,64 và cũng được coi là xếp chặt. Các kim loại có kiểu mạng này là: Zn, Cd, Coa, Mg, Ti, Ru...

d) Chính phương tâm khối (thể tâm): Trong tổ chức của thép sau khi tôi (mactenxit) còn có kiểu mạng chính phương tâm khối . Có thể coi kiểu mạng này là lập phương tâm khối được kéo dài theo một chiều. Nó có hai thông số mạng là a và c, tỉ số c/a gọi là độ chính phương.Trong thực tế sự sắp xếp của các nguyên tử trong kim loại theo xu hướng dày đặc nhất. Do đó không có kim loại nào có kiểu mạng đơn giản chính phương tâm khối cả .



a) b) c)

Hình 1.8 · Hệ toạ độ và cách xác định mặt và phương tinh thể

a) Hệ toạ độ trong khối cơ sở.

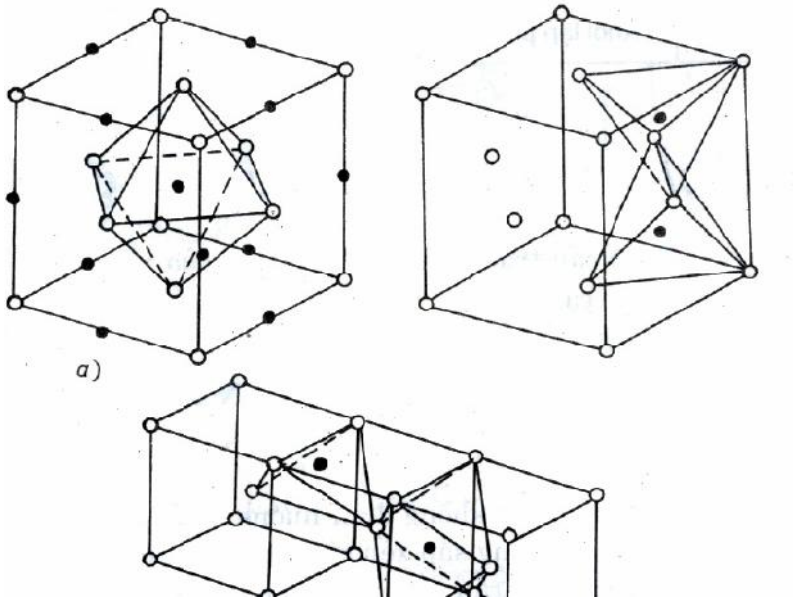
b) Ký hiệu phương trong khối cơ sở.

c) Ký hiệu mặt trong khối cơ sở

1.2.3. Tính thù hình của kim loại

a) Khái niệm và ví dụ:

Khá nhiều kim loại có nhiều kiểu mạng tinh thể khác nhau ở các khoảng nhiệt độ và áp suất khác nhau, tính chất đó gọi là tính đa hình. Nhiệt độ mà tại đó kim loại chuyển từ kiểu mạng này sang kiểu mạng khác gọi là nhiệt độ tới hạn của chuyển biến đa hình. Nhiệt độ này còn phụ thuộc vào tốc độ nung nóng, tốc độ làm nguội và trạng thái ban đầu của kim loại. Các dạng đa hình khác nhau của một nguyên tố được ký hiệu bằng các chữ Hy lạp cổ: α, β, γ... Trong đó a là ký hiệu cho dạng đa hình ở nhiệt độ thấp nhất, các chữ còn lại ký hiệu lần lượt ở các nhiệt độ cao hơn.



b) Sự thay đổi tính chất khi có chuyển biến đa hình:

Khi có chuyển biến đa hình các kim loại đều có sự thay đổi các tinh chất của chúng.

- Thể tích riêng thay đổi: Từ Fe_α sang Fe_β thể tích của có giảm đi khoảng 1%. Từ Sn_β sang Sn_α thể tích tăng lên 25%

- Thay đổi về cơ tính: từ Sn_β sang Sn_α độ bền không còn nữa

- Thay đổi về lý tính: do sự sắp xếp của nguyên tử có thay đổi nên nhiệt dung, điện trở ... đều biến đổi đi.

Sự thay đổi tính chất của kim loại khi chuyển biến đa hình được nghiên cứu kỹ lưỡng để tận dụng các tính chất có lợi và ngăn ngừa các mặ t bất lợi. Tính đa hình của sắt được sử dụng rất nhiều trong nhiệt luyện

1.2.4. Đơn tinh thể và đa tinh thể

a) Tính có hướng của tinh thể: Mạng tinh thể luôn luôn thể hiện tính có hướng (dị hướng) của nó nghĩa là theo các hướng khác nhau tính chất của mạn g (cơ ,lý , hóa tính...) khác nhau .Tính có hướng là do cấu tạo mạng tinh thể, các phương và mặt khác nhau có mật độ nguyên tử không giống nhau. Theo phương có mật độ nguyên tử lớn liên kết bền hơn nên có độ bền lớn hơn các phương có mật độ nguyên tử bé .

Ví dụ: Tinh thể đồng theo các phương khác nhau có độ bền kéo thay đổi từ 140 đến 250MN/m^2. Tinh thể ma giê (mạng sáu phương xếp chặt) có điện trở: theo trục a có

$$\rho = 4{,}53.10^{-6}\Omega cm, \text{ theo trục c có } \rho = 3{,}78.10^{-6}\Omega cm .$$

b) Đơn tinh thể và đa tinh thể :

Đơn tinh thể: Nếu vật tinh thể có mạng thống nhất và phương không thay đổi trong toàn bộ thể tích thì gọi là đơn tinh thể.

Để hình dung về đơn tinh thể ta lấy một khối cơ sở và tịnh tiến nó theo ba trục tọa độ với đoạn bằng chu kỳ tuần hoàn mạng (thông số mạng) sẽ được đơn tinh thể.

Trong thực tế một số khoáng vật có thể tồn tại các đơn tinh thể tự nhiên. Với kim loại để có được tinh thể phải áp dụng công nghệ đặc biệt "nuôi" đơn tinh thể. Ngày nay người ta mới chế tạo được các đơn tinh thể kim loại có kích thước nhỏ, dài khoảng 3,5cm.

Một số đơn tinh thể, đặc biệt là khoáng vật, có bề mặt ngoài khá nhẵn, hình dáng xác định, đó là những mặt phẳng nguyên tử giới hạn (thường là các mặt có mật độ nguyên tử lớn nhất).

Tính chất tiêu biểu của đơn tinh thể là tính có hướng (dị hướng) do theo các hướng khác nhau có mật độ nguyên tử khác nhau.

Đơn tinh thể chủ yếu được sử dụng trong công nghiệp bán dẫn và vật liệu kỹ thuật điện.

Đa tinh thể: là kim loại có cấu tạo gồm nhiều tinh thể. Mỗi tinh thể trong đó gọi là hạt.

Đa tinh thể có các đặc điểm sau:

- Do sự định hướng mạng tinh thể của mỗi hạt là ngẫu nhiên nên phương mạng giữa các hạt luôn lệch nhau một góc nào đó.
- Tại vùng biên giới hạt mạng tinh thể bị xô lệch .
- Đa tinh thể có tính đẳng hướng

Do đó trong thực tế các kim loại thường gặp đều có cơ tính đồng nhất theo mọi phương.

Nếu đem kéo, cán kim loại với mức độ biến dạng lớn thì kim loại lại thể hiện tính có hướng của nó. Ví dụ: dây thép khi kéo nguội với độ biến dạng rất lớn (làm các dây cáp cần cẩu, cáp treo, dây phanh xe đạp ...) độ bền theo phương dọc sợi lớn hơn rất nhiều so với phương ngang sợi.

1.3. Các sai lệch trong mạng tinh thể

1.3.1. Sai lệch điểm

a) Các sai lệch điểm:

Là các sai lệch có kích thước bé theo ba chiều đo (vài thông số mạng), có dạng điểm hay bao quanh một điểm. Gồm các loại sau đây:

- Nút trống: là các nút mạng không có nguyên tử chiếm chỗ .
- Các nguyên tử nằm xen giữa các nút mạng
- Các nguyên tử lạ nằm trên các nút mạng hay xen giữa các nút mạng.

Do có các sai lệch mạng nên nguyên tử nằm xung quanh sai lệch nằm không đúng vị trí quy định.

Ví dụ: nút trống làm các nguyên tử xung quanh nó có xu hướng xích lại gần nhau, nguyên tử xen giữa nút mạng làm các nguyên tử xung quanh có xu hướng bị dồn ép lại.

Số lượng các nút trống và nguyên tử xen giữa nút mạng có xu hướng phụ thuộc vào nhiệt độ. Nhiệt độ càng tăng số lượng của chúng càng nhiều, tuy nhiên

không vượt quá 1-2% Kim loại càng bẩn thì khả năng nguyên tử lạ chui vào mạng tinh thể càng nhiều và do đó số lượng sai lệch điểm tăng.

1.3.2. Sai lệch đường

Là các sai lệch có kích thước lớn theo một chiều đo và bé theo hai chiều đo còn lại. Nó có dạng đường thẳng, đường cong, đường xoắn ốc. Bao gồm các loại sau :

- Một dãy các nút trống hay các sai lệch điểm khác
- Lệch: là dạng sai lệch đường quan trọng nhất và có tính ổn định cao.

1.3.3. Sai lệch mặt

là các sai lệch có kích thước lớn theo hai chiều đo và bé theo chiều đo còn lại. Nó có dạng mặt cong, mặt phẳng. Gồm các loại sau: biên giới giữa các hạt, các mặt trượt, các mặt song tinh, mặt ngoài tinh thể.

1.4. Các phương pháp nghiên cứu kim loại và hợp kim

1.4.1. Phương pháp mặt gẫy

Đây là phương pháp đơn giản nhất. Ta quan sát bề mặt kim loại tại nơi gãy vỡ có thể phát hiện được các vết nứt lớn, xác định được độ hạt các lẫn xỉ lớn ... Từ đó có thể sơ bộ kết luận được chất lượng của kim loại

1.4.2. Phương pháp tổ chức thô đại

Bẻ gãy mẫu kim loại rồi mài phẳng trên giấy mài. Trên bề mặt mặt của nó có thể phát hiện được: bọt khí, rỗ nứt, lẫn xỉ. Nếu cho ăn mòn nhẹ bằng các hóa chất thích hợp có thể thấy được tổ chức thớ, nhánh cây, hạt lớn, sự phân bố của phôt pho, lưu huỳnh trong thép. Thường dùng để phát hiện tổ chức thớ trong vật cán rèn, sự phân bố của các vùng tinh thể trong thỏi đúc

CHƯƠNG II. HỢP KIM VÀ GIẢN ĐỒ TRẠNG THÁI

2.1. Khái niệm về hợp kim

2.1.1. Định nghĩa hợp kim

Hợp kim là vật thể của nhiều nguyên tố và mang tính kim loại (dẫn điện, dẫn nhiệt cao, dẻo, dễ biến dạng, có ánh kim ...).

Nguyên tố chủ yếu trong hợp kim là nguyên tố kim loại. Hợp kim có thể được tạo nên giữa các nguyên tố kim loại với nhau, hay giữa nguyên tố kim loại và phi kim loại.

Ví dụ: - Thép các bon là hợp kim của nguyên tố kim loại và phi kim loại (Fe + C)

- La tông là hợp kim của hai nguyên tố kim loại (Cu + Zn)

Thành phần của các nguyên tố trong hợp kim được biểu thị theo phần trăm khối lượng mỗi nguyên tố. Tổng các thành phần trong hợp kim luôn luôn bằng 100%. Đôi khi người ta còn dùng tỷ lệ phần trăm nguyên tư

2.1.2. Các đặc tính của hợp kim

Đặc tính sản phẩm hợp kim giống kim loại thông thường khác với đặc tính của kim loại hợp thành, đôi khi còn khác hẳn.

Hợp kim luôn cho ta những đặc tính vượt trội so với kim loại nguyên chất hợp thành. Ví dụ, thép(hợp kim của sắt) có độ bền vượt trội so với kim loại hợp thành của nó là sắt. Đặc tính vật lý của hợp kim không khác nhiều kim loại được hợp kim hoá, như mật độ, độ kháng cự, tính điện và hệ số dẫn nhiệt, nhưng các đặc tính cơ khí của hợp kim lại có sự khác một cách rõ rệt, như độ bền kéo, độ bền cắt, độ cứng, khả năng chống ăn mòn...

Không giống như kim loại nguyên chất, nhiều hợp kim không có một điểm nóng chảy nhất định. Thay vì, chúng có một miền nóng chảy bao gồm trạng thái các khối chất rắn hòa lẫn với khối chất lỏng. Điểm nhiệt độ bắt đầu chảy được gọi là đường đông đặc và hoàn thành việc hóa lỏng hoàn toàn gọi là đường pha lỏng trong giản đồ trạng thái của hợp kim

2.1.3. Các khái niệm về hợp kim

a) Cấu tử (còn gọi là nguyên): là các nguyên tố (hay hợp chất hóa học bền vững) cấu tạo nên hợp kim. Chúng là các thành phần độc lập.

b) Hệ (đôi khi còn gọi là hệ thống): là một tập hợp vật thể riêng biệt của hợp kim trong điều kiện xác định.

c) Pha: là tổ phần đồng nhất của hệ (hợp kim) có cấu trúc và các tính chất cơ, lý, hóa xác định, giữa các pha có bề mặt phân cách.

Ví dụ: - Ta có một hệ gồm nước đá và nước. Hệ này chỉ có một cấu tử đó là hợp chất H2O nhưng có hai pha: rắn (nước đá), lỏng (nước)

- Một chi tiết bằng la tông một pha: Hệ này có hai cấu tử là Cu và Zn nhưng chỉ có một pha α (dung dịch rắn của hai cấu tử trên).

d) Trạng thái cân bằng (ổn định): Hệ ở trạng thái cân bằng khi các pha của nó đều có năng lượng tự do nhỏ nhất trong các điều kiện về nhiệt độ, áp suất và thành phần xác định. Tức là các đặc tính của hệ không biến đổi theo thời gian. Thông thường hệ với các pha ở trạng thái cân bằng bao giờ cũng có độ bền, độ cứng thấp nhất, không có ứng suất bên trong, xô lệch mạng tinh thể thấp nhất và được hình thành với tốc độ nguội chậm.

e) Trạng thái không cân bằng (không ổn định): Khi thay đổi nhiệt độ và áp suất làm tăng năng lượng tự do và hệ trở nên trạng thái không cân bằng. Lúc này hệ có thể chuyển biến sang trạng thái cân bằng mới có năng lượng tự do nhỏ hơn. Nói chung trạng thái không cân bằng là không ổn định, luôn có xu hướng tự biến đổi sang trạng thái cân bằng, ổn định. Trong thực tế một số trạng thái không cân bằng vẫn tồn tại lâu dài, do ở nhiệt độ thường chuyển biến xảy ra rất chậm hầu như không nhìn thấy được. Trạng thái không cân bằng thường có độ bền, độ cứng cao hơn nên được sử dụng khá nhiều trong thực tế (tổ chức mactenxit sau khi tôi). Trạng thái không cân bằng được hình thành với tốc độ nguội nhanh.

f) Trạng thái giả ổn định: Trạng thái giả ổn định tồn tại khi trạng thái cân bằng (ổn định) tuyệt đối chỉ tồn tại trên lý thuyết, tức là phải nung nóng hay làm nguội vô cùng chậm mà trong thực tế rất khó xảy ra. Vậy giả ổn định thực chất là không ổn định nhưng thực tế lại tồn tại một cách ổn định ngay cả khi nung nóng hay làm nguội trong một phạm vi nào đó.

2.2. Các pha và tính chất các pha trong hợp kim

2.2.1. Dung dịch rắn

Cũng giống như dung dịch lỏng, trong dung dịch rắn ta không phân biệt được một cách cơ học các nguyên tử của các cấu tử, các nguyên tử của chúng phân bố xen vào nhau trong mạng tinh thể. Cấu tử nào có số lượng nhiều hơn, vẫn giữ được kiểu mạng của mình gọi là dung môi. Các cấu tử còn lại gọi là chất hòa tan. Dung dịch rắn là pha đông nhất có cấu trúc mạng tinh thể của cấu tử dung môi nhưng thành phần của nó có thể thay đổi trong một phạm vi nhất định mà không làm mất đi sự đồng nhất đó. Ký hiệu của dung dịch rắn là A(B). Dung dịch rắn được chia ra làm hai loại: dung dịch rắn thay thế và dung dịch rắn xen kẽ.

2.2.2. Các pha trung gian

Trong các hợp kim hầu như không có loại hợp chất hóa học hóa trị thường. Các hợp chất hóa học tồn tại trong hợp kim thường gọi là pha trung gian vì trên giản đồ pha nó nằm ở vị trí giữa và trung gian của các dung dịch rắn ở hai đầu mút.

a) Khái niệm và phân loại:

Các hợp chất hóa học tạo thành theo quy luật hóa trị thường có các đặc điểm sau:

- Có mạng tinh thể phức tạp và khác hẳn mạng nguyên tố thành phần
- Luôn luôn có một tỷ lệ chính xác giữa các nguyên tố và đượ biểu diễn bởi công thức hóa học nhất định.
-Tính chất khác hẳn các nguyên tố thành phần, độ cứng cao, tính dòn lớn.
- Có nhiệt độ nóng chảy xác định, khi hình thành là phản ứng tỏa nhiệt.

Các pha trung gian trong hợp kim có những đặc điểm khác với hợp chất hóa học theo hóa trị, đó là:

- Không tuân theo quy luật hóa trị.
- Không có thành phần chính xác.
- Có liên kết kim loại.

Các pha trung gian trong hợp kim thường gặp là: pha xen kẽ, pha điện tử, pha Laves, pha σ ...

b) Pha xen kẽ:

Là pha tạo nên giữa các kim loại chuyển tiếp (Fe, Cr, Mo, W...) có đường kính nguyên tử lớn với các phi kim loại (H, N, C...) có đường kính nguyên tử bé. Kiểu mạng của pha xen kẽ được xác định theo quan hệ giữa đường kính nguyên tử kim loại và phi kim loại:

- Nếu $d_A/d_K < 0,59$ (d_A - đường kính nguyên tử phi kim loại, d_K - đường kính nguyên tử kim loại) thì pha xen kẽ có các kiểu mạng đơn giản: tâm khối, tâm mặt, sáu phương xếp chặt... Các nguyên tử phi kim loại xen kẽ vào lỗ hổng trong mạng. Chúng có công thức đơn giản như: K_4A (Fe_4N), K_2A (W_2C), KA (NbC, NbH, TiC), KA_2 (TiH_2). Với K là kim loại, A là phi kim loại.

- Nếu $d_A/d_K > 0,59$ pha xen kẽ sẽ có kiểu mạng phức tạp và công thức phức tạp hơn

$$K_3A\ (Mn_3C),\ K_7A_3\ (Cr_7C_3),\ K_{23}A_6\ (Cr_{23}C_6).$$

Đặc điểm của pha xen kẽ nói chung là có nhiệt độ chảy rất cao (thường > 30000C) và có độ cứng lớn (2000÷ 5000 HV), có tính dòn lớn. Chúng có vai trò rất lớn trong việc nâng cao tính chống mài mòn và chịu nhiệt của hợp kim.

c) Pha điện tử (Hum-Rozêri):

Là pha trung gian có cấu tạo phức tạp, tạo nên bởi hai kim loại. Thành phần của nó như sau:

- Nhóm một: gồm các kim loại hóa trị một Cu, Ag, Au và kim loại chuyển tiếp: Fe, Ni, Co, Pt, Pd.
- Nhóm hai: các kim loại hóa trị hai, ba, bốn:Be, Mg, Zn, Cd, Al, Si, Sn.

Nồng độ điện tử N có giá trị xác định là 3/2, 21/13 và 7/4 (21/14, 21/13, 21/12).

Mỗi giá trị nồng độ điện tử ứng với một kiểu mạng tinh thể.

Ví dụ:

- N = 3/2 là pha β với kiểu mạng lập phương tâm khối, hay lập phương phức tạp, hay sáu phương (Cu5Sn, Cu5Si).
- N = 21/13 là pha γ với kiểu mạng lập phương phức tạp (Cu31Sn8).
- N = 7/4 là pha ε với kiểu mạng sáu phương xếp chặt (AgCd3).

d)Pha Laves:

Là pha tạo nên bởi hai nguyên tố (A, B), có tỷ lệ đường kính nguyên tử dA/dB=1,2 (tỷ lệ này có thể biến đổi trong phạm vi 1,1 ÷ 1,6), có công thức AB2, kiểu mạng sáu phương xếp chặt (MgZn2) hay lập phương tâm mặt (MgCu2).

Trong hợp kim có thể còn gặp các pha: s , l , d , m ... Tuy nhiên các loại pha này ít phổ biến. Một đặc tính quan trọng của các pha trung gian là cứng và dòn. Vì vậy không bao giờ người ta dùng hợp kim chỉ có một pha là pha trung gian. Tỷ lệ của chúng trong các hợp kim thông thường < 10% (có khi đến 20 ÷ 30%), đây là các pha cản trượt làm tăng độ bền, độ cứng.

2.2.3. Hỗn hợp cơ học

Khá nhiều trường hợp, hợp kim có tổ chức hai hay nhiều pha: hai dung dịch rắn, dung dịch rắn và pha trung gian... Cấu tạo như vậy gọi là hỗn hợp cơ học.

Trên tổ chức tế vi ta phân biệt được rất rõ các pha khác nhau trong hỗn hợp cơ học. Hai trường hợp điển hình của hỗn hợp cơ học là cùng tinh và cùng tích

2.3. Giản đồ trạng thái của hệ hợp kim hai nguyên

2.3.1. Khái niệm về giản đồ trạng thái

Định nghĩa: Giản đồ pha là giản đồ biểu thị sự biến đổi tổ chức pha theo nhiệt độ và thành phần của hệ ở trạng thái cân bằng. Cần chú ý là sự biến đổi này chỉ hoàn toàn đúng và phù hợp với hợp kim ở trạng thái cân bằng (làm nguội vô cùng chậm), trong trường hợp làm nguội thông thường nó sẽ có một số sai khác. Tuy vậy giản đồ pha vẫn là cơ sở để xác định cấu trúc của hợp kim.

Cấu tạo: Giản đồ pha của một hệ hợp kim (còn gọi là giản đồ trạng thái, cân bằng) biểu thị mối quan hệ giữa nhiệt độ, thành phần và số lượng pha ở trạng thái cân bằng. Các hệ hợp kim khác nhau có giản đồ pha khác nhau. Giản đồ pha được xây dựng bằng thực nghiệm. Hiện tại người ta đã xây dựng hầu hết giản đồ pha hai cấu tử, ba cấu tử của các hệ thường gặp

Công dụng: Giản đồ pha của hợp kim hai cấu tử có công dụng rất lớn trong thực tế. Từ giản đồ pha có thể xác định được:

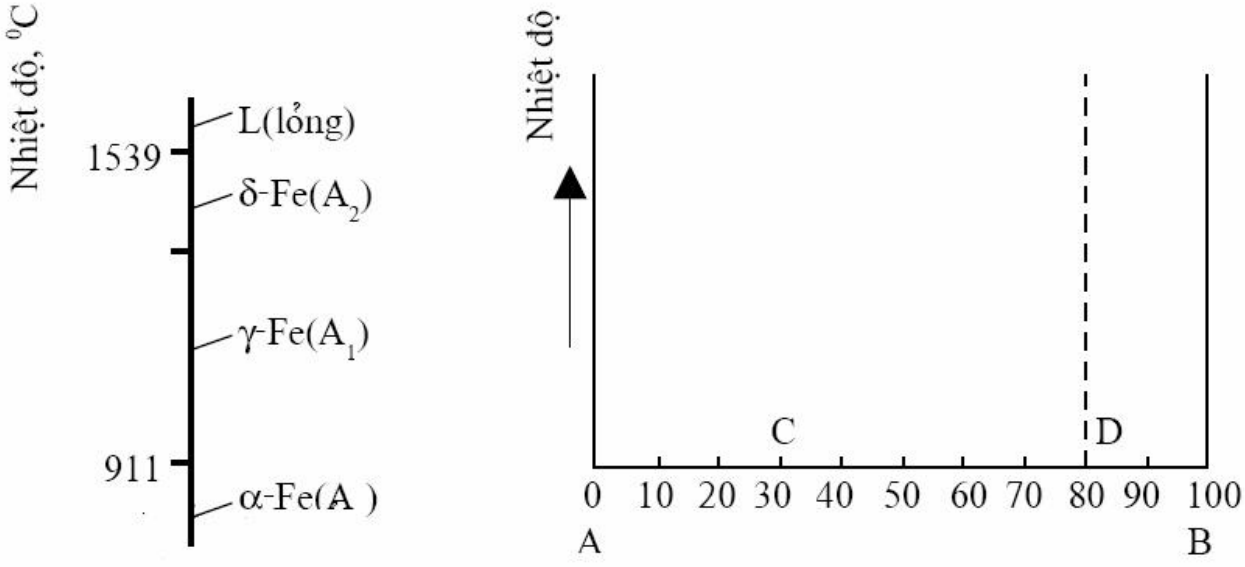
- Cấu tạo pha của hệ hợp kim tại các nhiệt độ và thành phần khác nhau. Từ cấu tạo pha ta có thể suy đoán tinh chất của từng hợp kim cụ thể.
- Thành phần và tỷ lệ các pha của hợp kim bằng quy tắc đòn bẩy: Từ ba điểm biểu diễn hợp kim (thành phần và hai pha) tạo ra hai đoạn thẳng mà độ dài mà độ dài của mỗi đoạn biểu thị tỷ lệ của pha đối diện trong hợp kim. Cụ thể như sau:

$$\frac{\text{Lượng pha trái}}{\text{Lượng pha phải}} = \frac{\text{Độ dài đoạn thẳng phải}}{\text{Độ dài đoạn thẳng trái}}$$

- Nhiệt độ chảy, nhiệt độ chuyển biến pha của các hợp kim, từ đó xác định được nhiệt độ rèn, cán, đúc...
- Các chuyển biến pha, dự đoán được các tổ chức tạo thành ở trạng thái không cân bằng...

2.3.2. Giản đồ trạng thái hai nguyên loại một

Hệ một cấu tử không có sự biến đổi về thành phần hoá học nên chỉ có một trục, trên đó người ta ghi các nhiệt độ nóng chảy, nhiệt độ chuyển biến pha.



Tên hình vẽ

2.3.3. Giản đồ trạng thái hai nguyên loại hai

Giản đồ pha của hệ hai cấu tử gồm hai trục: trục tung biểu diễn nhiệt độ, trục hoành biểu diễn thành phần hóa học (thường theo % khối lượng). Trong hệ trục đó người ta vẽ các đường phân chia giản đồ thành các khu vực có tổ chức và pha giống nhau. Các điểm trên đường nằm ngang biểu thị cho các hợp kim có thành phần khác nhau nhưng ở cùng một nhiệt độ. Đi từ trái qua phải tỷ lệ cấu tử B tăng dần lên, cấu tử A giảm đi và ngược lại. Các điểm nằm trên đường thẳng đứng biểu thị cho một hợp kim có thành phần xác định nhưng ở các nhiệt độ khác nhau. Nếu hợp kim có hai pha thì điểm biểu diễn của chúng phải nằm về hai phía đối diện với điểm biểu diễn hợp kim.

2.4. Giản đồ trạng thái sắt – các bon

2.4.1. Đặc điểm các nguyên (sắt và các bon)

a) Cấu tử sắt:

Sắt là nguyên tố có khá nhiều trong tự nhiên. Hiện tại người ta đã luyện được sắt với độ sạch 99,99999% Fe Trong thực tế sản xuất người ta thường nghiên cứu với sắt có lượng chứa 99,8 - 99,9%. Sắt này gọi là sắt nguyên chất kỹ thuật (sắt am kô)

* *Cơ tính:* Sắt là nguyên tố có cơ tính khá cao, cụ thể như sau:

- Giới hạn bền kéo: σ_b = 250 MN/m2 (MPa)
- Giới hạn chảy quy ước : $\sigma_{0,2}$ = 120MN/m2
- Độ giãn dài tương đối : δ % = 50
- *Tính chất của vật liệu và giản đồ pha*
- Độ thắt tỷ đối: ψ % = 85
- Độ dai va đập: ak = 3000 Kj/m2
- Độ cứng HB = 80

* *Tính đa hình của sắt:*

Sắt là kim loại có tính đa hình, nó có hai kiểu mạng tinh thể ở các khoảng nhiệt độ khác nhau:

- Mạng lập phương tâm khối tồn tại ở nhiệt độ:

+ Nhỏ hơn 911oC gọi là sắt an pha có a = 2,68 Kx. Dưới 768 ^{O}C có từ tính, cao hơn nhiệt độ này mất từ tính. Tại nhiệt độ cao hơn 768^{0}C gọi là sắt bê ta, có a = 2,90Kx.

+ Từ 1392oC đến 1539oC gọi là sắt đen ta có a = 2,93Kx.

- Mạng lập phương tâm mặt tồn tại ở nhiệt độ: 911oC < to < 1392oC gọi là sắt gamma, có a = 3,56 Kx.

* *Khả năng hòa tan các bon của sắt:*

Hai loại mạng tinh thể của sắt có khả năng hòa tan các bon dưới dạng xen kẽ khác nhaụ Đường kính nguyên tử các bon là 1,54Kx. Trong khi đó lỗ hổng lớn nhất trong mạng tâm khối có d = 0,64Kx. Mạng lập phương tâm mặt có số lỗ hổng ít hơn nhưng kích thước lại lớn hơn, d = 1,02Kx. Về nguyên tắc thì sắt không thể hòa tan các bon được. Tuy nhiên trong thực tế sắt an pha hòa tan được

0,02%C ở 727^{O}C, sắt đen ta hòa tan 0,10%C ở 1499^{O}C. Sắt gama hòa tan 2,14%C ở 1147^{O}C. Người ta cho rằng các bon chui vào nơi có nhiều sai lệch mạng nhất. Với sắt gama có thể hòa tan tối đa khoảng 10% nguyên tử sắt.

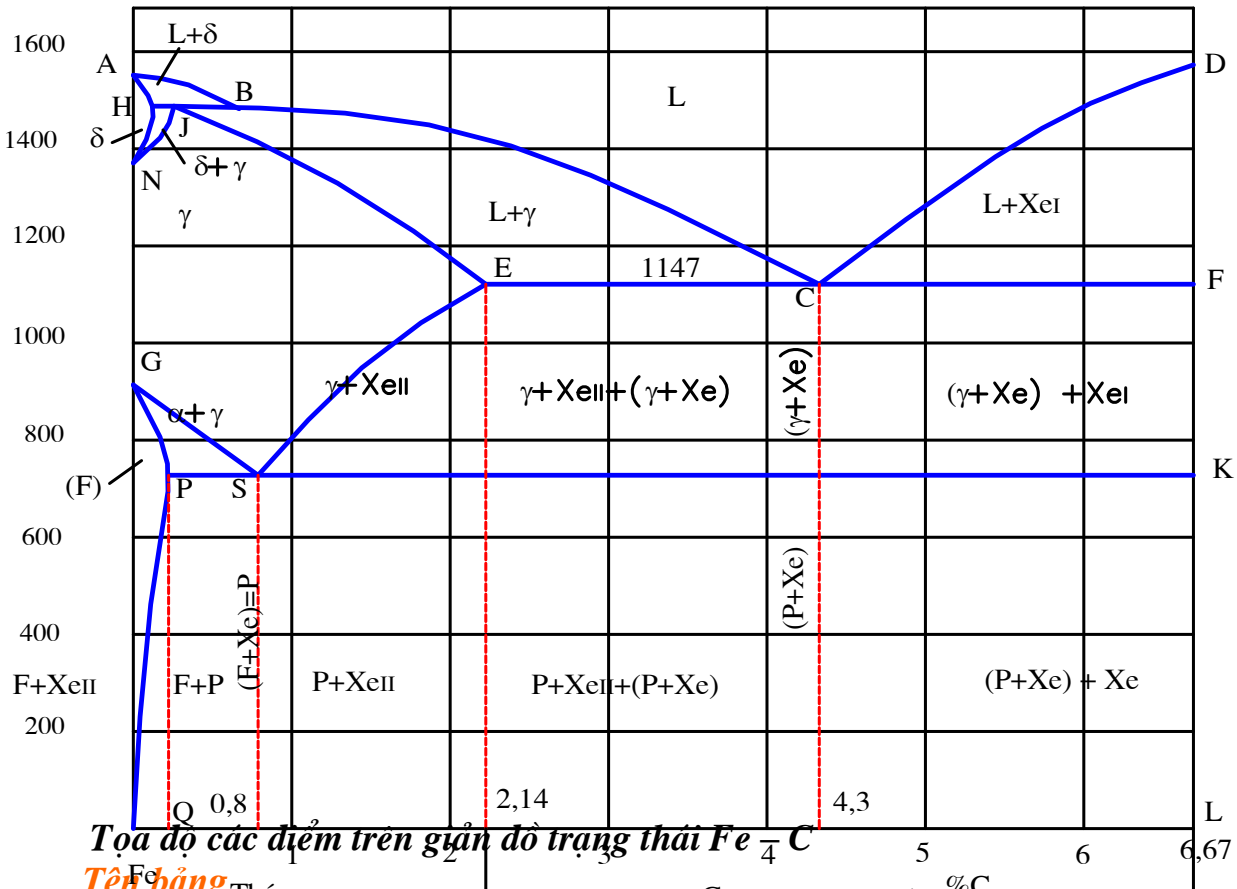
b) Cấu tử các bon:

Trong tự nhiên các bon tồn tại dưới ba dạng: than đá (vô định hình), kim cương và graphít (có cấu tạo mạng tinh thể). Trong hợp kim Fe - C các bon chỉ tồn tại tự do ở dạng graphít (trong các loại gang có graphít).

2.4.2. Tương tác giữa sắt và các bon

Khi lượng hòa tan của các bon vào sắt vượt quá giới hạn của dung dịch rắn thì sẽ tạo nên các hợp chất hóa học: Fe_3C (6,67%C), Fe_2C (9,67%C) và FeC (17,67%C). Tuy nhiên trong hợp kim sắt các bon do chỉ sử dụng ở giới hạn khoảng 5%C nên chỉ có Fe_3C và hợp chất này có tên là xêmentit. Xêmentit là pha xen kẽ có kiểu mạng phức tạp, nhiệt độ nóng chảy khoảng 1250^{0}C và có độ cứng cao khoảng 800HB. Ở nhiệt độ nhỏ hơn 217^{O}C có từ tính. Lớn hơn nhiệt độ này mất từ tính. Khi hòa tan thêm các nguyên tố hợp kim (Cr, Mn, W...) dưới dạng thay thế ta có xêmentit hợp kim (nguyên tố hợp kim thay vào vị trí của sắt).

2.4.3. Dạng giản đồ



Tọa độ các điểm trên giản đồ trạng thái Fe – C

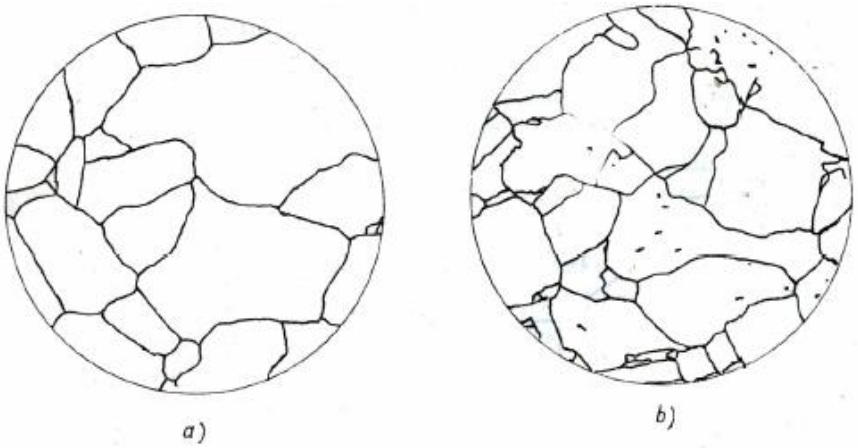
Tên bảng

Điểm	Nhiệt độ, ^{0}C	%C	Điểm	Nhiệt độ, ^{0}C	%C	Điểm	Nhiệt độ, ^{0}C	%C
A	1539	0	E	1147	2,14	P	727	0,02
B	1499	0,51	C	1147	4,3	S	727	0,8
H	1499	0,1	F	1147	6,67	K	727	6,67

J	1499	0,16	D	≈1600	6,67	Q	0	0,006
N	1392	0	G	911	0	L	0	6,67

Trên giản đồ, đường ABCD là đường lỏng, đường AHJECF là đường đặc.

2.4.4. Tổ chức tế vi của thép các bon và gang trắng theo giản đồ sắt – các bon



Hình 2.1 -Tổ chức tế vi của ferit (a) và austenit (b).

a) Các tổ chức của hợp kim Fe - Fe_3C:

** Tổ chức một pha:*

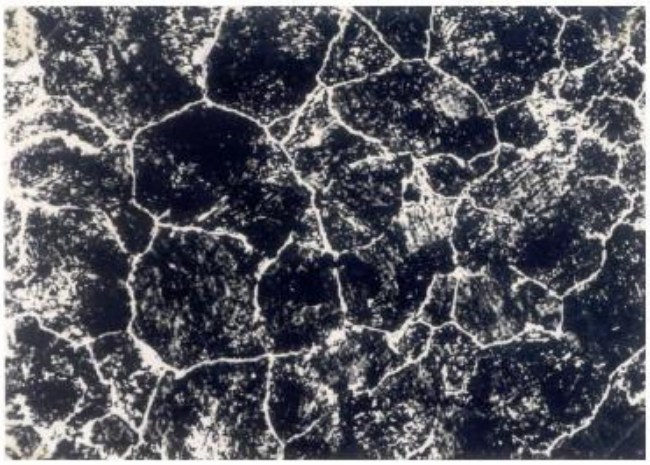
- Pherit (ký hiệu α , F hay Fe^{α}): là dung dịch rắn xen kẽ của các bon trong Fe^{α}, có kiểu mạng lập phương tâm khối. Là pha dẻo, dai, mềm và kém bền, ở nhiệt độ nhỏ hơn $768^{O}C$ có từ tính, cao hơn nhiệt độ này mất từ tính. Khi hòa tan thêm các nguyên tố hợp kim Mn, Si, Ni... độ bền của nó tăng lên, độ dẻo dai giảm đi và gọi là phe rit hợp kim. Pherit là pha tồn tại ở nhiệt độ thường, chiếm tỷ lệ khá lớn (khoảng ≥ 90%) nên ảnh khá nhiều đến cơ tính của hợp kim. Tổ chức của nó là các hạt sáng, đa cạnh. Gọi là phe rit xuất phát từ tiếng Latinh ferum nghĩa là sắt.

- Austenit [ký hiệu γ , As, Fe^{γ} (C)]: là dung dịch rắn xen kẽ của các bon trong Fe^{γ} có mạng lập phương tâm mặt. Là pha rất dẻo và dai, độ cứng thấp. Nó không có từ tính và không tồn tại ở nhiệt độ thấp hơn $727^{O}C$ trong hợp kim sắt các bon nguyên chất, chỉ tồn tại ở dưới nhiệt độ này trong các hợp kim chứa một lượng đáng kể Mn, Ni... Tuy không tồn tại ở nhiệt độ thường nhưng có vai trò quyết định trong biến dạng nóng và nhiệt luyện thép. Tổ chức của nó là các hạt sáng có song tinh. Tên gọi austenit để kỷ niệm nhà vật liệu học người Anh: Rôbe Ôsten.

- Xêmentit (ký hiệu Xê, Fe_3C): là pha xen kẽ với kiểu mạng phức tạp, chứa 6,67%C và có công thức Fe_3C, tương ứng với đường DFKL. Xêmentit là pha cứng, dòn, ở nhiệt độ nhỏ hơn $217^{0}C$ có từ tính, cao hơn nhiệt độ này mất từ tính. Cùng với ferit, nó tạo nên các tổ chức khác nhau của hợp kim Fe - C. Xêmentít xuất phát từ tên gọi cément có nghĩa là cứng. Ta phân biệt ra bốn loại xêmentit (*Hình 2.1 -Tổ chức tế vi của ferit (a) và austenit (b)).*

+ *Xêmentit thứ nhất:* ($Xê_I$, Fe_3C_I): được tạo thành từ hợp kim lỏng do giảm nồng độ các bon trong hợp kim lỏng theo đường DC khi nhiệt độ giảm. Nó chỉ có trong các hợp kim chứa > 4,3%C. Do tạo thành từ trạng thái lỏng và ở nhiệt độ cao nên có dạng thẳng, thô to.

+ *Xêmentit thứ hai:* ($Xê_{II}$, Fe_3C_{II}): được tạo thành do giảm nồng độ các bon trong austenit theo đường ES khi hạ nhiệt độ từ 1147^OC đến 727^OC, nó sinh ra trong các hợp kim có > 0,80%C và thấy rõ nhất trong các hợp kim chứa từ 0,80 đến 2,14%C. Do tạo thành ở nhiệt độ không cao lắm và từ trạng thái rắn nên kích thước nhỏ mịn, thường có dạng lưới bao quanh hạt peclit (austenit).



Hình 2.2 Tổ chức xêmentit 2 dạng lưới ở thép sau cùng tích

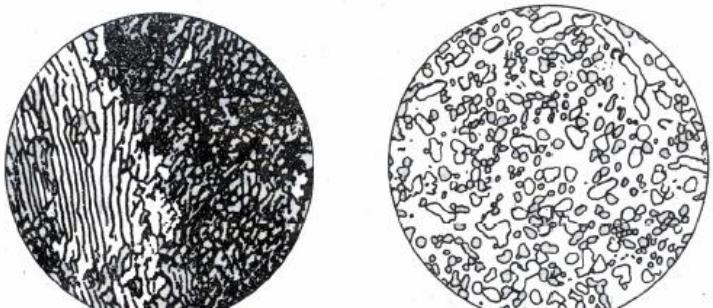
+ *Xêmen tit thứ ba:* ($Xê_{III}$,, Fe_3C_{III}): được tạo thành khi giảm nồng độ các bon trong ferit theo đường PQ khi hạ nhiệt độ từ 727^0C, thấy rõ nhất trong các hợp kim nhỏ hơn 0,02%C. Do tạo thành ở nhiệt độ rất thấp nên kích thước rất nhỏ mịn, số lượng không đáng kể, trong thực tế ta bỏ qua nó.

+*Xêmentit cùng tích:* được tạo thành do chuyển biến cùng tích austenit thành péc lit, nó có vai trò rất quan trọng trong các hợp kim sắt các bon.

* *Các tổ chức hai pha:*

- Peclít [ký hiệu P hay (Fe_α +Fe_3C)]: là hỗn hợp cơ học cùng tích của phe rít và xêmentit được tạo ra từ chuyển biến cùng tích của austenit tại 727^OC. Trong péc lít có 88% F và 12% Xê. Péc lít khá bền và cứng nhưng cũng đủ độ dẻo dai đáp ứng được các yêu cầu của vật liệu kết cấu và dụng cụ. Tùy thuộc hình dạng của xêmentít, péc lít được chia ra làm hai loại là péc lít tấm và péc lít hạt. Nếu xêmentit ở dạng tấm gọi là péc lít tấm, có độ cứng cao hơn, đây là dạng thường gặp trong thực tế. Nếu xêmentit ở dạng hạt gọi là péc lit hạt, độ cứng thấp hơn, dễ cắt gọt, kém ổn định. Péc lít hạt ít gặp trong thực tế, chỉ nhận được trong các điều kiện cụ thể (ủ cầu hóa). Péc lít hạt có tính ổn định cao hơn péc lít tấm. Tên gọi péc lít xuất phát từ peard có nghĩa là vằn hay màu xà cừ.

$$\gamma_{0,80} \rightarrow (\alpha_{0,02} + Fe_3C_{6,67})$$



Hình 2.3- Tổ chức tế vi của peclit tấm (a) và peclit hạt (b)

- Lêđêburit [Lê hay (γ + Fe_3C), (P +Fe_3C)]: là hỗn hợp cơ học cùng tinh của austenit và xêmentit được tạo thành từ hợp kim lỏng chứa 4,30%C tại 1147^0C. Khi làm nguội dưới 727^0C do chuyển biến $\gamma \rightarrow$ P nên tổ chức của lêđêburit gồm (P + Fe3C).

$$L_{4,30} \rightarrow (\gamma_{2,14} + Fe_3C_{6,67})$$

Lêđêburit có dạng hình da báo, rất cứng và dòn nên thường gọi là tổ chức da báo. Tên gọi lêđêburit là để kỷ niệm nhà luyện kim người Đức: Lêđêbua.

b) Một số quy ước:

* Thép và gang:

- Thép là hợp chất của sắt và các bon với hàm lượng các bon nhỏ hơn 2,14%. Ngoài ra còn có thêm một số ít các nguyên tố khác : Mn, Si, P, S ...

- Gang là hợp kim của sắt và các bon với hàm lượng các bon lớn hơn 2,14%. Ngoài ra còn có thêm một số ít các nguyên tố khác: Mn, Si, P, S...Gang có tổ chức tương ứng với giản đồ pha Fe-C gọi là gang trắng (mặt gãy của nó có màu sáng trắng, đó là màu của xêmentit). Gang trắng rất cứng và dòn, không thể gia công cắt gọt được. Ranh giới để phân chia thép và gang là điểm E trên giản đồ pha Fe-C. Căn cứ vào hàm lượng các bon có trong gang và thép ta phân chia chúng thành nhiều loại khác nhau.

- Thép được chia ra làm ba loại:

+ Thép trước cùng tích: là loại thép có hàm lượng các bon nhỏ hơn 0,80%C, tổ chức cân bằng gồm phe rit và péc lit.

+ Thép cùng tích: là loại thép có hàm lượng các bon bằng 0,80%C, tổ chức cân bằng là péc lit.

+ Thép sau cùng tích: là loại thép có hàm lượng các bon lớn hơn 0,80%C, tổ chức cân bằng gồm péc lit và xêmentít thứ hai.

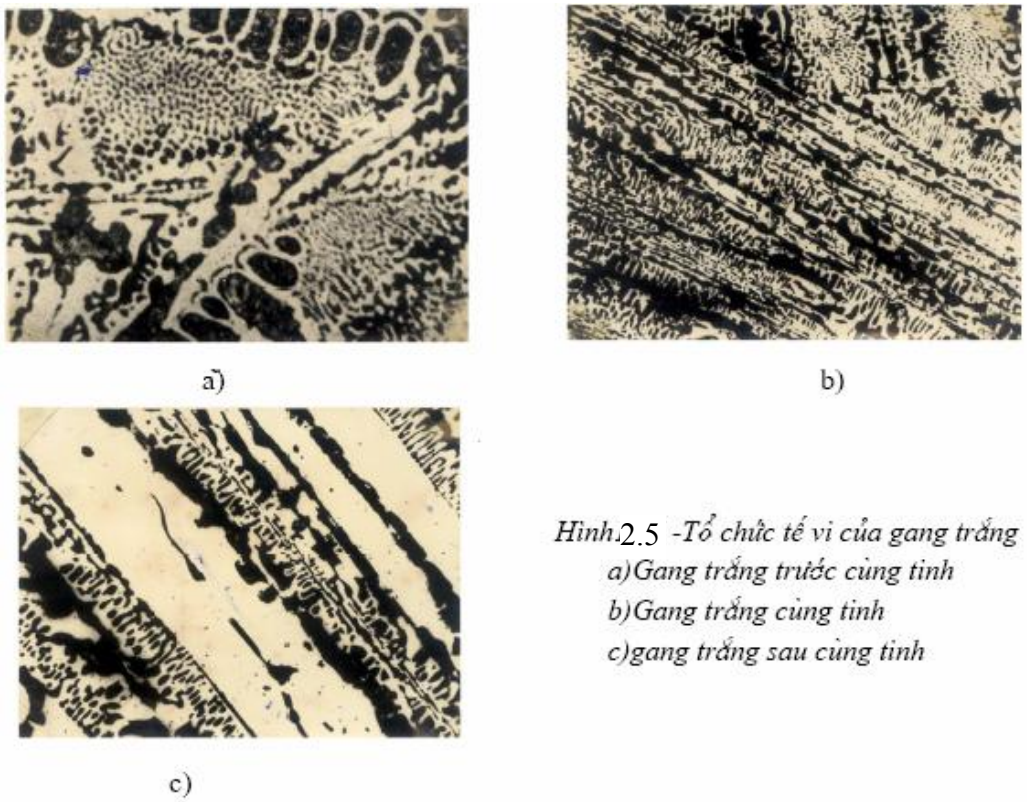
Hình 2.4 Tổ chức tế vi của thép trước cùng tích.

- Gang trắng được chia ra làm ba loại :

+ Gang trắng trước cùng tinh: là loại gang có hàm lượng các bon nhỏ hơn 4,30%C, tổ chức cân bằng gồm có peclit, xêmentit thứ hai và lêđêburit.

+ Gang trắng cùng tinh: là loại gang có hàm lượng các bon bằng 4,30%C, tổ chức cân bằng là lêđêburit.

+ Gang trắng sau cùng tinh: là loại gang có hàm lượng các bon lớn hơn 4,30%C, tổ chức cân bằng gồm xêmentit thứ nhất và lêđêburit.



Hình 2.5 -Tổ chức tế vi của gang trắng
a)Gang trắng trước cùng tinh
b)Gang trắng cùng tinh
c)gang trắng sau cùng tinh

- Các điểm tới hạn:

Các nhiệt độ ứng với các chuyển biến pha ở trạng thái rắn trong hợp kim sắt các bon (chủ yếu dùng cho thép) gọi là các điểm tới hạn, chúng được ký hiệu bằng chữ A (viết tắt từ tiếng Pháp arêt có nghĩa là dừng vì khi có chuyển biến pha nhiệt độ bị dừng lại) kèm theo các số thứ tự 0, 1, 2, 3, 4 và *cm*. Gồm có các điểm tới hạn sau đây:

+ A0 - (217^0C) là nhiệt độ chuyển biến từ của xêmentit, thấp hơn nhiệt độ này xêmentit có từ tính, cao hơn nhiệt độ này xêmentit mất từ tính.

+ A1 - (727^0C) ứng với đường PSK là nhiệt độ chuyển biến austenit $\leftrightarrow$ peclit có trong tất cả các loại thép.

+ A2 - (768^0C) còn gọi là điểm Curi, ứng với đường MO, là điểm chuyển biến từ của

phe rit, thấp hơn nhiệt độ này phe rit có từ tính, cao hơn nhiệt độ này mất từ tính.

+ A3 - ứng với đường GS ($911^0C \div 727^0C$) là đường bắt đầu tiết ra phe rit từ austenit khi làm nguội và kết thúc hòa tan phe rit vào austenit khi nung nóng, chỉ có trong thép trước cùng tích.

+ Acm - ứng với đường ES ($1147^0C \div 727^0C$) là đường bắt đầu tiết ra xêmentít từ austenit khi làm nguội và kết thúc hòa tan xêmentit vào austenit khi nung nóng, có trong thép sau cùng tích và gang.

+ A4 - ứng với đường NJ ($1499 \div 1392^0C$) ứng với chuyển biến $\delta \gamma \leftrightarrow$ Trong tất cả các điểm tới hạn trên thì các điểm A1, A3 và Acm được sử dụng nhiều nhất và chủ yếu khi nhiệt luyện thép. Tuy nhiên các giá trị về nhiệt độ nêu trên chỉ đúng trong trạng thái cân bằng (nung nóng hay làm nguội vô cùng chậm, tốc độ nung nóng hay làm nguội $\rightarrow 0$). Trong thực tế tốc độ nung nóng hay làm nguội thường có giá trị xác định nên không phù hợp. Tương tự như hiện tượng quá nguội (khi kết tinh) hay quá nung (khi nóng chảy) các điểm tới hạn này cũng thấp hơn hay cao hơn khi làm nguội hay nung nóng, sự khác biệt này càng lớn khi tốc độ càng cao. Để phân biệt cùng một điểm tới hạn cho hai trường hợp khi làm nguội và nung nóng ta thêm vào chữ r (refroidissement) khi làm nguội và c (chauffage) khi nung nóng. Với một loại thép nhất định bao giờ ta cũng có:

$Ar_1 < A_1 < Ac_1$ và $Ar_3 < A_3 < Ac_3$ .... các giá trị A tính theo giản đồ pha, Ar phụ thuộc vào tốc độ nguội, Ac phụ thuộc tốc độ nung.

- Tính gần đúng hàm lượng các bon của thép trước cùng tích qua tổ chức cân bằng:

Đối với thép trước cùng tích trong một vài trường hợp cần thiết ta có thể tính gần đúng lượng các bon có trong thép qua tổ chức cân bằng của nó.

Ví dụ: trong tổ chức tế vi của một loại thép ta thấy phần tối (péclit) chiếm 3/4 diện tích, còn phần sáng (phe rit) chiếm 1/4 thì lượng các bon trong đó tính như sau:

+ Lượng các bon có trong phe rit: 25% x 0,006% = 0,015 % ≈ 0%

+ Lượng các bon có trong peclit: 75% x 0,80% = 0,60%C

Vậy lượng các bon có trong thép này gần đúng bằng 0,60%C

CHƯƠNG III. CÁC CHUYỂN BIẾN PHA KHI NHIỆT LUYỆN

3.1. Khái niệm về nhiệt luyện

3.1.1. Định nghĩa

Nhiệt luyện là tập hợp các thao tác gồm có nung nóng kim loại hay hợpü kim đến đến nhiệt độ xác định, giữ tại đó một thời gian thích hợp (giữ nhiệt) rồi làm nguội với tốc độ nhất định để làm thay đổi tổ chức do đó nhận được cơ tính và các tính chất khác theo ý muốn.

Đặc điểm của nhiệt luyện:

- Không nung nóng đến chảy lỏng hay chảy lỏng bộ phận, trong quá trình nhiệt luyện kim loại vẫn ở trạng thái rắn.

- Trong quá trình nhiệt luyện hình dáng và kích thước chi tiết không thay đổi (chính xác là có thay đổi nhưng không đáng kể).

- Nhiệt luyện chỉ làm thay đổi tổ chức tế vi bên trong, do đó dẫn đến thay đổi cơ tính cho chi tiết.

3.1.2. Các thông số đặc trưng cho quá trình nhiệt luyện

Bất kỳ một qúa trình nhiệt luyện nào cũng được đặc trưng bởi các thông số sau đây

a) Nhiệt độ nung nóng (t_n^0): là nhiệt độ cao nhất mà quá trình nhiệt luyện phải đạt tới, tính bằng ^0C.

b) Thời gian giữ nhiệt (τ_{gn}): là thời gian duy trì chi tiết tại nhiệt độ nung nóng.

c) Tốc độ nguội ($V_{nguội}$): là tốc độ giảm nhiệt độ theo thời gian sau khi giữ nhiệt.

Ngoài ba thông số trên tốc độ nung nóng cũng có ảnh hưởng đến kết quả nhiệt luyện nhưng không đáng kể nên ta bỏ qua nó. Kết quả của một quá trình nhiệt luyện được đánh giá bằng các chỉ tiêu sau:

- Độ cứng: là yêu cầu quan trọng nhất và dễ dàng xác định được, nó liên quan đến các chỉ tiêu khác như độ bền, độ dẻo, độ dai... Chi tiết khi nhiệt luyện đều có yêu cầu đạt giá trị nhất định về độ cứng và phải được kiểm tra theo tỷ lệ quy định.

- Tổ chức tế vi: cấu tạo pha, kích thước hạt, chiều sâu lớp hóa bền... Chỉ tiêu này thường được kiểm tra theo từng mẻ nhiệt luyện.

- Độ biến dạng, cong vênh: nói chung độ biến dạng, cong vênh khi nhiệt luyện thường rất nhỏ và nằm trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên trong một số trường hợp yêu cầu rất khắt khe, cần phải kiểm tra chúng.

3.1.3. Tác dụng của nhiệt luyện trong chế tạo cơ khí

Nhiệt luyện là nguyên công quan trọng và không thể thiếu được trong sản xuất cơ khí do nó có tác dụng chủ yếu sau đây:

a) Tăng độ cứng, tính chống mài mòn và độ bền của thép:

Mục tiêu của ngành cơ khí là sản xuất ra các cơ cấu và máy móc bền hơn, công suất lớn hơn và có nhiều tính năng tốt hơn. Do đó khi nhiệt luyện thích hợp nâng cao độ cứng, độ bền và tính chống mài mòn sẽ kéo dài tuổi thọ, tăng sức chịu tải, giảm kích thước cho chi tiết và kết cấu máy. Đây là tác dụng chủ yếu nhất và quan trọng nhất của nhiệt luyện, đến mức có lúc phải đưa vào chỉ tiêu đánh giá trình độ của ngành cơ khí. Chất lượng của m áy móc, thiết bị phụ thuộc rất nhiều vào phương pháp sử dụng vật liệu và nhiệt luyện chúng.

b) Cải thiện tính công nghệ:

Để tạo thành chi tiết máy, phôi thép phải qua các dạng gia công như: rèn, dập, cán...Sau các dạng gia công này thép thường bị biến cứng khó gia công cơ khí hay biến dạng dẻo tiếp theo làm giảm năng suất. Vì vậy phải tiến hành nhiệt luyện thích hợp để làm giảm độ cứng, tăng độ dẻo dai giúp cho các quá trình gia công tiếp theo dễ dàng hơn năng suất cao hơn.

Ví dụ: sau khi rèn, dập phôi thép bị cứng không thể cắt gọt được. Ta phải tiến hành ủ hay thường hóa để giảm độ cứng, tăng độ dẻo. Do đó các quá trình gia công tiếp sau dễ dàng hản.

3.2. Các chuyển biến khi nung nóng thép

3.2.1. Cơ sở xác định chuyển biến khi nung nóng

Cơ sở để xác định chuyển biến xảy ra khi nung nóng là giản đồ pha Fe - C. Tùy theo thành phần các bon và nhiệt độ nung nóng, trong thép sẽ xảy ra các chuyển biến khác nhau. Trong tất cả các loại thép ở nhiệt độ thường đều có tổ chức péc lít. Thép trước và sau cùng tích thì ngoài péc lit ra còn có phe rit và xêmentit thứ hai.

a) Thép cùng tích:

- Khi nung nóng thấp hơn Ac1 (< 727^{o}C) trong thép chưa có chyển biến gì.
- Khi nhiệt độ nung nóng đạt đến Ac1 (> 727^{o}C) sẽ có chuyển biến của tổ chức péc lit thành austenit theo phản ứng sau:

$$[Fe_\alpha + Fe3C]_{0,80\%\,C} \rightarrow Fe_\gamma(C)_{0,80\%\,C}$$

Khi nung nóng cao hơn Ac1 một ít ta được tổ chức austenit đồng nhất.

b) Thép trước cùng tích:

- Khi nung nóng đến Ac1 sẽ có chuyển biến péc lit thành austenit giống như trên.
- Khi nung từ nhiệt độ Ac1 đến Ac3 sẽ có quá trình hòa tan của phe rít vào austenit.
- Khi nung cao hơn Ac3 ta được tổ chức austenit đồng nhất.

c) Thép sau cùng tích:

- Khi nung nóng đến Ac 1 có chuyển biến péc lít thành austenit.
- Khi nung từ nhiệt độ Ac1 đến Accm sẽ có qúa trình hòa tan của xêmentit hai vào austenit.
- Nhiệt độ nung cao hơn Accm ta được tổ chức austenit đồng nhất.

Từ đó ta thấy rằng khi nung nóng cao hơn đường GSE của giản đồ pha Fe - C trong các thép đều nhận được dung dịch rắn austenit, tuy nhiên thành phần các bon của nó phụ thuộc vào thành phần các bon của thép.

3.2.2. Các đặc điểm của chuyển biến

a) Nhiệt độ chuyển biến:

Trên giản đồ pha Fe - C nhiệt độ chuyển biến péc lit thành austenit là 727^{0}C, điều này chỉ đúng khi nung nóng vô cùng chậm. Trong thực tế khi nhiệt luyện tốc độ nung nóng tương đối lớn, do đó nhiệt độ chuyển biến sẽ luôn cao hơn 727^{0}C. Tốc độ nung càng cao thì nhiệt độ chuyển biến sẽ càng cao. Khảo sát giản đồ chuyển biến đẳng nhiệt péc lit thành austenit của thép cùng tích ta thấy khi nhiệt độ nung càng cao thời gian của chuyển biến càng ngắn. Trong thực tế nhiệt luyện thép ta thường dùng cách nung nóng liên tục, khi nung với tốc độ V_1 nhiệt độ bắt đầu chuyển biến là a_1 và kết thúc chuyển biến là b_1. Nếu nung nóng với tốc độ $V_2 > V_1$ thì nhiệt độc bắt đầu và kết thúc chuển biến sẽ là a_2 và b_2, các nhiệt độ này cao hơn a, b1, thời gian chuyển biến cũng ngắn đi. Trong thực tế để hoàn thành chuyển biến khi theo quy định ta phải nung nóng cao hơn nhiệt độ tới hạn tương ứng từ 20-30oC, có khi hàng trăm độ C.

Kết luận: Tốc độ nung nóng càng cao chuyển biến péc lit thành austenit xảy ra ở nhiệt độ càng cao và trong thời gian càng ngắn.

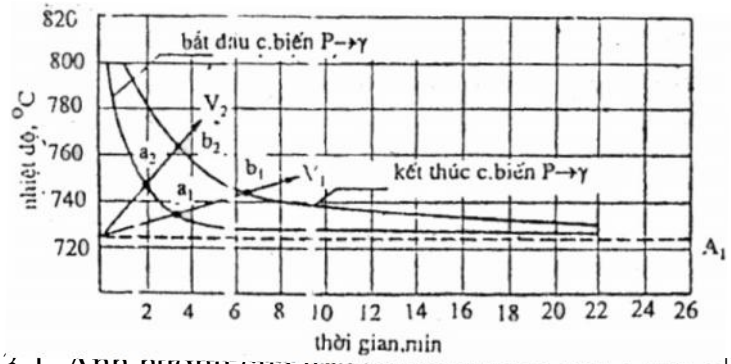
b) Kích thước hạt austenit:

Trong thực tế không sử dụng thép ở trạng thái tổ chức austenit, nhưng kích thước của nó quyết định rất lớn kích thước hạt thép ở nhiệt độ thường. Chuyển

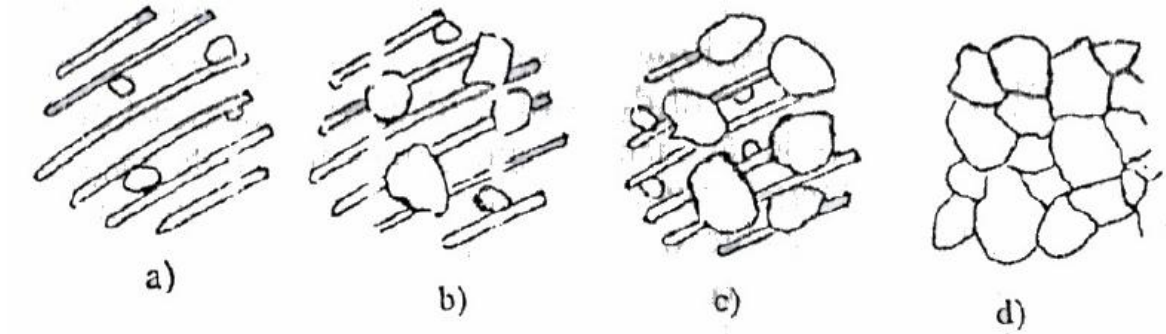
biến peclit thành austenit là một quá trình kết tinh và khuếch tán. Mầm austenit được tạo ra giữa biên giới hạt phe rit và xêmentit của tổ chức peclit. Biên giới hạt của hai pha này rất lớn nên số mầm k ết tinh sinh ra rất nhiều. Vì vậy hạt austenit mới sinh bao gời cũng rất nhỏ mịn. Do đó chuyển biến peclit thành austenit bao giờ cũng làm nhỏ hạt thép. Hạt austenit sẽ càng nhỏ mịn nếu kích thước của pha xêmentit càng nhỏ và tốc độ nung càng lớn. Sau khi tạo thành xong sẽ có quá trình khuếch tán của nguyên tử các bon từ nơi giàu (vị trí xêmentit) sang nơi nghèo (vị trí phe rit) để làm đồng đều thành phần austenit.

Như vậy ta thấy rằng hạt austenit mới sinh ra rất nhỏ mịn nhưng nếu tiếp tục nung nóng hay giữ nhiệt chúng sẽ lớn lên ngay. Tùy theo đặc tính phát triển của hạt austenit khi nung nóng, thép được chia ra làm hai loại : thép bản chất (còn gọi là di truyền) hạt nhỏ và bản chất hạt lớn. Thép bản chất hạt lớn là loại thép có hạt austenit phát triển nhanh và đều đặn ở mọi nhiệt độ, tức là sau khi hình thành xong nếu tiếp tục nung nóng hạt sẽ phát triển lên ngay. Do vậy làm cho khi làm nguội hạt thép to và có tính dòn cao

3.2.3. Các quá trình xảy ra khi giữ nhiệt



Hình 3.1 Ảnh hưởng của tốc độ nung đến nhiệt độ chuyển biến



Hình 3.2 Quá trình tạo mâm và phát triên mâm austenit từ péclit tâm

Thép bản chất hạt nhỏ có hạt austenit lúc ban đầu phát triển chậm, chỉ khi vượt quá 930÷ 950^{0}C sẽ phát triển nhanh chóng và có thể lớn hơn cả thép bản chất hạt lớn. Do vậy trong các dạng nhiệt luyện thông dụng (nhiệt độ < 930 ÷ 950^{0}C) với thép bản chất hạt nhỏ không sợ hạt lớn khi nung nóng. Thép bản chất hạt nhỏ được khử ô xy triệt để bằng nhôm và hợp kim hóa bằng các nguyên tố tạo các bít mạnh: Ti, V, Zr, Nb, W ...sẽ tạo ra Al_2O_3, AlN, các cácbít hợp kim khó tan, nhỏ mịn, chúng sẽ nằm ở biên giới hạt cản trở sự sát nhập của hạt austenit với nhau thành hạt lớn hơn.

3.3. Chuyển biến xảy ra khi làm nguội chậm

3.3.1. Chuyển biến của Ôstenit khi làm nguội đẳng nhiệt

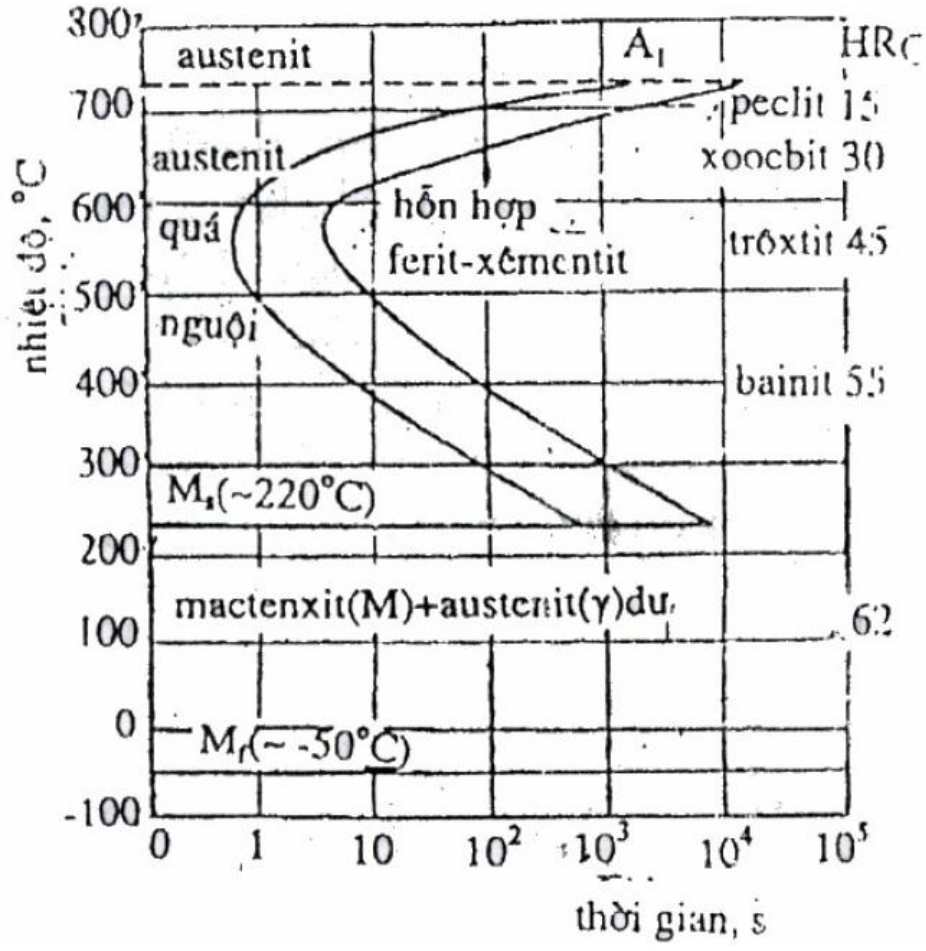
Sau khi đã nhận được austenit có hạt nhỏ mịn theo yêu cầu, ta sẽ xem xét chuyển biến của chúng khi làm nguội. Quá trình này đượcphân ra hai nhóm lớn: làm nguội đẳng nhiệt và làm nguội liên tục. Để đơn giản ta nghiên cứu chuyển biến đẳng nhiệt trong thép các bon cùng tích sau đó suy rộng ra cho các thép khác.

a) Giản đồ chuyển biến đẳng nhiệt của austenit quá nguội của thép cùng tích:

Từ giản đồ pha Fe - C ta biết rằng khi làm nguội austenit sẽ chuyển biến thành peclit tại nhiệt độ 727oC, với điều kiện làm nguội rất chậm không có trong thực tế. Do vậy ta dùng phương pháp làm nguội đẳng nhiệt như sau: làm nguội nhanh austenit xuống dưới nhiệt độ Ar1 một khoảng nhỏ, sau đó giữ đẳng nhiệt tại nhiệt độ này và đo thời gian bắt đầu và kết thúc chuyển biến của austenit.

** Giản đồ chuyển biến đẳng nhiệt của thép cùng tích:*

Giản đồ chuyển biến đẳng nhiệt của austenit quá nguội còn gọi là giản đồ T-T-T (transformation - temperature - time). Ta tiến hành đo như trên cho thép cùng tích tại các nhiệt độ chuyển biến khác nhau, ghi lại thời gian bắt đầu và kết thúc chuyển biến ở từng nhiệt độ một. Cuối cùng đem biểu diễn lên hệ trục nhiệt độ và thời gian ta sẽ có giản đồ chuyển biến đẳng nhiệt austenit quá nguội của thép cùng tích. Giản đồ này có dạng hai đường chữ "C", đường thứ nhất biểu thị sự bắt đầu, đường thứ hai biểu thị sự kết thúc của chuyển biến austenit thành peclit (còn gọi là giản đồ chữ C). Giản đồ này do hai nhà vật liệu học người Mỹ là E.C.Bain và A.I.Davenpo xây dựng năm 1930.



** Các sản phẩm của sự phân hóa đẳng nhiệt của austenit qúa nguội:*

Từ giản đồ chữ "C" ta thấy rằng austenit khi bị làm nguội xuống dưới 727 ^{0}C nó chưa chuyển biến ngay mà còn tồn tại một thời gian nhất định trước khi chuyển biến, phân hóa và được gọi là austenit quá nguội. Austenit quá nguội không ổn định, rất dễ dàng bị phân hóa. Trên giản đồ chữ "C" phân chia ra các khu vực sau:

- Ở trên 727^{0}C là khu vực tồn tại của austenit ổn định.
- Bên trái đường cong chữ "C" thứ nhất là austenit quá nguội.
- Khoảng giữa hai đường chữ "C" là austenit chuyển biến.
- Bên phải đường cong chữ "C" thứ hai là các sản phẩm phân hóa đẳng nhiệt của austenit quá nguội (hỗn hợp phe rit và xêmentit với độ nhỏ mịn khác nhau).
- Dưới đường M_d là máctenxít và austenit dư.

Các sản phẩm phân hóa đẳng nhiệt:

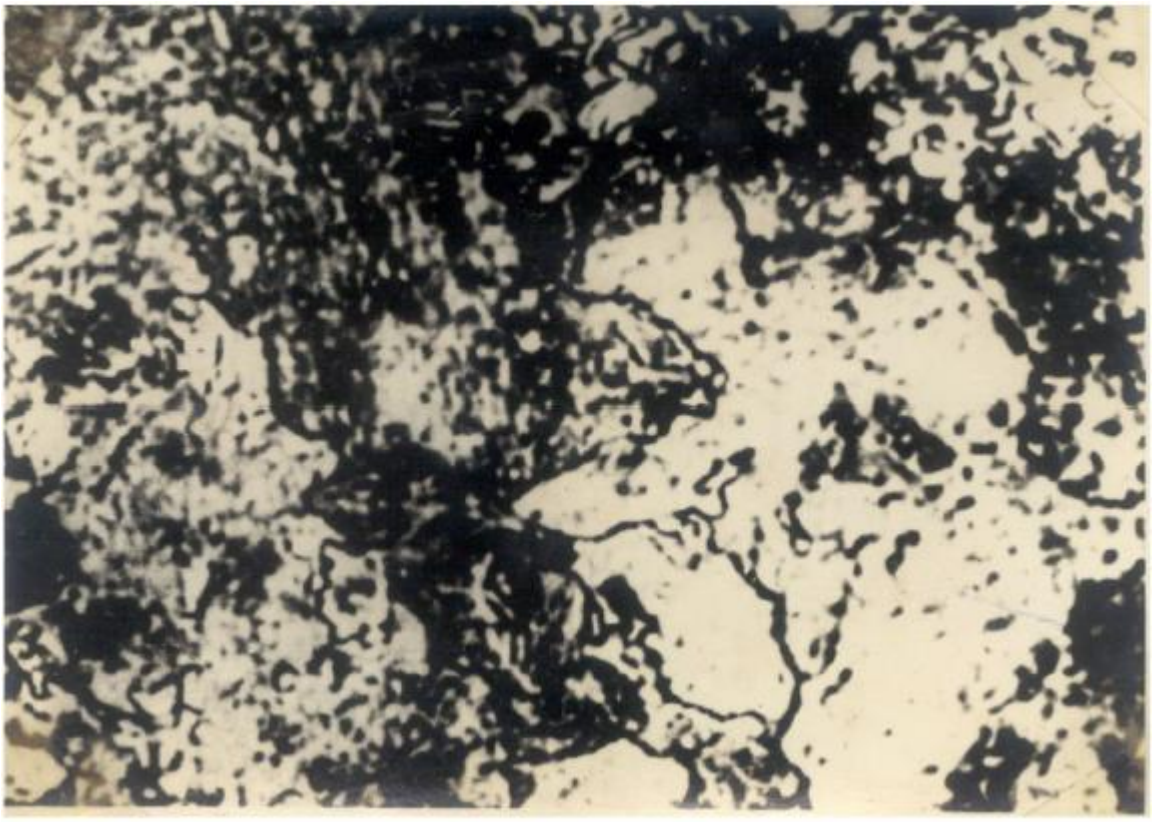
+ Khi cho phân hóa ở sát A1 (trên dưới 700^{0}C), với độ quá nguội nhỏ Δ T khoảng 25^{0}C. Hỗn hợp phe rit - xêmentit tấm tạo thành với kích thước thô to, khoảng cách giữa các tấm khoảng 10^{-3}mm, độ cứng 10 ÷15HRC gọi là péc lit tấm.

+ Khi cho austenit phân hóa ở nhiệt độ thấp hơn (khoảng 650 ^{0}C, với độ qúa nguội Δ T xấp xỉ 75^{0}C), hônù hợp phe rit - xêmentit tấm tạo thành nhỏ mịn hơn, khoảng cách giữa các tấm cỡ 0,25÷ 0,30 mm, không phân biệt được ch úng trên kính hiển vi quang học. Tổ chức này có độ cứng 25 ÷ 35HRC, gọi là xoocbit tôi.

Hình 3.4 Tô chức tê vi của xoocbit tôi

+ Khi cho austenit phân hóa ở nhiệt độ thấp hơn nữa (khoảng 500 ÷600^{O}C, ứng với mũi của đường cong chữ "C", hỗn hợp phe rit - xêmentit tấm tạo thành sẽ nhỏ mịn hơn nữa, không phân biệt được trên kính hiển vi quang học, khoảng

cách giữa các tấm khoảng 0,10÷0,15 m m, có độ cứng cao hơn cỡ 40HRC gọi là trôxtit tôi.



+ Khi cho austenit phân hóa ở nhiệt độ thấp hơn nữa, tức là thuộc về nửa dưới của đường cong chữ "C" (khoảng 450 ÷ 250^{0}C), hỗn hợp phe rit - xêmentit tấm nhận được rất nhỏ mịn, có độ cứng cao cỡ 50 ÷55HRC gọi là bainit. Tuy nhiên tổ chức bainit có khác với ba tổ chức trên:

- Lượng các bon lớn hơn giới hạn bão hòa một ít khoảng 0,10%C.
- Các bit sắt ở đây không có công thức chính xác là Fe_3C mà là $Fe_{2,4} \div {}_3C$
- Ngoài hai pha trên còn một ít austenit dư và có ứng suất bên trong.

a)

b)

Sau khi làm nguội đẳng nhiệt tổ chức nhận được đồng nhất trên toàn bộ tiết diện. Như vậy các tổ chức pcec lit tấm, xoócbit, trôxtit (cả bai nit nữa) là hỗn hợp

cơ học của phe rit và xêmentít tấm với kích thước tấm càng ngày càng nhỏ mịn hơn và độ cứng càng cao hơn.

3.3.2. Chuyển biến của Ôstenit khi làm nguội liên tục

Trong thực tế khi nhiệt luyện thép thường dùng phương pháp làm nguội liên tục, các sản phẩm nhận được cũng tương tự trường hợp đẳng nhiệt nhưng có những đặc điểm khác hơn.

** Với các tốc độ nguội khác nhau, austenit sẽ bị quá nguội đến các nhiệt đô khác nhau và phân hóa thành các sản phẩm tương ứng với các nhiệt độ đó.*

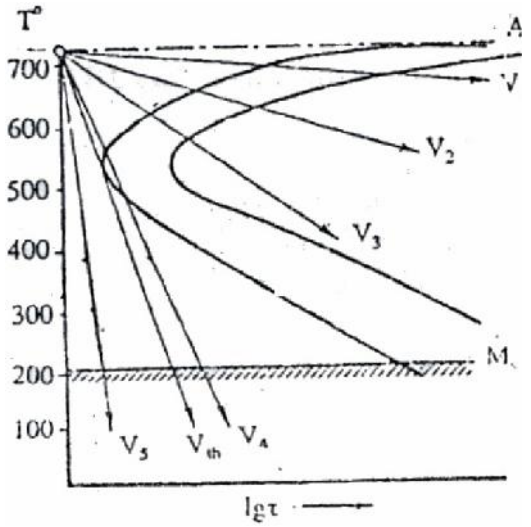
- Làm nguội chậm cùng lò (V_1), véc tơ nguội cắt đường cong chữ "C" ở sát A_1 sản phẩm phân hóa là peclit tấm với độ cứng thấp nhất.
- Làm nguội trong không khí tĩnh (V_2) austenit phân hóa thành xoocbit.
- Làm nguội trong không khí nén (V_3), véc tơ nguội cắt chữ "C" tại phần lồi, austenit phân hóa thành trôxtit.
- Làm nguội trong dầu (V_4) véc tơ nguội chỉ cắt đường cong chữ "C" thứ nhất tại phần lồi, austenit chỉ có một phần chuyển biến thành trôxtit phần còn lại thành máctenxit nên sản phẩm là trôxtit - máctenxit.
- Làm nguội nhanh hơn nữa (trong nước lạnh, ứng với V_5), véc tơ nguội không cắt đường cong chữ "C" nào cả, phần lớn austenit quá nguội chuyển biến thành mactenxit. Không có hỗn hợp phe rit - xêmentit.

** Tổ chức nhận được thường không đồng nhất trên toàn tiết diện, nhất là trường hợp tiết diện lớn vì bề mặt nguội nhanh hơn lõi.*

** Không nhận được hoàn toàn tổ chức bainit. Trong một số trường hợp thấy tổ chức bainit hình thành cùng trôxtit và mactenxit.*

** Giản đồ chữ "C" của các thép khác cùng tích:*

Với các thép trước cùng tích và sau cùng tích cũng có dạng đường cong chữ "C" tương tự thép cùng tích chỉ khác là có thêm các nhánh phụ.



Hình 3.7 - Giản đồ T-T-T của thép cùng tích và các véctơ nguôi khi làm nguội liên tục

a) Thép trước cùng tích:

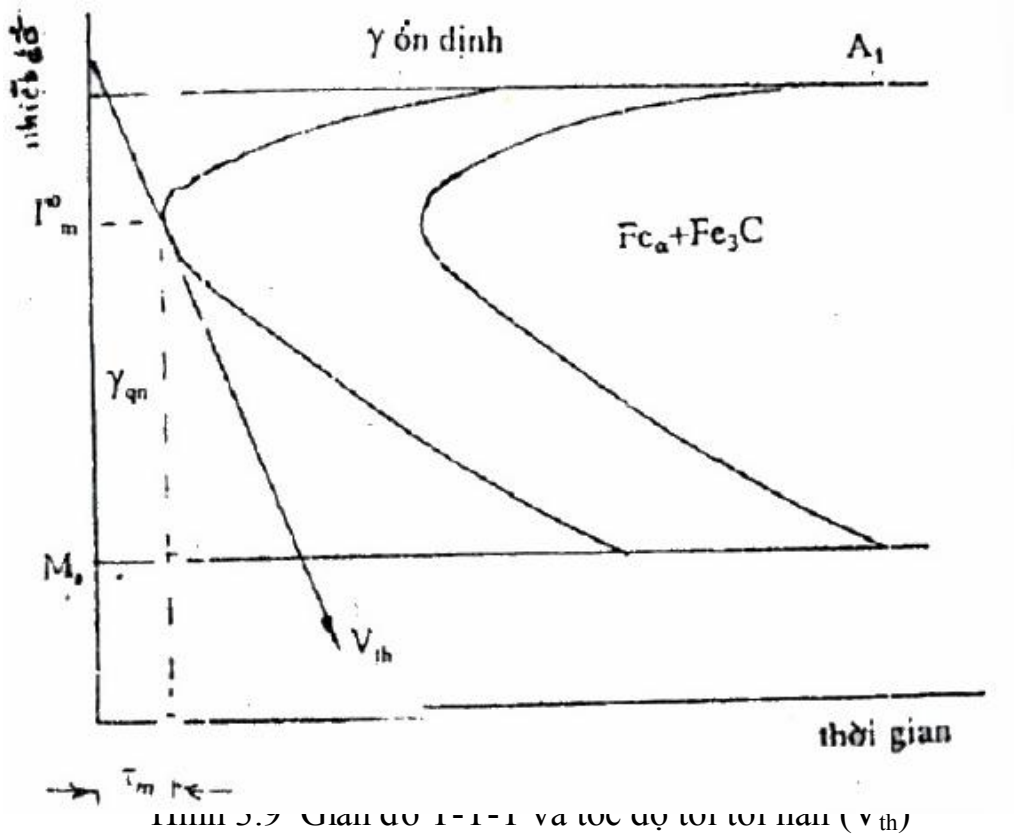
Có thêm nhánh phụ tiết ra phe rit trước trong khoảng nhiệt độ Ar_3 đến Ar_1 sau đó mới phân hóa thành hỗn hợp phe rit - xêmentit.

b- Thép sau cùng tích:

Có thêm nhánh phụ tiết ra xêmentit hai trước trong khoảng từ Ar_{cm} đến Ar_1, sau đó mới phân hóa thành hỗn hợp phe rit - xêmentit. Tuy nhiên với các thép này nếu làm nguội đẳng nhiệt với độ quá nguội lớn hay tốc độ nguội nhanh thì austenit quá nguộicủa chúng sẽ phân hóa ngay thành peclit, xoocbit trôxtit và bainit nhưng lượng các bon không đúng là 0,80%C. Các sản phẩm đó gọi là cùng tích giả.

3.4. Chuyển biến xảy ra khi làm nguội nhanh – chuyển biến Mactenxit

Khi làm nguội nhanh austenit sao cho véc tơ biểu diễn tốc độ nguội của nó không cắt đường cong chữ "C" chỉ có chuyển biến đa hình từ Fe_γ sang Fe_α mà không có sự khuếch tán của các bon. Đó là chuyển biến austenit thành máctenxit. Chuyển biến này xảy ra ở nhiệt độ thấp, khoảng từ 250^0C trở xuống. Tốc độ nguội nhỏ nhất để chuyển biến này xảy ra là tốc độ ứng với véc tơ tiếp xúc với đường cong chữ "C" thứ nhất tại mũi của nó. Tốc độ nguội này được gọi là tốc độ tôi tới hạn V_{th} (còn gọi là tốc độ nguội tới hạn). Như vậy khi làm nguội austenit với tốc độ nguội lớn hơn tốc độ tới hạn sẽ nhận được mactenxit chứ không phải hỗn hợp phe rit - xêmen tit.



Hình 3.9 Giản đồ T-T-T và tốc độ tôi tới hạn (V_{th})

3.4.1. Khái niệm về Mactenxit

Máctenxit là dung dịch rắn xen kẽ quá bão hòa của các bon trong Fea có có nồng độ

các bon bằng nồng độ của austenit ban đầu. Khi làm nguội rất nhanh các bon trong austenit không kịp khuếch tán để tạo thành xêmentit. Lúc đạt nhiệt độ tương đối thấp chỉ có sự chuyển mạng từ Fe_γ sang Fe_α. Lượng các bon trong hai tổ chức này bằng nhau.

$$Fe_\gamma(C) \rightarrow Fe_\alpha(C)$$

3.4.2. Các đặc điểm của chuyển biến Mactenxit

- Chỉ xảy ra khi làm nguội nhanh và liên tục austenit với tốc độ lớn hơn hay bằng tốc độ nguội tới hạn. Chuyển biến máctenxit không xảy ra khi làm nguội đẳng nhiệt.

- Là chuyển biến không khuếch tán: Nguyên tử các bon vẫn giữ nguyên vị trí, chỉ có nguyển tử sắt chuyển dịch để tạo ra kiểu mạng chính phương tâm khối, khoảng cách dịch chuyển không quá một thông số mạng. Giữa hai kiểu mạng của austenit và máctenxit có mối quan hệ định hướng xác định sao cho các mặt và phương dày đặc của chúng song song với nhau.

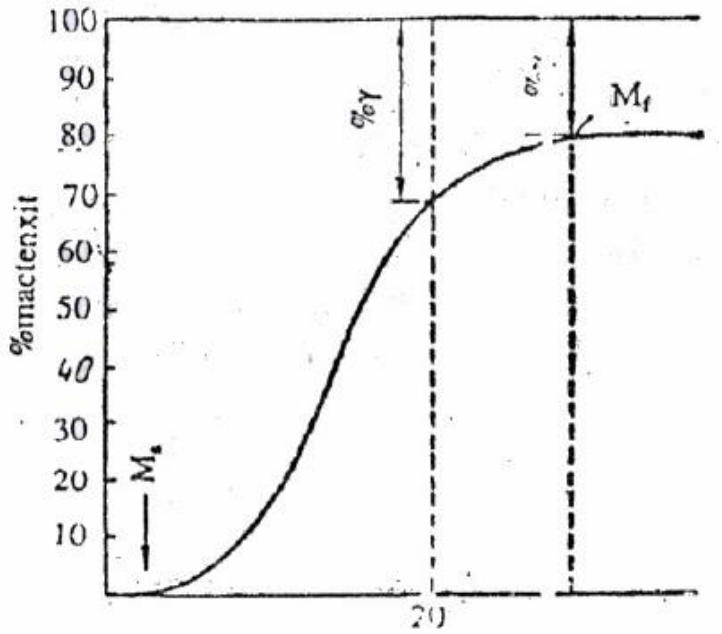
- Là quá trình tạo ra không ngừng các tinh thể mới với tốc độ rất lớn (1000÷7000m/s).

- Chuyển biến chỉ xảy ra trong một khoảng nhiệt độ nhất định từ nhiệt độ bắt đầu chuyển biến (Mđ) đền nhiệt độ kết thúc (Mk). Vị trí hai nhiệt độ này không phụ thuộc vào tốc độ làn nguội, chỉ phụ thuộc vào thành phần các bon và nguyên tố hợp kim trong thép.

- Chuyển biến xảy ra không hoàn toàn: Khi làm nguội càng gần đến điểm M_k lượng máctenxit sinh ra càng nhiều, nhưng không bao giờ đạt được 100% mà vẫn còn một lượng nhất định austenit chưa chuyển biến, gọi là austenit dư. Nguyên nhân của hiện tượng này là do sự khác nhau về thể tích riêng của chúng. Thể tích riêng $V_M > V_\gamma$ vì thế khi chuyển biến austenit thành mác ten xít thể tích sẽ tăng lên. Do vậy phần austenit chưa chuyển biến bị sức ép ngày một tăng, đến mức không thể chuyển biến được. Lượng austenit dư trong thép tôi phụ thuộc vào các yếu tố sau:

+ Vị trí của điểm M_k: điểm M_k càng thấp hơn 20^0C thì lượng austenit dư càng nhiều, đây là yếu tố quan trọng nhất. Các yếu tố làm giảm điểm Mk đều làm tăng lượng austenit dư trong thép sau khi tôi.

+ Lượng các bon trong mac ten xit càng nhiều thể tích riêng của nó càng lớn (do độ chính phương c/a càng lớn) nên lượng austenit dư càng nhiều.



Hình 3.10 -Đường cong động học của chuyển biến Mactenxit

3.5. Chuyển biến khi nung nóng thép đã tôi – chuyển biến khi ram

a) Tính không ổn định của máctenxit và austenit:

Sau khi tôi ta nhận được máctenxit và một lượng austenit dư nhất định, thép có độ cứng cao nhưng tính dòn lớn và tồn tại ứng suất dư bên trong, năng lượng tự do lớn. Trạng thái này không ổn định và chi tiết không thể làm việc được. Do đó phải cần một nguyên công tiếp theo để điều chỉnh lại cho phù hợp đó là ram. Theo giản đồ pha Fe-C từ nhiệt độ 727^0C đến nhiệt độ thường tổ chức ổn định của thép là hỗn hợp phe rit và xêmentit (peclit). Vì vậy máctenxit và austenit dư là các pha không ổn định, chúng luôn có xu hướng phân hoá thành hỗn hợp trên. Máctenxit không ổn định do quá bão hoà cácbon, do vậy sẽ tiết bớt ra dưới dạng xêmentit và phần còn lại sẽ mất hết cácbon trở thành pherit:

$$Fe_\alpha (C) \rightarrow Fe3C + Fe_\gamma$$

Austenit không tồn tại được dưới 727oC nên có khuynh hướng phân hoá thành hỗn hợp pherit và xêmentit:

$$Fe_\gamma (C) \rightarrow Fe_3C + Fe_\alpha$$

Ở nhiệt độ thường quá trình này diễn ra rất chậm, hầu như không nhận thấy được. Vì vậy ta phải nung nóng để thúc đẩy nhanh quá trình. Tuy nhiên hai pha này không chuyển biến trực tiếp ra pherit và xêmentit mà phải qua một sản phẩm trung gian là mactenxit ram như sau:

$$\frac{Mactenxit}{Austenitdæ} \rightarrow \text{Máctenxit ram} \rightarrow [\text{ferit} + \text{xêmentit}]$$

Hình 3.11 Tổ chức tế vi của mactenxit và austenit dư

- Từ 80 ÷ 200^{0}C: austenit dư chưa chuyển biến. Lúc này trong máctenxit có sự tập trung các bon lại và tiết ra dưới dạng các bít e có công thức FexC (x từ 2,0 ÷ 2,4) ở dạng tấm mỏng và rất phân tán. Lượng các bon trong mactenxit giảm từ 0,80% xuống còn 0,25% ÷ 0,40% và tỷ số c/a giảm đi. Các bít ε chưa có kiểu mạng riêng, nó phải tồn tại trong kiểu mạng của mactenxit. Hỗn hợp gồm các bít e và mátenxit nghèo các bon gọi là mactenxit ram.

$$Fe_{\alpha}(C)\ 0{,}80 \rightarrow [Fe_{\alpha}\ (C)\ 0{,}25\text{-}0{,}40 + Fe2 \div 2{,}4C]$$

Cuối giai đoạn này tổ chức của thép là máctenxit ram và austenit dư.

b) Giai đoạn II: (200 ÷ 260^{0}C)

Trong giai đoạn này các bon vẫn tiếp tục tiết ra khỏi máctenxit làm cho dung dịch rắn chỉ còn 0,15 ÷ 0,20%C. Bên cạnh đó có quá trình austenit dư chuyển biến thành máctenxit ram

$$Fe_{\gamma}(C)0{,}80 \rightarrow [Fe_{\alpha}(C)0{,}15 \div 0{,}20 + Fe2 \div 2{,}4C]$$

Cuối giai đoạn này thép tôi có tổ chức là mactenxit ram

Hình 3.12 Tổ chức tế vi của mactenxit ram

c) Giai đoạn III: (260^{0}C ÷ 400^{0}C)

Trong giai đoạn này cả hai pha của máctenxit ram đều chuyển biến:

- Tất cả các bon quá bão hoà được tiết ra khỏi mactenxit độ chính phương c/a= 1

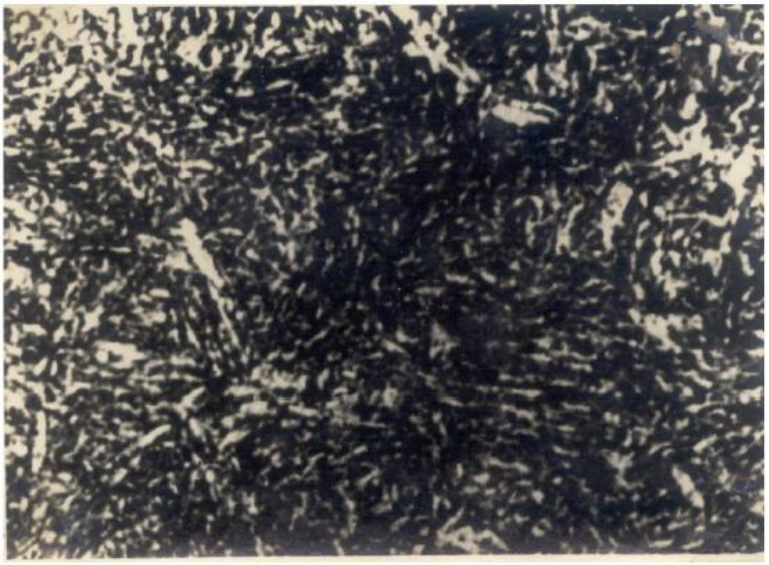
và máctenxit nghèo các bon trở thành pherit.

- Các bít ε ở dạng tấm mỏng biến thành xêmentit ở dạng hạt. Sơ đồ của hai quá trình này như sau:

$$Fe^{\alpha}\ (C)_{0,15 \div 20} \rightarrow Fe^{\alpha} + Fe_3C \text{ hạt}$$

$$Fe_{2 \div 2,4}C \rightarrow Fe_3C \text{ hạt}$$

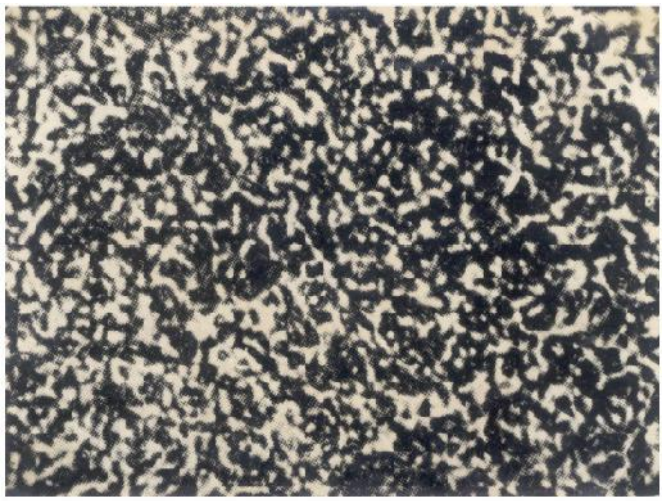
Cuối giai đoạn này tổ chức của thép tôi là hỗn hợp phe rit và xêmentit ở dạng hạt rất nhỏ mịn, không nhìn thấy được dưới kính hiển vi quang học gọi là troxtit ram



Hình 3.13 Tổ chức tế vi của trôxtit ram

d) Giai đoạn IV: (>400^{0}C)

Tiếp tục nung lên cao hơn 400^{0}C trong thép tôi không có chuyển biến pha gì mới mà chỉ có quá trình lớn lên của các hạt xêmentit, ở nhiệt độ 500^{0}C ÷ 600^{0}C tổ chức là hỗn hợp pherit và xêmentit dạng hạt khá phân tán, vẫn chưa nhìn thấy được dưới kinh hiển vi quang học, gọi là xoocbit r am



Hình 3.14 Tổ chức tế vi của xoocbit ram

Nếu tiếp tục nung lên gần A1 (727 ^{0}C), lúc này hạt xêmentit đã khá lớn có thể nhìn thấy được bằng kính hiển vi quang học, hỗn hợp đó gọi là péclit hạt.

CHƯƠNG 4. CÔNG NGHỆ NHIỆT LUYỆN THÉP

4.1. Ủ và thường hoá

4.1.1. Ủ thép

a*) *Định nghĩa:

Ủ thép là phương pháp nung nóng thép đến nhiệt độ nhất định, giữ nhiệt và làm nguội chậm cùng lò để nhận được tổ chức ổn định (gần với tổ chức cân bằng) có độ bền độ cứng thấp nhất và độ dẻo cao.

b*) *Mục đích:

Ủ nhằm các mục đích sau đây:

- Giảm độ cứng của thép để dễ gia công cắt gọt.
- Làm tăng độ dẻo để dễ tiến hành biến dạng nguội.
- Làm giảm hay khử bỏ hoàn toàn ứng suất bên trong do gia công cắt và biến dạng.
- Làm đồng đều thành phần hóa học trên vật đúc bị thiên tích.
- Làm nhỏ hạt thép.

c) Các phương pháp ủ:

- Ủ thấp (ủ non):

Là phương pháp ủ tiến hành ở nhiệt độ từ 200 ¸ 6000C với mục đích là giảm hay khử bỏ ứng suất bên trong ở vật đúc hay sản phẩm qua gia công cơ khí (cắt gọt, dập nguội). Nếu nhiệt độ ủ chỉ từ 200 ÷ 300^{O}C sẽ khử bỏ một phần ứng suất bên trong (làm giảm bớt), nếu từ 450^{0}C ÷ 600^{0}C thì sẽ khử bỏ hoàn toàn ứng suất bên trong.

Công dụng: dùng cho các vật đúc lớn như thân máy cắt gọt, xéc măng sau khi mài, lò xo sau khi uốn nguội... Phương pháp này không làm thay đổi độ cứng của thép. Đối với gang độ cứng có thể giảm một ít do quá trình graphít hóa.

- Ủ kết tinh lại:

Là phương pháp ủ tiến hành ở nhiệt độ kết tinh lại (với thép các bon nhiệt độ ủ là 600^{0}C÷700^{0}C). Phương pháp này làm giảm độ cứng và làm thay đổi kích thước hạt.

Công dụng: dùng cho các thép qua biến dạng nguội, bị biến cứng để khôi phục lại cơ tính như trước khi biến dạng. Ngày nay phương pháp này hầu như không sử dụng nữa vì dễ làm hạt lớn do kết tinh lại lần thứ hai. Để đạt được mục đích này ta dùng các phương pháp ủ có chuyển biến pha.

- Ủ hoàn toàn:

Là phương pháp ủ nung nóng thép đến trạng thái hoàn toàn là austenit, ở nhiệt độ cao hơn Ac_3. Nhiệt độ ủ tính theo công thức:

$$T_ủ = Ac3 + (30 \div 50^0C)$$

Mục đích của ủ hoàn toàn là:

+ Làm nhỏ hạt thép: do nung cao hơn Ac3 từ 30 ÷ 50^{0}C nên hạt austenit vẫn còn nhỏ, do đó khi làm nguội sẽ nhận được tổ chức pherit - péclit có hạt nhỏ.

+ Làm giảm độ cứng và tăng độ dẻo để dập nguội và cắt gọt.

Công dụng: dùng cho thép trước cùng tích với lượng các bon từ: 0,30 ÷ 0,65%. Sau khi ủ hoàn toàn ta nhận được tổ chức pherit - péc lit, trong đó péc lít ở dạng tấm.

- Ủ không hoàn toàn:

Là phương pháp ủ nung nóng thép đến nhiệt độ cao hơn Ac_1 và nhỏ hơn Ac_{cm} tức là trạng không hoàn toàn là austenit. Nhiệt độ ủ tính theo công thức:

$$T_{ủ} = Ac_1 + (30\ \ 50^0C)$$

Tổ chức tạo thành sau khi ủ không hoàn toàn là peclit hạt chứ không phải là peclit tấm. Do nhiệt độ ủ thấp hơn Accm nên austenit chưa đồng đều hóa thành phần hay còn một ít xêmentit của peclit chưa chuyển biến hết hay các phần tử xêmentit hai nên dễ dàng tạo ra peclit hạt.

Công dụng: dùng cho thép có hàm lượng các bon ≥ 0,70% mà chủ yếu là thép sau cùng tích.

- Ủ cầu hóa:

Đây là một dạng đặc biệt của ủ không hoàn toàn, nhiệt độ dao động một cách tuần hoàn quanh Ac_1, nung nóng lên đến nhiệt độ 750 ÷ 7600C giữ nhiệt khoảng năm phút, sau đó làm nguội xuống 650^{0}C ÷ 660^{0}C giữ nhiệt khoảng năm phút... Cứ lập đi lập lại như vậy nhiều lần tạo ra quá trình cầu hóa xêmentit nên nhận được hoàn toàn là peclit hạt. Số lượng chu trình phụ thuộc vào kích thước chi tiết và mức độ cầu hóa.

- Ủ đẳng nhiệt:

Đối với thép hợp kim cao do austenit quá nguội có tính ổn định quá lớn nên làm nguội chậm cùng lò không nhận được tổ chức peclit đồng nhất mà có thể là peclit-xoocbit, xoocbit, xoocbit-trôstit... vì vậy độ cứng còn khá cao, không cắt gọt được. Lúc này ta dùng phương pháp ủ đẳng nhiệt. Sau khi giữ nhiệt xong làm nguội xuống thấp hơn Ac_1 khoảng 50^{0}C và tiến hành làm nguội đẳng nhiệt tại đó trong một thời gian nhất định (xác định theo giản đồ T-T-T của thép). Phương pháp này nhận được tổ chức peclit đồng nhất.

Công dụng: dùng cho thép hợp kim để rút ngắn thời gian ủ.

- Ủ khuếch tán:

Là phương pháp ủ nung nóng thép đến nhiệt độ rất cao từ 1100 ÷ 150^{0}C với thời gian giữ ngiệt rất dài từ 10 ÷ 15h để tăng khá năng khuếch tán làm đồng đều thành phần hóa học trong các vùng của hạt.

Công dụng: dùng cho vật đúc thép hợp kim cao bị thiên tích. Sau ủ khuếch tán hạt rất to nên phải tiến hành ủ thường hay cán nóng để làm nhỏ hạt thép.

4.1.2. Thường hoá thép

Thường hóa là phương pháp nhiệt luyện gồm có nung nóng thép đến trạng thái hoàn oàn là austenit giữ nhiệt và làm nguội ngoài không khí tĩnh. hông thường sau khi giữ nhiệt xong lấy chi tiết ra và làm nguội trên sàn xưởng. Tổ chức nhận được khi thường hóa tương tự như khi ủ nhưng độ cứng cao hơn một ít và hạt nhỏ mịn hơn do tốc độ nguội lớn hơn.

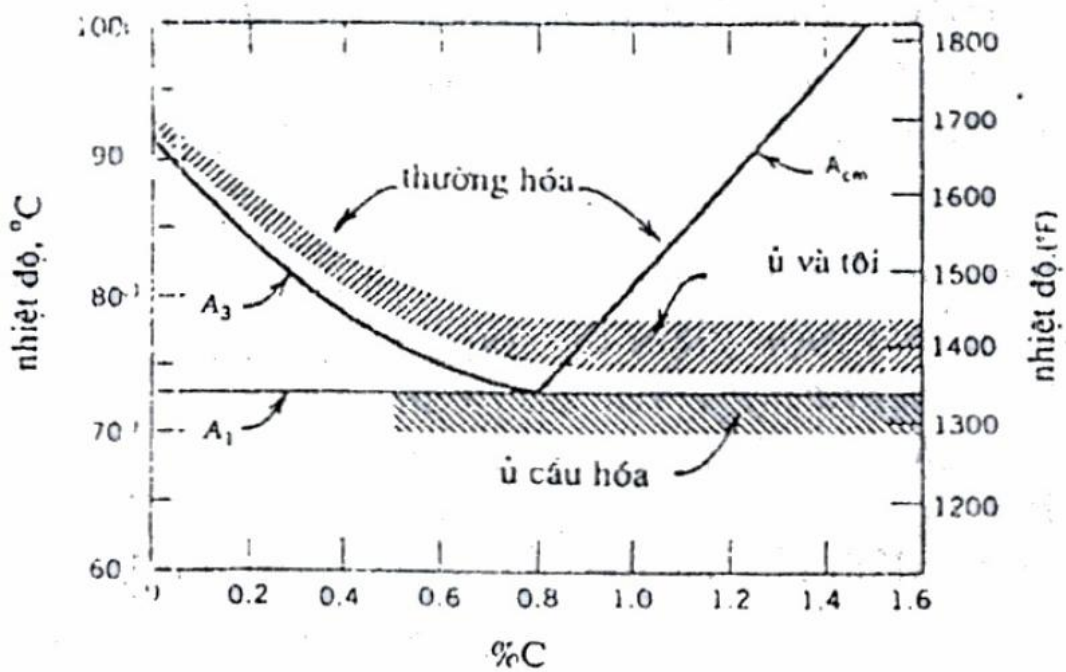
$$T_{thường\ hóa} = Ac_3 \text{ hay } Ac_{cm} + (30 \div 500C)$$

Công dụng: Do tổ chức nhận được gần với trạng thái cân bằng nên thường hóa có công dụng tương tự như ủ, tuy nhiên nó cũng có một số điểm khác:

- Đạt được độ cứng thích hợp để gia công cắt cho thép các bon thấp ≤0,25%C. Với thép này nếu ủ độ cứng quá thấp phoi sẽ rất dẻo khó gãy, khó cắt gọt.
- Làm nhỏ xêmentit chuẩn bị cho nhiệt luyện kết thúc. Khi thường hóa sẽ tạo ra tổ chức peclit phân tán hay xoocbit trong đó kích thước của xêmentit nhỏ mịn nên khi nung nóng nhận được austenit nhỏ mịn. Mục đích này thường áp dụng khi tôi.
- Phá lưới xêmentit hai của thép sau cùng tích. Trong thép sau cùng tích xêmentit hai thường ở dạng lưới rất cứng và giòn. Vì vậy khi gia công cắt gọt khó nhận được bề mặt nhẵn bóng cao. Khi thường hóa do làm nguội nhanh hơn ủ nên xêmentit không kịp tiết ra ở dạng lưới nữa.

4.2. Tôi thép

Trong tất cả các nguyên công nhiệt luyện tôi thép là phương pháp quan trọng nhất vì nó tạo ra cho chi tiết độ bền, độ cứng và tính chống mài mòn cao nhất.



Hình 4.1 : Khoảng nhiệt độ ủ, thường hóa và tôi cho thép cacbon

4.2.1. Định nghĩa và mục đích

a) Định nghĩa:

Tôi thép là phương pháp nhiệt luyện gồm có: nung nóng thép đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tới hạn (>Ac_1) làm xuất hiện tổ chức austenit, giữ nhiệt rồi làm nguội nhanh lớn hơn tốc độ nguội tới hạn để nhận được tổ chức không cân bằng có độ cứng cao.

b) Mục đích:

- Nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn cho chi tiết (sau khi đã tiến hành ram)

-Nâng cao độ bền và khả năng chịu tải cho chi tiết máy.

4.2.2. Chọn nhiệt độ tôi

a) Đối với thép trước cùng tích:

$$T_{tôi} = Ac + (30 \div 50^0C)$$

Với nhiệt độ tôi như trên ta nhận được tổ chức ở nhiệt độ nung là austenit đồng nhất, sau khi tôi là máctenxit và austenit dư. Do vậy độ cứng của thép đạt được giá trị cao nhất.

Nếu chọn nhiệt độ tôi thấp hơn Ac3 thì tại nhiệt độ nung ta nhận được tổ chức là austenit và pherít vẫn còn, chưa hòa tan hết. Do vậy sau khi tôi ta nhận được máctenxit

+ austenit dư + pherit. Pherit là một pha mềm làm cho độ cứng của thép bị giảm đi và tạo ra các điểm mềm làm xấu cơ tính của nó.

b) Đối với thép sau cùng tích:

$$T_{tôi} = Ac_1 + (30 \div 500C)$$

Với nhiệt độ như trên tại nhiệt độ nung tổ chức của thép là austenit và một lượng xêmentit hai. Sau khi tôi ta được máctenxit + austenit dư + xêmentit hai, trong đó xêmentit hai là pha có độ cứng cao làm tăng mạnh tính chống mài mòn cho thép. Nếu nung cao hơn Accm tại nhiệt độ nung ta có austenit đồng nhất, vì vậy sau khi tôi nhận được máctenxit + austenit dư khá nhiều. Như vậy làm mất tính chống mài mòn cao của xêmentit hai. Mặt khác khi nung cao như vậy dễ bị thoát các bon trên lớp bề mặt, lượng các bon hòa tan vào austenit quá lớn làm tăng thể tích riêng của máctenxit do vậy sẽ tạo ra austenit dư nhiều hơn làm xấu cơ tính.

c) Đối với thép cùng tích:

Dùng công thức nào cũng được vì Ac_1, Ac_3 và Ac_{cm} trùng nhau tại S trên giản đồ pha Fe-C.

d) Đối với thép hợp kim:

Với thép hợp kim thấp nhiệt độ tôi không sai khác nhiều so với thép các bon, thông thường cao hơn từ $10 \div 20^0C$ (trừ trường hợp thép chứa mangan, niken).

Với thép hợp kim trung bình và cao nhiệt độ tôi sai khác nhiều hơn so với thép cácbon, do vậy phải tra cứu trong các sổ tay về nhiệt luyện.

4.2.3. Chọn môi trường tôi

Môi trường làm nguội thép khi tôi gọi là môi trường tôi.

a) Yêu cầu của môi trường tôi:

- Phải có tốc độ làm nguội lớn hơn Vth của thép cần tôi và không làm nứt hay biến dạng chi tiết. Do đó tốc độ làm nguội của nó như sau:

* Làm nguội nhanh thép trong khoảng austenit kém ổn định nhất (khoảng $500 \div 600^OC$) để không kịp phân hóa thành hỗn hợp pherit - xêmentit.

* Làm nguội chậm ngoài khoảng nhiệt độ trên để tránh ứng suất nhiệt và ứng suất tổ chức gây ra biến dạng, nứt vỡ. Đặc biệt là ở vùng nhiệt độ chuyển

biến mactenxit vì ứng suất nhiệt và ứng suất tổ chức cùng lớn. Trong thực tế không môi trường tôi nào thỏa mãn yêu cầu nêu trên.

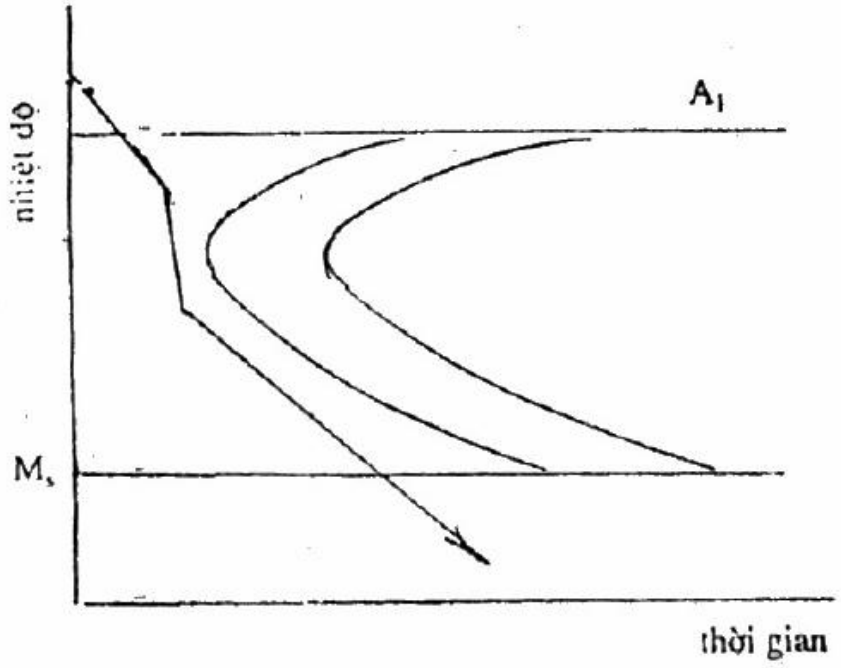
- Có độ linh động cao, dẫn nhiệt tốt, tính bám dính vào bề mặt lớn và rẻ tiền.

b- Các môi trường tôi thường dùng:

- Nước: là môi trường tôi mạnh, an toàn, dễ kiếm và rẻ tiền. Nước ở nhiệt độ $20 \div 30^0$ làm nguội thép khá nhanh ở cả hai khoảng nhiệt độ nói trên, tạo ra độ cứng cao nhưng dễ gây ra nứt và biến dạng. Khi tôi nước nóng lên và tốc độ nguội nhanh chóng bị giảm đi. Do vậy không để nước nóng quá 40 ÷ 500C bằng cách cho nước lạnh vào và tháo nước nóng ra.

Công dụng: để tôi thép các bon có hình dáng đơn giản.

- Dung dịch xút, muối hóa học: nồng độ khoảng 5 ÷ 10% là môi trường tôi mạnh nhất, tốc độ nguội có thể đạt 1200^0C/s do có các ion điện ly dẫn nhiệt lớn. Mặt khác nó không gây ra nứt ở khoảng nhiệt độ chuyển biến máctenxit như nước. Do vậy được dùng để tôi các loại thép các bon dụng cụ yêu cầu độ cứng cao (có tốc độ tôi tới hạn lớn)



Hình 4.2 Đường cong nguội lý tưởng

- Dầu luyn: làm nguội chậm thép ở hai khoảng nhiệt độ trên nên ít gây ra biến dạng và nứt nhưng tốc độ nguội chậm không dùng được cho thép có tốc độ tôi tới hạn lớn. Khi nóng lên tốc độ nguội của dầu không bị giảm nhiều, do vậy thường tôi trong dầu nóng khoảng 60 ¸ 800C vì có tính linh động cao. Nhược điểm của dầu là khi tôi dễ bị cháy và giá thành cao. Do vậy phải làm nguội dầu trong qúa trình tôi. Dầu là môi trường tôi cho thép hợp kim và các chi tiết hình dáng phức tạp.

- Dung dịch chất dẻo (polyme): loại môi trường này có thể thay đổi tốc độ làm nguội bằng cách thay đổi nồng độ của nó. Nó làm giảm mạnh tốc độ nguội ở vùng nhiệt độ thấp nên giảm được nứt v à cong vênh. Ngoài ra có thể dùng khí

nén, tấm thép, tấm đồng làm môi trường tôi. Loại này có V_{th} nhỏ cỡ vài chục ^{0}C/s để tôi các thép hợp kim.

4.2.4. Tốc độ tôi tới hạn và độ thấm tôi

a) Tốc độ tôi tới hạn:

** Định nghĩa:*

Tốc độ tôi tới hạn là tốc độ nguội nhỏ nhất cần thiết để nhận được chuyển biến máctenxit khi tôi. Ta có thể tính gần đúng nhiệt độ này dựa vào giản đồ T-T-T theo công thức sau:

$$V_{th} = \frac{(A_1 - T_m^0)}{\tau_m} \ ^0C/s$$

Trong đó: - A_1 là nhiệt độ tới hạn dưới (Ar_1), ^{0}C

- T_m^0, τ_m là nhiệt độ và thời gian ứng với austenit quá nguội kém ổn định nhất.

Tốc độ tôi tới hạn của thép càng nhỏ càng dễ tôi vì làm nguội không nhanh lắm cũng nhận được máctenxit do đó tạo được độ cứng cao, biến dạng ít và không bị nứt.

** Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ tôi tới hạn:*

Mọi yếu tố làm tăng hay giảm tính ổn định của austenit quá nguội đều ảnh hưởng đến tốc độ tôi tới hạn. Gồm có các yếu tố sau:

-Thành phần hợp kim của austenit: Đây là yếu tố quan trọng nhất, austenit càng giàu các nguyên tố hợp kim (trừ côban) đều làm giảm tốc độ tôi tới hạn.

- Sự đồng nhất của austenit: Austenít càng đồng nhất thì càng dễ biến thành máctenxit vì cùng là dung dịch rắn, nên làm giảm tốc độ tôi tới hạn. Nếu austenit càng không đồng nhất thì tại vùng giàu các bon dễ tạo ra xêmentit hay cácbit, những vùng nghèo các bon dễ biến thành pherit. Để nâng cao tính đồng nhất của austenit ta nâng cao nhiệt độ nung để giúp cho sự hòa tan và làm đồng đều hóa các bon dễ dàng hơn.

- Các phần tử rắn chưa tan hết vào austenit sẽ thúc đẩy quá trình tạo ra pherit – cácbit do vậy làm tăng tốc độ tôi tới hạn.

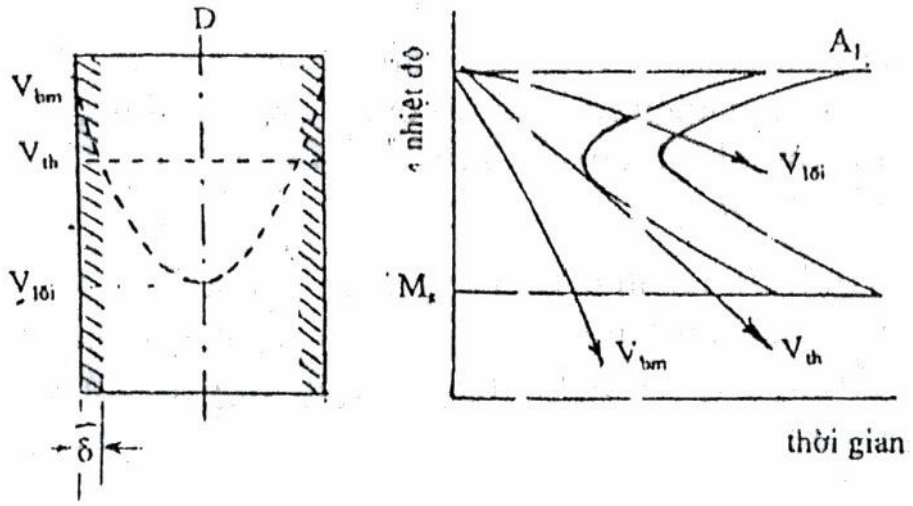
- Kích thước hạt austenit càng lớn biên giới hạt càng ít, do vậy khó tạo thành hỗn hợp pherit - các bít làm giảm tốc độ tôi tới hạn.

b) Độ thấm tôi:

** Định nghĩa:*

Độ thấm tôi là chiều dày của lớp được tôi cứng có tổ chức mactenxit (trong thực tế là lớp có tổ chức nửa mactenxit nghĩa là mactenxit và trôstit).

Xét một chi tiết có dạng hình trụ, đường kính D khi làm nguội trong quá trình tôi tốc độ nguội ở bề mặt bao giờ cũng cao hơn trong lõi nên đường cong nguội có dạng một parabôn. Vì vậy chỉ lớp bề mặt với chiều dày δ có tốc độ nguội ≥ V_{th} mới có tổ chức máctenxit và độ cứng cao. Đó chính là độ thấm tôi.



Hình 4. 3 Sơ đồ giải thích độ thấm tôi

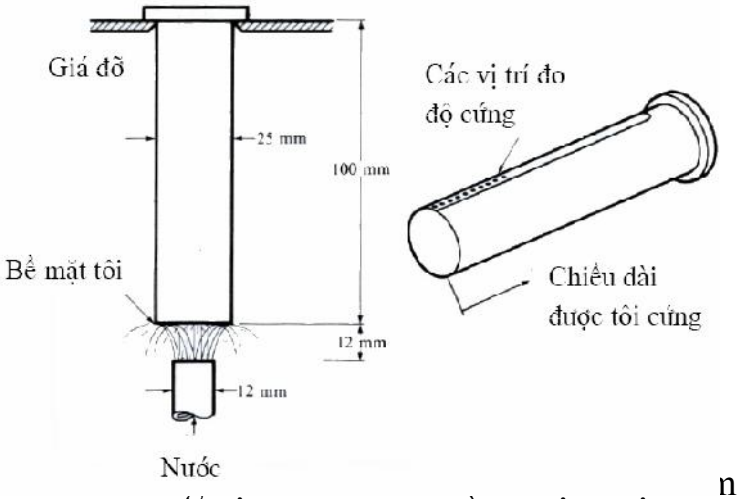
** Các yếu tố ảnh hưởng:*

- Yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến độ thấm tôi là tốc độ tôi tới hạn, tốc độ tôi tới hạn càng nhỏ độ thấm tôi càng cao. Nếu thép có tốc độ nguội trong lõi ≥ V_{th} thì toàn bộ tiết diện chi tiết được tôi và gọi là tôi thấu. Nếu tốc độ nguội ở bề mặt đã nhỏ hơn V_{th} thì chi tiết không được tôi. Mọi yếu tố làm giảm tốc độ tôi tới hạn đều làm tăng độ thấm tôi.

- Tốc độ nguội càng tăng thì độ thấm tôi cũng tăng lên theo. Tuy nhiên không dùng biện pháp này vì dễ gây nứt, biến dạng...

** Ý nghĩa của độ thấm tôi:*

Thép có độ thấm tôi càng cao được coi là càng tốt, bởi vì lớp tôi cứng dày sức chịu tải của chi tiết tăng lên khá nhiều. Xác định độ thấm tôi bằng phương pháp tôi đầu mút.



Hì n tôi)

4.2.5. Các phương pháp tôi thép

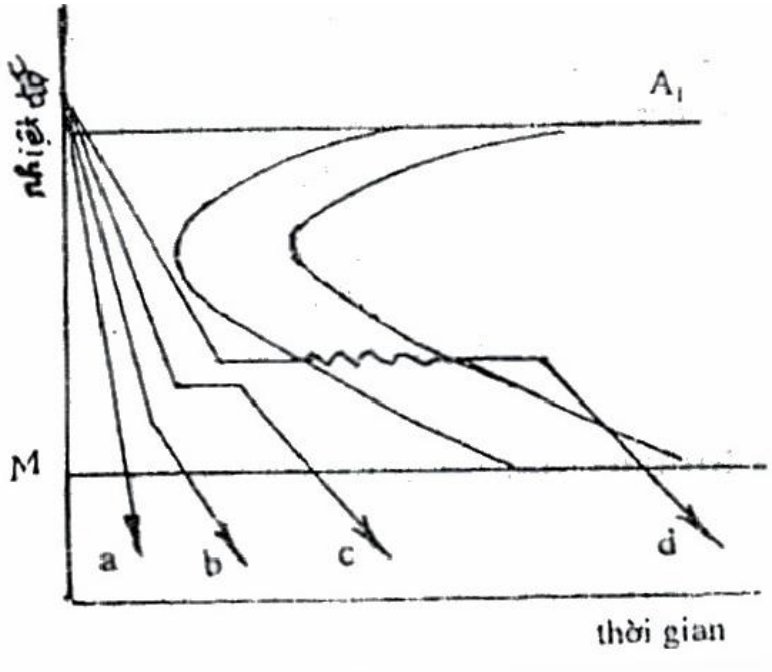
a) Tôi trong một môi trường (đường a):

Sau khi nung nóng và giữ nhiệt xong chi tiết được nhúng vào môi trường tôi cho đến khi nguội hẳn. Đây là phương pháp tôi quan trọng nhất, được sử dụng rộng rãi nhất. Tôi trong một môi trường dễ cơ khí hóa và tự động hóa, giảm nhẹ điều kiện lao động. b-Tôi trong hai môi trường (đường b):

Sau khi nung nóng và giữ nhiệt xong chi tiết được nhúng vào môi trường tôi thứ nhất có tốc độ nguội lớn (nước, dung dịch xút hay muối), đến khoảng nhiệt

độ gần xảy ra chuyển biến máctenxit (khoảng 300 ¸ 400^{0}C) thì nhấc ra chuyển sang môi trường tôi thứ hai có tốc độ nguội chậm hơn (dầu hay không khí) cho đến khi nguội hẳn. Phương pháp này làm cho thép có độ cứng cao nhưng ít gây ra biến dạng và nứt.

Nhược điểm của phương pháp này là khó xác định thời điểm chuyển môi trường tôi, yêu cầu công nhân có tay nghề cao. Nếu chuyển sớm quá thì phần lớn thới gian thép được làm nguội trong môi trường tôi yếu có độ cứng thấp. Nếu chuyển muộn quá thì chuyển biến mactenxit sẽ xảy ra trong môi trường tôi mạnh dễ gây nứt và biến dạng.



Hình 4.5 Phương thức làm nguội khi tôi thép

a)Tôi trong một môi trường b)Tôi trong hai môi trường
c)Tôi phân cấp d)Tôi đẳng nhiệt

Theo kinh nghiệm thì thời gian giữ trong môi trường tôi mạnh từ 2 ÷ 3 giây cho 10 mm chiều dày hay đường kính.

Công dụng của tôi trong hai môi trường là: dùng cho thép các bon cao, yêu cầu độ cứng lớn nhưng không đều ở các lần tôi khác nhau.

b) Tôi phân cấp (đường c):

Phương pháp này khắc phục được khó khăn về xác định thời điểm chuyển môi trường của tôi hai môi trường. Chi tiết được nhúng vào môi trường muối nóng chảy có nhiệt độ cao hơn điểm $M_đ$ khoảng từ 50÷100^{0}C và chi tiết bị nguội đến nhiệt độ này và giữ tại đó cho đến khi nhiệt độ đồng đều trên toàn bộ tiết diện chi tiết. Sau đó nhấc ra ngoài không khí để chuyển biến mactenxit xảy ra.

Phương pháp này có ưu điểm là chi tiết có độ cứng cao nhưng ứng suất bên trong rất nhỏ, độ biến dạng thấp nhất. Mặc khác có thể tiến hành nén ép, sửa chữa nếu bị cong vênh vì austenit quá nguội còn khá dẻo.

Công dụng: dùng cho các thép có tốc độ tôi tới hạn nhỏ (các loại thép hợp kim) và tiết diện nhỏ như: mũi khoan, dao phay.

Ba phương tôi trên đều nhận được tổ chức mactenxit.

c) Tôi đẳng nhiệt (đường d):

Phương pháp này chỉ khác tôi phân cấp ở chỗ giữ đẳng nhiệt lâu hơn trong muối nóng chảy (có thể đến hàng giờ) để austenit quá nguội phấn hóa hoàn toàn thành hỗn hợp phe rit và xêmentit nhỏ mịn có độ cứng cao, độ dai tốt. Tùy theo nhiệt độ giữ đẳng nhiệt ta sẽ nhận được các tổ chức khác nhau: giữ tại $250 \div 400^0$C nhận được bainit, tại $500 \div 600^0$C được trôstit. Sau khi tôi đẳng nhiệt không cần ram nữa.

Tôi đẳng nhiệt có đầy đủ các ưu và nhược điểm của tôi phân cấp chỉ khác là độ cứng thấp hơn và độ dai cao hơn. Trong thực tế ít dùng phương pháp tôi này vì năng suất thấp.

Công dụng: sử dụng cho một số dụng cụ có yêu cầu cao về độ biến dạng cho phép nhưng độ cứng không cần cao lắm và gang cầu.

d) Tôi tự ram:

Với một số loại chi tiết chỉ cần độ cứng cao ở phần làm việc ta dùng phương pháp tôi tự ram. Nung nóng chi tiết đến nhiệt độ tôi, nhúng phần cần tôi cứng vào môi trường tôi để có chuyển biến mactenxit. Sau đó lấy ra ngòai không khí để nhiệt sẽ truyền từ phần không tôi sang ram phần vừa được tôi cứng. Như vậy không cần phải tiến hành ram tiếp theo nữa.

Công dụng: dùng cho các loại đục thép (mũi ve), tôi cảm ứng các chi tiết lớn (băng máy, các trục dài...)

d) Gia công lạnh:

Với nhiều thép dụng cụ hợp kim do lượng các bon cao và được hợp kim hóa nên các điểm $M_đ$ và M_k quá thấp (M_k thường ở nhiệt độ âm). Vì vậy khi làm nguội đến nhiệt độ thường chưa kết thúc chuyển biến mactenxit nên lượng austenit dư còn nhiều làm cho độ cứng không cao. Do đó sau khi tôi xong ngay lập tức cho thép vào môi trường có nhiệt độ âm để austenit tiếp tục chuyển biến thành mactenxit. Quá trình này gọi là gia công lạnh, thực chất là phương pháp tiếp tục làm nguội sau khi tôi. Nhiệt độ gia công lạnh xác định theo điểm M_k (thường từ -50 đến -700C). Gia công lạnh phải tiến hành ngay sau khi tôi thường, nếu không austenit quá nguội sẽ bị ổn định hóa không chuyển biến được nữa.

Công dụng: - Dùng để ổn định kích thước chi tiết: dụng cụ đo.

- Các chi tiết cần độ cứng cao: ổ lăn, vòi phun bơm cao áp, dụng cụ cắt gọt kim loại.
- Tăng từ tính cho nam châm vĩnh cửu.

4.3. Ram thép

4.3.1. Định nghĩa và mục đích

a) Định nghĩa:

Ram là thao phương pháp nhiệt luyện gồm có nung nóng thép đã tôi đến nhiệt độ thấp hơn Ac_1, giữ nhiệt và làm nguội để biến tổ chức sau khi tôi thành các tổ chức có tính chất phù hợp với điều kiện làm việc quy định.

Ram là nguyên công bắt buộc đối với thép sau khi tôi thành mactenxit.

b) Mục đích:

- Giảm hay khử bỏ ứng suất bên trong.

- Điều chỉnh cơ tính cho phù hợp với điều kiện làm việc cụ thể của chi tiết và dụng cụ.

4.3.2. Các phương pháp ram

Dựa vào nhiệt độ ram người ta chia ra ba phương pháp ram: ram thấp, ram trung bình và ram cao.

a) Ram thấp (150 ÷ 250^{0}C):

Nhiệt độ ram từ 150÷2500C tổ chức nhận được là máctenxit ram có độ cứng không kém sau khi tôi và tính chống mài mòn lớn. Phương pháp này làm giảm đáng kể ứng suất bên trong.

Công dụng: dùng cho các sản phẩm cần độ cứng và tính chống mài mòn cao nhất khi làm việc như: các loại dao cắt gọt kim loại, khuôn dập nguội, bánh răng, chi tiết thấm các bon, ổ lăn, chốt và các chi tiết sau khi tôi bề mặt.

b) Ram trung bình (300 ÷ 450^{0}C):

Nhiệt độ ram từ 300 ÷ 450^{0}C, tổ chức nhận được là trôstit ram có độ cứng tương đối cao, giới hạn đàn hồi cao nhất, khử bỏ hoàn toàn ứng suất bên trong, độ dẻo độ dai tăng mạnh.

Công dụng: dùng cho các chi tiết cần độ cứng tương đối cao và tính đàn hồi lớn như: khuôn dập nóng, khuôn rèn, lò xo, nhíp ...

c) Ram cao (500 ÷ 650^{0}C):

Nhiệt độ ram từ 500 ÷ 650^{0}C, tổ chức nhận được là xoocbit ram có cơ tính tổng hợp cao (có sự kết hợp tốt nhất giữa các chỉ tiêu cơ tính như độ bền, độ dẻo và độ dai).

Công dụng: dùng cho các chi tiết máy cần giới hạn bền, đặc biệt là giới hạn chảy và độ dai cao như các loại trục, bánh răng, tay biên và các sản phẩm cần phải tôi bề mặt tiếp theo.

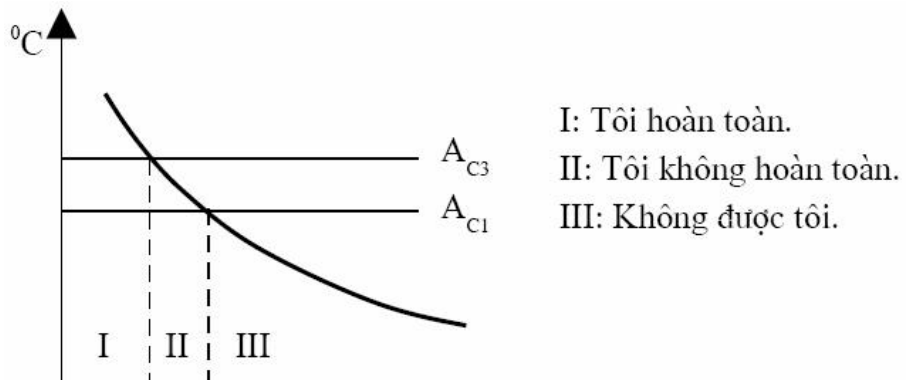
Tôi và ram cao gọi là nhiệt luyện hóa tốt (thực tế còn gọi là điều chất, tôi cải tiến, tôi cải thiện, làm tốt...)

Phân loại các phương pháp ram này chỉ đúng cho thép các bon và thời gian giữ nhiệt thường lấy 1 giờ. Đối với thép hợp kim nhiệt độ ram cao hơn, phải tra trong sổ tay nhiệt luyện.

4.4. Tôi bề mặt thép

4.4.1. Nguyên lý

Bằng cách nào đó nung nóng thật nhanh lớp bề mặt với chiều dày xác định lên nhiệt độ tôi, trong khi phần lớn tiết diện sản phẩm không được nung, nên khi tôi chỉ có lớp bề mặt này được tôi cứng. Các phương pháp nung nóng bề mặt gồm có: nung nóng bằng dòng điện cảm ứng có tần số cao, nung nóng bằng ngọn lửa ô xy - axêtylen, nung nóng trong chất điện phân, nung nóng bằng tiếp xúc... Trong đó thường dùng nhất là hai phương pháp đầu.



Hình 4.6 Sự phân bố nhiệt độ từ bề mặt vào lõi

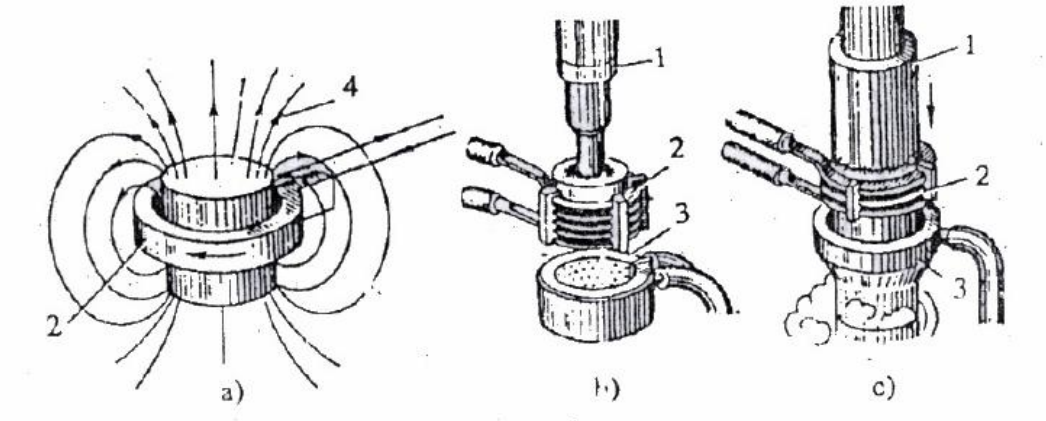
4.4.2. Tôi cao tần

a) Nguyên lý:

Nguyên lý của nung nóng là dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ: cho dòng điện xoay chiều có tần số f chạy trong dây dẫn (gọi là vòng cảm ứng) sẽ sinh ra trong không gian xung quanh một từ trường biến thiên có cùng tần số. Đặt chi tiết thép trong từ trường này sẽ sinh ra trên bề mặt (với chiều sâu xác định) một dòng điện cảm ứng (dòng fucô) nhanh chóng nung nóng bề mặt lên nhiệt độ tôi theo hiệu ứng Jun - Lenxơ. Mật độ dòng điện của dòng xoay chiều chủ yếu phân bố trên bề mặt với chiều sâu tỷ lệ nghịch với tần số của nó. Chiều sâu phân bố dòng điện (chiều dày lớp nung nóng) được tính theo công thức :

$$\delta = 5030\sqrt{\frac{\rho}{\mu f}}\ \text{cm}$$

Trong đó: - ρ: là điện trở suất (Ω.cm)
- μ: độ từ thẩm (gaus/octec)
- f: Tần số dòng điện (Hz)



Hình **4.7** *-Nung nóng và tôi bề mặt bằng dòng điện tần số cao*

a)Sơ đồ nung nóng cảm ứng; b)Tôi khi nung nóng toàn bộ bề mặt tôi
c)Tôi khi nung nóng liên tục - liên tiếp; 1)Chi tiết tôi; 2)Vòng cảm ứng
3)Vòng làm nguội; 4)Đường sức từ.

b) Chọn tần số và thiết bị:

Tần số quyết định chiều dày lớp nung nóng do vậy quyết định chiều sâu lớp tôi cứng. Thông thường người ta thường chọn diện tích lớp tôi cứng bằng

khoảng 20% tiết diện. Các chi lớn cần lớp tôi dày (4 ÷ 5mm) ta dùng máy phát điện tần số cao với tần số từ 2500 đến 8000 Hz, có công suất lớn, thường là từ 100 kW trở lên. Với các chi tiết nhỏ cần lớp tôi mỏng (1 ÷ 2mm) ta dùng các thiết bị phát dòng điện có tần số rất cao từ 66000 đến 250000 Hz, có công suất dưới 100kW, thường từ 50 ÷ 60kW. Tuy nhiên thực tế ở Việt Nam thường dùng thiết bị phát dòng cao tần, với các chi tiết lớn cần chiều sâu tôi dày ta tăng thời gian giữ nhiệt lên tương ứng.

c) Cấu tạo vòng cảm ứng và các phương pháp tôi :

** Cấu tạo vòng cảm ứng:*

Vòng cảm ứng làm bằng ống đồng có cấu tạo phù hợp với bề mặt chi tiết cần tôi, bên trong có nước làm nguội. Khoảng các giữa vòng cảm ứng với bề mặt chi tiết từ 1,5÷5mm, khe hở này càng nhỏ càng đỡ tổn hao công suất nung nóng.

** Các phương pháp tôi cảm ứng:*

- Tôi bề mặt ngoài: Vòng cảm ứng bao quanh bề mặt chi tiết, sau khi nung nóng xong ta chuyển sang bộ phận làm nguội hay nhúng nó vào môi trường tôi.
- Tôi bề mặt trong: Vòng cảm ứng có dạng tương ứng với bề mặt bên trong (sơ mi xy lanh...). Đi kề đó là bộ phận phun nước làm nguội.
- Tôi mặt phẳng: Vòng cảm ứng có dạng tạo ra một mặt phẳng song song với bề mặt cần tôi và chuyển động song phẳng với bề mặt đó. Đi sau vòng cảm ứng là thiết bị làm nguội. Dùng tôi bề mặt đầu thanh ray, băng máy nhỏ...
- Tôi tuần tự từng phần riên biệt: Dùng cho các bánh răng lớn (m > 6) hay cổ trục khuỷu. Sau khi nung nóng từng phần (từng răng hay từng cổ khuỷu) tiến hành làm nguội chúng và phải thiết kế riêng thiết bị làm việc theo chương trình.
- Tôi trục: Với các trục dài có bề mặt tôi lớn ta dùng phương pháp tôi liên tục liên tiếp. Vòng cảm ứng có cấu tạo đủ nung nóng một phần nhỏ diện tích tôi, đi kề vòng cảm ứng là vòng phun nước làm nguội. Thiết bị này chuyển động trên suốt chiều dài của chi tiết và tôi toàn bộ bề mặt của nó.

d) Tổ chức và cơ tính của thép khi tôi cảm ứng:

** Thép để tôi cảm ứng:*

Để đảm bảo yêu cầu khi tôi bề mặt có độ cứng cao đủ chống mài mòn, còn trong lõi vẫn đủ bền, dẻo và dai cao để chịu va đập, thép dùng tôi cảm ứng có lượng các bon trung bình từ 0,35 ÷ 0,55%C. Nếu là thép hợp kim thì thuộc loại hợp kim thấp.

** Tổ chức:*

Nung nóng cảm ứng có tốc độ nung rất nhanh từ hàng chục đến hàng trăm ^{0}C/s (lò nhiệt luyện tốc độ 1,5 ÷ 30C/s), do vậy có các đặc điểm sau:

- Nhiệt độ chuyển biến pha Ac1 và Ac3 được nâng cao lên, do vậy nhiệt độ tôi phải lấy cao hơn tôi thể tích từ 100 ÷ 2000C.

$$T_{\text{tôi cảm ứng}} = T_{\text{tội thể tích}} + (100 \div 200^0\text{C})$$

- Do độ qúa nung cao nên tốc độ chuyển biến pha rất nhanh, thời gian chuyển biến rất ngắn (thường cỡ hàng chục giây), hạt austenit rất nhỏ mịn nên nhận được mactenxit hình kim rất nhỏ mịn (mactenxit ẩn tích).

Vì vậy để bảo đảm hạt nhỏ mịn khi tôi cảm ứng và đảm bảo giới hạn chảy, độ dai cao phải nhiệt luyện hóa tốt trước có tổ chức xoocbit ram. Sau khi tôi cảm ứng bề mặt là mactenxit hình kim nhỏ mịn, trong lõi là xoocbit ram.

** Cơ tính:*

Sau khi tôi cảm ứng tiến hành ram thấp, bề mặt thép có độ cứng 50 ÷ 58HRC chống mài mòn khá tốt, trong lõi độ cứng 30 ÷ 40HRC có giới hạn chảy và độ dai cao. Điều đặc biệt là sau khi tôi cảm ừng tạo cho bề mặt lớp ứng suất nén dư đến 800MPa nâng cao mạnh giới hạn mỏi.

e) Ưu nhược điểm:

Tôi cảm ứng là phương pháp tôi bề mặt có hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao nên được sử dụng rất rộng rãi trong sản xuất cơ khí.

** Ưu điểm*: Tôi cảm ứng có khá nhiều ưu điểm so với tôi thể tích.

- Năng suất cao: do thời gian nung ngắn vì chỉ nung một lớp mỏng trên bề mặt và nhiệt lượng được tạo ra ngay trong kim loại.
- Chất lượng tốt: do thời gian nung ngắn nên hạn chế tối đa ô xy hóa và thoát cácbon. Bên cạnh đó còn điều chỉnh được chế độ điện, nhiệt độ nung, thời gian nung một cách chính xác nên đảm bảo chất lượng đồng đều. Độ cứng cao hơn tôi thường khoảng từ 1÷3HRC, được gọi là siêu độ cứng.
- Dễ tự động hóa, cơ khí hóa, giảm nhẹ điều kiện lao động cho công nhân
- Thích hợp với sản xuất hàng loạt lớn (trong các nhà máy chế tạo động cơ, ô tô, máy kéo ...có quy mô lớn).

** Nhược điểm:*

Tuy nhiên tôi cảm ứng cũng có nhược điểm nhất định.

- Khó áp dụng cho các chi tiết có hình dáng bề mặt phức tạp hay sự thay đổi đột ngột về tiết diện do khó chế tạo vòng cảm ứng phù hợp.
- Hiệu quả kinh tế thấp khi sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ. Nung nóng cảm ứng còn được sử dụng khá rộng rãi trong kỹ thuật như :

+ Nấu chảy vật liệu kim loại trong đúc và luyện kim.
+ Luyện vùng để tạo tạo ra các nguyên tố siêu sạch.
+ Nung nóng để gia công áp lực: cán, ép...
+ Hàn các ống, dán nylon, chất dẻo...

4.4.3. Tôi bằng ngọn lửa hỗn hợp khí axetylen-oxy

Phương pháp này sử dụng ngọn lửa của hỗn hợp ô xy-axêtylen trong thiết bị hàn khí. Ngọn lửa này có nhiệt độ rất cao, đến 30000C nên nhanh chóng nung nóng bề mặt thép lên nhiệt độ tôi. Phương pháp này dùng để tôi các chi tiết lớn, yêu cầu lớp tôi bề mặt dày (đến 10mm và lớn hơn) mà không tôi cảm ứng được như: các bánh răng lớn, một số loại trục...

Tôi ngọn lửa rất đơn giản, bất cứ xưởng cơ khí nào cũng thực hiện được. Tuy nhiên chất lượng khó đảm bảo: thiếu nhiệt, quá nhiệt, dễ tạo ra dải ram phụ cơ tính không đảm bảo.

4.4. Tôi bề mặt thép

4.5.1. Nguyên lý

a*) *Định nghĩa:

Hóa nhiệt luyện là phương pháp làm bão hòa các nguyên tố đã cho (C,N, B, Cr, Al...) vào bề mặt thép để làm thay đổi thành phần hóa học, do đó làm thay đổi tổ chức và đạt được tính chất theo quy định.

b*) *Mục đích: Hóa nhiệt luyện nhằm đạt được các mục đích sau đây

- Nâng cao độ cứng, tính chống mài mòn và độ bền mỏi cho thép. Với mục đích này đạt được cao hơn so với tôi bề mặt.
- Nâng cao tính chống ăn mòn điện hóa, hóa học (chống ô xy hóa ở nhiệt độ cao). Tuy nhiên mục đích này ít thực hiện do nhiệt độ quá cao, thời gian quá dài, chi phí lớn nên giá thành cao.

c*) *Các quá trình xảy ra:

Để tiến hành hóa nhiệt luyện người ta cho chi tiết thép vào môi trường giàu các nguyên tố cần khuếch tán và nung nóng đến nhiệt độ cần thiết. Khi giữ tại nhiệt độ

này sẽ xảy ra các quá trình sau đây:

- Phân hóa: là quá trình phân tích các phân tử của chất khuếch tán tạo nên các nguyên tử có tính hoạt động mạnh (gọi là nguyên tử hoạt).
- Hấp thụ: sau đó các nguyên tử hoạt được hấp thụ vào bề mặt thép có nồng độ cao tạo ra sự chênh lệch về nồng độ giữa bề mặt và lõi (gradien nồng độ hướng vào lõi)
- Khuếch tán: nguyên tử hoạt ở lớp hấp thụ sẽ đi sâu vào bên trong theo cơ chế khuếch tán và tạo ra lớp thấm có chiều sâu nhất định.

Trong ba quá trình trên thì quá trình khuếch tán là quan trọng nhất vì nó quyết định kết quả của hóa nhiệt luyện.

d*) *Các yếu tố ảnh hưởng:

Nhiệt độ và thời gian ảnh hưởng rất lớn đến khuếch tán và chiều dày lớp thấm.

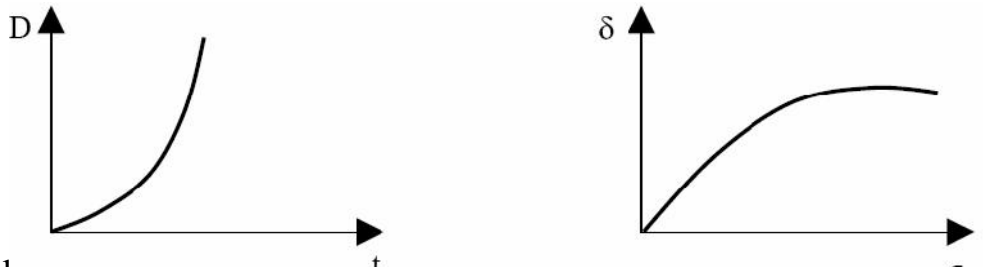
- Nhiệt độ: Nhiệt độ càng cao chuyển động nhiệt của nguyên tử càng lớn, tốc độ khuếch tán càng mạnh nên lớp thấm càng chóng đạt chiều sâu quy định. Mối quan hệ như sau:

$$D = A.e^{-(Q/KT)}$$

Từ đó ta thấy rằng nhiệt độ là yếu tố quan trọng nhất làm tăng chiều dày lớp thấm khi tiến hành hoá nhiệt luyện.

- Thời gian: Ở nhiệt độ cố định, kéo dài thời gian sẽ nâng cao chiều sâu lớp thấm tuy nhiên hiệu quả không mạnh bằng nhiệt độ. Quan hệ này như sau:

$\delta = k\tau^{1/2}$ (k là hệ số phụ thuộc nhiệt độ, τ là thời gian)



Hình 4.8 Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến chiều dày lớp thấm

4.5.2. Thấm các bon

a*) *Định nghĩa và mục đích:

Thấm các bon là phương pháp làm bão hòa các bon vào bề mặt thép các bon thấp (%C ≤ 0,25%) để sau khi nhiệt luyện bề mặt có độ cứng cao, tính chống mài mòn lớn, còn trong lõi vẫn dẻo và dai.

Mục đích của thấm các bon là làm cho bề mặt thép có độ cứng đến 60÷64 HRC tính chống mài mòn cao, chịu mỏi tốt, còn trong lõi bền, dẻo dai với độ cứng 30÷40 HRC chịu uốn, xoắn và va đập tốt.

Sau khi thấm các bon hàm lượng các bon ở lớ bề mặt khoảng 0,80÷1,00% là phù hợp nhất, còn trong lõi có hạt nhỏ mịn, không có phe rit tự do. Thấm các bon là phương pháp hóa nhiệt luyện được sử dụng rất lâu đời và rất phổ biến ở Việt Nam. Tùy theo chất thấm người ta chia ra thấm các bon thể rắn, thể khí và thể lỏng (hiện tại không sử dụng vì quá độc hại).

b*) *Thấm các bon thể rắn:

** Chất thấm:*

Gồm có than gỗ được xay nhỏ đến cỡ 3 ÷ 5mm chiếm 85 ÷ 90%, chất xúc tác ($BaCO_3$, Na_2CO_3, K_2CO_3...) với tỷ lệ 10÷15%. Đặt chi tiết vào hộp kín có chứa đầy chất thấm và cho vào lò nâng lên đến nhiệt độ cần thiết.

** Nhiệt độ thấm và thời gian thấm:*

Nguyên tắc chọn nhiệt độ thấm các bon là đạt đến tổ chức hoàn toàn austenit để có khả năng bõa hòa lượng các bon cao nhất có thể được.Với thép bản chất hạt lớn nhiệt độ thấm từ 900 ÷ 920^{0}C thép bản chất hạt nhỏ nhiệt độ thấm đến 950^{0}C. Nhiệt độ thấm càng cao chiều sâu lớp thấm càng lớn.

Thời gian thấm các bon được quyết định bởi chiều sâu lớp thấm, giá trị này được quy định khi thiết kế chi tiết (với chi tiết lớn cỡ 1,8 ÷ 2,2 mm; chi tiết bé 0,8÷1,2 mm).

Với nhiệt độ cố định thời gian thấm càng tăng chiều sâu thấm sẽ càng lớn, có ba cách tính thời gian thấm:

- Theo công thức: $\delta = k\sqrt{\tau}$ với k là hệ số phụ thuộc vào nhiệt độ thấm, τ là thời gian thấm (giữ nhiệt, h), δ là chiều sâu thấm (mm).
- Tra bảng cho trước trong sổ tay nhiệt luyện.
- Theo kinh nghiệm: thấm ở 900^{0}C cứ 0,20 mm thời gian giữ nhiệt 1h.

** Các quá trình xảy ra:*

- Than gỗ cháy thiếu ô xy:

$$2C + O_2 = 2CO$$

- Khí CO chuyển động gặp bề mặt thép và do tác dụng của xúc tác bị phân hủy

$$2CO \rightarrow CO_2 + C_{\text{nguyên tử}}$$

- Ở nhiệt độ cao chất xúc tác bị phân hủy:

$$BaCO_3 \rightarrow BaO + CO_2$$

$CO_2 + C_{than} = 2CO$ và tiếp diễn quá trình trên.

- Làm nguội sau khi thấm sẽ tạo lại xúc tác:

$$BaO + CO_2 = BaCO_3$$

Các bon nguyên tử có tính hoạt động cao sẽ khuếch tán vào bề mặt thép theo cơ chế sau: $C_{\text{nguyên tử}} + Fe^{\gamma} = Fe^{\gamma}(C)$

$$C_{nguyên\ tử} + Fe = Fe_3C$$

** Nhiệt luyện sau khi thấm:*

Sau khi thấm hàm lượng các bon trên lớp bề mặt đạt 0,80 ¸ 1,00%C độ cứng có tăng lên một ít nhưng chưa sử dụng được mà phải tiến hành nhiệt luyện. Có hai phương pháp nhiệt luyện: tôi hai lần và ram thấp, tôi một lần và ram thấp.

- Tôi hai lần và ram thấp: tôi lần thứ nhất ở nhiệt độ 860 ÷ 880^{0}C, với mục đích làm nhỏ hạt thép và phá lưới xêmentit hai trên bề mặt. Tôi lần thứ hai ở nhiệt độ 760÷780^{0}C tạo cho bề mặt có độ cứng cao nhất. Ram thấp với nhiệt độ 150÷180^{0}C. Cách nhiệt luyện này khá tốn kém nên chỉ dùng cho các chi tiết quan trọng.

- Tôi một lần và ram thấp: khi thấm các bon thường sử dụng thép bản chất hạt nhỏ nên hạt không lớn lắm. Vì vậy sau khi thấm xong hạ nhiệt xuống 760÷7800C và tôi ngay, sau đó tiến hành ram thấp 150÷1800C.

Thấm các bon thể rắn có đặc điểm là thời gian dài (phải nung cả hộp chất thấm), điều kiện làm việc xấu (nhiều bụi than, khói...), chất lượng không cao (nồng độ các bon quá lớn, thường tạo ra xêmentit hai ở bề mặt gây ra dòn). Tuy nhiên đơn giản dễ tiến hành.

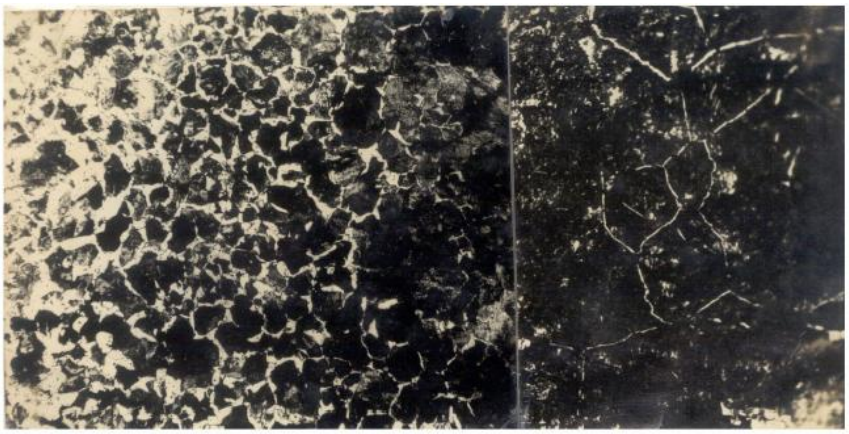
c*) *Thấm các bon thể khí:

Thấm các bon thể khí là phương pháp hiện đại và có nhiều ưu việt nhất, ngày nay được áp dụng rộng rãi trong sản xuất cơ khí. Dùng một lò kín chứa đầy khí thấm (CO, CH_4, C_2H_6...) lấy từ khí thiên nhiên, cho chi tiết vào và nâng lên nhiệt độ thấm. Trong thực tế thường dùng CH_4 với tỷ lệ 3 ÷ 5% (do mêtan tác dụng thấm rất mạnh) còn lại là CO (đến 95%). Tại nhiệt độ nung xảy ra quá trình sau:

$$CH_4 \rightarrow 2H_2 + C_{nguyên\ tử}.$$

Các bon nguyên tử sẽ khuếch tán vào bề mặt thép. Nhiệt độ, thời gian thấm và nhiệt luyện sau khi thấm tương tự như thể rắn.

Thấm các bon thể khí có đặc điểm là: thời gian thấm ngắn (do không nung hộp chứa đầy hỗn hợp thấm), chất lượng lớp thấm đồng đều, dễ cơ khí hóa và tự động hóa (sử dụng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt lớn), điều kiện lao động tốt. Tuy nhiên thiết bị giá thành cao.



Hình 4.9 Tổ chức tế vi lớp thấm cácbon

d) Công dụng:

Thấm các bon cũng tạo ra cơ tính tương tự như tôi bề mặt, nhưng độ cứng lớp bề mặt cao hơn (60÷64HRC), độ cứng ở lõi từ 15 ÷ 40HRC, có ứng suất nén dư trên bề mặt. Do vậy đảm bảo chịu mài mòn cao hơn và chịu tải tốt hơn cũng như nâng cao giới hạn mỏi.

Công dụng: dùng cho các chi tiết làm việc nặng nề hơn, hình dáng phức tạp như bánh răng hộp số máy cắt kim loại, một số loại trục, chốt

CHƯƠNG V. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ GANG

5.1. Khái niệm chung

5.1.1. Định nghĩa

Gang là hợp kim của sắt và cácbon với hàm lượng cácbon lớn hơn 2,14%C. Trong thực tế gang luôn luôn có một ít các nguyên tố Mn, Si, P, S. Các loại gang thông dụng thường chứa: 2,0÷4,0%C; 0,4÷3,5%Si; 0,20÷1,5%Mn; 0,04÷0,65%P; 0,02÷0,15%S.

5.1.2. Các đặc tính cơ bản của gang

- Gang có tính tổng hợp thấp hơn thép như độ bền thấp, độ giòn cao, nhất là đối vói gang trắng;
- Gang có tính đúc tốt, gia công cắt gọt dễ hơn vì gang có ưu điểm là nhiệt độ nóng chảy thấp, tính chảy loãng cao và do gang giòn nên phôi dễ gẫy vụn vì vậy dễ gia công cắt gọt.

5.2. Gang trắng

+ Cấu tạo:

Gang trắng là hợp kim của sắt và cácbon, cácbon trong gang trắng tồn tại chủ yếu dưới dạng hợp chất hoá học xêmentít (Fe_3C). Hàm lượng cácbon có trong gang trắng từ 3÷3,5%; tỷ lệ Silíc tối đa là 1%.

+ Tính chất:

- Bề mặt gãy của gang trắng có thớ trắng như bạc;
- Hợp chất xêmentít cứng và gìn nên gang trắng không dùng để chế tạo cơ khí được mà chỉ sử dụng dưới dạng vật đúc.

+ Công dụng:

- Gang trắng có độ cứng cao nên chỉ dùng để đúc các chi tiết làm việc chịu mài mòn cao, không chịu va đập như trục cán, bi nghiền, mép lưỡi cày, vành bánh xe,…
- Gang trắng dùng để đúc các chi tiết rồi ủ thành gang dẻo (gang rèn) làm các chi tiết máy;
- Dùng để luyện thép.

5.3. Gang xám

Gang xám là loại gang mà phần lớn hay toàn bộ các bon tồn tại dưới dạng tự do graphit. Graphit của nó ở dạng tấm, phiến, chuỗi... Mặt gãy của nó có màu xám

đó là màu của graphit. Đây là loại gang phổ biến nhất và được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật, thông thường khi nói tới gang người ta hiểu rằng đó là gang xám.

Cấu tạo: Gang xám là hợp kim của sắt và cácbon, cácbon trong gang xám tồn tại chủ yếu dưới dạng tự do gọi là graphít (G), rất ít cácbon kết hợp với sắt để tạo thành hợp chất xêmentít (Fe_3C).

Hàm lượng Cácbon (C) trong gang xám từ 2,8 ÷ 3,5%; của silíc (Si) từ 1,5÷3% của Mangan (Mn) từ 0,5 ÷ 1%; của Phốtpho (P) từ 0,1 ÷ 0,2%

5.3.1. Tổ chức tế vi

Tổ chức tế vi của gang xám được phân ra làm hai phần: nền kim loại (cơ bản) và graphit. Tuỳ theo mức độ graphit hoá gang xám có ba loại:

a*) *Gang xám pherit: Tổ chức của nó gồm nền kim loại là sắt nguyên chất kỹ thuật (pherit) và graphit. Loại gang này có độ bền thấp nhất.

b*) *Gang xám pherit-peclit: Gồm có nền kim loại là thép trước cùng tích và graphit, lượng các bon trong nền kim loại < 0,80%.

c*) *Gang xám peclit: Gồm có nền kim loại là thép cùng tích và graphit, lượng các bon trong nền kim loại là 0,80%, loại gang này có độ bền cao nhất.

a)

b)

c)

Hình 5.1 *Tổ chức tế vi của gang xám*
a) Gang xám pherit
b) Gang xám pherit-peclit
c) Gang xám peclit

5.3

a) Các bon:

Lượng các bon càng nhiều nhiệt độ chảy của gang càng thấp, nhưng sẽ làm cho graphit tăng lên cơ tính sẽ càng thấp. Xu hướng ngày nay dùng gang có các bon thấp để có độ bền cao. Vì vậy lượng các bon trong gang xám từ 2,8 ÷3,5%.

***b) Silíc*:** Là nguyên tố hợp kim quan trọng nhất trong gang xám, silic càng nhiều việc

tạo thành graphit càng dễ dàng. Lượng silic trong gang xám từ 1,5 ÷3%

c) Mangan: là nguyển tố cản trở việc tạo thành graphit, nhưng có tác dụng nâng cao cơ tính. Nếu trong gang xám lượng mangan tăng lên thì silic cũng phải tăng lên tương ứng. Lượng mangan từ 0,50 ÷ 1,0%.

d) Phôt pho: Phốt pho không ảnh hưởng gì đến sự tạo thành graphit nhưng có tác dụng làm tăng độ chảy loãng và nâng cao tính chống mài mòn (tạo ra cùng tinh Fe + Fe_3P và Fe +Fe_3P + Fe_3C). Lượng phốt pho từ 0,1 ÷ 0,20%, khi cần tính chống mài mòn cao có thể đến 0,50%. Không sử dụng tỷ lệ cao hơn vì sẽ làm gang bị dòn

e) Lưu huỳnh: Là nguyên tố có hại vì làm giảm độ chảy loãng của gang và cản trở quá trình tạo graphit. Lượng lưu huỳnh từ 0,08 ÷ 012%

5.3.3. Cơ tính

Do có graphit dạng tấm nên làm giảm mạnh độ bền kéo của gang, chỉ bằng khoảng 1/3-1/5 so với thép tương ứng. Do graphit tấm, bề mặt lớn chia cắt mạnh nền kim loại và có hai đầu nhọn là nơi tập trung ứng suất. Giới hạn bền kéo khoảng 150 ÷350MN/m^2.

Tuy nhiên graphit có tính bôi trơn tốt làm giảm ma sát, tăng tính chống mài mòn, có tác dụng làm tắt rung động và dao động cộng hưởng. Độ cứng thấp 150÷ 250HB, phoi dễ gãy, cắt gọt tốt. Độ dẻo xấp xỉ không, $\delta \approx 0{,}50\%$ không biến dạng dẻo được. Độ dai a_k<100kJ/m^2.

5.3.4. Ký hiệu và công dụng

a*) *Ký hiệu: Theo TCVN 1659-75 quy định ký hiệu gang xám bằng hai chữ GX (có nghĩa là gang xám), tiếp đó là các nhóm số chỉ giới hạn bền kéo và giới hạn bền uốn tối thiểu tính theo đơn vị kG/mm^2.

Ví dụ: GX15-32 có giới hạn bền kéo tối thiểu 15kG/mm2 và giới hạn bền uốn tối thiểu 32kG/mm2.

b*) *Công dụng: Gang xám được sử dụng rất rộng rãi làm vỏ, nắp máy, thân máy, vỏ hộp số, mặt bích, các te, bánh răng tốc độ chậm, bánh đà, sơ mi, xéc măng, ổ trượt ...

5.4. Gang cầu

Là loại gang có tổ chức graphit thu gọn nhất ở dạng quả cầu, do đó gang cầu có độ bền cao nhất trong các loại gang có graphit

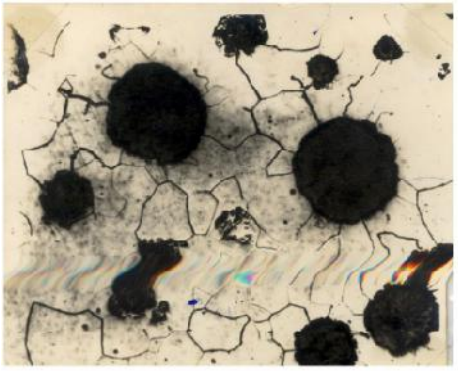
5.4.1. Tổ chức tế vi

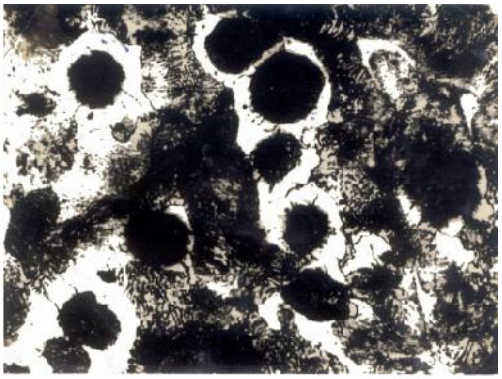
Tuỳ theo mức độ graphit hoá gang cầu được chia làm ba loại:

a) Gang cầu pherit: nền kim loại là sắt nguyên chất và graphit cầu

b) Gang cầu pherit - peclit: nền kim loại là thép trước cùng tích và graphit cầu

c) Gang cầu péclit: nền kim loại là thép cùng tích và graphit cầu.





5.4.2. Thành phần hoá học

Do được chế tạo từ gang xám nên gang cầu có thành phần hoá học giống như gang xám, nhưng có một số đặc điểm sau:

- Lượng các bon và silic cao tới 5 ÷ 6% để bảo đảm khả năng graphit hoá.
- Không có hay rất ít các nguyên tố cản trở quá trình cầu hoá như : Ti, Al, Sn, Pb, Zn, Bi và đặc biệt là S.
- Chứa một lượng nhỏ chất biến tính Mg hay Ce: (0,04 ÷ 0,08)%
- Có các nguyên tố nâng cao cơ tính: Ni < 1%, Mn (2%)

5.4.3. Cơ tính

Gang cầu có cơ tính khá cao, giới hạn bền kéo bằng 70 ÷ 80% so với thép tương ứng, độ bền từ 400 ÷ 1000MN/m^2, δ% = 5 ÷ 15%, a_k = 300 ÷ 600kJ/m^2. Gang cầu ít bị phá huỷ giòn hơn gang xám. Độ cứng xấp xỉ 200 HB gia công cắt gọt tốt.

5.4.4. Ký hiệu và công dụng

a*) *Ký hiệu:

Theo TCVN 1659-75 quy định ký hiệu gang cầu bằng hai chữ GC (gang cầu) và các nhóm số chỉ gới hạn bền kéo tối thiểu theo kG/mm^2 và độ giãn dài tương đối δ %.

Ví dụ: GC100-04 - có giới hạn bền kéo tối thiểu 100kG/mm^2 và độ giãn dài tương đối δ = 4%.

b*) *Công dụng:

Gang cầu chủ yếu dùng thay thép để chế tạo các chi tiết hình dáng phức tạp như trục khuỷu xe ô tô du lịch và vận tải nhỏ. Ngoài ra nó còn dùng làm một số chi tiết quan trọng khác.

5.5. Gang dẻo

5.5.1. Tổ chức tế vi

Tương tự như gang xám, tuỳ theo mức độ tạo thành graphit (graphit hoá), gang dẻo được chia ra làm ba loại:

a*) *Gang dẻo pherit:

Là loại gang có nền kim loại là sắt nguyên chất kỹ thuật, trên đó có graphit cụm hay bông phân bố.

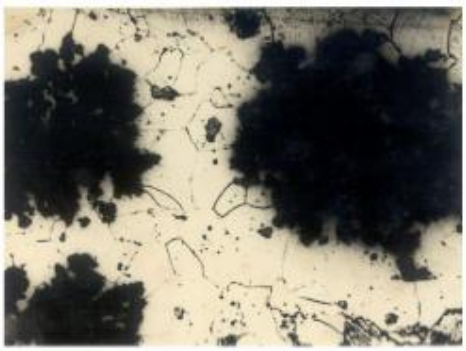
b*) *Gang dẻo pherit-peclit:

Là gang có nền kim loại thép trước cùng tích và graphit cụm hay bông.

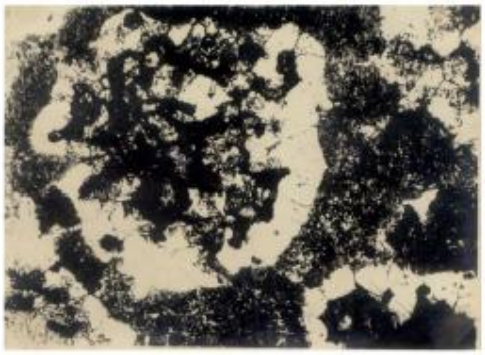
c*) *Gang dẻo péc lít:

Là gang có nền kim loại là thép cùng tích và graphit cụm hay bông.

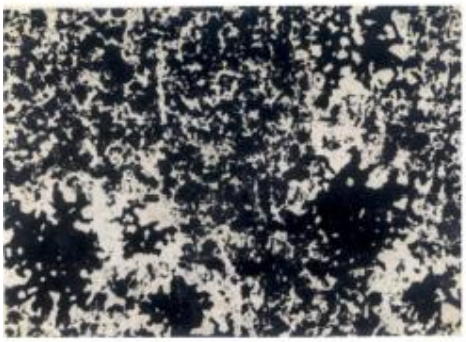
Trong ba loại gang dẻo trên thì gang dẻo pherit có độ bền thấp nhất và gang dẻo peclit có độ bền cao nhất.



a)



b)



c)

Hình 5.3 *-Tổ chức tế vi gang dẻo*
a)Gang dẻo pherit
b)Gang dẻo pherit-peclit
c)Gang dẻo peclit

5

Do được ủ từ gang trắng nên thành phần hoá học tương tự như gang trắng đem ủ. Tuy nhiên với gang dẻo thường dùng lượng các bon thấp khoảng từ 2,2÷2,8% để ít graphit làm cho tính dẻo cao. Lượng silíc phải vừa đủ để nhận được gang hoàn toàn trắng khi đúc và đủ để thúc đẩy quá trình graphit hoá khi ủ, thông thường tổng lượng cácbon -silic khoảng 3,5%. Vật đúc đem ủ phải có tiết diện (thành) mỏng để nguội nhanh.

5.5.3. Cơ tính

Đặc tính nổi bật của gang dẻo là có độ dẻo cao do lượng các bon thấp, graphit ít và ở dạng tương đối thu gọn. Cơ tính của nó là trung gian giữa gang xám và gang cầu, giới hạn bền σ_b=300÷600MN/m^2, $\sigma_{0,2}$ =200 ÷ 450MN/m^2. Độ cứng thấp trên dưới 200HB dễ cắt gọt.

5.5.4. Ký hiệu và công dụng

a*) *Ký hiệu:

TCVN 1659-75 quy định ký hiệu gang dẻo bằng hai chữ GZ (gang dẻo) và hai nhóm số chỉ giới hạn bền kéo tối thiểu tính theo kG/mm^2 và độ giãn dài tương đối (δ) tính theo %.

Ví dụ: GZ60-03 - có giới hạn bền kéo tối thiểu là 60 kG/mm^2 và độ giãn dài tương đối 3%.

b*) *Công dụng:

Gang dẻo thường được dùng làm các chi tiết đồng thời đòi hỏi ba yêu cầu sau:

- Hình dáng phức tạp (sử dụng tính đúc cao)
- Chịu va đập (tính dẻo)
- Tiết diện mỏng (dễ tạo ra vật đúc là gang trắng)

Trong thực tế gang dẻo còn sử dụng trong chi tiết máy dệt, máy nông nghiệp, cuốc bàn, guốc hãm xe lửa... Nếu vật đúc thông thường thì dùng gang xám do giá thành thấp hơn.

5.6. Gang hợp kim

Gang hợp kim là gang mà ngoài sắt và cácbon ra còn có thêm các nguyên tố khác được cố ý đưa vào để nâng cao các tính chất của chúng (chủ yếu là cơ tính) như: Cr, Mn, Ni, Cu ... Trong đó Cr làm tăng mạnh độ thấm tôi, Mn và Ni làm tăng độ bền, Cu nâng cao tác dụng chống ăn mòn...Gang hợp kim có cơ sở là gang xám, dẻo hay cầu.

5.7. Nhiệt luyện gang

Quá trình nhiệt luyện gang không làm thay đổi dạng của graphit mà chỉ làm thay đổi nền kim loại/ Quá trình chuyển biến tổ chức nền kim loại nền kim loại của gàn khi nung nóng và làm nguội về cơ bản giống quá trình xảy ra trong thép nên có thể áp dụng vác chế độ nhiệt luyện của thép cho gang. Tuy vậy, quá trình nhiệt luyện cũng có nhhững đặc điểm tiêng do có sự khác nhau về thành phần hoá học và đặc biệt là quá trình graphit hoá chi phối

Quá trình nhiệt luyện làm thay đổi tổ chức nền kim loại và do đó, làm thay đổi tính chất tương tụ như thép chỉ được sử dụng rộng rãi cho gang dảo, gan cầu và gang giun vì ở đây graphit đã ở dạng phù hợp, có cơ tính cao. Đối với gang xám, thường chỉ áp dụng các dạng nhiệt luyện này cho các nác gang có độ bền cao, đặc biệt là cho gang xám hợp kim thấp.

Đặc trưng nổi bật của gang là do điều kiện graphit hoá rất khác nhau khi đúc nên tổ chức ban đầu của gang trước khi nhiệt luyện rất khác nhau và thay đổi từ ferit, ferit-peclit tới peclit. Do đó, thường phải giữ ở nhiệt độ và thời gian rất khác nhau tuỳ theo tổ chức ban đầu của gang để có thể bão hoà cacbon cho austenit từ graphit thường xảy ra chập chạp nên cần nhiệt độ cao hoặc thời gian lâu hơn.

Ở gang, sự thiên tích của các nguyên tố như Si, Mn và các nguyên tố hợp kim rất rõ ràng từ tâm hạt (xung quan graphit) tới biên giới hạt tinh thể. Vì vậy, ngay trong một tinh thể, quá trình chuyển biến pah khi nhiệt luyện xảy ra cũng khác nhau.

Silic là nguyên tố nang các điểm cùng tích khi nung và làm nguội lên phía nhiệt độ cao, đồng thời tạo ra vùng ba pha ($\alpha+\gamma+gr$). Vì vậy, khi nhiệt luyện, cần thiết phải chọn nhiệt độ austenit hoá cao phù hợp với lượng Si thực tế có trong gang.

Dựa vào cùng ba pha này, có thể nung gang ở đây để đạt được tổ chức ferit-ausenit với hàm lượng ferit xác định rồi tiến hành các dạng nhiệt luyện khác nhau để nhận được gang có tổ chức ferit với các tổ chức sau nhiệt luyện như xocbit, bainit và mactenxit ram, …. bảo đảm cho gang có độ bền cao trong khi vẫn giữ được độ dẻo tốt.

Đặc điểm nổi bật khác của gang do hậu quả của quá trình graphiet hoá là chó thể ủ nhiệt độ cao (950 – 1050^{O}C) để phân huỷ cacbit như trong quá trình ủ gang dảo hoặc ủ mền ở nhiệt độ vừa dưới điểm chuyển biến cùng tích (650 - 750^{O}C) để nhận một phần hay hoàn toàn tổ chức nền kim loại là ferit, đảm bảo cho gang có độ cứng thấp và độ dẻo cao

CHƯƠNG VI. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ THÉP

6.1. Khái niệm về thép cacbon

Thép các bon là hợp kim của sắt và cácbon với hàm lượng các bon nhỏ hơn 2,14%. Ngoài ra trong thép luôn chứa một lượng nhỏ các nguyên tố Mn, Si, P, S. Với bất kỳ loại thép các bon nào ngoài sắt ra cũng có chứa C ≤ 2,14%; Mn≤ 0,80%; Si ≤ 0,40%; P và S ≤ 0,05%. Thép các bon được sử dụng rất rộng rãi trong cơ khí (tỷ lệ 60 ÷ 70%) và các ngành công nghiệp khác.

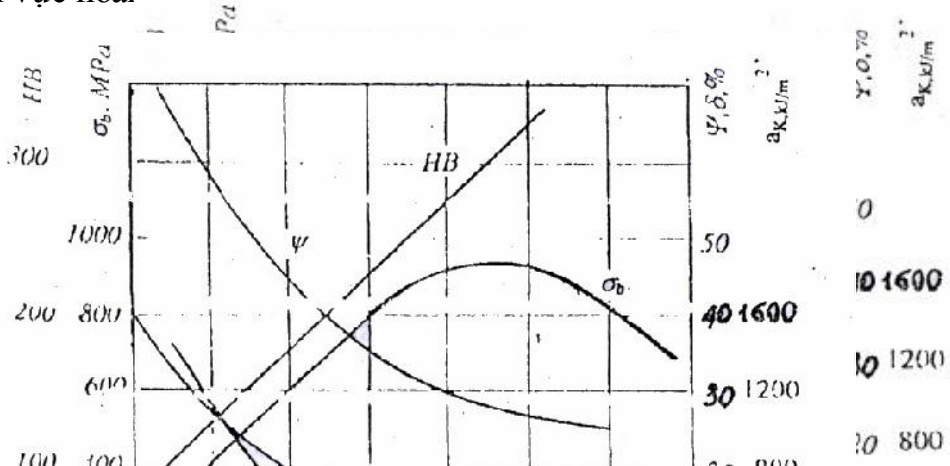
Ngoài các nguyên tố trên trong thép các bon còn chứa một lượng khí rất nhỏ hình thành trong quá trình nấu kuyện như: ôxy, hydrô, nitơ. Nhưng do số lượng của chúng quá ít, ảnh hưởng không đáng kể đến tính chất nên ta thường không quan tâm đến

6.1.1. Thành phần hoá học và ảnh hưởng của các nguyên tố đến tổ chức và tính chất của thép cacbon

a) Các bon: là nguyên tố quan trọng nhất quyết định đến tổ chức và tính chất của thép. Với hàm lượng các bon khác nhau thép có tổ chức tế vi khác nhau:

- Nếu hàm lượng các bon < 0,80%: tổ chức là pherit và péclit
- Nếu hàm lượng các bon = 0,80%: tổ chức là peclit.
- Nếu hàm lượng các bon > 0,80%: tổ chức peclit và xêmentit thứ hai.

Mặt khác khi hàm lượng các bon tăng lên thì lượng xêmentit tăng lên, cản trở mạnh quá trình trượt của pherit làm cho độ bền, độ cứng của thép tăng lên, độ dẻo và độ dai giảm đi. Tuy nhiên độ bền lớn nhất đạt được với hàm lư ợng các bon từ 0,80-1,0%, vượt quá giới hạn này do lượng xêmentit thứ hai quá nhiều làm cho thép dòn, độ bền giảm đi Thép các bon với hàm lượng khác nhau được sử dụng trong các lĩnh vực hoàn toàn khác nhau



Hình 6.1 Ảnh hưởng của cácbon đến cơ tính của thép

b) Mangan: được cho vào thép dưới dạng pherô mangan để khử ôxy loại bỏ tác hại của FeO trong thép lỏng:

$$Mn + FeO \rightarrow Fe + MnO$$

Ôxít mangan nổi lên đi vào xỉ và được lấy ra khỏi lò. Ngoài ra mangan còn có tác dụng loại bỏ tác hại của lưu huỳnh trong thép. Mangan hoà tan vào pherit nâng cao cơ tính cho thép, tuy nhiên tác dụng không lớn do lượng chứa của nó nhỏ. Lượng mangan trong thép từ 0,50 ÷ 0,80%

c) Silic: được cho vào thép dưới dạng pherô silíc để khử ôxy loại bỏ tác hại của FeO trong thép lỏng:

$$Si + FeO \rightarrow Fe + SiO_2$$

Điôxít silic nổi lên đi vào xỉ và được lấy ra khỏi lò. Ngoài ra silic còn hoà tan vào pherit và nâng cao cơ tính cho thép. Silic khử ôxy và nâng cao cơ tính cho thép mạnh hơn mangan. Lượng silíc trong thép từ 0,20 ÷ 0,40%. Do vậy tác dụng nâng cao cơ tính không đáng kể.

d) Phốt pho: Phốt pho có khả năng hoà tan vào pherit khá lớn (đến 1,20% trong Fe-C nguyên chất) và giảm đột ngột khi nhiệt độ giảm. Do đó gây xô lệch mạng phe rit rất mạnh làm tăng tính dòn khá lớn (đường kính nguyên tử phốt pho khác nhiều so với sắt).

Khi vượt quá giới hạn hoà tan nó tạo ra Fe_3P cứng và dòn. Do vậy phốt pho làm thép bị dòn ở nhiệt độ thường và gọi là dòn nguội (còn gọi là bở nguội). Do tính thiên tích rất mạnh nên chỉ cần 0,10%P đã làm cho thép bị dòn. Vì thế lượng phốt pho trong thép nhỏ hơn 0,05%. Về phương diện gia công cắt gọt thì phốt pho là nguyên tố có lợi vì làm cho phoi dễ gãy, lúc này lượng phốt pho đến 0,15%.

e) Lưu huỳnh: Lưu huỳnh hoàn toàn không hoà tan trong sắt mà tạo nên hợp chất FeS. Cùng tinh (Fe+FeS) tạo thành ở nhiệt độ thấp (988^0C) và phân bố tại biên giới hạt. khi cán, rèn, kéo (nung đến trên 1000^0C) biên giới hạt bị chảy ra làm thép bị đứt, gãy, hiện tượng này gọi là dòn nóng (còn gọi là bở nóng). Tuy nhiên có thể dùng mangan để loại bỏ tác hại của lưu huỳnh:

$$Mn + FeS \rightarrow Fe + MnS \text{ (nhiệt độ chảy 1620OC)}$$

Về mặt gia công cắt gọt thì lưu huỳnh là nguyên tố có lợi vì nó tạo ra sunphua sắt làm cho phoi dễ gãy, trường hợp này lượng lưu huỳnh đến 0,35%.

6.1.2. Phân loại thép cacbon

Có nhiều cách phân loại thép các bon, mỗi phương pháp có một đặc trưng riêng biệt cần quan tâm đến để sử dụng được hiệu quả hơn.

a) Phân loại theo phương pháp luyện và độ sạch tạp chất:

** Theo phương pháp luyện:*

- Thép mác tanh (ngày nay không dùng phương pháp này nữa)
- Thép lò chuyển (lò L-D, còn gọi là lò thổi)
- Thép lò điện

** Theo độ sạch tạp chất:*

-Thép chất lượng thường: có lượng P và S khá cao đến 0,050% được nấu luyện trong lò L-D có năng suất cao, giá thành rẻ. Các nhóm thép này chủ yếu được dùng trong xây dựng.

- Thép chất lượng tốt: có lượng P và S thấp hơn đến 0,040% được luyện trong lò điện hồ quang. Chúng được sử dụng trong chế tạo máy thông dụng.

- Thép chất lượng cao: có lượng P và S đạt 0,030% được luyện trong lò điện hồ quang và có thêm các chất khử mạnh, nguyên liệu được tuyển chọn kỹ lưỡng.

- Thép chất lượng rất cao: lượng P và S được khử đến mức độ thấp nhất 0,020% sau khi luyện bằng lò hồ quang chúng được tiếp tục khử tiếp tạp chất ở ngoài lò bằng xỉ tổng

hợp hay bằng điện xỉ. Để hạn chế lượng khí trong thép phải dùng phương pháp rót trong chân không. Thép chhất lượng cao và rất cao dùng chế tạo các thiết bị và máy móc quan trọng.

b) Phân loại theo phương pháp khử ô xy

Theo mức độ khử ô xy triệt để hay không triệt để ta chia thép ra hai loại là thép sôi và thép lắng (lặng).

** Thép sôi:* là loại thép được khử ô xy bằng chất khử yếu: phe rô mangan nên ô xy không được khử triệt để, trong thép lỏng vẫn còn FeO khi rót khuôn có phản ứng:

$$FeO + C \rightarrow Fe + CO\text{-}$$

Khí Co bay lên làm bề mặt thép lỏng chuyển động giống như hiện tượng sôi. Vật đúc thép sôi có mật độ thấp và chứa nhiều rỗ khí và lõm co nhỏ. Thép này có độ dẻo cao và rất mềm, dập nguội tốt.

** Thép lắng (lặng):* là loại thép được khử ô xy triệt để, ngoài phe rô mangan còn dùng phe rô silic và nhôm nên không còn FeO nữa, do vậy bề mặt thép lỏng phẳng lặng. Thép lắng có độ cứng khá cao, khó dập nguội. Vật đúc thép lắng có mật độ cao và lõm co lớn. Thép hợp kim chỉ là loại thép lắng. Ngoài ra còn loại thép nửa lặng, nó có tính chất trung gian giữa hai loại trên do chỉ khử ôxy bằng pherô mangan và nhôm. Ngày nay có xu hướng dùng thép nửa lặng thay cho thép sôi.

c) Phân loại theo công dụng:

Dựa theo mục đích sử dụng thép cácbon được chia làm hai nhóm: thép kết cấu và thép dụng cụ.

** Thép kết cấu:* là loại thép dùng làm các kết cấu và chi tiết máy chịu tải do đó cần có độ bền, độ dẻo và độ dai bảo đảm. Nhóm thép này được sử dụng nhiều nhất vì chủng loại sản phẩm của nó rất lớn. Đây là nhóm thép chất lượng tốt và cao.

* *Thép dụng cụ:* là loại thép làm các dụng cụ gia công và biến dạng kim loại như: dụng cụ cắt, khuôn dập, khuôn kéo ...Chúng giữ vai trò rất quan trọng để gia công các chi tiết và kết cấu máy. Số lượng thép dụng cụ không lớn vì chủng loại sản phẩm của chúng ít.

6.1.3. Ký hiệu thép cacbon

a) Thép các bon chất lượng thường (thép các bon thông dụng):

Là loại thép chủ yếu được dùng trong xây dựng, được cung cấp qua cán nóng không nhiệt luyện, dưới dạng bán thành phẩm: ống, thanh, tấm, thép hình, sợi ...Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1765 - 75 nhóm thép các bon chất lượng thường được ký hiệu bằng chữ CT (C - các bon, T - thép chất lượng thường). Nếu cuối mác thép không ghi gì cả là thép lắng (lặng), nếu có s là thép sôi, n là thép nửa lặng. Chúng được chia làm ba phân nhóm:

* *Phân nhóm A*: là loại thép chỉ được quy định về cơ tính mà không quy định về thành phần hóa học. Giới hạn bền kéo tối thiểu tính theo đơn vị kG/mm2 (với MPa phải nhân thêm 10), có thể tra bảng để tìm các chỉ tiêu $\sigma_{0,2}$, , δ, ψ và α a_K. Gồm các mác CT31, 33, 34, 38, 42, 51, 61.

* *Phân nhóm B*: là loại thép chỉ được quy định về thành phần hoá học mà không quy định về cơ tính (thành phần này có thể tìm thấy khi tra bảng). Ký hiệu của phân nhóm này tương tự phân nhóm A, chỉ khác là thêm chữ B ở đầu mác. Ví dụ BCT31, BCT33...BCT61.

* *Phân nhóm C*: gồm các thép được quy cả về cơ tính và thành phần hoá học. Ký hiệu của chúng tương tự phân nhóm A, chỉ khác là thêm chữ C ở đầu mác.

Ví dụ CCT31, CCT33...CCT61. Để tìm các chỉ tiêu của thép phân nhóm này ta phải dựa vào hai phân nhóm trên. Chẳng hạn với mác thép CCT38, khi tìm thành phần hoá học ta tra bảng theo mác BCT38, cơ tính theo mác CT38.

Thép chuyên dùng trong xây dựng được quy định theo TCVN 5709-93.

b) Thép kết cấu:

Theo TCVN 1766-75 quy định ký hiệu bằng chữ C và các chữ số tiếp theo chỉ lượng các bon trung bình trong thép tính theo phần vạn.

Ví dụ: C05, C10, C15... C65. Nếu cuối mác thép có chữ A là loại chất lượng cao hơn (P, S $\leq$ 0,030%)

c*) *Thép dụng cụ:

Theo TCVN 1822-75 quy định ký hiệu bằng chữ CD (C-các bon, D-dụng cụ) và các chữ số tiếp theo chỉ lượng các bon trung bình trong thép theo phần vạn. Nếu cuối mác thép có thêm chữ A có nghĩa là chất lượng cao hơn.

Ví dụ: CD70, CD80...CD130 (CD70A, CD80A...CD130A)

6.2. Khái niệm về thép hợp kim

6.2.1. Định nghĩa thép hợp kim

Thép hợp kim là loại thép ngoài sắt và các bon ra người ta cố ý đưa thêm vào các nguyên tố có lợi, với số lượng nhất định và đủ lớn để làm thay đổi tổ chức và cải thiện tính chất (cơ, lý, hoá ... mà chủ yếu là cơ tính) của chúng. Các nguyên tố có lợi, được cố ý đưa vào thép gọi là nguyên tố hợp kim. Tuỳ theo tác dụng của chúng đối với thép mà giới hạn là nguyên tố hợp kim không giống nhau, nguyên tố tác dụng càng mạnh giới hạn này càng nhỏ.

Mn ≥ 0,80 ÷ 1,00%	Si ≥ 0,50 ÷ 0,80%	Cr ≥ 0,50 ÷ 0,80%
Ti ≥ 0,10%	W ≥ 0,10 ÷ 0,50%	Mo ≥ 0,05 ÷ 0,20%
Ni ≥ 0,50 ÷ 0,80%	Cu ≥ 0,30%	B ≥ 0,0005%

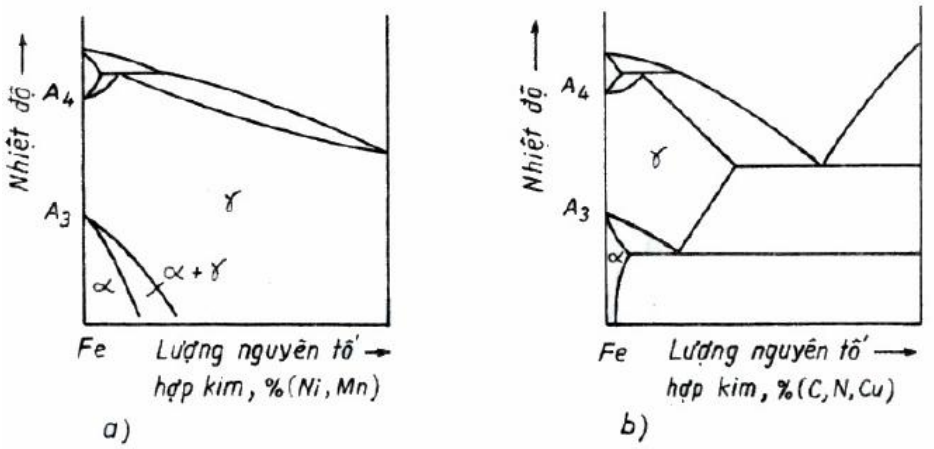
6.2.2. Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến tổ chức của thép hợp kim

Có thể xem thép hợp kim là thép các bon nhưng có pha thêm vào đó các nguyên tố hợp kim. Trong phần này ta xem xét ảnh hưởng của các nguyên tố hợpü kim như thế nào đến các tổ chức và giản đồ pha Fe -C.

a) Ảnh hưởng đến dung dịch rắn của sắt:

Các nguyên tố hợp kim có tác dụng hòa tan vào dung dịch rắn của sắt như Mn,Si, Cr, Ni... Với lượng hòa tan nhỏ : (cỡ vài phần %) chúng không làm thay đổi đáng kể hình dáng của giản đồ pha Fe-C và chúng chỉ hòa tan vào sắt ở các nhiệt độ khác nhau. Khi hòa tan vào phe rít dưới dạng thay thế chúng gây ra xô lệch mạng, do đó làm tăng độ bền và độ cứng, làm giảm độ dẻo và độ d ai với mức độ khác nhau. Mn và Si làm tăng mạnh độ bền độ cứng nhưng lại làm giảm đáng kể độ dẻo và độ dai (với 2%Si và 3,5%Mn độ dai $\leq$ 500kJ/m^2) làm cho thép dòn không sử dụng được. Mặc dù hai nguyên tố này làm tăng đáng kể độ thấm tôi và có giá thành thấp nhưng không thể sử dụng với hàm lượng lớn. Cr và Ni làm tăng độ bền và độ cứng không mạnh bằng Si, Mn nhưng lại không làm giảm nhiều độ dẻo, độ dai. Trong một số trường hợp làm tăng một ít độ dai, do vậy có thể sử dụng với hàm lượng lớn (đến 4%). Thép đươc hợp kim hóa bằng crôm và niken làm tăng mạnh độ thấm tôi, nâng cao độ cứng, độ bền mà vẫn duy trì tốt độ déo và độ dai. Tuy nhiên Ni đắt tiền làm giá thành thép cao, do vậy chỉ dùng cho các chi tiết quan trọng cần độ tin cậy cao. Với lượng hòa tan lớn: (> 10%): Khi hòa tan với hàm lượng lớn các nguyên tố hợp kim làm thay đổi hẳn hình dáng của giản đồ pha Fe-C.

Mn và Ni khi hòa tan có tác dụng mở rộng khu vực tồn tại của tổ chức austenit (mở rộng vùng pha γ và thu hẹp vùng pha α) trên giản đồ pha Fe-C. Với hàm lượng lớn từ 10-20% tổ chức austenit tồn tại ngay cả ở nhiệt độ thường và gọi là thép austenit.

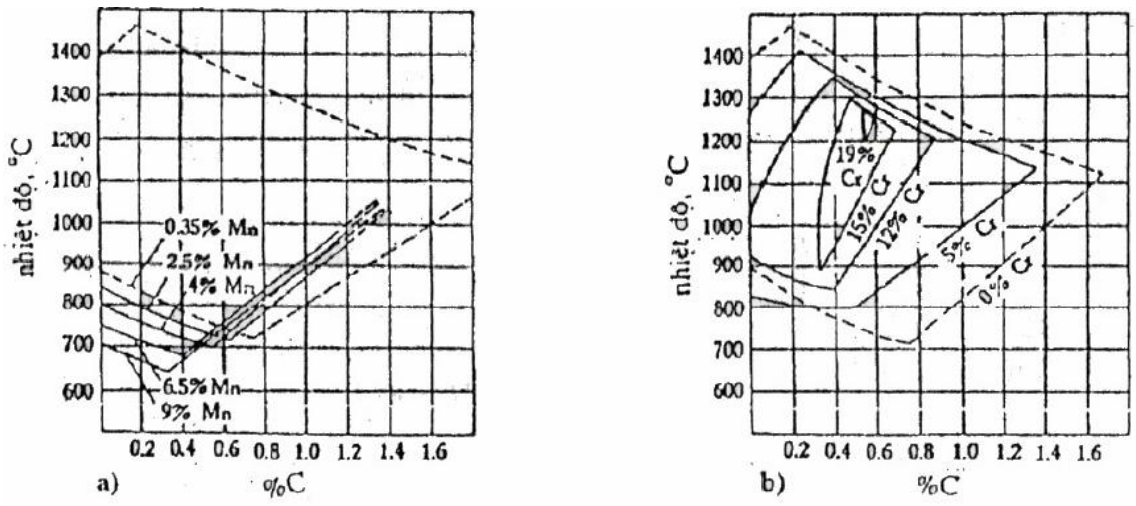


Hình 6.2 - *Giản đồ pha Fe- nguyên tố hợp kim:*
a) Khi hoà tan vô hạn vào γ-Fe; b) Khi hoà tan có hạn vào γ-Fe

Crôm là nguyên tố thu hẹp khu vực tồn tại của austenit (thu hẹp vùng pha γ và mở rộng vùng pha α), với lượng Cr đủ lớn khu vực g không tồn tại nữa mà tổ chức pherit tồn tại ngay cả ở nhiệt độ cao cho đến khi chảy lỏng. Hợp kim này gọi là thép pherit. Thép austenit và thép pherit không có chuyển biến pha khi nung nóng và làm nguội. Do vậy không thể hóa bền được bằng phương pháp tôi. Các trường hợp này chỉ gặp ở thép đặc biệt (thường là các thép không rỉ, thép chịu nóng)

b)Tạo thành các bít:

Tất cả các nguyên tố hợp kim (trừ Si, Ni, Al, Cu, Co) ngoài khả năng hòa tan vào sắt ra còn có thể kết hợp với các bon tạo thành các bít. Đó là các nguyên tố: Mn, Cr, Mo, W, Ti, Zr, Nb. Điều kiện để tạo thành các bít là số điện tử ở phân lớp d (3d, 4d, 5d) trong nguyên tử của nguyên tố đó nhỏ hơn 6 (là điện tử lớp d của Fe). Số nguyên tử phân lớp này càng nhỏ hơn 6 thì khả năng tạo các bít càng mạnh. Thứ tự tạo các bít của các nguyên tố như sau (theo chiều mạnh dần lên): Fe(6), Mn(5), Cr(5), Mo(5), W(4), V(3), Ti(2), Zr(2), Nb(2).



Hình 6.3 Ảnh hưởng của Mn (a) và Cr (b) đến vùng
và trên giản đồ pha Fe-C

Khi cho các nguyên tố hợp kim vào thép thì các bon sẽ ưu tiên tác dụng với nguyên tố mạnh trước. Tùy theo nguyên tố hợp kim cho vào và hàm lượng của nó, trong thép hợp kim có các pha các bít sau đây:

- Xêmentít hợp kim $(Fe, Me)_3C$: Nếu trong thép chứa một lượng ít các nguyên tố tạo các bít trung bình và tương đối mạnh (1-2%) như: Mn, Cr, Mo, W chúng sẽ hòa tan thay thế vị trí các nguyên tử sắt trong xêmentit tạo nên xêmentit hợp kim $(Fe, Me)_3C$ Xêmentít hợp kim khó phân hủy hơn xêmentit nên nhiệt độ tôi có cao hơn một ít.

- Các bit với kiểu mạng phức tạp (cácbit phức tạp): Khi hợp kim hóa đơn giản (một nguyên tố hợp kim) nhưng với số lượng lớn (>10%) Cr hay Mn sẽ tạo nên các bit với kiểu mạng phức tạp: Cr_7C_3, $Cr_{23}C_6$, Mn_3C có các đặc điểm sau:

+ Có độ cứng cao hơn xêmentit một ít.

+ Nhiệt độ nóng chảy không cao lắm khoảng 1550 ÷ 18500C có tính ổn định cao hơn nên nhiệt độ tôi phải lớn hơn 10000C.

+ Khi có Cr cùng với W hay Mo sẽ tạo ra các bit kiểu Me6C, có tính ổn định cao hơn loại trên, khó hòa tan vào austenit hơn nên nhiệt độ tôi được nâng cao đến $1200 \div 1300^0C$

- Các bit với kiểu mạng đơn giản: Các nguyên tố tạo các bit mạnh và rất mạnh như V, Ti, Zr, Nb khi cho vào thép với hàm lượng ít (0,10%) sẽ tạo các bit có kiểu mạng đơn giản như VC, TiC, ZrC, NbC có các đặc điểm:

+ Có độ cứng cao nhưng ít dòn hơn xêmentit.

+ Nhiệt độ nóng chảy rất cao (xấp xỉ 30000C) nên rất khó phân hủy và hòa tan vào austenit khi nung nóng, do vậy có tác dụng giữ cho hạt nhỏ và nâng cao tính chống mài mòn.

- Vai trò của các bít hợp kim:

+ Làm tăng độ cứng, tính chống mài mòn mạnh hơn xêmentit. Do vậy các thép dụng cụ tốt phải là thép các bon cao và hợp kim cao.

+ Nâng cao nhiệt độ tôi nhưng giữ được hạt nhỏ khi nung do vậy nâng cao độ dai và cơ tính.

+ Tiết ra khỏi máctenxit và kết tụ lại ở nhiệt độ cao hơn do đó giữ được độ cứng sau khi tôi đến $500 \div 600^0C$ (tính cứng nóng).

6.2.3. Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến quá trình nhiệt luyện

Các nguyên tố hợp kim ảnh hưởng khá mạnh đến quá trinh nhiệt luyện đặc biệt là tôi và ram do đó ảnh hưởng lớn đến cơ tính.

a) Chuyển biến khi nung nóng để tôi:

Các thép hợp kim thông thường đều có tổ chức peclit (trừ một số thép đặc biệt), do đó khi nung nóng sẽ có chuyển biến peclit thành austenit, các bit hòa tan vào austenit và hạt austenit phát triển lên. Tuy nhiên có một số đặc điểm sau:

- Sự hòa tan cácbit hợp kim khó khăn hơn nên cần nhiệt độ tôi cao hơn và thời gian giữ nhiệt dài hơn.

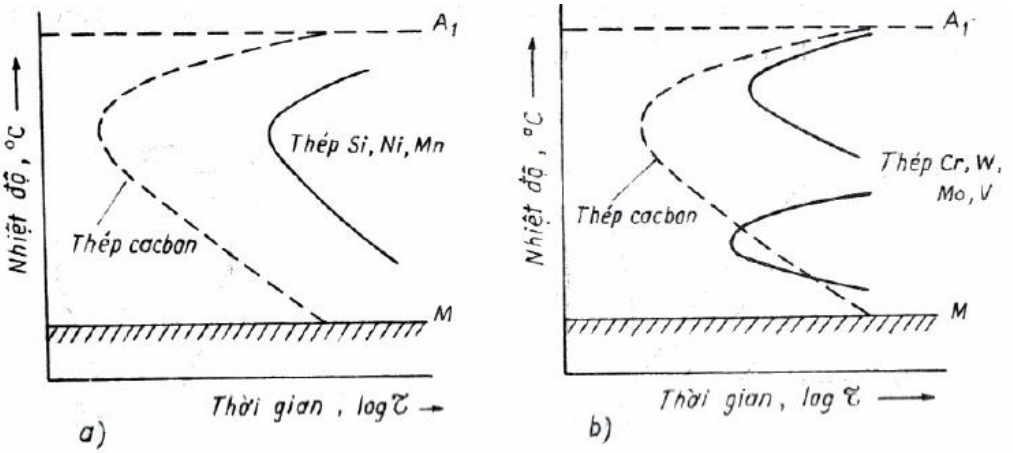
- Các bit hợp kim khó hoàn tan vào austenit nằm tại biên giới hạt như hàng rào giữ cho hạt nhỏ. Tác dụng này rất mạnh với Ti, Zr, Nb mạnh với V và khá mạnh với W, Mo (riêng Mn làm cho hạt lớn). Do đó thép hợp kim giữ được hạt nhỏ hơn thép các bon khi nung cùng nhiệt độ.

b) *Sự phân hóa đẳng nhiệt của austenit quá nguội và độ thấm tôi:*

Đây là tác dụng quan trọng nhất và điển hình nhất của nguyên tố hợp kim.

- Sự phân hóa đẳng nhiệt của au stenit quá nguội: Khi hòa tan vào austenit tất cả các nguyên tố hợp kim (trừ Co) với các mức độ khác nhau đều làm chậm tốc độ phân hóa đẳng nhiệt của austenit quá nguội (làm đường cong chữ C chạy sang phải) do đó làm giảm tốc độ tôi tới hạn. Nếu không hòa tan vào austenit mà ở dạng các bit sẽ có tác dụng ngược lại.

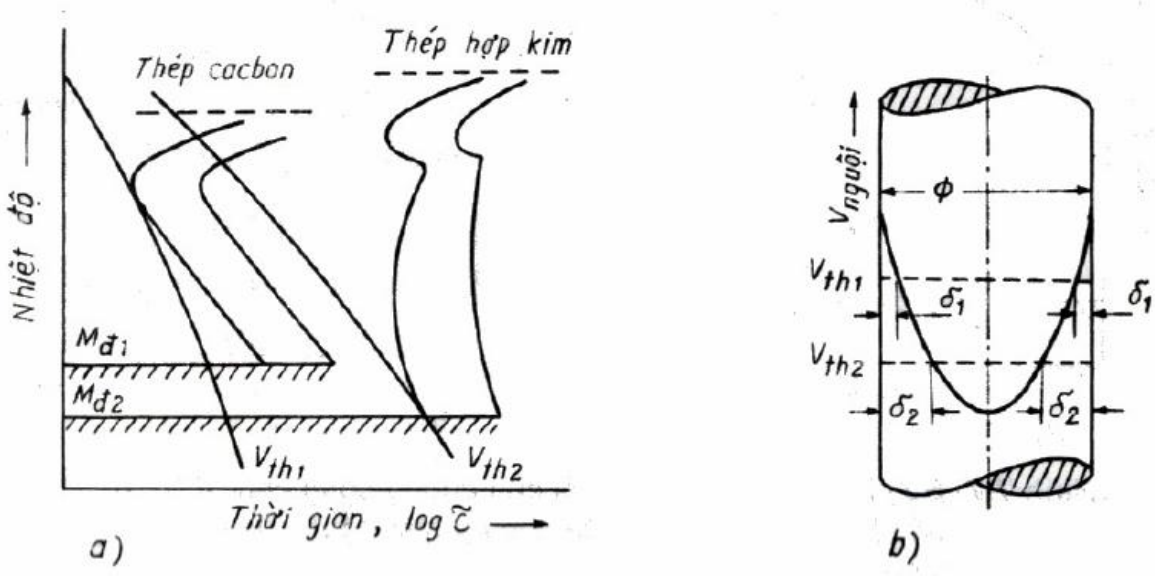
- Độ thấm tôi: Do làm giảm tốc độ tôi tới hạn nên các nguyên tố hợp kim (trừ Co) khi hòa tan vào austenit đều làm tăng độ thấm tôi. Nhờ tác dụng này mà thép hợp kim có thể tôi thấu hay tự tôi (làm nguội trong không khí vẫn tạo thành máctenxit - thép gió) mà thép các bon không thể có được.



Hình 6.5- *Sự chuyển dịch sang phải của đường cong chữ "C" của các nguyên tố hợp kim*

a) Thép C và thép hợp kim hóa bằng Ni, Si, Mn

b) Thép C và thép hợp kim hóa bằng Cr, W, Mo và V



Hình 6.6 · *Sơ đồ biểu diễn sự giảm tốc độ tôi tới hạn (a) và sự tăng độ thấm tôi (b) của thép hợp kim so với thép C*

c*) *Chuyển biến máctenxit:

Khi hòa tan vào austenit, các nguyên tố hợp kim (trừ Co, Si, Al) đều hạ thấp nhiệt độ chuyển biến máctenxit do vậy làm tăng lượng austenit dư sau khi tôi. Cứ 1% nguyên tố hợp kim sẽ làm giảm điểm $M_đ$ như sau: Mn - 45^0C, Cr - 35^0C, Ni - 26^0C, Mo - 25^0C.

Do đó sẽ làm giảm độ cứng sau khi tôi từ 1-10HRC. Tuy nhiên hoàn toàn có thể khắc phục nhược điểm này bằng gia công lạnh.

d) Chuyển biến khi ram:

Nói chung các nguyên tố hợp kim hòa tan vào máctenxit đều cản trở sự phân hóa của nó khi ram có nghĩa là làm tăng các nhiệt độ chuyển biến khi ram. Có hiện tượng trên là do các nguyên tố hợp kim cản trở khá mạnh sự khuếch tán của cácbon. Do vậy dẫn tới kết qủa sau:

- Các bit tạo ra rất nhỏ mịn và phân tán làm tăng mạnh độ cứng và tính chống mài mòn hiện tượng này gọi là biến cứng phân tán. Trong một số thép hợp kim cao khi ram ở nhiệt độ thích hợp austenit dư chuyển biến thành máctenxit ram và các bit tiết ra nhỏ mịn, phân tán làm độ cứng tăng lên so với sau khi tôi gọi là độ cứng thứ hai.
- Khi ram hay cùng làm việc ở một nhiệt độ thép hợp kim bao giờ cũng có độ bền, độ cứng cũng như độ dai cao hơn (do ram cao hơn khử bỏ ứng suất dư nhiều hơn)

6.2.5. Phân loại và ký hiệu thép hợp kim

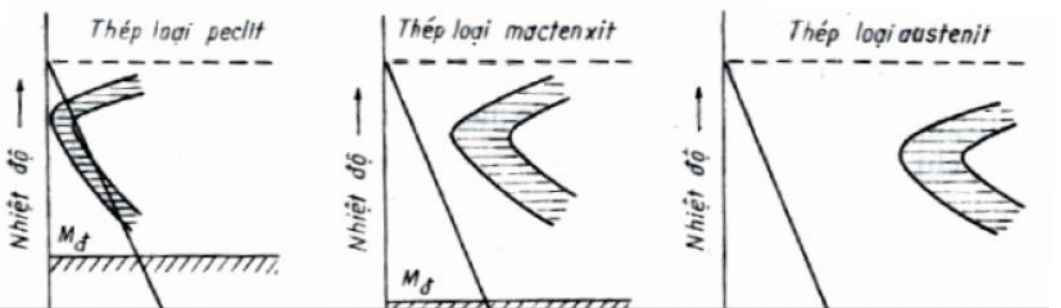
a) Phân loại:

* *Theo tổ chức cân bằng:* Theo tổ chức cân bằng (sau ủ) có các loại thép sau đây:

- Thép trước cùng tích: peclit và phe rit tự do
- Thép cùng tích: péclit
- Thép sau cùng tích: péclit và các bit tự do
- Thép lêđêburit
- Thép austenit
- Thép phe rit.

* *Theo tổ chức thường hóa:* Tiến hành thường hóa các mẫu thép có đường kính 25mm

- Thép họ péc lit: làm nguội trong không khí nhận được hỗn hợp phe rit và xêmentit (peclit, xoocbit, trôstit)
- Thép họ mactenxit: xảy ra chuyển biến máctenxit khi làm nguội trong không khí.
- Thép họ austenit: có tổ chức austenit tồn tại ở nhiệt độ thường.



* *Theo tên của nguyên tố hợp kim chủ yếu:* Dựa vào nguyên tố hợp kim chủ yếu có

lượng chứa lớn hơn cả để phân loại. Cách phân loại này biết được tính chất của nguyên tố hợp kim đưa vào và đoán được tính chất thép.

- Thép Cr, thép Mn, thép Ni...
- Thép Cr-Ni, Cr-Ni-Mo, Cr-Ni-Ti...

* *Theo tổng lượng nguyên tố hợp kim:* Cách phân loại này cho ta biết được giá trị, mức độ quý và giá thành của thép.

- Thép hợp kim thấp: có tổng lượng nguyên tố hợp kim nhỏ hơn 2,50%.
- Thép hợp kim trung bình: có tổng lượng nguyên tố hợp kim 2,50 ÷ 10%.
- Thép hợp kim cao: có tổng lương nguyên tố hợp kim lớn hơn 10%.

* *Theo công dụng:*

- Thép hợp kim kết cấu.
- Thép hợp kim dụng cu.û
- Thép hợp kim đặc biệt.

* *Ký hiệu thép hợp kim:*

TCVN 1759-75 quy định ký hiệu thép hợp kim theo quy luật sau:

- Số đầu tiên của mác thép chỉ lượng các bon trung bình có trong thép theo phần vạn, nếu xấp xỉ 1% thì không ghi.
- Các chữ là ký hiệu hoá học của nguyên tố hợp kim, số đứng sau các chữ chỉ lượng chứa của nó theo phần trăm, nếu xấp xỉ 1% thì không ghi.
- Cuối mác thép có chữ A là thép có chất lượng tốt hơn.
- Thép có công dụng riêng được ký hiệu riêng.

Ví dụ: 12Cr18Ni9Ti có: 0,12%C; 18%Cr; 9%Ni; 1%Ti

50CrNiMo có: 0,50%C; 1%Cr; 1%Ni; 1%Mo

38CrMoAlA có: 0,38%C; 1%Cr; 1%Mo; 1%Al; A -loại tốt

OL100Cr1,5SiMn - OL thép ổ lăn, có: 1%C; 1,5%Cr; 1%Si; 1%Mn.

130Mn13Đ có: 1,30%C; 13%Mn; Đ: chế tạo sản phẩm chỉ bằng phương pháp đúc.

CHƯƠNG VII. THÉP KẾT CẤU

7.1. Khái niệm chung về thép kết cấu

Thép kết cấu là thép được sử dụng với khối lượng lớn nhất để chế tạo các chi tiết máy và kết cấu chịu tải. Chúng đáp ứng được các yêu cầu khác nhau về cơ tính, chính xác về hình dạng, kích thước và đạt được độ bóng bề mặt theo yêu cầu lắp ráp.

7.1.1. Yêu cầu đối với thép kết cấu

a) Cơ tính tổng hợp cao:

Đây là yêu cầu cơ bản nhất vì nó quyết định khả năng chịu tải và thời gian làm việc cho chi tiết máy trong điều kiện tải trọng quy định.

- Độ bền cao: nếu độ bền cao sẽ giúp cho máy móc có công suất lớn hơn, nhỏ gọn hơn và tuổi thọ cao hơn. Trong các chi tiết máy ứng suất sinh ra không được lớn hơn giới hạn chảy vì không được phép biến dạng dẻo. Do vậy giới hạn chảy cao là yêu cầu quan trọng nhất về cơ tính của thép kết cấu.
- Độ dai va đập cao: đây là chỉ tiêu rất quan trọng vì chi tiết máy thường làm việc trong điều kiện tải trọng động. Chỉ tiêu này quyết định độ tin cậy khi làm việc, đảm bảo cho chi tiết không bị phá huỷ dòn. Đây là yêu cầu đặc biệt quan trọng đối với các phương tiện giao thông.
- Giới hạn mỏi cao: Khá nhiều chi tiết làm việc trong điều kiện tải trọng thay đổi có chu kỳ cần phải có giới hạn mỏi cao để tránh phá huỷ mỏi.
- Tính chống mài mòn cao: Chi tiết máy làm việc trong điều kiện ma sát và mài mòn mạnh, do vậy bề mặt của chúng phải có độ cứng cao để chống mài mòn tốt. Nâng cao tính chống mài mòn bằng nhiệt luyện.

b) Tính công nghệ tốt:

Do được sản xuất với số lượng lớn và phải qua các dạng gia công như biến dạng nóng, cắt gọt ...nên thép phải có tính công nghệ tốt để hạ giá thành gia công. Hầu hết chi tiết máy đều phải qua nhiệt luyện để đảm bảo các yêu cầu về cơ tính. Do vậy nếu thép có độ thấm tôi cao, dễ nhiệt luyện cũng góp phần hạ giá thành đáng kể.

c) Tính kinh tế:

Do sản lượng lớn, chủng loại nhiều nên yêu cầu giá thành của thép phải rẻ. Tuy nhiên yêu cầu này phải đặt sau độ bền. Trong một số trường hợp quan trọng phải dùng thép quý thì có thể bỏ qua yêu cầu này.

7.1.2. Thành phần hoá học

Thép kết cấu phải có thành phần hoá học phù hợp để có thể đáp ứng được các yêu cầu nêu trên.

a) Các bon: là nguyên tố cơ bản nhất quyết định cơ tính và tính công nghệ của thép kết cấu. Do đó hàm lượng các bon trong thép kết cấu quy định khá chặt chẽ từ 0,10÷0,65%.

Tuỳ từng trường hợp cụ thể lại chia làm ba nhóm nhỏ như sau:

- Nhóm yêu cầu chủ yếu về độ dẻo, độ dai có lượng các bon thấp: 0,10÷0,25%
- Nhóm yêu cầu chủ yếu về giới hạn chảy và độ dẻo có lượng các bon trung bình: 0,30÷0,50%

- Nhóm yêu cầu chủ yếu về giới hạn đàn hồi có lượng các bon tương đối cao: 0,55÷0,65%.

b) Thành phần hợp kim:

Các nguyên tố hợp kim được đưa vào thép kết cấu nhằm mục đich nâng cao độ bền do nâng cao độ thấm tôi và hoá bền pherit, tạo các bít phân tán và giữ cho hạt nhỏ. Tuy nhiên tính công nghệ của thép hợp kim sẽ xấu hơn và có giá thành cao hơn. Các nguyên tố hợp kim sử dụng trong thép kết cấu chia ra làm hai nhóm:

* *Nhóm các nguyên tố hợp kim chính:* là các nguyên tố chiếm tỷ lệ chủ yếu trong các nguyên tố đưa vào, có tác dụng nâng cao độ bền nhờ nâng cao độ thấm tôi. Gồm có các nguyên tố sau: Cr, Mn, Si, Ni (đôi khi cả B) với tổng lượng đưa vào 1 ÷ 3% cao nhất 5 ÷ 6%. Chúng có đặc điểm là:

- Rẻ, dễ kiếm

- Nâng cao độ thấm tôi. Để đạt được mục đích này người ta thường dùng hợp kim hóa phức tạp (với tổng lượng xác định sử dụng nhiều nguyên tố hợp kim).

* *Nhóm các nguyên tố hợp kim phụ:* được đưa vào thép với số lượng rất ít thường < 0,10% cao nhất không quá 0,20% với mục đích cải thiện một nhược điểm nào đó của nguyên tố hợp kim chính gồm có: Ti, Zr, V, Nb, Mo.

7.2. Thép thấm cacbon

7.2.1. Đặc điểm về thành phần hoá học

Thép thấm các bon là loại thép có thành phần các bon thấp: 0,10 ÷ 0,25% (một số trường hợp đến 0,30%) để chế tạo các chi tiết chịu tải trọng tĩnh và va đập cao nhưng bề mặt bị mài mòn mạnh như: bánh răng, cam, chốt... Đặc điểm nhiệt luyện của chúng là thấm các bon, tôi và ram thấp.

a) Các bon: lượng các bon trong thép trong khoảng 0,10 ÷ 0,25% để đảm bảo lõi có độ dẻo, dai cao và sau khi nhiệt luyện đạt độ bền cao nhất.

b) Hợp kim: các nguyên tố hợp kim phải có hai tác dụng nâng cao độ thấm tôi và thúc đẩy quá trình thấm (hoặc không cản trở quá trình thấm). Nguyên tố chủ yếu được dùng là crôm và kết hợp với mangan, niken.

7.2.2. Các loại thép thấm cacbon

a) Thép các bon:

Thường dùng các mác thép sau: C10, C15, C20, C25 và cả CT38. Đặc điểm của chúng là:

- Sau khi thấm các bon và nhiệt luyện đạt độ cứng bề mặt 60÷62 HRC, chống mài mòn tốt, lõi có độ cứng 30 ÷40 HRC độ dẻo tốt, độ dai cao, độ bền tốt 500 ÷ 600 MN/m^2

- Độ thấm tôi thấp nên phải tôi trong nước, độ biến dạng lớn, không làm được các chi tiết có hình dáng phức tạp.

-Nhiệt độ thấm không vượt quá 900^{O}C, tốc độ thấm nhỏ, thời gian thấm dài, hạt lớn. Sau khi thấm phải thường hoá, tôi hai lần và ram thấp độ biến dạng lớn.

Công dụng: làm các chi tiết nhỏ ($\phi < 20$ mm), không quan trọng, hình dáng đơn giản, yêu cầu chống mài mòn không cao lắm như: phụ tùng xe đạp, xe kéo (trục, côn, nồi, bi...).

b) Thép crôm:

Thường dùng các mác thép sau: 15Cr, 20Cr, 15CrV, 20CrV. Chúng có đặc điểm sau:

- Sau khi thấm các bon và nhiệt luyện đạt độ cứng 60 ÷ 62 HRC, độ bền và tính chống mài mòn cao hơn một ít (độ bền đạt 700 ÷ 800 MN/m^2.)
- Làm các chi tiết tương đối phức tạp do tôi trong dầu độ biến dạng nhỏ.
- Nhiệt độ thấm 900 ÷ 920^OC, tốc độ thấm nhanh hơn, hạt không lớn lắm. Tuy vậy vẫn phải tôi hai lần và ram thấp.

Công dụng: làm các chi tiết tương đối phức tạp, nhỏ (ϕ =20 ÷ 40 mm) như: bánh răng, trục bậc, chốt cần tính chống mài mòn cao.

c) Thép crôm-niken và crôm-niken-môlipđen:

* *Thép crôm -ni ken:* nhóm thép này có đặc điểm sau:

- Sau khi thấm các bon tôi và ram thấp độ cứng đạt 60 ÷ 62HRC, tính chống mài mòn cao hơn, độ bền đạt 1000-1200 MN/m^2
- Có độ bền cao kết hợp với độ dẻo tốt: đây là ưu điểm nổi bật của thép Cr-Ni mà không có nhóm thép nào sánh được
- Độ thấm tôi rất cao, làm được các chi tiết lớn (chiều dày hay ϕ đến 100 mm)
- Nhiệt độ thấm các bon 900 ÷ 920^0C

Chúng được chia ra làm hai loại:

- Loại hợp kim thấp chứa 0,50÷1,00%Cr, Ni > 1% có độ thấm tôi cao và tôi trong dầu. Tuy nhiên hiệu quả kinh tế của nó không cao nên ít sử dụng. Mác thép điển hình là 20CrNi được dùng làm các chi tiết hình dáng phức tạp, kích thước trung bình (50÷70mm), chịu tải trọng va đập cao như bánh răng trong ô tô du lịch và xe tải nhỏ
- Loại Crôm -niken cao: lượng niken từ 2-4% và Cr trên dưới 1%, độ thấm tôi rất cao, có thể tôi thấu tiết diện đến 100 mm. Gồm các mác sau: 12CrNi3A, 20Cr2Ni4A, 18Cr2Ni4WA. Loại thép này có nhược điểm là: giá thành cao (Ni là nguyên tố đắt), tính gia công cắt kém do quá dẻo và nhiệt luyện phức tạp sau khi thấm các bon.

Công dụng: làm các chi tiết thấm các bon rất quan trọng, chịu tải trọng nặng và mài mòn mạnh, yêu cầu có độ tin cậy cao như các chi tiết rong máy bay, ô tô.

* *Thép crôm-niken-môlipđen:* Trên cơ sở thép crôm -niken cao nhưng có thêm 0,10÷0,40% Mo để nâng cao thêm độ thấm tôi. Đây là nhóm thép thấm các bon tốt nhất, sử dụng vào các mục đích quan trọng nhất và cho các chi tiết có tiết diện lớn nhất. Bao gồm các mác thép sau: 20CrNi2Mo, 18Cr2Ni4MoA.

d. Thép crôm-mangan-titan:

Nhóm thép này có các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cao được sử dụng khá phổ biến làm các bánh răng trong ô tô tải nhẹ và trung bình. Giá thành của chúng thấp (không chứa niken), độ bền tương đương thép crôm niken nhưng độ dẻo và độ dai kém hơn. Ưu điểm của nhóm thép này là có tính công nghệ tốt hơn: không bị quá bão hoà các bon, hạt không lớn nên có thể nâng cao nhiệt độ thấm

đến 930 ÷ 950^{O}C, tôi trực tiếp ngay sau khi thấm, độ biến dạng nhỏ. Gồm các thép: 18CrMnTi, 25CrMnTi.

7.3. Thép hoá tốt

Là loại thép có thành phần các bon trung bình 0,30 ÷ 0,50% dùng để chế tạo các chi tiết máy chịu tải trọng tĩnh và va đập tương đối cao bề mặt có thể bị mài mòn như trục, bánh răng, chốt, tay biên ...Chế độ nhiệt luyện cúa chúng là tôi và ram cao (nhiệt luyện hoá tốt).

7.3.1. Đặc điểm về thành phần hoá học

Các bon: trong giới hạn từ 0,30 ÷ 0,50% sẽ đảm bảo sự kết hợp tốt nhất giữa các chỉ tiêu về cơ tính: độ bền, độ cứng, độ dẻo, độ dai (cơ tính tổng hợp). Trong thực tế sử dụng phổ biến nhất là từ 0,35 ÷ 0,45 %C

Hợp kim: để đảm bảo cơ tính tổng hợp cao và đồng đều trên toàn bộ tiết diện các nguyên tố hợp kim phải sử dụng hợp lý, tiết diện càng lớn, lượng nguyên tố đưa vào càng cao. Nguyên tố hợp kim chính là crôm, mangan khoảng 1 ÷ 2%, niken 1 ÷ 4%.

Ngoài ra có thể dùng thêm silic không quá 1%. Ngày nay có xu hướng dùng thêm Bo với hàm lượng 0,0005 ÷ 0,003%. Nguyên tố hợp kim phụ là môlipđen và vonfram chủ yếu để chống giòn ram cho các chi tiết lớn.

7.3.2. Đặc điểm về nhiệt luyện

Để cải thiện tính gia công cắt gọt sau khi tạo phôi bằng rèn, dập nóng thép được ủ hoàn toàn đạt độ cứng 180 ÷ 220 HB (thép crôm-niken phải thường hoá).

Nhiệt luyện kết thúc gồm hai bước:

- Bước thứ nhất tạo cho lõi có cơ tính tổng hợp cao để chịu được tải trọng tĩnh và va đập bằng tôi và ram cao, tổ chức nhận được là xoocbit ram (độ cứng 25 ÷ 30HRC). Tổ chức này còn có tác dụng tạo được độ bó ng cao khi cắt gọt và giúp cho chuyển biến xảy ra nhanh chóng, nhận được máctenxit mhỏ mịn.
- Tạo cho bề mặt độ cứng cao và tính chống mài mòn lớn bằng tôi bề mặt và ram thấp (độ cứng đạt 52 ÷ 58HRC). Ngoài ra có thể dùng thấm nitơ hay thấm cácbon - nitơ khi cần độ cứng cao hơn.

7.3.3. Các loại thép hoá tốt

a) Thép crôm:

Thường dùng loại thép chứa 0,50 ÷ 1,00% crôm chủ yếu để nâng cao độ thấm tôi khi tôi trong dầu. Gồm các mác thép: 35Cr, 40Cr, 45Cr, 50Cr, nhưng thông dụng nhất là 40Cr và 40CrVA. So với nhóm thép các bon chúng có đặc điểm:

- Độ bền cao hơn do được hợp kim hoá bằng crôm nên độ thấm tôi cao, độ bền đạt được 800 ÷ 950MN/m^2.
- Làm được các chi tiết có tiết diện trung bình hình dáng tương đối phức tạp như trục bậc, bánh răng trong máy cắt kim loại và tôi trong dầu.
- Bị dòn ram loại hai (với chi tiết nhỏ làm nguội nhanh sau khi ram).

b) Thép crôm - môlipđen:

Cho thêm khoảng 0,25% môlipđen sẽ nâng cao độ thấm tôi và chống dòn ram loại hai. Thường dùng nhất là mác thép 38CrMoA làm các chi tiết máy trung bình (∅> 50mm) hình dáng tương đối phức tạp như bánh răng.

c) Thép crôm-mangan hay crôm-mangan-silíc:

Loại thép này có 1%Cr, 1%Si hay 1%Cr, 1%Mn, 1%Si do được hợp kim hoá phức tạp nên có độ thấm tôi cao hơn, độ bền đạt 1000-1100MN/m2, dùng làm các chi tiết khá lớn (∅ = 50 ÷ 60mm). Tuy nhiên do hợp kim hoá cả Si lẫn Mn nên cứng hơn và dòn hơn, không được dùng phổ biến lắm. Thông dụng nhất là các mác 40CrMn, 38CrMnSi.

d) Thép crôm-niken và crôm-niken-môlipđen:

Do được hợp kim hoá cả crôm và niken nên loại thép này có độ thấm tôi cao mà vẫn giữ được độ dẻo và độ dai tốt, đặc biệt là khi niken cao ≥ 3% và có thêm Mo.

Chúng được phân ra ba nhóm nhỏ:

- Thép crôm-niken thường: chứa khoảng 1%Cr và 1%Ni, do niken thấp nên độ thấm tôi chưa cao, làm các chi tiết ∅50 ÷ ∅60 mm, có độ bền 700 ÷ 800MN/m2, α_K= 700kJ/m^2. Gồm các mác thép sau: 40CrNi, 45CrNi, 50CrNi thông dụng nhất là 40CrNi.

Đặc điểm của loại thép này là:

+ Độ bền tương đối cao kết hợp với độ dẻo độ dai tốt.

+ Làm được các chi tiết có tiết diện khá lớn và hình dáng phức tạp.

+ Tính gia công cắt không cao lắm (do khá dẻo)

+ Bị dòn ram loại hai.

Công dụng: là các chi tiết chịu tải trọng động cao và cần độ tin cậy cao như hệ thống lái ô tô, chi tiết truyền lực trong máy bay...

- Thép crôm - niken cao: loại thép này chứa khoảng 1 ÷ 2%Cr, 2 ÷ 4%Ni (tỷ lệ Ni/Cr khoảng 3÷4). Điển hình là mác 30CrNi3A, có độ thấm tôi lớn, có thể tôi thấu với ∅>100mm, trong thực tế được xem là tôi thấu với tiết diện bất kỳ. Độ bền đạt 1100MN/m^2 , α_K = 800kJ/m^2. Tuy nhiên cũng bị dòn ram loại hai và tính gia công cắt kém. Công dụng như nhóm thép Cr-Ni nhưng với kích thước lớn hơn và hình dáng phức tạp hơn.

- Thép crôm-niken-môlipđen: loại thép này dựa trên cơ sở thép crôm niken cao và cho thêm vào khoảng 0,1 ÷ 0,40%Mo. Đây là loại thép chế tạo máy tốt nhất do độ thấm tôi lớn, độ bền cao (σ_B = 1200MN/m^2 , α_K = 800kJ/m^2)., làm được chi tiết lớn, (∅ ≥ 100mm) hình dáng phức tạp và không bị dòn ram loại hai. Gồm các mác thép: 38CrNi3MoA, 38Cr2Ni2MoA, 38CrNi3MoVA và 38CrMoAlA (thép thấm ni tơ).

Công dụng như nhóm thép trên nhưng với kich thước lớn hơn nhiều và hình dáng phức tạp hơn, độ tin cậy cao nhất.

7.4. Thép đàn hồi

Thép đàn hồi là loại thép có hàn lượng cácbon tương đối cao: 0,55 ÷0,65%, có tính đàn hồi cao để làm các chi tiết như lò xo, nhíp và các chi tiết đàn hồi khác. Đặc điểm nhiệt luyện của chúng là tôi và ram trung.

7.4.1. Điều kiện làm việc của thép đàn hồi

Đặc điểm làm việc của chi tiết đàn hồi là chịu tải trọng tĩnh và va đập cao nhưng không được phép biến dạng dẻo. Các yêu cầu của thép đàn hồi:

- Giới hạn đàn hồi cao, khả năng chống biến dạng dẻo lớn. Tỷ lệ $\sigma_{đh}/\ \sigma_B$ càng gần đến một càng tốt, thông thường đạt từ 0,85 ÷ 0,95.
- Độ cứng khá cao, độ dẻo và dai thấp để tránh bị biến dạng dẻo (không được quá thấp dễ bị phá huỷ dòn)
- Giới hạn mỏi cao để phù hợp với điều kiện tải trọng thay đổi có chu kỳ.

7.4.2. Đặc điểm về thành phần hoá học và nhiệt luyện

a) Thành phần hoá học:

- Các bon: để thoã mãn các yêu cầu trên lượng các bon từ 0,55 ÷0,70% nhưng thường sử dụng từ 0,55÷0,65 là tốt nhất.
- Nguyên tố hợp kim: nguyên tố hợp kim được sử dụng với mục đích:

+Nâng cao giới hạn đàn hồi và độ cứng, với yêu cầu này dùng mangan và silic là tốt nhất.

+ Nâng cao độ thấm tôi để đảm bảo giới hạn đàn hồi cao và đồng nhất trên tiết diện với mục đích này thường dùng crôm và niken.

Trong thép đàn hồi thường dùng 1%Mn, 2%Si, 2%(Cr+Ni), không dùng nhiều mangan và silic vì sẽ làm thép bị quá dòn, cứng.

b) Đặc điểm về nhiệt luyện:

Để đạt được yêu cầu giới hạn đàn hồi cao nhất phải tiến hành tôi v à ram trung bình tạo ra tổ chức trôxtit ram. Để đảm bảo giới hạn đàn hồi và giới hạn mỏi cao cần lưu ý:

- Chống thoát các bon khi nhiệt luyện (do có silic), nếu bề mặt có hàm lượng các bon thấp hơn quy định dễ sinh ra vết nứt mỏi khi chịu kéo.
- Tạo ứng suất nén dư trên bề mặt bằng lăn bi, kéo, cán nguội...
- Nâng cao độ bóng bề mặt, loại bỏ các vết xước là mầm mống các vết nứt mỏi bằng cách cán, kéo nguội hay mài.

7.4.3. Các loại thép đàn hồi và công dụng của chúng

a) Thép các bon và thép mangan:

Gồm các mác thép: C55, C60, C65, C70...60Mn, 65Mn, 70Mn. Đặc điểm của nhóm thép này:

- Giới hạn đàn hồi thấp $\sigma_{đh} \le 800 MN/m^2$.
- Độ thấm tôi thấp, chỉ tôi thấu đến đường kính 15 mm. Nhóm thép được cung cấp chủ yếu ở dạng dây tròn dùng làm các lò xo thường, yêu cầu kh ông cao lắm.

b) Thép silic và thép hợp kim khác:

Đây là nhóm thép có giới hạn đàn hồi cao dùng vào các mục đích quan trọng, gồm các mác: 55Si2, 60Si2, 65Si2, 70Si2... Đặc điểm của chúng như sau:

- Có giới hạn đàn hồi cao $\sigma_{đh} \ge 1000 MN/m^2$, giá thành tương đối thấp.

- Độ thấm tôi cao hơn (tôi thấu tiết diện 20÷30 mm trong dầu)
- Dễ thoát các bon khi nung.

Nhằm khắc phục nhược điểm trên người ta hợp kim hoá thêm crôm, mangan, niken và vanađi, do đó tạo ra các mác: 50CrMn, 50CrVA, 60Si2CrVA, 60Si2Ni2A...

Công dụng của nhóm thép này là làm lò xo xe lửa, nhíp xe ôtô, các trục mềm, dây cót đồng hồ. Cần lưu ý rằng các thép này nếu ở dạng dây tròn với đường kính < 6 mm đã được nhiệt luyện rồi (nếu là thép của Nga) do đó chỉ cần uốn nguội rồi đem ủ thấp để khử ứng suất là sử dụng được. Tiêu chuẩn thép đàn hồi được quy định theo TCVN 1767 - 75.

CHƯƠNG VIII. THÉP HỢP KIM DỤNG CỤ VÀ THÉP HỢP KIM CÓ TÍNH CHẤT ĐẶC BIỆT

8.1. Thép và hợp kim làm dao cắt

8.1.1. Yêu cầu đối với vật liệu làm dao cắt

a) Điều kiện làm việc:

Nhìn chung dụng cụ cắt gọt làm việc trong điều kiện rất nặng nề.Ta khảo sát điều kiện làm việc của dao tiện, là dụng cụ cắt điển hình.

- Để tạo phoi lưỡi cắt phải chịu áp lực lớn và sinh công cơ học lớn để phá huỷ kim loại
- Dao bị mài sát mạnh: mặt trước với phoi, mặt sau với phôi. Sau một thời gian nhất định hai mặt này bị mài mòn mạnh, khoảng cách hẹp lại, lưỡi cắt bị gãy và dao bị cùn, phải mài lại mới dùng được.
- Công tách phoi và mài sát biến thành nhiệt, phần lớn tập trung ở mũi dao làm cho độ cứng giảm đi nhanh chóng, làm xấu khả năng cắt gọt.

b) Yêu cầu:

Xuất phát từ điều kiện làm việc thép làm dụng cụ cắt có các yêu cầu sau đây

- Có độ cứng cao ≥ 60HRC với vật liệu có độ cứng trên dưới 200HB. Khi cắt thép không rỉ hay hợp kim bền nóng phải cao hơn 65HRC.
- Tính chống mài mòn cao để hạn chế tạo thành rãnh lõm trên mặt trước của dao. Độ cứng càng cao tính chống mài mòn càng lớn, khi độ cứng cao hơn 60HRC cứ tăng lên một đơn vị tính chống mài mòn tăng 25 ÷ 30%. Với cùng giá trị độ cứng thì tính chống mài mòn phụ thuộc vào lượng các bit dư, các bít dư càng nhiều tính chống mài mòn càng cao.
- Tính cứng nóng cao: tính cứng nóng là khả năng thép giữ được độ cứng lớn hơn 60HRC ở nhiệt độ cao. Khi cắt gọt công cơ học và ma sát sẽ tập trung chủ yếu vào mũi dao và làm dao nóng lên, độ cứng giảm đi và khả năng cắt gọt sẽ giảm đi nhanh chóng.

Do vậy phải đưa vào thép các nguyên tố hợp kim nâng cao tính cứng nóng. Ngoài ba yêu cầu chính đó ra thép làm dụng cụ cắt còn phải thoả mãn các yêu cầu về độ bền, độ dai, độ thấm tôi tốt, tính gia công áp lực và biến dạng ...

8.1.2. Thép làm dao cắt có năng suất thấp

Thép làm dao cắt có năng suất thấp là loại thép có tốc độ cắt gọt từ 5 ÷ 10 m/phút

a) Thép các bon:

Gồm các mác thép CD70, CD80... CD130 (hay CD70A... CD130A). Đây là loại thép chất lượng tốt và chất lượng cao, với lượng lưu huỳnh và phôtpho thấp (P≤0,030 ÷ 0,035; S ≤ 0,020 ÷ 0,030). Chúng có đặc điểm:

- Sau khi tôi và ram thấp có độ cứng ³ 60 HRC đủ để cắt gọt.
- Dễ biến dạng nóng và gia công cắt gọt, giá thành thấp.
- Độ thấm tôi thấp phải tôi trong nước độ biến dạng lớn, không làm được các dụng cụ cắt hình dáng phức tạp.
- Tính cứng nóng thấp, không làm việc cao hơn 200 ÷ 250^{O}C.

Công dụng: làm các dụng cụ cắt nhỏ, hình dáng đơn giản với năng suất thấp hay gia

công bằng tay: dũa, lưỡi cưa sắt, đục...

b) Thép hợp kim:

Là nhóm thép có các bon cao (khoảng 1%) được hợp kim hoá trung bình và thấp, có độ thấm tôi tốt và tính chống mài mòn cao. Thép dụng cụ hợp kim được quy định theo TCVN 1823-76.Nhóm này gồm hai loại:

- Loại có tính thấm tôi tốt: điển hình là 90CrSi: tính cứng nóng trên dưới 300^{O}C, tôi trong dầu độ cứng vẫn > 60HRC, giá thành không cao lắm.

Công dụng: làm các dụng cụ cắt hình dáng phức tạp, kích thước nhỏ: tarô, bàn ren, mũi khoan, dao doa, dao phay... Dễ bị thoát các bon khi nung nóng (do chứa nhiều silic)

- Loại có tính chống mài mòn cao: loại thép này có các bon rất cao > 1,30%, với

0,50%Cr và 4 ÷ 5%W. Gồm hai mác thép điển hình là 130Cr0,5 sau khi tôi và ram thấp đạt độ cứng 65 ÷ 66HRC, dùng làm dao cạo băng máy, cạo râu, xén giấy, cắt da...

140CrW5 tôi trong nước và ram thấp đạt 6 ÷ 68HRC (còn có tên là thép kim cương) làm dao phay, tiện để sửa các phôi cứng (bề mặt trục cán thép đã tôi).

8.1.3. Thép làm dao cắt có năng suất cao – thép gió

Thép gió là loại thép làm dụng cụ cắt quan trọng nhất và tốt nhất vì nó đáp ứng đầy đủ các yêu cầu của vật liệu làm dao.

- Tốc độ cắt gọt 35 ÷ 80 m/phút (gấp 3 ÷ 7 lần nhóm trên)
- Tính chống mài mòn và tuổi bền cao (gấp 8 ÷ 10 lần)
- Độ thấm tôi đặc biệt cao (thấm tôi với tiết diện bất kỳ)

a) Thành phần hoá học và tác dụng của các nguyên tố trong thép gió:

- Các bon: từ 0,70 ÷ 1,50% đủ để hoà tan vào mácten xit và tạo thành các bit với các nguyên tố W, Mo và đặc biệt là vanađi làm tăng độ cứng và tính chống mài mòn.
- Crôm: có trong mọi loại thép gió với số lượng giống nhau khoảng 4% (3,8÷4,40%) có tác dụng nâng cao độ thấm tôi. Do tổng lượng Cr + W + Mo cao nên thép gió có khả năng tự tôi và tôi thấu với tiết diện bất kỳ.

- Vonfram: là nguyên tố hợp kim quan trọng nhất và chiếm số lượng lớn nhất trong thép gió (6 ÷18%) có tác dụng nâng cao tính cứng nóng. Các bit vonfram hoà tan vào austenit khi nung nên sau khi tôi máctenxit chứa nhiều vonfram. Các bit này chỉ tiết ra khỏi máctenxit ở 560 ÷ 570^{0}C nên duy trì độ cứng sau khi tôi đến 600^{0}C.

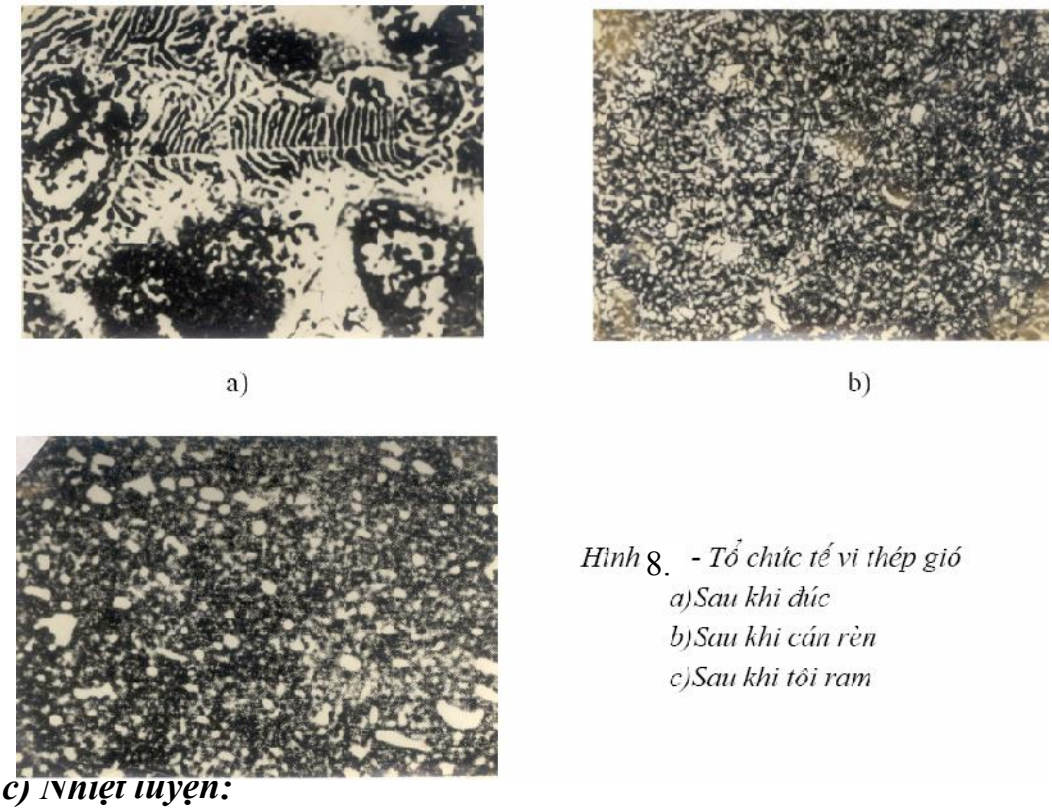
- Môlipđen: dùng để thay thế vonfram do tác dụng tương tự vonfram, nó có thể thay thế vonfram theo tỷ lệ nguyên tử 1/1 nhưng khối lượng riêng nhỏ hơn (10,3 g/cm3) so với vonfram (19,3 g/cm3) nên 1%Mo thay thế được 2%W làm cho giá thành thấp.

- Vanađi: là nguyên tố tạo thành các bit rất mạnh. Cácbit vanađi ít hoà tan vào austenit khi nung nóng, nó ở dạng nhỏ mịn, rất cứng và phân tán nên giữ được hạt nhỏ khi nung nóng và nâng cao tính chống mài mòn. Tỷ lệ sử dụng trong thép gió từ 1 ÷ 2% không nên dùng quá 5% vì rất khó mài nhẵn.

- Côban: là nguyên tố không tạo thành cácbit, nó hoà tan vào sắt tạo thành dung dịch rắn. Lượng chứa của nó từ 5 ÷ 10% góp phần nâng cao tính cứng nóng, vượt quá giới hạn này làm cho thép bị dòn mà không nâng cao thêm tính cứng nóng.

b) Tổ chức tế vi:

Là loại thép hợp kim cao (10 ÷ 20%) và các bon cao nên ở trạng thái sau khi đúc là thép lêđêburit, chứa nhiều các bit dưới dạng cùng tinh lêđêburit hình xương cá rất cứng và dòn. Vì vậy phải tiến hành cán, rèn với lượng ép lớn để làm nhỏ mịn các bít và ủ không hoàn toàn 840 ÷ 860OC đạt độ cứng 241 ÷ 269HB mới tiến hành cắt gọt được.



a) b)

Hình 8. - Tổ chức tế vi thép gió
a)Sau khi đúc
b)Sau khi cán rèn
c)Sau khi tôi ram

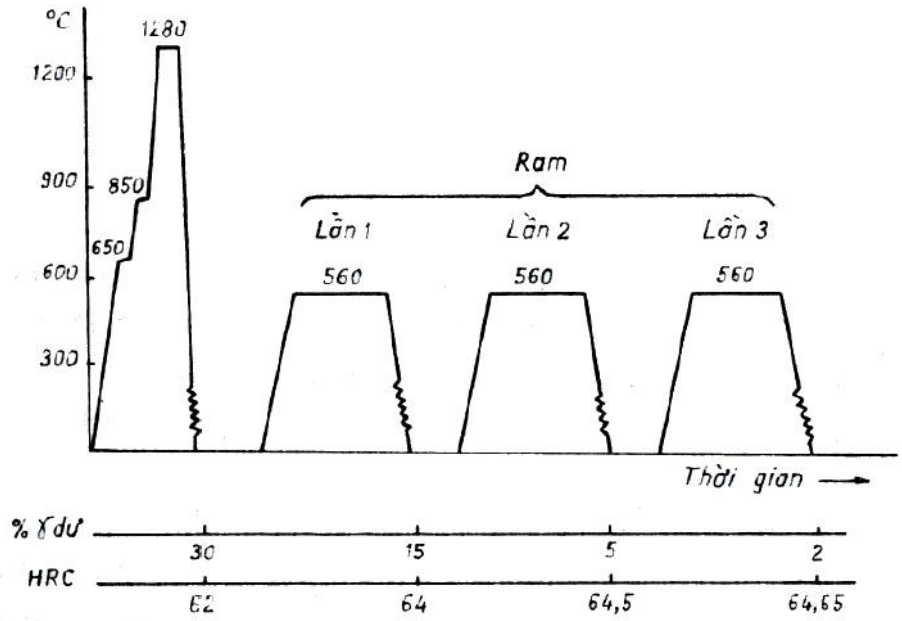
c) Nhiệt luyện:

Tiến hành tôi và ram để nâng cao độ cứng, tính chống mài mòn và tính cứng nóng. Nhiệt độ tôi của các loại thép gió nói chung xấp xỉ $1300^{O}C$ với sai số hẹp ($\pm 10^{0}C$). Không nung nóng cao hơn hay thấp hơn vì những lý do sau đây :

- Khi nung thấp hơn austenit chưa bão hoà đủ W để nâng cao tính cứng nóng: khi nung đến A_{C1} ($\approx 850^{O}C$) mới có chuyển biến peclit thành austenit. Tôi ở nhiệt độ $850 \div 900^{O}C$ thép có độ cứng thấp khoảng $45 \div 50$HRC, không đủ cắt gọt được. Khi nâng nhiệt độ lên cao hơn cácbit hợp kim bắt đầu hoà tan càng nhiều vào austenit làm cho nó càng giàu nguyên tố hợp kim. Tới $1000^{O}C$ đã bão hoà Cr23C6, Fe_3W_3C chỉ bắt đầu hoà tan mạnh ở nhiệt độ $1150^{O}C$, đến gần $1300^{O}C$ austenit cũng chỉ hoà tan được 8%W. Các bit VC hầu như không hoà tan vào austenit. Nguyên lý chung khi chọn nhiệt độ tôi là tận lượng nhiệt độ cao để austenit chứa nhiều vonfram nhất để máctenxit có tính cứng nóng cao nhất, các bit VC chưa hoà tan giữ cho hạt nhỏ, nâng cao tính chống mài mòn.

- Nếu nung nóng cao hơn quy định các bit hoà tan nhiều, hạt phát triển mạnh làm thép giòn, trong một số trường hợp bị chảy biên giới hạt. Sau khi tôi tổ chức thép gió gồm máctenxit giàu vonfram, austenit dư (30%) và các bít dư (15÷20%) độ cứng $61 \div 63$ HRC chưa đạt được cao nhất vì vậy phải tiến hành ram tiếp theo.

Tiến hành ram thép gió ba lần, nhiệt độ $560^{O}C$, mỗi lần giữ nhiệt một giờ. Tại nhiệt độ nung nóng cácbit vonfram Fe_3W_3C nhỏ mịn bắt đầu tiết ra làm máctenxit nghèo nguyên tố hợp kim, nâng cao điểm $M_đ$ lên và làm giảm ứng suất nên austenit dư mới chuyển biến thành mác ten xit ram làm độ cứng tăng lên. Nếu tiến hành gia công lạnh thì chỉ ram một lần. Tổ chức sau khi ram: máctenxít ram, austenit dư (5%), các bít dư (15÷20%), độ cứng đạt $63 \div 65$ HRC. Để nâng cao độ cứng cho thép gió có thể tiến hành thấm các bon - nitơ độ cứng đạt 70 HRC nhưng hơi bị dòn.



Hình 8.2 Quy trình nhiệt luyện kết thúc thép gió 80w18Cr4Vmo

e) Các loại thép gió và công dụng:

Các mác thép gió thông dụng gồm: 75W18V; 90W9V2; 140W9V5; 90W18V2; 90W18Co5V2; 95W9Co10V2...

Công dụng: thép gió được sử dụng rất rộng rãi làm các dụng cụ cắt gọt lớn, hình dáng phức tạp, điều kiện làm việc nặng nề và có năng suất cao, tuổi thọ lớn như: dao phay, doa, chuốt, xọc, mũi khoan, dao tiện, bào...

8.1.4. Hợp kim cứng

Là loại vật liệu làm dụng cụ cắt gọt có tính cứng nóng cao nhất đến 800÷10000C, tốc độ cắt gọt có thể đạt hàng trăm m/phút.

a) Thành phần hóa học và cách chế tạo:

* *Thành phần hóa học:* Thành phần chủ yếu của hợp kim cứng gồm các loại cacbit: các bit vonfram titan, tantan và kim loại co ban làm chất dính kết. Tính cứng nóng cao và tốc độ cắt gọt lớn là do bản chất của những loại cácbit nói trên.

* *Cách chế tạo:* Hợp kim cứng được chế tạo bằng luyện kim bột. Tạo các bít vonfram, ti tan và tan tan sau đó nghiền nhỏ đến cỡ hạt 0,10 ÷ 5 m m. Cô ban cũng được nghiền nhỏ với cỡ hạt như trên. Trộn bột các bit và côban theo tỷ lệ quy định và khuấy đảo trong nhiều giờ để làm đồng đều thành phần. Ép thành hình sản phẩm và thiêu kết ở 1450^{O}C để cô ban chảy ra dính kết các phần tử bột các bit với nhau.

b) Phân loại và ký hiệu :

Dựa vào số lượng cácbit ta phân hợp kim cứng ra làm ba nh óm: nhóm một các bit, hai các bit và ba các bit.

* *Nhóm một các bit:* Gồm có WC và Co. Ký hiệu: WCCo3, WCCo4, WCCo6, WCCo8, WCCo10. Trong đó số đứng sau Co chỉ lượng chứa của nó theo phần trăm, lượng WC bằng 100% trừ đi lượng Co.

Ví dụ: WCCo8 gồm có: 8%Co và 92%WC

* *Nhóm hai các bit:* Gồm WC, TiC và Co. Ký hiệu: WCTiC30Co4, WCTiC15Co6 WCTiC5Co10... số đứng sau Co và TiC chỉ lượng chứa của chúng theo phần trăm.

Lượng WC bằng 100% trừ đi tổng các tỷ lệ trên.

Ví dụ: WCTiC15Co6 gồm có: 6%Co, 15%TiC và 79%WC

* *Nhóm ba cácbit:* Gồm WC, TiC, TaC và Co. Ký hiệu: WCTTC7Co12, WCTTC10Co8, WCTTC20Co9...Số đứng sau Co và TTC chỉ lượng chứa của Co và TiC

+ TaC theo phần trăm (muốn tìm tỷ lệ của mỗi loại phải tra bảng). Tỷ lệ WC bằng 100% trừ đi tổng các tỷ lệ trên.

Ví dụ: WCTTC17Co12 gồm có: 12%Co, 17%(TiC+TaC) và 71%WC

c) Tổ chức và cơ tính:

* *Tổ chức:* Tổ chức của hợp kim cứng gồm các hạt đa cạnh sáng nằm trên nền tối là Co.

Yêu cầu chung là hạt càng nhỏ mịn và càng phân bố đều càng tốt. Do chế tạo bằng luyện kim bột nên bao giờ cũng có rỗ xốp, nhưng không được quá 2%. Trong quá trình tạo các bit không được để có graphit vì sẽ tạo ra các điểm mềm.

* *Cơ tính:* Hợp kim cứng có độ cứng rất cao từ 82 ÷ 90HRA (70÷75HRC), tính chống mài mòn rất cao, tính cứng nóng lớn nhưng khá dòn. Với cùng lượng côban như nhau thì số lượng cácbit càng nhiều cơ tính sẽ càng cao lên và được xem là càng tốt. Để kết hợp giữa độ cứng và tính, dòn tốt nhất ta thường dùng lượng côban khoảng 6 ÷ 8%.

d) Công dụng:

Hợp kim cứng được sử dụng ngày càng nhiều để làm dụng cụ cắt gọt và khuôn dập.

Do độ cứng và tính cứng nóng rất cao nên về phương diện cắt gọt thì hiệu quả sử dụng vonfram trong hợp kim cứng cao hơn thép gió khoảng 10 lần.

Hợp kim cứng được sử dụng làm các loại dụng cụ cắt gọt hình dáng đơn giản và nhỏ, thường ở dạng tấm mỏng như dao tiện, dao bào. Ngoài ra nó còn dùng làm khuôn dập, khuôn kéo có kích thước nhỏ, mũi khoan đất, đá...

So với thép dụng cụ, hợp kim cứng có tính dòn cao hơn, không chịu được va đập và tải trọng động, tính dẫn nhiệt kém chỉ khoảng 50% của rhép.

8.2. Thép làm khuôn dập

Là loại thép làm dụng cụ biến dạng dẻo kim loại ở nhiệt độ nhỏ hơn nhiệt độ kết tinh lại (thông dụng nhất là ở nhiệt độ thường). Đây là hình thức gia công rất phổ biến cho năng suất cao.

a) Điều kiện làm việc và yêu cầu:

Dụng cụ biến dạng nguội mà điển hình là khuôn dập nguội có điều kiện làm việc gần giống dụng cụ cắt nhưng có đặc điểm khác hơn. Ngoài chịu áp lực lớn ra, khuôn dập còn chịu ứng suất uốn, lực va đập và ma sát mạnh. Do diện tích tiếp xúc lớn không tạo phoi nên khuôn dập nguội thường bị nóng lên khoảng 200÷250^{O}C khi làm việc. Với điều kiện làm việc như trên vật liệu khuôn phải đạt được các yêu cầu sau:

- Có độ cứng cao: do tiến hành biến dạng kim loại ở trạng thái nguội nên vật liệu có độ cứng lớn. Tuỳ theo vật liệu đem dập độ cứng khuôn từ 58 ÷ 62 HRC, không nên cao hơn giới hạn này vì làm khuôn bị dòn, dễ sứt mẻ khi làm việc.
- Tính chống mài mòn lớn, đảm bảo hàng vạn, chục vạn sản phẩm mà kích thước khuôn không thay đổi.
- Độ dẻo và độ dai bảo đảm: để chịu được tải trọng lớn và va đập. Với các khuôn có kích thước lớn cần thêm yêu cầu đô thấm tôi cao và ít biến dạng khi nhiệt luyện.

b) Đặc điểm về thành phần hoá học và nhiệt luyện :

* *Thành phần hoá học:*

Để đảm bảo các yêu cầu trên thép làm khu ôn dập nguội phải có thành phần hoá học hợp lý.

- Các bon: lượng các bon cao trên dưới 1% đảm bảo độ cứng cao, tính chống mài mòn lớn. Khi chịu va đập mạnh lượng các bon sẽ giảm xuống cỡ 0,40÷ 0,60%. Khi yêu cầu chống mài mòn thật cao lượng các bon đến 1,5 0 ÷ 2,00%
- Nguyên tố hợp kim: thành phần hợp kim phụ thuộc vào hình dạng, kích thước, tính chống mài mòn và độ thấm tôi. Để nâng cao độ thấm tôi dùng các

nguyên tố crôm, mangan, silic, vonfram (khoảng 1% mỗi loại). Để nâng cao tính chống mài mòn phải dùng lượng crôm đến 12%

* *Chế độ nhiệt luyện:*

Tôi và ram thấp. Khi tôi chú ý lấy nhiệt độ cao hơn so với dao cắt từ 20 ÷ 40^{O}C để austenit đồng nhất hơn. Khi ram cũng chọn nhiệt độ cao hơn.

8.2.1. Thép làm khuôn dập nguội

a) Thép làm khuôn bé (chiều dày thành khuôn nhỏ hơn 75mm):

Ta sử dụng mác thép CD100 ÷ CD120 làm các khuôn bé, hình dáng đơn giản, chịu tải trọng nhỏ, độ cứng cao, tính chống mài mòn thấp.

b) Thép làm khuôn trung bình (chiều dày thành khuôn 75 ÷ 100 mm):

Để làm khuôn trung bình hay khuôn bé, hình dáng phức tạp, chịu tải trọng lớn ta dùng các thép hợp kim thấp: 100Cr, 100CrWMn, 10CrWSiMn.

c) ***Thép làm khuôn lớn và chống mài mòn cao (chiều dày thành khuôn 200÷300mm):***

Để làm các khuôn lớn, chịu tải nặng và chịu mài mòn lớn ta dùng loại thép chứa 12%Cr và lượng các bon rất cao (1,50 ÷ 2,00%): 200Cr12, 150Cr12Mo, 130Cr12V.

Nhóm thép này có đặc điểm:

- Độ thấm tôi lớn: tôi trong dầu chiều sâu tôi đạt 150 ÷ 200 mm, do đó đảm bảo độ bền, độ cứng cao khi khuôn lớn.
- Có thể áp dụng nhiều chế độ tôi và ram để đạt được yêu cầu khác nhau.

e) Thép làm khuôn chịu tải trọng va đập:

Với các khuôn dập chịu va đập lớn ta dùng loại thép chứa các bon trung bình và lượng hợp kim 3 ÷ 5% để đảm bảo độ dai. Gồm các mác sau: 40CrW2Si, 50CrW2Si, 60Cr2Si, 40CrSi, 60CrSi.

Hiện tại có xu hướng sử dụng hợp kim cứng làm các khuôn dập nguội có kích thước nhỏ, đạt hiệu quả cao hơn thép.

8.2.2. Thép làm khuôn dập nóng (thép làm dụng cụ biến dạng nóng)

Biến dạng nóng là hình thức gia công chủ yếu để chế tạo bán thành phẩm và phôi trong sản xuất cơ khí. Trong cơ khí thường dùng nhất là các loại khuôn rèn, ép, kéo

8.2.2.1.Điều kiện làm việc và yêu cầu:

a) Điều kiện làm việc:

Dụng cụ biến dạng nóng (mà điển hình là khuôn dập) có điều kiện làm việc khác hơn khuôn dập nguội:

- Dụng cụ (khuôn) luôn tiếp xúc với phôi nóng tới 1000^{O}C, do vậy chúng bị nung nóng đến 500 ÷ 700^{O}C nhưng không thường xuyên, liên tục.
- Do được nung nóng đến nhiệt độ cao nên phôi thép có tính dẻo cao, do vậy khuôn không cần độ cứng cao nhdụng cụ biến dạng nguội.
- Dụng cụ biến dạng nóng thường có kích thước lớn, chịu tải trọng lớn đến hàng trăm hàng nghìn tấn.

b) Yêu cầu của dụng cụ biến dạng nóng:

- Độ bền và độ dai cao, độ cứng vừa phải để chịu được tải lớn và va đập, độ cứng khoảng 350 ÷ 450 HB (35 ÷ 46 HRC).

- Tính chống mài mòn cao đảm bảo tạo ra hàng nghìn hàng vạn sản phẩm. Do làm việc ở nhiệt độ cao năng suất của dụng cụ biến dạng nóng thấp hơn biến dạng nguội đến khoảng lần.

- Tính chịu nhiệt độ cao và chống mỏi nhiệt lớn.

8.2.2.2.Đặc điểm về thành phần hoá học và chế độ nhiệt luyện:

Để đạt được các yêu cầu trên thép làm dụng cụ biến dạng nóng có các đặc điểm sau 160

- Các bon: hàm lượng các bon trung bình trong khoảng từ 0,30 ÷ 0,50% tuỳ theo từng loại khuôn.

- Thành phần hợp kim: có hàm lượng phù hợp để đảm bảo tính tôi thấu cơ tính đồng nhất và tính chịu nóng. Để nâng cao độ thấm tôi sử dụng crôm, niken. Nâng cao độ thấm tôi và chịu nóng phải dùng đến 8 ÷ 10% W.

- Chế độ nhiệt luyện: gồm tôi và ram trung bình để nhận được tổ chức trôstit ram có độ cứng, độ bền, độ dai phù hợp với điều kiện làm việc.

8.2.2.3.Thép làm khuôn rèn:

Các khuôn rèn thường có kích thước lớn, chịu tải trọng cao và va đập, bị nung nóng ít (500 ÷ 550oC) do thời gian tiếp xúc với phôi ngắn. Thường dùng các mác sau:

50CrNiMo, 50CrNiW, 50CrNiSiW, 50CrNiTi, 50CrMnMo. Nhóm thép này có đặc điểm:

- Tính thấm tôi cao, tôi thấu trong dầu với kích thước 400 x 300 x 300 mm.

- Tôi và ram từ 500 ÷ 600OC.

- Độ cứng phần đuôi nên thấp hơn phần làm việc từ 5 ÷10 HRC.

Với búa rèn có trọng lượng > 3 tấn thường dùng 50CrNiMo, các mác còn lại dùng khi trọng lượng búa < 3 tấn.

8.2.3.Thép làm khuôn ép chảy (kéo,chồn, ép):

Khác với khuôn rèn, thép làm khuôn chồn, ép nóng (ép chảy) có kích thước bé hơn nhưng lại chịu nhiệt độ cao hơn (do tiếp xúc lâu hơn với phôi), chịu áp suất cao nhưng tải trọng va đập nhỏ. Do nhiệt độ bề mặt khá cao đến 60÷ 700^{O}C nên phải dùng loại thép hợp kim cao (khoảng 10%) bằng crôm và vonfram. Lượng các bon từ 0,30 ÷ 0,50%. Ngoài ra còn dùng vanađi (1%) để nâng cao tính chống mài mòn và giữ cho hạt nhỏ, molipđen (1%) để nâng cao độ thấm tôi. Các mác thép thường dùng là: 30Cr2W8V, 30Cr2W8, 40Cr5W2VSi. Để nâng cao thêm độ cứng và tính chống mài mòn cho bề mặt khuôn ép ta thấm cácbon-nitơ ở nhiệt độ 500 ÷ 600^{O}C (cần lưu ý phải thấm thấp hơn nhiệt độ ram)

8.3. Thép không gỉ

Thép không rỉ bao gồm một họ hợp kim trên cơ sở sắt mà tính chất cơ bản của chúng là chống ăn mòn trong các môi trường khác nhau. Mỗi loại thép không rỉ chỉ có khá năng chống ăn mòn trong một số môi trường nhất định. Tính chống ăn mòn (độ bền ăn mòn) của thép chia ra các cấp sau:

- Tính chống ăn mòn cao: khi chiều sâu kim loại bị xâm thực < 0,125 mm/năm

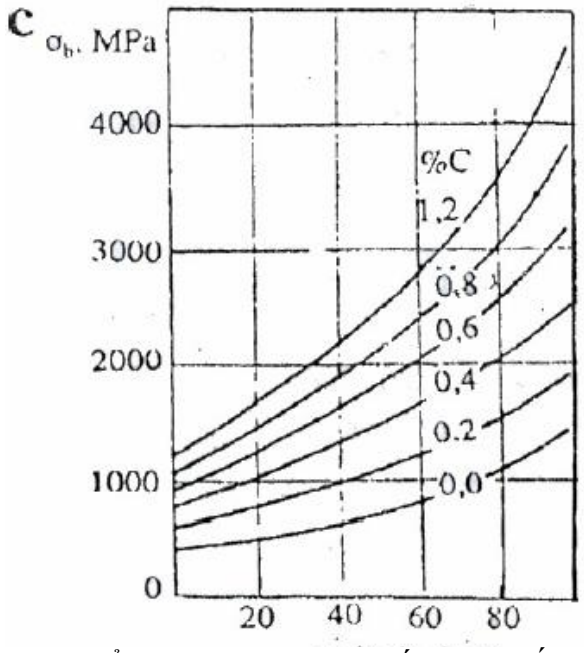
- Tính chống ăn mòn đạt yêu cầu: khi chiều sâu xâm thực: 0,125÷1,25 mm/năm.

- Tính chống ăn mòn yếu (không đạt yêu cầu): k hi độ xâm thực >1,25mm/năm.

Nguyên nhân của hiện tượng thép bị rỉ là do ăn mòn điện hoá vì trong thép có hai pha với điện thế điện cực khác nhau. Vì vậy nguyên lý chung để chế tạo thép không rỉ là

- Nâng cao điện thế điện cực của pherit và cácbit (hai pha cơ bản trong thép) lên xấp xỉ nhau, làm giảm dòng điện ăn mòn.
- Làm cho thép có tổ chức một pha, với thành phần đồng nhất (austenit, pherit).

Đặc điểm chung của các loại thép không rỉ là: hàm lượng các bon thấp (càng thấp tính chống ăn mòn càng tốt) thành phần crôm và hợp kim cao. Các loại thép không rỉ đều có lượng crôm > 12,5%



Hình 8.3 Ảnh hưởng của độ biến dạng đến độ bền dây thép

b) Thép không rỉ hai pha (máctenxit):

Là loại thép có 0,1 ÷ 0,40%C và 13%Cr với hai pha là pherit và các bít crôm. Gồm các mác sau: 12Cr13, 20Cr13, 30Cr13 và 40Cr13. Nhóm thép nầy có tính chống ăn mòn cao trong không khí, nước sông, nước máy và axit HNO3. Công dụng: làm đồ trang sức, ốc vít không rỉ, chi tiết chịu nhiệt (<450OC) dụng cụ mổ, ổ bi chống ăn mòn...

c) Thép không rỉ pherit:

Là loại thép có lượng các bon thấp hơn từ 0,08 ÷ 0,20%C với lượng crôm rất cao từ 17 ÷ 25%Cr, tính chống ăn mòn cao hơn nhóm trên. Do vậy thép chỉ có một pha là pherit. Gồm các mác sau: 8Cr13, 12Cr17, 15Cr25Ti...Chúng có đặc điểm là nếu nung nóng lâu ở cao hơn 475 ^{O}C sẽ xuất hiện các pha dòn làm cho tính dẻo kém đi. Nhóm thép nay sử dụng được trong khí hậu biển, nước biển, môi trường axit, công nghiệp hoá dầu...

d) Thép không rỉ austenit:

Là loại thép có lượng các bon rất thấp, lượng crôm cao > 16 ÷ 18% và niken cao ≥ 6÷8%, tổ chức một pha là austenit. Điển hình nhất là họ 18.8 và 18.9 (18%Cr và 8÷10%Ni). Gồm các mác thép sau:12Cr18Ni9, 08Cr18Ni11, 08Cr18Ni10Ti, 12Cr18Ni9Ti, 04Cr18Ni10...Đặc điểm chung là: tính chống ăn mòn cao, hoàn toàn ổn định trong nước sông, nước biển, hơi nước bão hoà, quá nhiệt, dung dịch muối. Hoàn toàn ổn định trong HNO_3 với mọi nồng độ, trong H_2SO_4 nguội, trong HCl loãng. Có tính dẻo cao, cơ tính bảo đảm.

Công dụng: sử dụng trong công nghiệp sản xuất axit, hoá dầu và thực phẩm, chi tiết chịu nhiệt đến 900 ÷ 1000OC. Chúng có nhược điểm là đắt tiền (do lượng niken cao), khó gia công cắt gọt (rất dẻo) và trong một số tường hợp bị ăn mòn tinh giới.

e) Thép không rỉ hoá bền tiết pha:

Có thành phần và tổ chức tương tự thép không rỉ austenit nhưng chứa lượng crôm và niken thấp hơn (13 ÷ 17%Cr, 4 ÷ 7%Ni), ngoài ra còn có Al, Cu, Mo...Tổ chức là austenit nhưng không ổn định. Thép này có tính công nghệ và cơ tính cao, dễ gia công biến dạng và cắt gọt tốt, có thể tiến hành hoá bền bằng hoá già ở nhiệt độ thấp tránh được biến dạng và ôxy hoá, có tính chống ăn mòn cao tương đương họ 18.8. Thường làm kết cấu máy bay.

8.4. Thép và hợp kim làm việc ở nhiệt độ cao (Thép bền nóng)

Thép bền nóng là loại thép có khả năng chịu tải trọng lâu dài ở trên 500 ^{O}C được sử dụng trong các lĩnh vực như: nồi hơi, động cơ phản lực, tua bin khí, tên lửa...

a) Yêu cầu của thép bền nóng:

- Có tính ổn định nóng cao: là khả năng bền hoá học ở nhiệt độ cao, chống lại việc tạo thành lớp vảy ôxyt và ngăn cản sự phát triển của nó.

- Có tính bền nóng lớn: là khả năng vật liệu chịu được tải trọng ở nhiệt độ cao. Ở nhiệt độ cao dưới tác dụng của tải trọng không đổi nhỏ hơn giới hạn chảy kim loại bị biến dạng dẻo một cách chậm chạp theo thời gian và gọi là dão. Đánh giá độ bền của thép ở nhiệt độ cao bằng hai chỉ tiêu là giới hạn dão và độ bền dão. Độ bền dão là ứng suất gây ra phá huỷ dão sau thời gian xác định tại nhiệt độ đã cho (ví dụ σ b/1000 = 250MN/m2 tại 850^{O}C). Giới hạn dão cần thiết để có độ biến dạng xác định (ví dụ 0,2%),

sau thời gian thử ấn định (ví dụ 1000h) tại nhiệt độ đã cho

(ví dụ σ 0,2/1000= 170MN/m2).

b) Thép làm xu pap xả:

Xu páp xả trong động cơ đốt trong làm việc trong điều kiện tải trọng cao, mài mòn và va đập lớn, bị ăn mòn do khí cháy, chịu nhiệt độ 650 ÷ 700OC. Để làm xu páp xả ta dùng loại thép có các bon trung bình (0,35 ÷ 0,50%), chứa crôm cao (9,00÷ 10,00%) và 2% Si. Dưới tác dụng của nhiệt độ cao tao ra ôxyt Cr2O3, SiO2 bền sít chặt chống ăn mòn hoá học. Các mác thép thường dùng: 40Cr9Si2, 40Cr10Si2Mo, 30Cr13Ni7Si2, 45Cr14Ni14W2Mo.

c) Thép làm nồi hơi và tua bin hơi:

Các nồi hơi và tua bin hơi tại các nhà máy nhiệt điện thường làm việc ở nhiệt độ 540^{O}C và áp suất 250 at hay 560^{O}C và áp suất 160 at. Để đảm bảo tuổi thọ lâu dài (đến 100 000 h) ta phải sử dụng các thép phù hợp.

Với nhiệt độ nhỏ hơn 450^{O}C có thể dùng CT34, CT38, C15, C20 làm nồi hơi. ống quá nung hơi, ống dẫn hơi (540 $\div$ 560^{O}C) sử dụng mác: 12CrMo, 12CrMoV. Cánh tua bin hơi dùng thép: 15Cr12WNiMoV, 15Cr11MoV. Với nồi hơi áp suất siêu cao dùng loại thép 9Cr14Ni19W2NbB.

8.5. Thép chống mài mòn

Loại thép này chứa các bon cao (0,90 $\div$ 1,30%) và lượng mangan lớn (11,40÷14,50%), tổ chức là austenit, nhưng chống mài mòn rất cao khi làm việc trọng điều kiện tải trọng va đập mạnh, ma sát lớn và áp lực cao. Khi làm việc trong điều kiện trên sẽ xảy ra hai hiện tượng sau:

- Mạng tinh thể bị xô lệch gây ra biến cứng trên lớp bề mặt.
- Dưới tác dụng của ứng suất sẽ có chuyển biến austenit thành máctenxit làm tăng độ cứng và tính chống mài mòn.

Điểm đặc biệt của thép này là lớp có tính chống mài mòn cao luôn tồn tại trên bề mặt của nó. Chế tạo chi tiết của thép chống mài mòn cao bằng phương pháp đúc. Hiện tại chỉ có một mác thép: 130Mn13Đ (Đ - chỉ chế tạo sản phẩm bằng phương pháp đúc).

Công dụng: làm xích xe tăng, máy kéo, hàm máy nghiền đá, răng gàu xúc, lưỡi ben máy gạt, ghi ray...

CHƯƠNG IX. KIM LOẠI VÀ HỢP KIM MẦU THÔNG DỤNG

9.1. Nhôm và hợp kim nhôm

9.1.1. Nhôm nguyên chất

a) Khái niệm: Nhôm là nguyên tố có mạng tinh thể lập phương tâm mặt, có màu sáng bạc. Nhôm có các đặc điểm sau:

- Khối lượng riêng nhỏ (2,70 g/cm3): chỉ bằng khoảng 1/3 thép. Do vậy làm giảm khối lượng kết cấu, chi tiết, được sử dụng rộng rãi trong hàng không, vận tải...
- Có tính chống ăn mòn nhất định trong khí quyển: do luôn có lớp màng ôxyt (Al2O3) sít chặt trên bề mặt có tính bảo vệ cao.
- Có tính dẫn điện cao: tính dẫn điện kém hơn vàng, bạc, đồng. Độ dẫn điện bằng 62% đồng nhưng khối lượng riêng chưa đến 1/3 đồng thì khi trong cùng điều kiện làm việc dây nhôm nhẹ bằng một nửa dây đồng và bị nung nóng ít hơn.
- Tính dẻo rất cao: rất dễ biến dạng dẻo khi kéo sợi, dây, dát thành tấm, băng, lá, màng, ép thành các thanh dài có biên dạng phức tạp.
- Nhiệt độ nóng chảy thấp (657^{O}C).
- Độ bền, độ cứng thấp.

Các loại nhôm nguyên chất được ký hiệu theo TCVN như sau: đứng đầu là ký hiệu hoá học của nhôm, tiếp sau đó là số chỉ hàm lượng nhôm.

Ví dụ: Al 99,999 chứa 99,999%Al

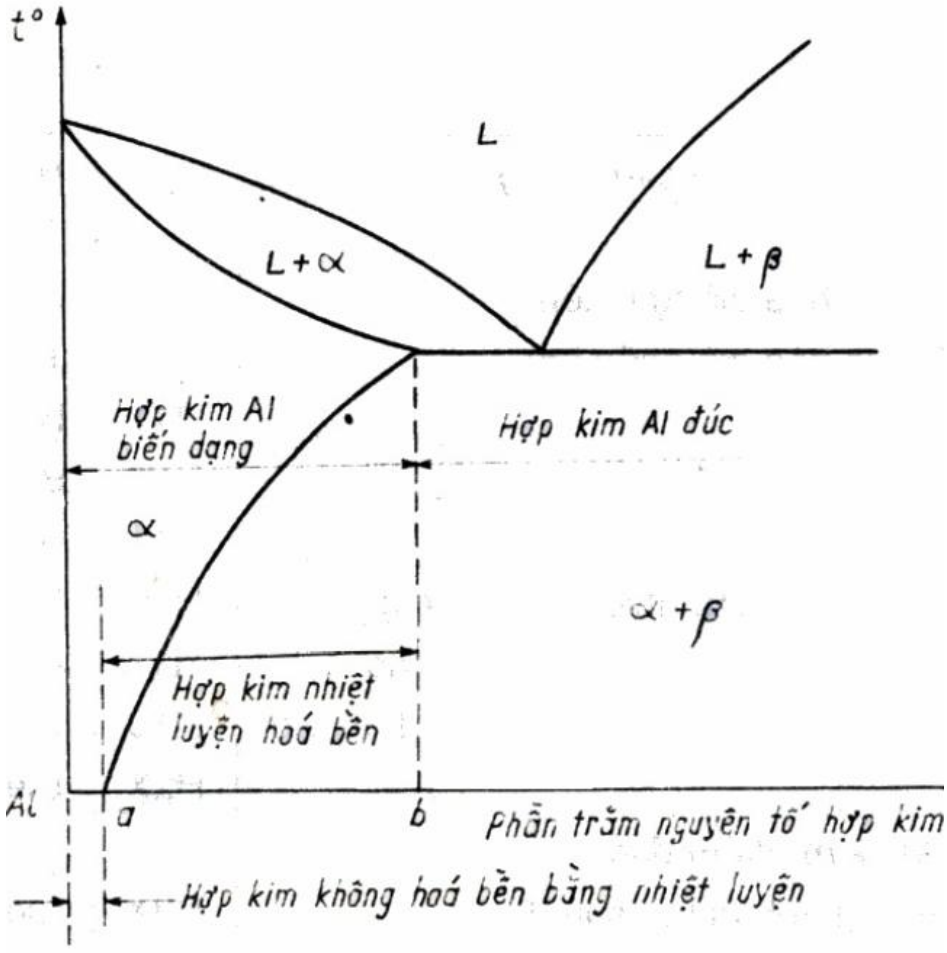
Al 99,98 chứa 99,98%Al.

b) Phân loại:

Trong kỹ thuật hầu như không sử dụng nhôm nguyên chất mà chủ yếu dụng hợp kim nhôm. Hợp kim nhôm được phân ra làm hai nhóm: hợp kim nhôm đúc và hợp kim nhôm biến dạng

* *Hợp kim nhôm biến dạng:* là các hợp kim chứa một lượng ít các nguyên tố hợp kim có thành phần nằm bên trái điểm b trên giản đồ pha. Để sản xuất các sản phẩm từ nhóm hợp kim này người ta dùng phương pháp biến dạng. Chúng được chia ra làm hai phân nhóm nhỏ: không hóa bền được bằng nhiệt luyện và hóa bền được bằng nhiệt luyện.

- Hợp kim nhôm biến dạng không hóa bền được bằng nhiệt luyện: gồm các hợp kim có thành phần nằm bên trái điểm α. Các hợp kim này có tổ chức là dung dịch rắn ở mọi nhiệt độ, không có chuyển biến pha nên không thể hóa bền được bằng nhiệt luyện. Muốn hóa bền chúng chỉ duy nhất bằng biến dạng nguội.
- Hợp kim nhôm biến dạng hóa bền được bằng nhiệt luyện: gồm các hợp kim có thành phần nằm bên phải điểm a, ở nhiệt độ thường có tổ chức hai pha là dung dịch rắn và pha thứ hai. Khi nung nóng đến nhiệt độ cao hơn giới hạn bão hòa pha thứ hai hòa tan hết vào dung dịch rắn (có chuyển biến pha) nên có thể hóa bền được bằng nhiệt luyện.



Hình 9.1 Phân loại hợp kim nhôm

Theo TCVN 1659-75 ký hiệu hợp kim nhôm biến dạng như sau: đầu tiên là ký hiệu của nguyên tố nhôm tiếp sau là ký hiệu các nguyên tố hợp kim, các số đứng sau nguyên tố hợp kim chỉ lượng chứa của chúng theo phần trăm.

Ví dụ: AlCu4,4Mg0,5Mn0,8 4,4%Cu; 0,5%Mg; 0,8%Mn; còn lại Al

AlCu4,4Mg1Fe1,5Mn0,6 4,4%Cu; 1%Mg; 1,5%Fe; 0,6%Mn; còn lại Al

* *Hợp kim nhôm đúc:* Gồm các hợp kim chứa khá nhiều các nguyên tố hợp kim, có thành phần nằm bên phải điểm b. Các hợp kim này có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn, có tổ chức cùng tinh nên tính đúc cao. Do chứa nhiều pha thứ hai (chủ yếu là hợp chất hóa học) nên khá giòn, không thể biến dạng dẻo được, khả năng hóa bền bằng nhiệt luyện không đáng kể. Chế tạo sản phẩm chủ yếu bằng phương pháp đúc.

Theo TCVN 1659-75 hợp kim nhôm đúc ký hiệu như hợp kim nhôm biến dạng chỉ khác là ở cuối ký hiệu có thêm chữ Đ để chỉ là hợp kim đúc.

Ví dụ: AlSi12Cu2Mg1Mn0,6Ni1Đ 12%Si; 2%Cu; 1%Mg; 0,6%Mn; 1%Ni; còn lại là Al. Chữ Đ chỉ hợp kim nhôm đúc (chế tạo sản phẩm bằng phương pháp đúc).

AlCu5Mg1Ni3Mn0,2Đ 5%Cu; 1%Mg; 3%Ni; 0,2%Ni còn lại Al

AlSi7Mg0,3Đ 7%Si; 0,3%Mg còn lại Al

Ngoài hai loại hợp kim nhôm thông dụng trên còn có loại hợp kim nhôm thiêu kết được chế tạo bằng luyện kim bột. Bằng cách pha nguyên liệu dưới dạng bột theo thành phần quy định và thiêu kết thành sản phẩm.

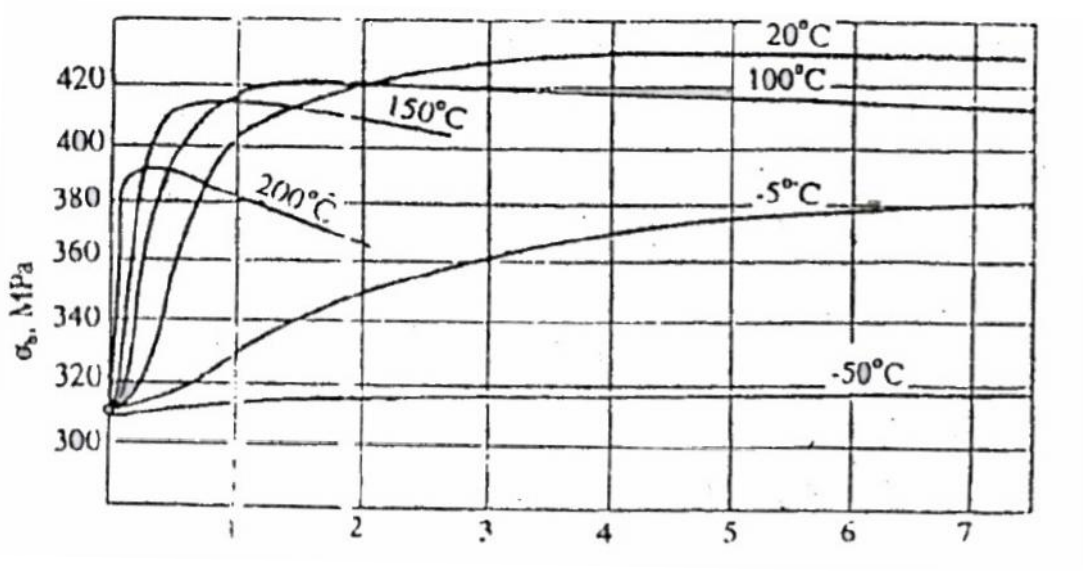
9.1.2 Hợp kim nhôm

a) Hợp kim nhôm với 4% Cu:

Hợp kim nhôm với 4% đồng là cơ sở của hầu hết các hợp kim nhôm biến dạng. Từ giản đồ pha Al-Cu ta thấy rằng đồng hòa tan khá nhiều trong nhôm ở nhiệt độ cao (5,65% tại 548^{O}C) nhưng lại giảm rất mạnh khi hạ nhiệt độ (còn 0,5% ở nhiệt độ thường). Lượng đồng dư thừa được tiết ra dưới dạng hợp chất hóa học CuAl2II (ký hiệu II để chỉ hợp chất này được hình thành từ trạng thái rắn).

Ở nhiệt độ thường tổ chức cân bằng của hợp kim là dung dich rắn α chứa 0,5%Cu và một lượng nhỏ $CuAl_{2II}$ (khoảng 7%) có độ cứng và độ bền thấp thấp (200MPa). Khi nung nóng đến cao hơn đường giới hạn hòa tan (520^{0}C) pha $CuAl_{2II}$ hòa tan hết vào α và chỉ còn lại một pha là dung dịch rắn của nhôm chứa 4%Cu. Khi làm nguội nhanh sau

đó pha $CuAl_{2II}$ không kịp tiết ra nên ta có dung dịch rắn α quá bão hòa đồng ở nhiệt độ thường độ bền tăng lên một ít (250 ÷ 300MPa) và tương đối dẻo. Nhưng sau khi tôi từ 5 đến 7 ngày độ bền và độ cứng đạt được giá trị cao nhất (đến 400MPa). Hiện tượng này gọi là hóa già tự nhiên. Nếu sau khi tôi ta tiến hành nung nóng thì thời gian đạt độ cứng và bền sẽ rút ngắn lại nhưng giá trị sẽ thấp hơn. Nhiệt độ nung càng tăng thì thời gian đạt độ bền, độ cứng sẽ càng rút ngắn nhưng giá trị của chúng càng thấp.Quá trình này gọi là hóa già nhân tạo.



Hình 9.2 Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến quá trình hoá già

Từ đó thấy rằng chế độ nhiệt luyện hợp kim nhôm 4 %Cu như sau: tiến hành tôi và hóa già:

- Hóa già tự nhiên từ 5 ÷ 7 ngày nếu cần độ bền độ cứng cao nhất.
- Hóa già nhân tạo ở 100 ÷ 200^{O}C nếu cần rút ngắn thời gian và yêu cầu độ bền độ cứng vừa phải.

b) Đura (nhôm cứng):

Đura là hợp kim hệ Al-Cu-Mg (4%Cu; 0,5 ÷ 1,5%Mg) các nguyên tố hợp kim đặc biệt là magiê làm tăng mạnh hiệu quả khi nhiệt luyện tôi và ram. Ngoài ra trong thành phần của đura thường có thêm Fe, Si và Mn. Fe và Si là tạp chất thường gặp trong nhôm mà không thể khử bỏ hết được, còn mangan đưa vào để tăng tính chống ăn mòn. Đura có tổ chức nhiều pha ngoài dung dịch rắn thay thế của Cu và Mg trong nhôm ra còn có các pha Mg_2Al_3; $CuMgAl_2$ (S); $CuMg_5Al5$(T). Các pha này đóng vai trò pha hóa bền cho đura, đặc biệt là pha S và T. Đặc điểm của đura:

- Độ bền cao (= 450 ÷ 480MPa), khối lượng riêng nhỏ (γ = 2,7 g/cm2) do đó có độ bền riêng lớn (độ bền riêng bằng σ_b / γ) đến 15 ÷16km.
- Tính chống ăn mòn kém do có nhiều pha có thế điện cực khác nhau. Để khắc phục hiện tượng này người ta phủ một lớp nhôm mỏng lên bề mặt đura bằng cán nóng.

Chế độ nhiệt luyện của đura: tôi ở nhiệt độ 505÷510^{0}C trong nước và hóa già tự nhiên từ 5 ÷ 7 ngày. Đura được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp hàng không và trong đời sống.

Hình 9.3 Tổ chức tế vi của đura sau nhiệt luyện

9.1.3.Hợp kim nhôm đúc:

Hợp kim nhôm đúc thường dùng phổ biến nhất trên cơ sở Al -Si và thành phần chủ yếu là cùng tinh (do đó thường gọi là silumin). Cơ tính của vật đúc phụ thuộc chủ yếu vào tốc độ nguội và biến tính khi đúc. Thường đúc t rong khuôn kim loại để nhận được tổ chức nhỏ mịn do có tốc độ nguội lớn.

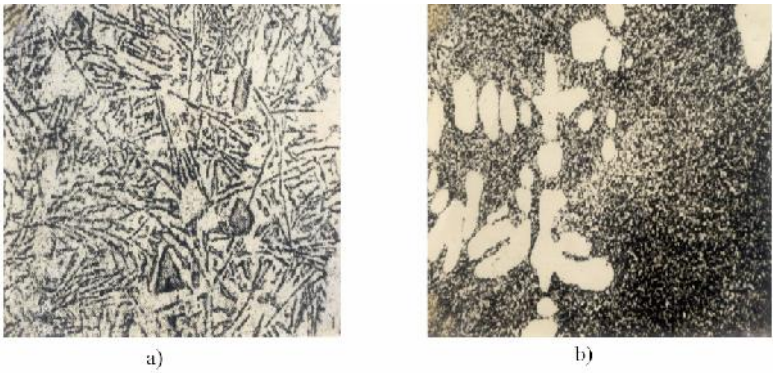
a) Silumin đơn giản:

Là hợp kim nhôm đúc mà thành phần chủ yếu là nhôm và silic với hàm lượng silic từ 10 ÷ 13%. Tổ chức chủ yếu là cùng tinh (Al+Si), rất thô to (các tinh thể Si có dạng hình que) độ bền và độ dẻo khá thấp (=130MPa; d = 3%). Do vậy phải biến tính để nâng cao cơ tính. Dùng một hỗn hợp muối (2/3NaF + 1/3NaCl) với tỷ lệ 0,05 ÷ 0,08% để biến tính. Lúc này điểm cùng tinh dịch về bên phải và nhiệt độ chảy giảm 10 ÷ 200C.

Như vậy hợp kim có tổ chức trước cùng tinh gồm Al + (Al +Si) và cùng tinh này khá nhỏ mịn (tinh thể Si rất nhỏ) làm cơ tính cao (=180MPa; d = 8%). Silumin đơn giản có đặc điểm là:

- Có tính đúc cao (do tổ chức chủ yếu là cùng tinh)
- Cơ tính thấp không hóa bền được bằng nhiệt luyện.

Do đó silumin đơn giản thường dùng đúc định hình các chi tiết hình dáng phức tạp, yêu cầu độ bền không cao.



Hình 9.4 Tổ chức tế vi silumin trước biến tính (a) và sau biến tính (b)

2-Silumin phức tạp:

Silumin phức tạp cũng có tính đúc tốt nhưng cơ tính cao hơn do có thêm nguyên tố Cu, Mg có tác dụng tốt khi tôi và hóa già (σ_b =200÷250MPa; δ = 1÷6%). Các silumin phức tạp có thành phần các nguyên tố thay đổi khá rộng: 4 ÷ 30%Si; < 1%Mg; 1 ÷ 7%Cu. Công dụng của chúng là làm pit tông các loại động cơ vì nhẹ, dễ tạo hình và ít kẹt. Ngoài ra còn làm thân và nắp động cơ ô tô.

9.2. Đồng và hợp kim đồng

9.2.1. Đồng nguyên chất

Đồng là kim loại có kiểu mạng lập phương tâm mặt, không có đa hình. Đồng nguyên chất có màu đỏ nên còn gọi là đồng đỏ. Đồng có các đặc điểm sau:

-Tính dẫn điện và dẫn nhiệt cao. Về tính dẫn điện chỉ đứng sau vàng và bạc.

- Chống ăn mòn tốt trong khí quyển, nước, nước biển hay kiềm, axit hữu cơ do có lớp ô xít Cu_2O trên bề mặt.

- Tính dẻo rất cao, dễ biến dạng nóng, nguội để chế tạo thành các bán thành phẩm.

- Độ bền không cao lắm (σ_b = 220MPa) nhưng sau biến dạng dẻo tăng lên đáng kể (σ_b = 425MPa).

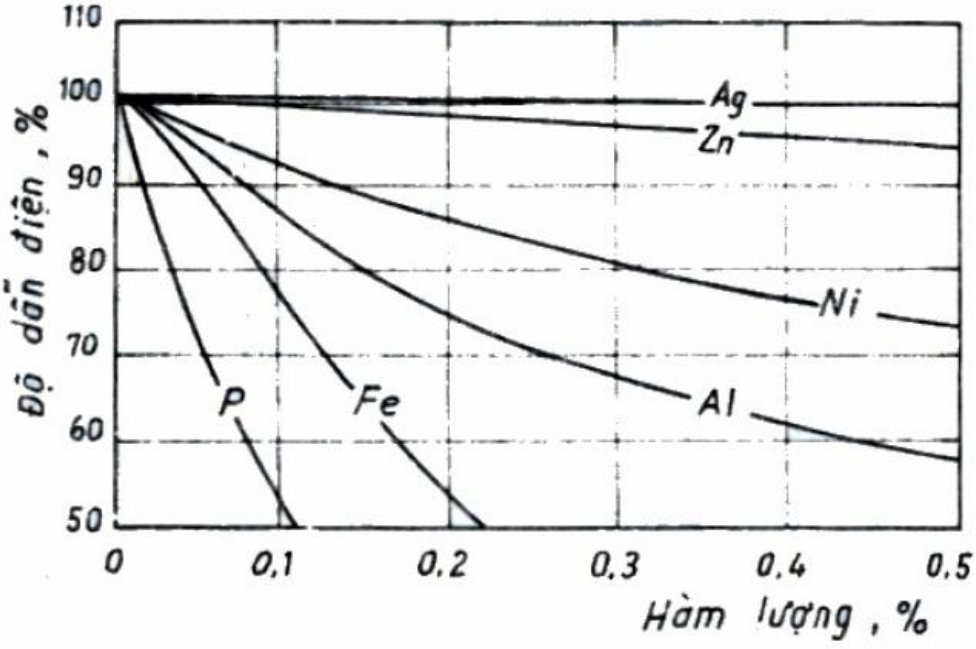
- Tính hàn khá tốt nhứng khi chứa nhiều tạp chất (đặc biệt là ô xy) giảm đi mạnh. Tuy nhiên đồng cũng có một số nhược điểm:

- Khối lượng riêng lớn (γ = 8,94g/cm3)

- Tính gia công cắt gọt kém do phoi quá dẻo không gãy, để cải thiện thường cho thêm chì vào.

- Nhiệt độ nóng chảy cao 1083^{O}C, nhưng tính đúc kém, độ chảy loãng nhỏ. Theo TCVN 1659-75 đồng nguyên chất được ký hiệu Cu và các số chỉ lượng chứa của nó trong đó.

Ví dụ: Cu 99,99 có 99,99%Cu
Cu 99,80 có 99,80%Cu



Hình 9.3 Ảnh hưởng của tạp chất đến độ dẫn điện của đồng

9.2.2. Hợp kim đồng

Trong kỹ thuật ít sử dụng đồng nguyên chất mà chủ yếu sử dụng hợp kim đồng. Hợp kim đồng được chia ra làm hai nhóm sau: la tông và brông. La tông (đồng thau) là hợp kim của đồng với nguyên tố chủ yếu là kẽm. Brông (đồng thanh) là hợp kim của đồng với các nguyên tố khác trừ kẽm .

a) La tông:

La tông được chia làm hai loại: la tông đơn giản (chỉ có đồng và kẽm) và la tông phức tạp (có thêm một số nguyên tố khác). Theo TCVN 1659-75 quy định ký hiệu la tông như sau: đầu tiên là chữ L (chỉ la tông) tiếp sau là ký hiệu Cu và các nguyên tố hợp kim. Số đứng sau các nguyên tố hợp kim chỉ hàm lượng của chúng theo phần trăm.

Ví dụ: LCuZn30 la tông có 30%Zn, 70%Cu

LCuZn38Al1Fe1 la tông có38%Zn; 1%Al; 1%Fe; còn lại Cu.

* *La tông đơn giản:* Trong thực tế dùng loại chứa ít hơn 45%Zn nên tổ chức của nó chỉ có dung dịch rắn α và pha điện tử β.

α là dung dịch rắn của kẽm trong đồng có mạng A1 chứa đến 39%Zn ở 454^{O}C.

Đây là pha chủ yếu quyết định tính chất của la tông. Khi hòa tan vào đồng kẽm làm tăng độ bền khá mạnh, nhưng không làm giảm nhiều độ dẻo của hợp kim. Độ dẻo cao nhất ứng với 30%Zn.

β là pha điện tử ứng với công thức CuZn (N = 3/2), là pha cứng và dòn hóa bền cho la tông. Do vậy không dùng la tông chứa cao hơn 45%Zn vì lúc này tổ chức chỉ toàn là β' nên rất dòn. Trong thực tế chỉ dùng loại dưới 40%Zn với hai loại la tông một pha và la tông hai pha.

+ *La tông một pha:* Thường chứa ít hơn 35%Zn (LCuZn10) có tính dẻo cao, được cán nguội thành bán thành phẩm làm chi tiết máy qua dập sâu. La tông với lượng kẽm nhỏ từ 5 ÷ 12% có màu đỏ nhạt dùng để làm tiền xu, huy chương, khuy áo quần, dây kéo (fecmơtuya) ... La tông chứa 20%Zn (LcuZn20) có màu vàng giống như vàng nên thường làm trang sức. La tông chứa khoảng 30%Zn (LCuZn30) có độ dẻo cao dùng làm vỏ đạn các loại. Các la tông một pha bền và rất dẻo nên thường pha thêm 0,4 ÷ 3%Pb để dễ cắt gọt.

+ *La tông hai pha:* Thường chứa 40%Zn có tổ chức hai pha ($\alpha + \beta$) có pha thêm chì để tăng tính gia công cắt. La tông hai pha cứng, bền và ít dẻo hơn so với loại một pha được cung cấp dưới dạng băng, ống, tấm để làm các chi tiết máy cần độ bền cao.

a) b)

Hình 9.6 Tổ chức tế vi của latông 1 pha (a) và latông 2 pha (b)

* *La tông phức tạp:* Ngoài Cu và Zn ra còn cho thêm các nguyên tố Pb (để tăng tính cắt gọt), Sn (tăng chóng ăn mòn trong nước biển), Al và Ni (để nâng cao giới hạn bền) như: LCuZn36Al3Ni2; LCuZn30Sn1; LCuZn40Pb1. La tông phức tạp dùng làm các chi tiết máy yêu cầu độ bền cao hơn, làm việc trong nước biển...

b) Brông:

Là hợp kim của đồng với các nguyên tô chủ yếu không phải là kẽm như Sn, Al, Be...Theo TCVN 1659-75 chúng được ký hiệu giống như la tông, chỉ khác là thay chữ L ở đầu ký hiệu bằng chữ B (chỉ brông).

* Brông thiếc: là hợp kim đồng với nguyên tố chủ yếu là thiếc, là hợp kim đồng được sử dụng đầu tiên. Giản đồ pha Cu-Sn rất phức tạp và có nhiều pha. Hợp kim này khi đúc thiên tích rất mạnh vì vậy thường dùng ít hơn 15%Sn nên chỉ có hai pha: dung dịch rắn α và pha điện tử δ .Chúng gồm hai loại: brông thiếc biến dạng và đúc. Đặc điểm của brông thiếc là:

- Độ bền cao, độ dẻo tốt nên thường dùng với lượng chứa từ 4 ÷ 8%Sn.
- Tính đúc tốt: ít co (độ co <1%) , điền đầy khuôn cao.
- Chống ăn mòn cao, đặc biệt trong khí quyển ẩm biển: 0,001mm/năm.

\+ *Brông thiếc biến dạng:* thường chứa ít hơn 8%Sn tổ chức là dung dịch rắn α và hợp kim hóa thêm P, Zn, Pb để nâng cao cơ tính, giảm ma sát và tăng tính gia công cắt.

Công dụng: làm bạc lót, bánh răng (BCuSn4Zn4Pb4; BCuSn5Zn2Pb5).

\+ *Brông thiếc đúc:* là loại chứa nhiều hơn 10%Sn hay với tổng lượng các nguyên tố hợp kim lớn hơn 12%. Thường dùng các loại sau BCuSn10Zn2; BCuSn5Zn5Pb5.

Công dụng: làm các tượng đài, chuông, phù điêu, họa tiết trang trí...

* *Brông nhôm:*

Là hợp kim của đồng với nhôm là chủ yếu. Từ giản đồ pha Cu-Al ta thấy nhôm có thể hòa tan tối đa vào đồng gần 10%. Tổ chức của nó chủ yếu là dung dịch rắn thay thế của Al trong Cu có độ dẻo và khá bền. Khả năng chống ăn mòn cao trong nước biển và khí quyển công nghiệp.

Brông nhôm một pha (chứa 5 ÷ 9%Al): BCuAl5, BCuAl7, BCuAl9Fe4 dùng làm bộ ngưng hơi, hệ thống trao đổi nhiệt, lò xo tải dòng điện, chi tiết bơm, đồ dùng cho hải quân, đúc tiền xu...

Brông nhôm hai pha (chứa lớn hơn 9,4%Al): có tổ chức là (α + β) có độ bền độ cứng cao hơn và có thể nhiệt luyện được như BCuAl10Fe4Ni4 dùng làm bạc lót trục.

* *Brông berili:*

Là hợp kim của Cu với 2%Be (BCuBe2) có giới hạn đàn hồi cao không thua kém thép đàn hồi ($\sigma_{đh}$ = 1000MPa), có độ cứng và tính chống ăn mòn cao làm việc đến 300÷340^{0}C. Nó không phát ra tia lửa khi va đập nên rất thuận tiện trong công nghiệp khai thác mỏ, làm các thiết bị điện ở nhiệt độ cao...

9.3. Hợp kim ổ trượt

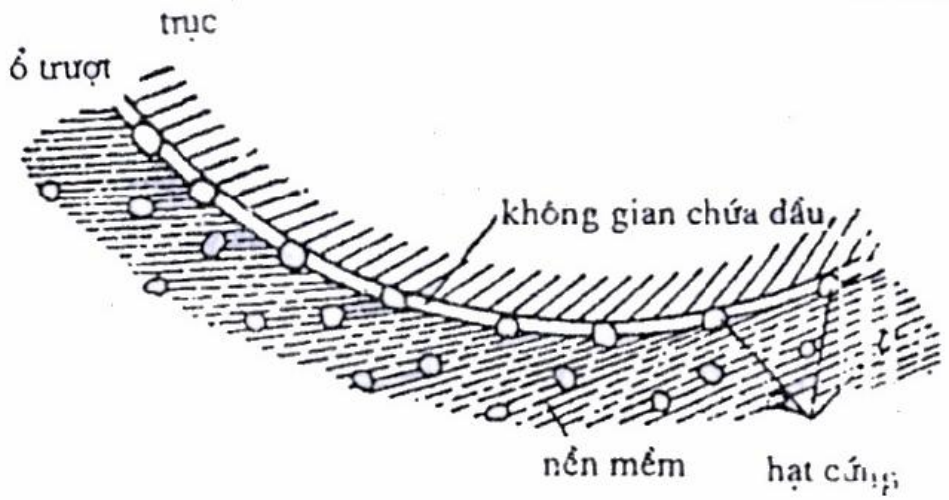
Mặc dù ổ lăn được sử dụng rất rộng rãi, nhưng ngày nay các loại ổ trượt vẫn

có vị trí đáng kể trong máy móc và thiết bị vì chúng có một số ưu điểm nhất định: dễ chế tạo, dễ thay thế, giá thành thấp và trong một số trường hợp chỉ có ổ trượt mới lắp ghép được (trục khuỷu) hay chịu được va đập và tải trọng lớn (tua bin, trục xe lửa...).

9.3.1. Yêu cầu đối với hợp kim ổ trượt

Để làm ổ trượt các hợp kim phải thỏa mãn các yêu cầu sâu đây:

- Có hệ số ma sát nhỏ với bề mặt trục thép. Đây là yêu cầu quan trọng nhất đối với hợp kim làm ổ trượt. Do vậy tổ chức của nó phải tạo ra diện tích tiếp xúc với bề mặt trục thép là nhỏ nhất và có khe hở để chứa dầu bôi trơn. Hợp kim được chế tạo theo nguyên lý hạt cứng (khoảng 5%) phân bố trên nền mềm, đây là loại thông dụng nhất. Ngoài ra có thể dùng nguyên lý nền cứng hạt mềm có hệ số ma sát lớn hơn. Trong quá trình làm việc phần mềm bị mòn đi và tạo thành rãnh chứa dầu bôi trơn.
- Ít làm mòn trục thép và chịu được áp lực cao. Để ít làm mòn trục thép ổ trượt được làm từ hợp kim của các kim loại mềm như: Sn, Pb, Al, Cu...Để chịu được áp lực cao và tiết kiệm kim loại màu các hợp kim ổ trượt được tráng lên máng bằng thép C08s.



Hình 9.7- Sơ đồ cấu tạo của hợp kim ổ trượt

- Có tính công nghệ tốt, dễ đúc, gia công và bám dính vào máng thép cao.
- Giá thành rẻ.

Các hợp kim làm ổ trượt được phân làm hai nhóm : nhóm có nhiệt độ nóng chảy thấp và nhóm có nhiệt độ nóng chảy cao.

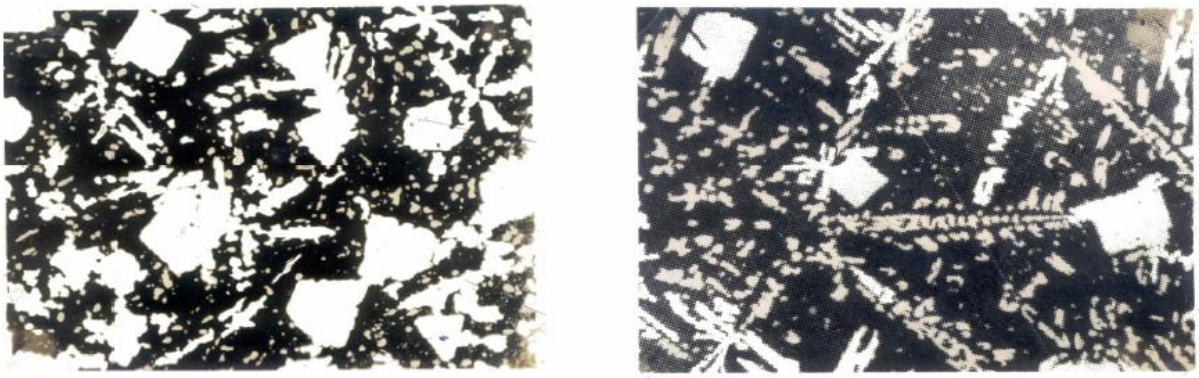
9.3.2. Hợp kim ổ trượt có nhiệt độ chảy thấp (bacbit)

Các hợp kim làm ổ trượt trên cơ sở các kim loại có nhiệt độ nóng chảy thấp như Sn, Pb, Zn...có tên gọi là babit (lấy tên của nhà vật liệu học người Anh tìm ra hợp kim này đầu tiên là Babit). Đặc tính chung của babit là rất mềm ít làm mòn trục thép, hệ số ma sát nhỏ, giữ dầu tốt nhưng không chịu được áp suất và nhiệt độ cao.

a) Babit thiếc:

Là loại ổ trượt được sử dụng đầu tiên có sự kết hợp tương đối tốt giữa cơ tính, tính ma sát và tính chống ăn mòn nhưng quá đắt vì chứa nhiều thiếc. Chúng được dùng làm các ổ trượt quan trọng với tốc độ lớn và trung bình như: tua bin,

động cơ điêden...Thông dụng nhất là hai loại SnSb11Cu6 (Б83)và SnSb8Cu3 (Б89). Tổ chức của chúng gồm nền mềm là dung dịch rắn Sn(Sb) màu tối và hạt cứng là SnSb (hạt đa cạnh sáng) Cu3Sn (kim sáng).



a) b)

171

Hình 9.8 -Tổ chức tế vi của Б 83(a) và Б 89 (b)

Là hợp kim trên cơ sở chì với 6 ÷ 16%Sn, 6 ÷ 16%Sb và 1%Cu. Tổ chức của nó gồm nền mềm là cùng tinh (Pb+Sb) hạt cứng là SnSb và Cu_3Sn. Hiện tại sử dụng phổ biến PbSn6Sb6Cu1 (Б6) và PbSn16Sb16Cu1 (Б16) dùng làm ổ trượt trong các động cơ xăng thay cho babit thiếc. Loại chứa 6%Sb chịu va đập, loại 16%Sb do có nhiều hạt cứng hơn nên không chịu va đập.

b) Babít nhôm:

Là hợp kim trên cơ sở nhôm, đây là loại hợp kim ổ trượt có nhiều triển vọng nhất vì hệ số ma sát nhỏ, nhẹ, tính dẫn nhiệt cao, chống ăn mòn cao trong dầu, cơ tính cao, tuy nhiên tính công nghệ kém (khó dính bám vào máng thép). Thông dụng nhất là hệ Al-Sn với lượng thiếc từ 3 ÷ 20%, ngoài ra có thêm một lương nhỏ Cu, Ni, Si. Tổ chức của nó gồm nền mềm là dung dịch rắn trên cơ sở Al và hạt cứng là các hợp chất hóa học trong dung dịch rắn. Các số hiệu: AlSn9Cu1, AlSn20Cu1, AlSn3Cu1... dùng trong các động cơ điêden chúng có đặc điểm là chịu được áp lực cao (200 ÷ 300kG/cm2) và tốc độ vòng lớn (1÷20m/s)

9.3.3. Hợp kim ổ trượt có nhiệt độ chảy cao

Nhóm này có đặc điểm chung là chịu được áp lực cao và có độ bền lớn. Tổ chức của chúng thường là nền cứng hạt mềm hay nền dai hạt mềm, hệ số ma sát lớn hơn.

a) Brông thiếc:

Thường dùng hai loại sau: BCuSn5Zn5Pb5 và BCuSn4Zn4Pb4 trong đó Pb không tan đóng vai trò hạt mềm, nền cứng là dung dịch rắn của Cu với Sn, Zn.

b) Brông chì:

Thông dụng nhất là BCuPb30 với các phần tử chì không tan là các hạt mềm, Cu là nền dai (cứng). Do nhiều chì nên cơ tính thấp do vậy phải tráng lên máng thép. Để nâng cao cơ tính thường dùng ít chì (8÷10%) và pha thêm thiếc: BCuSn12Pb8, BCuSn10Pb10. Chúng được dùng làm các ổ trượt quan trọng: tua bin công suất lớn.

c) Gang xám, dẻo, cầu:

Có thể dùng các loại gang xám, dẻo, cầu nền péclit để là các ổ trượt. Trong đó graphit là các hạt mềm, péclit là nền cứng. Chúng được dùng làm các ổ trượt không quan trọng do hệ số ma sát lớn, không cần bôi trơn (vì đã có graphit). Theo tiêu chuẩn Nga có các số hiệu sau: АЧС-1; АЧС-2; АЧВ-1; АЧВ-2; АЧК-1; АЧК-2.

CHƯƠNG X.
CÁC VẬT LIỆU KHÁC DÙNG TRONG CHẾ TẠO MÁY

10.1. Vật liệu thiêu kết

Sau khi tạo hình bằng các phương pháp khác nhau như nêu, sản phẩm bột ép chưa thể sử dụng được vì cơ tính còn thấp, phải tiến hành thiêu kết, tức nung ở nhiệt độ cao (gần nhiệt độ nóng chảy của cấu tử chính) để tấp mối liên kết (nguyên tử) bền vững giữa các hạt, tăng cơ - lý tính cho sản phẩm đến các giá trị mong muốn.

10.1.1 Thiêu kết kim loại sách (nguyên chất)

Nhiệt độ và thời gian thiêu kết: Thời tian thiêu kết càng nắng nếu nhiệt dộ càng gần nhiệt độ nóng chảy. Thường chọn nhiệt độ thiêu dết trong phạm vi $(2/3 \div 3/4)T_{nc}$ (tính theo độ kelvin) và thời gian khá ngắn 15 $\div$ 120 ph, để tránh hạt lớn quá mức. Ngoài ra trong công nghiệp thường nhiệt độ thiêu kết được cố định tuỳ theo nhiệt độ làm việc tối ưu của lò.

10.1.2. Thiêu kết hỗn hợp bột của hai hay nhiều cấu tử

Trường hợp không xuất hiện pha lỏng trong quá trình thiêu kết: Nếu như các cấu tử hoàn toàn không hoà tan vào nhau ở trạng thái rắn, thì quá trình xảy ra tương tự như đối với kim loại nguyên chất, nghĩa là có sự khuếch t án nguyên tử vào nhau ở trạng thái rắn giữa các hạt bột đồng loại, xoá nhoà biên giới giữa chúng, tức xảy ra sự kết tinh lại trong từng kim loại riêng biệt. Ví dụ trường hợp vật liệu tiếp điểm hệ Cu-W, thiêu kết ở 800 - 900ºC chỉ xảy ra sự kết tinh lại giữa các hạt Cu, còn các hạt W không có gì thay đổi, do chưa đến nhiệt độ kết tinh lại của W. Tổ chức như vậy vứ đảm bảo tính dẫn điện tốt, vừa đảm bảo tinh chịu nhiệt và chống mài mòn tốt khi làm việc.

Nếu như giứ các cấu tử có thể tạo thành dung dịch rắn, ví dụ vật liệu làm tấm lọc hệ Cu-Ni, khi thiêu kết, các nguyên tử khuếch tán vào nhau ở trạng thái rắn, dĩ nhiên là chậm, nhưng nếu như các hạt bột rất mịn và được trộn đều trước khi ép, cộng với điều kiện nhiệt độ và thời gian đảm bảo đủ, có thể tạo ra dung dịch rắn đồng nhất không thua kém gì phương pháp nấu chảy (ngoại trừ sự có mặt củ rỗ xốp mong muốn đối với vật liệu làm tấm lọc, mà phương pháp nấu chảy không thể tạo ra được).

Trường hợp có xuất hiện pha lỏng trong quá trình thiêu kết: Như đã biết, nhiệt độ thiêu kết bao giờ cũng thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của cấu tử chính, nhưng vẫn có thể pha lỏng xuất hiện do các cấu tử phụ có nhiệt độ thấp hoặc

giữa các cấu tử tạo nên hợp kim có nhiệt độ nóng chảy thấp (theo kiểu cùng tinh). Người ta thấy rằng, có thể tiến hành thiêu kết với sự hình thành pha lỏng, với điều kiện pha này chỉ chiếm một tỷ lệ không lớn, tối đa là 30% về thể tích, để đảm bảo chi tiết giữ được hình dạng ban đầu. Dù cho pha lỏng chỉ xuất hiện tạm thời, (như trường hợp hỗn hợp bột 90% Cu và 10% Sn), hay pha lỏng tồn tại trong suốt thời gian thiêu kết (như trường hợp thiêu kết hợp kim cứng WC và Co), sự có mặt của pha lỏng tạo thuận lợi cho sự khuếch tán, giảm bớt hay loại bỏ các rỗ xốp (do các hạt rắn dễ tiến lại gần nhau), tăng độ xít chặt (hay mật độ tương đối) của hợp kim, nhưng khi đó kích thước chi tiết bị sai lệch nhiều, do sự co ngót, có khi tới 5-25% (với hợp kim cứng WC và Co và hợp kim từ cứng Al-Ni-Co, hợp kim hạng nặng W-Cu-Ni độ co ngót là 15%).Có thể giảm sự co ngót này bằng cách hợp kim hoá bởi các nguyên tố thích hợp.

10.1.3 thiêu kết dưới áp lực (hay ép nóng)

Để có được sản phẩm có độ xốp nhỏ (hoặc bằng không) có thể áp dụng phương pháp ép nóng (hay còn gọi là thiêu kết dưới áp lực), tức là kết hợp hai nguyên công ép và thiêu kết trong một nguyên công.

- Ép một chiều ở nhiệt độ cao: Có thể nêu ra đây là một vài kĩ thuật cụ thể thuộc phương pháp này:

- Ép nóng ở nhiệt độ rất cao (15000-25000ºC), tiến hành trong khuân graphit có phủ một lớp axit, dưới áp suất khoảng 30Mpa, có thể dây là cách duy nhất để đạt được độ sít chặt 95-98% đối với hợp kim cứng (trên cơ sở cacbit, nitrit, borit) mà không cần cho thêm chất dính kết. Một vài ứng dụng thực tế trong công nghiệp đã có thể chế tạo vật liệu trê n cơ sở B_4C;

- Ép nóng ở nhiệt độ trung bình (800-1100ºC), tiến hành trong khuân bằng kim loại chịu nhiệt, trong môi trường khí bảo vệ hoặc chân không, dưới áp suất cao 200Mpa.Kỹ thuật này được ứng dụng đối với bột kim loại hoạt hoá cao như Be;

- Thiên kết dưới áp lực bằng phóng điện (Spark-Sintering).

Kỹ thuật này được phát triển ở Mỹ, Nhật Bản. Bột dẫn điện (kim loại, cacbit) được nén trong nồi graphit dưới áp lực khoảng 100Mpa, cho dòng điiện chạy qua, sẽ xảy ra sự phóng điện ở bề mặt tiếp xúc giữa các hạt bởi màng oxyt cách điện. Tiếp theo sự phóng điện là sự nung nóng rất nhanh do hiện tượng tiếp xúc (khoảng vài giây sau khi phóng điện). Kỹ thuật này có hiệu quả ngay cả với kim loại bị oxi hoá mạnh (như bôth Al) và cũng là phương pháp dùng để cố định trực tiếp vật liệu thiêu kết lên bề mặt một kim loại nào đó, ví dụ, phủ lớp hợp kim cứng lên bề mặt chi tiết hoặc dụng cụ bằng thép, hay phủ kim loại thiêu kết lên W, lên Cu (hợp kim tiếp điểm), hay việc chế tạo xécmăng gang bằng phương pháp thiêu kết.v.v..

Ép nóng đẳng tĩnh (HIP viết tắt từ tiếng Anh Hot Isostatic Pressing): phương pháp này phát triển từ những năm tám mươi, về nguyên tắc nó giống với ép nguội đẳng tĩnh, chỉ khác là ở nhiệt độ cao (1000-1500ºC) với áp suất từ 100-200MPa. tạo bởi khí nén N_2 hoặc Ar.

Ưu điểm của kỹ thuật này có rất nhiều, có thể nêu tóm tắt như sau:

- Bằng phương pháp này có thể chế tạo được các sản phẩm đặc chắc, không có rỗ xốp ngay cả với những loại bột mà bình thường không thể thiêu kết được, hoặc luôn có rỗ xốp, vì hoặc là kích thước, hạt lớn và dạng cầu, hoặc là các bột chịu nhiệt đòi hỏi thiêu kết ở nhiệt độ rất cao (W, Ta, Mo, Nb, Re) UO_2, UN, UC, Al_2O_3… có nhiệt độ thiêu kết 1300-1450ºC).
- Tạo được tổ chức hạt mịn và có thể điều chỉnh được độ lớn của hạt.
- Có thể chế tạo các chi tiết hình dạng phức tạp, kích thước lớn.
- Loại bỏ được các tương tác giữa các cấu tử trong quá trình sử dụng, do sử dụng ở nhiệt độ thấp hơn nhiều so với nhiệt độ thiêu kết:
- Loại bỏ các rỗ xốp còn lại trong chi tiết, ví dụ, việc ép lại ở 1300 ºC đối với hợp kim cứng WC +10%Co có thể loại trừ gần như hoàn toàn rỗ xốp, đạt độ sít chặt gần 100%, điều đó dẫn tới tăng đáng kể cơ tính, nhất là độ bề uốn (tăng 20-50%), cũng như loại bỏ các khuyết tật có thể xuất hiện trong lúc gia công tinh (mài đánh bóng).
- Năng suất cao do thời gian ép nóng tương đối ngắn khoảng vài phút).

Mở rộng ứng dụng kỹ thuật này cho việc sửa chữa các khuyết tật như nứt, rỗ xốp (đối với ngay cả các các chi tiết chế tạo bằng phương pháp nấu chảy) do ở nhiệt độ cao cộng với áp lực cao, các khuyết tật này được hàn kín lại, làm kim loại trở nên đặc chắc và liên tục.Phương pháp này đã được ứng dụng cho hợp kim Al, Brông, latông, hợp kim Ni, Co (siêu hợp kim).

10.1.4. Vật liệu bột mài và dụng cụ cắt

Đây là hai loại vật liệu có tính chất làm việc giống nhau; dùng vật cứng hơn để cắt vật mềm hơn (thành mạt hoặc phoi). Bảng 10.3 giới thiệu đặc tính của một số vật liệu có độ cứng cao, có thể dùng làm bột mài và là nguyên liệu để chế tạo dụng cụ cắt.

a) Vật liệu bột mài

Đối với bột mài, các hạt cứng có kích thước không đều nhau, nhưng luôn có các cạnh sắc nhọn.Khi làm việc chúng trượt trên các bề mặt gia công (mài, rà, đánh bóng….) làm bong ra từ bề mặt cần gia công những mạt cố kích thước khác tuỳ độ hạt, tốc độ trượt và lực ép lên bề mặt cần gia công. Trong thực tế thường dùng các vật liệu sau, theo chiều tăng dần của độ cứng làm bột mài: cắt trắng (SiO_2), êmêri (hỗn hợp tự nhiên của Al_2O_3, SiC, Fe_2O_3), cuối cùng là kim cương (tự nhiên hoặc nhân tạo) là loại vật liệu có độ cứng cao nhất (khoảng 10.000HV).

b) Dụng cụ cắt bằng hợp kim cứng

Đối với dụng cụ cắt khi làm việc chúng cắt (bóc) từng lớp bề mặt chi tiết cần gia công, tạo ra phoi. Tốc độ cắt càng cao, nhiệt do ma sát sinh ra càng nhiều, do vậy ngoài độ cứng cao, dụng cụ đòi hỏi có tính cứng nóng và bền nóng cao. Thành phần chủ yếu của hợp kim cứng thông dụng là cá hạt WC dính kết với nhau bởi Co (loại hạt cacbit) hoặc WC+Tic+Co… Lượng Co dao động trong

phạm vi 2-30% tuỳ theo độ dai va đập cần thiết (Co càng nhiều độ dai càng cao nhưng độ cứng càng thấp).

Nhóm hợp kim cứng	Số hiệu	Thành phần hoá học %				Cơ tính	
		WC	TiC	TaC	Co	σ^{u}_{b}, MPa	HRA
Nhóm một cacbít WC	WCCo2	98	-	-	2	1.000	90,0
	WCCo3	97	-	-	3	1.100	89,5
	WCCo4	96	-	-	4	1.400	89,5
	WCCo6	94	-	-	6	1.500	88,5
	WCCo8	92	-	-	8	1.600	87,5
	WCCo10	90	-	-	10	1.650	87,0
	WCCo15	85	-	-	15	1.800	86,0
	WCCo20	80	-	-	20	1.950	84,0
	WCCo25	75	-	-	25	2.000	82,0
Nhóm hai cacbit WC+TiC	WCTi30C04	66	30	-	4	950	92,0
	WCTi15C06	79	15	-	6	1.150	90,0
	WCTi14C08	78	14	-	8	1.250	89,0
	WCTi5C010	85	5	-	10	1.400	88,5
	WCTi5C012	83	5	-	12	1.650	87,0
Nhóm ba cacbit, WC+TiC+TaC	WCTTC7Co12	81	4	3	12	1.650	87,0
	WCTTC10Co8	82	3	7	8	1.450	89,0
	WCTTC20Co9	71	8	12	9	1.300	89,0

Để chế tạo hợp kim cứng phải qua các bước sau:

- Hoàn nguyên bột WO_3 trong dòng khí H_2 ở 700-900^{O}C. Bột W thô thu được đem nghiền nhỏ, qua sàng đổ có độ hạt như ý (0,10 -0,15μm).

- Trộn bột W với hồ hóng (muội than) và nung lên 1.400^{O}C. Trong 1h để được WC.

- Trộn bột cacbit với bộ Co rong nhiều giờ để làm đều thành phần.

- Ép hỗn hợp bột dưới áp lực 100-400Mpa rồi nung sơ bộ ở 900^{O}C trong 1 h để tạo hình sơ bộ

- Gia công cơ theo kích thước mong muốn, chú ý để độ dư cần thiết (khoảng 5-10%).

- Thiêu kết lần cuối ở 1.400^{O}C-1.500^{O}C trong 1-3h, ở nhiệt độ này Co chảy lỏng ra và tạo điều kiện để các hạt cacbit sát lại gần nhau, giảm độ x ốp (và đó là lý do làm chi tiết bị co chút ít).

Sau khi làm nguội, chúng trở nên rắn chắc không gia công cơ khí được nữa, cách duy nhất là mài sửa trên đá mài đặc biệt (cacborun xanh) hoặc bằng tia lửa điện.

10.2. Vật liệu chất dẻo (POLYME)

10.2.1.Khái niệm về polyme

a) Định nghĩa: Polyme (còn gọi là cao phân tử) là phân tử của nhiều hợp phần cơ bản (xuất phát từ tiếng Hylạp cổ, poly: nhiều, me: phần).

- Theo định nghĩa của liên hiệp quốc tế về hóa cơ bản và ứng dụng: polyme là một hợp chất gồm các phân tử được hình thành do sự lặp lại nhiều lần của một loại hay nhiều loại nguyên tử hay một nhóm nguyên tử, liên kết với nhau với số lượng khá lớn để tạo nên một loại tính chất mà chúng thay đổi không đáng kể khi lấy đi hoặc thêm vào một vài đơn vị cấu tạo.

b) Phân loại polyme: có nhiều cách phân loại khác nhau:

** Theo nguồn gốc hình thành:*

- Polyme thiên nhiên: có nguồn gốc thực vật hay động vật: xenlulô, enzim, cao su, amiăng, graphit thiên nhiên ....
- Polyme tổng hợp (nhân tạo): được sản xuất từ những loại monome bằng cách trùng hợp, trùng ngưng như các loại polyolephin, polyvinylclorit, polyamit, và cao su nhân tạo. Đây là loại quan trọng nhất, được sử dụng rất rộng rãi trong thực tế.

** Theo thành phần:*

- Polyme hữu cơ: là polyme có mạch cơ bản là một hydrocácbon (các chất dẻo và cao su)
- Polyme vô cơ: là các polyme mà trong mạch cơ bản của chúng không có hydrocácbon. Thành phần cơ bản của polyme vô cơ là: ô xýt silic, ô xyt nhôm, ô xyt can xy và ô xýt ma giê (thủy tinh silicat, gốm, mica, amiăng...)
- Polyme hữu cơ phân tử (chỉ có một phần hữu cơ): Trong mạch cơ bản của chúng chứa các nguyên tử vô cơ: Si, Ti, Al và nối với các gốc hữu cơ: metyl (-CH3), phenol ($-C_6H_5$), etyl ($-C_2H_5$)

** Theo cấu trúc (hình dáng đại phân tử):*

- Polyme mạch thẳng: Đại phân tử của nó là các chuỗi các mắt xích nối liền nhau theo đường dích dắc hay hình xoắn ốc (loại này có polyêtylen PE, polyamid PA).
- Polyme mạch nhánh: là loại mạch thẳng nhưng trong đại phân tử của nó có thêm các nhánh (polyizobutylen PIB)
- Polyme không gian: Các monome có ba nhóm hoạt động tạo nên polyme không gian ba chiều, có tính cơ, lý, nhiệt đặc biệt. (nhựa êpoxy, phenon - formalđehyt).
- Polyme mạng lưới: Các mạch cạnh nhau trong polyme này được nối với nhau bằng liên kết đồng hóa trị ((các loại cao su lưu hóa)

** Phân loại theo tính chịu nhiệt:*

- Polyme nhiệt dẻo: Thông thường là các polyme mạch thẳng. Ở nhiệt độ xác định chúng có thể chảy, trở thành dẻo và nhỏ hơn nhiệt độ này chúng rắn trở lại. Đây là loại polyme có giá trị thương mại quan trọng nhất hiện nay.
- Polyme nhiệt rắn: Là các polyme có khối lượng phân tử không cao lắm, ở nhiệt độ cao chúng không không thể chảy mềm và không hòa tan trong dung môi.

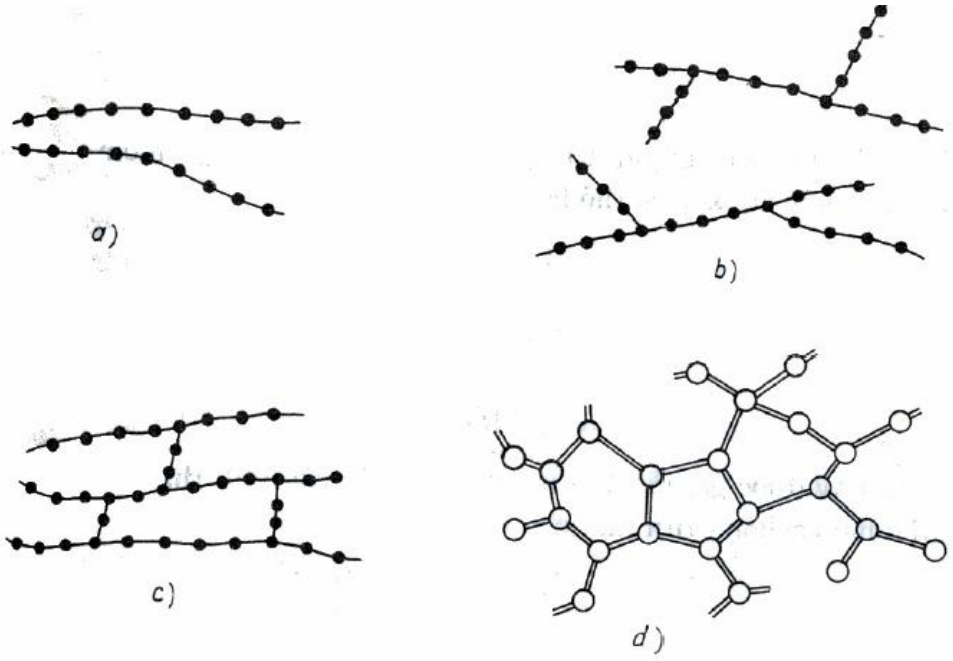
* *Phân loại theo lĩnh vực sử dụng:* Chia ra các loại chất dẻo, sợi, cao su, sơn và keo.

c) Tính chất của polyme:

* *Tính nóng chảy và hòa tan:* Do khối lượng phân tử lớn nên polyme không thể biến sang trạng thái khí. Khi nung nóng chúng không thể chuyển thành chất lỏng có độ nhớt thấp (sền sệt). Nếu trọng lượng phân tử lớn và độ phân cực mạnh thì chúng không hòa tan trong bất kỳ dung môi nào.

* *Cơ tính của polyme:* Cơ tính của polyme phụ thuộc vào cấu tạo, nhiệt độ và các trạng thái vật lý.

- Biến dạng dưới tác dụng của lực: mô đun đàn hồi, giới hạn bền kéo, tính dẻo và độ dãn dài của polyme được xác định tương tự như kim loại. s b kéo khoảng 100MPa, độ giãn dài tương đối cực đại khoảng 1000% (kim loại tối đa 100%). Khi nhiệt độ tăng mô đun đàn hồi giảm, độ bền kéo giảm, độ dẻo tăng.
- Tăng tốc độ biến dạng làm tăng tính dẻo và có thể biến dạng dị hướng.
- Độ bền mỏi: có thể bị phá hủy mỏi dưới tác dụng của tải trọng có chu ky, tuy nhiên giới hạn mỏi nhỏ hơn rất nhiều so với kim loại



Hình 10.1 *Cấu trúc khái quát của polyme mạcha thẳng (a) , nhánh (b), mạng lưới (c) và không gian (d). Các nút tròn là các me.*

- Độ dai va đập: phụ thuộc vào điều kiện tác dụng của lực va đập, nhiệt độ và kích thước mẫu. Nhìn chung độ dai va đập của polyme nhỏ.
- Độ bền xé: là năng lượng cần thiết để xé rách một mẫu có kích thước theo tiêu chuẩn, quyết định khả năng làm việc của bao bì, vỏ bọc dây điện...

* *Các tính chất khác:*

- Tính chất lão hóa: là hiện tượng độ cứng tăng dần, mất dần tính đàn hồi và dẻo dẫn tới polyme bị dòn, cứng và nứt vỡ theo thời gian. Thông dụng nhất là sự ô xy hóa polyme bởi ô xy của khí quyển.
- Khối lượng riêng: không cao lắm 0,9 ÷ 2,2G/cm2 tùy từng loại.

- Độ bền riêng (Độ bền kéo/khối lượng riêng): một số pôlyme lớn hơn kim loại (Nylon 6,6 có độ bền riêng là 71 km)

- Tính chất nhiệt: Dẫn nhiệt rất thấp, thường làm chất cách nhiệt dưới dạng bọt, mút...

- Tính chất điện: điện trở suất rất cao 1015-1018 W/cm, là chất cách điện tuyệt vời.

- Tính chất quang: một số polyme có thể truyền ánh sáng. Muốn vậy chúng phải ở dạng vô định hình (poly cácbonat PC truyền sáng 80%, polyeste PET truyền sáng 90%).

10.2.2.Các loại polyme thông dụng và công dụng:

a) Chất dẻo: là loại vật liệu có số lượng và sản lượng cao nhất hiện nay.

* *Khái niệm:* Chất dẻo là loại vật liệu có thể biến dạng mà không bị phá hủy và có thể định hình với áp lực thấp nhất.

* *Các chất dẻo thông dụng:*

- Acrylonitrit - butadien - styren (ABS) tên thương mại: marbon, cycolac, lustran abson. Công dụng: đệm lót tủ lạnh, đồ chơi, dụng cụ làm vườn.

- Acrylic (polymetymet-acrylat) PMA, tên thương mại lucite, plexigalass. Công dụng: kính, cửa máy bay, dụng cụ đo đạc, thiết kế

- Flocacbon PTFE hay TFE, tên thương mại teflon TFE, halon TFE. Công dụng: van các loại, đường ống, đệm chịu hóa chất, chất bọc chống ăn mòn, chi tiết điện tử làm việc ở nhiệt độ cao.

- Polyamit PA, tên thương mại: nylon, zytel, plaskon.

Công dụng: ổ trượt, bánh răng, bàn chải, tay cầm, vỏ bọc dây điện, dây cáp...

- Polycacbonat PC, tên thương mại merlon, lexan. Công dụng: mặt nạ an toàn, chao đèn, kính, nền cho phim ảnh.

- Polystyren PS, tên thương mại styren, luxtrex, rexolite. Công dụng: hộp ắc quy, bảng điện trong nhà, đồ chơi, tường nhà, dụng cụ gia đình...

- Vinyl PVC, tên thương mại PVC, pliovic, saran, tygon. Công dụng: bọc dây điện băng ghi âm, thảm trải sàn nhà, đường ống...

- Phenolíc: tên thương mại epon, epirez, araldite.

Công dụng: bọc các mô tơ điện, vỏ điện thoại, dụng cụ điện.

- Polyeste: tên thương mại selectron, laminac, paraplex.

Công dụng: một số chi tiết trongô tô, ghế các loại, vỏ và thân quạt điện, thuyền composit, mặt nạ.

- Silicon: tên thương mại nhựa DC.

Công dụng: vật liệu cách điện ở nhiệt độ cao.

b) Elastome: Thông dụng nhất là các loại cao su tổng hợp: cao su styren – butadien (SBR), nitrit-butadien (NBR), cao su silicon.

- Polyisopren: tên thương mại cao su tự nhiên (NR).

Công dụng: săm, lốp, ống, đệm...

- Copolymestyren - butadien: tên thương mại GRB, buna S (SBR).

Công dụng: săm, lốp, ống, đệm...

- Copolyme acrilontrit - butadien: tên thương mại buna A, nitril (NBR).

Công dụng: Ống mềm dùng trong dầu hỏa, hóa chất, dầu mỡ, đế gót giày...

- Clopren: tên thương mại neopren (CR).

Công dụng: bọc dây cách điện, thiết bị hóa chất, băng chuyền, các loại ống, đệm ...

- Polysiloxan: tên thương mại silicon.

Công dụng: cách điện ở nhiệt độ cao, thấp. Dùng trong y tế, chất trám đường ống trong công nghiệp thực phẩm.

10.2.3. Thuỷ tinh:

Trong phần này ta chỉ nghiên cứu thủy tinh vô cơ hay còn gọi là thủy tinh silicat vì được chế tạo chủ yếu trên cơ SiO2. Thủy tinh silicat chia ra làm hai nhóm lớn: thủy tinh vô cơ (dạng vô định hình) và xitan (có cấu tạo tinh thể)

10.2.4.Thủy tinh vô cơ:

Là dạng cấu tạo đặc biệt của các dung dịch đông đặc, là một khối nóng chảy phức tạp có độ nhớt cao của các ô xyt a xit và ô xyt bazơ.

a) Cấu tạo của thủy tinh:

Trạng thái thủy tinh hóa là một dạng riêng của trạng thái vô định hình của vật chất. Khi chuyển từ trạng thái lỏng sang trạng thái rắn vô định hình trong quá trình nguội nhanh và tăng độ nhớt thì tổ chức không trật tư, đặc trưng của trạng thái lỏng được giữ nguyên lại trong trạng thái rắn. Do đó thủy tinh vô cơ có cấu trúc bên trong là không trật tự và không đồng nhất. Bộ sườn thủy tinh hóa của thủy tinh là một mạng lưới không gian không có quy luật, tạo ra bởi các hình trực thoi của ô xyt silic [SiO_4].

Trong thành phần thủy tinh vô cơ gồm có: ô xit silic, bo, phốt pho, giecmani, asen thủy tinh hóa tạo nên mạng lưới cấu trúc, các ô xyt natri, ka li, can xi, magiê, ba ri làm thay đổi các tính chất hóa lý của nó. Ngoài ra còn có các ô xyt nhôm, sắt, chì, titan, beri...làm cho thủy tinh có các tính chất kỹ thuật cần thiết. Tóm lại thủy tinh công nghiệp là một hệ thống nhiều nguyên phức tạp.

b) Phân loại thủy tinh:

* *Theo bản chất hóa học:*

- Thủy tinh alumosilicat ($Al_2O_3.SiO_2$)
- Thủy tinh bosilicat ($B_2O_3.SiO_2$)
- Thủy tinh alumobosilicat ($Al_2O_3.B_2O_3.SiO_2$)
- Thủy tinh alumophotphat ($Al_2O_3.P_2O_5$)

* *Theo lượng chứa các chất biến tính:*

- Thủy tinh kiềm (chứa các ô xyt K_2O, Na_2O)
- Thủy tinh không kiềm.
- Thủy tinh thạch anh.

* *Theo công dụn:*

- Thủy tinh kỹ thuật (thủy tinh quang học, kỹ thuật điện, thí nghiệm ..)
- Thủy tinh xây dựng (thủy tinh làm cửa, tủ kính, gạch thủy tinh...)
- Thủy tinh sinh hoạt (chậu, bát, đĩa, gương soi..)

c) Tính chất của thủy tinh:

* *Thủy tinh:* Có tính chất vô hướng.

* *Cơ tính:* Có độ bền nén cao (50÷100kG/mm2), giới hạn bền kéo rất thấp (3÷9kG/mm2), giới hạn bền uốn rất thấp (5÷15kG/mm2), mô đun đàn hồi cao (4500÷10000kG/mm2), độ dai va đập thấp (1,5÷2,5 kG.cm/cm2).

* *Tính chất quang học:*

Tính trong suốt, phản xạ, tán xạ, hấp thụ và khúc xạ ánh sáng.

* *Hệ số giãn nở nhiệ:t* nhỏ, tính chịu nhiệt tương đối cao (xác định bởi nhiệt độ mà tại đó làm nguội nhanh thủy tinh trong nước đến $0^{O}C$ mà không bị nứt).

10.2.5.Xitan:

a) Khái niệm về xitan:

Xitan là vật liệu thể rắn đa tinh thể, được tạo thành bằng cách kết tinh định hướng thủy tinh. Tên gọi xitan là do ghép hai từ silicium và cristal có nghĩa là thủy tinh tinh thể hay gốm thủy tinh.

Chế tạo xitan bằng cách nấu chảy mẻ liệu thủy tinh có thành phần xác định và pha thêm chất xúc tác để tạo mầm kết tinh. Sau đó làm nguội đên trạng thái dẻo, tạo hình theo yêu cầu và cho kết tinh. Quá trình kết tinh gọi là xitan hóa.

Thành phần mẻ liệu thủy tinh chế tạo xitancó các loại ô xyt LiO_2, Al_2O_3, SiO_2, MgO, CaO...cùng các chất tạo mầm Au, Ag, Cu nằm lơ lửng trong thủy tinh lỏng dưới dạng keo.

b) Tổ chức và tính chất của xitan:

- Tổ chức của xi tan có nhiều pha, gồm các hạt của một hay một số loại tinh thể khác nhau, ở giữa các pha tinh thể là một lớp thủy tinh (dạng vô định hình). Lượng pha tinh thể trong khoảng từ 30-95%.

- Tính chất: tính chất của xitan được quyết định bởi tổ chức và thành phần giữa các pha. Xitan có tính đẳng hướng, chịu mài tốt, ít khuyết tật bề mặt, không có rỗ xốp và ít co.

c) Phân loại xitan: Xitan được chia làm ba loại

- Xitan quang học: được chế tạo từ thủy tinh hệ Li có chất tạo mầm là các chất nhuộm dạng keo. Khi chiếu các tia cực tím hay tia rơnghen vào sẽ sảy ra quá trình hóa quang học. Quá trình kết tinh xảy ra khi nung lại sản phẩm.

- Xitan nhiệt: được chế tạo từ thủy tinh hệ $MgO-Al_2O_3-SiO_2$, $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ ...với chất tạo mầm là TiO_2, FeS. Cấu trúc tinh thể của xitan được hình thành khi nhiệt luyện lại chi tiết. (Nung cao hơn nhiệt độ t^0_{tt} và làm nguội nhanh trong dòng khí nén hay dầu).

- Xitan xỉ: nhận được từ xỉ lò cao và có thêm chất biến tính như: các muối sunphat, bột sắt...

d) Công dụng:

Xitan dùng làm ổ đỡ, các chi tiết trong động cơ đốt trong, vỏ dụng cụ điện tử, ống dẫn trong công nghiệp hóa, cánh máy nén khí, vòi phun động cơ phản lực, dụng cụ đo ...

10.2.6 Nấu thủy tinh:

a) Nguyên liệu để nấu thủy tinh:

* *Nguyên liệu chính:*

- Cát trắng hay cát thạch anh là tốt nhất để cung cấp SiO_2.

- Na_2CO_3 và Na_2SO4 để cung cấp Na_2O, thêm vào K_2CO_3 để tạo ra K_2O. Hai ôxyt này hạ thấp nhiệt độ chảy, tăng độ hòa tan và tốc độ khử bọt

- Đá vôi, đôlômit ($CaCO_3.MgCO_3$), $BaCO_3$, $BaSO_4$ để tạo ra CaO, MgO, BaO giúp cho khử bọt dễ dàng và có tác dụng hóa học tốt hơn.

** Nguyên liệu phụ*

- Chất tạo màu: nhóm này có tác dụng tạo màu cho thủy tinh theo ý muốn, gồm khá nhiều chất tùy theo yêu cầu về màu sắc. Ví dụ: MnO_2 tạo màu tím, Cr_2O_3 cho màu lục vàng, FeO cho màu xanh...

- Chất khử màu: do một số tạp chất làm cho thủy tinh có một số màu như xanh lam, vàng nhạt... Lúc này phải dùng các chất khử màu: ô xyt aseníc, ô xyt ăngtimoan, đi ôxyt xêri, ô xyt cô ban, sêlen, ô xyt niken...

- Chất ô xy hóa và chất khử: dùng khi nấu thủy tinh màu. Chất ô xy hóa: perôxit mangan, chất khử: mạt cưa, than đá, tacrat kali a xit ($KHC_4H_4O_6$)...

- Chất gây đục: dùng khi cần tạo thủy tinh đục ta cho thêm vào hợp chất của ăngtimoan, thiếc, phốt pho...

-Chất khử bọt: điôxit xê ri, triôxyt asenic ...

b) Quá trình nấu thủy tinh: Gồm năm giai đoạn sau:

- Giai đoạn tạo silicat (Na_2SiO_3)
- Giai đoạn tạo thủy tinh.
- Giai đoạn khử bọt
- Giai đoạn đồng nhất hóa.
- Giai đoạn làm nguội.

10.2.7. Các loại thủy tinh:

a) Thủy tinh dân dụng:

** Thủy tinh bao bì:*

Yêu cầu của thủy tinh bao bì là: độ bền hóa học cao, không phản ứng với các chất chứa bên trong độ bền cơ học cao, chịu được va chạm, chịu được áp suất và sự thay đổi đột ngột về nhiệt độ. Thủy tinh bao bì được phân ra làm hai loại:

- Loại miệng hẹp (đường kính trong < 30 mm): các loại chai bia, rượu, nước ngọt, thuốc...

- Loại miệng rộng (đường kính trong > 30 mmm): các lọ, bình, chậu ...

** Thủy tinh bát đĩa, pha lê:*

Yêu cầu của thủy tinh bát đĩa, pha lê:

- Phải chế tạo từ thủy tinh trong suốt không màu.
- Không có các khuyết tật: vẫn sợi, bọt và bóng khí
- Bề mặt phải sạch bóng, mép cạnh không được sắc nhọn

Công dụng: cốc uốn nước, ly rượu,lọ hoa, chùm đèn, bát đĩ a...

b) Thủy tinh chịu nhiệt và tác dụng hóa học:

Nói chung các loại thủy tinh đều có khả năng chịu tác dụng hóa học và chịu nhiệt nhất định, nhưng loại thủy tinh này dùng làm các dụng cụ chịu nhiệt độ cao hơn nhiều và làm việc trong môi trường chịu tác dụng hóa học mạnh. Hiện nay sử dụng phổ biến nhất là loại thủy tinh trên cơ sở bốn cấu tử: SiO_2-Al_2O_3-CaO-MgO có pha thêm hợp chất flo để dễ nấu chảy và một ít ô xyt kim loại. Gồm có các loại:

** Thủy tinh làm dụng cụ thí nghiệm:*

Loại thủy tinh này thuộc hệ hiều cấu tử khá phức tạp, thành phần của nó gồm: B_2O, Al_2O3, ZnO, BaO và pha thêm TiO_2, ZrO_2. Nó có khả năng chịu tác dụng hóa học tốt và chịu nhiệt khá cao.

Công dụng: Ống nghiệm, cốc đốt, lọ đựng hóa chất, pipet, bu rét ...

** Thủy tinh làm ống đựng thuốc* (ăm pun):

Đây là loại thủy tinh trung tính để không tác dụng hóa học phá hủy thuốc. Trong thành phần không được chứa các o xyt kim loại nặng PbO, ZnO, Sb_2O_3, As_2O_3.

** Thủy tinh làm nhiệt kế:*

Là loại thủy tinh khó nấu chảy không có tính kiềm hay ít kiềm. Trong thành phần của nó có chứa ôyt nhôm và ô xyt kim loại kiềm thổ cao.

** Thủy tinh thạch anh:*

Được nấu từ đá thạch anh tự nhiên hay cát thạch anh tinh khiết. Được chia làm hai loại: thạch anh không trong suốt được nấu từ các thạch anh (có nhiều bọt khí nhỏ) và thạch anh trong suốt được nấu từ thạch anh thiên nhiên.

Công dụng: làm tháp cô đặc trong công nghiệp hóa học, làm vỏ lò nung, ống bảo vệ nhiệt kế, vật cách điện, đèn chiếu tia tử ngoại...

c) Thủy tinh quang học:

** Yêu cầu của thủy tinh quang học*

- Hằng số quang học phù hợp với yêu cầu
- Không có tính lưỡng chiết hay chỉ trong giới hạn cho phép.
- Tính chất quang học phải đồng nhất.
- Không có bọt, không bị tán xạ, khúc xạ...
- Trong suốt, không màu.
- Chịu hóa học và chịu nhiệt tốt

** Công dụng:* làm các dụng cụ quang học như kính lúp, kính hiển vi, thiên văn...

d) Thủy tinh điện chân không:

** Yêu cầu:*

- Cách điện tốt, không thẩm thấu khí.
- Có thể cho qua ánh sáng trong vùng nhìn thấy được và quang phổ hồng ngoại.
- Khi đốt nóng dễ tạo hình và hàn kín.
- Tính chịu nhiệt và hóa học cao.
- Tính giãn nở tương ứng các kim loại thường dùng trong kỹ thuật điện chân không như: W, Mo, Pt, hợp kim Fe, Ni Co...

** Công dụng:* Làm bóng đèn, cổ đèn, bugi, vỏ ống phát điện tử, buồng màn hình TV (kinescốp) ...

** Các loại thủy tinh điện chân không:*

- Thủy tinh nhóm platin: có hệ số giãn nở tương tự platin, làm chân đèn, cổ kinescôp, bóng đèn, dụng cụ điện quang...
- Thủy tinh nhóm môlipđen: hệ số giãn nở tương tự Mo, dùng làm ống rơnghen, ống cách dây dẫn, cách điện trong dụng cụ bán dẫn, cửa sổ bộ nhân quang điện...

- Thủy tinh nhóm vonphram: có nhiệt độ nóng chảy cao và góc tổn thất điện môi nhỏ, dùng làm bóng đèn tròn, cổ tụ chân không, vỏ đèn thu khuếch đại, đèn phát...

e) Sợi thủy tinh:

Từ thủy tinh thạch anh, thủy tinh có hàm lượng SiO_2 cao tiến hành kéo sợi có đường kính từ 3 ÷ 30mm với chiều dài theo yêu cầu. Sợi thủy tinh dùng làm vật liệu cách điện, cách nhiệt, làm cốt trong vật liệu composit, cáp quang ...

f) Thủy tinh xây dựng:

Được sử dung rộng rãi trong các công trình xâu dựng, gồm thủy tinh tấm và gạch thủy tinh không màu hoặc có màu sắc theo yêu cầu. Chúng được dùng làm cửa, tấm lát, tường (phần lấy ánh sáng), các nơi trang trí...

g) Thủy tinh đặc biệt:

** Thủy tinh phòng vệ* (phòng ngự):

Là các loại thủy tinh dùng làm các màn chắn, cửa sổ trong các máy có phát ra các tia X, γ, β, α ...Ưu điểm của thủy tinh phòng vệ là có thể ngăn được các tia bức xạ có hại, khối lượng nhỏ và cho phép ta quan sát được các hoạt động của thiết bị đo.

Yêu cầu của thủy tinh phòng vệ:

- Có độ trong suốt cao, không màu, không bọt, vân
- Có hàm lượng chì cao.
- Chịu được tác dụng của tia γ. Hầu hết các loại thủy tinh thường khi bị tác dụng của tia γ đều bị nhuộm màu, kết tinh do đó mất khả năng tuyền ánh sáng.

Các hệ thủy tinh phòng vệ:

- PbO - CdO - SiO_2 hút trung tử và tia γ
- CdO - BaO - B_2O_3 hút trung tử
- PbO - Nb_2O_3 - P_2O_5 hút trung tử rất tốt.
- PbO - Bi_2O_3 - SiO_2 hút tia X, tia γ rất mạnh .
- PbO - B_2O_3 - Ta_2O_5 hút tia γ

** Thủy tinh cảm quang:*

Là loại thủy tinh khi chiếu các tia bức xạ vào màu sắc của nó không thay đổi, nhưng nếu tiếp sau đó đem đốt nóng để xử lý nhiệt với thời gian khác nhau màu sắc sẽ nổi lên đậm nhạt khác nhau. Chất cảm quang thường dùng: Cu, Au, Ag, Ba...

Công dụng: dùng trong in ấn, công nghiệp điện tử, vật liệu ảnh, trang trí, mỹ phẩm.

10.3. Vật liệu Compozit (Vậtliệu kết hợp)

10.3.1. Khái niệm và phân loại:

a) Khái niệm: Vật liệu compozit là loại vật liệu gồm hai hay nhiều loại vật liệu khác nhau kết hợp lại, trong đó các ưu điểm của mỗi loại được kết hợp với nhau hoặc tạo nên một chất lượng mới hoàn toàn mà nếu đứng riêng lẻ không một loại vật liệu thành phần nào có thể đáp ứng được

b) Đặc điểm và phân loại:

- Đặc điểm:

+ Là vật liệu nhiều pha: trong đó các pha rắn khác nhau về bản chất, không hòa tan lẫn nhau và phân cách với nhau bằng ranh giới pha. Phổ biến nhất là loại compozit hai pha: pha liên tục trong toàn khối gọi là nền, pha phân bố gián đoạn, được nền bao bọc gọi là cốt.

+ Trong vật liệu composit tỷ lệ, hình dáng, kích thước, sự phân bố của nền và cốt tuân theo quy luật đã thiết kế.

+ Tính chất của các pha thành phần được kết hợp lại để tạo nên tính chất chung của composit. Ta lựa chọn các tính chất tốt để phát huy thêm.

- Phân loại:

** Phân loại theo bản chất của nền:*

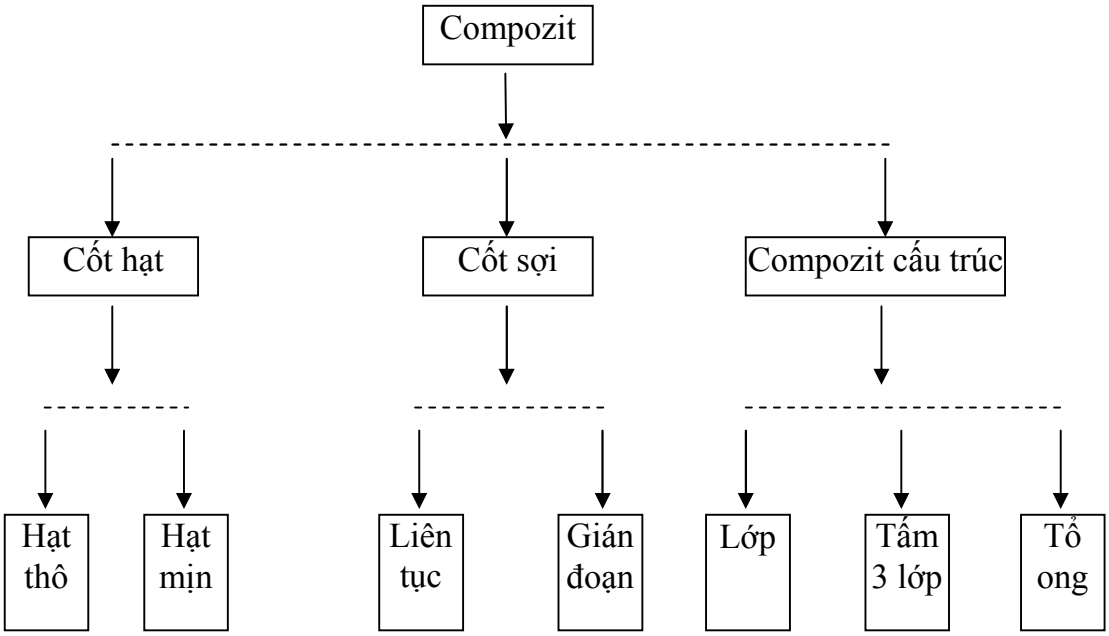
+ Composit nền chất dẻo (composit polymerit)

+ Composit nền kim loại (composit metallit)

+ Composit nền gốm (Composit céramic)

+ Composit nền là hỗn hợp của hai hay nhiều pha.

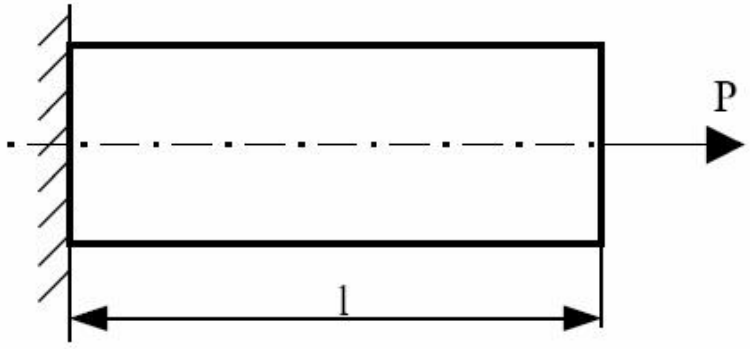
** Phân loại theo hình học của cốt hoặc đặc điểm cấu trúc:*



c) Tính chất của vật liệu composit:

** Cơ tính riêng:*

Ta khảo sát một thanh chịu kéo dọc, đúng tâm.



Quan hệ giữa lực P và biến dạng D l được biểu diễn như sau:

Quan hệ giưa lực P và biến dạng Δl được biểu diễn như sau:

$$P = \frac{E\mathrm{F}}{\mathrm{l}}\Delta l$$

Trong đó: - E là môđun đàn hồi của vật liệu (môđun Young)

- F là tiết diện ngang
- l là chiều dài thanh
- Δl là độ dãn dài tuyệt đối

Độ cứng kéo (nén) EF/l đặc trưng cho tính chất cơ học của thanh trong miền đàn hồi. Ta xét hai loại vật liệu khác nhau, ký hiệu là 1 và 2, tỷ lệ các độ cứng sẽ là:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{E_1F_1}{E_2F_2} \times \frac{l_2}{l_1} \quad (11.1)$$

Tỷ lệ khối lượng của hai thanh được biểu diễn như sau:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{F_1l_1}{F_2l_2} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (11.2)$$

Từ biểu thức 11.1 và biểu thức 11.2 ta suy ra:

$$\frac{K_1}{K} = \frac{E_1l\rho_1}{E_2l\rho_2} \cdot \frac{m_1}{m2} \cdot \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2 \quad (11.3)$$

Trong một kết cấu với các chi tiết có kích thước cho trước, ta so sánh độ cứng của kết cấu khi $l_1=l_2$ nên từ (11.3) ta có:

$$\frac{K_1}{K} = \frac{E_1l\rho_1}{E_2l\rho_2} \cdot \frac{m_1}{m_2} \quad (11.4)$$

Trong các lĩnh vực công nghiệp: hàng không, vũ trụ, thể thao, xây dựng… ta cần so sánh tính năng cơ học của các kết cấu có cùng khối lượng: $m_1=m_2$ ta có:

$$\frac{K_1}{K} = \frac{E_1l\rho_1}{E_2l\rho_2} \quad (11.5)$$

Từ (11.5) ta thấy rằng một vật liệu được coi là tốt hơn khi có giá trị E/ρ cao hơn, có nghĩa là sẽ có độ cứng của thanh cao hơn. Đại lượng E/ρ được gọi là mô đun riêng của vật liệu (hay môđun Young riêng)

Tương tự như vậy nếu gọi σ_b là ứng suất phá huỷ của vật liệu thì đại lượng σ_b/γ được gọi là ứng suất riêng (hay độ bền riêng).

** Cơ tính riêng của vật liệu:*

Ta không thể sử dụng trực tiếp các sợi cốt vì đường kính của chúng quá nhỏ (10 ÷ 20 μm) vì vậy cần phải trộn sợi với nhựa polyme (nền) để được vật liệu composit cốt sợi. Nền có chức năng liên kết, bảo vệ và truyền lực cho sợi. Vấn đề quan trọng là phải tìm được các vật liệu vừa có mô đun cao, khối lượng riêng nhỏ và giá thành hợp lý.

10.3.2.Nền:

Nền có vai trò sau đây:

- Liên kết toàn bộ các phần tử cốt thành một khối composit thống nhất.

- Tạo khả năng để tiến hành các phương pháp gia côngvật liệu composit thành các chi tiết thiết kế.

- Che phủ, bảo vệ cốt tránh các hư hỏng do tác dụng của môi trường. Vật liệu nền: polyme, kim loại, gốm và hỗn hợp.

10.3.3.Các loại vật liệu composit thông dụng:

a) Composit hạt: Cấu tạo gồm các phần tử cốt dạng hạt đẳng trục phân bố đều trong nền. Các phần tử cốt là các pha cứng và bền hơn nền: ô xyt, nitrit, các bit...

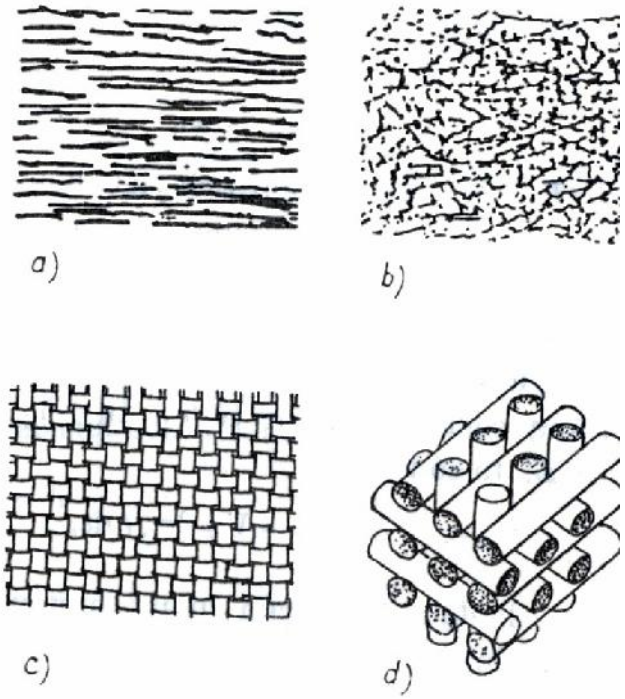
- Composit hạt thô nền polyme: hạt cốt là thạch anh, thủy tinh, stêalit, ô xyt nhôm...Được sử dụng phổ biến trong đời sống: cửa, tường ngăn, trần nhà..

- Composit hạt thô nền kim loại: hạt cốt là các phần tử cứng: WC, TiC, TaC nền là Co dùng làm dụng cụ cắt gọt, khuôn kéo, khuôn dập...Ngoài ra còn có các hợp kim giả: W-Cu, W-Ag, Mo-Cu, Mo-Ag...sử dụng trong kỹ thuật điện.

- Composit hạt thô nền gốm: điển hình là bê tông. Cốt là tập hợp các hạt rắn: đá, sỏi... liên kết bởi nền là xi măng.

Bê tông at phan (nền là xi măng atphan) dùng rải đường, làm cầu, cống...Bê tông với nền là xi măng pooc lăng sử dụng rộng rãi trong xây dựng nhà cửa, các công trình...

- Composit hạt mịn: các phần tử cốt có kích tước rất nhỏ < 0,1 m m, cứng và ổn định nhiệt cao, phân bố trên nền kim loại hay hợp kim, được sử dụng trong lĩnh vực nhiệt độ cao.



Hình 10.2 – Sơ đồ phân bố cốt sợi

a) Một chiều song song
b) Ngẫu nhiên, rối trong một mặt
c) Dệt hai chiều vuông góc trong một mặt
d) Đan, quấn 3 chiều vuông góc

b) Composit sợi: Đây là loại vật liệu kết cấu quan trọng nhất, hiện đang nghiên cứu và sử dụng phổ biến. Cấu tạo của nó gồm cốt dạng sợi phân bố trong nền theo quy luật đã thiết kế. Gồm các loại sau đây:

- Composit sợi thủy tinh: hiện tại là loại vật liệu thông dụng nhất, cốt là sợi thủy tinh, nền là polieste, đôi khi dùng bakêlit. Công dụng:mui xe hơi, cửa, thùng xe lạnh, sitec, mũi máy bay, vỏ bảo vệ buồng lái tàu vũ trụ.

- Composit sợi các bon: Cốt là sợi các bon, hay sợi các bon thủy tinh. Nền là êpôxiphê non, polieste hay các bon. Công dụng: thân máy bay quân sự, phần lái

cánh tàu bay, thùng xe hơi, công nghiệp tàu thủy, vật liệu cách nhiệt của động cơ, đĩa ma sát...

- Composit sợi hữu cơ: Cốt là các sợi polime, nền là polime. Công dụng: vật liệu cách nhiệt, cách điện, các kết cấu ô tô, máy bay...

10.4. Vật liệu Ceramic

10.4.1.Khái niệm: là vật liệu vô cơ được chế tạo bằng cách dùng nguyên liệu ở dạng hạt (bột) ép thành hình và thiêu kết để tạo thành sản phẩm (luyện kim bột). Sau khi thiêu kết vật liệu céramic đã có ngay các cơ lý hóa tính cần thiết.

10.4.2.Đặc điểm: Trong vật liệu céramic bao giờ cũng tồn tại ba pha:

- Pha tinh thể (pha hạt) ở dạng hợpü chất hóa học hay dung dịch rắn, là pha chủ yếu quyết định các tính chất của vật liệu. Pha tinh thể thường dùng là: ôxýt, nitrit, borit, cácbit hay kim loại nguyên chất.
- Pha thủy tinh (vô định hình) là chất liên kết các hạt lại với nhau, chiếm tỷ lệ từ 1÷40% thể tích.
- Pha khí: do được chế tạo bằng luyện kim bột nên trong sản phẩm bao giờ cũng có lỗ xốp nhất định, trong đó chứa các khí và tạo thành pha khí. Pha này ảnh hưởng rất lớn đến một số tính chất của vật liệu. (độ bền kéo, uốn). Pha khí thường gặp là các lỗ xốp hở. Nếu là các lỗ xốp kín sẽ làm giảm mạnh độ bền.

10.4.3.Các loại vật liệu céramic thông dụng:

a) Céramic xốp làm tấm lọc:

Thông dụng nhất là loại céramic xốp với hạt hình cầu, có độ xốp 30 ÷ 40% có khả năng lọc các tạp chất cỡ hạt đến 10 μm. Nếu dùng loại hạt không phải hình cầu độ xốp đạt được 60 ÷ 70% lọc được tạp chất cỡ 1 ÷ 2 μm.

Công dụng:

- Các lọc trên cơ sở brông: lọc nhiên liệu lỏng, dầu, không khí, nước.
- Các lọc bằng thép không rỉ: lọc khí lò cao, không khí, a xit, kiềm.
- Các lọc bằng titan: lọc a xit acétit, nước cường toan, các khí cháy.
- Các lọc bằng tantan: lọc a xit sunphuríc, nitrit, clohydrit.

b) Céramic xốp công dụng đặc biệt:

Là céramic trên cơ sở bột thép không rỉ $Cr_{12}Ni_9$ và các hợp kim trên cơ sở Ni, Co, W, Mo dùng để chống đóng băng trên đuôi và cánh của máy bay. Do vậy làm tăng thêm công suất động cơ từ 0,5 ÷ 1,5%.

c) Céramic xốp chống ma sát:

Các ổ trượt chế tạo từ céramic xốp rẻ tiền hơn các loại babit. Đặc điểm của cé ramic xốp chống ma sát là do có các lỗ xốp (20 ÷ 35% thể tích) chứa dầu bôi trơn, ổn định trong suốt quá trình làm việc. Với áp lực không lớn và tốc độ vòng nhỏ, dầu chứa trong các lỗ xốp đủ đảm bảo cho máy làm việc lâu dài mà không cần cho thêm dầu mỡ.

Công dụng: sử dụng chủ yếu trong công nghiệp dệt và thực phẩm. Gồm có các loại sau:

- Hợp kim trên cơ sở sắt (bạc sắt xốp): chủ yếu dùng bột sắt, trộn thêm 0,3 ÷ 3% graphit ngoài ra có thể cho thêm: bột can xi (2,5 ÷ 10%) hay lưu huỳnh

(0,8÷1%), 4% ZnS hay 3,5% CuS. Sau khi thiêu kết xong đem ngâm trong dầu nóng với thời gian từ 40÷90 giờ tùy theo yêu cầu độ ngấm dầu.

- Hợp kim trên cơ sở đồng (đồng dầu): thường dùng hợp kim Cu-Sn, Cu-Sn-Pb-Zn. Phổ biến nhất là loại hợp kim Cu-Sn: dùng 90% bột đồng trộn với 10% bột thiếc, cho thêm 1 ÷ 3% graphit để giảm ma sát.

- Vật liệu xốp kim loại -chất dẻo:

Bằng cách tẩm các chất dẻo: flo, teflon, fluoran lên bề mặt các ổ trượt bằng latông, thép không rỉ...Công dụng: làm ổ trượt không cần bôi trơn trong môi trường không khí, nước, xăng dầu, một số loại a xit.

d)Vật liệu céramic đặc:

Loại vật liệu này có mật độ cao và độ bền cao gần xấp xỉ vật liệu rèn, đúc. Ưu điểm nổi bật của nó là có thể sản xuất hàng loạt các chi tiết phức tạp, có dung sai nhỏ và không cần gia công tiếp sau đó. Công dụng: chế tạo bánh răng, cam, bánh cóc, vòng bi, mâm bơm cánh quạt, đai ốc đặc biệt... Gồm các loại sau:

- Vật liệu trên cơ sở sắt: Dùng bột sắt thuần túy hay hợp kim sắt các bon, pha thêm các nguyên tố Cu, Ni, Cr, P. Thông dụng nhất hiện nay là hợp kim Fe-Cu, Fe-Ni không có các bon.

- Vật liệu trên cơ sở kim loại màu: Céramic trên cơ sở kim loạimàu thông dụng nhất là trên cơ sở Cu-Al. Trong các lĩnh vực đặc biệt còn sử dụng trên cơ sở Ti, Zr, Be, U..

- Vật liệu trên cơ sở bột đồng: dùng bột đồng hay la tông, brông có pha thêm stêarat Li, stêarat Zn. Công dụng: làm các chổi điện, tiếp điểm, màng lọc, chi tiết chịu ma sát và chống mài mòn.

- Vật liệu trên cơ sở bột chì: loại này có khối lượng riêng lớn, chống ăn mòn cao, cách âm tương đối tốt. Công dụng: làm các chi tiết cách âm trong máy bay, bánh đà máy in nhỏ...

10.5. Vật liệu thông minh

+ Vật liệu có thể thay đổi độ cứng và co dãn: Các nhà khoa học đã lấy bột thạch cao mịn, bột đá vôi và than mịn, trộn vào dầu ô liu và một ít nước rồi cho vào máy lắc, lắc đều và lắc thật lâu, khiến cho dầu và nước là hai thứ vốn không chịu hòa hợp với nhau thì nay phải xen kẽ đều vào nhau, hòa quyện vào nhau để trở thành một thể dung dịch nhớt - dẻo mà vẫn lỏng.

Người ta cho dung dịch này đi qua một điện trường mạnh để biến thành thể rắn. Tùy theo cường độ điện trường mạnh hay yếu mà dung dịch này biến thành thể rắn nhanh hay chậm. Hiện tượng này cũng diễn ra theo chiều ngược lại.

Hiện tượng vật lý nói trên gọi là "điện lưu biến". Người ta nghĩ ngay đến việc dùng điện lưu biến để chế tạo bộ phanh của ôtô. Nếu dùng bộ phanh thắng điện lưu biến này thì người lái xe chỉ cần bấm nút điện để tạo ra từ trường cho dung dịch, thì xe phanh lại chỉ sau vài phần ngàn giây. Vật liệu điện lưu biến có thể thay đổi độ cứng, có thể co, dãn giống như bộ cơ của động vật mỗi khi điện trường thay đổi. Tính chất này mở ra triển vọng lớn cho ngành hàng không và vũ trụ trong tương lai.

+ Vật liệu biết trước sự cố công trình xây dựng: Trong quá trình xây dựng nhà cao tầng, cầu cống, thân đập thủy điện... người ta gắn vào kết cấu của

chúng những sợi cáp quang nhạy cảm với áp lực cơ học để theo dõi diễn biến thường xuyên của công trình. Nếu có biểu hiện sụt, lún, nghiêng... cáp quang sẽ báo trước cho người sử dụng biết để phòng tránh và có biện pháp gia cố kịp thời. Trường hợp này người ta quen gọi đó là bộ "dò tìm" để gắn vào mạng cung cấp nhiệt, trạm mạng điện, hệ thống đường ống dẫn dầu khí, hoặc trong hệ thống tự động của dây chuyền sản xuất... Thông tin của các "bộ dò tìm" được kết nối với máy tính, có chức năng phân tích thông tin và tự động chọn giải pháp xử lý trước những thay đổi của môi trường nơi đó.

+ **Vật liệu dẫn đường:** Người ta bôi chất đổi màu lên khung đường viền của đường bộ. Chất này sẽ biến thành màu đỏ khi thời tiết xấu để cảnh báo cho lái xe biết khúc đường này đang trong tình trạng trơn, dễ trượt, dễ lật đổ xe. Khi không còn nguy cơ trơn trượt nữa, chất này lại trở về màu xám tro cũ của mình

+ **Vải không bám bụi:** Nhà khoa học Wihenlm Harthlott nhờ khám phá cơ chế tẩy rửa bụi và không dính nước của lá sen đã chế tạo ra loại vải thông minh không bám bụi, không bị ướt... Ông hy vọng một ngày nào đó, nhờ cơ chế này mà loài người sẽ xây dựng được những ngôi nhà không bám bụi, những mặt kính không bị bụi ngăn cản ánh sáng.

+ **Vải điều hòa nhiệt độ:** Tự sưởi nóng cho người mặc khi băng giá, tự làm mát khi nóng bức, thay đổi được kích cỡ khi nhiệt độ thay đổi (ví như loại vải có pha trộn niken, titan và ni-lông, khi nóng bức, cánh tay áo của loại vải này tự co lại lên đến khuỷu tay, khi nhiệt độ tụt xuống vài độ, tay áo lại được trải dài ra).

PHỤ LỤC

CHƯƠNG I. CẤU TẠO TINH THỂ CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI 1
1.1. Khái niệm và đặc điểm của kim loại 2
1.2. Cấu tạo mạng tinh thể của kim loại nguyên chất 4
1.3. Các sai lệch trong mạng tinh thể 8
1.4. Các phương pháp nghiên cứu kim loại và hợp kim 9
CHƯƠNG II. HỢP KIM VÀ GIẢN ĐỒ TRẠNG THÁI 10
2.1. Khái niệm về hợp kim 10
2.2. Các pha và tính chất các pha trong hợp kim 11
2.3. Giản đồ trạng thái của hệ hợp kim hai nguyên 13
2.4. Giản đồ trạng thái sắt – các bon 14
CHƯƠNG III. CÁC CHUYỂN BIẾN PHA KHI NHIỆT LUYỆN 20
3.1. Khái niệm về nhiệt luyện 20
3.2. Các chuyển biến khi nung nóng thép 21
3.3. Chuyển biến xảy ra khi làm nguội chậm 23
3.4. Chuyển biến xảy ra khi làm nguội nhanh – chuyển biến Mactenxit 28
3.5. Chuyển biến khi nung nóng thép đã tôi – chuyển biến khi ram 30
CHƯƠNG 4. CÔNG NGHỆ NHIỆT LUYỆN THÉP 33
4.1. Ủ và thường hoá 33
4.2. Tôi thép 35
4.3. Ram thép 41
4.4. Tôi bề mặt thép 42
4.4. Tôi bề mặt thép 46
CHƯƠNG V. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ GANG 49
5.1. Khái niệm chung 49
5.2. Gang trắng 49
5.3. Gang xám 49
5.4. Gang cầu 51
5.5. Gang dẻo 52
5.6. Gang hợp kim 54
5.7. Nhiệt luyện gang 54
CHƯƠNG VI. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ THÉP 55
6.1. Khái niệm về thép cacbon 55
6.2. Khái niệm về thép hợp kim 59
CHƯƠNG VII. THÉP KẾT CẤU 64
7.1. Khái niệm chung về thép kết cấu 64
7.2. Thép thấm cacbon 66
7.3. Thép hoá tốt 68
7.4. Thép đàn hồi 70
CHƯƠNG VIII. THÉP HỢP KIM DỤNG CỤ VÀ THÉP HỢP KIM CÓ TÍNH CHẤT ĐẶC BIỆT 71
8.1. Thép và hợp kim làm dao cắt 71
8.2. Thép làm khuôn dập 76

8.3. Thép không gỉ 78
8.4. Thép và hợp kim làm việc ở nhiệt độ cao (Thép bền nóng) 80
8.5. Thép chống mài mòn 81
CHƯƠNG IX. KIM LOẠI VÀ HỢP KIM MẦU THÔNG DỤNG 81
9.1. Nhôm và hợp kim nhôm 81
9.2. Đồng và hợp kim đồng 86
9.3. Hợp kim ổ trượt 88
CHƯƠNG X. 91
CÁC VẬT LIỆU KHÁC DÙNG TRONG CHẾ TẠO MÁY 91
10.1. Vật liệu thiêu kết 91
10.2. Vật liệu chất dẻo (POLYME) 95
10.3. Vật liệu Compozit (Vậtliệu kết hợp) 102
10.4. Vật liệu Ceramic 106
10.5. Vật liệu thông minh 107