

MỞ ĐẦU

Trong lịch sử phát triển của xã hội loài người chúng ta đã sử dụng rất nhiều loại vật liệu khác nhau, với tính năng sử dụng của chúng càng ngày càng cao hơn. Đầu tiên là thời kỳ đồ đá, sau đó tiến đến thời đại đồ đồng, đồ sắt.v.v. Cho đến ngày nay là một loạt các loại vật liệu mới như : composit, ceramit, pôlyme. v.v. Các loại vật liệu này (đặc biệt là kim loại & hợp kim, cùng với các loại vật liệu mới) đã góp phần thúc đẩy sự phát triển của xã hội loài người một cách nhanh chóng.

Ngày nay trong các lĩnh vực công nghiệp, quốc phòng, đời sống...đòi hỏi vật liệu sử dụng cần phải có rất nhiều tính chất khác nhau. Ví dụ : khi thì cần có tính dẫn điện rất cao để dùng trong ngành điện lực, lúc lại yêu cầu có độ cứng lớn để làm các loại dụng cụ cắt gọt kim loại, khi lại cần có độ bền lớn để làm các cấu kiện xây dựng, hoặc phải có tính dẻo cao để cán, dập, kéo nguội, hay cần độ bền cao nhưng khối lượng riêng nhỏ để dùng trong công nghiệp hàng không...Tất cả các yêu cầu này đều có thể được đáp ứng bởi vật liệu kim loại cũng như các loại vật liệu mới.

Môn vật liệu học sẽ trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản của các loại vật liệu chính : tinh thể, các hợp kim, bán dẫn và ion, cộng hóa trị ... cũng như kiến thức về xử lý nhiệt của chúng. Mục đích của môn học này giúp cho sinh viên hiểu rõ các loại vật liệu khác nhau dựa trên mối quan hệ giữa cấu trúc (liên kết hóa học, kiểu mạng tinh thể) và cơ lý tính, thực hành được các thí nghiệm cơ bản để xác định cơ tính của vật liệu và biết lựa chọn vật liệu phù hợp nhất đáp ứng nhu cầu sử dụng sau này. Khi nghiên cứu một vật liệu bất kỳ chúng ta đều dựa vào bốn cực cơ bản sau đây : Kết cấu của cấu trúc, các tính chất, sự tổng hợp các phương pháp gia công và hiệu quả sử dụng của nó. Một sản phẩm có thể gồm hàng chục loại vật liệu khác nhau tạo nên. Ví dụ ô tô RENAULT CLIO 1,2 RN của Pháp gồm mười một loại vật liệu sau đây tạo nên :

1- Thép tấm	40,9%	2-Thép hình	10,9%
2-Gang	11,3%	4-Hợp kim nhôm	4,2%
5-Các kim loại màu khác	3,9%		
6-Chất dẻo	10,2%	7-Chất dẻo đàn hồi	3,4%
8-Vật liệu hữu cơ khác	3,4%		
9-Thủy tinh	4,2%	10-Sơn	1,7%
11-Chất lỏng	5,9%		

Yêu cầu của người kỹ sư các ngành cơ điện tử ngoài khả năng hiểu biết về chuyên môn sâu của ngành học, còn phải nắm được những tính chất cơ bản của các loại vật liệu để từ đó có thể sử dụng một cách hợp lý nhất nhằm nâng cao tuổi thọ của máy móc, công trình, hạ giá thành sản phẩm ...

Môn học này kế thừa kiến thức của khá nhiều các lĩnh vực khác nhau : tinh thể học, cơ lượng tử, lý thuyết lệch, vật lý tia rơn ghen, ăn mòn và bảo vệ kim loại ...do đó khối lượng kiến thức khá lớn và có nhiều mặt. Vì vậy đòi hỏi người học phải nắm vững các kiến thức cơ bản về vật liệu và thực hành nghiêm túc các thí nghiệm. Khi nghiên cứu môn học này phải nắm chắc mối quan hệ giữa thành phần hóa học, cấu trúc và tính chất của vật liệu. Bất kỳ sự thay đổi nào của thành phần hóa học và cấu trúc sẽ dẫn tới sự biến đổi của tính chất vật liệu.

1.1.2. Các loại liên kết nguyên tử thường gặp :

Trong chất rắn thường gặp bốn loại liên kết sau đây : liên kết đồng hóa trị, liên kết ion, liên kết kim loại, liên kết hỗn hợp và liên kết Vanderval.

1-Liên kết đồng hóa trị :

Liên kết này tạo ra khi hai hoặc nhiều nguyên tử góp chung nhau một số điện tử để có đủ tám điện tử ở lớp ngoài cùng (điện tử hóa trị). Ví dụ liên kết đồng hóa trị giữa hai nguyên tử clo trong phân tử Cl_2 . Hai nguyên tử này có số điện tử lớp ngoài cùng là 7. Do vậy chúng phải góp chung hai điện tử lớp ngoài cùng để đủ tám điện tử.

Đặc điểm của liên kết đồng hóa trị :

1-Liên kết có tính định hướng, nghĩa là xác suất tồn tại các điện tử liên kết lớn nhất theo phương nối tâm các nguyên tử.

2-Cường độ liên kết phụ thuộc rất mạnh vào đặc tính liên kết giữa các điện tử hóa trị với hạt nhân. Ví dụ các bon ở dạng đa hình kim cương có liên kết đồng hóa trị rất mạnh vì bốn điện tử hóa trị (trong số sáu điện tử) liên kết hầu như trực tiếp với hạt nhân. Do vậy nhiệt độ nóng chảy của nó cao hơn $3550^\circ C$. Trong khi đó thiếc (Sn) có liên kết đồng hóa trị rất yếu vì bốn điện tử hóa trị (trong số 50 điện tử) nằm xa hạt nhân nên lực liên kết yếu đối với hạt nhân do đó nhiệt độ nóng chảy thấp $270^\circ C$.

3-Liên kết đồng hóa trị có thể xảy ra giữa các nguyên tử cùng loại (của một nguyên tố hóa học trong các nhóm từ IVA đến VIIA), gọi là *liên kết đồng hóa trị đồng cực*. Ví dụ trong phân tử Cl_2 hay các tinh thể kim cương, si líc, gécmani ...Liên kết đồng hóa trị giữa các nguyên tử khác loại (các nguyên tố hóa học nhóm IIIA với nhóm VIA) gọi là *liên kết đồng hóa trị dị cực*.

2-Liên kết ion :

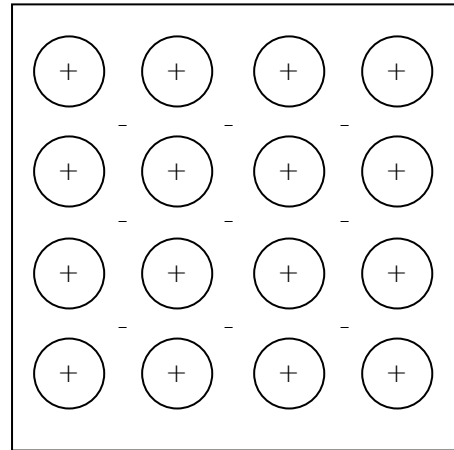
Đây là loại liên kết mạnh, các nguyên tử cho bớt điện tử lớp ngoài cùng và trở thành ion dương hay nhận thêm điện tử để bão hòa lớp ngoài cùng và trở thành ion âm. Ví dụ : trong liên kết LiF, Li cho bớt một điện tử lớp ngoài cùng trở thành Li^+ , còn F nhận thêm một điện tử và trở thành F^- .

Liên kết ion thường tạo nên giữa các nguyên tố có nhiều điện tử hóa trị (nhóm VIB, VIIB) với các nhóm nguyên tố có ít điện tử hóa trị (nhóm IB, IIB). Các ô xyt kim loại Al_2O_3 , MgO , CaO , Fe_3O_4 có liên kết chủ yếu là liên kết ion.

Liên kết ion càng bền vững (càng mạnh) khi các nguyên tử chứa càng ít điện tử, nghĩa là các điện tử cho và nhận nằm gần hạt nhân. Liên kết ion là loại liên kết không định hướng. Ví dụ : hydro tạo với F, Cl, Br, I các hợp chất HF, HCl, HBr, HI có năng lượng liên kết lần lượt là 5,81; 4,44; 3,75 và 3,06 eV/mol.

3-Liên kết kim loại :

Các ion dương kim loại tạo thành mạng xác định, đặt trong không gian điện tử tự do chung. Năng lượng liên kết là tổng hợp lực đẩy và hút tĩnh điện giữa các ion dương và mây điện tử tự do. Liên kết kim loại thường được tạo nên từ những nguyên tử có ít điện tử hóa trị. Ví dụ : các nguyên tử ở nhóm IA trong bảng tuần hoàn Mendêlêep với một điện tử hóa trị có tính kim loại điển hình. Càng đi về bên phải của bảng tuần hoàn tính chất đồng hóa trị trong liên kết càng cao. Các chất rắn có liên kết kim loại trong cấu trúc tinh thể của nó có tính đối xứng cao.



Hình 1.1- Liên kết kim loại.

4-Liên kết hỗn hợp :

Liên kết đồng hóa trị thuần túy chỉ có được trong trường hợp liên kết đồng cực (giữa các nguyên tử của cùng một nguyên tố hóa học). Trong trường hợp liên kết dị cực (giữa các nguyên tử của các nguyên tố khác nhau) điện tử hóa trị tham gia liên kết chịu hai ảnh hưởng trái ngược :

- Bị hút bởi hạt nhân của nó
- Bị hút bởi hạt nhân của nguyên tử thứ hai để tạo điện tử chung.

Khả năng của hạt nhân hút điện tử hóa trị được gọi là tính âm điện của nguyên tử. Sự khác nhau về tính âm điện giữa các nguyên tử trong liên kết đồng hóa trị làm đám mây điện tử "chung" bị biến dạng và tạo thành ngẫu cực điện, đó là tiền tố của liên kết ion. Tính ion của liên kết sẽ càng lớn nếu sự khác nhau về tính âm điện của các nguyên tử càng lớn. Ví dụ : Na có tính âm điện bằng 0,9 còn Cl có tính âm điện bằng 3,0. Do vậy trong liên kết NaCl gồm khoảng 58% liên kết ion và 48% liên kết đồng hóa trị. Tất cả những liên kết dị cực đều mang tính chất hỗn hợp giữa liên kết ion và đồng hóa trị

5-Liên kết yếu (liên kết Val der Val) :

Liên kết đồng hóa trị cho phép giải thích sự tạo thành các phân tử như nước (H_2O) hay polyetylen (C_2H_4)_n nhưng không thể giải thích sự tạo thành một số vật rắn từ những phân tử trung hòa như nước đá, polyme...

Trong nhiều phân tử có liên kết đồng hóa trị, do sự khác nhau về tính âm điện của các nguyên tử, trọng tâm điện tích dương và điện tích âm không trùng nhau sẽ tạo thành ngẫu cực điện và phân tử bị phân cực. Liên kết Val der Val là liên kết do hiện tượng hút nhau giữa các nguyên tử hoặc phân tử bị phân cực ở trạng thái rắn . Đây là loại liên kết yếu, rất dễ bị phá hủy do ba động nhiệt. Do vậy các chất rắn trên cơ sở liên kết Val der Val có nhiệt độ nóng chảy thấp.

1.2.CẤU TẠO MẠNG TINH THỂ LÝ TƯỞNG :

1.2.1.Các khái niệm cơ bản :

1-Mặt tinh thể : trong kim loại các nguyên tử sắp xếp có trật tự , tức là chúng đều nằm trên những mặt phẳng song song và cách đều nhau gọi là mặt tinh thể . Tập hợp vô số các mặt như vậy tạo nên mạng tinh thể .

2-Khối cơ sở (còn gọi là ô cơ bản) :là phần nhỏ nhất đặc trưng cho một loại mạng tinh thể .Có thể xem như mạng tinh thể là do vô số các khối cơ sở xếp liên tiếp nhau tạo nên.


3-Thông số mạng (còn gọi là hằng số mạng) : là khoảng cách giữa hai nguyên tử trên một cạnh của khối cơ sở .Thông số mạng là kích thước cơ bản của mạng tinh thể, từ đó có thể suy ra các khoảng cách bất kỳ trong mạng .Đơn vị đo thông số mạng là kx (nano mét) hay ăngstrông , với $1kx = 1,00202A^{\circ} = 1,00202.10^{-8} \text{ cm}$. Theo thông số mạng ta có thể tính được đường kính nguyên tử kim loại . Thông số mạng thường ký hiệu là a .

1.2.2.Các kiểu mạng tinh thể thường gặp :

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

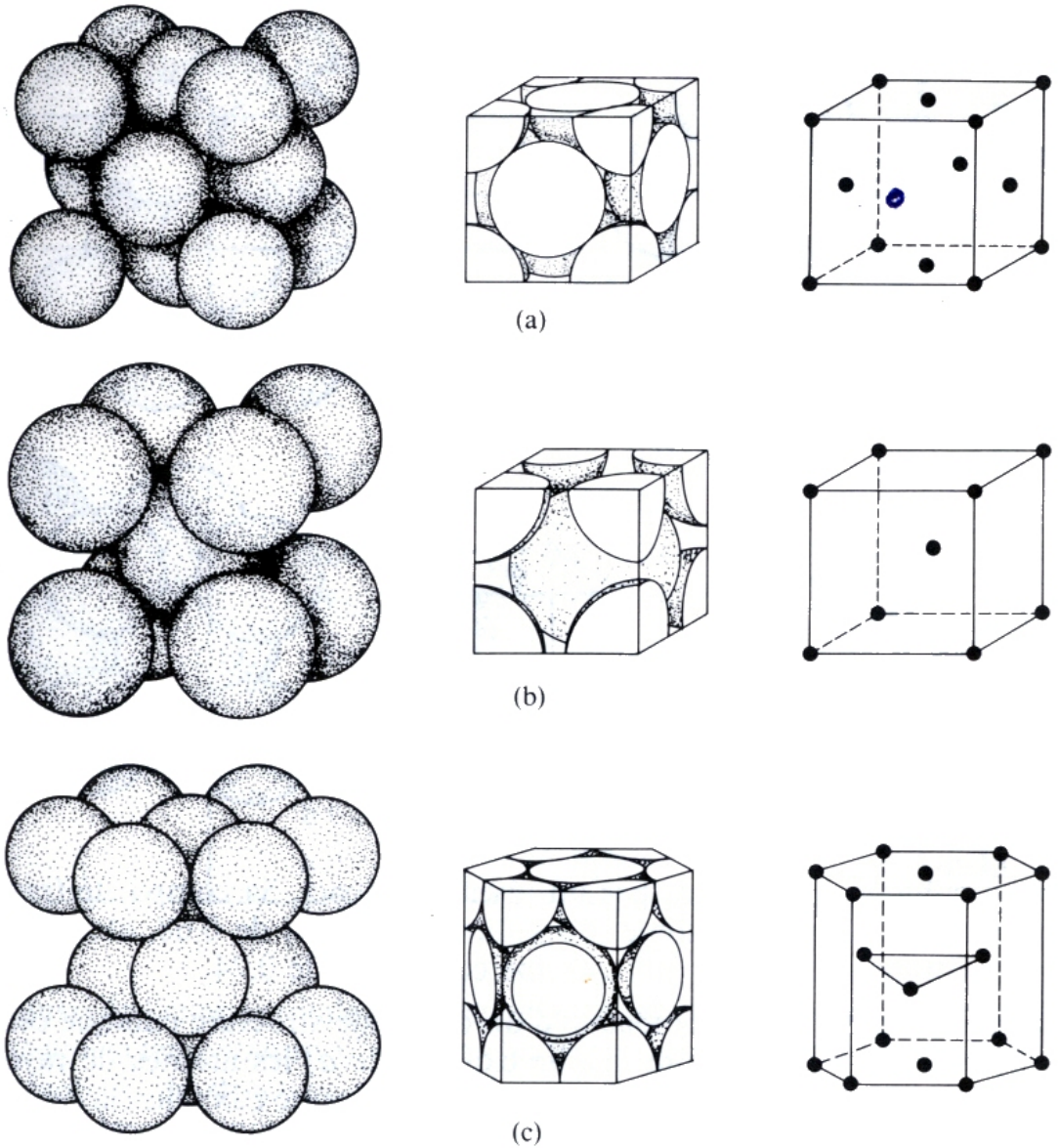
1-Lập phương tâm khối A2 (thể tâm) : Các nguyên tử nằm ở các đỉnh và ở trung tâm của khối lập phương . Nếu coi các nguyên tử là hình cầu và biểu diễn gần như thật thì các nguyên tử nằm ở các đỉnh chéo nhau thì tiếp xúc với nhau qua nguyên tử ở trung tâm .Các nguyên tử còn lại không tiếp xúc với nhau . Kiểu mạng này có trong các kim loại Fe_{α} Cr, Mo, V. Khoảng cách gần nhất giữa hai nguyên tử là $d = \frac{a\sqrt{3}}{2}$ và $r = \frac{a\sqrt{3}}{4}$. Kiểu mạng này có một thông số mạng là a . Kiểu mạng này có số sắp xếp là K8, nghĩa là bất kỳ nguyên tử nào cũng có tám nguyên tử cách đều nó một khoảng gần nhất.

2- Lập phương tâm mặt A1 (diện tâm) : Các nguyên tử nằm ở các đỉnh và tâm của các mặt bên . Nếu coi các nguyên 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 Fe_{γ} , Cu, Ni, Al, Pb...Số sắp xếp của mạng A1 là K12.

3-Sáu phương xếp chặt A3 (lục giác xếp chặt) : 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 .Sáu phương xếp chặt có hai thông số mạng là a và c , tỉ số c/a gọi là hệ số xếp chặt .Trong trường hợp lý tưởng $\frac{c}{a} = \sqrt{\frac{8}{3}} \approx 1,633$ ng thực tế tỉ số c/a không đúng là 1,633 mà dao động trong khoảng $1,57 \div 1,64$ và cũng được coi là xếp chặt . Các kim loại có kiểu mạng này là : Zn, Cd, Co_{α} , Mg, Ti, Ru...

4-Chính phương tâm khối (thể tâm) : Trong tổ chức của thép sau khi tôi (mactexit) 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 .



Hình 1.2- Mô hình và các sắp xếp nguyên tử trong khối cơ sở.

- a) Lập phương tâm mặt
- b) Lập phương tâm khối
- c) Sau phương xếp chặt

1.3.CẤU TẠO MẠNG TINH THỂ THỰC TẾ :

1.3.1.Phân loại các sai lệch trong mạng tinh thể :

Các cấu trúc trình bày ở trên gọi là cấu trúc của tinh thể lý tưởng vì khi xem xét đã bỏ qua dao động nhiệt và các sai hỏng trong trật tự sắp xếp của các nguyên tử (ion, phân tử). Các sai hỏng đó gọi là sai lệch mạng tinh thể hay khuyết tật mạng. Hành vi của tinh thể dưới tác dụng của ngoại lực (biến cứng, biến dạng dẻo), độ dẫn điện, tính cách điện và tính bán dẫn ... sẽ bị ảnh hưởng rất lớn do sai lệch mạng tinh thể. Dựa vào kích thước theo ba

chiều sai lệch mạng được phân ra làm ba loại : sai lệch điểm, sai lệch đường, sai lệch mặt và khối.

1.Sai lệch điểm :

Sai lệch điểm là các sai lệch có kích thước rất nhỏ theo ba chiều đo không gian (cỡ kích thước nguyên tử). Có các dạng sau : nút trống, nguyên tử xen kẽ và nguyên tử tạp chất.

a-Nút trống và nguyên tử xen kẽ : Trong tinh thể nguyên tử luôn luôn dao động nhiệt xung quanh vị trí cân bằng của mình. Tại nhiệt độ xác định, năng lượng dao động của mỗi nguyên tử tuân theo lý thuyết thống kê Mác xoen - Bol zơ man nên không giống nhau. Khi một số nguyên tử nào đó có năng lượng cao, với biên độ dao động lớn, chúng có khả năng rời bỏ nút mạng và để lại nút không có nguyên tử, đó là nút trống. Sau đó nguyên tử có thể chuyển sang vị trí giữa các nút (cơ chế tạo nút trống Frenken) tạo ra sai lệch điểm dạng nguyên tử xen kẽ . Khi nguyên tử rời khỏi vị trí cân bằng đi ra bề mặt tinh thể gọi là cơ chế nút trống Sôtky

Sự xuất hiện nút trống và nguyên tử xen kẽ luôn làm xuất hiện trường ứng suất hình cầu (kéo xung quanh nút trống và nén xung quanh nguyên tử xen kẽ). Nồng độ nút trống thực tế lớn hơn nhiều so với nguyên tử xen kẽ vì năng lượng tạo nút trống nhỏ hơn nhiều so với nguyên tử xen kẽ. Mật độ nút trống biểu diễn theo công thức :

$$\frac{n}{N} = \exp\left(-\frac{Q}{KT}\right)$$

Trong đó : -n,N : số nút trống và số nút mạng.

-Q : năng lượng tạo nút trống

-K : hằng số Bolzoman

-T : nhiệt độ tuyệt đối.

Qua công thức trên ta thấy rằng nồng độ nút trống tăng nhanh theo nhiệt độ và có giá trị lớn nhất ở kim loại lỏng.

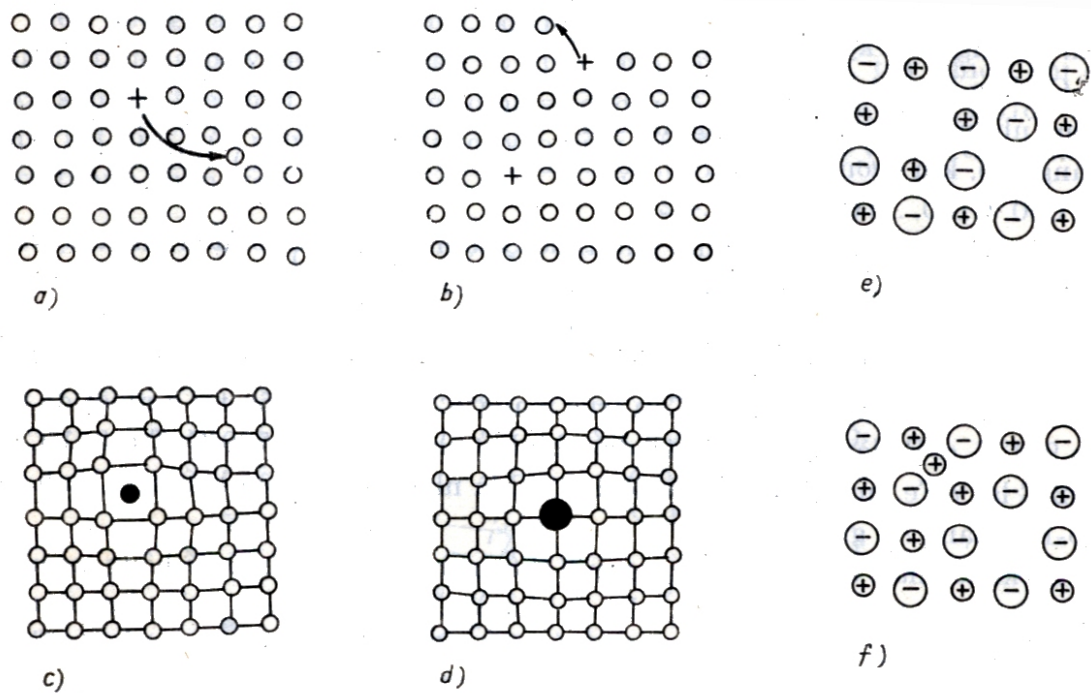
b-Nguyên tử tạp chất : Trong thực tế không thể có vật liệu kim loại nguyên chất tuyệt đối. Với công nghệ nấu luyện hiện đại ngày nay có thể đạt độ sạch đến 99,99999%. Do vậy trong kim loại luôn có tạp chất. Tùy theo kích thước nguyên tử mà tạp chất có thể thay thế vào vị trí nguyên tử kim loại trên nút mạng hay xen giữa các nút . Xung quanh các nguyên tử tạp chất luôn có trường ứng suất hình cầu.

2-Sai lệch đường - Lệch

Sai lệch đường là loại sai lệch có kích thước nhỏ (kích cỡ nguyên tử) theo hai chiều đo và rất lớn theo chiều thứ ba trong tinh thể (sẽ gọi là lệch).

Lý thuyết về lệch là cơ sở lý thuyết nền trong vật lý kim loại. Nhờ có lý thuyết lệch ta có thể giải thích được nhiều vấn đề về cơ tính, lý tính của kim loại và hợp kim. Trên cơ sở đó chế tạo các kim loại và hợp kim đặc biệt : siêu bền, siêu dẻo...

a-Lệch đường : Gài thêm vào phía trên mạng tinh thể lý tưởng một nửa mặt phẳng nguyên tử ABCD. Phần nửa phía trên của tinh thể (trên đường AB) sẽ chịu ứng suất nén, nửa dưới chịu ứng suất kéo . Đường AB dài hàng nghìn hàng vạn thông số mạng gọi là trục lệch. AB là biên giới phía trong của nửa mặt ABCD nên gọi là lệch biên. Nếu nửa mặt nguyên tử nằm phía trên gọi là lệch dương, ký hiệu \perp , nằm phía dưới gọi là lệch âm, ký hiệu T.

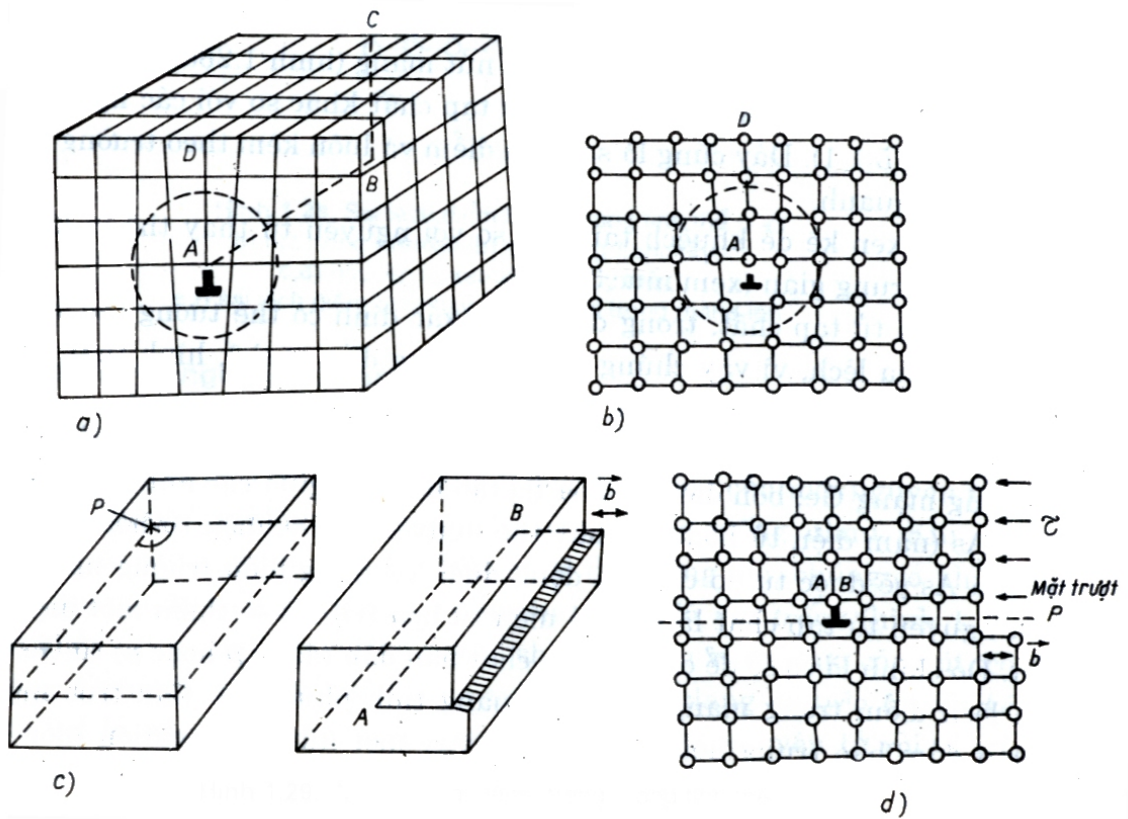


Hình 1.3 - Các dạng sai lệch điểm trong mạng tinh thể

a) Nút trống Frenkel; b) Nút trống Schottky

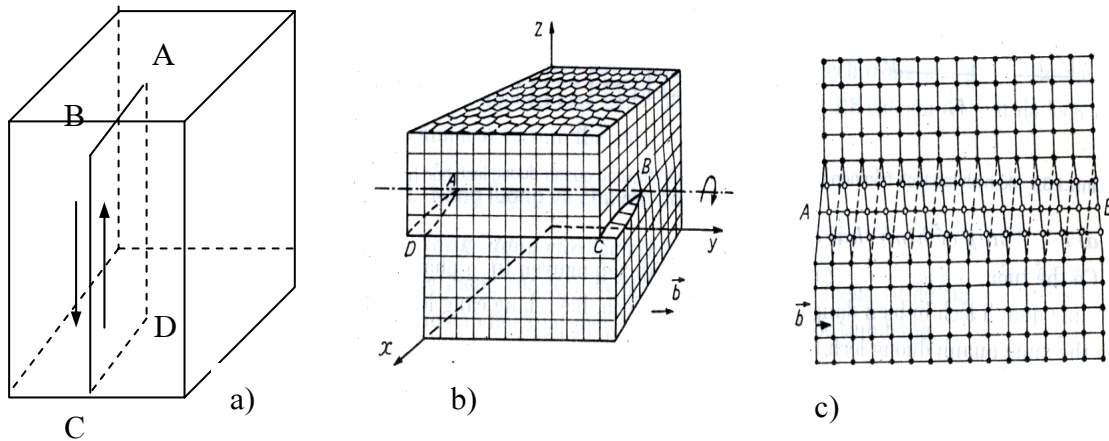
c,d) Nguyên tử xen kẽ và thay thế

e,f) Sai lệch điểm Schottky và Frenkel trong ion



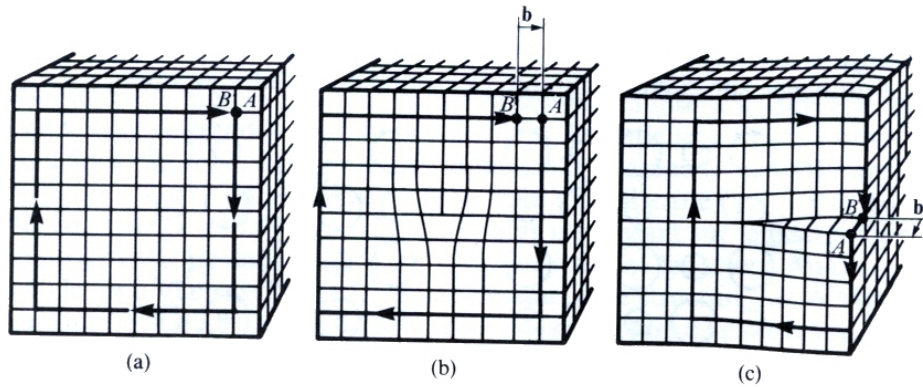
Hình 1.4- Mô hình tạo lệch đường trong mạng tinh thể

b-Lệch xoắn : ta có thể hình dung lệch xoắn như sau : cắt mạng tinh thể lý tưởng bằng nửa mặt phẳng ABCD, sau đó xô dịch hai mép ngoài ngược chiều nhau sao cho các nguyên tử mặt ngoài sẽ xô dịch một đoạn bằng một thông số mạng theo đường CD. Do đó các nguyên tử sẽ sắp xếp lại quanh AB theo đường xoắn ốc và ta có lệch xoắn. AB gọi là trục lệch xoắn. Nếu đường xoắn ốc nguyên tử xung quanh trục lệch theo chiều kim đồng hồ gọi là lệch xoắn phải, ký hiệu ngược lại gọi là lệch xoắn trái, ký hiệu .



Hình 1.5- Lệch xoắn: mô hình tạo thành (a), mô hình không gian (b) và sự sắp xếp nguyên tử trong vùng lệch (c)

c-Lệch hỗn hợp : Trong nhiều trường hợp một lệch có đặc trưng của cả lệch biên và lệch xoắn gọi là lệch hỗn hợp.



Hình 1.6- Cách xác định vectơ trượt (Burgers)

- a) Trong tinh thể hoàn chỉnh
- b) trong lệch đường
- c) Trong lệch xoắn

3-Sai lệch mặt : Sai lệch mặt là các sai lệch có kích thước lớn theo hai chiều đo và nhỏ theo chiều đo thứ ba. Gồm có các loại : biên giới hạt, biên giới siêu hạt, mặt ngoài tinh thể ...

a-Biên giới hạt : là vùng tiếp giáp giữa các hạt trong đa tinh thể. Các nguyên tử ở vùng biên giới hạt không sắp xếp theo trật tự mạng và có thể coi như vùng cấu trúc vô định hình. Chiều dày biên giới hạt phụ thuộc vào độ sạch của vật liệu, có thể đạt hàng trăm thông số mạng. Kim loại càng tinh khiết chiều dày biên giới hạt càng mỏng.

b-Biên giới siêu hạt : Siêu hạt (blóc) là những vùng tinh thể nhỏ (kích thước trung bình cỡ $10^2 - 10^4$ nm, với cấu trúc tinh thể khá hoàn chỉnh, định hướng lệch nhau một góc nhỏ, ngăn cách bằng biên giới siêu hạt. Biên giới siêu hạt thực chất là những tường lệch, tạo nên do những lệch cùng dấu tương tác lẫn nhau khi chúng trượt trên những mặt trượt song song và giữ nhau ở vị trí cân bằng. Hai siêu hạt lân cận định hướng lệch nhau một góc bằng : $\theta = \frac{b}{D}$ $\theta = \frac{b}{D}$.

D - khoảng cách trung bình giữa các lệch biên cùng dấu trên trường lệch.

b - véc tơ trượt (Bure).

Biên giới các siêu hạt thường xuất hiện trong quá trình kết tinh lại, có tác dụng cản trở trượt và tương tác với các loại sai lệch điểm khác nên cũng đóng vai trò trong tính dẻo của vật liệu.

c-Sai lệch xếp : Sai lệch xếp (còn gọi là khuyết tật xếp) là sự phá vỡ trật tự xếp chặt của tinh thể. Giả sử mạng A1 có trật tự sắp xếp là ABCABCABC, vì lý do nào đó, trật tự đó bị phá vỡ, chẳng hạn thừa một lớp xếp chặt để có sai lệch xếp thừa ABACA...Nếu trong trật tự xếp thiếu một lớp sẽ tạo sai lệch xếp thiếu ABCABABC...

Sai lệch xếp đặc trưng bằng năng lượng γ_{SLX} gọi là năng lượng của sai lệch xếp. Ở điều kiện cân bằng độ rộng của sai lệch xếp là :

$$d_0 = \frac{G(b_2 b_3)}{2\pi\gamma_{SLX}}$$

Trong đó :

G - mô đun trượt

$b_2 b_3$ - véc tơ trượt của các lệch không hoàn chỉnh giới hạn SLX

γ_{SLX} - năng lượng của sai lệch xếp.

Sai lệch xếp có vai trò rất lớn trong lĩnh vực hóa bền vật liệu, đây là một trong những phương hướng quan trọng nâng cao độ bền là hợp kim hóa, làm tăng độ rộng d_0 , làm giảm γ_{SLX} , tức là tăng cản trở chuyển động của lệch bằng sai lệch xếp.

d-Cấu trúc mặt ngoài tinh thể : Mặt ngoài tinh thể có hình thái tồn tại khác so với những mặt phẳng tinh thể ở bên trong. Có thể hình dung dễ dàng rằng đối với các nguyên tử ở mặt ngoài (mặt giới hạn tinh thể) không có đủ số sắp xếp như nguyên tử bên trong. Vì vậy ở mặt ngoài chúng không sắp xếp theo trật tự quy định của tinh thể và tạo thành vùng sai lệch. Sức căng bề mặt tinh thể (năng lượng bề mặt) đặc trưng phần gia tăng năng lượng tự do để giữ các nguyên tử bề mặt ở trạng thái ổn định. Do đặc điểm cấu trúc sai lệch cho nên lớp mặt ngoài tinh thể cũng có những tương tác đặc biệt với các sai lệch khác.

4-Sai lệch khối :

Những sai lệch có kích thước lớn theo ba chiều trong mạng tinh thể gọi là sai lệch khối. Sai lệch khối vĩ mô là những sai hỏng sinh ra khi nấu, đúc hợp kim như rỗ co, tạp trung xỉ, tạp chất trong vật đúc. Trên khía cạnh vi mô có thể coi sai lệch khối như các pha

thứ hai tồn tại trên nền hợp kim. Ví dụ như graphit trong gang, các pha thứ hai tạo thành khi tiết pha từ dung dịch rắn. Các sai lệch này là cố ý tạo ra để nâng cao độ bền, cải thiện tính chất theo ý muốn. Tùy thuộc vào cấu trúc, hình thái tồn tại, kích thước mà hiệu quả hóa bền của những pha thứ hai này khác nhau.

1.3.2. Vai trò của sai lệch đối với tính chất :

Sự có mặt của sai lệch trong mạng tinh thể và tương tác giữa chúng ảnh hưởng đến tính chất của vật liệu. Để giải thích tính chất cơ học (độ bền, độ cứng, tính dẻo...) phải dựa vào lý thuyết bền trong đó các mô hình cấu trúc vi mô được áp dụng để giải thích kết quả thực tế. Ở đây ta xem xét sự tương tác của lệch với nhau và ảnh hưởng của chúng đến cơ tính của vật liệu.

1-Tương tác giữa các lệch và khái niệm hóa bền :

Ta xét quá trình trượt khi biến dạng dẻo, tốc độ biến dạng dẻo theo công thức Orowan $\dot{\epsilon} = \rho . b . v$. (Trong đó : ρ là mật độ lệch, b là trị số véc tơ Burgers, v là tốc độ chuyển động của lệch). Trong quá trình biến dạng sẽ có hai hiệu ứng ngược nhau xảy ra

-Mật độ lệch tăng do các nguồn khác nhau hoạt động như biên giới hạt, Frank - Rit làm tăng tốc độ biến dạng.

-Nhưng khi tăng mật độ lệch tương tác giữa lệch với nhau và với các sai lệch khác tăng mạnh làm giảm đáng kể tốc độ chuyển động của lệch. Vì vậy muốn duy trì tốc độ biến dạng là không đổi cần phải tăng ứng suất bên ngoài thêm một lượng $d\sigma$. Đây chính là hiệu ứng hóa bền biến dạng. Hệ số hóa bền biến dạng $\frac{d\sigma}{d\epsilon}$ đặc trưng bởi góc nghiêng đường cong $\sigma - \epsilon$ trên biểu đồ thử kéo vật liệu.

Cơ sở của các phương pháp hóa bền vật liệu tinh thể là làm giảm tốc độ chuyển động của lệch. Tương tác giữa các lệch xảy ra nhờ trường ứng suất đàn hồi của chúng. Khi một lệch trượt gặp các lệch trong mặt trượt giao nhau khác, trên mỗi lệch hình thành một bậc lệch. Bậc cản trở chuyển động lệch hoặc khi cùng chuyển động với lệch sẽ sinh ra khuyết tật điểm hoặc các vòng lệch ở phía sau nó gây ra hóa bền (hình 1.41 Lê)

2-Tương tác giữa lệch và sai lệch điểm :

Kết quả tương tác giữa lệch và sai lệch điểm làm cho các nguyên tử tạp chất (hay nút trống) tích tụ xung quanh đường lệch, tạo ra những đám mây nguyên tử tạp chất (khí quyển Côtren, Snuk, Suzuki...). Để chuyển động lệch cần phải bổ sung thêm năng lượng từ bên ngoài ($d\sigma$) nhằm giải thoát khỏi những đám mây đó.

Trong các hợp kim tồn tại ở dạng dung dịch rắn (thay thế, xen kẽ) các nguyên tử hợp kim có thể coi như những sai lệch điểm cố ý, hiệu quả hóa bền sẽ tăng lên rất nhiều. Nguyên tố hợp kim làm thay đổi độ rộng của sai lệch xếp, đây là một trong các chướng ngại rất mạnh cản trở chuyển động của lệch. Trong các kiểu mạng A1, A3 khi hợp kim hóa sẽ làm giảm năng lượng của sai lệch xếp, tức là tăng độ rộng của nó, do vậy làm tăng hiệu quả hóa bền. Đó chính là hóa bền bằng dung dịch rắn.

3-Tương tác lệch và biên giới hạt :

Khi trong hạt có một nguồn Frank - Rit hoạt động sẽ có vô số lệch trượt cho đến khi dừng lại cạnh biên giới hạt, tạo ra một tập hợp có n lệch (hình 1.45 Lê). Tập hợp này sẽ tạo ra trường ứng suất đàn hồi vừa tác dụng ngược lại, phong tỏa nguồn lệch ở trong hạt,

vừa kích thích nguồn ở các hạt lân cận hoạt động trong quá trình biến dạng. Biên giới hạt cản trở chuyển động của lệch là do :

-Tại biên giới có cấu trúc không trật tự

-Hai hạt đa tinh thể liền nhau có định hướng khác nhau vì vậy lệch rất khó thay đổi đột biến mặt trượt khi vượt qua biên giới hạt. Vì vậy lệch chỉ có thể chuyển động tự do trong hạt. Kích thước hạt càng nhỏ, quãng đường chuyển động tự do càng ngắn, do đó hiệu quả hóa bền càng cao. Đó chính là sự hóa bền bằng biên giới hạt.

4-Tương tác giữa lệch và pha thứ hai :

Pha thứ hai tạo ra trong hợp kim do quá trình chuyển biến pha cũng có thể xem là dạng sai lệch cố ý. Tùy theo vào bản chất, nồng độ, kích thước của pha thứ hai, hiệu quả hóa bền của chúng cũng khác nhau.

a-Pha thứ hai không liên mạng, cứng hơn nền : Muốn vượt qua loại chướng ngại này ứng suất tiếp tác dụng lên lệch phải đạt giá trị: $\tau = \frac{2GB}{L}$, trong đó L là khoảng cách trung bình giữa các phần tử pha thứ hai. Sau khi vượt qua lệch để lại vòng lệch dư xung quanh pha thứ hai.

b-Pha thứ hai liên mạng, mềm hơn nền : Trường hợp này lệch sẽ cắt pha thứ hai bằng cách đi xuyên qua nó để tạo ra sai lệch xếp ở hai mép . Vì vậy sau mỗi lần lệch vượt qua sức cản của pha thứ hai tăng thêm do các vòng lệch dư hoặc sai lệch xếp. Đó là quá trình hóa bền bằng pha thứ hai (còn gọi là hóa bền cấu trúc).

5-Tích tụ lệch và phá hủy :

Khi lệch bị hãm lại bên chướng ngại, chúng sẽ tích tụ dần, làm tăng ứng suất cục bộ cho đến khi đạt giá trị cao hơn giới hạn bền của mạng, liên kết bị phá vỡ, vết nứt đầu tiên sẽ xuất hiện. Các lệch tiếp theo trượt đến và giải thoát trên bề mặt vết nứt tế vi làm nó lớn dần lên và trở thành vết nứt vĩ mô. Lúc này sẽ xảy ra phá hủy.

1.3.3.Đơn tinh thể và đa tinh thể :

1-Đơn tinh thể : Nếu vật tinh thể có mạng thống nhất và phương không thay đổi trong toàn bộ thể tích gọi là đơn tinh thể. Để dễ hình dung ta lấy một ô cơ sở (khối cơ sở) tịnh tiến nó theo ba trục tọa độ với những đoạn bằng chu kỳ tuần hoàn mạng sẽ được đơn tinh thể.

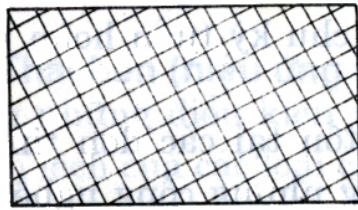
Để có được đơn tinh thể kim loại ta phải áp dụng công nghệ đặc biệt nuôi đơn tinh thể. Có hai phương pháp : Zôcranxki và phương pháp flux (thành phần khác nhau). Tính chất điển hình của đơn tinh thể là tính dị hướng do theo các phương khác nhau có mật độ nguyên tử khác nhau. Công dụng của đơn tinh thể là sử dụng trong công nghiệp bán dẫn và kỹ thuật điện.

2-Đa tinh thể : Đa tinh thể gồm rất nhiều tinh thể nhỏ gọi là hạt tinh thể. Những hạt này có cùng cấu trúc mạng nhưng định hướng ngẫu nhiên nên khác nhau, liên kết với nhau bằng biên giới hạt . Vật liệu sử dụng chủ yếu là đa tinh thể.

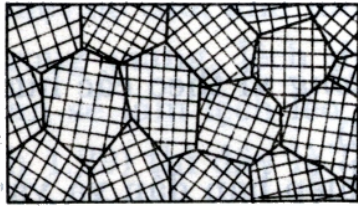
a-Độ hạt của đa tinh thể : Từ khái niệm nêu trên ta thấy cấu trúc của đa tinh thể gồm hai phần sau :

-Các hạt có định hướng khác nhau.

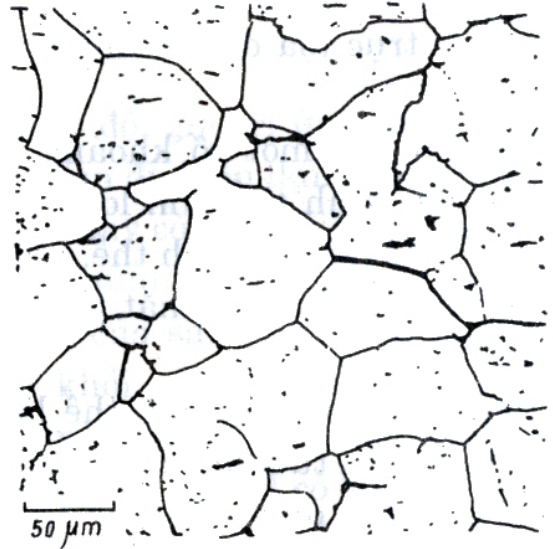
-Biên giới hạt có cấu trúc không trật tự liên kết các hạt với nhau



a)



b)



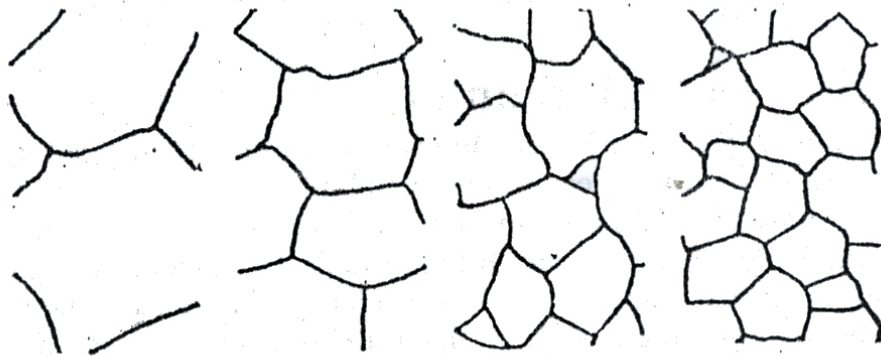
c)

Hình 1.7 - Mô hình đơn tinh thể và đa tinh thể

a) Đơn tinh thể

b) Đa tinh thể

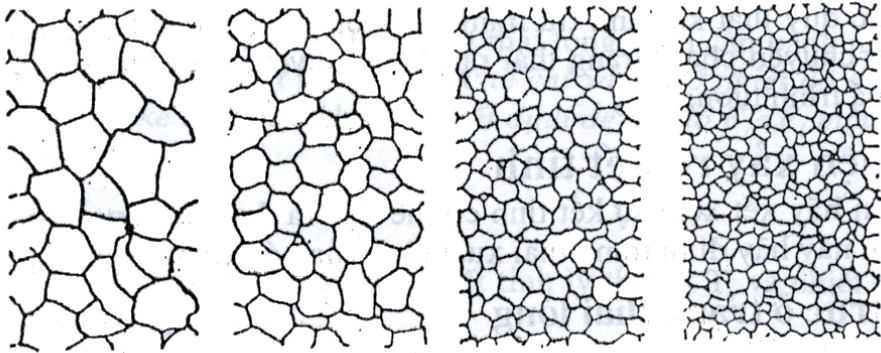
c) Ảnh tế vi mẫu đa tinh thể sau tẩm thực



2

3

4



5

6

7

8

Hình 1.8- Ảnh cấp hạt chuẩn ứng với độ phóng đại 100 lần.

Từ đó ta thấy rằng các hạt tinh thể không bao giờ có kích thước giống nhau nên

phải đưa ra khái niệm độ hạt. Có thể xác định độ hạt theo ba cách sau :

+Xác định tiết diện ngang S của các hạt (phương pháp này khó làm)

+Đo đường kính (chiều ngang) trung bình của các hạt (ít dùng)

+So sánh số lượng hạt có trong một đơn vị diện tích với độ phóng đại 100 lần với bản mẫu có sẵn. Đây là phương pháp phổ biến nhất. Sau đó xếp vào bảng cấp hạt. Bảng cấp hạt gồm 16 cấp từ -2 đến 14, thông dụng nhất là từ cấp 1 đến cấp 8, số càng lớn hạt càng nhỏ.

b-Tính đẳng hướng của đa tinh thể : Do sự phân bố ngẫu nhiên của các hạt trong đa tinh thể, phương mạng của chúng sắp xếp một cách bất kỳ nên tính dị hướng không còn thể hiện nữa. Do vậy đa tinh thể có tính *đẳng hướng giả*. Sở dĩ gọi là đẳng hướng giả vì trong từng phần nhỏ của đa tinh thể (hạt) vẫn thể hiện tính dị hướng.

CHƯƠNG 2 : GIẢI ĐỒ PHA

2.1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN :

2.1.1. Pha, hệ, cấu tử, hệ cân bằng:

1 - Cấu tử : là các nguyên tố (hay hợp chất hóa học bền vững) cấu tạo nên vật liệu. Chúng là các thành phần độc lập.

2 - Hệ (đôi khi còn gọi là hệ thống) là một tập hợp vật thể riêng biệt của vật liệu trong điều kiện xác định hay là một loạt hợp kim khác nhau với các cấu tử giống nhau.

3- Pha : là tổ phần đồng nhất của hệ (hợp kim) có cấu trúc và các tính chất cơ, lý, hóa học 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 H_2O 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).

4 - Hệ 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. Hệ cân bằng có tính chất thuận nghịch.

5- Hệ 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.

6- Hệ 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.

2.1.2. Quy tắc pha và công dụng :

Trạng thái cân bằng của hệ được xác định bởi các yếu tố bên trong (thành phần hóa học) và các yếu tố bên ngoài (nhiệt độ và áp suất). Tuy nhiên các yếu tố này phụ thuộc lẫn nhau. Bậc tự do là số lượng các yếu tố độc lập có thể thay đổi được trong phạm vi nhất định mà không làm thay đổi số pha của nó (ký hiệu F - freedom).

Quy tắc pha xác định mối quan hệ giữa số pha P (phase), bậc tự do F và số cấu tử C (component). Ta có :

$$F = C - P + 2.$$

Nhưng do việc nghiên cứu vật liệu tiến hành trong khí quyển, có áp suất không đổi nên số yếu tố bên ngoài chỉ còn một là nhiệt độ. Vì vậy công thức của nó là :

$$F = C - P + 1$$

Cần lưu ý rằng bậc tự do là những số nguyên và không âm, số pha cực đại của một hệ chỉ có thể lớn hơn số cấu tử của nó một đơn vị ($P_{MAX} = C + 1$), nó giúp cho việc xác định số pha của một hệ hợp kim dễ dàng. Ví dụ :

- Khi $F = 1$ tức là chỉ có một yếu tố có thể thay đổi được (nhiệt độ hay thành phần), lúc này số pha bằng số cấu tử.

- Khi $F = 2$ có hai yếu tố thay đổi được cùng một lúc, số pha bằng số cấu tử trừ đi 1.

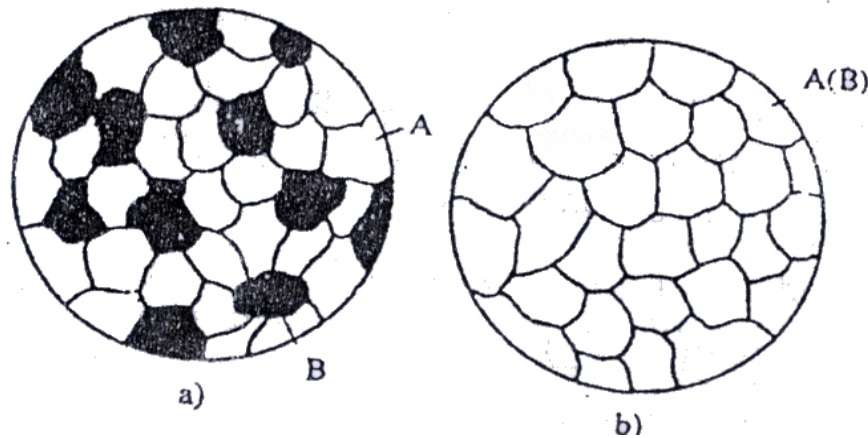
2.2.DUNG DỊCH RẮN VÀ CÁC PHA TRUNG GIAN :

2.2.1.Khái niệm và phân loại dung dịch rắn :

1-Khái niệm :

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 đồng 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.

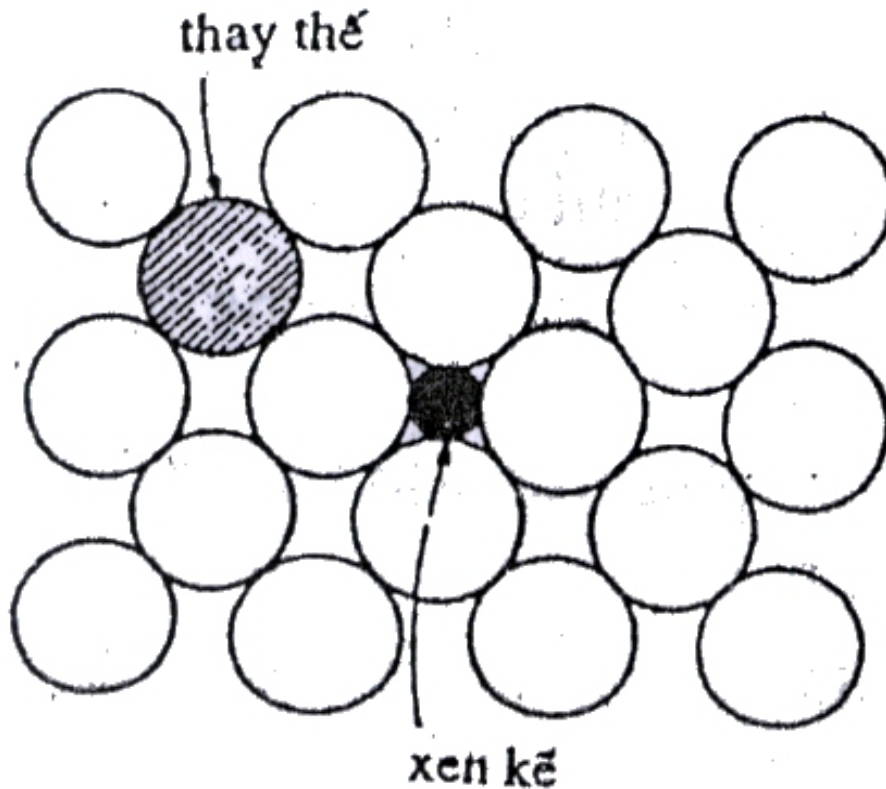


Hình 2.1 -Hối hợp cơ học (a) và dung dịch rắn (b)

2-Dung dịch rắn thay thế :

là loại dung dịch rắn mà trong đó nguyên tử của cấu tử hòa tan thay thế vào vị trí trên nút mạng của cấu tử dung môi (nguyên tố chủ).

Như vậy kiểu mạng và số nguyên tử trong khối cơ sở đúng như của cấu tử dung môi. Tuy nhiên sự thay thế này ít nhiều đều gây ra sự xô lệch mạng, vì không thể có hai loại nguyên tử có kích thước hoàn toàn giống nhau. Do vậy sự thay thế chỉ xảy ra với các cấu tử có kích thước nguyên tử khác nhau ít (với kim loại sự sai khác này không quá 15%). Tùy thuộc vào mức độ hòa tan người ta còn chia ra dung dịch rắn hòa tan vô hạn và có hạn.



Hình 2.2 - Sơ đồ tạo thành dung dịch rắn thay thế và xen kẽ

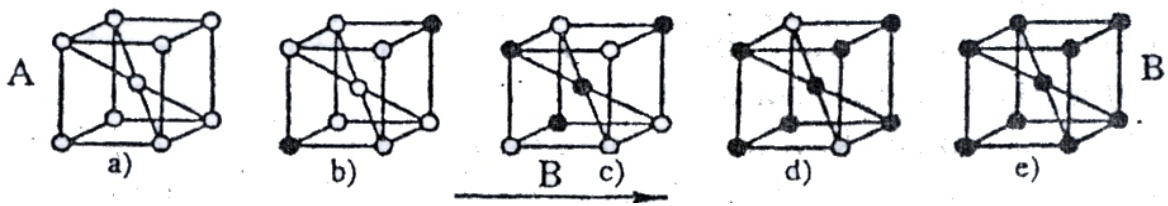
a - Dung dịch rắn thay thế hòa tan vô hạn :

Là dung dịch rắn mà trong đó nồng độ của chất hòa tan có thể biến đổi liên tục, tức là với nồng độ bất kỳ.

Trong loại dung dịch rắn này không thể phân biệt được cấu tử nào là dung môi, cấu tử nào là chất hòa tan, cấu tử nào có lượng chứa nhiều nhất là dung môi, các cấu tử còn lại là chất hòa tan. Ví dụ ta có dung dịch rắn của cấu tử A và B thì nồng độ A biến đổi từ $0 \div 100\%$, nồng độ B biến đổi từ $100\% \div 0$.

Điều kiện để hai cấu tử hòa tan vô hạn vào nhau :

- * Có cùng kiểu mạng tinh thể
- * Đường kính nguyên tử khác nhau ít, nhỏ hơn 8%. Nếu sai khác nhau nhiều từ $8 \div 15\%$ chỉ có thể hòa tan có hạn, lớn hơn 15% không thể hòa tan vào nhau
- * Nồng độ điện tử không vượt quá một giá trị xác định với mỗi loại dung dịch rắn (số lượng điện tử hóa trị tính cho một nguyên tử), tức là các nguyên tố phải có cùng hóa trị.



Hình 2.3 - Sơ đồ tạo thành dung dịch rắn thay thế hoà tan vô hạn

* Các tính chất vật lý và hóa học gần giống nhau (cấu tạo lớp vỏ điện tử, tính âm điện, nhiệt độ chảy...)

Nói chung các nguyên tố cùng trong một nhóm của bảng hệ thống tuần hoàn thỏa mãn điều kiện này. Các cặp nguyên tố hình thành dung dịch rắn vô hạn chỉ có thể là nguyên tố kim loại. Cần chú ý rằng đây chỉ là điều kiện cần của dung dịch rắn vô hạn.

b - Dung dịch rắn thay thế hòa tan có hạn :

Là dung dịch rắn mà trong đó các cấu tử chỉ hòa tan vào nhau với giá trị nhất định, tức là nồng độ của chúng bị gián đoạn.

Các cặp cấu tử không thỏa mãn bốn điều kiện trên sẽ tạo thành dung dịch rắn có hạn

c - Dung dịch rắn trật tự và không trật tự :

Nếu sự phân bố nguyên tử của cấu tử hòa tan trong mạng dung môi một cách ngẫu nhiên thì được gọi là dung dịch rắn không trật tự. Trong một số điều kiện nào đó (nhiệt độ, nồng độ) trong một số hệ các nguyên tử thay thế có tính quy luật và gọi là dung dịch rắn trật tự. Ví dụ trong hệ Au-Cu khi làm nguội chậm nguyên tử đồng sắp xếp tại tâm các mặt bên, còn nguyên tử vàng nằm ở các đỉnh của khối cơ sở.

3-Dung dịch rắn xen kẽ :

Là loại dung dịch rắn trong đó nguyên tử hòa tan nằm xen giữa các nguyên tử của kim loại dung môi, chúng chui vào lỗ hổng trong mạng dung môi. Như vậy ta thấy rằng số nguyên tử trong khối cơ sở tăng lên.

Do kích thước các lỗ hổng trong mạng tinh thể rất nhỏ nên các nguyên tử hòa tan phải có kích thước rất nhỏ. Đó chính là các nguyên tử C, N, H, B... với dung môi Fe. Đương nhiên là dung dịch rắn xen kẽ chỉ có loại hòa tan có hạn.

4-Các đặc tính của dung dịch rắn :

a - Mạng tinh thể của dung dịch rắn là kiểu mạng của kim loại dung môi, thường có các kiểu mạng đơn giản và chặt. Đây là yếu tố cơ bản quyết định các tính chất cơ, lý hóa ... Về cơ bản nó vẫn giữ được các tính chất của kim loại dung môi. Tuy nhiên về thông số mạng luôn khác với dung môi :

- Trong dung dịch rắn xen kẽ : thông số mạng dung dịch luôn lớn hơn thông số mạng dung môi.

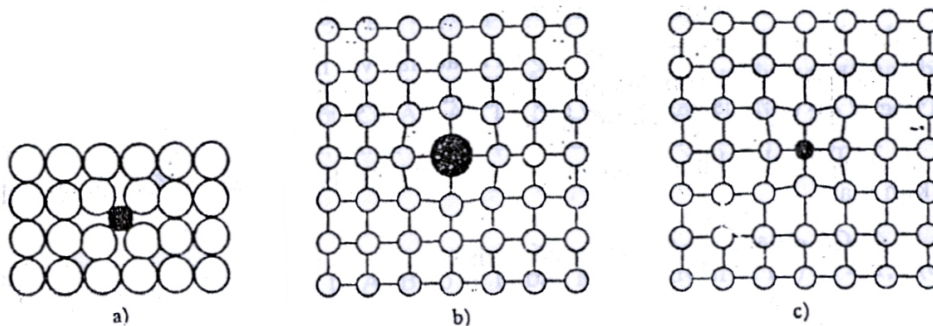
- Trong dung dịch rắn thay thế : nếu đường kính nguyên tử hòa tan lớn hơn đường kính nguyên tử dung môi thì thông số mạng dung dịch lớn hơn dung môi. Nếu đường kính nguyên tử hòa tan nhỏ hơn nguyên tử dung môi thì thông số mạng dung dịch nhỏ hơn dung môi.

b - Liên kết vẫn là liên kết kim loại. Do vậy dung dịch rắn vẫn giữ được tính dẻo giống như kim loại nguyên chất, tuy có kém hơn (trừ hệ hợp kim Cu-Zn, với 30%Zn hợp kim này còn dẻo hơn cả kẽm)

c - Thành phần hóa học thay đổi trong phạm vi nhất định mà không làm thay đổi kiểu mạng.

d - Tính chất biến đổi nhiều : độ dẻo, độ dai, hệ số nhiệt độ điện trở giảm, điện trở, độ bền, độ cứng tăng lên...

Do các đặc tính trên nên dung dịch rắn là cơ sở của các hợp kim kết cấu dùng trong cơ khí. Trong các hợp kim này pha cơ bản là dung dịch rắn, nó chiếm xấp xỉ 90%, có trường hợp đến 100%.



Hình 2.4 - Sự xô lệch mạng trong dung dịch rắn

a) Trong dung dịch rắn xen kẽ

b) Trong dung dịch thay thế khi $r_m > r_{dm}$

c) Trong dung dịch thay thế khi $r_h < r_{dm}$

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 các dung dịch rắn.

1-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 được biểu diễn bởi công thức hóa học nhất định.
- * Tính chất khác hẳn các nguyên tố thành phần, độ cứng cao, tính giòn 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 La ves, pha σ ...

2-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 á kim (H, B, 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 á kim :

- Nếu $d_A/d_K < 0,59$ thì pha xen kẽ có các kiểu mạng đơn giản : tâm khối, tâm mặt, sáu phương xếp chặt... Các nguyên tử á kim 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 (Ti_2H). Với K là kim loại, A là á kim.

- 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 $> 3000^{\circ}C$) và có độ cứng lớn ($2000 \div 5000$ HV), có tính giòn lớn. Chúng có vai trò rất lớn trong việc nâng cao tính chống mài mòn và chịu nhiệt của hợp kim.

3-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 (Cu_5Sn , Cu_5Si).

- $N = 21/13$ là pha γ với kiểu mạng lập phương phức tạp ($Cu_{31}Sn_8$).

- $N = 7/4$ là pha ε với kiểu mạng sáu phương xếp chặt ($AgCd_3$).

4-Pha Laves :

La pha tạo nên bởi hai nguyên tố (A, B), có tỷ lệ đường kính nguyên tử $d_A/d_B = 1,2$ (tỷ lệ này có thể biến đổi trong phạm vi $1,1 \div 1,6$), có công thức AB_2 , kiểu mạng sáu phương xếp chặt ($MgZn_2$) hay lập phương tâm mặt ($MgCu_2$).

Trong hợp kim có thể còn gặp các pha : σ , λ , δ , μ ... Tuy nhiên các loại pha này ít phổ biến. Một đặc tính quan trọng của các pha trung gian là cứng và giòn. 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 $20 \div 30\%$), đây là các pha cản trở 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 hợp chất hóa học... 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. CÁC DẠNG GIẢN ĐỒ PHA HAI CẤU TỬ KHÔNG CÓ CHUYỂN BIẾN ĐA HÌNH (THỦ HÌNH)

2.3.1. Các giản đồ pha hai cấu tử :

1-Cấu tạo của giản đồ pha hai cấu tử :

a-Cấu tạo của giản đồ pha 1 cấu tử :

Do là cấu tử nguyên chất nên thành phần hoá học của chúng không thay đổi, vì thế giản đồ pha một cấu tử rất đơn giản. Nó chỉ là một đường thẳng đứng trên đó ta ghi các nhiệt độ chuyển biến pha của cấu tử.

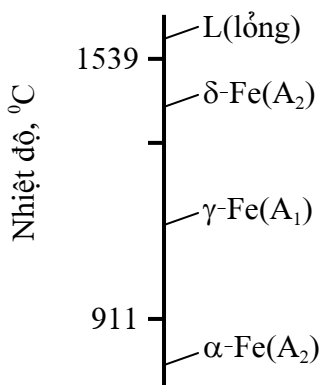
b-Cấu tạo của giản đồ pha hai cấu tử :

Giản đồ pha hợp kim hai cấu tử gồm có hai trục : trục tung biểu diễn nhiệt độ, trục hoành biểu diễn thành phần hoá học. Trên đó ta vẽ các đường phân chia các khu vực pha khác nhau.

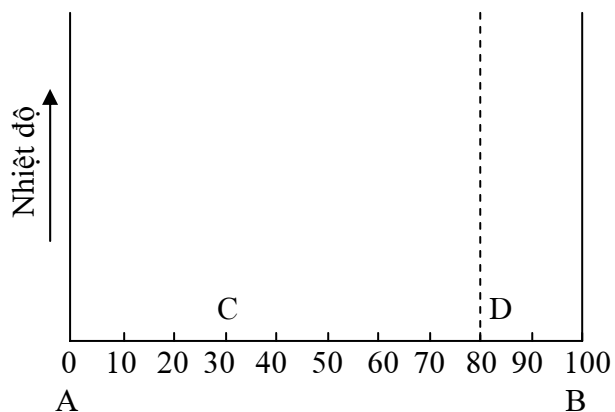
Các điểm nằm trên đường nằm ngang biểu thị cho các hợp kim có thành phần hoá học khác nhau nhưng ở cùng một nhiệt độ.

Các điểm nằm trên đường thẳng đứng biểu thị cho hợp kim có thành phần xác định nhưng ở các nhiệt độ khác nhau.

Nếu hợp kim có cấu tạo là hai pha thì điểm biểu diễn của chúng nằm về hai phía đối diện với điểm biểu diễn hợp kim.



Hình 2.5- Giản đồ pha của sắt



Hình 2.6- Hệ trục của giản đồ pha 2 cấu tử

2-Giản đồ pha hai cấu tử không hòa tan vào nhau, không tạo thành pha trung gian (giản đồ loại 1) :

Số cấu tử : A và B ($C = 2$)

Các pha có thể tạo thành : lỏng (L) hòa tan vô hạn của A và B, A và B. Số pha lớn nhất $P_{MAX} = 3$

AEB là đường lỏng : tại nhiệt độ ứng với đường này hợp kim bắt đầu kết tinh. Ở cao hơn đường lỏng hợp kim hoàn toàn ở trạng thái lỏng.

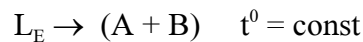
CED là đường đặc : tại nhiệt độ ứng với đường đặc hợp kim lỏng kết thúc kết tinh. Thấp hơn nhiệt độ này hợp kim ở trạng thái rắn. Trong khoảng nhiệt độ giữa đường lỏng và

đường đặc là quá trình nóng chảy hay kết tinh của hợp kim, tồn tại đồng thời cả pha rắn và lỏng. Với loại giản đồ này CED còn gọi là đường cùng tinh.

E gọi là điểm cùng tinh (eutectic). Các hợp kim có thành phần nằm bên trái điểm E gọi là hợp kim trước cùng tinh (hypoeutectic). Các hợp kim có thành phần nằm bên phải điểm E gọi là hợp kim sau cùng tinh (hypereutectic). Hợp kim có thành phần tại E gọi là hợp kim cùng tinh. Trong thực tế hệ Pb - Sb thuộc loại giản đồ này.

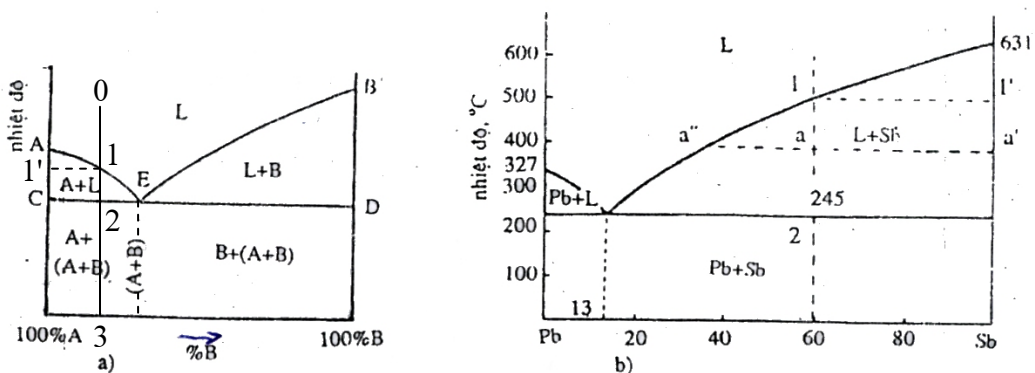
a - Quá trình kết tinh của hợp kim trước cùng tinh :

- * Ở cao hơn nhiệt độ ứng với điểm 0 : hợp kim hoàn toàn ở trạng thái lỏng (L).
- * Làm nguội từ 0 đến 1: đây là quá trình nguội của hợp kim lỏng (L↓).
- * Tại nhiệt độ ứng với điểm 1: từ hợp kim lỏng kết tinh ra tinh thể A.
- * Làm nguội từ 1 đến 2 : tinh thể A sinh ra ngày càng nhiều, hợp kim lỏng càng ngày càng ít đi và thành phần của nó biến đổi theo đường từ 1 ÷ E (giàu B hơn).
- * Tại nhiệt độ ứng với điểm 2 : phần hợp kim lỏng cuối cùng có thành phần tại E sẽ kết tinh đồng thời ra A và B cùng một lúc, tổ chức này gọi là tổ chức cùng tinh. Quá trình này gọi là chuyển biến cùng tinh (eutectic), xảy ra tại nhiệt độ không thay đổi.



* Làm nguội từ 2 đến 3 là quá trình nguội của hợp kim rắn, không xảy ra chuyển biến nào khác. Tổ chức nhận được ở nhiệt độ thường là A + (A + B). Các tinh thể A kết tinh ra trước có kích thước thô to hơn cùng tinh (A + B).

b - Quá trình kết tinh của hợp kim sau cùng tinh :



Hình 2.7 - Giản đồ pha loại 1, dạng tổng quát (a), hệ Pb-Sb (b)

* Quá trình kết tinh của hợp kim sau cùng tinh hoàn toàn giống như hợp kim trước cùng tinh, nhưng chỉ khác là từ hợp kim lỏng sẽ kết tinh ra tinh thể B trước và phần lỏng còn lại sẽ nghèo B đi khi nhiệt độ tiếp tục giảm xuống.

* Tổ chức nhận được ở nhiệt độ thường là B + (A + B).

c - Quá trình kết tinh của hợp kim cùng tinh

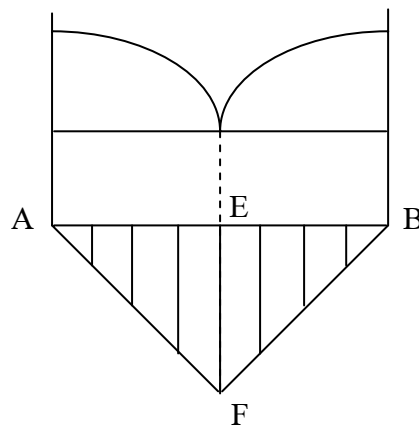
Hợp kim này có thành phần ứng với điểm E. Khi làm nguội đến nhiệt độ ứng với điểm E hợp kim lỏng sẽ kết tinh đồng thời ra (A + B) cùng một lúc và sản phẩm cuối cùng là cùng tinh (A + B).

Nhận xét : Các hợp kim có giản đồ loại 1 kết tinh theo thứ tự sau : trước tiên pha lỏng kết tinh ra một trong hai cấu tử nguyên chất trước, làm cho pha lỏng nghèo cấu tử này

và biến đổi thành phần đến điểm cùng tinh E. Đến đây pha lỏng còn lại sẽ kết tinh ra hai cấu tử cùng một lúc.

d - Tam giác Tam man :

Trong các hệ hợp kim có giản đồ loại 1 ta vẽ thêm một tam giác phụ để xác định tỷ lệ của tổ chức cùng tinh cũng như các cấu tử nguyên chất một cách dễ dàng ứng với các thành phần khác nhau. Tam giác này gọi là tam giác Tam - man (do Tam - man người Đức đưa ra). Tại điểm E tổ chức cùng tinh chiếm 100%. Ta coi đoạn EF bằng 100% (A + B), vì vậy các đường song song với EF sẽ chỉ ra tỷ lệ của tổ chức cùng tinh tương ứng trong các hợp kim. Tương tự như vậy ta hoàn toàn có thể xác định tỷ lệ các cấu tử A và B tương ứng trong các hợp kim.



Hình 2.8 - Tam giác Tamman

e - Thiên tích vùng :

Các hợp kim có giản đồ loại 1 thường xảy ra thiên tích vùng khi kết tinh, đặc biệt là khi làm nguội chậm (thiên tích vùng là sự khác nhau về thành phần hóa học giữa các vùng khác nhau của vật đúc)

Ví dụ: Hệ hợp kim Pb - Sb nếu chỉ kết tinh ra trước nó sẽ chìm xuống đáy khuôn đúc ($\gamma = 11,34 \text{ g/cm}^3$). Stibi nếu kết tinh ra trước thì nó sẽ nổi lên trên ($\gamma = 6,69 \text{ g/cm}^3$). Do vậy phía trên vật đúc giàu Sb, phía dưới giàu Pb.

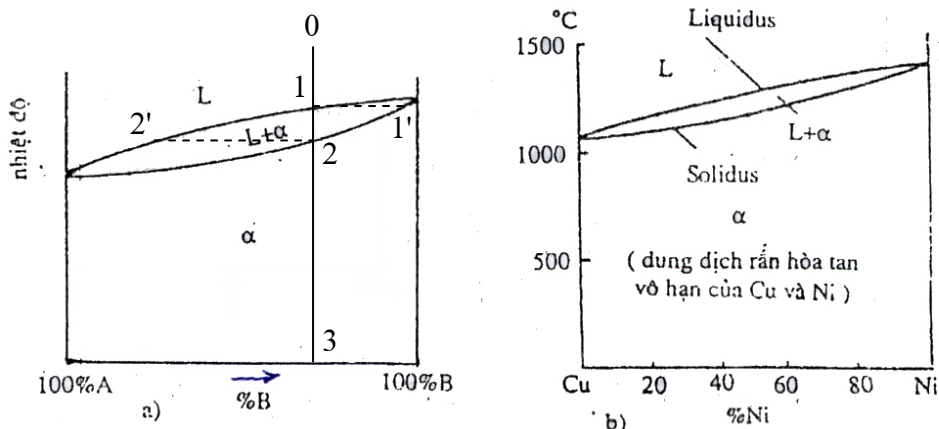
Tuy nhiên hiện tượng thiên tích vùng có thể khắc phục được bằng cách làm nguội thật nhanh để không kịp xảy ra hiện tượng chìm nổi của các tinh thể hay cho vào hợp kim lỏng một chất đặc biệt nó sẽ tạo ra bộ khung xương trước (tỷ trọng \approx hợp kim lỏng), chúng lơ lửng trong hợp kim lỏng ngăn cản quá trình thiên tích.

3-Giản đồ pha hai cấu tử hoàn toàn hòa tan vào nhau, không tạo thành pha trung gian (giản đồ loại 2) :

Số cấu tử : A và B ($C = 2$)

Số pha có thể tạo thành : hợp kim lỏng hòa tan vô hạn của A và B, dung dịch rắn hòa tan vô hạn của A và B là α ($P_{\max} = 2$).

Đường AmB gọi là đường lỏng, đường AnB gọi là đường đặc. Hệ Cu - Ni có giản đồ loại này.



Hình 2.9 -Giản đồ pha loại 2, dạng tổng quát (a), hệ Cu-Ni (b)

a - Xét quá trình kết tinh của một hợp kim cụ thể (hợp kim 1)

- * Tại nhiệt độ ứng với 0 hợp kim tồn tại ở trạng thái lỏng.
- * Làm nguội từ 0 - 1 : quá trình nguội của hợp kim lỏng.
- * Tại nhiệt độ ứng với điểm 1 từ hợp kim lỏng kết tinh ra dung dịch rắn hòa tan vô hạn của A và B là α .
- * Làm nguội trong khoảng nhiệt độ từ 1 đến điểm 2 dung dịch rắn α sinh ra ngày càng nhiều, thành phần hóa học của nó biến đổi theo đường từ 1 - 2', hợp kim lỏng ngày càng ít đi và thành phần hóa học biến đổi từ 1' - 2.
- * Tại nhiệt độ ứng với điểm 2 hợp kim lỏng hết.
- * Làm nguội từ 2 - 3 là quá trình nguội của dung dịch rắn α .

Nhận xét : Các hợp kim có giản đồ loại 2 có quy luật kết tinh như sau : nếu ta lấy đơn vị là cấu tử có nhiệt độ nóng chảy cao hơn thì đầu tiên từ hợp kim lỏng kết tinh ra dung dịch rắn giàu cấu tử này hơn, do vậy pha lỏng còn lại sẽ nghèo cấu tử này đi. Nhưng nếu làm nguội chậm thì dung dịch rắn tạo thành biến đổi thành phần theo hướng nghèo cấu tử này và cuối cùng đạt thành phần hợp kim.

b - Thiên tích nhánh cây (thiên tích trong bản thân hạt):

Hợp kim có giản đồ loại 2 khi kết tinh tại mỗi nhiệt độ khác nhau, thành phần hóa học của dung dịch rắn cũng khác nhau. Do đó bằng cách làm nguội thông thường (nguội chậm) hạt kim loại đúc tạo thành sẽ không đồng nhất về thành phần hóa học. Hiện tượng này gọi là thiên tích nhánh cây (hay thiên tích trong bản thân hạt). Khắc phục bằng cách làm nguội chậm hay ủ khuếch tán sau khi đúc.

4-Giản đồ pha hai cấu tử hòa tan có hạn vào nhau, không tạo thành pha trung gian (giản đồ loại 3) :

Số cấu tử : A và B ($C = 2$)

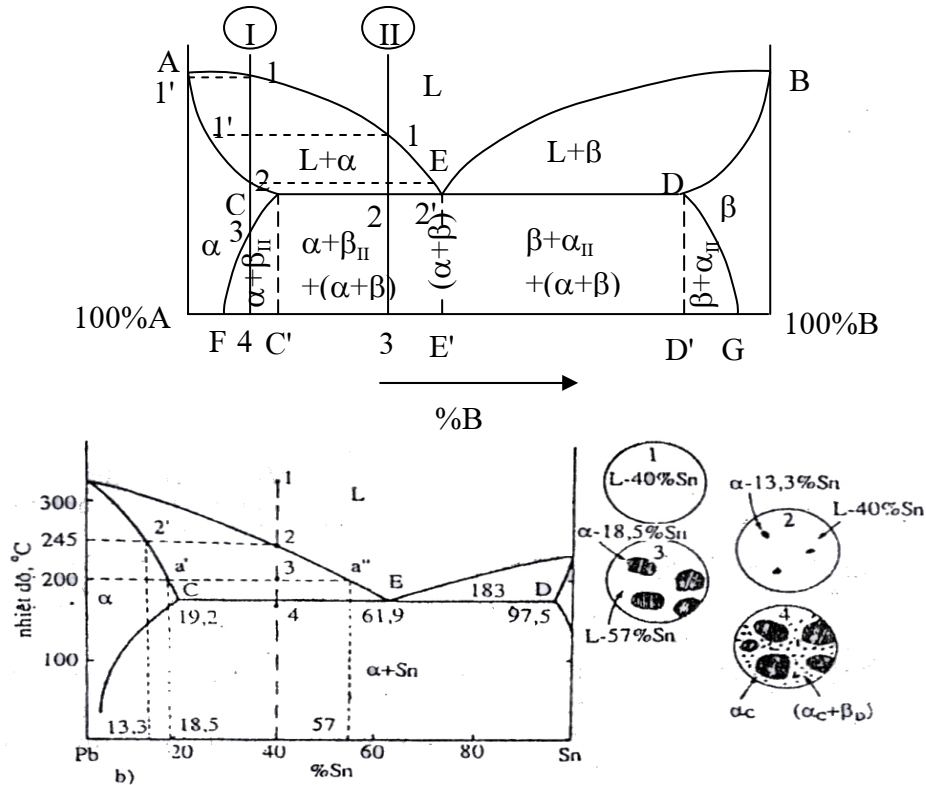
Số pha có thể tạo thành : $P_{Max} = 3$

Hợp kim lỏng hòa tan vô hạn của A và B

α - dung dịch rắn của B hòa tan có hạn trong cấu tử A, A(B)

β - dung dịch rắn của A hòa tan có hạn trong cấu tử B, B(A)

Đường AEB là đường lỏng, ACDB là đường đặc, CED là đường cùng tinh. CF là đường giới hạn hòa tan của B trong cấu tử A ở trạng thái rắn, DG là đường giới hạn hòa tan của A trong B ở trạng thái rắn. Điểm E là điểm cùng tinh. Hệ hợp kim Ag - Cu và Pb - Sn có giản đồ loại này.



Hình 2.10 - Giản đồ pha loại 3 dạng tổng quát (a), hệ Pb-Sn (b)

Cũng tương tự như giản đồ loại 1, nhiệt độ chảy của cấu tử bất kỳ sẽ giảm đi nếu được đã thêm cấu tử thứ hai vào. Giản đồ loại 3 gồm như tổng hợp của hai giản đồ loại 1 và loại 2. Có thể chia các hợp kim của hệ thành ba nhóm sau :

a- Nhóm chứa rất ít cấu tử thứ hai (có thành phần nằm bên trái F và bên phải G), quá trình kết tinh giống giản đồ loại 2, sản phẩm nhận được là dung dịch rắn α và β .

b - Nhóm chứa một lượng hạn chế cấu tử thứ 2 (thành phần nằm trong khoảng F-C' và G-D'), ban đầu kết tinh ra dung dịch rắn, nhưng khi nhiệt độ tiếp tục giảm đi thấp hơn đường CF và DG thì do lượng cấu tử hòa tan là quá bão hòa nên tiết ra lượng cấu tử thừa dưới dạng dung dịch rắn thứ cấp (α thừa B tiết ra β_{II} , β thừa A tiết ra α_{II}). Ta xét quá trình kết tinh của hợp kim I :

- * Tại nhiệt độ ứng với 0 : hợp kim ở trạng thái lỏng
- * Làm nguội từ nhiệt độ ứng với điểm 0 đến 1, quá trình nguội của hợp kim lỏng.
- * Tại nhiệt độ ứng với điểm 1, từ hợp kim lỏng kết tinh ra dung dịch rắn α , có thành phần xác định tại điểm 1'.
- * Làm nguội từ nhiệt độ ứng với điểm 1 đến điểm 2, dung dịch rắn α sinh ra ngày càng nhiều, thành phần của nó biến đổi theo đường từ 1' - 2, hợp kim lỏng ngày càng ít đi, thành phần của nó biến đổi theo đường từ 2 - 2'.
- * Tại nhiệt độ ứng với điểm 2 hợp kim lỏng hết.

* Làm nguội từ 2 đến 3 là quá trình nguội của dung dịch rắn α .

* Tại nhiệt độ ứng với điểm 3 do lượng hòa tan của B vào A là quá bão hòa nên B thừa được tiết ra dưới dạng dung dịch rắn $\beta_{II} (\alpha \rightarrow \beta_{II})$

* Tại nhiệt độ thường sản phẩm nhận được là $\alpha + \beta_{II}$

c - Nhóm chứa một lượng lớn cấu tử thứ hai, có thành phần nằm trong khoảng C'-D', ban đầu kết tinh ra dung dịch rắn (α_C hay β_D), pha lỏng còn lại biến đổi thành phần theo đường lỏng đến điểm E và kết tinh ra tổ chức cùng tinh. Khi nhiệt độ hạ xuống thấp hơn đường CF và DG cũng có quá trình tiết ra cấu tử hòa tan thừa dưới dạng β_{II} và α_{II} .

Quá trình kết tinh của nhóm này giống giản đồ loại 1. Xét quá trình kết tinh của hợp kim II.

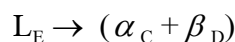
* Tại nhiệt độ ứng với điểm 0 hợp kim ở trạng thái lỏng

* Làm nguội từ nhiệt độ ứng với điểm 0 đến điểm 1, là quá trình nguội của hợp kim lỏng.

* Tại nhiệt độ ứng với điểm 1 từ hợp kim lỏng kết tinh ra dung dịch rắn α có thành phần tại 1'.

* Làm nguội từ nhiệt độ ứng với điểm 1 đến điểm 2 dung dịch rắn α sinh ra ngày càng nhiều, thành phần của nó thay đổi theo đường từ 1' - C. Hợp kim lỏng ngày càng ít đi, thành phần của nó thay đổi từ 1 - E.

* Tại nhiệt độ ứng với điểm 2, hợp kim lỏng còn lại có thành phần tại E sẽ kết tinh đồng thời ra hai dung dịch rắn α_C và β_D cùng một lúc. Quá trình này diễn ra tại nhiệt độ không đổi.



* Làm nguội từ nhiệt độ ứng với điểm 2 đến 3 do lượng cấu tử hòa tan là quá bão hòa nên có quá trình tiết ra β_{II} từ α và α_{II} từ β . Tuy nhiên α_{II} được tiết ra từ β trong cùng tinh, nằm lẫn lộn với α_C nên không nhìn thấy được. Do vậy tổ chức nhận được ở nhiệt độ thường là $\alpha + \beta_{II} + (\alpha + \beta)$.

5-Giản đồ pha hai cấu tử hoàn toàn không hòa tan vào nhau, tạo thành hợp chất hóa học ổn định (giản đồ loại 4) :

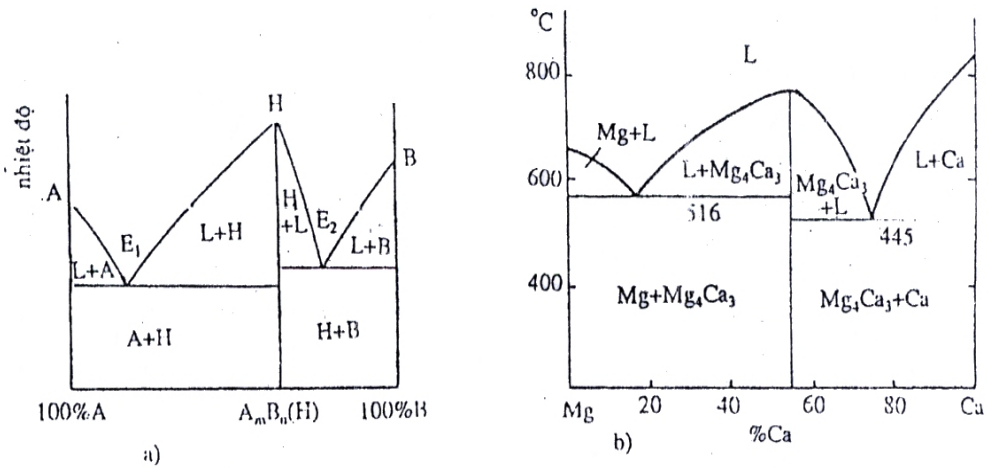
Các cấu tử : A và B (C = 2)

Các pha có thể tạo thành : hợp kim lỏng, cấu tử A, B và hợp chất hóa học của chúng là A_mB_n (ký hiệu là H). Hợp chất hóa học H có nhiệt độ nóng chảy riêng, thành phần xác định và không thể hòa tan thêm cấu tử A, B. Hệ hợp kim Mg - Si thuộc loại này.

Nghiên cứu quá trình kết tinh của hợp kim có giản đồ loại này ta đưa về nghiên cứu hai giản đồ pha loại 1 là A-H và H-B (H được xem là một cấu tử độc lập)

2.3.2. Quan hệ giữa dạng giản đồ pha và tính chất của hợp kim :

Các loại giản đồ pha khác nhau có mối quan hệ giữa dạng của giản đồ và tính chất của hợp kim hoàn toàn khác nhau. Ta biết rằng pha thành phần là pha tạo nên tổ chức của hợp kim. Khi hợp kim có tổ chức một pha thì pha thành phần duy nhất đó đồng nhất với hợp kim, tức là tính chất của nó chính là tính chất của hợp kim. Trường hợp có tổ chức gồm nhiều pha thì tính chất của hợp kim là sự tổng hợp tính chất của các pha thành phần. Ta sẽ xem xét cụ thể mối quan hệ giữa dạng của giản đồ pha với tính chất của hợp kim như thế nào.



Hình 2.11 -Giản đồ pha loại 4, dạng tổng quát (a), hệ Mg-Cu (b)

a - Giản đồ loại 1 :

- Cơ lý tính : Tính chất của hợp kim là trung gian giữa tính chất của tinh thể A và tinh thể B, tức là tinh thể nào có tỷ lệ càng lớn thì sẽ ảnh hưởng càng nhiều đến tính chất tính chất của nó. Cụ thể như sau :

$$\text{Tính chất hợp kim} = \%A \times t/c A + \%B \times t/c B$$

Tính chất của hợp kim phụ thuộc vào thành phần theo quy luật bậc nhất.

-Tính công nghệ :

* Tính đúc của hợp kim nói chung tốt vì độ chảy loãng cao, nhiệt độ nóng chảy thấp, kết tinh trong một khoảng nhiệt độ ít gây co ngót.

* Tính chất gia công áp lực không cao.

* Tính gia công cắt gọt tốt, phoi dễ gãy.

b - Giản đồ loại 2 :

- Cơ lý tính : Mọi quan hệ giữa tính chất và thành phần theo quy luật bậc hai. Đường cong biểu diễn có cực đại tại 50% thành phần, độ bền và độ cứng đều cao hơn cấu tử thành phần. Điện trở tăng mạnh theo thành phần chất hòa tan.

- Tính công nghệ :

* Tính đúc xấu vì khả năng điền đầy khuôn không cao, khoảng đông thường lớn

* Tính gia công áp lực tốt vì khá dẻo dai

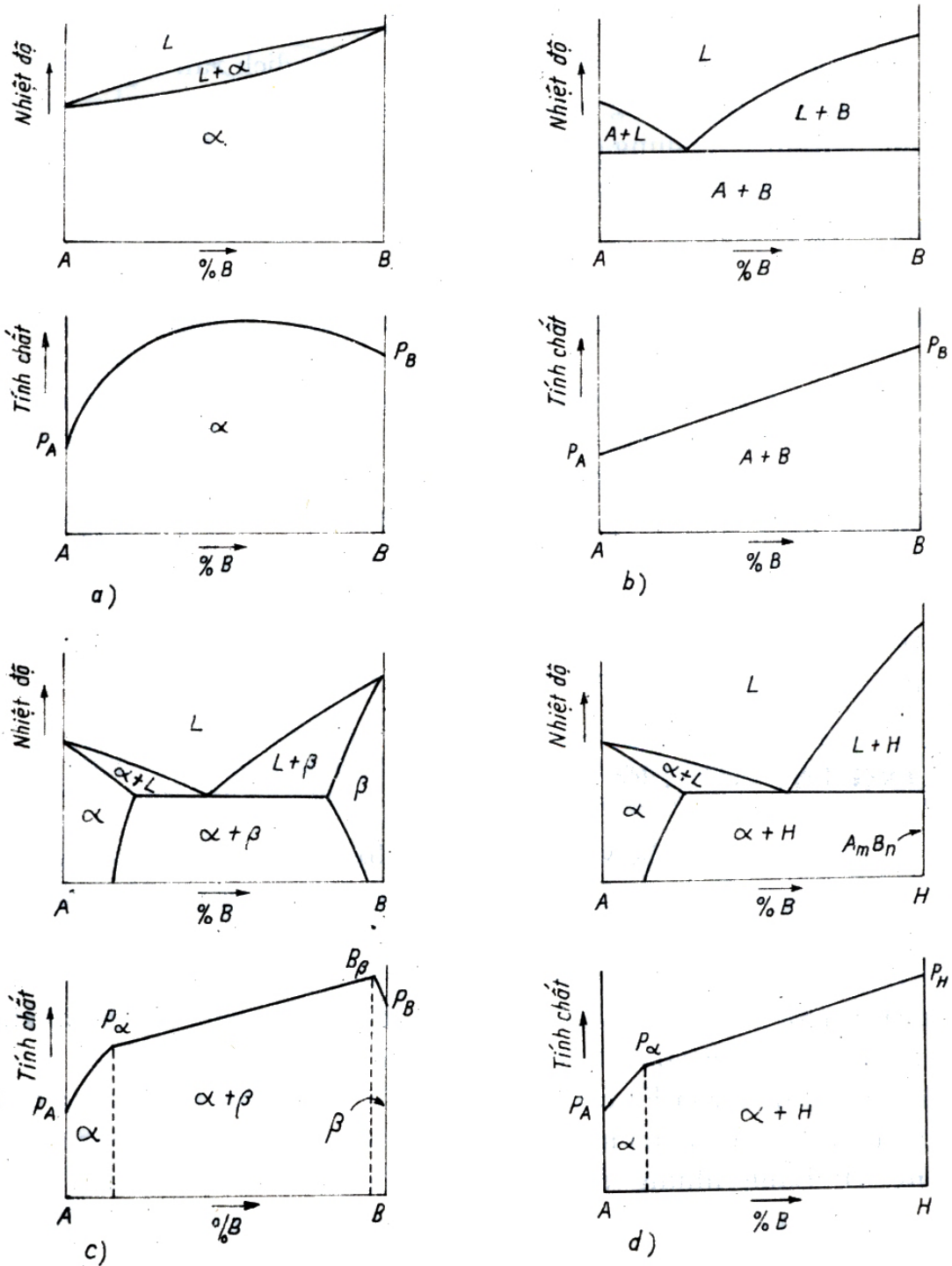
* Tính gia công cắt gọt xấu vì độ bền độ cứng cao, dẻo phoi khó gãy ...

c - Giản đồ loại 3 :

Mọi quan hệ này là tổng hợp của hai loại trên.

d - Giản đồ loại 4 :

Mọi quan hệ giữa tính chất và thành phần có dạng đường thẳng và điểm cực đại ứng với thành phần của hợp chất hóa học H.



Hình 2.12 - Quan hệ giữa tính chất của vật liệu và giản

2.4. GIẢN ĐỒ PHA SẮT - CÁC BON (Fe - Fe₃C) :

2.4.1. Cấu tử sắt và các bon

1-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)

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

* Giới hạn bền kéo : $\sigma_b = 250 \text{ MN/m}^2 \text{ (MPa)}$

* Giới hạn chảy quy ước : $\sigma_{0,2} = 120 \text{ MN/m}^2$

* Độ giãn dài tương đối : $\delta \% = 50$

* Độ thắt tỷ đối : $\psi \% = 85$

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

* Độ cứng HB = 80

b - 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 911°C gọi là sắt an pha (Fe_α) có $a = 2,68 \text{ Kx}$. Dưới 768°C có từ tính, cao hơn nhiệt độ này mất tính sắt từ. Tại nhiệt độ cao hơn 768°C gọi là sắt bê ta (Fe_β) có $a = 2,90 \text{ Kx}$.

+ Từ 1392°C đến 1539°C gọi là sắt đen ta (Fe_δ) có $a = 2,93 \text{ Kx}$.

- Mạng lập phương tâm mặt tồn tại ở nhiệt độ : $911^\circ\text{C} < t^0 < 1392^\circ\text{C}$, gọi là sắt gama (Fe_γ) có $a = 3,56 \text{ Kx}$.

c- 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 nhau. Đường kính nguyên tử các bon là 1,54Kx. Trong khi đó lỗ hổng lớn nhất trong mạng tâm khối có $d = 0,64 \text{ Kx}$. Mạng lập phương tâm mặt có số lỗ hổng ít hơn nhưng kích thước lại lớn hơn, $d = 1,02 \text{ Kx}$. 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°C, sắt đen ta hòa tan 0,1%C ở 1499°C. Sắt gama hòa tan 2,14%C ở 1147°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.

2-Cấu tử các bon :

a- Các dạng tồn tại của 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).

b - Tương tác hóa học 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°C và có độ cứng cao - 800HB. Ở nhiệt độ nhỏ hơn 217°C có từ tính. Lớn hơn nhiệt độ này mất tính sắt từ. 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).

2.4.2. Giản đồ pha Fe - C (Fe - Fe₃C) :

1- Dạng tổng quát của giản đồ pha Fe - C :

Chúng ta chỉ nghiên cứu giản đồ pha chứa 6,67%C nên còn gọi là giản đồ pha Fe - Fe₃C. Dạng của giản đồ pha này thoạt nhìn khá phức tạp, tuy nhiên nếu phân tích ra thì nó là tổng hợp của bốn loại giản đồ pha đã nghiên cứu trước đây. Ký hiệu các điểm và tọa độ của chúng đã được quốc tế hóa. Cụ thể như sau :

Điểm	%C	Nhiệt độ °C
A	0	1539
B	0,5	1499
C	4,30	1147
D	6,67	1250
E	2,14	1147
F	6,67	1147
G	0	911
H	0,10	1499
J	0,16	1499
K	6,67	727
L	6,67	0
N	0	1392
P	0,02	727
Q	0,006	0
S	0,80	727

Các đường trên giản đồ pha :

-ABCD là đường lỏng.

-AHECF là đường đặc.

- ECF là đường cùng tinh, tại nhiệt độ này xảy ra phản ứng cùng tinh (eutétic)

- PSK là đường cùng tích, tại đây xảy ra phản ứng cùng tích (eutectoid).

- SE là giới hạn hòa tan của các bon trong sắt gamma.

- PQ là giới hạn hòa tan của các bon trong sắt an pha.

2 - Các chuyển biến xảy ra khi làm nguội chậm :

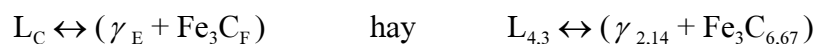
Trong giản đồ pha Fe - Fe₃C có đầy đủ các chuyển biến mà ta đã nghiên cứu ở phần trước đây. Khi làm nguội chậm có các chuyển biến sau :

- Chuyển biến bao tinh : xảy ra tại nhiệt độ 1499°C trong các hợp kim có 0,10 ÷ 0,50% C (tương ứng đường HJB).

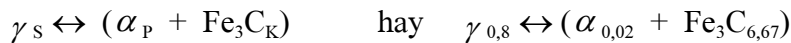


Trong thực tế ta không để ý đến chuyển biến này vì nó xảy ra ở nhiệt độ rất cao và hợp kim còn một phần ở trạng thái lỏng, nó không ảnh hưởng gì đến tổ chức thép khi gia công và sử dụng.

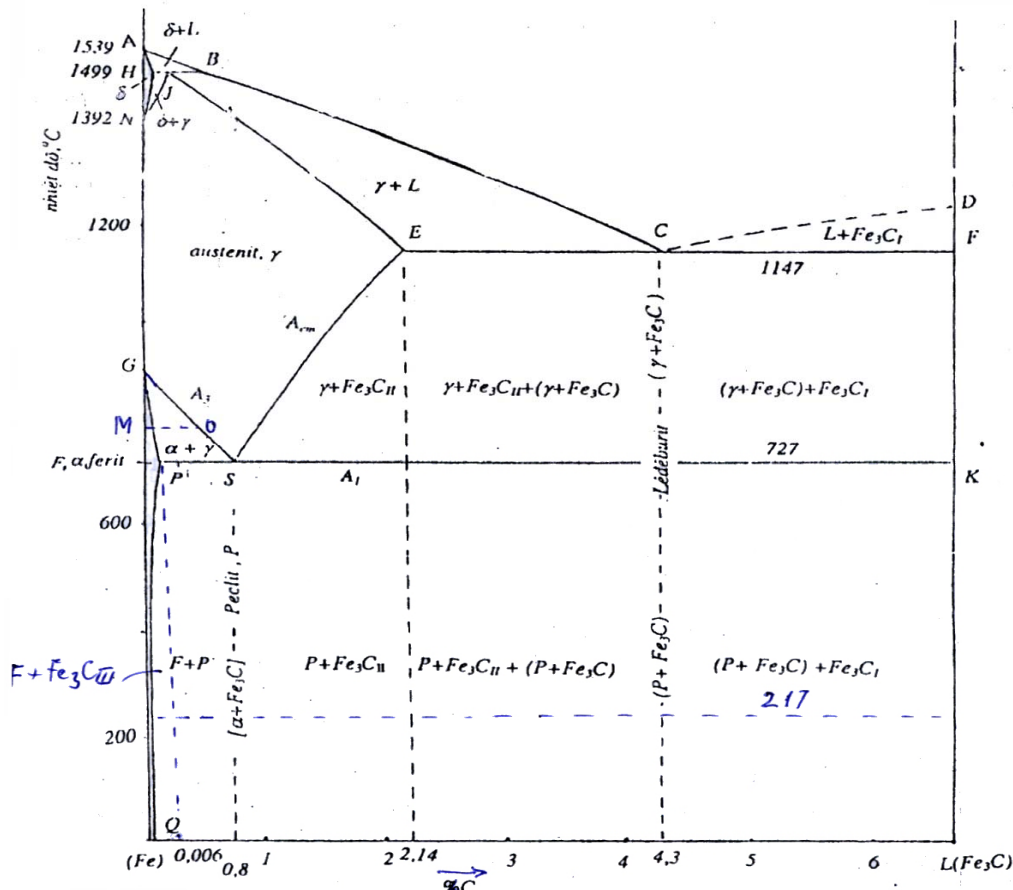
- Chuyển biến cùng tinh : xảy ra ở nhiệt độ 1147°C trong các hợp kim có lượng các bon > 2,14% (tương ứng đường ECF).



- Chuyển biến cùng tích : xảy ra tại nhiệt độ 727°C, có hầu hết trong các hợp kim (đường PSK).



- Sự tiết ra pha Fe₃C dư ra khỏi dung dịch rắn : Xảy ra trong dung dịch rắn Fe_γ theo đường ES và trong Fe_α theo đường PQ.



Hình 2.13 -Giản đồ pha Fe-C (Fe-Fe₃C)

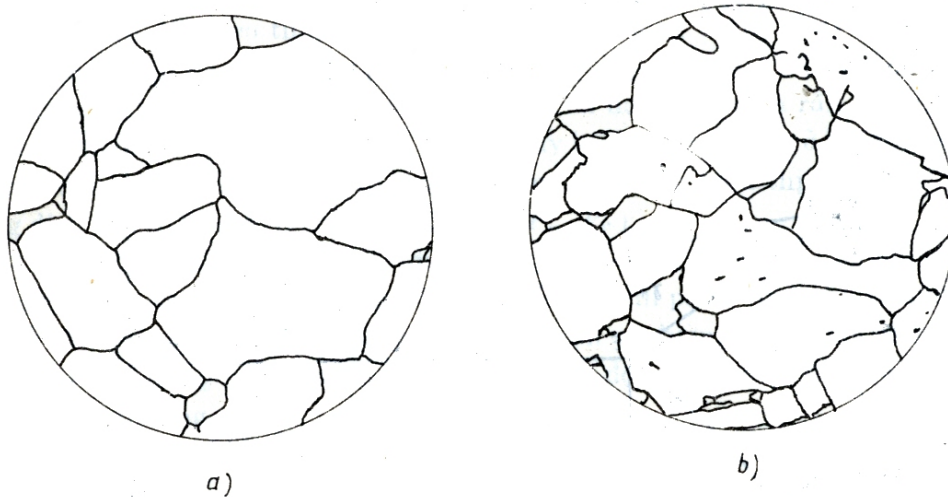
3 - Các tổ chức của hợp kim Fe - Fe₃C :

a- Tổ chức một pha :

* Ferrit (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 < 768°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. Ferrit là pha tồn tại ở nhiệt độ thường, chiếm tỷ lệ khá lớn (khoảng $\geq 90\%$) 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 , A_s, 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°C trong hợp kim sắt các bon nguyên chất, chỉ tồn tại ở nhiệt độ thường 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.



Hình 2.14 - Tổ chức tế vi của ferit (a) và austenit

*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, giòn, ở nhiệt độ nhỏ hơn 217°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. Xêmentit xuất phát từ tên gọi xi măng có nghĩa là cứng. Ta phân biệt ra bốn loại xêmentit :

+ 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°C đến 727°C, 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).

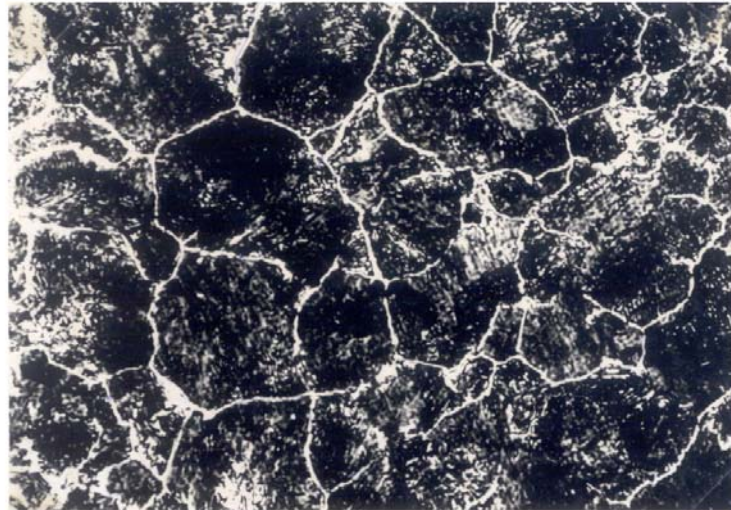
+ Xêmentit thứ ba : ($Xê_{III}, Fe_3C_{III}$) : được tạo thành khi giảm nồng độ các bon trong ferit theo đường PQ khi hạ nhiệt độ từ 727°C, thấy rõ nhất trong các hợp kim < 0,02%C. Do tạo thành ở nhiệt độ rất thấp nên kích thước rất nhỏ mịn, số lượng không đáng kể, trong thực tế ta bỏ qua nó.

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

b-Các tổ chức hai pha :

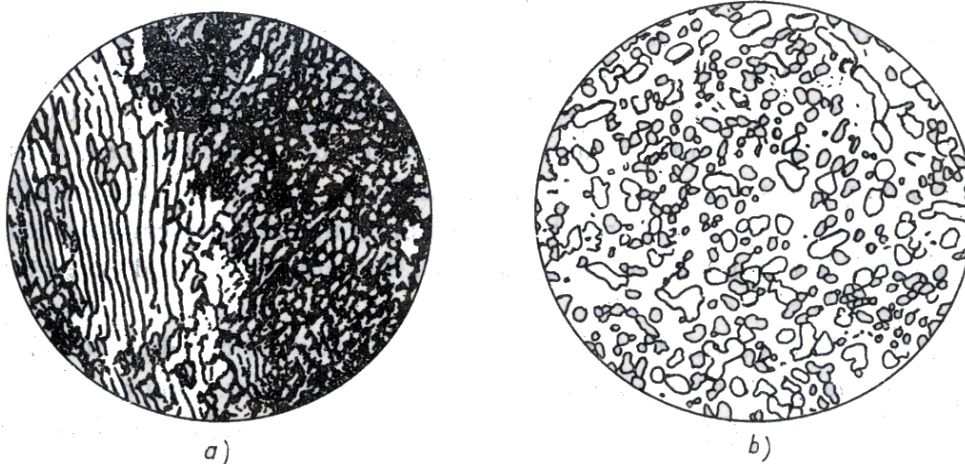
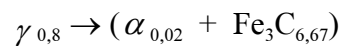
*Péc lít [ký hiệu P hay (F + Xê)] : là hỗn hợp cơ học cùng tích của phe rít và xêmentit được tạo ra từ chuyển biến cùng tích của austenit. Trong péc lít có 88% F và 12% Xê. Péc lít khá bền và cứng nhưng cũng đủ độ dẻo dai đáp ứng được các yêu cầu của vật

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 xêmentít ở dạng tấm gọi là péc lít tấm, có độ cứng cao hơn, đây là dạng thường gặp trong thực tế. Nếu xêmentít ở dạng hạt gọi là péc lít hạt, độ



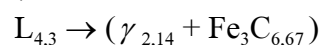
Hình 2.15 - Tổ chức xêmentít 2 dạng lưới ở thép sau cùng tích

cứng thấp hơn, dễ cắt gọt. Péc lít hạt ít gặp trong thực tế, chỉ nhận được khi ủ cầu hóa. Péc lít hạt có tính ổn định cao hơn péc lít tấm. Tên gọi péc lít xuất phát từ pearđ có nghĩa là vằn hay màu xà cừ.



Hình 2.16 - Tổ chức tế vi của péc lit tấm (a) và péc lit hạt (b).

*Lêđêburít [Lê hay ($\gamma + \text{Xê}$), ($\text{P} + \text{Xê}$)] : là hỗn hợp cơ học cùng tinh của austenit và xêmentít được tạo thành từ hợp kim lỏng chứa 4,3%C tại 1147°C. Khi làm nguội dưới 727°C thì do chuyển biến $\gamma \rightarrow \text{P}$ nên tổ chức của lêđêburít gồm ($\text{P} + \text{Xê}$).



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

4-Một số quy ước :

a-Thép và gang :

_*Thép là hợp kim của sắt và các bon với hàm lượng các bon nhỏ hơn 2,14%. Ngoài ra còn có thêm một số 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 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 giòn, 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 0,8%C, tổ chức cân bằng gồm phe rit và péc lit.

+Thép cùng tích : là loại thép có hàm lượng các bon bằng 0,8%C, tổ chức cân bằng là péc lit.

+Thép sau cùng tích : là loại thép có hàm lượng các bon lớn hơn 0,8%C, tổ chức cân bằng gồm péc lit và xêmentít thứ hai



Hình 2.17 - 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 4,3%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 4,3%C, tổ chức cân bằng là lêđêburit.

+Gang trắng sau cùng tinh : là loại gang có hàm lượng các bon lớn hơn 4,3%C, tổ chức cân bằng gồm xêmentit thứ nhất và lêđêburit.

b-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 :

* A_0 - (217°C) là nhiệt độ chuyển biến từ của xêmentit, thấp hơn nhiệt độ này xêmentit có từ tính, cao hơn nhiệt độ này xêmentit mất tính sắt từ.

* A_1 - (727°C) ứng với đường PSK là nhiệt độ chuyển biến austenit \leftrightarrow peclit có trong tất cả các loại thép và gang.

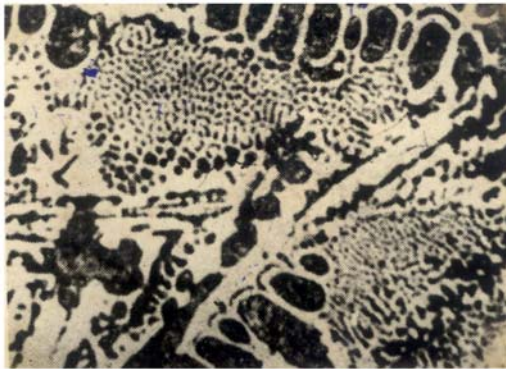
* A_2 - (768°C) còn gọi là điểm Curi, ứng với đường MO, là điểm chuyển biến từ của phe rit, thấp hơn nhiệt độ này phe rit có từ tính, cao hơn nhiệt độ này mất tính sắt từ.

* A_3 - ứng với đường GS (911 ÷ 727°C) 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.

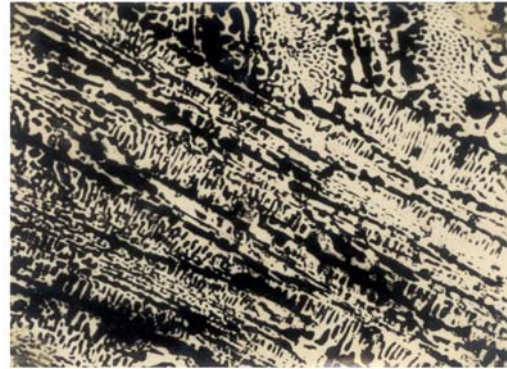
* A_{cm} - ứng với đường ES (1147°C ÷ 727°C) là đường bắt đầu tiết ra xêmentit từ austenit khi làm nguội và kết thúc hòa tan xêmentit vào austenit khi nung nóng.

* A_4 - ứng với đường NJ (1499 ÷ 1392°C) ứng với chuyển biến $\delta \leftrightarrow \gamma$

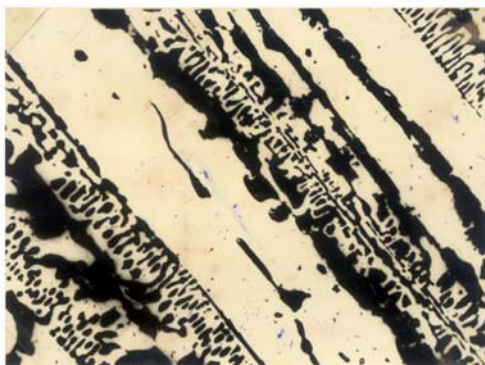
Trong tất cả các điểm tới hạn trên thì các điểm A_1 , A_3 và A_{cm} được sử dụng nhiều nhất và chủ yếu khi nhiệt luyện thép. Tuy nhiên các giá trị về nhiệt độ nêu trên chỉ đúng trong trạng thái cân bằng (nung nóng hay làm nguội vô cùng chậm, tốc độ nung $\rightarrow 0$). Trong thực tế tốc độ nung nóng 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



a)



b)



c)

Hình 2.18 - Tổ chức tế vi của gang trắng

a) Gang trắng trước cùng tinh

b) Gang trắng cùng tinh

c) gang trắng sau cùng tinh

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 :

$A_{r1} < A_1 < A_{c1}$ và $A_{r3} < A_3 < A_{c3}$ các giá trị A tính theo giản đồ pha, A_r phụ thuộc vào tốc độ nguội, A_c 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 : $25\% \times 0,006\% = 0,015\% \approx 0\%$

*Lượng các bon có trong peclit : $75\% \times 0,80\% = 0,60\%C$

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

CHƯƠNG 3 :

KẾT TINH VÀ KHUẾCH TÁN TRONG VẬT LIỆU

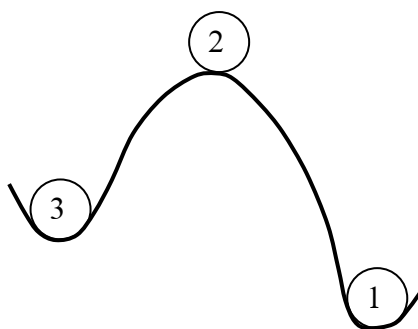
3.1. QUÁ TRÌNH KẾT TINH TỪ TRẠNG THÁI LỎNG :

Phần lớn các kim loại được luyện bằng phương pháp nấu chảy lỏng sau đó đem đúc thành hình sản phẩm hay bán thành phẩm. Chất lượng của vật đúc phụ thuộc phần lớn vào quá trình chuyển từ trạng thái lỏng sang trạng thái rắn, đó là quá trình kết tinh.

Định nghĩa : kết tinh là quá trình hình thành mạng tinh thể từ trạng thái lỏng và thường gọi là kết tinh lần thứ nhất.

3.1.1. Điều kiện năng lượng của quá trình kết tinh :

Trong tự nhiên mọi quá trình tự phát đều xảy ra theo chiều giảm năng lượng, tức là theo chiều ở trạng thái mới có năng lượng dự trữ nhỏ hơn. Ví dụ : một hòn bi đặt tại vị trí A luôn có xu hướng lăn xuống vị trí B ổn định hơn. Trong trường hợp này năng lượng dự trữ chính là thế năng của hòn bi.



Hình 3.1- Sơ đồ biểu thị vị trí ổn định (1), không ổn định (2) và giả ổn định (3)

Trong hệ thống vật chất gồm chuyển động của các chất điểm (nguyên tử, phân tử) thì năng lượng dự trữ được đặc trưng bằng năng lượng tự do F.

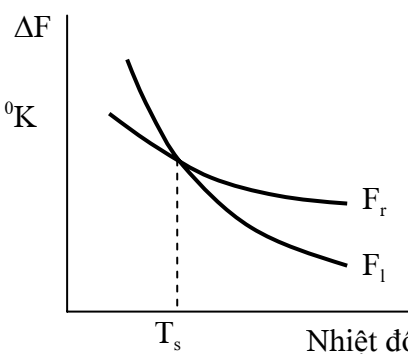
Trong đó : -U là nội năng của hệ thống
-S là entropi
-T là nhiệt độ tuyệt đối $^{\circ}\text{K}$

Năng lượng tự do thay đổi theo nhiệt độ và các yếu tố khác. Từ biểu đồ về mối quan hệ giữa năng lượng tự do và nhiệt độ ta thấy :

- Với $T > T_s$ ta có $F_r > F_l$ do đó kim loại tồn tại ở trạng thái lỏng
- Với $T < T_s$ ta có $F_r < F_l$, do đó kim loại tồn tại ở trạng thái rắn.

Như vậy khi làm nguội kim loại lỏng xuống dưới nhiệt độ T_s sẽ có quá trình kết tinh xảy ra. Tại nhiệt độ T_s ta có $F_r = F_l$, năng lượng tự do của hai trạng thái bằng nhau, quá trình kết tinh chưa xảy ra, nghĩa là giữa kim loại rắn và kim loại lỏng có cân bằng động. Điều đó có nghĩa là : nếu có một lượng kim loại lỏng kết tinh thì cũng có một lượng như vậy kim loại rắn nóng chảy. Chỉ ở nhiệt độ $T < T_s$, $F_r < F_l$ rõ rệt sự kết tinh mới xảy ra. T_s được gọi là nhiệt độ kết tinh lý thuyết.

$$F = U - TS$$



Hình 3.2 - Sơ đồ biến đổi năng lượng tự do ΔF của trạng thái lỏng và rắn theo nhiệt độ

Như vậy nhiệt độ kết tinh thực tế luôn thấp hơn T_s , hiện tượng này gọi là sự quá nguội và hiệu số giữa hai nhiệt độ đó gọi là độ quá nguội, ký hiệu ΔT . Phần lớn các kim loại kết tinh với độ quá nguội $\Delta T_{nhỏ}$, khoảng từ 2-5 $^{\circ}C$. Tuy nhiên cũng có kim loại kết tinh với độ quá nguội lớn (Stibi có $\Delta T = 41^{\circ}C$).

Vậy điều kiện năng lượng để xảy kết tinh là phải làm nguội kim loại lỏng tới nhiệt độ thấp hơn T_s hay kim loại lỏng chỉ kết tinh với sự quá nguội nhất định. Ta cũng có thể lý luận tương tự như vậy với quá trình nóng chảy và chuyển biến thù hình. Do độ quá nguội và độ quá nung của phần lớn kim loại bé nên có thể dựa vào T_s để xác định nhiệt độ nóng chảy hay kết tinh của kim loại.

3.1.2. Hai quá trình của sự kết tinh :

Khi hạ nhiệt độ kim loại lỏng xuống thấp hơn nhiệt độ kết tinh lý thuyết T_s , quá trình kết tinh sẽ xảy ra. Sự kết tinh thực hiện được là nhờ có hai quá trình sau :

- Trong kim loại lỏng xuất hiện những trung tâm kết tinh có kích thước rất nhỏ, gọi là mầm kết tinh. Quá trình này gọi là tạo mầm.

- Các mầm này sẽ phát triển lên và tạo thành hạt tinh thể. Quá trình này gọi là phát triển mầm.

1- Quá trình tạo mầm (trung tâm kết tinh) :

Tạo mầm là quá trình tạo nên các phân tử rắn có cấu tạo tinh thể, có kích thước rất nhỏ trong lòng khối kim loại lỏng, chúng là những mầm mống đầu tiên để phát triển lên thành hạt tinh thể.

Theo đặc tính phát sinh mầm được chia làm hai loại : mầm tự sinh (đồng pha) và mầm không tự sinh (ký sinh)

a- Mầm tự sinh (mầm đồng pha) : Là mầm sinh ra trực tiếp từ kim loại lỏng không cần sự giúp đỡ của bề mặt các hạt rắn có sẵn trong đó .

Tại nhiệt độ thấp hơn T_s các nhóm nguyên tử sắp xếp có trật tự trong kim loại lỏng có kích thước lớn hơn một giá trị xác định ứng với mỗi nhiệt độ sẽ cố định lại, không tan đi nữa và có điều kiện phát triển lên thành hạt tinh thể.

Ta xét điều kiện năng lượng của sự tạo mầm này. Giả sử rằng tại nhiệt độ nào đó nhỏ hơn T_s trong kim loại lỏng xuất hiện n nhóm nguyên tử sắp xếp trật tự có thể tích v. Tại nhiệt độ này ta có $F_r < F_l$. Gọi $\Delta F_v = F_r - F_l$, là hiệu số năng lượng tự do giữa kim loại lỏng và kim loại rắn tính cho một đơn vị thể tích kim loại lỏng thì $\Delta F_v < 0$ khi $T < T_s$. Khi tạo ra n nhóm nguyên tử trật tự nói trên thì năng lượng của hệ thống giảm đi một lượng là $n v \Delta F_v$. Nhưng do tạo nên bề mặt tiếp xúc giữa rắn và lỏng nên năng lượng tự do sẽ tăng thêm một lượng là $n s \sigma$. Trong đó : s là diện tích tiếp xúc giữa nhóm nguyên tử với kim loại lỏng, còn σ là sức căng bề mặt trên một đơn vị diện tích. Khi tạo ra n nhóm nguyên tử sắp xếp có trật tự trên thì năng lượng cả hệ thống biến đổi một lượng là:

$$\Delta F = - n v \Delta F_v + n s \sigma$$

Coi các nhóm nguyên tử trật tự có dạng hình cầu bán kính r, ta có:

$$\Delta F = - \frac{4}{3} \pi r^3 n \Delta F_v + 4 \pi r^2 n \sigma \quad (1)$$

Ở nhiệt độ nhất định nhỏ hơn T_s thì ΔF_v và σ là hằng số nên $\Delta F = f(r)$. Bằng thực nghiệm người ta đã vẽ được đồ thị về sự phụ thuộc giữa năng lượng tự do và bán kính r của nhóm nguyên tử trật tự. Từ đồ thị đó ta nhận thấy :

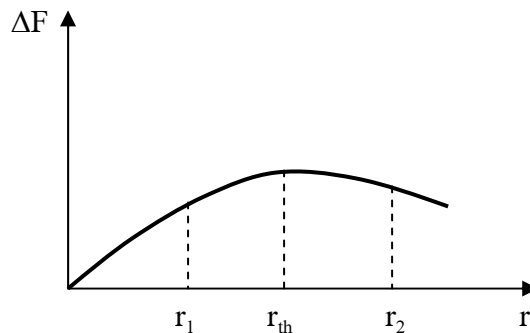
-Nếu nhóm nguyên tử trật tự có $r_1 < r_{th}$ thì khi nó phát triển lên làm cho năng lượng của hệ thống tăng lên, không phù hợp với tự nhiên nên sẽ tan đi.

-Nếu nhóm nguyên tử trật tự có $r_2 > r_{th}$ khi phát triển lên làm giảm năng lượng của hệ thống và nó trở thành mầm thật sự.

Kết luận : tại một nhiệt độ nhất định nhỏ hơn T_s trong kim loại lỏng có vô số nhóm nguyên tử sắp xếp trật tự có kích thước khác nhau. Chỉ những nhóm nào có kích thước lớn hơn một giá trị tới hạn nào đó mới trở thành mầm thật sự, còn những nhóm khác tan đi.

Ta có thể tính bán kính tới hạn như sau : tìm giá trị cực đại của biểu thức (1) và tính được $r_{th} = \frac{2\sigma}{\Delta F_v}$ (2), giá trị $r = 0$ không có ý nghĩa. Khi nhiệt độ kết tinh càng thấp (ΔF_v

lớn) thì r_{th} càng nhỏ và càng có nhiều nhóm nguyên tử trật tự có kích thước lớn hơn r_{th} để trở thành mầm. Do đó sự kết tinh xảy ra dễ dàng hơn. Tại $T = T_s$ ta có $r_{th} = \infty$, quá trình sinh mầm không xảy ra .



Hình 3.3 - Quan hệ giữa bán kính mầm và ΔF

b-Mầm không tự sinh (ký sinh) :

Là mầm kết tinh được tạo nên trên bề mặt của các hạt rắn có sẵn trong kim loại lỏng.

Trong kim loại lỏng không thể nguyên chất tuyệt đối được, nên bao giờ cũng còn tạp chất. Đó là các chất lẫn lộn không tan như : bụi than, bụi tường lò, các ôxyt, nitrit... Chúng giúp cho quá trình sinh mầm trên bề mặt của chúng xảy ra dễ dàng hơn. Vai trò của mầm không tự sinh rất quan trọng trong thực tế và do vậy quá trình kết tinh xảy ra rất nhanh chóng. Mầm tự sinh bao gồm :

-Các phần tử vật lẫn lộn không tan rất nhỏ như ôxyt, bụi tường lò, nitrit, hydrit...có kiểu mạng và kích thước khác nhau với kim loại kết tinh.

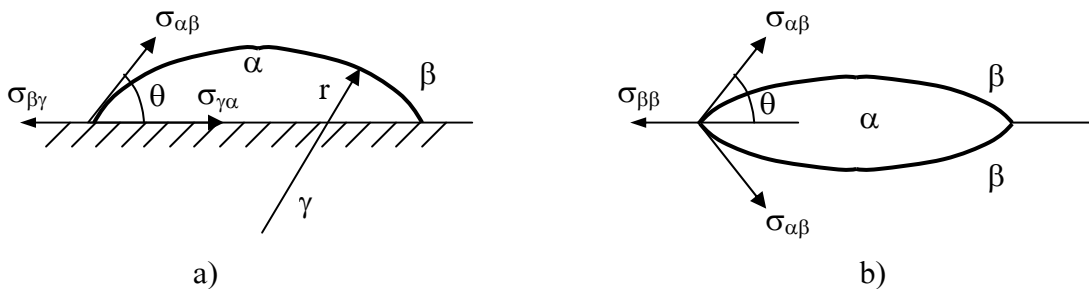
-Các hạt rất nhỏ có khả năng hấp thụ trên bề mặt của chúng những nguyên tử kim loại kết tinh.

-Thành khuôn đúc, đặc biệt là các vết nứt và chỗ lồi lõm trên thành khuôn.

2-Quá trình phát triển mầm :

Sau khi các mầm được tạo ra chúng sẽ tiếp tục phát triển lên thành hạt tinh thể. Quá trình này làm cho năng lượng tự do của hệ giảm đi phù hợp với tự nhiên (là quá trình tự

phát). Ta có thể minh họa quá trình này bằng cơ cấu mầm hai chiều (Cosen) và cơ cấu mầm kết tinh có lệch xoắn.



Hình 3.4- Mầm ký sinh dạng chỏm cầu (a) và dạng thấu kính (b).

3.1.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến kích thước hạt, các phương pháp làm nhỏ hạt

Sau khi đúc hạt kim loại khá lớn, nhiều trường hợp có thể nhìn thấy bằng mắt thường. Trong kỹ thuật đúc luôn có xu hướng làm nhỏ hạt kim loại vì hạt nhỏ có cơ tính tốt hơn và ít dòn hơn. Trong một số trường hợp do yêu cầu của kỹ thuật ta mới làm cho hạt lớn khi đúc.

Sau khi đúc hạt kim loại khá lớn, nhiều trường hợp có thể nhìn thấy bằng mắt thường. Trong kỹ thuật đúc luôn có xu hướng làm nhỏ hạt kim loại vì hạt nhỏ có cơ tính tốt hơn và ít dòn hơn. Trong một số trường hợp do yêu cầu của kỹ thuật ta mới làm cho hạt lớn khi đúc.

a- Các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn hạt :

Trong thực tế có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn của hạt kim loại nhưng ảnh hưởng mạnh nhất là độ quá nguội ΔT . Để đánh giá ảnh hưởng của độ quá nguội đến độ lớn hạt ta sử dụng hai đại lượng sau :

- Tốc độ sinh mầm : là số lượng tâm mầm sinh ra trong một đơn vị thể tích và trong một đơn vị thời gian, ký hiệu n , đơn vị $1/\text{mm}^3 \cdot \text{s}$.
- Tốc độ phát triển mầm : là tốc độ phát triển về kích thước dài của tâm mầm trong một đơn vị thời gian, ký hiệu v , đơn vị mm/s .

Tốc độ sinh mầm càng lớn thì kích thước hạt càng nhỏ và tốc độ phát triển mầm càng tăng thì kích thước hạt càng lớn. Bằng thực nghiệm, người ta đã tính được kích thước hạt A theo hai đại lượng trên như sau :

$$A = a \sqrt{\frac{v}{n}} \text{ với } a \text{ là hệ số thực nghiệm.}$$

Từ đó ta thấy rằng : nguyên lý chung để tạo hạt nhỏ là tăng tốc độ sinh mầm và hạn chế tốc độ phát triển mầm.

b- Các phương pháp làm nhỏ hạt :

Trong thực tế người ta thường sử dụng các phương pháp làm nhỏ hạt sau đây :

- Tăng độ quá nguội khi kết tinh : Độ quá nguội phụ thuộc vào tốc độ nguội, tốc độ nguội càng lớn thì độ quá nguội càng tăng. Để tăng tốc độ nguội người ta dùng khuôn

kim loại có tính dẫn nhiệt cao thay cho khuôn cát. Với các vật đúc lớn ta còn dùng nước lạnh làm nguội ngoài thành khuôn kim loại.

- Phương pháp biến tính :

* Tăng số lượng tâm mầm không tự sinh : người ta cố ý cho vào kim loại lỏng các chất đặc biệt để giúp cho sự tạo mầm không tự sinh. Ví dụ trước khi rót thép người ta cho một lượng nhỏ nhôm vào thùng thép lỏng (20g/tấn thép lỏng). Nhôm sẽ kết hợp với ô xy, ni tơ hòa tan trong thép tạo ra các phân tử Al_2O_3 , AlN rất nhỏ mịn, lơ lửng phân tán đều trong thép lỏng. Đây là những mầm không tự sinh làm cho hạt thép nhỏ hơn.

* Hạn chế tốc độ phát triển mầm : người ta cho vào kim loại lỏng một chất đặc biệt, nó hòa tan và hấp phụ vào bề mặt mầm hạn chế sự phát triển dài của mầm. Ví dụ : khi đúc hợp kim nhôm -si lic người ta cho vào một hỗn hợp muối natri ($NaCl$, NaF), chúng hòa tan vào và hạn chế sự phát triển của tinh thể si lic. Do vậy làm cho hạt nhỏ.

* Ngoài ra còn chất biến tính có tác dụng làm thay đổi hình dáng hạt (tạo graphít cầu trong gang) cải thiện rất mạnh cơ tính của vật liệu.

Cần chú ý là phải tiến hành biến tính đúng lúc, chất biến tính chỉ cho vào kim loại lỏng vài phút trước khi rót khuôn. Nếu quá sớm thì kim loại chưa kịp kết tinh sẽ nổi lên và đi vào xỉ. Nếu quá muộn thì không kịp phản ứng.

3.2.KHUẾCH TÁN TRONG VẬT LIỆU

3.2.1.Các định luật khuếch tán cơ bản :

Khuếch tán là sự chuyển chỗ ngẫu nhiên của các nguyên tử (ion, phân tử) do dao động nhiệt. Khuếch tán của nguyên tử A trong nền của chính loại nguyên tử đó (A) gọi là tự khuếch tán

Khuếch tán của nguyên tử khác loại B với nồng độ nhỏ trong nền A gọi là khuếch tán khác loại. Điều kiện để có khuếch tán khác loại là B phải hòa tan trong A.

Khuếch tán của cả A và B trong nền A hoặc B gọi là khuếch tán tương hỗ. Trong khuếch tán khác loại và khuếch tán tương hỗ luôn có dòng nguyên tử theo chiều giảm nồng độ.

Khuếch tán có vai trò quan trọng trong nhiều quá trình công nghệ chế tạo vật liệu như kết tinh, thiêu kết, tạo lớp bán dẫn p-n, trong xử lý nhiệt, quá trình ô xy hoá, dãn...

1-Định luật Fick I và hệ số khuếch tán :

Định luật Fick I biểu diễn mối quan hệ giữa dòng nguyên tử khuếch tán J qua một đơn vị bề mặt vuông góc với phương khuếch tán và gradien nồng độ dc/dx :

$$J = - D \frac{dc}{dx} = - D \cdot \text{grad } c \quad (3.1)$$

Trong đó dấu trừ chỉ dòng khuếch tán theo chiều giảm nồng độ.

D - là hệ số khuếch tán, thường đo bằng cm^2/s . Trong nhiều trường hợp D phụ thuộc nhiệt độ theo quy luật :

$$D = D_0 \exp (- Q/RT) \quad (3.2)$$

Với D_0 - là hằng số, cm^2/s

Q - hoạt năng khuếch tán kcal/mol

T - nhiệt độ khuếch tán, °K

R - hằng số khí, $R = 1,98 \text{ cal/mol}$

Từ những trị số D_0 và Q có thể xác định hệ số khuếch tán D ở nhiệt độ bất kỳ và đặc điểm của quá trình khuếch tán (cơ chế khuếch tán)

2-Định luật Fick 2 :

Nếu nồng độ C không những là hàm của x mà còn phụ thuộc vào thời gian t thì để thuận tiện người ta sử dụng định luật Fick 2. Trong trường hợp hệ số khuếch tán không phụ thuộc nồng độ, biểu thức của định luật Fick 2 như sau :

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = D \cdot \nabla^2 c \quad (3.3)$$

Nghiệm của phương trình (3.3) trong trường hợp khuếch tán một chất có nồng độ C_s trên bề mặt và vào bên trong mẫu với nồng độ ban đầu C_0 ($C_s > C_0$) có dạng :

$$C(x,t) = C_s - (C_s - C_0) \text{erf} (x/2\sqrt{Dt}) \quad (3.4)$$

Trong đó erf (L) - là hàm sai của đại lượng L được tính sẵn trong các sổ tay toán học. Từ biểu thức (3.4) ta thấy rằng $C(x,t)$ tỷ lệ với $(x/2\sqrt{Dt})$ nếu C_s và C_0 là hằng số, có nghĩa là chiều sâu x của lớp khuếch tán với nồng độ C nào đó tỷ lệ thuận với \sqrt{Dt} .

3.2.2.Cơ chế khuếch tán :

Cơ chế khuếch tán giải thích trị số D_0 và Q , tìm hiểu bản chất của những quá trình dịch chuyển nguyên tử (ion, phân tử) trong những vật liệu khác nhau.

1-Trong dung dịch rắn thay thế :

Trong vật liệu này, các nguyên tử khuếch tán theo cơ chế nút trống, tức là nguyên tử dịch chuyển đến nút trống bên cạnh. Để thực hiện được bước dịch chuyển như vậy, cần phải có hai điều kiện :

-Nguyên tử có hoạt năng G_m^v đủ để phá vỡ liên kết với những nguyên tử bên cạnh, nói rộng khoảng cách hai nguyên tử ở giữa nút trống và nguyên tử dịch chuyển (nguyên tử 1 và 2 hình 3.2a.). Số lượng những nguyên tử có hoạt năng như vậy tỷ lệ với $\exp(-\Delta G_m^v/kT)$.

-Có nút trống nằm cạnh nguyên tử : nồng độ nút trống tỷ lệ với $\exp(-\Delta G_f^v/kT)$, trong đó ΔG_f^v là năng lượng tạo nút trống, có nghĩa là năng lượng cần để tách nguyên tử khỏi nút mạng trong mạng hoàn chỉnh, năng lượng này tỷ lệ với nhiệt hoá hơi.

Như vậy khả năng khuếch tán phụ thuộc vào xác suất của hai quá trình trên và hệ số khuếch tán có thể viết dưới dạng :

$$D = \text{const} \cdot \exp(-\Delta G_f^v/kT) \cdot \exp(-\Delta G_m^v/kT) \quad (3.5)$$

Nếu kể đến mối quan hệ $G = H - TS$ (với H là entanpi, S là entropi) và biểu thức (3.2) của D , ta xác định được Q và D_0 như sau :

$$Q = \Delta H_m^v + \Delta H_f^v \quad (3.6)$$

$$D_0 = \text{const} \cdot \exp [(\Delta S_f^v + \Delta S_m^v)/k] \quad (3.7)$$

Bằng cách so sánh Q và tổng $\Delta H_m^v + [(\Delta S_f^v + \Delta S_m^v)/k]$ có thể dự đoán sự có mặt của cơ chế nút trống trong vật liệu cụ thể. Trong nhiều kim loại $\Delta H_m^v + \Delta H_f^v = 1-3\text{eV/nguyên tử}$ và $(\Delta S_f^v + \Delta S_m^v)/k = 2$, do đó $D_0 = 0,1-10\text{cm}^2/\text{s}$.

Hoạt năng khuếch tán Q liên quan đến năng lượng tách và dịch chuyển nguyên tử khỏi nút mạng, do đó ta có :

$$Q \sim L_{nc} \sim T_{nc} \quad (3.8)$$

Như vậy tại nhiệt độ đã cho, vật liệu có T_{nc} càng lớn thì Q càng lớn và D càng nhỏ

2-Trong dung dịch rắn xen kẽ :

Trong dung dịch rắn xen kẽ, các nguyên tử hoà tan thường có đường kính nhỏ (H, O, N, C...) có thể chuyển từ vị trí lỗ hổng này (giữa các nút mạng) sang các lỗ hổng khác. Đây là hiện tượng khuếch tán theo cơ chế giữa các nút mạng. Để chuyển đến lỗ hổng bên cạnh, nguyên tử xen kẽ phải vượt được thế năng ΔG_m^i (hình 3.2b). Bên cạnh các nguyên tử xen kẽ luôn luôn có lỗ hổng và lượng các lỗ hổng trong mạng là xác định và nhiều hơn nguyên tử xen kẽ nên "nồng độ" lỗ hổng không ảnh hưởng đến hệ số khuếch tán. Trong trường hợp này ta có :

$$D = \text{const.} \exp(\Delta S_m^i/k) \cdot \exp(-\Delta H_m^i/kT) \quad (3.9)$$

$$\text{Do đó } Q = \Delta H_m^i \quad (3.10)$$

$$D_0 = \text{const.} \exp(\Delta S_m^i/k) \quad (3.11)$$

Q và D_0 nói chung có giá trị nhỏ hơn so với cơ chế nút trống. Q phụ thuộc chủ yếu vào kích thước nguyên tử xen kẽ (nguyên tử càng nhỏ thì D càng lớn) và mật độ xếp chặt của kim loại nền.

3-Trong các tinh thể liên kết ion và liên kết đồng hoá trị :

trong tinh thể của hợp chất ion (ví dụ NaCl) nếu khuyết tật Schottky (nút trống) là đáng kể thì khuếch tán theo cơ chế nút trống. Trong đó cation Na^+ khuếch tán nhanh hơn anion (Cl) vì cation có kích thước nhỏ hơn. Nếu nồng độ nút trống đủ lớn thì các nút trống sẽ tạo cặp (nút trống kép) để giảm năng lượng của hệ, khi đó entanpi dịch chuyển có giá trị nhỏ dẫn đến D lớn và không có sự khác nhau đáng kể giữa D của cation và anion. Tương tự như biểu thức (3.8) ta có mối quan hệ hoạt năng khuếch tán trong tinh thể ion như sau :

$$(Q_{\text{cation}} + Q_{\text{anion}}) \sim L_{nc} \sim T_{nc}$$

Trong tinh thể ion khi nồng độ khuyết tật Frenkel (nút trống và cation xen kẽ) là đáng kể (ví dụ AgBr) cation xen kẽ (Ag^+) khuếch tán theo cơ chế giữa nút mạng không trực tiếp (cơ chế đuối) : nguyên tử xen kẽ đuối nguyên tử cạnh nó từ vị trí nút trống nút mạng đến lỗ hổng. Entanpi chuyển chỗ như vậy nhỏ hơn entanpi chuyển chỗ của nút trống.

Trong các tinh thể có liên kết đồng hoá trị (ví dụ SiO_2 , Si, Ge) quá trình khuếch tán của các nguyên tử thành phần (ví dụ của Si và O trong SiO_2) và những nguyên tử thay thế (Ag trong mạng SiO_2) là rất chậm (khoảng $10^{-11} \text{ cm}^2/\text{s}$ ở gần nhiệt độ nóng chảy) vì nó phải phá vỡ phá vỡ liên kết rất bền trong mạng và khuếch tán theo cơ chế nút trống.

4-Trong vật liệu kim loại vô định hình :

Trong vật liệu vô định hình không có sự khác nhau đáng kể giữa nút trống và lỗ hổng cũng như không có tính chu kỳ của vị trí nguyên tử. Nồng độ khuyết tật rất lớn và kém ổn định, do đó chúng dễ kết hợp với nhau hoặc với nguyên tử hoà tan. Trong vật liệu này có thể tồn tại các cơ chế khuếch tán sau :

-Các loại nguyên tử kích thước nhỏ (H, O..) khuếch tán theo cơ chế giữa các nút mạng, Q có giá trị nhỏ (0,25 - 0,5eV/nguyên tử). Khi đường kính nguyên tử và khối lượng nguyên tử càng nhỏ thì hệ số khuếch tán D càng lớn.

-Một số nguyên tử Au, Pt, Pb...và các hợp phức của chúng khuếch tán theo cơ chế giữa nút mạng trong những lỗ hổng lớn (khoảng 0,7 đường kính nguyên tử), Q phụ thuộc vào năng lượng liên kết của những hợp phức đó và có trị số 1-3 eV/nguyên tử.

5-Trong vật liệu polyme :

Trong polyme ở trạng thái rắn hầu như không có khuếch tán vì phải giữ cố định góc định vị ít ra với hai polyme bên cạnh. Tuy nhiên một mạch polyme có thể chuyển động cùng với những mạch cấu trúc bên cạnh. Hiện tượng này gọi là khuếch tán liên kết, chỉ xảy ra ở gần nhiệt độ chảy.

Những phân tử nhỏ như H_2 , O_2 , H_2O ... có thể chuyển dịch trong polyme ở trạng thái rắn. Những phân tử nhỏ này chiếm vị trí giữa các phân tử. Nếu mạch phân tử có vi chuyển động ngẫu nhiên (thay đổi hình dáng phân tử) thì những phân tử nhỏ phía ngoài có thể đổi chỗ với những nhánh polyme đó.

3.2.3.Các ứng dụng của khuếch tán :

1-Trong kỹ thuật đúc :

Trong quá trình đúc người ta thay đổi tốc độ nguội để điều chỉnh quá trình kết tinh của vật liệu. Tùy từng trường hợp cụ thể ta có thể giảm tốc độ nguội để tăng quá trình khuếch tán hay tăng tốc độ nguội để giảm quá trình khuếch tán... để tạo ra tổ chức và tính chất theo yêu cầu. Ví dụ :

-Khi nấu chảy kim loại : để có thành phần đồng đều, khử được tạp chất có hại nằm lơ lửng trong kim loại lỏng, cần thúc đẩy quá trình khuếch tán bằng cách khuấy trộn, tăng nhiệt độ...Để chống bay hơi và hoà tan khí vào kim loại lỏng ta dùng lớp xỉ che phủ bề mặt.

-Khi đúc gang cần làm nguội chậm để có thời gian cho quá trình graphít hoá xảy ra, tránh tạo thành xêmentít.

2-ủ đồng đều hoá thành phần :

Trong vật đúc thường gặp thiên tích nhánh cây nhất là trong các hợp kim có khoảng nhiệt độ kết tinh lớn nồng độ các nguyên tố hợp kim và tạp chất phân bố không đều. Vì vậy sau khi đúc xong phải tiến hành ủ đồng đều thành phần vật đúc. Nếu ta coi phân bố nồng độ có dạng hình sin với chu kỳ bằng khoảng cách giữa các nhánh cây thì để đạt được hiệu quả ủ f (được tính bằng độ giảm biên độ nồng độ) như sau :

$$f = [c_m(t) - c_o] / [c_m(0) - c_o] \quad (3.12)$$

Thời gian ủ t có thể xác định theo biểu thức nhận được từ nghiệm của phương trình định luật Fick 2 :

$$t = \frac{l^2}{4\pi^2 D} \cdot \ln f \quad (3.13)$$

Với l - là khoảng cách giữa hai cực đại (hình 3.3)

Để đạt được cùng một hiệu quả ủ, thời gian ủ càng giảm, nếu D càng lớn (nghĩa là nhiệt độ ủ càng cao) và khoảng cách giữa các nhánh cây càng nhỏ

3-Tạo lớp thấm bề mặt :

Để tạo lớp thấm cho bề mặt chi tiết ta tiến hành giữ nhiệt lâu trong môi trường chứa các nguyên tử của nguyên tố cần đưa vào (C, N, Si, Al, Cr...), do đó làm thay đổi thành phần hoá học của lớp bề mặt. Trong ba quá trình nối tiếp nhau xảy ra khi thấm (tạo nguyên tử hoạt, hấp phụ trên bề mặt chi tiết và khuếch tán vào bên trong) thì quá trình khuếch tán là chậm nhất. Do vậy khuếch tán khống chế động học tạo lớp thấm bề mặt.

Tổ chức của lớp thấm phụ thuộc vào giản đồ pha của nguyên tố nền (A) và nguyên tố cần thấm (B). Ví dụ khi thấm các bon vào thép theo giản đồ pha Fe - C ta nhận

được tổ chức austenit với mức độ bão hoà các bon khác nhau tùy theo nhiệt độ thấm. Sau khi làm nguội ta nhận được các tổ chức có lượng xêmentit khác nhau.

4-Trong quá trình thiêu kết :

Trong công nghệ luyện kim bột, sản phẩm sau khi tạo hình xong được nung đến nhiệt độ cao để tạo liên kết giữa các phần tử vật liệu. Quá trình khuếch tán xảy ra ngay bên trong hạt, trên bề mặt hạt hay giữa các hạt. Không chế được lỗ xốp (số lượng, hình dáng thể tích...) ta sẽ nhận được các tính chất theo ý muốn. Độ co ngót tương đối của chi tiết ($\Delta l/l_0$) là một trong các chỉ tiêu quan trọng, có thể ước tính theo biểu thức sau :

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \text{const} \left(\frac{D\sigma t}{r^3 T} \right)^{2/5} \quad (3.14)$$

Trong đó : - r : bán kính hạt
 - σ : năng lượng bề mặt
 - T và t : nhiệt độ và thời gian thiêu kết

5-Pha tạp bán dẫn và thuỷ tinh :

Trong bán dẫn, tất cả các quá trình chế tạo và đều liên quan đến quá trình khuếch tán. Ví dụ pha tạp P, Sb, B... vào Si và Ge để tạo lớp bán dẫn p-n. Để tăng những chỉ tiêu của bán dẫn (chủ yếu là độ dẫn điện), người ta thấm bo thể khí vào silic.

Pha tạp thuỷ tinh bằng cách khuếch tán những ion có kích thước lớn như K, Rb, Cs...vào bề mặt để cải thiện tính chất của thuỷ tinh như : hệ số giãn nở nhiệt, khả năng chịu va đập nhiệt...

3.3.CHUYỂN BIẾN PHA Ở TRẠNG THÁI RẮN TRONG HỢP KIM Fe - C

Khi tiến hành nhiệt luyện ta phải nung nóng và làm nguội thép có thành phần hóa học xác định. Trong phần này ta sẽ khảo sát xem sau khi nung nóng lên các nhiệt độ khác nhau sẽ xảy ra các chuyển biến pha nào và làm nguội tiếp theo với tốc độ khác nhau tổ chức mới nhận được sẽ biến thành tổ chức gì từ đó sẽ biết được sự thay đổi cơ tính tương ứng. Ta sẽ xem xét từng quá trình một và khảo sát cho loại thép đơn giản nhất là thép các bon cùng tích, chứa 0,80%C.

3.3.1.Các chuyển biến xảy ra khi nung nóng thép :

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 lit. 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 Ac_1 ($< 727^\circ C$) trong thép chưa có chuyển biến gì.
- Khi nhiệt độ nung nóng đạt đến Ac_1 ($> 727^\circ C$) sẽ có chuyển biến của tổ chức péc lit thành austenit theo phản ứng sau :



Khi nung nóng cao hơn Ac_1 một ít ta được tổ chức austenit đồng nhất.

b-Thép trước cùng tích :

- Khi nung nóng đến Ac_1 sẽ có chuyển biến péc lit thành austenit giống như trên.
- Khi nung từ nhiệt độ Ac_1 đến Ac_3 sẽ có quá trình hòa tan của phe rit vào austenit.

-Khi nung cao hơn Ac_3 ta được tổ chức austenit đồng nhất.

c-Thép sau cùng tích :

-Khi nung nóng đến Ac_1 có chuyển biến péc lit thành austenit.

-Khi nung từ nhiệt độ Ac_1 đến Ac_{cm} sẽ có quá trình hòa tan của xêmentit hai vào austenit.

-Nhiệt độ nung cao hơn Ac_{cm} 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.

2.Đặc điểm của chuyển biến péc lit thành austenit :

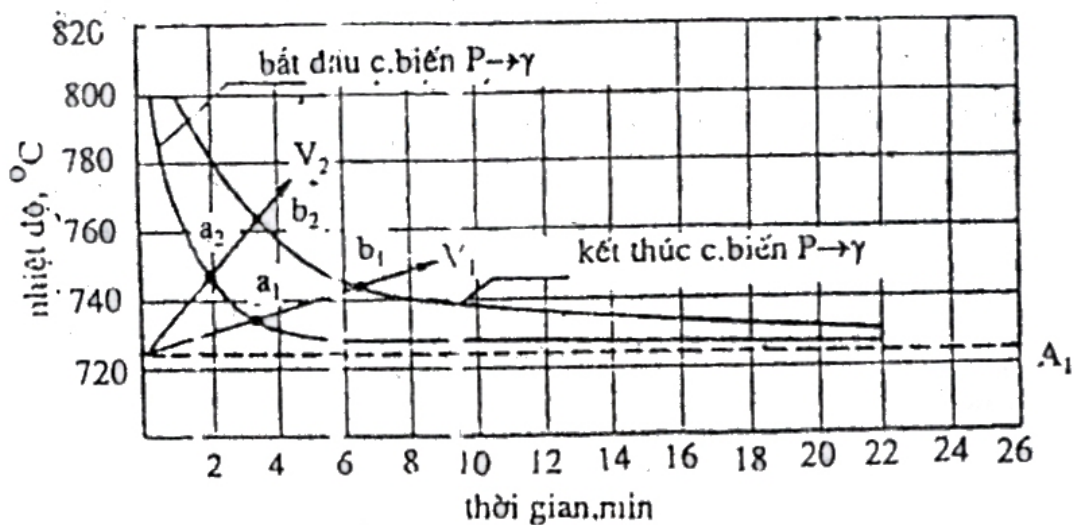
a-Nhiệt độ chuyển biến :

Trên giản đồ pha Fe - C nhiệt độ chuyển biến péc lit thành austenit là 727°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°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 độ bắt đầu và kết thúc chuyển biến sẽ là a_2 và b_2 , các nhiệt độ này cao hơn a_1, b_1 , 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 tối hạn tương ứng từ $20-30^\circ\text{C}$, 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.



Hình 3.5 - Ảnh hưởng của tốc độ nung đến nhiệt độ chuyển biến

b-Kích thước hạt austenit :

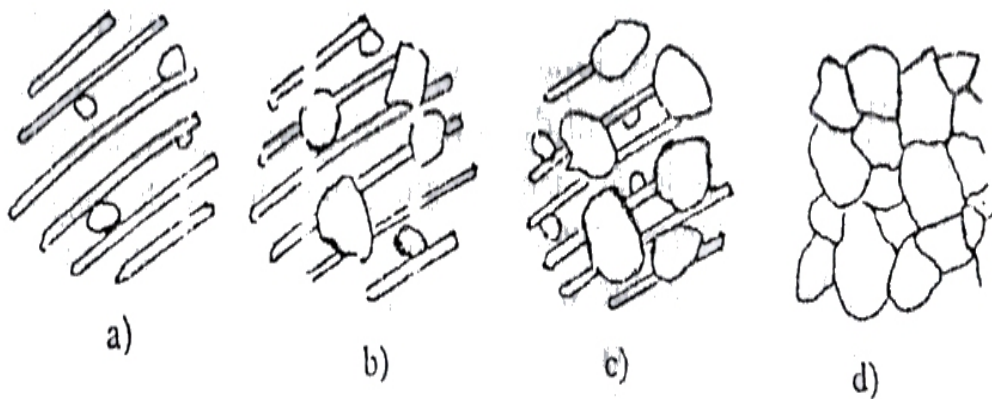
Trong thực tế không sử dụng thép ở trạng thái tổ chức austenit, nhưng kích thước của nó quyết định rất lớn kích thước hạt thép ở nhiệt độ thường.

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 kết tinh sinh ra rất nhiều. Vì vậy hạt austenit mới sinh bao giờ 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 giòn cao.

Thép bản chất hạt nhỏ có hạt austenit lúc ban đầu phát triển chậm, chỉ khi vượt quá 930 - 950°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°C) với thép bản chất hạt nhỏ không sợ hạt lớn khi nung nóng. Thép bản chất hạt nhỏ được xử lý nhiệt để bằng



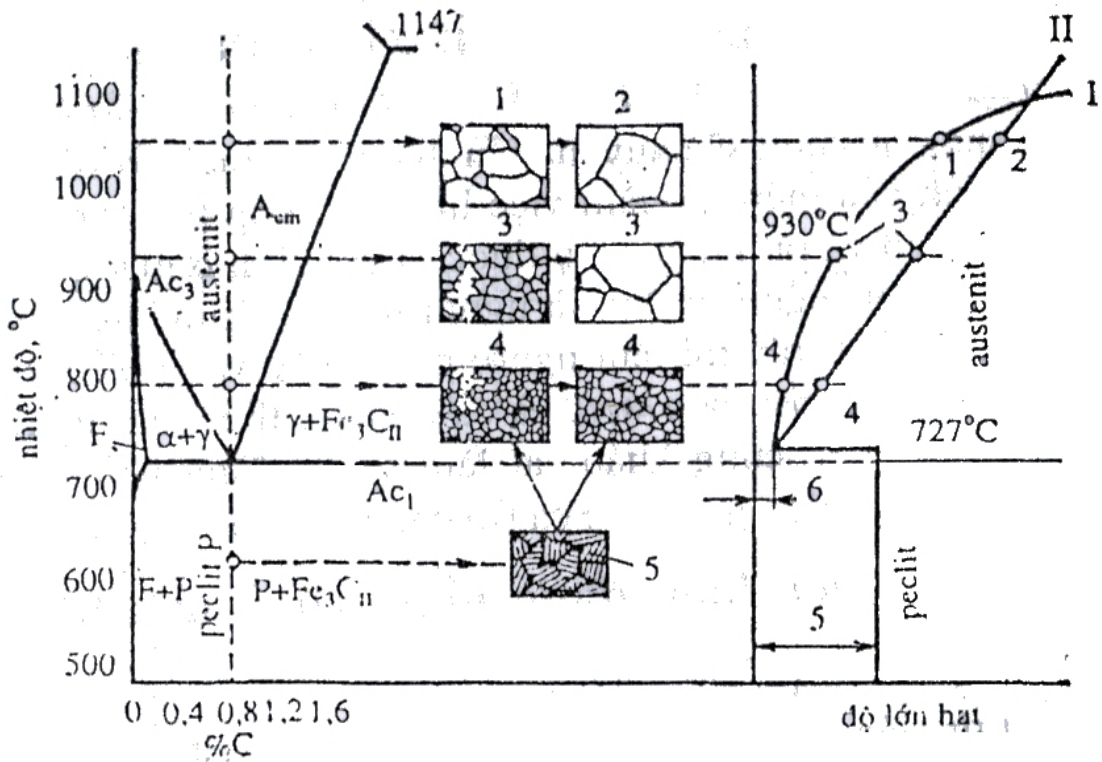
Hình 3.6. -Quá trình tạo mầm và phát triển mầm austenit từ péclit tấm

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 cacbít hợp kim khó tan, nhỏ mịn, chung sẽ nằm ở biên giới hạt cản trở sự sát nhập của hạt austenit với nhau thành hạt lớn hơn.

3.3.2.Chuyển biến xảy ra khi giữ nhiệt :

Khi giữ nhiệt không có chuyển biến nào khác với khi nung nóng. Tiến hành giữ nhiệt nhằm các mục đích sau :

-Làm đồng đều nhiệt độ trên toàn tiết diện, để cho lõi cũng có chuyển biến như ở bề mặt.



Hình 3.7-Giản đồ pha Fe-C (a) và sơ đồ phát triển hạt của thép cùng tích (b)
 1)Thép bản chất hạt nhỏ; 2)Thép bản chất hạt lớn; 3)Hạt bản chất
 4)Hạt khi nung nóng; 5)Hạt peclit ban đầu; 6)Hạt austenit ban đầu

-Có thời gian để hoàn thành các chuyển biến khi nung nóng.

-Làm đồng đều thành phần hóa học (các bon và hợp kim) của austenit.

Thời gian giữ nhiệt chỉ nên vừa đủ không nên kéo dài quá mức làm cho hạt lớn.

3.3.3.Chuyển biến của austenit khi làm nguội chậm :

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 được phân 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.

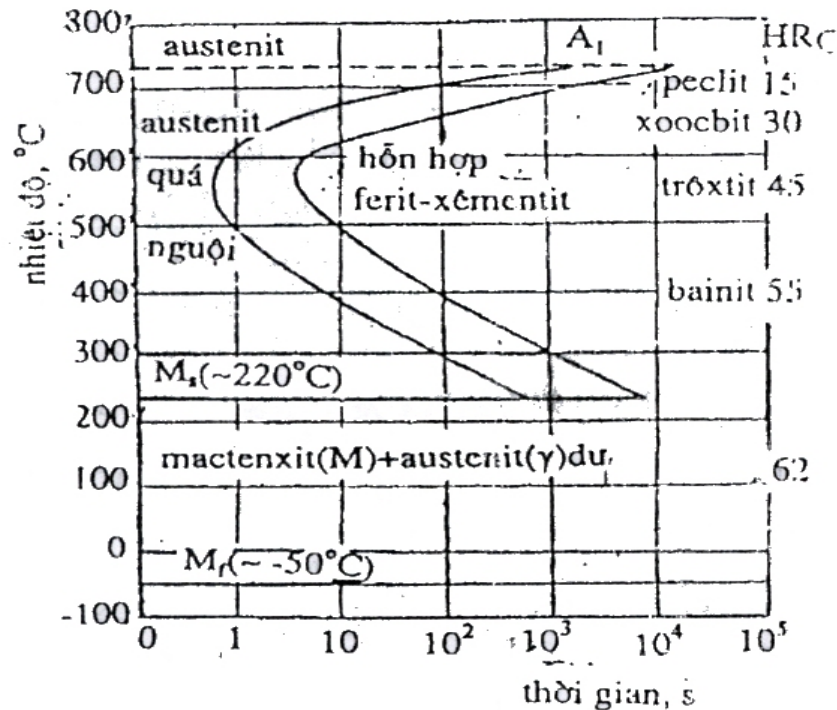
1-Giản đồ chuyển biến đẳng nhiệt của austenit quá nguội của thép cùng tích :

Từ giản đồ pha Fe - C ta biết rằng khi làm nguội austenit sẽ chuyển biến thành peclit tại nhiệt độ 727°C, 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 A_{r1} 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.

a-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.Davenport xây dựng năm 1930.



Hình 3.8- Giản đồ T-T-T của thép cùng tích

b-Các sản phẩm của sự phân hóa đẳng nhiệt của austenit quá nguội :

Từ giản đồ chữ "C" ta thấy rằng austenit khi bị làm nguội xuống dưới 727°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°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 :

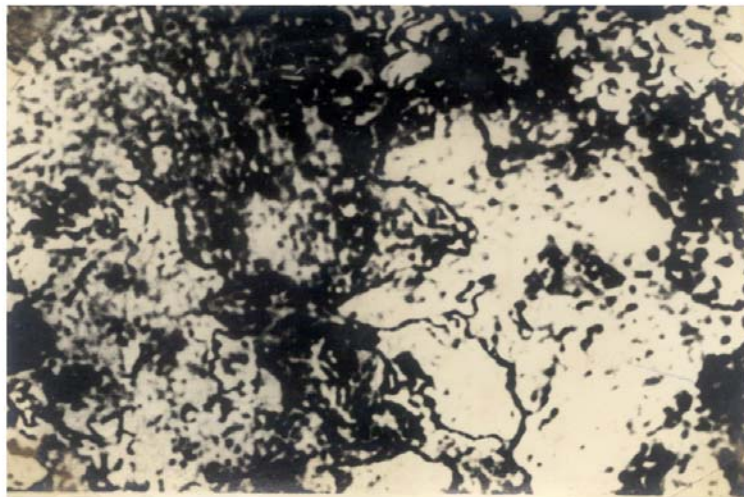
*Khi cho phân hóa ở sắt A₁ (trên dưới 700°C), với độ quá nguội nhỏ ΔT khoảng 25°C. Hỗn hợp phe rit - xêmentit tằm tạo thành với kích thước thô to, khoảng cách giữa các tằm khoảng 10³mm, độ cứng 10-15HRC gọi là péc lit tằm.

*Khi cho austenit phân hóa ở nhiệt độ thấp hơn (khoảng 650°C, với độ quá nguội ΔT xấp xỉ 75°C), hỗn hợp phe rit - xêmentit tằm tạo thành nhỏ mịn hơn, khoảng cách giữa các tằm cỡ 0,25 ÷ 0,30 μm, không phân biệt được chúng trên kính hiển vi quang học. Tổ chức này có độ cứng 25 - 35HRC, gọi là xoocbit tòi.



Hnh 3.9- Tổ chức tế vi của xocbit tôi

*Khi cho austenit phân hóa ở nhiệt độ thấp hơn nữa (khoảng 500 - 600°C, ứng với mũi của đường cong chữ "C", hỗn hợp phe rit - xêmentit tằm tạo thành sẽ nhỏ mịn hơn nữa, không phân biệt được trên kính hiển vi quang học, khoảng cách giữa các tằm khoảng 0,10 - 0,15 μ m, có độ cứng cao hơn cỡ 40HRC gọi là tro xtit tôi.

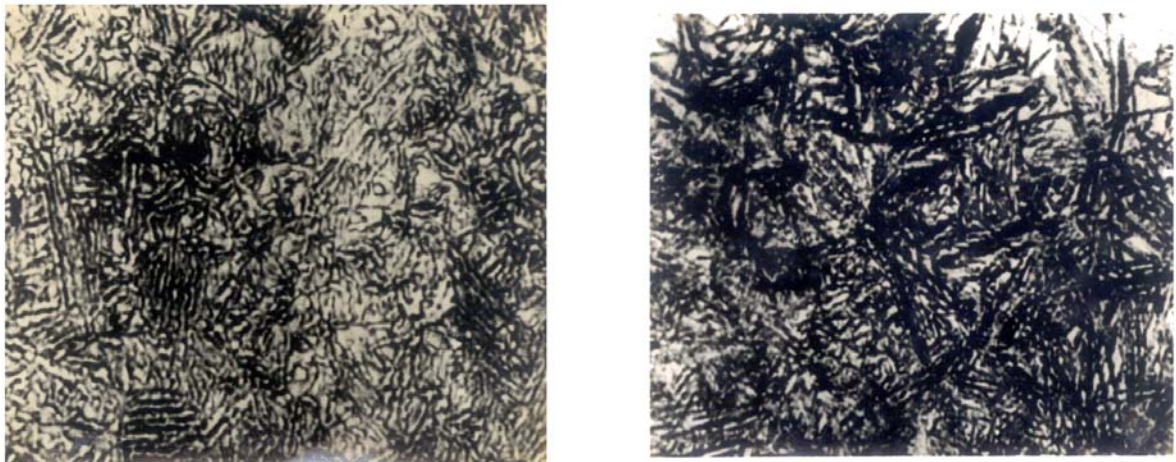


Hình 3.10- Tổ chức tế vi của trostit tôi

*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°C), hỗn hợp phe rit - xêmentit tằm 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 $Fe_{2,4-3}C$
- Ngoài hai pha trên còn một ít austenit dư và có ứng suất bên trong.

Sau khi làm nguội đẳng nhiệt tổ chức nhận được đồng nhất trên toàn bộ tiết diện. Như vậy các tổ chức pectit 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.



a)

b)

Hnh 3.11- Tổ chức tế vi bainit trên (a) và bai nit dưới (b)

2- Sự phân hóa của austenit 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.

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

-Làm nguội chậm cùng lò (V_1), vec 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 xoócbit.

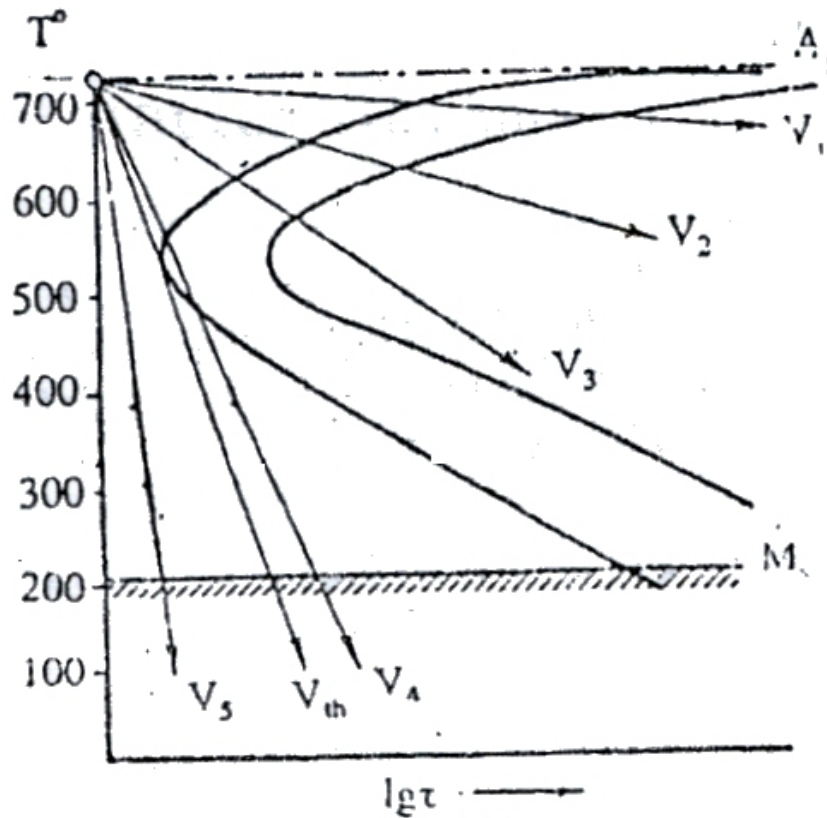
-Làm nguội trong không khí nén (V_3), vec tơ nguội cắt chữ "C" tại phần lồi, austenit phân hóa thành trôxtit.

-Làm nguội trong dầu (V_4) vec 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), vec 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.

b- 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.

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



Hình 3.12-Giản đồ T-T-T của thép cùng tích và các véc tơ nguội khi làm nguội liên tục

3-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.

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.

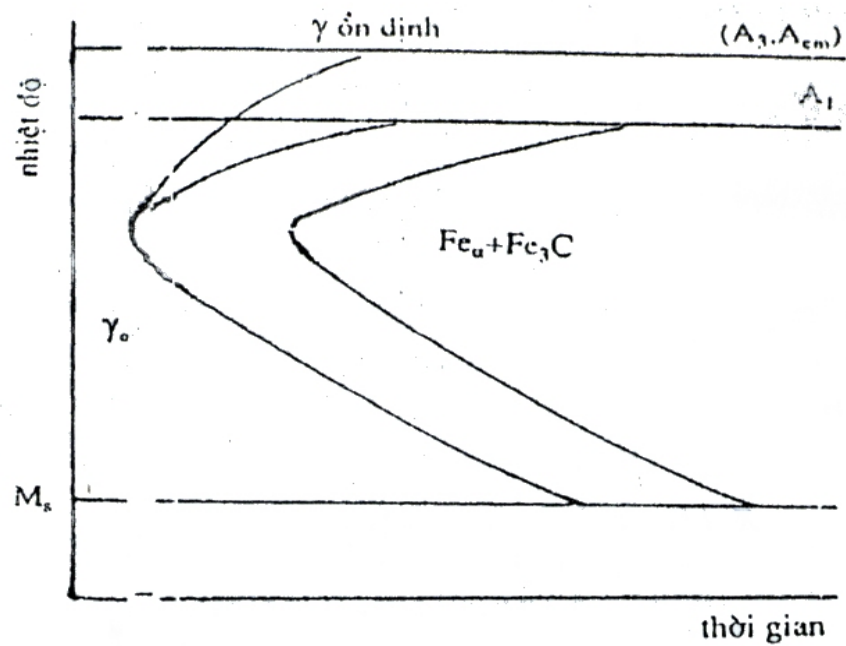
b-Thép sau cùng tích :

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.

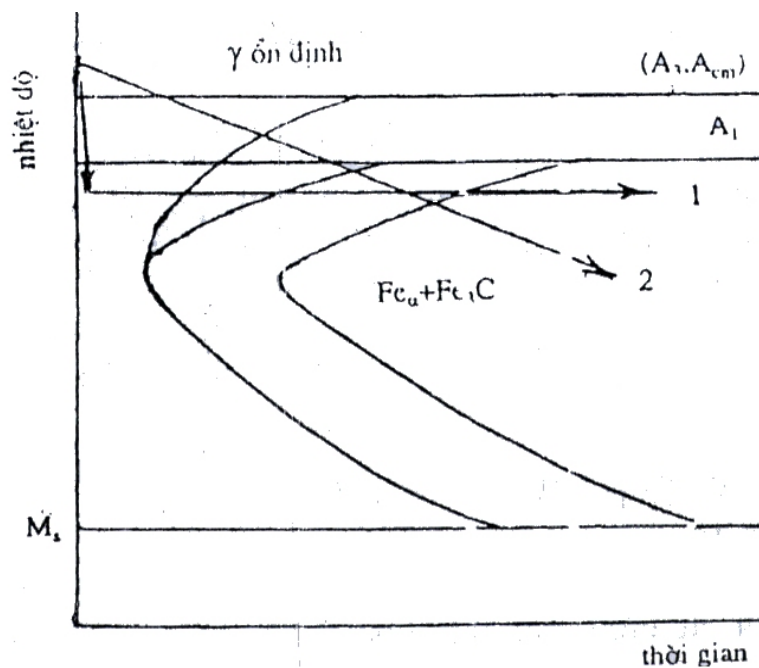
Tuy nhiên với các thép này nếu làm nguội đẳng nhiệt với độ quá nguội lớn hay tốc độ nguội nhanh thì austenit quá nguội của chúng sẽ phân hóa ngay thành peclit, xoocbit trôxtit và bainit nhưng lượng các bon không đúng là 0,80%C. Các sản phẩm đó gọi là cùng tích giả.

3.3.4.Chuyển biến austenit 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°C trở xuống. Tốc độ nguội nhỏ nhất để chuyển biến này



Hình 3.13-Dạng tổng quát của giản đồ T-T-T của thép khác cùng tích



Hình 3.14 -Sự tiết ra pherit hay xêmentit II khi làm nguội đẳng nhiệt với độ quá nguội nhỏ(1) và chậm liên tục (2)

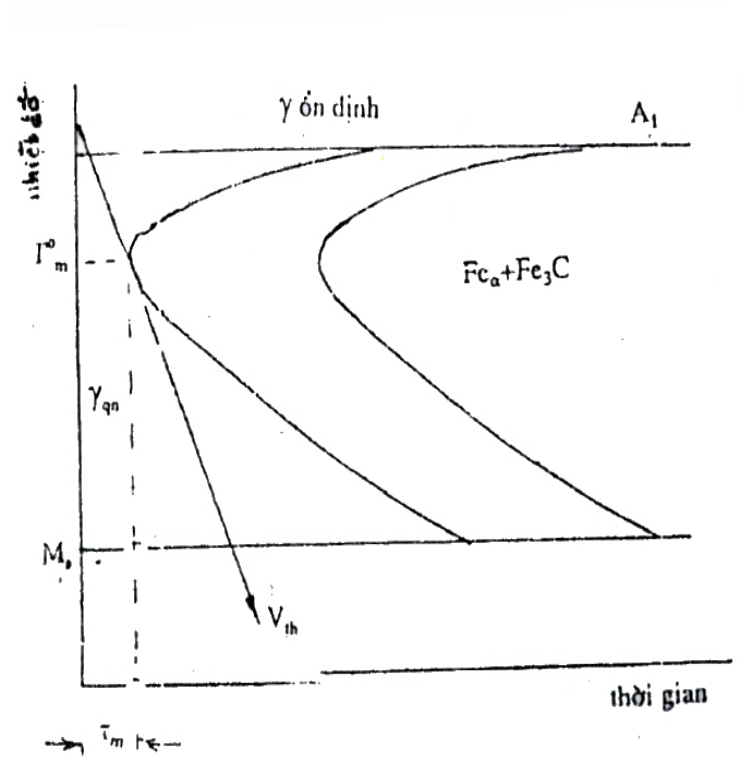
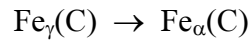
xảy ra là tốc độ ứng với véc tơ tiếp xúc với đường cong chữ "C" thứ nhất tại mũi của nó. Tốc độ nguội này được gọi là tốc độ tối thiểu V_{th} (còn gọi là tốc độ nguội tối hạn). Như vậy khi làm nguội austenit với tốc độ nguội lớn hơn tốc độ tối hạn sẽ nhận được mactenxit chứ không phải hỗn hợp phe rit - xêmen tit.

1-Bản chất và cấu trúc của mactenxit :

a-Định nghĩa :

Mactenxit là dung dịch rắn xen kẽ quá bão hòa của các bon trong Fe_{α} 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.



Hình 3.15-Giản đồ T-T-T và tốc độ tối tới hạn (V_{th})

b-Cấu trúc của mactenxit :

-Mactenxit có kiểu mạng chính phương tâm khối với hai thông số mạng là a và c. Tỷ số c/a gọi là độ chính phương. Thông thường tỷ số $c/a = 1,001 - 1,06$.

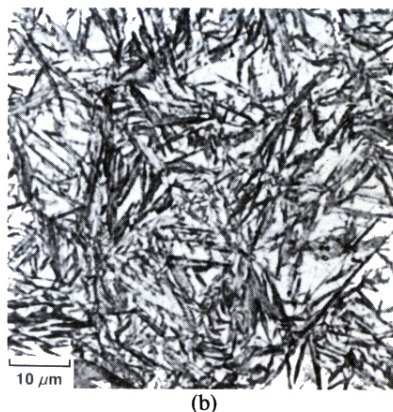
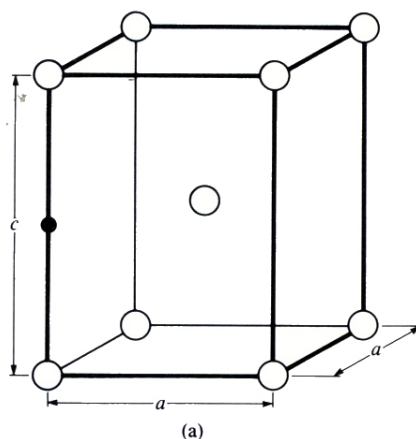
-Mactenxit có dạng hình kim, một đầu nhọn, các kim này tạo với nhau góc 120° hay 60° .

-Các nguyên tử các bon chui vào các lỗ hổng trong mạng của Fe_{α}

c-Tính chất mactenxit :

-Do hàm lượng các bon quá bão hòa nên gây ra xô lệch mạng lớn, do vậy có độ cứng cao và tính chống mài mòn lớn. Hàm lượng các bon càng lớn độ cứng càng cao.

-Mactenxit có tính giòn cao phụ thuộc vào kích thước hạt của nó và ứng suất bên trong. Hạt càng nhỏ, ứng suất càng thấp tính giòn càng thấp.



Hình 3.16- Cấu trúc mactenxit

a) Mô hình khối cơ sở (- C)

b) Ảnh tổ chức tế vi

2-Đặc điểm của chuyển biến mactenxit :

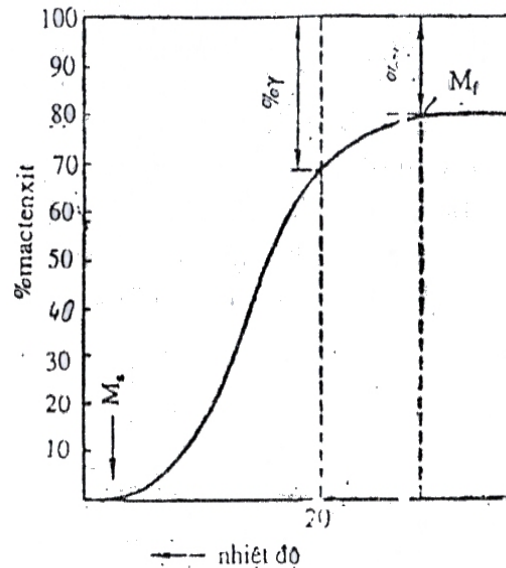
a-Chỉ xảy ra khi làm nguội nhanh và liên tục austenit với tốc độ lớn hơn hay bằng tốc độ nguội tới hạn. Chuyển biến máctenxit không xảy ra khi làm nguội đẳng nhiệt.

b-Là chuyển biến không khuếch tán : Nguyên tử các bon vẫn giữ nguyên vị trí, chỉ có nguyên 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.

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

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

e-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 vậy khi chuyển biến austenit thành máctenxit thể tích tăng lên và phần austenit chưa chuyển biến bị áp lực nén ngày càng tăng lên đến mức độ không thể chuyển biến được nữa. Lượng austenit dư sau khi tôi phụ thuộc vào các yếu tố sau :



Hình 3.17 - Đường cong động học của chuyển biến mactenxít

-Vị trí của điểm M_d và M_k : điểm M_k càng thấp hơn 20°C thì lượng austenit dư càng tăng. Đây là yếu tố quan trọng nhất.

-Lượng các bon trong máctanxít càng nhiều thể tích riêng của nó càng lớn, do vậy lượng austenit dư càng tăng.



Hnh 3.18 - Tổ chức tế vi của mactenxít và austenit dư

3.3.5.Chuyển biến khi nung nóng thép đã tôi (khi ram) :

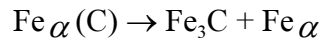
1-Tính không ổn định của máctenxít và austenit :

Sau khi tôi ta nhận được máctenxít và một lượng austenit dư nhất định, thép có độ cứng cao nhưng tính giòn lớn và tồn tại ứng suất dư bên trong, năng lượng tự do lớn. Trạng

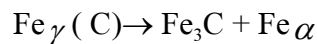
thái này không ổn định và chi tiết không thể làm việc được. Do đó phải cần một nguyên công tiếp theo để điều chỉnh lại cho phù hợp đó là ram.

Theo giản đồ pha Fe-C từ nhiệt độ 727°C 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.

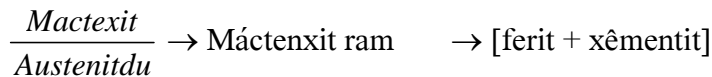
Máctenxit không ổn định do quá bão hoà các bon, do vậy sẽ tiết bớt ra dưới dạng xêmentit và phần còn lại sẽ mất hết ácc bon trở thành pherit :



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



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 phe rit và xêmentit mà phải qua một sản phẩm trung gian là mactenxit ram như sau :



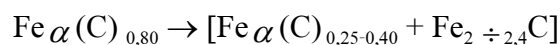
2-Các chuyển biến xảy ra khi ram :

Ta xét quá trình nung nóng thép cùng tích (0,80%C) từ đó suy rộng cho các loại thép khác.

a-Giai đoạn I (<200°C) :

-Khi nung nhỏ hơn 80°C chưa có gì xảy ra, tổ chức vẫn là mactenxit và austenit dư.

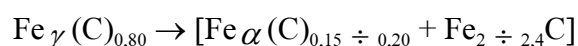
-Từ 80-200°C : austenit dư chưa chuyển biến. Lúc này trong máctenxit có sự tập trung các bon lại và tiết ra dưới dạng các bít ε có công thức Fe_xC (x từ 2,0 ÷ 2,4) ở dạng tấm mỏng và rất phân tán. Lượng các bon trong mactenxit giảm từ 0,80% xuống còn 0,25% ÷ 0,40% và tỷ số c/a giảm đi. Các bít ε chưa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



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

b-Giai đoạn II : (200 ÷ 260°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



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

c-Giai đoạn III : (260 ÷ 400°C)

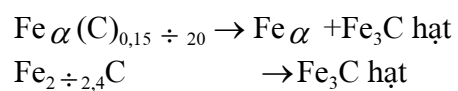
Trong giai đoạn này cả hai pha của máctenxit ram đều chuyển biến :

-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.

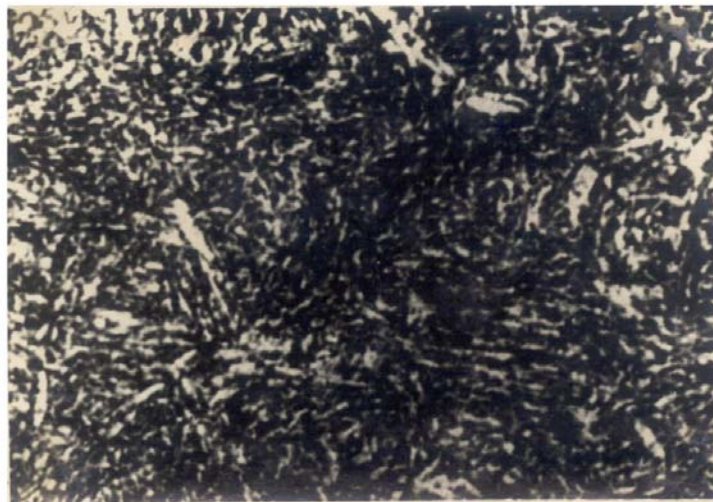


Hình 3.19 - Tổ chức tế vi của mactenxit và austenit dư

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



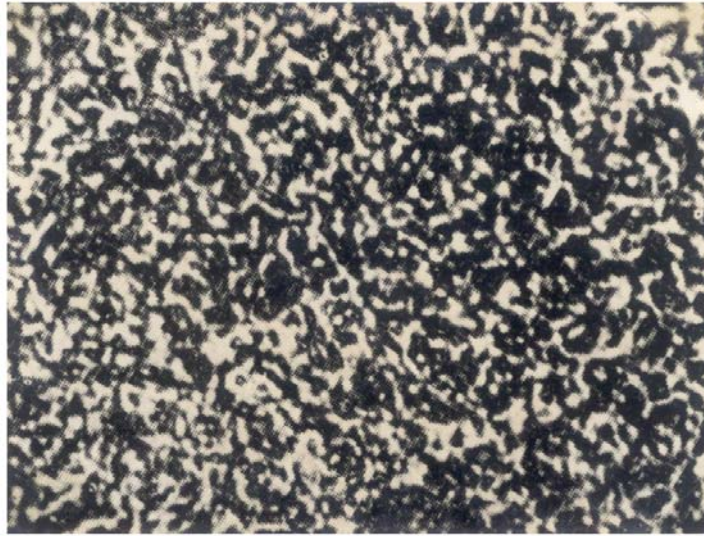
Cuối giai đoạn này tổ chức của thép tôi là hỗn hợp phe rit và xêmentit ở dạng hạt rất nhỏ mịn, không nhìn thấy được dưới kính hiển vi quang học gọi là trôstit ram



Hình 3.20 - Tổ chức tế vi của trôstit ram

d-Giai đoạn IV : (>400°C)

Tiếp tục nung lên cao hơn 400°C trong thép tôi không có chuyển biến pha gì mới mà chỉ có quá trình lớn lên của các hạt xêmentit.



Hình 3- Tổ chức tế vi của xanthit ram

ở nhiệt độ $500 \div 600^{\circ}\text{C}$ tổ chức là hỗn hợp pherit và xêmentiot dạng hạt khá phân tán, vẫn chưa nhìn thấy được dưới kính hiển vi quang học, gọi là xanthit ram

Nếu tiếp tục nung lên gần A_1 (727°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 : BIẾN DẠNG ĐỀO VÀ CƠ TÍNH CỦA VẬT LIỆU

Đối với các vật liệu, đặc biệt là vật liệu kim loại, các bán thành phẩm được cung cấp dưới dạng dây, thanh, tấm, lá...nhờ quá trình biến dạng dẻo (cán) rất thuận tiện cho việc sử dụng. Trong sản xuất cơ khí thường dùng rèn để tạo phôi cho sản phẩm trước khi gia công cắt gọt. Vì vậy khảo sát biến dạng dẻo giúp cho chúng ta hiểu rõ bản chất và các đặc trưng cơ tính, các biện pháp nâng cao cơ tính cũng như cách khắc phục các hiện tượng bất lợi.

4.1. BIẾN DẠNG ĐÀN HỒI VÀ BIẾN DẠNG ĐỀO:

4.1.1. Khái niệm về biến dạng đàn hồi:

Biến dạng là sự thay đổi hình dáng, kích thước của vật liệu dưới tác dụng của ngoại lực, hay các quá trình ăn mòn...

Biến dạng đàn hồi là biến dạng bị mất đi khi bỏ tải trọng tác dụng, nó xảy ra khi tải trọng tác dụng nhỏ hơn giới hạn đàn hồi.

Ví dụ : - Khi kéo một lò xo với ứng suất $< \sigma_c$ nó sẽ dẫn dài ra một đoạn Δl tương ứng, bỏ ứng suất tác dụng nó sẽ trở về kích thước ban đầu.

- Cũng tương tự như vậy khi kéo một dây cao su với lực nhỏ hơn giới hạn bền của nó.

Biến dạng đàn hồi xảy ra dưới tác dụng của cả ứng suất pháp và ứng suất tiếp. Dưới tác dụng của ứng suất pháp σ gây ra biến dạng ε , dưới tác dụng của ứng suất tiếp gây ra xê γ trong mặt chịu lực. Dưới tác dụng của ứng suất pháp ba chiều làm biến đổi thể tích $\Delta V/V$. Biến dạng đàn hồi chia ra làm hai loại : biến dạng đàn hồi tuyến tính và biến dạng đàn hồi phi tuyến.

1. Biến dạng đàn hồi tuyến tính :

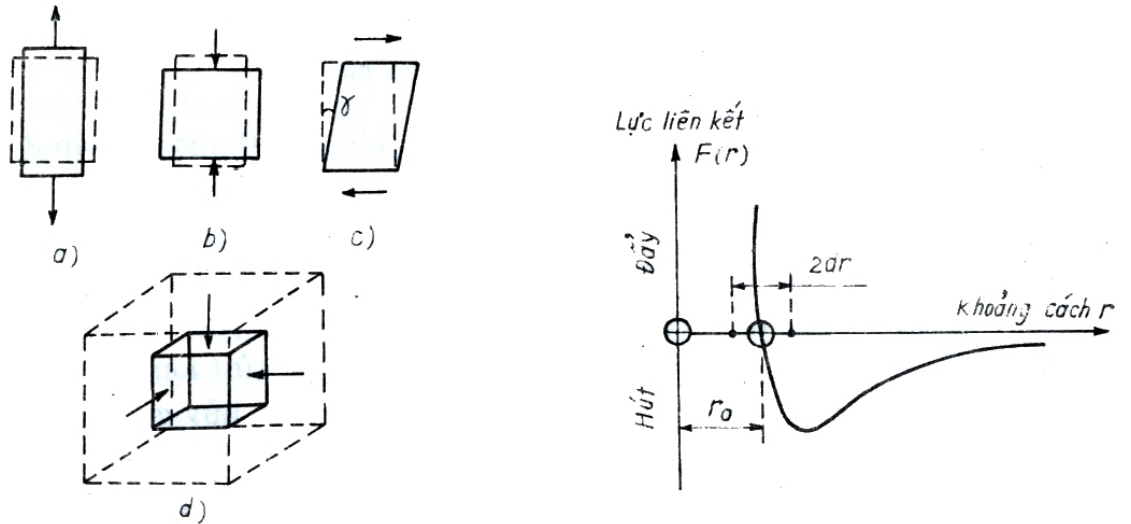
Với nhiều loại vật liệu (vật liệu kim loại) thì mối quan hệ giữa ứng suất và biến dạng là tuyến tính, được mô tả bởi định luật Húc. Phương trình cơ sở như sau :

$$\begin{aligned}\sigma &= E \cdot \varepsilon && \text{trong quá trình kéo, nén} \\ \tau &= G \cdot \gamma && \text{trong quá trình xê dịch} \\ P &= -K \cdot \Delta V/V && \text{trong quá trình ép ba chiều.}\end{aligned}\quad (4.1)$$

Trong phương trình (3.1) các mô đun đàn hồi E, mô đun xê dịch G, mô đun ép K liên hệ với nhau qua hằng số Poátxông μ (tỷ lệ giữa độ co chiều ngang và độ dẫn chiều dài $\varepsilon_{\perp} / \varepsilon_{\parallel}$) như sau :

$$\begin{aligned}K &= E / [3 (1 - 2\mu)] \\ G &= E / [2 (1 + 2\mu)]\end{aligned}\quad (4.2)$$

Với đa số các vật liệu $\mu = 0,30$ nên $E = 2,6G$. Các phương trình (4.1) và (4.2) chỉ dùng khi tính toán các vật liệu đẳng hướng hay giả đẳng hướng có cấu trúc vô định hình hoặc đa tinh thể.



Hình 4.1 -Biến dạng đàn hồi và lực liên kết giữa hai nguyên tử lân cận
 a)do ứng suất kéo; b)do ứng suất nén; c)Do ứng suất tiếp; d)Do ép ba chiều

Biến dạng đàn hồi tuyến tính dựa trên sự xô dịch nguyên tử khỏi vị trí cân bằng

2. Biến dạng đàn hồi phi tuyến :

Biến dạng đàn hồi phi tuyến là biến dạng đàn hồi không tuân theo quy luật của định luật Húc hay còn gọi là biến dạng đàn hồi kiểu cao su (do phát hiện ra đầu tiên trong cao su tự nhiên). Loại biến dạng này có trong các vật liệu phi kim vô định hình hay tinh thể cục bộ (elastome), vật liệu kim loại (gang xám, hình 4.4 Lê). Trong quá trình này mô đun đàn hồi E không còn là hằng số mà phụ thuộc vào ứng suất hay biến dạng :

$$\sigma = E(\sigma) \cdot \epsilon \quad (4.3)$$

Biến dạng đàn hồi trong các vật liệu này dựa vào sự thay đổi hình dáng của các mạch phân tử. Ở trạng thái không tải, vật liệu có cấu trúc vô định hình bao gồm các mạch phân tử bị uốn cong do đan móc vào nhau, tạo ra một bụi hoặc lưới phân tử (hình 4.5 Lê). Khi chịu lực kéo, các mạch phân tử được duỗi thẳng và song song với phương ngoại lực mà vẫn liên kết với nhau tại các điểm nút của ô lưới hoặc túi. Biến dạng đàn hồi chính là độ giãn dài tổng cộng trong phương tải trọng. Khi bỏ tải, nhờ có chuyển động Braonơ đưa các mạch liên kết phân tử trở về trạng thái không tải ban đầu nên không có biến dạng dư.

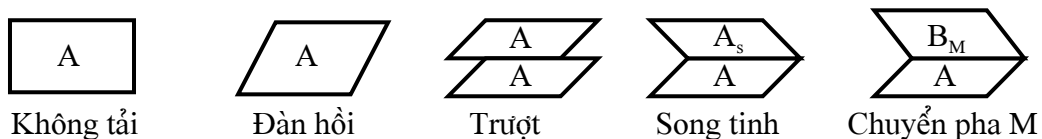
4.1.2. Khái niệm về biến dạng dẻo :

Biến dạng dẻo là biến dạng vẫn tồn tại khi bỏ tải trọng tác dụng, nó xảy ra khi tải trọng tác dụng vượt quá giới hạn đàn hồi (đạt giá trị σ_c).

Ví dụ : -Bẻ một que thép với lực lớn nó sẽ bị cong đi mà không trở về vị trí ban đầu.

-Kéo một lò xo thép với lực lớn nó sẽ bị giãn dài ra so với kích thước ban đầu.

Biến dạng dư có được là do sự dịch chuyển của nguyên tử, nhờ phá vỡ các liên kết ban đầu rồi tập hợp lại liên kết với các lân cận mới. Do vậy khi bỏ tải trọng nguyên tử không trở về vị trí xuất phát mà cấu trúc của vật liệu vẫn được bảo toàn. (hình 4.7 Lê).



Hình 4.2- Sơ đồ biến dạng trong vật liệu (A, B-các cấu trúc khác nhau)

Biến dạng dẻo chủ yếu xảy ra trong vật liệu kim loại, trong các loại vật liệu polyme, composit xảy ra với lượng biến dạng dư nhỏ, còn với ceramic không xảy ra. Biến dạng dẻo xảy ra trong vật liệu kim loại nhờ hai hình thức sau :trượt và song tinh.

4.2. BIẾN DẠNG DẪO VÀ KẾT TINH LẠI :

4.2.1. Các hình thức biến dạng dẻo :

1. Trượt :

Trượt là sự xô dịch một phần tinh thể song song với phần còn lại trong mặt phẳng xô dịch (mặt trượt) và theo phương của ứng suất tiếp (phương trượt).

Trong quá trình biến dạng chỉ có ứng suất tiếp mới gây ra trượt. Tập hợp một mặt trượt và một phương trượt gọi là hệ trượt. Mặt trượt và phương trượt là các mặt và phương có mật độ nguyên tử lớn nhất.

Số lượng hệ trượt phụ thuộc vào kiểu mạng tinh thể và do tính đối xứng quyết định . Mạng lập phương tâm mặt A1 có bốn mặt $\{111\}$ và mỗi mặt có ba phương $\langle 110 \rangle$ nên tạo ra 12 hệ trượt tương đương. Mạng lập phương tâm khối A2 có sáu mặt $\{110\}$ và mỗi mặt có hai phương trượt $\langle 111 \rangle$ tương ứng tạo ra 12 hệ trượt tương đương. Mạng sáu phương xếp chặt A3 có một mặt trượt cơ bản là $\{0001\}$ tại đó có ba phương trượt nên có ba hệ trượt tương đương. Số hệ trượt càng lớn thì tính dẻo của vật liệu càng cao và ngược lại.

Quá trình trượt chỉ xảy ra khi ngoại lực tạo ra trong hệ trượt hoạt động một ứng suất tiếp cho phép τ đạt được giá trị tới hạn. Độ lớn của ứng suất này phụ thuộc vào ngoại lực và sự định hướng của hệ trượt với ngoại lực. Theo định luật Smit ta có :

$$\tau = \sigma \cos\theta \cos\lambda \quad (4.4)$$

Trong đó : $-\sigma = F/S$ là ứng suất do ngoại lực tác dụng trên mặt phẳng S

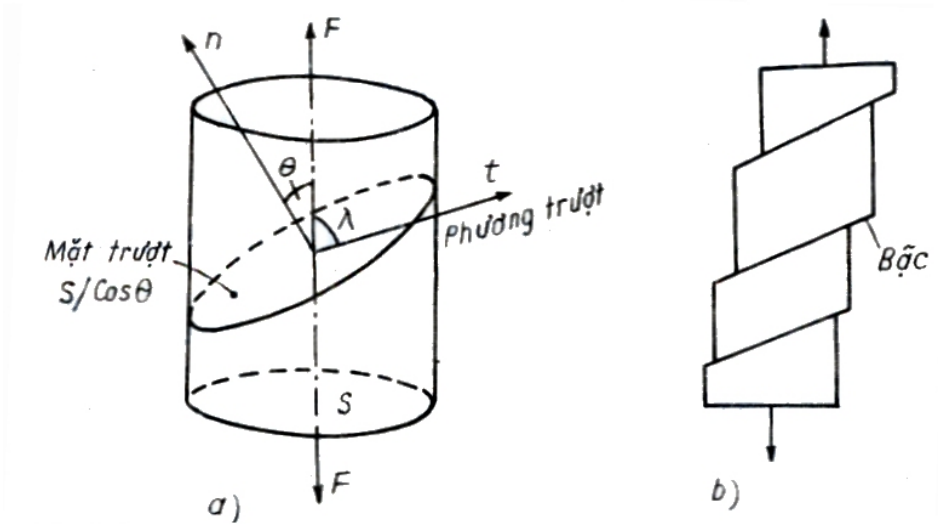
$-\theta$ là góc tạo bởi ngoại lực và pháp tuyến mặt trượt n

$-\lambda$ là góc tạo bởi ngoại lực với phương trượt t

$-\cos\theta \cos\lambda$ gọi là thừa số Smit

Từ phương trình (4.4) ta thấy rằng nếu $\theta = 90^\circ$ hay $\lambda = 90^\circ$ thì ngoại lực song song với mặt trượt hay vuông góc với phương trượt thì $\tau = 0$ và tinh thể sẽ bị phá hủy mà không có biến dạng dẻo.

Ứng suất tiếp cho phép đạt cực đại $\tau_{\max} = 0,5\sigma$ khi $\theta = \lambda = 45^\circ$, vì vậy ứng suất ngoại lực tối thiểu cần cho trượt là $\sigma_{\min} = 2\tau_{\max}$. Theo định luật Smit thì hệ trượt nào có các yếu tố định hướng thuận lợi nhất, tại đó giá trị tới hạn của ứng suất tiếp đạt được sớm nhất sẽ hoạt động trước. Sau khi hàng loạt các hệ trượt khác được đưa vào hoạt động thì trên mặt ngoài theo chiều dài tinh thể xuất hiện các bậc nhỏ song song nhau như các đường kẻ, đó là đường trượt. Nhiều đường trượt gần nhau tạo thành một dải trượt. Xô dịch càng lớn thì chiều cao bậc càng tăng .



Hình 4.3 - Trượt trong đơn tinh thể:

- a) Sự định hướng của hệ trượt với ngoại lực.
 b) Xê dịch tạo ra các bậc nhỏ.

Ngoài các hệ trượt chính ra, trong thực tế kim loại còn có thể trượt trên các mặt và phương dày đặc khác tuy không phải là dày đặc nhất. Đó chính là hệ trượt thực tế.

Khả năng biến dạng dẻo của kim loại tỷ lệ thuận với số hệ trượt chính. Kim loại có số hệ trượt càng cao thì càng dễ biến dạng dẻo.

2. Song tinh :

Song tinh là quá trình dịch chuyển các nguyên tử ở một phần tinh thể vào vị trí đối xứng gương với các nguyên tử ở phần kia qua mặt phẳng song tinh do tác động của ứng suất tiếp .

Các đặc điểm của song tinh :

- Dịch chuyển nguyên tử tỷ lệ với khoảng cách tới mặt song tinh, càng xa mặt song tinh dịch chuyển càng lớn nhưng không vượt quá một khoảng cách nguyên tử. Do vậy mức độ biến dạng dẻo do song tinh tạo ra nhỏ hơn nhiều so với trượt (kết quả của quá trình trượt là chuyển dịch nguyên tử đi một số nguyên lần khoảng cách đó)

- Song tinh xảy ra với tốc độ rất lớn trong những mặt và phương xác định và dọc theo mặt song tinh sự định hướng của các nguyên tử khác đi so với phần tinh thể còn lại.

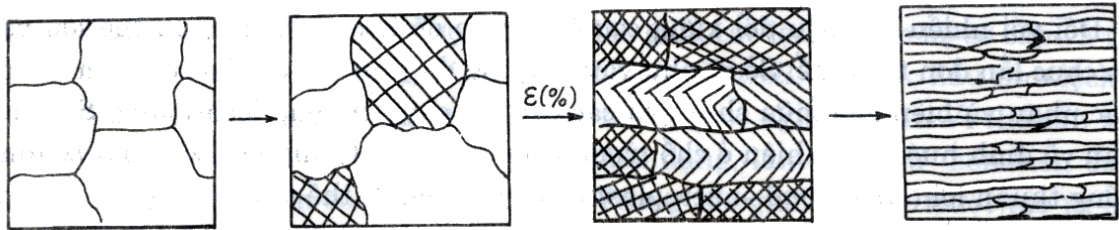
4.2.2. Những thay đổi sau biến dạng dẻo :

1. Tổ chức tế vi :

Trong quá trình biến dạng dẻo, sự hoạt động của nhiều hệ trượt cùng một lúc làm cho các mặt trượt bị uốn và quay. Do vậy với mức độ biến dạng lớn sự khác nhau về định hướng của các hạt giảm dần và hạt bị kéo dài theo phương biến dạng, chứa nhiều khuyết tật và có thể tạo ra tổ chức sợi. Khi bị nén hạt bị bẹp đi và vỡ vụn ra, kích thước hạt càng nhỏ khi lực nén càng lớn.

Bảng 1- Hệ trượt trong một số loại vật liệu

Mạng Bravais	Mặt trượt	Phương trượt	Số hệ trượt	Kiểu cấu trúc (vật liệu)	Mô tả	
A1, lập phương tâm mặt	{111}	$\langle 110 \rangle$	$4 \times 3 = 12$	A1 (γ -Fe, Ag, Al, Cu), A4 (C, Ge, Si), B1 (NaCl, TiC), B3 (InSb, ZnS), C15 (Cu_2Mg)		
A2, lập phương tâm khối	{110}	$\langle 111 \rangle$	$6 \times 2 = 12$	A2 (α -Fe, Fe-Si, Mo, Nb, W)		
	{112}		$12 \times 1 = 12$			
	{123}		$24 \times 1 = 24$			
A3, sáu phương xếp chặt	{0001}	$\langle 11\bar{2}0 \rangle$	$1 \times 3 = 3$	A3 (Be, Cd, Re, Zn, Zr), A9 (H_2O đá, C), B4 (AgJ), C14 (MgZn_2)		
	{1010}		$3 \times 1 = 3$		A3 (Be, Mg, Re, Ti, Zr), B_n (WC), L_3 (Mo_2C)	
	{1011}		$6 \times 1 = 6$		A3 (Be, Mg, Ti)	



Hình 4.4 - Sơ đồ tổ chức tế vi điển hình của vật liệu bị biến dạng

Nếu các hạt có một định hướng ưu tiên theo các mặt và phương tinh thể xác định sẽ tạo ra tổ chức thớ gọi là biến dạng chọn hướng hay texture biến dạng. Biến dạng chọn hướng làm cho tinh thể sẽ có tính dị hướng. Cấu trúc này có thể xác định bằng phân tích Rơnghen. Biến dạng chọn hướng được ứng dụng trong thép kỹ thuật điện làm lõi biến thế.

Để chế tạo loại thép này ta tiến hành cán nóng hay nguội sao cho các hạt có sự định hướng mặt $\{110\}$ trùng với mặt phẳng tấm thép (mặt cán) và phương dễ từ hóa $\langle 100 \rangle$ trùng với phương cán. Vì vậy thép kỹ thuật điện dễ từ hóa, tổn hao từ trễ nhỏ, có đường cong từ trễ gần như hình chữ nhật và rất gầy.

2. Tính chất :

Biến dạng dẻo làm thay đổi mạnh tính chất của vật liệu, tốc độ biến dạng càng lớn thì sự thay đổi tính chất càng mạnh.

Biến dạng dẻo làm tăng độ bền, giới hạn chảy và độ cứng, làm giảm độ dẻo và độ dai. Độ bền, độ cứng có thể tăng lên từ 1,5 đến 3 lần, giới hạn chảy tăng từ 3 đến 7 lần.

Biến dạng dẻo gây ra trong vật liệu ứng suất dư, tạo ra các yếu tố tập trung ứng suất. Tuy nhiên nếu tạo ra ứng suất nén dư trên bề mặt sẽ làm tăng giới hạn mỏi.

Biến dạng dẻo làm giảm tính dẫn điện, dẫn nhiệt, tăng lực khử từ và tăng tính ăn mòn điện hóa.

4.2.3. Kết tinh lại :

1. Trạng thái kim loại đã qua biến dạng dẻo :

Sau khi biến dạng dẻo kim loại bị biến cứng, hoá bền chúng sở trạng thái không cân bằng, có năng lượng dự trữ cao luôn có xu hướng trở về trạng thái cân bằng trước khi biến dạng và mọi tính chất vốn có của chúng được khôi phục lại. Với đa số kim loại quá trình này xảy ra rất chậm ở nhiệt độ thường (hàng năm cho đến hàng chục năm). Nếu đem nung nóng kim loại đã qua biến dạng dẻo thì quá trình trên sẽ diễn ra nhanh chóng.

2. Các giai đoạn chuyển biến khi nung nóng :

Khi nhiệt độ nung nóng tăng dần trong kim loại đã qua biến dạng dẻo xảy ra hai giai đoạn sau : hồi phục và kết tinh lại.

a- Hồi phục : Quá trình này xảy ra ở nhiệt độ không cao lắm $(0,1 \div 0,2)T_c$. Lúc này trong kim loại đã qua biến dạng dẻo sẽ có các biến đổi nhỏ trong mạng tinh thể bị xô lệch : giảm sai lệch mạng (sai lệch điểm và nút trống), giảm mật độ lệch và ứng suất bên trong. Tổ chức tế vi chưa có gì thay đổi. Tính chất vật lý thay đổi không nhiều (điện trở giảm), cơ tính chưa có gì thay đổi.

b-Kết tinh lại (còn gọi là kết tinh lại lần thứ nhất)

Khi nung nóng cao hơn một nhiệt độ nhất định (gọi là nhiệt độ kết tinh lại) trong mạng tinh thể bị xô lệch có quá trình hình thành các hạt mới không có sai lệch mạng theo cơ chế tạo mầm và phát triển mầm như kết tinh và gọi là kết tinh lại.

Mầm kết tinh lại sinh ra chủ yếu ở những vùng bị xô lệch mạnh nhất, năng lượng dự trữ cao nhất (mặt trượt, biên giới hạt). Những vùng này kém ổn định nhất do đó dễ trở về trạng thái cân bằng. Vì vậy kim loại bị biến dạng dẻo càng mạnh thì mầm kết tinh lại sẽ sinh ra càng nhiều và hạt nhận được càng nhỏ.

Sau khi sinh ra các mầm kết tinh sẽ phát triển lên thành hạt kim loại, đây là quá trình tự nhiên.

Kết thúc quá trình kết tinh lại nhận được các hạt hoàn toàn mới, đa cạnh với mạng tinh thể ít bị xô lệch và mọi tính chất vốn có ban đầu được khôi phục lại đầy đủ.

Nhiệt độ nhỏ nhất tại đó xảy ra quá trình kết tinh lại với tốc độ đáng kể gọi là nhiệt độ kết tinh lại. Nhiệt độ này phụ thuộc vào nhiệt độ chảy của kim loại theo công thức: $T_{KTL} = a.T_C$ ($^{\circ}K$). Với a là hệ số phụ thuộc vào độ sạch, mức độ biến dạng của kim loại và thời gian giữ nhiệt. Với kim loại nguyên chất kỹ thuật $a = 0,40$. Kim loại tinh khiết $a = 0,2 \div 0,3$ dung dịch rắn $0,5 \div 0,8$. Mức độ biến dạng càng lớn, thời gian giữ nhiệt càng dài thì a càng nhỏ.

Sau khi kết tinh lại tổ chức tế vi thay đổi hoàn toàn : các hạt mới đẳng trục và đa cạnh. Tuy nhiên kích thước hạt phụ thuộc vào các yếu tố sau :

*Mức độ biến dạng : mức độ biến dạng càng lớn thì hạt nhận được có kích thước càng nhỏ (sinh ra nhiều mầm kết tinh). Nếu độ biến dạng nằm trong khoảng $2 \div 8\%$ kích thước hạt nhận được là lớn nhất (xô lệch mạng ít, số lượng mầm kết tinh ít) và được gọi là độ biến dạng tối hạn. Trong cơ khí cần tránh độ biến dạng này (trừ thép kỹ thuật điện và vật liệu làm việc ở nhiệt độ cao))

*Nhiệt độ ủ : nhiệt độ ủ càng cao do tốc độ tạo mầm và phát triển mầm càng lớn, do đó hạt nhận được càng lớn.

*Thời gian giữ nhiệt : thời gian giữ nhiệt tại nhiệt độ ủ càng dài thì hạt càng lớn, do có điều kiện phát triển.

c-Kết tinh lại lần thứ hai

Sau khi kết tinh lại xong, nếu tiếp tục nâng cao nhiệt độ hay kéo dài thời gian giữ nhiệt sẽ làm cho các hạt phát triển lên nhanh chóng do có quá trình sát nhập các hạt bé vào các hạt lớn (hạt lớn nuốt hạt bé) làm cho hạt lớn thêm nhanh chóng. Đây là quá trình tự nhiên do làm giảm tổng biên giới hạt nên làm giảm tổng năng lượng dự trữ. Quá trình này gọi là kết tinh lại lần thứ hai. Hiện tượng này là có hại cần phải tránh khi nung nóng kim loại qua biến dạng dẻo.

4.3.BIẾN DẠNG NÓNG :

4.3.1.Khái niệm :

Biến dạng nóng là quá trình biến dạng dẻo kim loại ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ kết tinh lại.

Ví dụ : *Biến dạng dẻo vonfram ở $1000^{\circ}C$ là biến dạng nguội ($T_{KTL} = 1200^{\circ}C$)

*Biến dạng dẻo chì, kẽm, thiếc ở nhiệt độ thường là biến dạng nóng (nhiệt độ kết tinh lại của chúng nhỏ hơn 0°C)

Biến dạng nóng thường tiến hành ở nhiệt độ $(0,70 \div 0,75)T_C$

4.3.2. Ưu nhược điểm của biến dạng nóng :

Khi biến dạng nóng có hai quá trình đối lập nhau xảy ra nối tiếp nhau :

*Quá trình biến dạng dẻo làm xô lệch mạng, hoá bền và gây biến cứng.

*Quá trình kết tinh lại làm mất xô lệch mạng, gây ra thái bền, giảm độ cứng.

Do vậy sau khi biến dạng nóng cơ tính kim loại sẽ thay đổi theo chiều hướng của quá trình mạnh hơn. Trong trường hợp lý tưởng nhất là : kết thúc biến dạng cao hơn nhiệt độ kết tinh lại với thời gian đủ dài để hoàn thành quá trình kết tinh lại và xảy ra quá trình thái bền. Do đó kim loại sau biến dạng nóng vẫn giữ được độ dẻo, độ dai cao, độ bền thấp. Tuy nhiên trong thực tế do quá trình công nghệ khó xác định được các yếu tố trên nên kim loại thường bị biến cứng và phải đem ủ kết tinh lại.

1-Ưu điểm : So với biến dạng nguội, biến dạng nóng có các ưu điểm sau :

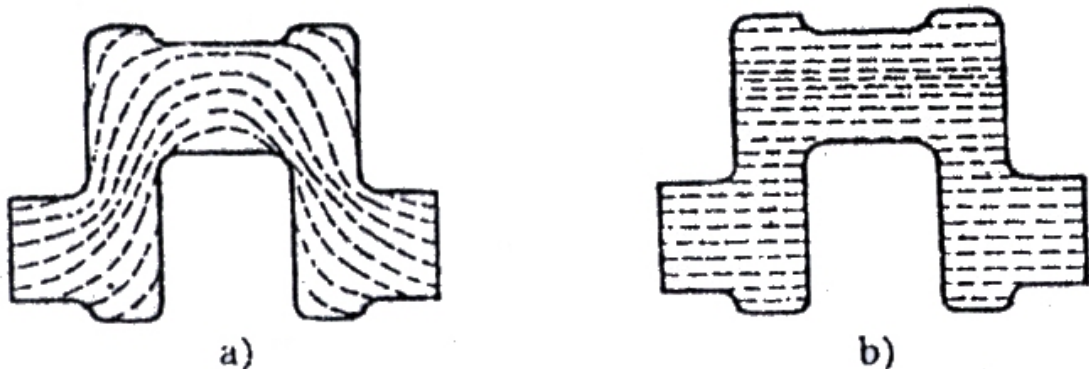
*Lỗ hỏng (bọt khí) bị bẹp lại khi biến dạng, do ở nhiệt độ cao khuếch tán mạnh được hàn kín lại nên cải thiện được tổ chức kim loại.

*Do tiến hành ở nhiệt độ cao kim loại có tính dẻo cao hơn nên khó bị nứt, không cần lực ép lớn mà vẫn nhận được lượng biến dạng lớn. Do đó có năng suất cao, gia công được phôi lớn.

*Nhờ có quá trình kết tinh lại nên giảm biến cứng, sau biến dạng nóng có thể không cần ủ (tuy nhiên phải tuân theo quy trình biến dạng một cách chặt chẽ)

*Cải thiện được độ hạt cho kim loại do lượng ép lớn, nhiệt độ ủ hợp lý, bảo đảm cơ tính tổng hợp tốt. Cần chú ý là phải biến dạng liên tục ở nhiệt độ cao và không nên kết thúc biến dạng ở nhiệt độ cao hơn nhiều so với nhiệt độ kết tinh lại (tránh kết tinh lại lần thứ hai)

2-Nhược điểm :



Hình 4.5 - Sự tạo thành tổ chức thớ khi biến dạng nóng.

a) Thớ đúng

b) Thớ sai

*Khó khống chế nhiệt độ đồng đều trên phôi, đặc biệt là các phôi mỏng và lớn do đó khó đạt được sự đồng nhất về cơ tính.

*Khó khống chế chính xác hình dáng, kích thước của sản phẩm với độ chính xác cao do có sự co giãn khi nung nóng và làm nguội.

*Chất lượng bề mặt không cao : độ bóng thấp vì các vẩy ô xyt, dễ bị ô xy hoá, thoát các bon.

*Khi biến dạng nóng các tạp chất (ôxyt nitrit, sunphit...) bị bẹp, nhỏ mịn và kéo dài theo phương biến dạng tạo thành tổ chức thớ. Yêu cầu của thớ là phải phân bố đều theo chu vi chi tiết biến dạng.

CHƯƠNG 5 : ĂN MÒN VÀ BẢO VỆ VẬT LIỆU

5.1.KHÁI NIỆM VỀ ĂN MÒN KIM LOẠI :

Trong quá trình sử dụng, cấu trúc và tính chất của vật liệu bị biến đổi theo thời gian làm cho vật liệu bị thoái hoá đi. Đối với vật liệu kim loại nguyên nhân thoái hoá chủ yếu là do hiện tượng ăn mòn. Do vị trí quan trọng của vật liệu kim loại trong nền kinh tế nên vấn đề bảo vệ kim loại chống sự phá huỷ do ăn mòn luôn được quan tâm kỹ lưỡng.

Người ta ước tính tiêu hao cho ăn mòn và bảo vệ kim loại ở các nước công nghiệp phát triển chiếm cỡ 4,20% GDP. Tổn hao kim loại do ăn mòn rất lớn, cứ có năm nhà máy luyện kim thì có một nhà máy sản xuất kim loại để bù cho tổn hao đó. Chi phí cho vấn đề ăn mòn và bảo vệ kim loại ở Pháp là 88 tỷ frăng (1982), ở Mỹ là 70 tỷ USD (1975).

Ăn mòn kim loại là sự phá huỷ chúng do tác dụng điện hoá hay hoá học của môi trường xung quanh. Quá trình ăn mòn kim loại chia ra hai loại :

*ăn mòn hoá học (ăn mòn khô) : là quá trình ăn mòn xảy ra khi kim loại tác dụng với dung dịch không điện ly và khí khô.

*ăn mòn điện hoá : là sự ăn mòn kim loại trong môi trường chất điện giải, trong đó sự ion hoá của nguyên tử kim loại, sự khử của chất ôxy hoá không phải xảy ra chỉ trong một phản ứng trực tiếp. Đây là dạng ăn mòn phổ biến nhất trong kim loại.

5.1.1.Tốc độ ăn mòn :

Để xác định tốc độ ăn mòn kim loại ta sử dụng hai cách sau :

a-Tổn thất trọng lượng (P_{TL}) : là trọng lượng kim loại tổn thất trên một đơn vị bề mặt, trong một đơn vị thời gian.

$$P_{TL} = \frac{m_1 - m_2}{S.t} \text{ mg/dm}^2.\text{ngày.} \quad (5.1)$$

Trong đó : - m_1, m_2 : là trọng lượng mẫu kim loại trước và sau khi bị ăn mòn, mg

-S : diện tích bề mặt kim loại, dm^2

-t : thời gian, ngày.

b-Độ thâm nhập P_{TN} : tính theo chiều sâu kim loại bị ăn mòn trong một năm.

$$P_{TN} = \frac{P_{TL} \cdot 0,0365}{\rho} \text{ mm/năm} \quad (5.2)$$

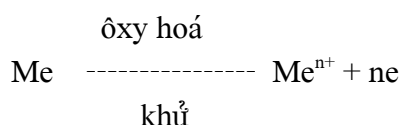
Trong đó : - ρ : là trọng lượng riêng của kim loại, G/cm^3

Ngoài ra tốc độ ăn mòn có thể được đo bằng mật độ dòng điện ăn mòn I hoặc thể tích khí hydro thoát ra.

5.1.2.Điện thế điện cực :

Khi kim loại tiếp xúc với chất điện ly thì tại bề mặt tiếp xúc sẽ xảy ra sự tác dụng giữa chất điện ly và kim loại. Tại vùng phân chia giữa hai pha (kim loại - dung dịch điện ly) xuất hiện lớp điện tích kép có điện thế nhất định gọi là điện thế điện cực.

Ví dụ : nhúng Cu vào dung dịch sunphat đồng, giữa đồng và dung dịch có cân bằng sau :



Khi có quá trình cân bằng giữa điện cực và dung dịch có điện thế điện cực cân bằng E tính theo hệ thức Nernst :

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln a \quad (5.3)$$

Trong đó : -R : hằng số khí, R = 8.31441J/mol.°K

-T : nhiệt độ tuyệt đối, °K

-F : hằng số Faradây, F = 96 500 C/mol

-a :hoạt độ của ion Me^{n+} trong chất điện giải

- E_0 : điện thế điện cực tiêu chuẩn của kim loại ứng với dung dịch có hoạt độ
a = 1

Trong thực tế ta không thể đo trực tiếp giá trị tuyệt đối điện thế điện cực cân bằng (thuận nghịch) giữa kim loại và dung dịch chứa muối của chúng. Ta thường tiến hành đo điện thế điện cực bằng pin điện hoá gồm hai nửa pin : một nửa pin là điện cực kim loại nghiên cứu, nửa kia là điện cực so sánh.

Điện thế tiêu chuẩn cân bằng ở 25°C của một số phản ứng phân cực

Phản ứng	Điện thế tiêu chuẩn cân bằng so với điện cực hydro E_0 , V
$\text{Au}^{3+} + 3e \leftrightarrow \text{Au}$	1.50
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	1.23
$\text{Ag}^+ + e \leftrightarrow \text{Ag}$	0.80
$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e \leftrightarrow 4\text{OH}^-$	0.40
$\text{Cu}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Cu}$	0.34
$2\text{H}^+ + 2e \leftrightarrow \text{H}_2$	0.00
$\text{Pb}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Pb}$	-0.13
$\text{Sn}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Sn}$	-0.40
$\text{Fe}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Fe}$	-0.44
$\text{Cr}^{3+} + 3e \leftrightarrow \text{Cr}$	-0.74
$\text{Zn}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Zn}$	-0.76
$\text{Al}^{3+} + 3e \leftrightarrow \text{Al}$	-1.67
$\text{Mg}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Mg}$	-2.37
$\text{Na}^+ + e \leftrightarrow \text{Na}$	-2.71

5.2. CÁC DẠNG ĂN MÒN KIM LOẠI

5.2.1. Ăn mòn hoá học :

Dạng ăn mòn này xảy ra do tác dụng hoá học của kim loại với môi trường làm việc của chúng và được chia làm hai loại :

a- Ăn mòn trong dung dịch không điện ly :

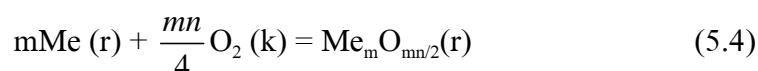
Đa số các chất hữu cơ không là chất điện ly, do vậy chúng không dẫn điện nên không xảy ra ăn mòn điện hoá. Ví dụ : thép các bon làm việc trong các dung môi hữu cơ, các nhiên liệu lỏng hình thành từ các loại các bua hydrô không dẫn điện. Nếu có chứa nước sẽ xảy ra ăn mòn điện hóa.

b- Ăn mòn khí :

Là quá trình ăn mòn hoá học xảy ra trong khí khô ở nhiệt độ cao. Ví dụ : sự ô xy hoá các chi tiết trong lò nung, động cơ đốt trong, động cơ phản lực ...

Quá trình ăn mòn khí xảy ra do tác động đồng thời của nhiệt độ cao và các khí ăn mòn (xâm thực) như : O_2 , S_2 , Cl_2 .. vào kim loại. Tốc độ ăn mòn khí phụ thuộc vào tính chất kim loại và hợp kim, tính chất của môi trường khí ở nhiệt độ cao và tính chất của các sản phẩm ăn mòn.

Quá trình ôxy hoá là điển hình nhất của ăn mòn khí và được biểu diễn bởi phương trình sau đây :



Để đánh giá khả năng làm việc của kim loại ở nhiệt độ cao ta căn cứ vào hai đặc trưng sau đây :

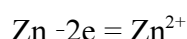
*Bền nhiệt : khả năng kim loại có độ bền cơ học ở nhiệt độ cao.

*Chịu nhiệt : khả năng kim loại bền ăn mòn khí ở nhiệt độ cao.

5.2.2. Ăn mòn điện hóa

1-Khái niệm :

Khi nghiên cứu quá trình làm việc của pin Cu-Zn trong dung dịch điện ly ta thấy rằng Zn bị mòn dần do hiện tượng hoà tan. Trong pin này kẽm đóng vai trò anôt và phản ứng điện hoá trên anôt như sau :



Trong vật liệu kim loại có cấu tạo bởi hai hay nhiều pha do vậy giữa các pha này xảy ra các quá trình anôt và catôt làm cho kim loại bị phá huỷ. Trên bề mặt kim loại hình thành rất nhiều anôt và catôt, do vậy hình thành một hệ thống rất nhiều cực. Tốc độ ăn mòn điện hóa là tổng tốc độ ăn mòn của nhiều pin cực bộ và phụ thuộc vào điện thế điện cực. ăn mòn điện hóa của kim loại gồm ba quá trình cơ bản : quá trình anôt, quá trình catôt và quá trình dẫn điện.

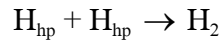
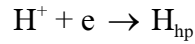
Quá trình anôt là quá trình ôxy hoá điện hoá, trong đó kim loại chuyển vào dung dịch dưới dạng ion và giải phóng điện tử, kim loại bị ăn mòn theo phản ứng :



Quá trình catôt là quá trình khử điện ho, trong đó các chất oxy hoá (Ox) nhận điện tử do kim loại bị ăn mòn giải phóng :



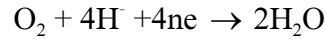
Ox là dạng chất ôxy hoá, thường là H^+ hay O_2 thì quá trình catôt sẽ là :



(H_{hp} là hydrô hấp phụ), trong trường hợp nay gọi là sự ăn mòn với chất khử phân cực hydrô.

Nếu Ox là O_2 thì :

*Với môi trường axit quá trình catôt sẽ là :

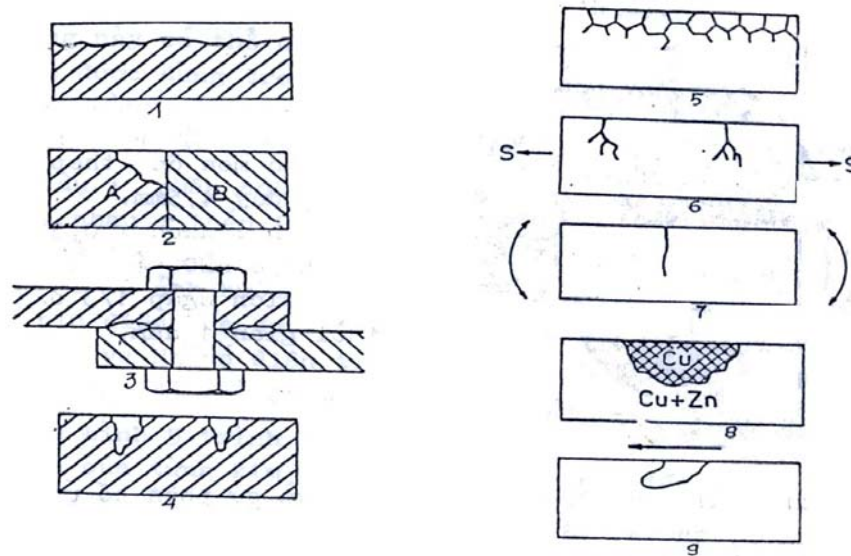


*Với môi trường trung tính hay bazơ quá trình catôt sẽ là :



2-Các dạng ăn mòn điện hoá :

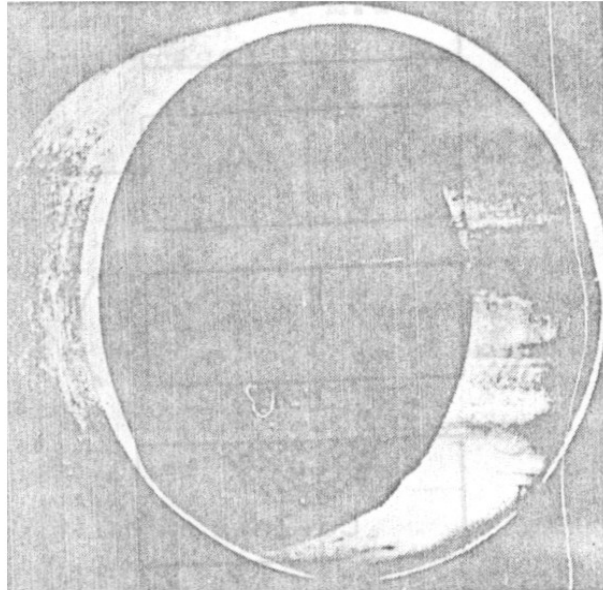
Ăn mòn điện hoá là dạng ăn mòn phổ biến hơn cả và phá huỷ kim loại nhiều nhất. Các dạng ăn mòn điện hoá được chia ra như sau : ăn mòn đều (1), ăn mòn galvanic hay ăn mòn tiếp xúc (2), ăn mòn do chênh lệch khí (3), ăn mòn lỗ (4), ăn mòn tinh giới (5), ăn mòn nứt do ứng lực (6), ăn mòn mỏi (7), ăn mòn lựa chọn hay sự phân rã hợp kim (8), ăn mòn mài mòn (9). Sau đây ta sẽ khảo sát kỹ lưỡng từng dạng ăn mòn cụ thể.



Hình 5.1 -Phân loại các dạng ăn mòn điện hoá

a- Ăn mòn đều :

Xảy ra trong điều kiện kim loại đồng nhất, môi trường, nhiệt độ và sự phân bố ứng lực là đồng đều, tốc độ ăn mòn là như nhau trên toàn bộ bề mặt kim loại. Đơn vị đo ăn mòn thông dụng là cm/năm. Ngoài ra còn dùng các đơn vị $g/cm^2.ngày$, $mg/dm^2.ngày$, mA/cm^2 .



Hình 5.2-Ăn mòn ống thép không gỉ có độ dày 4,5mm

b-Ăn mòn tiếp xúc (ăn mòn Galvanic) :

Dạng ăn mòn này xảy ra khi các kim loại hay hợp kim khác nhau được sử dụng trong cùng một cơ cấu và có phần diện tích tiếp xúc với nhau (tiếp diện), trong cùng một môi trường ăn mòn. Do tạo ra các pin ngắn mạch nên gây ra ăn mòn mạnh, kim loại có điện thế âm hơn sẽ bị ăn mòn.

c-Ăn mòn do sự chênh lệch khí (ăn mòn khe) :

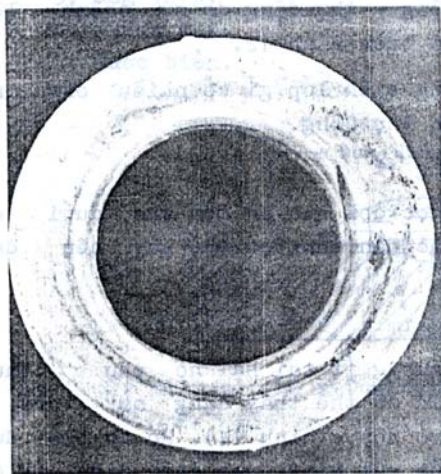
Dạng ăn mòn này xảy ra có thể do môi trường không đồng nhất, chẳng hạn sự khác nhau cục bộ về thông khí hoà tan (ôxy). Lúc này hình thành một pin chênh lệch khí và gây ra ăn mòn.

d-Ăn mòn lỗ :

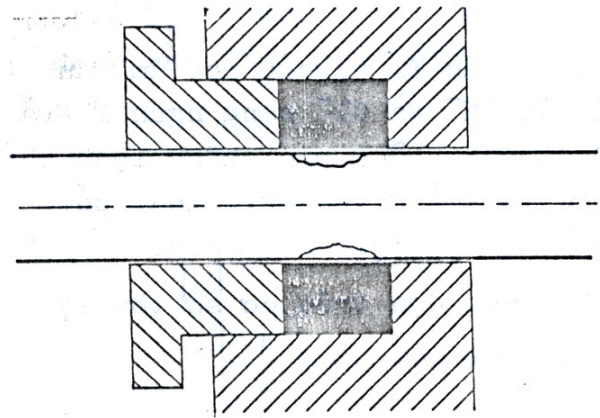
Đây là dạng xâm thực cục bộ tạo nên các lỗ, độ sâu các lỗ có thể lớn hơn đường kính lỗ. Hiện tượng này xảy ra do có các lỗ nhỏ trong lớp phủ bảo vệ chống ăn mòn đều (các lớp men, lớp phủ hữu cơ, màng ôxyt..). Các lỗ phát triển từ bề mặt vào bên trong theo hướng gần như thẳng góc.

e-Ăn mòn tinh giới :

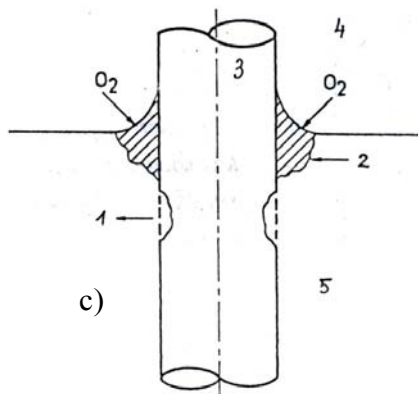
Dạng ăn mòn này liên quan đến sự có mặt của các pha dị thể ở biên giới hạt trong hợp kim. Loại ăn mòn này thường gặp nhất ở thép không gỉ, ví dụ Cr18Ni10.



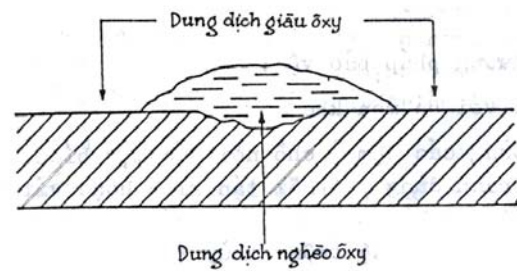
a)



b)



c)



d)

Hình 5.3- Các dạng ăn mòn khe

a) Ăn mòn khe trên mặt bích thép không gỉ 10Cr18Ni9

b) Ăn mòn khe dưới vòng đệm pít tông thép không gỉ trong nước biển

c) Ăn mòn đường móm nước

d) Ăn mòn do lắng đọng

f) Ăn mòn nứt do ứng lực :

Các kết cấu kim loại làm việc trong môi trường ăn mòn, dưới tác dụng của lực kéo sẽ gây ra nứt, rạn và gãy. Dạng ăn mòn này gây tổn thất kim loại rất nhỏ, nhưng khó nhìn thấy nên rất nguy hiểm.

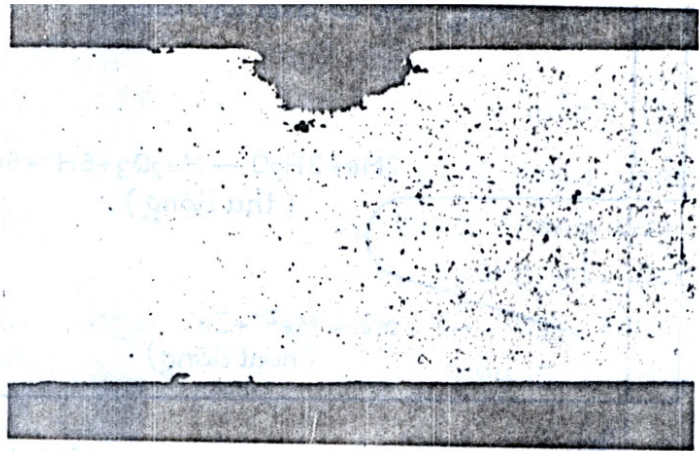
g) Ăn mòn mỏi :

Là hiện tượng ăn mòn xảy ra trong các kết cấu kim loại là việc dưới tải trọng thay đổi có chu kỳ. Do tác dụng ăn mòn tạo điều kiện cho các vết nứt mỏi đầu tiên dễ xuất hiện hơn.

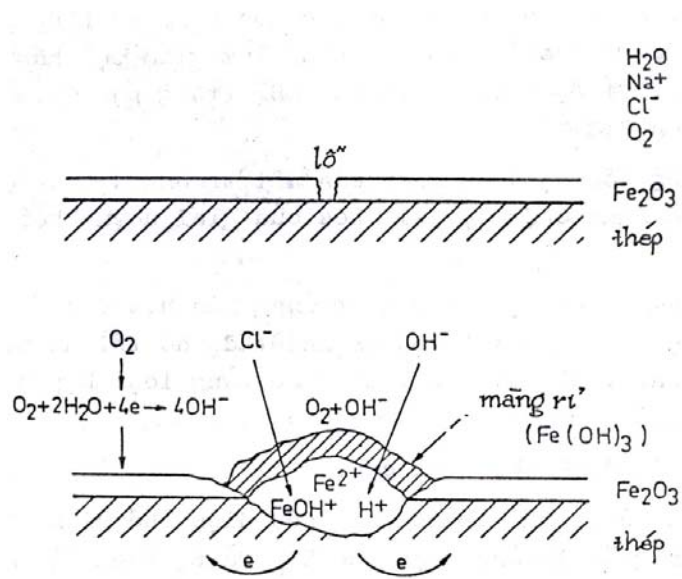
h) Ăn mòn lựa chọn (sự phân rã hợp kim) :

Dạng ăn mòn này xảy ra trong các điều kiện nhất định đối với các hợp kim là dung dịch rắn, trong đó kim loại hoà tan có điện thế ăn mòn âm hơn nhiều so với kim loại nền.

:



Hình 5.4-Các dạng ăn mòn lỗ



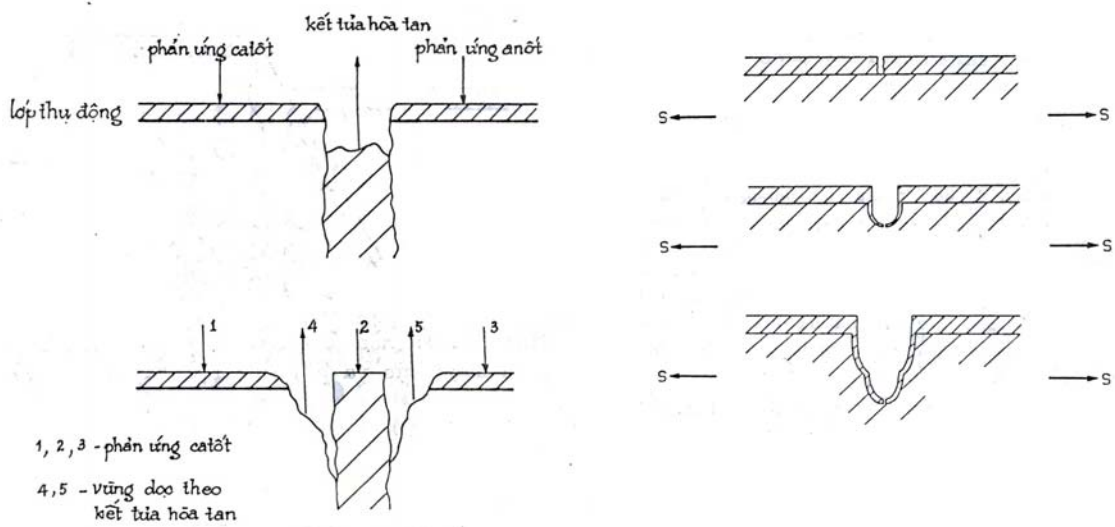
Hình 5.5 -Ăn mòn lỗ của thép thụ động trong ion Cl



Hình 5.6-Ăn mòn tinh giới của thép không gỉ



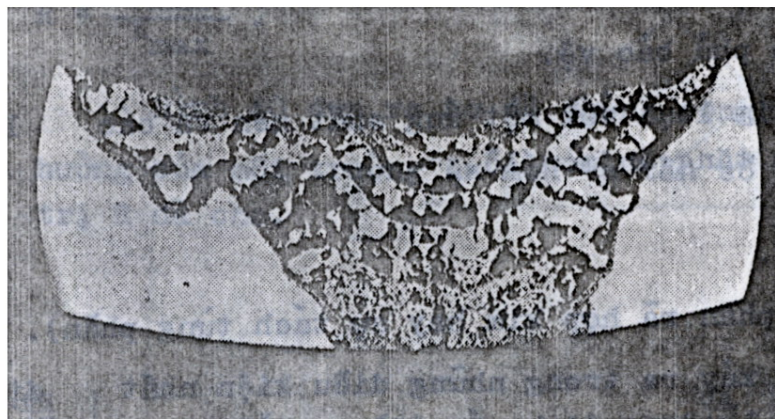
Hình 5.7 -Ăn mòn nứt ở biên giới hạt thép không gỉ



a) *Hình 5.8-Ăn mòn do ứng lực*

b)

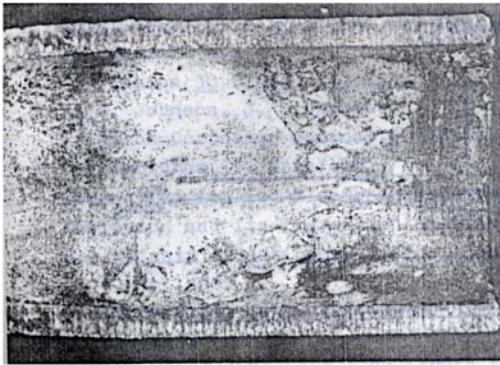
- a) Do tồn tại các mạch hoạt tính
- b) Do các mạch hoạt tính loại màng vỡ



Hình 5.9- Ăn mòn lựa chọn (sự phân rã hợp kim)

i- Ăn mòn mài mòn :

Sự mài mòn của kim loại thụ động trong môi trường ăn mòn có thể làm mất lớp bảo vệ và hiện tượng này gọi là ăn mòn mài mòn.



a)



b)

Hình 5.10- Ăn mòn - mài mòn

a) Ăn mòn cục bộ do chảy rối của chất lỏng trong ống ngưng

b) Ăn mòn mài mòn do sự sủi bọt ở nước làm lạnh trong xylanh

5.3. BẢO VỆ KIM LOẠI CHỐNG ĂN MÒN

5.3.1. Bảo vệ kim loại chống ăn mòn hóa học :

1- Sử dụng các hợp kim chịu nóng

Dùng các nguyên tố hợp kim thích hợp (thường là các nguyên tố có màng ôxyt sít chặt, nhiệt độ nóng chảy cao...) với thành phần xác định pha thêm vào kim loại nền để nâng cao khả năng chống ăn mòn khí.

2- Sử dụng các lớp phủ bảo vệ :

Sử dụng các lớp phủ bảo vệ bằng kim loại (Al, Si, Cr...), các lớp phủ phi kim loại (các lớp men chịu nhiệt).

3- Xử lý môi trường :

Bằng cách tạo ra xung quanh chi tiết môi trường có tính chất bảo vệ trên nguyên tắc : tạo ra môi trường có khả năng loại trừ các hiện tượng ăn mòn, có nghĩa là thế đẳng nhiệt, đẳng áp của kim loại trong môi trường này là dương.

5.3.2. Bảo vệ kim loại chống ăn mòn điện hoá :

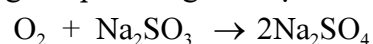
1- Xử lý môi trường :

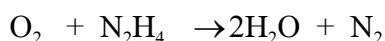
Tìm mọi biện pháp để loại bỏ cấu tử ăn mòn ra khỏi môi trường làm việc của chi tiết. Hầu hết các kim loại đều bền trong môi trường trung tính đã loại bỏ ôxy.

a- Chống ăn mòn trong nước :

Ôxy hoà tan trong nước gây ăn mòn đáng kể cho kim loại. Do vậy phải tìm mọi cách khử ôxy trong các dung dịch. Độ hoà tan của ôxy phụ thuộc vào nhiệt độ, áp suất riêng phần của ôxy và nồng độ muối của dung dịch. Loại trừ ôxy bằng cách :

* Sử dụng các phản ứng hoá học :





ở nhiệt độ cao dùng hydrazin để loại trừ nguy cơ tạo thành muối trong dung dịch, theo phản ứng sau :



*Sử dụng các phương pháp vật lý :

-Đun nóng dung dịch hoặc nước để oxy thoát ra.

-Xử lý chân không, dung dịch hoặc nước, có thể giảm nồng độ oxy đến rất thấp

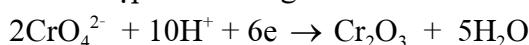
b-Chống ăn mòn trong khí quyển :

Trong không gian kín nếu độ ẩm tương đối nhỏ hơn 50% sẽ chống được ăn mòn. Ta sử dụng các chất hút ẩm (silicagen), dùng chất ức chế bay hơi, tạo màng trên bề mặt kim loại sẽ chống được ăn mòn tốt.

2-Bảo vệ kim loại bằng các chất làm chậm ăn mòn (chất ức chế)

Chất ức chế ăn mòn là các hợp chất khi được pha thêm vào môi trường ăn mòn với lượng rất nhỏ nhưng tác dụng làm chậm rõ rệt tốc độ ăn mòn. Tác dụng kìm hãm tốc độ ăn mòn của chất ức chế có thể là :

*Tạo thành các hợp chất không tan kết tủa trên bề mặt kim loại :



*Do hấp phụ thành một lớp đơn phân tử trên bề mặt kim loại.

Có hai loại chất ức chế ăn mòn :

*Ức chế thụ động : làm cho kim loại trở về trạng thái thụ động hoá và không bị ăn mòn.

*Ức chế không thụ động : hấp phụ lên bề mặt kim loại làm chậm tốc độ ăn mòn.

Để đánh giá hiệu quả của chất làm chậm ăn mòn ta dùng khái niệm "hệ số tác dụng bảo vệ Z" :

$$Z = \frac{P_o - P_{LC}}{P_o} \cdot 100\% \quad (5.5)$$

P_o và P_{LC} là tổn thất trọng lượng kim loại trong dung dịch không có và có chất làm chậm ăn mòn.

5.3.3.Bảo vệ điện hoá

Để bảo vệ điện hoá ta phải thay đổi điện thế điện cực của kim loại đến khu vực bền ăn mòn hoặc khu vực thụ động của đồ thị Pourbaix (h.6.11). Phương pháp này thường dùng trong môi trường dẫn điện, ion như : trong đất, nước ...Nếu làm thay đổi điện thế điện cực kim loại chuyển về phía dương hơn so với điện thế ăn mòn cho đến khi kim loại rơi vào vùng thụ động gọi là bảo vệ anốt. Nếu điện thế điện cực chuyển về phía âm hơn so với điện thế ăn mòn thì phản ứng anốt hoà tan kim loại bị chậm lại hay ngừng hẳn gọi là bảo vệ catốt.

1-Bảo vệ catốt :

a-Bảo vệ catốt bằng protectơ : (anốt hy sinh)

Kim loại cần bảo vệ được nối với một kim loại khác có điện thế điện cực âm hơn (h.6.12a). Kim loại này gọi là protectơ hay anốt hy sinh. Phương pháp này chủ yếu dùng để

bảo vệ các công trình bằng thép. Số lượng protectơ phụ thuộc vào mật độ dòng bảo vệ cần thiết, diện tích và thời gian bảo vệ.

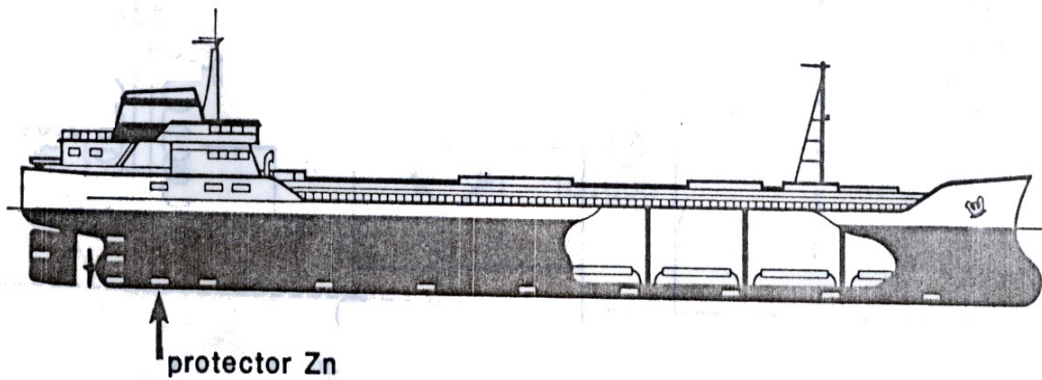
Vật liệu làm protectơ thường dùng là các kim loại và hợp kim Mg, Al, Zn... Các yêu cầu của vật liệu làm protectơ :

*Có điện thế điện cực âm hơn so với kim loại cần bảo vệ.

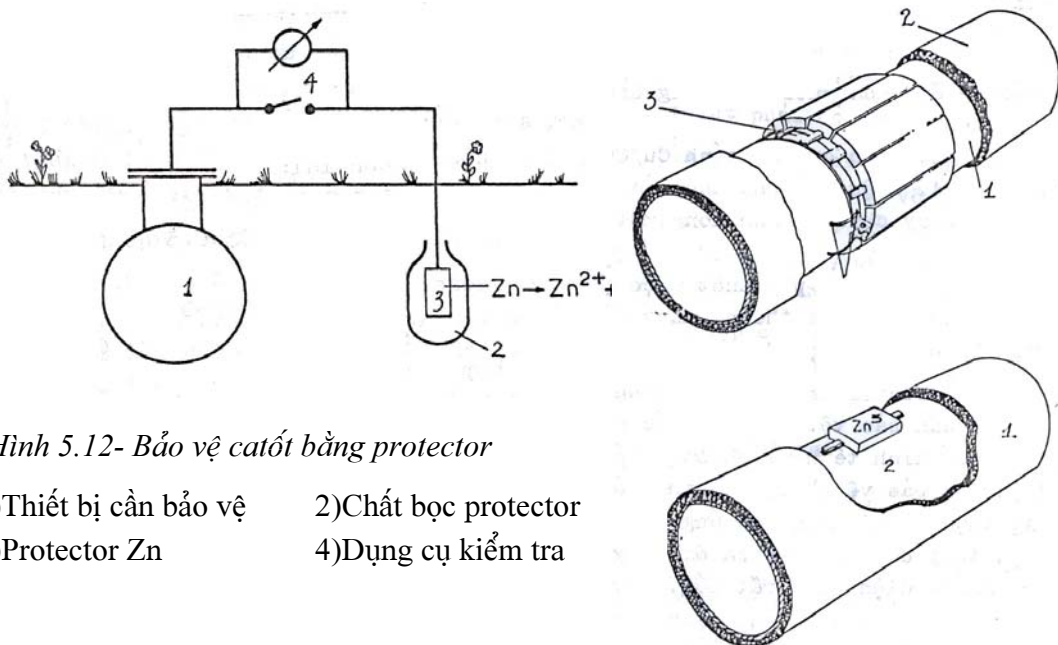
*Có dung lượng cao và ổn định. Dung lượng Q (A.h/kg) là điện lượng do một đơn vị khối lượng protectơ sản sinh ra, nó đặc trưng cho khả năng làm việc lâu dài theo thời gian của protectơ.

*Có độ phân cực anốt nhỏ để đảm bảo xác suất bảo vệ cao.

Nhôm, kẽm và hợp kim của chúng chủ yếu dùng trong nước biển. Magiê và hợp kim dùng bảo vệ trong đất. Trong nước ngọt dùng Mg, Zn và hợp kim của chúng.



Hình 5.11 - Bảo vệ tàu thủy bằng protectơ



Hình 5.12- Bảo vệ catốt bằng protectơ

- 1) Thiết bị cần bảo vệ
- 2) Chất bọc protectơ
- 3) Protector Zn
- 4) Dụng cụ kiểm tra

Hình 5.13- Bảo vệ ống dẫn bằng protectơ

b-Bảo vệ catôt bằng dòng điện ngoài :

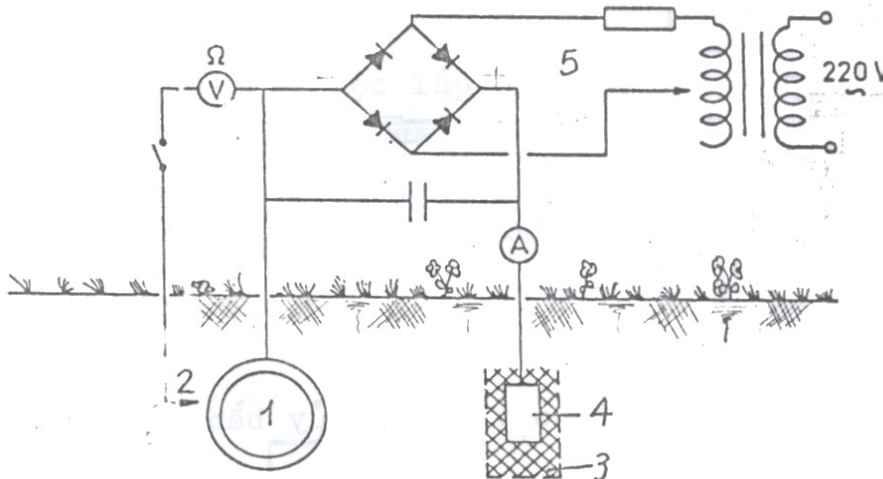
Xét mạch chỉnh lưu và điện cực phụ để bảo vệ đường ống dưới đất. Khi chưa có dòng điện ngoài thì điện thế điện cực kim loại bị ăn mòn sẽ là E_{am} với tốc độ ăn mòn tương ứng là i_{am} (h.6.13b). Khi có dòng điện ngoài ta dịch chuyển được điện thế điện cực tới giá trị E_1 (h.6.13b) thì tốc độ ăn mòn $i'_{am} < i_{am}$ và kim loại được bảo vệ một phần. Nếu chuyển điện thế điện cực đến bằng điện thế cân bằng của quá trình ôxy hóa kim loại E''_{cb} thì tốc độ ăn mòn $i_{am} = 0$ và kim loại được bảo vệ hoàn toàn. Dòng điện ngoài là dòng một chiều được chỉnh lưu từ điện lưới.

Điện cực phụ thông dụng là anôt không tan : gang, graphit, hợp kim chì có 1%Ag, 6%Sb, các hợp kim Ti-Pb, Ta-Pt, Nb-Pt. Các yêu cầu của điện cực phụ :

- *Tốc độ tiêu hao khi phân cực nhỏ hay không đáng kể.
- *Có khả năng làm việc với mật độ dòng bảo vệ lớn, đến hàng nghìn A/m².
- *Có độ dẫn điện đủ cao, độ bền cơ học bảo đảm và dễ chế tạo.

c-Một số lưu ý :

- *Với các công trình nhỏ nên dùng bảo vệ bằng protectơ vì giá thành thấp hơn.
- *Bảo vệ bằng dòng điện ngoài thường dùng cho các diện tích rất lớn.
- *Thường xuyên kiểm tra bảo dưỡng duong định kỳ.
- *Các phương pháp bảo vệ catôt thường dùng kết hợp các lớp bảo vệ cách điện : sơn, bọc nhựa đường, chất dẻo...



Hình 5.14 -Sơ đồ bảo vệ ống dẫn dưới đất bằng dòng điện ngoài

2-Bảo vệ anôt :

Trong bảo vệ anôt điện thế ăn mòn được tăng lên sao cho nó nằm trong khu vực thụ động của đồ thị Pourbaix. Phương pháp này chỉ dùng để bảo vệ các kim loại có thể bị thụ động hoá. Sơ đồ bảo vệ của nó theo hình 6.14. Khi bảo vệ anôt, phải nâng điện thế ăn mòn đến điện thế lớn hơn điện thế khởi đầu thụ động E_{td} và tốc độ ăn mòn lúc này bằng i_{td} tức là mật độ dòng ăn mòn thụ động.

Phương pháp này dùng bảo vệ các bồn lớn chứa axit bằng thép không rỉ. Bảo vệ anốt ít tiêu hao năng lượng. Tuy nhiên cần chú ý kiểm tra các ion trong môi trường, đặc biệt là Cl^- để ngăn ngừa quá trình hoạt hoá.

3-Chống ăn mòn bằng các lớp sơn, phủ :

a-Phủ nhúng nóng :

Nhúng kim loại đã xử lý bề mặt vào kim loại bảo vệ đang nóng chảy. Các kim loại dùng để phủ nhúng nóng là : Sn (232°C), Al(657°C), Pb(327°C), Zn(419°C).

b-Mạ :

Lớp phủ kim loại được mạ trong chất điện ly nóng chảy chứa các ion cần thiết hay trong dung dịch điện ly. Thông dụng nhất là dùng bình điện phân gồm chi tiết cần mạ (catốt) điện cực phụ (anốt) và dung dịch điện ly.

c-Phun kim loại :

Phun kim loại được nung nóng chảy (bằng ngọn lửa, hay plasma) lên bề mặt chi tiết cần phủ và tạo ra lớp bảo vệ

d-Lớp phủ khuếch tán : (thấm kim loại)

Thường dùng để khuếch tán kẽm vào bề mặt thép. Chi tiết thép đặt trong hộp chứa bột kẽm và ôxyt kẽm (chống vón cục). Sau đó nung trong môi trường khí trơ ở 440°C , kẽm sẽ khuếch tán phủ lên bề mặt thép.

e-Lớp phủ phốt phát (phốt phát hoá)

Nhúng chi tiết kim loại vào hỗn hợp dung dịch H_3PO_4 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_3$ nóng chảy sẽ tạo ra lớp phủ phốt phát trên bề mặt.

f-Lớp phủ crômat :

Nhúng chi tiết kim loại đã xử lý bề mặt vào dung dịch axit chứa natri crômat tạo ra lớp phủ có tính bảo vệ và tăng vẻ đẹp bề mặt (tính hàng hoá) của kẽm hay lớp mạ kẽm trên thép.

g-Lớp phủ ôxyt :

Cho kim loại cần bảo vệ phân cực anốt trong dung dịch axit để tạo ra lớp ôxyt dày khoảng $10 \mu\text{m}$. Xử lý các lỗ xốp trong màng ôxyt bằng cách ngâm trong thuốc nhuộm.

h-Lớp phủ thuỷ tinh, men :

*Lớp phủ thuỷ tinh : dùng thuỷ tinh và ôxyt kim loại trộn dưới dạng vữa nhão, sau đó trát một lớp mỏng lên bề mặt, sấy khô và nung chảy lỏng. Chúng sẽ tạo ra lớp phủ dạng màng mỏng trên bề mặt.

*Lớp phủ men : dùng men thuỷ tinh 60-75% SiO_2 , 12-20% ôxyt kim loại kiềm thổ, thêm vào một ít các ôxyt Ti, Zr, B, Al phủ lên bề mặt kim loại dưới dạng nóng chảy. Chiều dày 0,8-2mm.

i-Các lớp phủ hữu cơ :

*Sơn : dùng các loại sơn có pha thêm chất ức chế ăn mòn để phủ lên bề mặt chi tiết bằng phương pháp lăn, quét, xịt hay sơn tĩnh điện.

*Phủ chất dẻo : dán chặt các tấm nhựa bằng PVC, polyetylen, lên thép bằng khí nóng. Nhúng chi tiết vào PVC nóng chảy, phun bột nhựa (nylon, PVC, teflon...) lên bề mặt sau đó cho nóng chảy và bám dính vào bề mặt kim loại.

5.4.SỰ ĂN MÒN CÁC VẬT LIỆU GỐM :

Với vật liệu gốm sự ăn mòn của chúng là do sự phá huỷ hóa học, cơ chế ăn mòn của chúng khác hẳn vật liệu kim loại. Tùy theo tính chất của môi trường làm việc sẽ xảy ra quá trình ăn mòn, phá huỷ các vật liệu gốm. Do đó chúng ta không thể khảo sát cho từng loại vật liệu cụ thể được.

Các vật liệu gốm được sử dụng nhiều vì chúng có độ bền chống ăn mòn khá cao. Thuỷ tinh dùng để chứa các chất lỏng xâm thực. Vật liệu chịu lửa được sử dụng trong các lĩnh vực nhiệt độ cao, chịu tác dụng của kim loại, các loại muối, xỉ ...

5.5.SỰ THOÁI HOÁ CỦA VẬT LIỆU POLYME (LÃO HOÁ) :

Trong quá trình sử dụng các vật liệu polyme bị thoái hoá theo thời gian : tính năng cơ, lý, hóa của chúng bị suy giảm và cuối cùng bị hư hỏng. Sự thoái hoá của vật liệu polyme là do các quá trình lão hoá vật lý, lão hoá và thoái hoá hoá học.

5.5.1.Sự lão hoá vật lý :

Sự lão hoá vật lý gây ra do các yếu tố sau :

a-Sự di chuyển, sự mất mát do bay hơi, sự trích ly bởi dung môi của chất hoá dẻo làm biến đổi tính chất của polyme.

b-Tác dụng của dung môi : các phần tử dung môi có kích thước nhỏ có thể thâm nhập vào các mắt xích phân tử làm cho các polyme bị trương lên, do vậy bên trong chúng xuất hiện ứng suất dư làm cho chúng có thể bị nứt, gãy.

5.5.2.Sự thoái hoá và lão hoá hoá học :

Sự lão hoá và thoái hoá hoá học xảy ra bởi tác động mạnh làm biến dạng mạch cao phân tử. Vì vậy cơ tính và điện tính của polyme giảm đáng kể. Các polyme như polypropylen, polybutadien, polystyren và polyamid nhạy cảm với sự ôxy hoá. Ozôn ôxy hoá mạnh hơn ôxy. Các polyme clo hoá không nhạy cảm với ôxy hoá. Chất chống ôxy hoá thông dụng là muối than, các amin và phenon.

5.5.3.Sự thoái hoá quang học :

Dưới tác dụng của tia cực tím độ bền đứt và màu sắc của polyme cũng bị giảm. Bức xạ cực tím có khi còn tăng cường tác dụng của ôxy. Các trường hợp này gọi là sự lão hoá khí hậu. Chống thoái hoá quang học bằng các chất màu tạo thành màng chống sự thâm nhập của bức xạ (muội than, ôxyt titan).

5.5.4.Sự thoái hoá do nhiệt :

Khi nhiệt độ tăng làm biến dạng cấu trúc mạch cao phân tử. Sự thoái hoá nhiệt có thể gây đứt mạch (polyetylen) hoặc sự khử ôxy hoá (metyl polymetacrylat) hay giảm phản ứng gốc ngoại vi (sự tạo thành axit HCl khi nhiệt phân polyvinyl clorua). Trường hợp giới hạn sự thoái hoá nhiệt có thể gây ra sự cháy, phản ứng toả nhiệt mạnh.

PHẦN 2 : CÁC LOẠI VẬT LIỆU KỸ THUẬT THÔNG DỤNG

CHƯƠNG 6 : GANG VÀ THÉP

6.1.KHÁI NIỆM CHUNG VỀ GANG VÀ THÉP

6.1.1.Khái niệm chung về gang :

1-Khái niệm :

Gang là hợp kim của sắt và các bon với hàm lượng các bon 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

2-Tổ chức tế vi :

a-Gang trắng : là loại gang có tổ chức tế vi tương ứng với giản đồ pha Fe-C, toàn bộ các bon của nó nằm dưới dạng liên kết với sắt trong tổ chức xêmentit. Mặt gãy của nó có màu sáng trắng đó là màu của xêmentit. Gang trắng hầu như không sử dụng trong sản xuất cơ khí, chủ yếu dùng để luyện thép.

b-Các loại gang có graphit : là loại gang mà phần lớn hay toàn bộ các bon của chúng nằm dưới dạng tự do graphit nên mặt gãy của nó có màu xám. Tùy thuộc hình dáng của graphit người ta chia ra các loại gang xám, gang dẻo, gang cầu. Tổ chức graphit phân bố trên nền kim loại pherit, pherit-péclit, péclit. Các loại gang có graphit được sử dụng rất rộng rãi trong cơ khí.

6.1.2.Khái niệm về thép các bon :

1-Khái niệm :

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 $C \leq 2,14\%$; $Mn \leq 0,80\%$; $Si \leq 0,40\%$; P và $S \leq 0,05\%$. Thép các bon được sử dụng rất rộng rãi trong cơ khí 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 luyện 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.

2-Thành phần hoá học và tác dụng của các nguyên tố đến tổ chức và tính chất của thép :

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 :

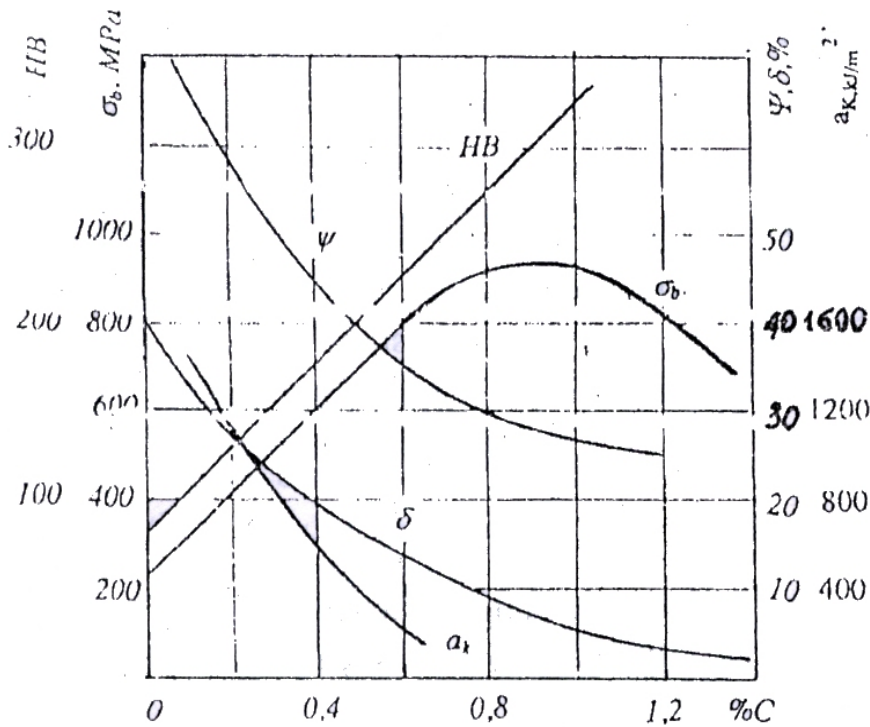
*Nếu hàm lượng các bon $< 0,80\%$: tổ chức là pherit và péclit

*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 xêmentit làm cho độ bền, độ cứng của thép tăng lên, độ dẻo và độ

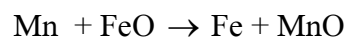
dai giảm đi. Tuy nhiên độ bền lớn nhất đạt được với hàm lượng các bon từ 0,80-1,0%, vượt quá giới hạn này do lượng xementit thứ hai quá nhiều làm cho thép giòn, độ bền giảm đi.



Hình 6.1-Ảnh hưởng của cacbon đến cơ tính của thép

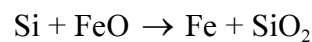
Thép với hàm lượng các bon khác nhau được sử dụng vào các lĩnh vực hoàn toàn khác nhau.

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



Ôxyt 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. Lượng mangan trong thép từ 0,50-0,80%

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

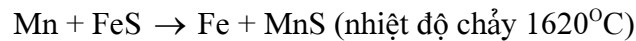


Điôxyt silic nổi lên đi vào xỉ và được lấy ra khỏi lò. Ngoài ra silic còn hoà tan vào pherit và nâng cao cơ tính cho thép. Silic khử ôxy và nâng cao cơ tính cho thép mạnh hơn mangan. Lượng silic trong thép từ 0,20-0,40%. Do vậy tác dụng nâng cao cơ tính không đáng kể.

d-Phốt pho : Phốt pho có khả năng hoà tan vào pherit khá lớn (đến 1,20% trong Fe - C nguyên chất). Do đó gây xô lệch mạng pha này rất mạnh làm tăng tính giòn khá lớn (đường kính nguyên tử phốt pho khác nhiều so với sắt). Khi vượt quá giới hạn hoà tan nó tạo ra Fe₃P cứng và giòn. Do vậy phốt pho làm thép bị giòn ở nhiệt độ thường và gọi là giòn nguội.

Do tính thiên tích rất mạnh nên chỉ cần 0,10%P đã làm cho thép bị giòn. Vì thế lượng photpho trong thép nhỏ hơn 0,05%. Về phương diện gia công cắt gọt thì photpho là nguyên tố có lợi vì làm cho phoi dễ gãy, lúc này lượng photpho 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°C) và phân bố tại biên giới hạt. Khi cán, rèn, kéo (nung đến 1200°C) biên giới hạt bị chảy ra làm thép bị đứt, gãy, hiện tượng này gọi là giòn nóng hay bỏng nóng. Tuy nhiên có thể dùng mangan để loại bỏ tác hại của lưu huỳnh :



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

3-Ký hiệu thép các bon (tiêu chuẩn thép các bon) :

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

Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1765 - 75 nhóm thép các bon chất lượng thường được ký hiệu bằng chữ CT(chỉ chất lượng thường). Nếu cuối mác thép không có gì cả là thép lắng (lặng), 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 hoá 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 a_K . Gồm các mác CT31, 33, 34, 38, 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.

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 ≤ 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 số 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)

6.1.3.Khái niệm về thép hợp kim :

1-Khái niệm :

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) của chúng.

Các nguyên tố có lợi, được cố ý đưa vào thép gọi là nguyên tố hợp kim. Tùy 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.

$Mn \geq 0,80 \div 1,00\%$	$Si \geq 0,50 \div 0,80\%$	$Cr \geq 0,50 \div 0,80\%$
$Ti \geq 0,10\%$	$W \geq 0,10 \div 0,50\%$	$Mo \geq 0,05 \div 0,20\%$
$Ni \geq 0,50 \div 0,80\%$	$Cu \geq 0,30\%$	$B \geq 0,0005\%$

2-Ký hiệu :

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 $\geq 1\%$ 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.

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

50CrNiMo - 0,50%C; 1%Cr; 1%Ni; 1%Mo

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

*Các thép chuyên dùng có ký hiệu riêng.

Ví dụ : OL100Cr1,5SiMn - OL thép ổ lăn; 1,00%C; 1,5%Cr; 1%Si; 1%Mn

130Mn3Đ - 1,30%C; 13%Mn; Đ : chế tạo sản phẩm bằng phương pháp

đúc.

6.2.CÁC LOẠI GANG THÔNG DỤNG :

6.2.1.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.

1-Thành phần hoá học :

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-Silic : 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 nguyên 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-Phốt 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 + Fe₃P và Fe + Fe₃P + Fe₃C). 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 giòn

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 ÷ 0,12%

2-Tổ chức tế vi :

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

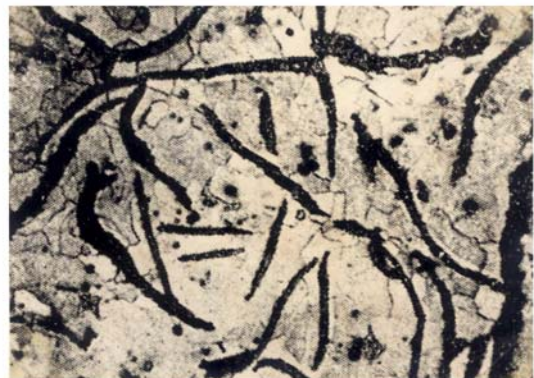
a-Gang xám pherit : Tổ chức của nó gồm nền kim loại là sắt nguyên chất kỹ thuật (pherit) và graphit. Loại gang này có độ bền thấp nhất.

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 6.2-Tổ chức tế vi của gang xám

a)Gang xám pherit

b)Gang xám pherit-peclit

c)Gang xám peclit

3-Cơ tính và biện pháp nâng cao cơ tính :

a-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.

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, không biến dạng dẻo được.

b-Các biện pháp nâng cao cơ tính :

Các yếu tố ảnh hưởng đến cơ tính của gang xám : nền kim loại, hình dáng, số lượng và kích thước graphit. Trong đó nền kim loại ảnh hưởng quyết định nhất, nền kim loại càng bền thì cơ tính của gang càng cao. Ta có các biện pháp sau :

*Giảm lượng các bon của gang : do đó giảm được lượng graphit tự do. Ngày nay xu hướng dùng gang có lượng các bon thấp từ 2,2 ÷ 2,5%. Tuy nhiên phải dùng lò có nhiệt độ cao (lò điện) mới nấu chảy được do nhiệt độ nóng chảy của gang bị nâng cao.

*Biến tính : để làm nhỏ mịn graphit, chất biến tính gồm 65% pherô silic và 35%Al trước khi rót gang lỏng vào khuôn.

*Hợp kim hoá : cho thêm các nguyên tố hợp kim cần thiết khi nấu luyện để hoá bền nền kim loại, nâng cao độ thấm tôi, tính chống ăn mòn, mài mòn, chịu nhiệt ...

*Nhiệt luyện : để tạo ra các nền kim loại phù hợp với yêu cầu sử dụng.

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/mm².

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 ...

6.2.2.Gang xám biến trắng :

Trong sản xuất cơ khí hầu như không dùng gang trắng, tuy nhiên trong một số trường hợp để sản xuất bi nghiền, trục nghiền, trục xay sát ta sử dụng gang xám biến trắng. Loại gang này có bề mặt bị biến thành gang trắng với chiều dày nhất định có độ cứng cao và tính chống mài mòn lớn. Chế tạo gang xám biến trắng bằng cách đúc gang xám trong khuôn kim loại, lớp bề mặt nguội nhanh sẽ biến thành gang trắng.

6.2.3.Gang dẻo :

Là loại gang có tổ chức graphit tương đối thu gọn ở dạng cụm và bông, tính dẻo tương đối cao, mặt gãy có màu xám. Nhìn bề ngoài thì không thể phân biệt được với gang xám.

1-Thành phần hoá học :

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 silic 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 các bon-silic khoảng 3,5%. Vật đúc đem ủ phải có tiết diện (thành) mỏng để nguội nhanh.

2-Tổ chức tế vi :

Tương tự như gang xám, tùy 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.

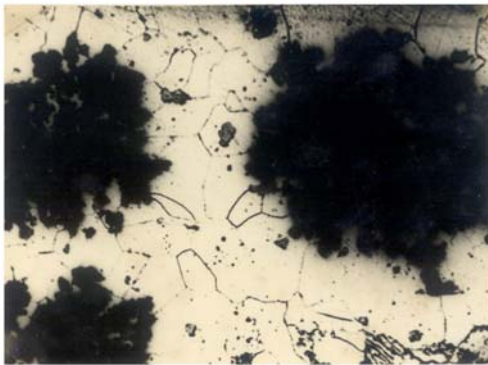
b-Gang dẻo pherit-peclit :

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

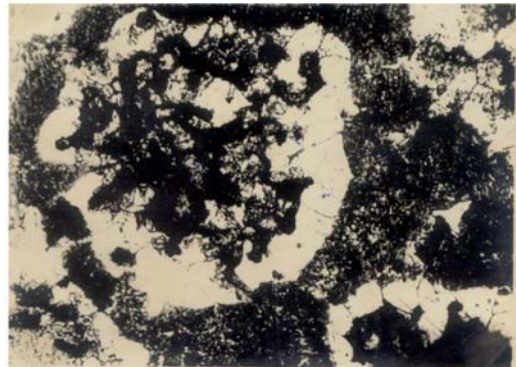
c-Gang dẻo péc lít :

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

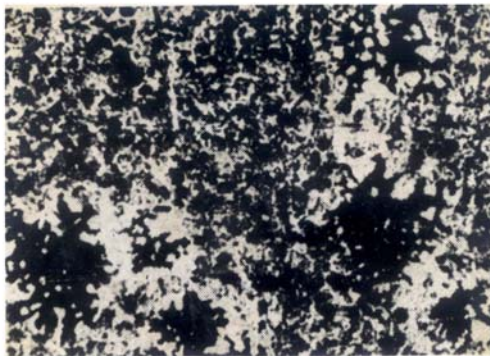
Trong ba loại gang dẻo trên thì gang dẻo pherit có độ bền thấp nhất và gang dẻo peclit có độ bền cao nhất.



a)



b)



c)

Hình 6.3 - Tổ chức tế vi gang dẻo

a) Gang dẻo pherit

b) Gang dẻo pherit-peclit

c) Gang dẻo peclit

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.

4-Ký hiệu và công dụng :

a-Ký hiệu :

TCVN 1659-75 quy định ký hiệu gangdẻo 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.

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

6.2.4. 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.

1-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 cacbon 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%)

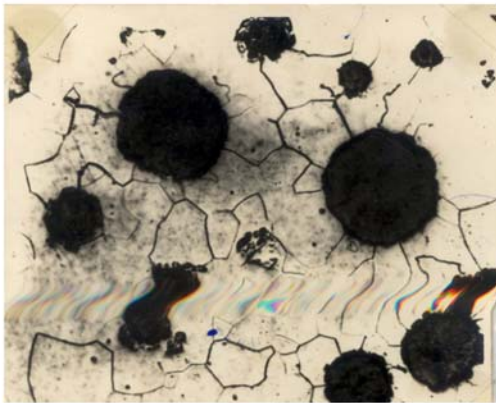
2-Tổ chức tế vi :

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

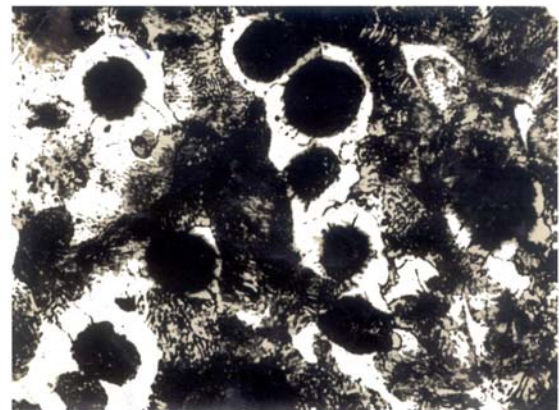
*Gang cầu pherit : nền kim loại là sắt nguyên chất và graphit cầu

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

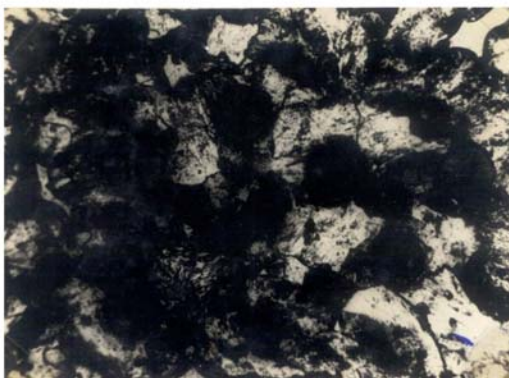
*Gang cầu péclit : nền kim loại là thép cùng tích và graphit cầu.



a)



b)



c)

Hình 6.4-Tổ chức tế vi của gang cầu

a)Gang cầu pherit

b)Gang cầu pherit-peclit

c)Gang cầu peclit

3-Cơ tính :

Gang cầu có cơ tính khá cao, giới hạn bền kéo bằng 70-80% so với thép, độ bền từ 400-1000MN/m², $\delta\% = 5-15\%$, $a_K = 300-600\text{kJ/m}^2$. Gang cầu ít bị phá huỷ giòn hơn gang xám. Độ cứng xấp xỉ 200 HB gia công cắt gọt tốt.

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 giới hạn bền kéo tối thiểu theo kG/mm² và độ giãn dài tương đối $\delta\%$.

Ví dụ : GC100-04 - có giới hạn bền kéo tối thiểu 100kG/mm² và độ giãn dài tương đối $\delta = 4\%$.

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.

6.2.5.Gang hợp kim :

Gang hợp kim là gang mà ngoài sắt và các bon 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...

6.3.CÁC LOẠI THÉP THÔNG DỤNG :

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

Nhóm thép này chủ yếu dùng trong xây dựng, chúng được cung cấp dưới dạng bán thành phẩm qua cán nóng : ống, thanh, dây, thép hình, sợi, băng... ở trạng thái thường hoá, không qua tôi và ram. Chúng phải có tiết diện quy định và độ bền đạt yêu cầu sử dụng. Ngoài ra chúng còn được dùng làm một số chi tiết không quan trọng lắm. Gồm các mác thép sau đây (theo TCVN 1765-75) : CT31, CT33 ...CT61, BCT31, BCT33...BCT61, CCT31, CCT33...CCT61.

6.3.2.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.

1-Yêu cầu của 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.

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%. Tùy 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 đích nâng cao độ bền do nâng cao độ thấm tôi và hoá bền perlit, 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.

3-Thép thấm các bon :

a-Thành phần hoá học :

Thép thấm các bon là loại thép có thành phần các bon thấp : $0,10 \div 0,25\%$ (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.

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

*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.

b-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 $60 \div 62$ HRC, chống mài mòn tốt, lõi có độ cứng $30 \div 40$ HRC độ dẻo tốt, độ dai cao, độ bền tốt : $500 \div 600$ MN/m²

*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°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, nôi, bi...).

c-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 $700 \div 800$ MN/m².)

*Làm các chi tiết tương đối phức tạp do tôi trong dầu độ biến dạng nhỏ.

*Nhiệt độ thấm $900 \div 920^\circ\text{C}$, 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 ($\phi 20 \div 40\text{mm}$) như : bánh răng, trục bạc chốt cần tính chống mài mòn cao.

d-Thép crôm-niken và crôm-niken-môlipden :

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

-Sau khi thấm các bon tôi và ram thấp độ cứng đạt $60 \div 62\text{HRC}$, tính chống mài mòn cao hơn, độ bền đạt $1000 \div 1200$ MN/m²

-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 $\phi=100$ mm)

-Nhiệt độ thấm các bon $900 \div 920^{\circ}\text{C}$

Chúng được chia ra làm hai loại, loại hợp kim thấp chứa $0,50 \div 1,00\%$ 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 ($50 \div 70\text{mm}$), 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 $2 \div 4\%$ 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 tấm 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-môlipden : Trên cơ sở thép crôm -niken cao nhưng có thêm $0,10 \div 0,40\%$ 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.

e-Thép crôm-mangan-titan :

Nhóm thép này có các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cao được sử dụng khá phổ biến là 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 $930 \div 950^{\circ}\text{C}$, tôi trực tiếp ngay sau khi thấm, độ biến dạng nhỏ. Gồm các thép : 18CrMnTi, 25CrMnTi.

4-Thép hoá tốt :

Là loại thép có thành phần các bon trung bình $0,30 \div 0,50\%$ 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 của chúng là tôi và ram cao (nhiệt luyện hoá tốt)

a-Thành phần hoá học :

*Các bon : trong giới hạn từ $0,30 \div 0,50\%$ sẽ đảm bảo sự kết hợp tốt nhất giữa các chi 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 $0,35 \div 0,45 \%$ 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 $1 \div 2\%$, niken $1 \div 4\%$. Ngoài ra có thể dùng thêm silic không quá 1% . Ngày nay có xu hướng dùng thêm bo với hàm lượng $0,0005 \div 0,003\%$. Nguyên tố hợp kim phụ là molipden và vonfram chủ yếu để chống giòn ram cho các chi tiết lớn.

b-Đặc điểm về nhiệt luyện :

Để cải thiện tính gia công cắt gọt sau khi tạo phôi bằng rèn, đập nóng thép được ủ hoàn toàn đạt độ cứng $180 \div 220$ 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 $25 \div 30$ HRC). Tổ chức này còn có tác dụng tạo được độ bóng cao khi cắt gọt và giúp cho chuyển biến xảy ra nhanh chóng, nhận được máctenxit nhỏ mịn.

* Tạo cho bề mặt độ cứng cao và tính chống mài mòn lớn bằng tôi bề mặt và ram thấp (độ cứng đạt $52 \div 58$ HRC). Ngoài ra có thể dùng thấm ni tơ hay thấm cacbon - ni tơ khi cần độ cứng cao hơn.

c-Thép các bon :

Thường sử dụng các mác sau : C30, C35, C40, C45, C50 nhưng thông dụng nhất là C45. Đặc điểm của nhóm thép này là đáp ứng được các yêu cầu đề ra nhưng ở mức thấp. Cụ thể như sau :

*Độ bền thấp do độ thấm tôi nhỏ, độ bền $750 \div 850$ MN/m²

*Không làm được các chi tiết lớn và hình dáng phức tạp do tôi trong nước.

*Rẻ và có tính công nghệ tốt.

Công dụng : làm các chi tiết máy nhỏ ($\phi = 20 \div 30$ mm) như: thanh truyền, chốt phẳng, trục, bánh răng bị động ...

d-Thép crôm :

Thường dùng loại thép chứa $0,50 \div 1,00\%$ 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 $800 \div 950$ MN/m².

*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).

e-Thép crôm -môlipden :

Cho thêm khoảng $0,25\%$ môlipden 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 ($\phi > 50$ mm) hình dáng tương đối phức tạp như bánh răng.

f-Thép crôm-mangan-silic :

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 $1000 \div 1100$ MN/m², dùng làm các chi tiết khá lớn ($\phi 50-60$ mm). 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.

g-Thép crôm-niken và crôm-niken-môlipden :

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 $\geq 3\%$ 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 $\phi = 50 \div 60$ mm, có độ bền $700 \div 800 \text{MN/m}^2$, $a_K = 700 \text{kJ/m}^2$. 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, 3 ÷ 4%Ni (tỷ lệ Ni/Cr khoảng 3-4). Điển hình là mác 30CrNi3A, có độ thấm tôi lớn, có thể tôi thấu với $\phi > 100 \text{mm}$, trong thực tế được xem là tôi thấu với tiết diện bất kỳ. Độ bền đạt 1100MN/m^2 , $a_K = 800 \text{kJ/m}^2$. 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-môlipden : loại thép này dựa trên cơ sở thép crôm niken cao và cho thêm vào khoảng 0,10-0,40%Mo. Đây là loại thép chế tạo máy tốt nhất do độ thấm tôi lớn, độ bền cao ($\sigma_B = 1200 \text{MN/m}^2$, $a_K = 800 \text{kJ/m}^2$), làm được chi tiết lớn, ($\phi > 100$ mm) 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 kích thước lớn hơn nhiều và hình dáng phức tạp hơn, độ tin cậy cao nhất.

5-Thép đàn hồi :

Thép đàn hồi là loại thép có hàm lượng các bon tương đối cao : 0,55 ÷ 0,65%, có tính đàn hồi cao để là 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 bình.

a-Điều kiện làm việc và yêu cầu :

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 σ_{dh}/σ_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 để bị phá huỷ dòn)

*Giới hạn mỏi cao để phù hợp với điều kiện tải trọng thay đổi có chu kỳ.

b-Đặc điểm về thành phần hoá học và chế độ nhiệt luyện :

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 giòn, cứng.

Đặc điểm về nhiệt luyện : để đạt được yêu cầu giới hạn đàn hồi cao nhất phải tiến hành tôi và ram trung bình tạo ra tổ chức troxit 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 mỗi 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 móng các vết nứt mỗi bằng cách cán, kéo nguội hay mài.

c-Các loại thép đàn hồi :

*Thép các bon và thép mangan : gồm các mác thép C65, C70, C80, C85...60Mn, 65Mn, 70Mn. Đặc điểm của nhóm thép này :

-Giới hạn đàn hồi thấp $\sigma_{th} \leq 800MN/m^2$.

-Độ thấm tôi thấp, chỉ tôi thấu đến đường kính 15 mm.

Nhóm thép được cung cấp chủ yếu ở dạng dây tròn dùng là các lò xo thường, yêu cầu không cao lắm.

*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 $\sigma_{th} \geq 1000MN/m^2$, 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 vanadi, do đó tạo ra các mác : 50CrMn, 50CrVA, 60Si2CrVA, 60Si2Ni2A... Công dụng của nhóm thép này là làm lò xo xe lửa, nhíp xe ô tô, các trục mềm, dây cốt đồng hồ. Cần lưu ý rằng các thép này nếu ở dạng dây tròn với đường kính < 6 mm đã được nhiệt luyện rồi, do đó chỉ cần uốn nguội rồi đem ủ thấp để khử ứng suất là sử dụng được.

6-Thép có công dụng riêng :

Nhóm thép này được sử dụng rất rộng rãi trong chế tạo máy, chúng được dùng vào các mục đích chuyên dùng.

a-Thép lá dập nguội (dập sâu) :

Nhóm thép này dùng chế tạo các chi tiết bằng phương pháp dập nguội, do vậy yêu cầu của chúng là phải có tính dẻo cao, nhất là khi dập sâu (độ biến dạng lớn). Do đó yêu cầu của chúng như sau :

*Hàm lượng các bon thấp $\leq 0,20\%$, thông dụng nhất là $\leq 0,10\%$, tổ chức chủ yếu là phe rít và một lượng nhỏ peclít.

*Hàm lượng silic thấp để thép không bị cứng, $Si \leq 0,05 \div 0,07\%$, thuộc loại thép sôi.

*hạt nhỏ và đều, cấp hạt 6 ÷ 8.

Các mác thép thông dụng : C5s, C8s, C10s, C15s... Công dụng : làm chấn bần, ca bin xe... Với thép lá mỏng có thể được tráng kẽm để dùng trong công nghiệp thực phẩm làm đồ hộp hay tráng kẽm hay kẽm -nhôm để làm tấm lợp.

b-Thép dễ cắt (tự động) :

Thép dễ cắt (còn được gọi là thép tự động) được dùng làm các chi tiết phải qua gia công cắt gọt, số lượng nhiều, không chịu tải trọng lớn, yêu cầu độ bóng bề mặt cao và năng suất cao.

Thành phần hoá học : lượng các bon từ $0,10 \div 0,40\%$, tổ chức phần lớn là phe rít và một phần péclit. Lượng photpho và lưu huỳnh cao hơn mức bình thường, photpho khoảng $0,08 \div 0,15\%$, lưu huỳnh khoảng $0,15 \div 0,35\%$. Lượng mangan $0,80 \div 1,00\%$ để tạo ra MnS làm phoi dễ gãy vụn. Thời gian gần đây người ta còn cho thêm chì ($0,15 \div 0,30$) vào thép dễ cắt để tăng khả năng cắt gọt của nó (chì có nhiệt độ chảy thấp 327°C để bị chảy khi cắt gọt, làm phoi đứt rời).

Các mác thép dễ cắt : 12S, 20S, 30S, 11SPb, 40SPb, 40MnS. Công dụng : bulông, đai ốc, vít, bạc, một số bánh răng...

c-Thép ổ lăn :

Đây là loại thép có chất lượng rất cao dùng để chế tạo các ổ lăn : ổ bi, ổ đĩa (bi côn) trong máy móc.

*Điều kiện làm việc và yêu cầu : các bề mặt làm việc của ổ lăn chịu ứng suất tiếp xúc cao với số lượng chu trình rất lớn, do hiện tượng trượt lăn với nhau nên tại từng thời điểm chúng bị mài mòn điểm. Các yêu cầu :

-Độ cứng và tính chống mài mòn cao ($\geq 64\text{HRC}$)

-Cơ tính phải đồng nhất, tuyệt đối không được có điểm mềm.

-Độ bền mỏi tiếp xúc cao.

*Đặc điểm về thành phần hoá học và nhiệt luyện :

Thành phần hoá học : lượng các bon cao 1%, hợp kim hoá crôm từ 0,5-1,5%, mangan và silic mỗi nguyên tố 1%. Để tránh các điểm mềm phải hạn chế lưu huỳnh và photpho, khí rất thấp ($\text{P}, \text{S} < 0,02\%$, không chứa khí).

Nhiệt luyện : Tôi trong dầu ở nhiệt độ $850-860^{\circ}\text{C}$, ram thấp ở nhiệt độ $150-180^{\circ}\text{C}$. Tiến hành gia công lạnh để giảm tối đa lượng austenit dư lúc này độ cứng đạt $\geq 65 \text{HRC}$.

*Các mác thép : OL100Cr0,6; OL100Cr0,9; OL100Cr1,5; OL100Cr1,5SiMn. Ngoài ra chúng còn được dùng làm bàn ren, ta rô, dụng cụ đo, pit tông bơm cao áp...

d-Thép đường ray :

Là loại thép các bon chất lượng cao, với hàm lượng các bon và mangan tương đối cao : $0,50-0,80\% \text{C}$, $0,60-1,00\% \text{Mn}$, lượng photpho và lưu huỳnh thấp : $0,05\% \text{S}$, $0,04\% \text{P}$. Việt Nam chưa có tiêu chuẩn cho thép đường ray, theo tiêu chuẩn của Nga nó được ký hiệu bằng chữ P (raytxnaia xtal) và số tiếp theo chỉ trọng lượng một mét ray tính bằng kilôgam. Ví dụ P45; P60...(tương ứng mỗi mét ray nặng 45 kG và 60 kG). Ray hỏng có thể tận dụng để làm các chi tiết và dụng cụ khác như : đục, dao, nhíp, dụng cụ gia công gỗ ...

e-Dây thép các loại :

Dây thép được sản xuất từ nhà máy luyện kim bằng phương pháp kéo nguội. Cơ tính của dây thép phụ thuộc và hàm lượng các bon và mức độ biến dạng. Dây thép có hàm lượng các bon thấp thường được tráng kẽm dùng làm dây điện thoại và trong sinh hoạt. Dây thép có hàm lượng các bon trung bình (0,50-0,70%C) dùng làm các lò xo tròn. Dây thép có hàm lượng các bon cao, mức độ biến dạng lớn dùng làm dây cáp...

7-Thép có công dụng đặc biệt :

a-Thép không gỉ :

Thép không gỉ 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 gỉ chỉ có khả 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) : khi độ xâm thực > 1,25mm/năm.

Nguyên nhân của hiện tượng thép bị gỉ 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 gỉ là :

-Nâng cao điện thế điện cực của pherit và cacbit (hai pha cơ bản trong thép) 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 gỉ 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 gỉ đều có lượng crôm > 12,5%

*Thép không gỉ hai pha (mactenxit) : là loại thép có 0,10-0,40%C và 13%Cr với hai pha là pherit và các bit crôm. Gồm các mác sau : 12Cr13, 20Cr13, 30Cr13 và 40Cr13. Nhóm thép này có tính chống ăn mòn cao trong không khí, nước sông, nước máy và axit nitơrit HNO₃. Công dụng : làm đồ trang sức, ốc vít không gỉ, chi tiết chịu nhiệt (<450°C) dụng cụ mổ, ổ bi chống ăn mòn...

*Thép không gỉ 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 : 08Cr13, 12Cr17, 15Cr25Ti...Chúng có đặc điểm là nếu nung nóng lâu ở cao hơn 475°C sẽ xuất hiện các pha dòn làm cho tính dẻo kém đi. Nhóm thép này sử dụng được trong khí hậu biển, nước biển, môi trường axit, công nghiệp hoá dầu...

*Thép không gỉ 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, duun dịch muối. Hoàn toàn ổn định trong HNO₃ với mọi nồng độ, trong H₂SO₄ 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 900-1000°C. Chúng có nhược điểm là

đắt tiền (do lượng niken cao), khó gia công cắt gọt (rất dẻo) và trong một số trường hợp bị ăn mòn tinh giới.

*Thép không gỉ hoá bền tiết pha : có thành phần và tổ chức tương tự thép không gỉ 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.

b-Thép chống mài mòn cao : (thép Hadfield)

Loại thép này chứa các bon cao (0,90-1,30%) và lượng mangan lớn (11,40-14,50%), tổ chức là austenit, nhưng chống mài mòn rất cao khi làm việc trong 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 bằng thép chống mài mòn cao bằng phương pháp đúc. Hiện tại chỉ có một mác thép : 130Mn13Đ (Đ - chỉ chế tạo 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...

c-Thép bền nóng :

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

*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 dãn. Đánh giá độ bền của thép ở nhiệt độ cao bằng hai chỉ tiêu là giới hạn dãn và độ bền dãn. Độ bền dãn là ứng suất gây ra phá huỷ dãn sau thời gian xác định tại nhiệt độ đã cho (ví dụ $\sigma_{b/1000} = 250\text{MN/m}^2$ tại 850°C). Giới hạn dãn 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 $\sigma_{0,2/1000} = 170\text{MN/m}^2$).

*Thép làm xu páp 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 650-700°C. 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 tạo ra ôxyt Cr_2O_3 , SiO_2 bền sát chặt chống ăn mòn hoá học. Các mác thép thường dùng : 40Cr9Si2, 40Cr10Si2Mo, 30Cr13Ni7Si2, 45Cr14Ni14W2Mo

*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°C và áp suất 250 at hay 560°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°C có thể dùng CT34, CT38, C15, C20 làm nồi hơi. ống quá nung hơi, ống dẫn hơi (540-560°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.

6.3.3.Thép dụng cụ :

Thép dụng cụ là các loại thép dùng làm các dụng cụ cắt gọt và biến dạng kim loại, dụng cụ đo.

1-Thép làm dụng cụ cắt :

a-Điều kiện làm việc và yêu cầu :

*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.

*Yêu cầu : xuất phát từ điều kiện làm việc thép làm dụng cụ cắt có các yêu cầu sau đây :

-Có độ cứng cao $\geq 60\text{HRC}$ 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 bit 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 ...

b-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.

*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 photpho thấp ($P \leq 0,030-0,035$; $S \leq 0,020-0,030$). Chúng có đặc điểm :

-Sau khi tôi và ram thấp có độ cứng $\geq 60\text{HRC}$ 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°C.

Công dụng : là các dụng cụ cắt nhỏ, hình dáng đơn giản với năng suất thấp hay gia công bằng tay : dũa, lưỡi cưa sắt...

*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. Gồm hai loại :

-Loại có tính thấm tôi tốt : điển hình là mác 90CrSi : tính cứng nóng trên dưới 300°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 0,5%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 râu, xén giấy, cắt da... 140CrW5 tôi trong nước và ram thấp đạt 67-68HRC (còn có tên là thép kim cương) làm dao phay, tiện để sửa các phôi cứng (bề mặt trục cán thép đã tôi).

c-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 8-10lần)

-Độ thấm tôi đặc biệt cao (thấm tôi với tiết diện bất kỳ)

*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 máctenxit và tạo thành các bit với các nguyên tố W, Mo và đặc biệt là vanadi 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.

-Vofram : 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°C nên duy trì độ cứng sau khi tôi đến 600°C.

-Molipden : 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 vofram (19,3 g/cm³) nên 1%Mo thay thế được 2%W làm cho giá thành thấp.

-Vanadi : là nguyên tố tạo thành các bit rất mạnh. Cácbit vanadi 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 giòn mà không nâng cao thêm tính cứng nóng.

*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 giòn. Vì vậy phải tiến hành cán, rèn với lượng ép lớn để làm nhỏ mịn các bit và ủ không hoàn toàn 840-860°C đạt độ cứng 241-269HB mới tiến hành cắt gọt được.

*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°C với sai số hẹp ($\pm 10^\circ\text{C}$). 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} ($\approx 850^\circ\text{C}$) mới có chuyển biến peclit thành austenit. Tôi ở nhiệt độ 850-900°C thép có độ cứng thấp khoảng 45-50HRC, 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. Tối 1000°C đã bão hoà Cr_{23}C_6 . $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$ chỉ bắt đầu hoà tan mạnh ở nhiệt độ 1150°C, đến gần 1300°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 dụng nhiệt độ cao để austenit chứa nhiều vonfram nhất để máctenxit có tính cứng nóng cao nhất, các bit VC chưa hoà tan giữ 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 bit dư (15-20%) độ cứng 61-63 HRC chưa đạt được cao nhất vì vậy phải tiến hành ram tiếp theo.

Tiến hành ram thép gió ba lần, nhiệt độ 560°C, mỗi lần giữ nhiệt một giờ. Tại nhiệt độ nung nóng cácbit vonfram $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$ nhỏ mịn bắt đầu tiết ra làm máctenxit nghèo nguyên tố hợp kim, nâng cao điểm M_d lên và làm giảm ứng suất nên austenit dư mới chuyển biến thành máctenxit ram làm độ cứng tăng lên. Nếu tiến hành gia công lạnh thì chỉ ram một lần. Tổ chức sau khi ram : máctenxit ram, austenit dư (5%), các bit dư (20%), độ cứng đạt 63-65 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 giòn.

*Các loại thép gió và công dụng : Các máctenxit thép gió thông dụng gồm : 75W18V; 90W9V2; 140W9V5; 90W18V2; 90W18Co5V2; 95W9Co10V2... Công dụng thép gió được sử dụng rộng rãi làm các dụng cụ cắt gọt lớn, hình dáng phức tạp, điều kiện làm việc nặng và có năng suất cao, tuổi thọ lớn như : dao phay, doa, chuốt, xọc, mũi khoan, dao tiện, bào...

2-Thép làm dụng cụ biến dạng nguội (khuôn dập nguội) :

Là loại thép làm dụng cụ biến dạng dẻo kim loại 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°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. Tùy theo vật liệu đem dập độ cứng khuôn từ 58-62 HRC, không nên cao hơn giới hạn này vì làm khuôn bị giòn, dễ nứt 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 bả đảm : để chịu được tải trọng lớn và va đập. Với các khuôn có kích thước lớn cần thêm yêu cầu độ 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 khuôn 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 1,50-2,00%

-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°C để austenit đồng nhất hơn. Khi ram cũng chọn nhiệt độ cao hơn.

c-Thép làm khuôn dập nguội :

*Thép làm khuôn bé : 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.

*Thép làm khuôn trung bình : Để làm khuôn trung bình (chiều dày thành khuôn 75-10 mm) hay khuôn bé, hình dáng phức tạp, chịu tải trọng lớn ta dùng các thép hợp kim thấp : 100Cr, 100CrWMn, 10CrW2SiMn.

*Thép làm khuôn lớn và chống mài mòn cao : để làm các khuôn lớn (chiều dày thành khuôn 200-300 mm) 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.

*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.

3-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

a-Điều kiện làm việc và yêu cầu :

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°C , do vậy chúng bị nung nóng đến $500-700^{\circ}\text{C}$ 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 như dụng cụ biến dạng nguội.

-Dụng cụ biến dạng nóng thường có kích thước lớn, chịu tải trọng lớn đến hàng trăm hàng nghìn tấn.

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 mối nhiệt lớn.

b-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 :

*Các bon : hàm lượng các bon trung bình trong khoảng từ 0,30-0,50% tùy 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 trostit ram có độ cứng, độ bền, độ dai phù hợp với điều kiện làm việc.

c-Thép làm khuôn rèn : Các khuôn rèn thường có kích thước lớn, chịu tải trọng cao và va đập, bị nung nóng ít ($950-550^{\circ}\text{C}$) 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 $500-600^{\circ}\text{C}$.

*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.

d-Thép làm khuôn ép chảy (chôn, ép) :

Khác với khuôn rèn, thép làm khuôn chôn, 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 $600-700^{\circ}\text{C}$ 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 vanadi (1%) để nâng cao tính chống mài mòn và giữ cho hạt nhỏ, molipden (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 các bon - nitơ ở nhiệt độ 500-600°C (cần lưu ý phải thấm thấp hơn nhiệt độ ram)

4-Thép làm dụng cụ đo :

Trong sản xuất cơ khí thường sử dụng các dụng cụ đo có các cấp chính xác khác nhau : panme, thước cặp, dưỡng, calip, thước đo độ dài ...

a-Điều kiện làm việc và yêu cầu :

Các dụng cụ đo thường xuyên tiếp xúc, cọ sát với chi tiết gia công nên dễ bị mài mòn, biến dạng làm sai lệch kết quả đo. Do vậy thép làm dụng cụ đo phải có các yêu cầu sau đây :

*Độ cứng và tính chống mài mòn cao 63-65 HRC để đảm bảo không bị hay ít bị mài mòn tại phần làm việc, giữ được độ chính xác trong suốt thời gian làm việc lâu dài.

*Kích thước ổn định : kích thước không thay đổi hay rất ít thay đổi trong suốt thời gian làm việc (hàng chục năm), cần lưu ý hai chỉ tiêu sau :

-Hệ số giãn nở nhiệt nhỏ.

-Sự ổn định của tổ chức ở trạng thái làm việc là lâu dài

*Độ nhẵn bóng bề mặt cao khi mài (đến cấp 14) và ít biến dạng khi nhiệt luyện.

b-Thép làm dụng cụ đo cấp chính xác cao :

Để đạt được độ cứng và tính chống mài mòn cao phải có hàm lượng các bon 1%. Dùng các nguyên tố hợp kim crôm và mangan (khoảng 1% mỗi loại) để nâng cao độ thấm tôi, ít biến dạng. Mangan có tác dụng làm tăng thêm austenit dư đến mức độ thích hợp để cho kích thước hầu như không thay đổi.

Để ổn định kích thước sau khi tôi tiến hành hoá già (ram ở nhiệt độ thấp hơn 150°C) để nhận được tổ chức mactenxit tôi có độ cứng và tính chống mài mòn cao, đạt độ bóng cao khi mài và hệ số giãn nở nhiệt rất nhỏ $10^{-5} - 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$.

Các mác thép thông dụng : 100Cr, 100CrWMn, 140CrMn...

c-Thép làm dụng cụ đo cấp chính xác thấp :

Các loại dụng cụ đo cấp chính xác thấp chỉ yêu cầu bề mặt làm việc có tính chống mài mòn cao là đủ do vậy ta có thể dùng các oại thép sau đây :

*Thép các bon thấp : %C $\leq 0,25\%$ qua thấm các bon, tôi và ram thấp : C15, C20, BCT38...

*Thép các bon trung bình : C45, C50, C55 tôi và ram thấp

*Thép 38CrMoAlA : thấm ni tơ.

CHƯƠNG 7 : KIM LOẠI VÀ HỢP KIM MÀU

Trong chương này ta sẽ nghiên cứu các hợp kim không phải trên cơ sở sắt đó là các hợp kim màu. Như đã biết kim loại màu chiếm số lượng lớn trong các nguyên tố kim loại. Tuy nhiên ở đây ta chỉ khảo sát các kim loại màu thông dụng nhất : nhôm, đồng, kẽm, magiê, titan...

7.1.NHÔM VÀ HỢP KIM NHÔM :

Về phương diện sản xuất và sử dụng thì nhôm và hợp kim của nó chiếm vị trí thứ hai sau thép. Vật liệu này có các tính chất rất phù hợp với nhiều công dụng khác nhau, trong một số trường hợp đem lại hiệu quả kinh tế lớn và không thể thay thế được.

7.1.1.Khái niệm và phân loại :

1-Nhôm nguyên chất :

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 ($2,7 \text{ g/cm}^3$) : 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 (Al_2O_3) 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% Cu 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°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.

2-Phân loại hợp kim nhôm :

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

1-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 C (C') 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.

a-Hợp kim nhôm biến dạng không hóa bền được bằng nhiệt luyện : gồm các hợp kim có thành phần nằm bên trái điểm F. 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.

b-Hợp kim nhôm hóa bền được bằng nhiệt luyện : gồm các hợp kim có thành phần nằm bên phải điểm F, 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.

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

2-Hợp kim nhôm đúc : Gồm các hợp kim chứa khá nhiều các nguyên tố hợp kim, có thành phần nằm bên phải điểm C (C'). 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 TCVN1659-75 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.

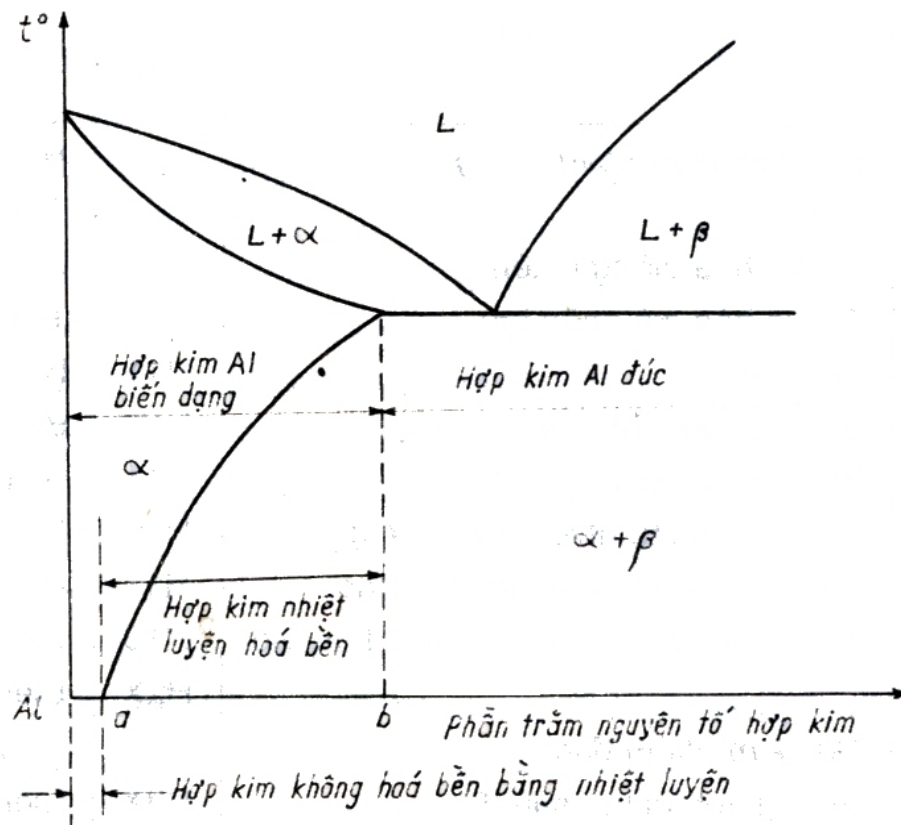
AlCu5Mg1Ni3Mn0,2Đ

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.



Hình 7.1- Phân loại hợp kim nhôm

7.1.2. Hợp kim nhôm biến dạng :

Ta chỉ cần cấu hợp kim nhôm hóa bền được bằng nhiệt luyện vì chúng có vai trò quan trọng trong ngành vật liệu.

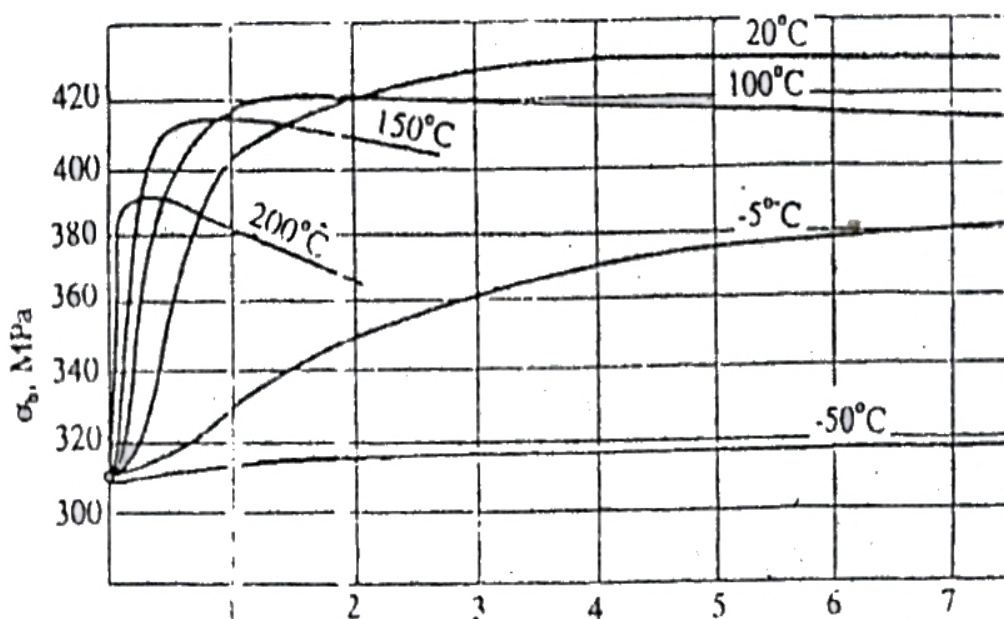
1-Hợp kim nhôm với 4% Cu :

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°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 $\text{CuAl}_{2\text{II}}$ (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 dịch rắn α chứa 0,5%Cu và một lượng nhỏ $\text{CuAl}_{2\text{II}}$ (khoảng 7%) có độ cứng và độ bền thấp (200MPa). Khi nung nóng đến cao hơn đường giới hạn hòa tan (520°C) pha $\text{CuAl}_{2\text{II}}$ 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 $\text{CuAl}_{2\text{II}}$ 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.

Từ đó thấy rằng chế độ nhiệt luyện hợp kim nhôm %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°C nếu cần rút ngắn thời gian và yêu cầu độ bền độ cứng vừa phải.



Hình 7.2-Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian đến quá trình hóa già

2-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); $CuMg_5Al_5$ (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 ($\sigma_b = 450 - 480MPa$), khối lượng riêng nhỏ ($\gamma = 2,7 g/cm^3$) 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°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 sinh hoạt



Hình 7.3-Tổ chức tế vi của đura sau nhiệt luyện

7.1.3.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 trong khuôn kim loại để nhận được tổ chức nhỏ mịn do có tốc độ nguội lớn.

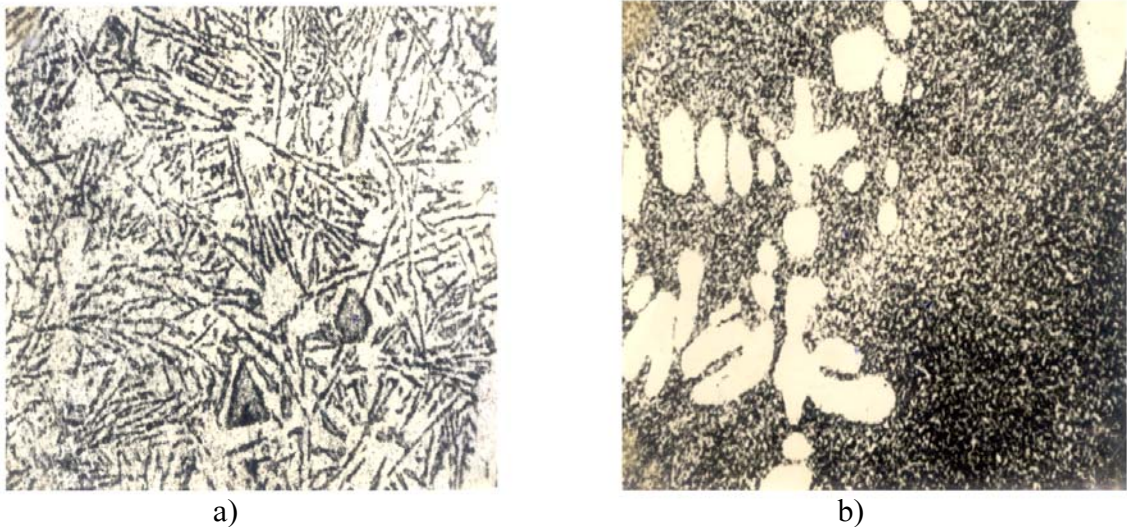
1-Silumin đơn giản :

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 ($\sigma_b = 130\text{MPa}$; $\delta = 3\%$). Do vậy phải biến tính để nâng cao cơ tính. Dùng một hỗn hợp muối ($2/3\text{NaF} + 1/3\text{NaCl}$) 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 - 20°C. 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 oo ($\sigma_b = 180\text{MPa}$; $\delta = 8\%$). 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 7.4-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 ($\sigma_b = 200 - 250\text{MPa}$; $\delta = 1-6\%$). 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.

7.2.ĐỒNG VÀ HỢP KIM ĐỒNG

7.2.1.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 Au và Ag.
- Chống ăn mòn tốt trong khí quyển, nước, nước biển hay kiềm, axit hữu cơ do có lớp ô xyt 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 ($\sigma_b = 220\text{MPa}$) nhưng sau biến dạng dẻo tăng lên đáng kể ($\sigma_b = 425\text{MPa}$).
- Tính hàn khá tốt nhưng khi chứa nhiều tạp chất (đặc biệt là ô xy) giảm đi mạnh.

Tuy nhiên đồng cũng có một số nhược điểm :

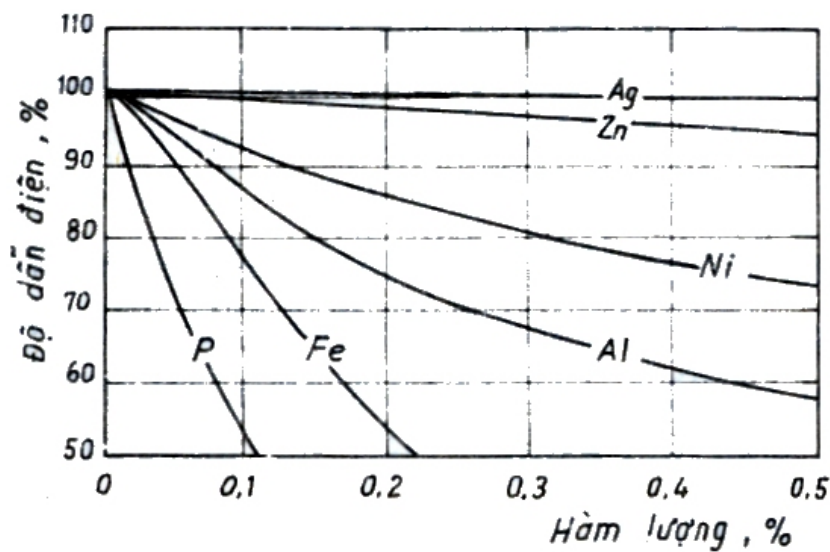
+Khối lượng riêng lớn ($\gamma = 8,94\text{g/cm}^3$)

+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°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 7.5- Ảnh hưởng của tạp chất đến độ dẫn điện của đồng

7.2.2. Phân loại 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 .

1-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 có 38%Zn; 1%Al; 1%Fe; còn lại Cu.

a-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 .

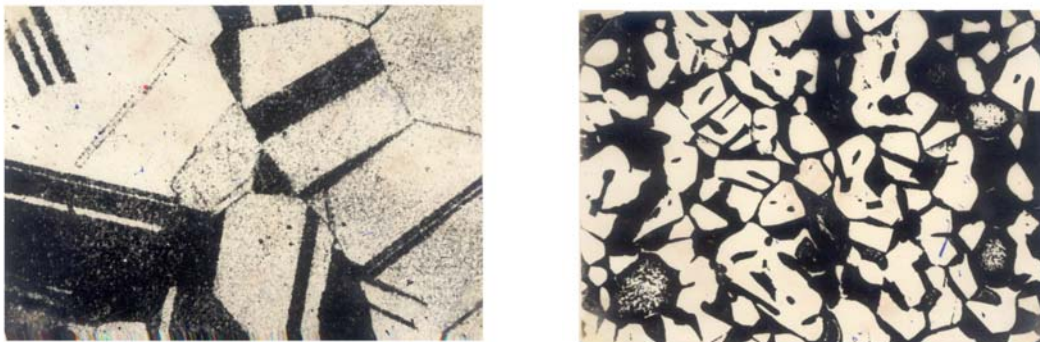
α là dung dịch rắn của kẽm trong đồng có mạng Al chứa đến 39%Zn ở 454°C . Đây là pha chủ yếu quyết định tính chất của la tông. Khi hòa tan vào đồng kẽm làm tăng

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 giòn 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 giòn. 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 ... La tông chứa 20%Zn (LCuZn80) 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 7.6-Tổ chức tế vi của la tông 1 pha (a) và la tông 2 pha (b)

b-La tông phức tạp : Ngoài Cu và Zn ra còn cho thêm các nguyên tố Pb (để tăng tính cắt gọt), Sn (tăng chống 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...

2-Brông :

Là hợp kim của đồng với các nguyên tố 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 chức L ở đầu ký hiệu bằng chữ B (chỉ brông).

1-Brông thiếc : là hợp kim đồng với nguyên tố chủ yếu là thiếc, nó là hợp kim 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 dung 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%Zn.
- 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.

a-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).

b-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...

2-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 $(\alpha + \beta)$ có độ bền độ cứng cao hơn và có thể nhiệt luyện được như BCuAl10Fe4Ni4 dùng làm bạc lót trục.

3-Brông berili :

Là hợp kim của Cu với 2%Be (BCuBe2) có giới hạn đàn hồi cao không thua kém thép đàn hồi ($\sigma_{dh} = 1000\text{MPa}$), có độ cứng và tính chống ăn mòn cao làm việc đến 300°C-340°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...

7.3.HỢP KIM LÀM Ổ TRƯỢT :

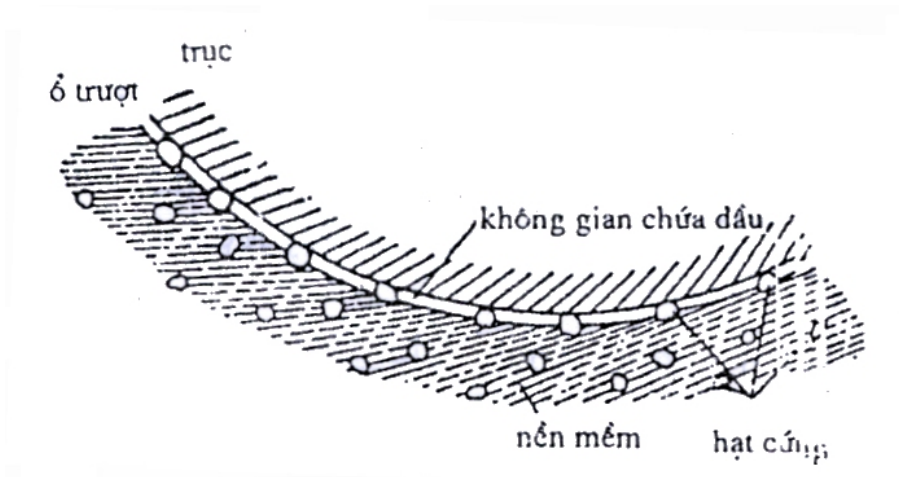
Mặc dù ổ lăn được sử dụng rất rộng rãi, nhưng ngày nay các loại ổ trượt vẫn có vị trí đáng kể trong máy móc và thiết bị vì chúng có một số ưu điểm nhất định : dễ chế tạo, dễ thay thế, giá thành thấp và trong một số trường hợp chỉ có ổ trượt mới lắp ghép được (trục khuỷu).

7.3.1.Yêu cầu đối với hợp kim làm ổ trượt :

Để làm ổ trượt các hợp kim phải thỏa mãn các yêu cầu sau 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 các hợp kim mềm như : Sn, Pb, Al, Cu...Để chịu được áp lực cao và tiết kiệm kim loại màu các ổ trượt được tráng lên máng bằng thép C08s.



Hình 7.7-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.

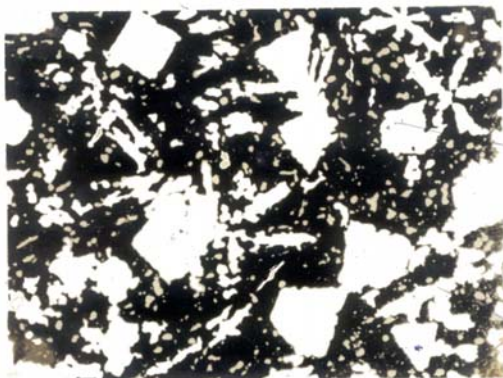
Các hợp kim làm ổ trượt được phân làm hai nhóm : nhóm có nhiệt độ nóng chảy thấp và nhóm có nhiệt độ nóng chảy cao.

7.3.2.Hợp kim làm ổ trượt có nhiệt độ chảy thấp (babit) :

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 đầu tiên hợp kim này 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.

1-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 diesel...Thông dụng nhất là hai loại SnSb11Cu6 (B83) và SnSb8Cu3 (B89). 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)

Hình 7.8-Tổ chức tế vi của B 83(a) và B 89 (b)

2-Babít chì :

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 (Б 6) và PbSn16Sb16Cu1 (Б16) dùng làm ổ trượt trong các động cơ xăng thay cho babít thiếc. Loại chứa 6%Sb chịu va đập, loại 16%Sb do có nhiều hạt cứng hơn nên không chịu va đập.

3-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 lượng 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 diesel chúng có đặc điểm là chịu được áp lực cao (200-300kG/cm²) và tốc độ vòng lớn (15-20m/s)

7.3.4.Hợp kim làm ổ trượt có nhiệt độ chảy cao :

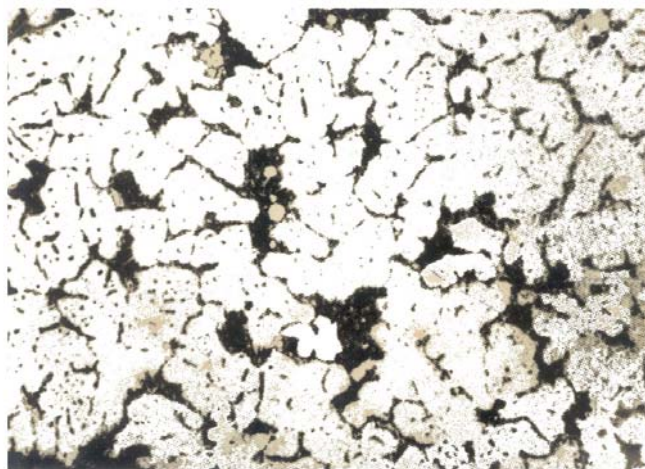
Nhóm này có đặc điểm chung là chịu được áp lực cao và có độ bền lớn. Tổ chức của chúng thường là nền cứng hạt mềm hay nền dai hạt mềm, hệ số ma sát lớn hơn.

1-Bronz 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.

2-Bronz 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.



Hình 7.9- Tổ chức tế vi của bronz chì

3-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 hạ 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; А Ч С-2; А Ч В-1; АЧ В-2; А Ч К-1; А Ч К-2.

CHƯƠNG 8 : CÁC VẬT LIỆU PHI KIM LOẠI

8.1.VẬT LIỆU KẾT HỢP (COMPOSIT) :

8.1.1.Khái niệm và phân loại :

1-Khái niệm : Vật liệu com po zit 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

2-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 com po zit 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 :

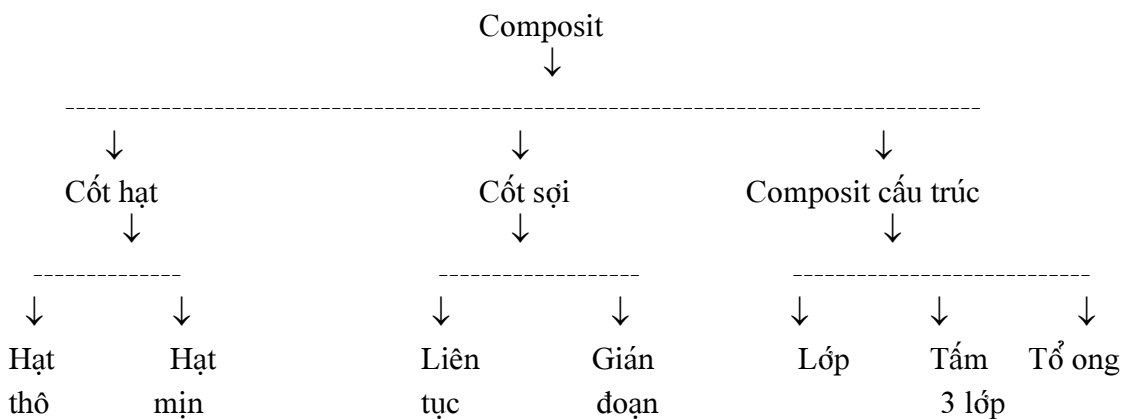
+Composit nền chất dẻo (composit polymerit)

+Composit nền kim loại (composit metallit)

+Composit nền gốm (Composit céramic)

+Composit nền là hỗn hợp của hai hay nhiều pha.

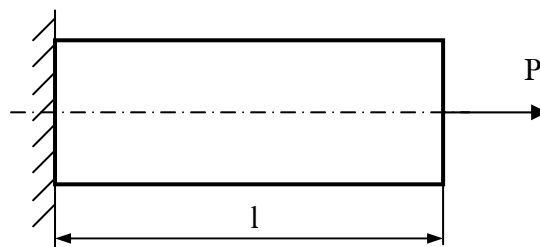
-Phân loại theo hình học của cốt hoặc đặc điểm cấu trúc :



3-Tính chất của vật liệu composit :

a-Cơ tính riêng :

Ta khảo sát một thanh chịu kéo dọc, đúng tâm.



Quan hệ giữa lực P và biến dạng Δl được biểu diễn như sau :

$$P = \frac{EF}{l} \Delta l$$

- Trong đó :
- E là mô đun đàn hồi của vật liệu (mô đun 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 :

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{E_1 F_1}{E_2 F_2} \cdot \frac{l_2}{l_1} \quad (8-1)$$

Tỷ lệ khối lượng của hai thanh được biểu diễn như sau :

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{F_1 l_1}{F_2 l_2} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (8-2)$$

Từ biểu thức (8-1) và (8-2) ta suy ra :

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{E_1 / \rho_1}{E_2 / \rho_2} \cdot \frac{m_1}{m_2} \cdot \left(\frac{l_2}{l_1} \right)^2 \quad (8-3)$$

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 (8-3) ta có :

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{E_1 / \rho_1}{E_2 / \rho_2} \cdot \frac{m_1}{m_2} \quad (8-4)$$

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 :

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{E_1 / \rho_1}{E_2 / \rho_2} \quad (8-5)$$

Từ (8-5) 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 mô đun Young riêng).

Tương tự như vậy nếu gọi σ_b là ứng suất phá huỷ của vật liệu thì đại lượng σ_b/ρ được gọi là ứng suất riêng (hay độ bền riêng).

b-Cơ tính riêng của vật liệu :

Ta không thể sử dụng trực tiếp các sợi cốt vì đường kính của chúng quá nhỏ (10 đến 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.

CƠ TÍNH RIÊNG CỦA MỘT SỐ VẬT LIỆU THÔNG DỤNG

Vật liệu	Mô đun E (GPa)	ứng suất phá huỷ σ_b (MPa)	Khối lượng riêng ρ (kg / m ³)	Mô đun riêng E/ ρ (MNm/kg)	Độ bền riêng σ_b (kNm/kg)
Thép	210	340-2100	7800	26,9	43-270
Hợp kim nhôm	70	140-620	2700	25,9	52-230
Gỗ	30	-	390	33,3	-
Thủy tinh	70	700-2100	2500	28	280-840
Von fram	250	1100-4100	19300	18,1	57-210
Beryli	300	700	1830	164	380
Sợi thủy tinh E	72,4	3500	2540	28,5	1380
Sợi thủy tinh S	85,5	4600	2480	34,5	1850
Sợi C mô đun cao	390	2100	1900	205	1100
Sợi C ứng suất cao	240	3500	1850	130	1800
Sợi kevlar	130	2800	1500	87	1870
Sợi bo	385	2800	2630	146	1100

8.1.2. Cốt :

*Trong toàn khối composit thì cốt phân bố không liên tục và rất đa dạng, phụ thuộc vào loại composit cần chế tạo.

*Với loại composit kết cấu : cốt là các kim loại bền ở nhiệt độ thường và nhiệt độ cao, có mô đun đàn hồi lớn, khối lượng riêng nhỏ.

*Các loại vật liệu cốt : Kim loại (thép không rỉ, W, B, Mo...), chất vô cơ (các bon, thủy tinh, gốm).

*Hình dạng, kích thước, hàm lượng và sự phân bố của cốt ảnh hưởng rất mạnh đến tính chất composit.

8.1.3. 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 công vật 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.

8.1.4. Các loại vật liệu composit thông dụng:

1-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 sinh hoạt : 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 atphan (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...

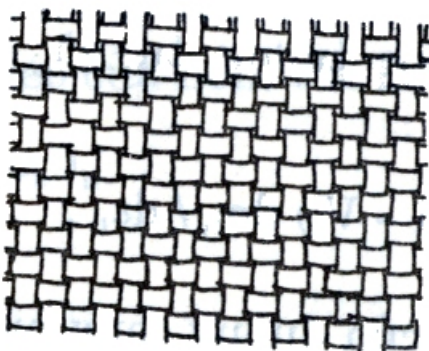
-Composit hạt mịn : các phần tử cốt có kích thước rất nhỏ $< 0,1 \mu m$, cứng và ổn định nhiệt cao, phân bố trên nền kim loại hay hợp kim, được sử dụng trong lĩnh vực nhiệt độ cao.



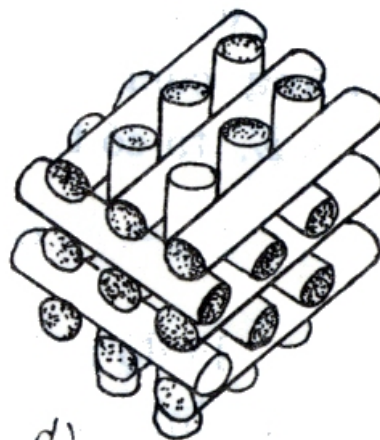
a)



b)



c)



d)

Hình 8.1- Sơ đồ phân bố cốt sợi:

- a) Một chiều song song; b) Ngẫu nhiên, rời trong một mặt
c) Dệt hai chiều vuông góc trong một mặt;
d) Đan, quấn 3 chiều vuông góc

2-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 bakêlít. Công dụng :mũi 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 êpôxi-phê 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...

8.2.VẬT LIỆU CÉRAMIC (GÓM) :

8.2.1.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 ceramic đã có ngay các cơ lý hóa tính cần thiết.

8.2.2.Đặc điểm: Trong vật liệu ceramic bao giờ cũng tồn tại ba pha :

-Pha tinh thể (pha hạt) ở dạng hợp 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 : ô xýt, nitrit, borit, các bit 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.

8.2.3.Các loại vật liệu ceramic thông dụng :

1-Céramic xốp làm tấm lọc :

Thông dụng nhất là loại cé ra mic xốp với hạt hình cầu, có độ xốp 30-40% có khả năng lọc các tạp chất cỡ hạt đến $10 \mu m$. Nếu dùng loại hạt không phải hình cầu độ xốp đạt được 60-70% lọc được tạp chất cỡ $1-2 \mu m$.

Công dụng : -Các lọc trên cơ sở bronze : lọc nhiên liệu lỏng, dầu, không khí, nước.

-Các lọc bằng thép không rỉ : lọc khí lò cao, không khí, axit, kiềm.

-Các lọc bằng titan : lọc axit acétic, nước cường toan, các khí cháy.

-Các lọc bằng tantan : lọc axit sunphuric, nitrit, clohydrit.

2-Céramic xốp công dụng đặc biệt :

Là ceramic trên cơ sở bột thép không rỉ Cr12Ni9 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%.

3-Céramic xốp chống ma sát :

Các ổ trượt chế tạo từ ceramic xốp rẻ tiền hơn các loại babit. Đặc điểm của ceramic 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 xóp 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 xóp) : 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 ngâm dầu.

-Hợp kim trên cơ sở đồng : 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 xóp kim loại -chất dẻo :

Bằng cách tẩm các chất dẻo : flo, teflon, fluoran lên bề mặt các ổ trượt bằng la tông, thép không rỉ... Công dụng : làm ổ trượt không cần bôi trơn trong môi trường không khí, nước, xăng dầu, một số loại axit.

4-Vật liệu ceramic 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 : Ceramic trên cơ sở kim loại màu 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, bronze 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...

8.3.VẬT LIỆU POLYME (VẬT LIỆU HỮU CƠ) :

8.3.1.Khái niệm về polyme :

1-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.

2-Phân loại polyme : có nhiều cách phân loại khác nhau :

a-Theo nguồn gốc hình thành :

-Polyme thiên nhiên : có nguồn gốc thực vật hay động vật : xenlulô, enzym, 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.

b-Theo thành phần :

-Polyme hữu cơ : là polyme có mạch cơ bản là một hydrocacbon (các chất dẻo và cao su)

-Polyme vô cơ : là các polyme mà trong mạch cơ bản của chúng không có hydrocacbon. Thành phần cơ bản của polyme vô cơ là : ô xít silic, ô xít nhôm, ô xít can xy và ô xít 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 ($-CH_3$), phenol ($-C_6H_5$), etyl ($-C_2H_5$)

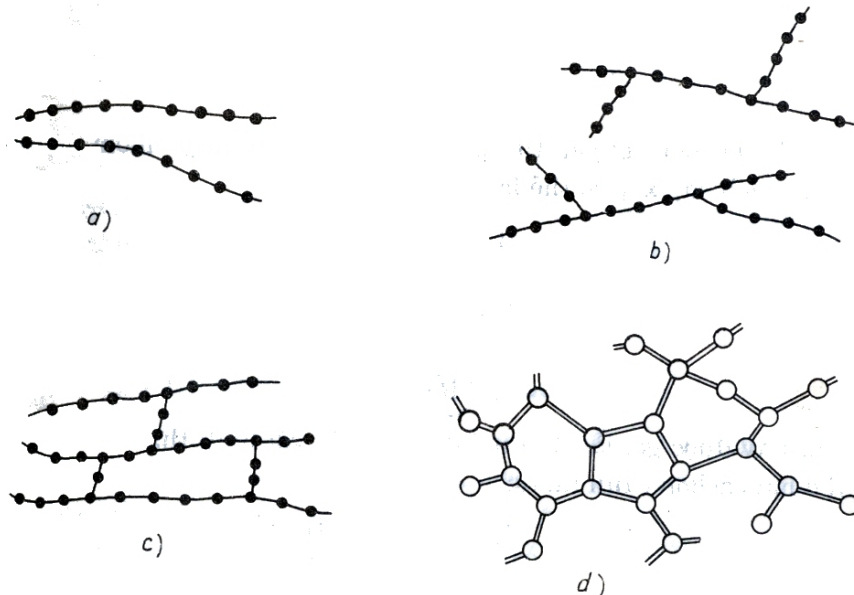
c-Theo cấu trúc (hình dáng đại phân tử) :

-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 -formaldehyt).

-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)



Hình 8.2- Cấu trúc khái quát của polyme mạch thẳng (a) , nhánh (b), mạng lưới (c) và không gian (d). Các nút tròn là các me.

d-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 thể chảy mềm và không hòa tan trong dung môi.

e-Phân loại theo lĩnh vực sử dụng : Chia ra các loại chất dẻo, sợi, cao su, sơn và keo.

3-Tính chất của polyme :

a-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.

b-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 dẫn dài của polyme được xác định tương tự như kim loại. σ_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 kỳ, tuy nhiên giới hạn mỏi nhỏ hơn rất nhiều so với kim loại.

-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...

c-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 giòn, 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 polyme 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 10^{15} - 10^{18} Ω / 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 cacbonat PC truyền sáng 80%, polyeste PET truyền sáng 90%).

8.3.2.Các loại polyme thông dụng và công dụng :

1-Chất dẻo : là loại vật liệu có số lượng và sản lượng cao nhất hiện nay.

a-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.

b-Các chất dẻo thông dụng :

-Acrylonitril - 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 bằng ghi âm, thảm trải sàn nhà, đường ống...

-Phenolic : 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 trong ô 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.

2-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 : như loại trên

-Copolyme acrilonitril - 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 chuyên, 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.

8.4.THỦY 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)

8.4.1.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.

1-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 tự, 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 $[\text{SiO}_4]^{-4}$ (hình 6.1-109).

Trong thành phần thủy tinh vô cơ gồm có: ô xit silic, bo, photpho, 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, be ri... 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.

2-Phân loại thủy tinh :

a-Theo bản chất hóa học :

- Thủy tinh alumosilicat ($\text{Al}_2\text{O}_3.\text{SiO}_2$)
- Thủy tinh bosilicat ($\text{B}_2\text{O}_3.\text{SiO}_2$)
- Thủy tinh alumobosilicat ($\text{Al}_2\text{O}_3.\text{B}_2\text{O}_3.\text{SiO}_2$)
- Thủy tinh alumophotphat ($\text{Al}_2\text{O}_3.\text{P}_2\text{O}_5$)

b-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.

c-Theo công dụng :

- 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..)

3-Tính chất của thủy tinh :

a-Thủy tinh có tính chất vô hướng.

b-Cơ tính :

Có độ bền nén cao ($50-200\text{kG/mm}^2$), giới hạn bền kéo rất thấp ($3-9\text{kG/mm}^2$), giới hạn bền uốn rất thấp ($5-15\text{kG/mm}^2$), mô đun đàn hồi cao ($4500-10000\text{kG/mm}^2$), độ dai và đập thấp ($1,5-2,5 \text{ kG.cm/cm}^2$).

c-Tính chất quang học :

Tính trong suốt, phản xạ, tán xạ, hấp thụ và khúc xạ ánh sáng.

d-Hệ số giãn nở nhiệt nhỏ, tính chịu nhiệt tương đối cao (xác định bởi nhiệt độ mà tại đó làm nguội nhanh thủy tinh trong nước đến 0°C mà không bị nứt).

8.4.2.Xitan :

1-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 dần trạng thái dẻo, tạo hình theo yêu cầu và cho kết tinh. Quá trình kết tinh gọi là xitan hóa.

Thành phần mề 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.

2-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.

3-Phân loại xitan : Xi tan 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 xảy 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 $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$...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'' 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...

4-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 ...

8.4.3.Nấu thủy tinh :

1-Nguyên liệu để nấu thủy tinh :

a-Nguyên liệu chính :

-Cát trắng hay cát thạch anh là tốt nhất để cung cấp SiO_2 .

- Na_2CO_3 và Na_2SO_4 để cung cấp Na_2O , thêm vào K_2CO_3 để tạo ra K_2O . Hai ô xyt này hạ thấp nhiệt độ chảy, tăng độ hòa tan và tốc độ khử bọt

-Đá vôi, đolômit ($\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$), BaCO_3 , BaSO_4 để tạo ra CaO , MgO , BaO giúp cho khử bọt dễ dàng và có tác dụng hóa học tốt hơn.

b-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 asenic, ô xyt ăngtimoan, đi ô xyt 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 ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$)...

-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 ...

2-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.

8.4.4.Các loại thủy tinh :

1-Thủy tinh dân dụng :

a-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 mm) : các lọ, bình, chậu ...

b-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 : vẩn sợi, bọt và bóng khí

-Bề mặt phải sạch bóng, mép cạnh không được sắc nhọn

Công dụng : cốc uống nước, ly rượu, lọ hoa, chum đèn, bát đĩa...

2-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 :

a-Thủy tinh làm dụng cụ thí nghiệm :

Loại thủy tinh này thuộc hệ hiệu cấu tử khá phức tạp, thành phần của nó gồm : B_2O_3 , Al_2O_3 , 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 rết ...

b-Thủy tinh làm ống đựng thuốc (ấm pun) :

Đây là loại thủy tinh trung tính để không tác dụng hóa học phá hủy thuốc. Trong thành phần không được chứa các ô xyt kim loại nặng PbO , ZnO , Sb_2O_3 , As_2O_3 .

c-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 ôxyt nhôm và ô xyt kim loại kiềm thổ cao.

d-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...

3-Thủy tinh quang học :

a-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

b-Công dụng : làm các dụng cụ quang học như kính lúp, kính hiển vi, thiên văn ...

4-Thủy tinh điện chân không :

a-Yêu cầu :

- Cách điện tốt, không thấm 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...

b-Công dụng : Làm bóng đèn, cổ đèn, bugi, vỏ ống phát điện tử, buồng màn hình TV (kinescóp) ...

c-Các loại thủy tinh điện chân không :

- Thủy tinh nhóm platin : có hệ số giãn nở tương tự platin, làm chân đèn, cổ kinescóp, bóng đèn, dụng cụ điện quang...
- Thủy tinh nhóm molybden : 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 vonfram : 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...

5-Sợi thủy tinh :

Từ thủy tinh thạch anh, thủy tinh có hàm lượng SiO_2 cao tiến hành kéo sợi có đường kính từ 3-30 μm 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 ...

6-Thủy tinh xây dựng :

Được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây 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...

7-Thủy tinh đặc biệt :

a-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 truyền ánh sáng.

*Các hệ thủy tinh phòng vệ :

- PbO - CdO - SiO₂ hút trung tử và tia γ
- CdO - BaO - B₂O₃ hút trung tử
- PbO - Nb₂O₃ - P₂O₅ hút trung tử rất tốt.
- PbO - Bi₂O₃ - SiO₂ hút tia X, tia γ rất mạnh .
- PbO - B₂O₃ - Ta₂O₅ hút tia γ

b-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...

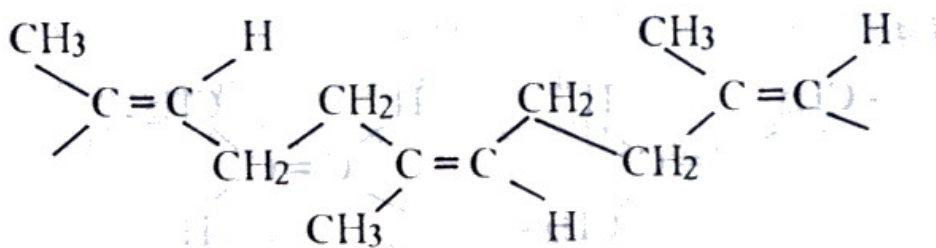
Công dụng : dùng trong in ấn, công nghiệp điện tử, vật liệu ảnh, trang trí, mỹ phẩm

8.5.CAO SU :

8.5.1.Khái niệm và phân loại :

1-Khái niệm : Cao su là một pôlyme hữu cơ mà ở nhiệt độ thường nó có tính đàn hồi cao (khả năng chịu biến dạng đàn hồi ở nhiệt độ thường đến 1000%), chịu kéo tốt, chịu nén kém, không thấm khí, nước, ổn định trong các môi trường tẩy rửa, cách điện tốt, có mật độ thấp.

Về cấu tạo : cao su là một pôlyme có các phân tử vô giới hạn, có một mối nối đôi giữa các các bon trong mạch nguyên tử của đại phân tử. Khối lượng phân tử lớn 400000-450000. Đại phân tử có mạch thẳng hay mạch nhánh yếu, gồm các mắt xích riêng biệt có xu hướng gấp lại thành cụm, có thể tích nhỏ.



Hình 8.3 - Công thức cấu tạo của cao su

Về tính chất : Cao su là polyme nhiệt dẻo. Do sự có mặt trong các phân tử cao su các mối liên kết vô hạn bảo đảm ở những điều kiện nhất định chuyển sang trạng thái ổn định nhiệt. Khi cho lưu huỳnh vào cao su, các nguyên tử lưu huỳnh hoá trị hai tách mối nối kép giữa hai nguyên tử các bon trong mạch chính để nối các mạch cao su với nhau theo hướng cắt ngang. Nguyên tử lưu huỳnh có vai trò như chiếc cầu giữa các phân tử cao su do đó nhận được các mạch không gian gọi là cao su được lưu hoá. Tuỳ theo lượng lưu huỳnh đưa vào cao su mà độ dày đặc của mạch lưới có khác nhau. Với từ 1-5% lưu huỳnh cao su

có mạch lưới thưa, mềm, đàn hồi cao. Lượng lưu huỳnh tăng lên mạch cao su trở nên dày đặc hơn, tính chất cứng hơn và khi đạt lượng tối đa 30% cao su bão hoà lưu huỳnh trở nên cứng và không đàn hồi được, gọi là êbonit.

2-Phân loại :

- Cao su thiên nhiên
- Cao su tổng hợp.

Trong cao su tổng hợp lại chia ra hai loại:

- Theo công dụng có :
 - +Cao su tổng hợp công dụng chung
 - +Cao su tổng hợp công dụng đặc biệt
- Theo cấu tạo hoá học chia ra 3 loại :
 - +Cao su có cấu tạo điều chỉnh được
 - +Cao su trùng hợp
 - +Cao su đặc biệt

8.5.2.Cao su thiên nhiên :

Cao su thiên nhiên được lấy từ nhựa của một loại cây rừng nguồn gốc từ các rừng nhiệt đới châu Mỹ la tinh và châu Á, tên gọi là hêvêa. Nhựa cây hêvêa chảy ra có tên gọi là latex. Latex là một hỗn hợp màu trắng, đục có khoảng 40% hạt cao su khô nằm lơ lửng trong nước, có chứa một số chất hoà tan. Các hạt cao su khô có kích thước từ 0,159 μ m đến 6 μ m. Latex chỉ ổn định sau khi chảy ra khỏi cây trong một thời gian ngắn, sau đó bắt đầu keo tụ, hạt cao su tách ra khỏi pha lỏng và có mùi hôi. Để ngăn ngừa sự keo tụ ta cho thêm vào latex 0.15%NH₃ và nó sẽ ổn định lâu dài. Nhựa latex được cô đặc lại, ly tâm tách phần nước ra và cán thành tấm mỏng gọi là crếp. Rửa sạch và sấy khô crếp ở nhiệt độ 40-45^oC bằng khói. Sau khi sấy crếp có màu vàng nên gọi là crếp khói. Nếu khi cô đặc cho vào latex 1%Na₂SO₃ khi keo tụ H₂SO₄ tách ra tẩy trắng cao su và diệt vi khuẩn, gọi là crếp trắng.

Cấu tạo mạch phân tử cao su thiên nhiên gồm các mắt xích chuỗi dài của một số lớn các nhóm izôpenten. Nhóm này còn gọi là izopren, được sắp xếp chủ yếu theo dạng đồng phân sis.

Tính chất chung của cao su thiên nhiên :

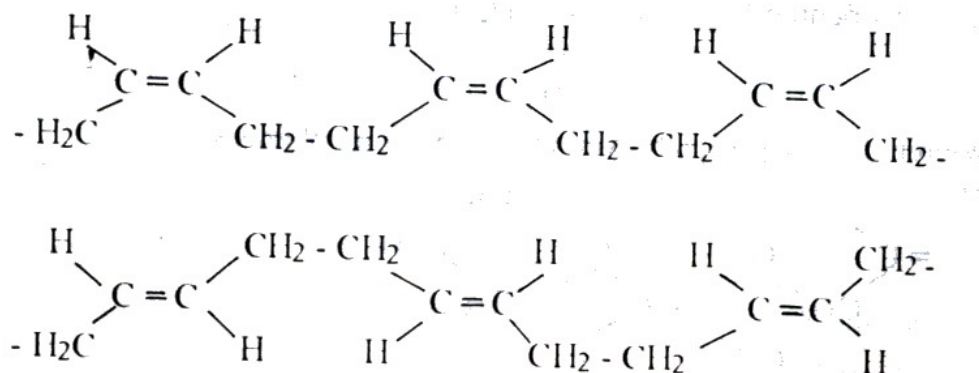
- Tỷ trọng : 0,91-0,93 g/cm³
- Hệ số giãn nở thể tích : 656.10⁻⁶dm³/^oC
- Độ dẫn nhiệt : 335.10⁻⁶ cal/cm.S.^oC
- Nhiệt dung : 0,45-0,50cal /g.^oC

Ở nhiệt độ 80-100^oC trở nên dẻo, -70^oC bị giòn và bị phân hoá ở 200^oC. Trong cao su thiên nhiên còn chứa 2-2,2% kiểu sắp xếp theo đồng phân trans.

8.5.3.Các loại cao su tổng hợp thông dụng :

1-Cao su divinyl (C₄H₆)_n :

Còn gọi là butadien là tên gọi của monome ban đầu để tổng hợp thành butadien, công thức của nó là (C₄H₆)_n.



Hình 8.4-Công thức cấu tạo của cao su divinyl

Tính chất cao su divinyl :

- Tỷ trọng : 0,91g/cm³
- Nhiệt độ thủy tinh hoá (đòn) : -110⁰C
- Giới hạn bền kéo đứt : 200 kG/cm²
- Độ dẫn dài khi kéo đứt : 470%.

Cao su divinyl ít bị mài mòn hơn cao su thiên nhiên, nhưng độ bền nhiệt, tính chịu lạnh và chống xé rách kém hơn.

Công dụng : làm lốp xe ô tô, găng máy., xe đạp, áo mưa, găng tay, các sản phẩm công nghiệp... cần chú ý pha thêm cao su thiên nhiên vào để nâng cao tính chất của nó.

2-Cao su polyizopren (izopren) :

Ta có thể tổng hợp được cao su izopren có cấu tạo tương tự như cao su thiên nhiên (C₅H₈)_n. Tuy nhiên trong cấu tạo của nó có cả đồng phân cis và đồng phân trans nên tính đàn hồi không cao, độ nhớt thấp, một số tính chất cơ lý khác không bằng cao su thiên nhiên nhưng tốt hơn cao su butadien.

Tính chất cao su izopren :

- Tỷ trọng : 0,92g/cm³
- Nhiệt độ thủy tinh hoá : -70⁰C
- Giới hạn bền kéo đứt : 250-300kG/cm²
- Độ dẫn dài khi kéo đứt : 770%

Công dụng tương tự như cao su butadien.

8.5.4.Cao su có công dụng đặc biệt :

Cao su thiên nhiên, butadien và izopren dễ bị ăn mòn trong dầu mỡ vì chúng dễ hoà tan trong dung môi béo. Muốn cao su ổn định trong dầu mỡ thì trong mạch của nó phải có tính phân cực. Các monome để tạo nên cao su chịu dầu mỡ là cao su tổng hợp, tùy theo yêu cầu của sản phẩm mà các chất phụ gia cho vào khác nhau và công nghệ chế biến cũng khác nhau.

1-Cao su cloropren (nairit, neopren, perbunan-C) :

Nguyên liệu sản xuất từ axetylen trùng hợp thành monome cloropren.

Tính chất :

- Tỷ trọng : 1,21-1,25 g/cm³

- Giới hạn bền kéo đứt 2-2,65kG/mm²
- Độ giãn dài tương đối : 600-750%
- Nhiệt độ làm việc : 100-130°C
- Nhiệt độ chịu lạnh -34°C

Cao su cloropren không ăn mòn đồng, chống lão hoá ôzôn tốt, đàn hồi tốt, chống rung tốt, ổn định trong dầu mỡ, nhiên liệu. Tính chịu nhiệt và chịu lạnh kém. Công dụng : bọc dây điện, dây cáp cao áp.

2-Cao su butadien nitril (haicar, perbunan, buna-N) :

Là sản phẩm đồng trùng hợp của butadien và nitril của axit acrylic.

Tính chất của nó phụ thuộc vào lượng nitril cho vào trong thành phần cao su.

Lượng nitril %	18	26	40
Tỷ trọng (g/cm ³)	0,943	0,962	0,986
Nhiệt độ thủy tinh hoá °C	-55	-42	-32
Độ bền kéo đứt (kG/cm ²)	-	280	350
Độ giãn dài %	-	600	-

Cao su butadien nitril là chất bán dẫn, điện trở riêng $\rho = 10^{10}-10^{18} \Omega.cm$. Có tính chống mài mòn tốt, đàn hồi kém, chống lão hoá tốt, ổn định trong các môi trường xăng dầu, nhiên liệu từ -30 đến 130°C.

Công dụng : làm dây đai, băng tải, ống dẫn, đệm, lót, phốt máy bơm dầu..

3-Cao su chống mài mòn (adipren, gentan S, elastotan) :

Cao su uretan có tính chống mài mòn cao, độ bền cao, độ đàn hồi tốt, ổn định trong dầu mỡ, ổn định bức xạ. Trong mạch cấu tạo của nó không có môi nối đôi (liên kết không no) nên rất ổn định với ôxy và ôzôn. Nhiệt độ làm việc từ -30 đến 130°C.

Công dụng : làm lớp xe ô tô, băng tải, bọc ống và máng vận chuyển vật liệu hạt, gót giày....

4-Cao su chịu nhiệt :

Được sản xuất từ cao su silicon chưa lưu hoá có cấu tạo mạch thẳng.

Thường dùng nhất là cao su dimetyl siloxan. Nhiệt độ làm việc từ -55 đến 250°C, tính bám dính kém, bị trương nở trong các dung môi và dầu mỡ, độ bền thấp, tính thấm khí cao, chống mài mòn kém.

Tính chất : - Tỷ trọng : 2,13g/cm³

-Điện trở riêng : $9,4.10^{14}\Omega.cm$

-Điện áp đánh thủng 26-28kV/mm.

Công dụng : làm các chi tiết chịu nhiệt độ khá cao trong các bộ phận máy móc.

8.6.XI MĂNG VÀ BÊ TÔNG :

8.6.1.Xi măng :

Xi măng là chất kết dính thủy lực do khi tác dụng với nước tạo ra các hợp chất có tính dính kết, các hợp chất này đóng rắn trong nước và các sản phẩm đóng rắn bề trong nước. Các loại xi măng gồm có :

-Xi măng pooc lăng : dựa trên cơ sở CaO - SiO₂ chứa thêm Al₂O₃. Fe₂O₃.

-Xi măng alumin : trên cơ sở CaO - Al₂O₃ có chứa thêm SiO₂.Fe₂O₃.

-Xi măng xỉ lò cao : giống xi măng poocăng nhưng có thêm thạch cao hay vôi.

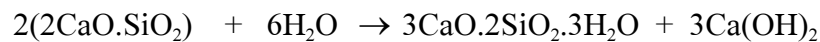
Trong các loại trên thì xi măng poocăng là loại thông dụng nhất. Quá trình sản xuất xi măng poocăng như sau :

-Nguyên liệu gồm đá vôi, đất sét (cung cấp Al₂O₃) và quặng sắt (cung cấp Fe₂O₃) theo tỷ lệ quy định được nghiền mịn và trộn đều.

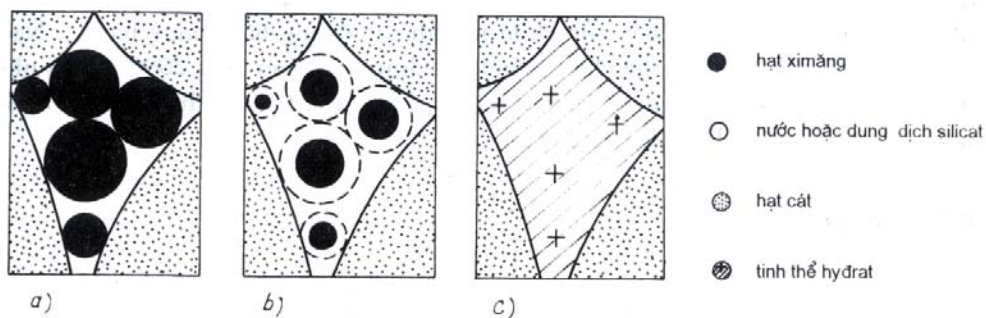
-Phối liệu được nung luyện trong lò quay ở 1400-1500⁰C để tạo ra các khoáng chất như : 3CaO.SiO₂ (viết C₃S), 2CaO.SiO₂ (C₂S), 3CaO.Al₂O₃ (C₃A) và 4CaO.Fe₂O₃ (C₄AF). Sản phẩm này gọi là clinke.

-Nghiền mịn klinker đến cỡ hạt 0,5-50 μ m thành dạng bột gọi là xi măng. Trong quá trình nghiền klinker thường cho thêm các chất phụ gia để điều chỉnh một vài tính chất của xi măng (ví dụ thêm thạch cao để điều chỉnh độ đông kết của xi măng).

Khi hoà tan xi măng với nước sẽ bị hydrat hoá theo các phản ứng phản ứng sau đây :



Nếu xi măng có độ mịn đạt yêu cầu và được trộn đủ nước thì quá trình hydrat hoá xảy ra hoàn toàn. Nếu thiếu nước một phần xi măng không được phản ứng. Nếu thừa nước sẽ tạo ra các lỗ, kênh chứa nước làm cho vữa linh động dễ thao tác nhưng độ bền sau khi đông kết sẽ bị giảm. Sau quá trình hydrat hoá là giai đoạn kết tinh tạo ra các tinh thể hydrat với kích thước 10-10 μ m làm cho khối xi măng trở nên vững chắc và chịu được tải trọng yêu cầu.



Hình 8.5- Sơ đồ mô tả quá trình hydrat hoá và đông đặc của vữa xi măng

Để đánh giá độ bền cơ học của xi măng ta dùng chỉ tiêu mác xi măng được quy định là giới hạn bền nén của mẫu của hỗn hợp xi măng - cát theo tỷ lệ 1/3 bảo dưỡng 28 ngày trong điều kiện quy định. Theo TCVN 2682-1992 : PC30 là xi măng poocăng có giới hạn bền nén là 30MPa.

8.6.2. Bê tông :

Bê tông được chế tạo từ hỗn hợp các vật liệu silicat với kích thước hạt khác nhau (ví dụ : sỏi hay đá dăm cỡ 1-4 cm, cát vàng cỡ hạt 0,1-0,2mm, xi măng cỡ hạt 0,5-50 μ m) Để tạo ra mật độ cao cho bê tông : hạt cát điền đầy vào chỗ trống giữa các viên sỏi, đá dăm, còn các hạt xi măng sẽ chen vào khoảng trống giữa các hạt cát. Ngoài ra bề mặt của

các hạt cát, sỏi, đá dăm sẽ xúc tiến tạo mầm ký sinh cho quá trình kết tinh của các hợp chất hydrat của ximăng.

Cốt liệu của bê tông thường sử dụng là : cát, sỏi, đá vôi, đá granit...(khối lượng riêng cỡ 2-3 g/cm³). Để chế tạo bê tông nhẹ cốt liệu phải là loại xốp, khối lượng riêng nhỏ (khoảng 1g/cm³) như : xỉ lò cao, đá xốp thiên nhiên hay dùng phụ gia tạo ra bọt khí trong quá trình đóng rắn. Cơ tính của bê tông tương tự như ceramic là có độ bền nén cao, độ bền kéo thấp. Giới hạn bền nén của bê tông thuộc vào tỷ lệ hỗn hợp, bảo dưỡng...dao động từ 5 - 60MPa, còn giới hạn bền kéo chỉ bằng từ 1/8 - 1/10 bền nén.

8.6.3. Bê tông cốt thép :

Ta bố trí thêm cốt thép theo quy luật nhất định (thanh, dây, lưới ...) trong bê tông tươi sẽ tạo ra bê tông cốt thép. Cốt thép trong khối bê tông làm cho kết cấu chịu kéo , nén và uốn tốt hơn. Nếu có hiện tượng nứt trong bê tông thì sự phát triển của vết nứt cũng bị cốt thép ngăn cản. Sỏi dĩ thép được dùng làm cốt trong bê tông vì ngoài độ bền kéo cao, độ dẻo lớn, thép có hệ số nở nhiệt gần giống bê tông, ăn mòn chậm trong môi trường bê tông và dính kết tương đối chắc với bê tông. Nếu bề mặt thép có gân (thép rằn) sẽ là tăng diện tích tiếp xúc và có khả năng khoá hãm.

Để tăng khả năng chịu nén cho bê tông ta tạo ứng suất nén dư dọc theo chiều cốt thép chịu lực chính và gọi là bê tông ứng suất trước (bê tông ứng lực trước). Phương pháp này dựa vào đặc điểm của vật liệu giòn là chịu nén tốt hơn chịu kéo và do vậy khi làm việc ứng suất kéo tác dụng vượt quá ứng suất nén dư thì khối bê tông mới bị phá huỷ. Có hai cách tạo bê tông ứng suất trước :

1-Dây thép có độ bền cao được đặt vào khuôn rỗng, được kéo với lực kéo lớn và giữ căng. Sau khi đổ bê tông vào khuôn và đông cứng mới bỏ lực kéo ra. Lúc này do biến dạng đàn hồi bị mất đi dây thép bị co lại gây cho cấu kiện bê tông ứng suất nén do ứng suất được truyền tải tới bê tông thông liên kết bê tông dây thép.

2-Dây thép được luồn qua các ống bằng kim loại hay cao su đã có sẵn trong bê tông đã đông cứng và được kéo căng đặt vào hai mặt đối diện của cấu kiện, làm cho cấu kiện ở trạng thái nén. Sau đó đổ vữa bê tông vào các lỗ bao kín dây thép. Khi bê tông đã đông cứng và bảo dưỡng tốt mới tháo kích ra.

Bê tông ứng suất trước được dùng trong các cấu kiện cầu và đường cao tốc.

CHƯƠNG 9 : VẬT LIỆU KỸ THUẬT ĐIỆN

9.1.TÍNH CHẤT ĐIỆN CỦA VẬT LIỆU :

Tính chất vật lý của vật liệu gồm có : tính chất điện, tính chất nhiệt và tính chất từ. Trong phạm vi chương trình ta nghiên cứu tính chất điện và tính chất từ là các tính chất quan trọng nhất của vật liệu của vật liệu điện.

9.1.1.Độ dẫn điện :

Tính chất điện quan trọng nhất của vật liệu rắn là khả năng dẫn điện của nó. Dựa vào sơ đồ đo độ dẫn điện của vật liệu, theo định luật Ôm ta có :

$$U = I.R \quad (9.1)$$

Trong công thức (9.1) thì R là điện trở của mẫu vật liệu đo độ dẫn điện. Giá trị của R phụ thuộc vào hình dạng mẫu đo mà hầu như không phụ thuộc vào cường độ dòng điện. Điện trở suất ρ không phụ thuộc vào hình học của mẫu đo nhưng phụ thuộc vào bản chất vật liệu, nó liên hệ với điện trở R theo công thức :

$$\rho = \frac{RS}{l} = \frac{US}{II} \quad (9.2)$$

Trong đó :l - khoảng cách giữa hai điểm đo điện áp

S - tiết diện vuông góc với hướng dòng điện

Độ dẫn điện σ là nghịch đảo của điện trở suất $\sigma = \frac{1}{\rho}$ biểu thị khả năng dẫn điện

của vật liệu, đơn vị đo $(\Omega.m)^{-1}$. Từ phương trình (9.1) định luật Ôm có thể biểu diễn dưới dạng vi phân :

$$J = \sigma.E \quad (9.3)$$

Trong đó J = I/S gọi là mật độ dòng điện, là dòng điện đi qua một đơn vị diện tích mẫu và cường độ điện trường :

$$E = \frac{U}{l} \quad (9.4)$$

Các vật liệu rắn có độ dẫn điện trải rộng trên hai bảy cỡ số. Căn cứ vào khả năng dẫn điện vật rắn được chia ra ba loại : dẫn điện, bán dẫn điện và điện môi (cách điện). Kim loại là vật liệu dẫn điện tốt, độ dẫn điện khoảng $10^7 (\Omega.m)^{-1}$. Chất điện môi có độ dẫn điện từ 10^{-10} đến $10^{-20} (\Omega.m)^{-1}$. Chất bán dẫn có độ dẫn điện từ 10^{-6} đến $10^4 (\Omega.m)^{-1}$

Dòng điện được tạo thành do chuyển động của các hạt mang điện tích dưới tác dụng của điện trường ngoài. Các hạt mang điện tích dương chuyển động theo hướng của điện trường và các hạt mang điện âm thì theo chiều ngược lại. Trong đa số các vật rắn dòng

điện được tạo bởi các điện tử tự do. Trong vật liệu ion sự chuyển dời thuần túy của các ion cũng có thể tạo ra dòng điện.

9.1.2. Cấu trúc vùng năng lượng trong vật rắn :

Trong các chất dẫn điện, bán dẫn và một số loại điện môi chỉ tồn tại sự dẫn điện bằng điện tử và độ dẫn điện này phụ thuộc rất lớn vào số lượng điện tử có khả năng tham gia dẫn điện. Trong một loại vật liệu cụ thể, số điện tử có khả năng dẫn điện liên quan đến sự sắp xếp các trạng thái điện tử (các mức năng lượng điện tử) và cách thức chiếm chỗ của điện tử trong trạng thái đó.

Trong riêng mỗi nguyên tử tồn tại các mức năng lượng gián đoạn. Các điện tử sắp xếp thành các tầng (với số lượng tử chính $n = 1, 2, 3, \dots$) và các lớp được chỉ bởi các chữ s, p, d và f (ứng với các số lượng tử quỹ đạo $l = 0, 1, 2, 3, \dots$). Trong mỗi lớp lại có tương ứng $2l + 1 = 1, 3, 5$ và 7 quỹ đạo khác nhau. Trong các nguyên tử, điện tử chiếm lĩnh các trạng thái có năng lượng thấp nhất theo nguyên lý loại trừ Pauli. Cấu hình điện tử của một nguyên tử biểu thị sự sắp xếp điện tử vào các trạng thái cho phép.

Trong vật rắn các nguyên tử sắp xếp một cách trật tự trong mạng tinh thể. Ở khoảng tương đối xa mỗi nguyên tử là độc lập với các nguyên tử khác và có các mức năng lượng trong nguyên tử và cấu hình điện tử giống như nguyên tử đứng cô lập. Khi các nguyên tử càng xích lại gần nhau thì các điện tử càng bị kích thích bởi các điện tử và các hạt nhân của các nguyên tử lân cận. Ảnh hưởng này làm cho mỗi một trạng thái điện tử trong nguyên tử riêng biệt bị phân tách thành một loạt các trạng thái điện tử nằm sát nhau, hình thành nên một *vùng năng lượng điện tử*. Trong mỗi vùng, các mức năng lượng vẫn là gián đoạn, tuy nhiên khoảng cách các mức kề nhau là hết sức nhỏ. Ở khoảng cách nguyên tử cân bằng, sự tạo thành vùng năng lượng có thể xảy ra với các lớp điện tử ở gần hạt nhân nhất. Giữa các vùng kề nhau có thể tồn tại các *khe năng lượng*, thông thường các điện tử không được phép chiếm lĩnh những mức năng lượng nằm trong những khe này.

Các tính chất điện của vật rắn phụ thuộc vào cấu trúc vùng năng lượng điện tử của nó. Vùng chứa các điện tử có năng lượng cao nhất (điện tử hóa trị) gọi là *vùng hóa trị*. Vùng có năng lượng cao hơn kề trên đó, mà trong đa số các trường hợp về cơ bản là bị bỏ trống gọi là *vùng dẫn*. Ở trạng thái vùng hóa trị chỉ mới bị lấp đầy một phần (cấu trúc vùng điển hình của kim loại) năng lượng ứng với mức cao nhất bị chiếm chỗ ở 0° K gọi là *năng lượng Fécmi* E_F .

9.1.3. Tính dẫn điện của kim loại :

Chỉ những điện tử nào có năng lượng lớn hơn mức Fécmi thì mới chịu tác dụng và được gia tốc khi có mặt điện trường. Các điện tử này tham gia vào quá trình dẫn điện và gọi là *các điện tử tự do*. Đây là yếu tố quyết định tính dẫn điện cao cho kim loại.

Để cho điện tử trở thành điện tử tự do, cần phải kích thích nó lên một trạng thái năng lượng cho phép và còn trống ở trên mức E_F . Với đa số kim loại đã có sẵn các mức năng lượng trống nằm sát kề ngay mức bị chiếm cao nhất tại E_F . Vì vậy chỉ cần một năng lượng rất nhỏ để đưa điện tử lên các trạng thái trống nằm kề E_F . Nhìn chung năng lượng do một điện trường cung cấp đủ để kích thích được một số lớn các điện tử lên trạng thái dẫn điện này.

Trong liên kết kim loại, tất cả các điện tử hóa trị đều có thể chuyển động tự do, tạo thành khí điện tử bao quanh các ion dương. Mặc dù các điện tử này không bị chi phối bởi một nguyên tử riêng rẽ nào, nhưng chúng vẫn phải nhờ một kích thích nhất định mới trở thành điện tử dẫn thực sự tự do. Lúc này chỉ cần một bộ phận bị kích thích sẽ tạo ra một số lớn điện tử tự do và kết quả là tạo ra tính dẫn điện cao.

Độ dẫn điện của kim loại được biểu thị bởi công thức sau :

$$\sigma = n |e| \mu_e \quad (9.5)$$

Trong đó :

- σ là độ dẫn điện

- μ_e là độ linh động điện tử ($m^2/V.s$)

- $|e|$ là giá trị tuyệt đối của điện tích một điện tử ($1,6.10^{-19}C$)

- n là số điện tử tự do (e dẫn) trong một đơn vị thể tích.

Vậy độ dẫn điện tỷ lệ thuận với số điện tử tự do và độ linh động điện tử.

9.1.4.Điện trở của kim loại :

1.Khái niệm :

Đa số các kim loại đều dẫn điện rất tốt. Sở dĩ các kim loại có độ dẫn điện cao là vì chúng có một số lớn điện tử tự do đã được kích thích lên các trạng thái trống nằm trên mức Fermi, do vậy n trong biểu thức (9.5) có giá trị lớn.

Để xem xét mặt điện trở của kim loại ta đưa ra khái niệm điện trở suất là nghịch đảo của độ dẫn điện. Các khuyết tật mạng tinh thể là những tâm tán xạ đối với điện tử dẫn trong kim loại. Do vậy số khuyết tật tăng lên sẽ nâng cao điện trở suất do đó làm giảm độ dẫn điện. Số lượng khuyết tật này phụ thuộc vào nhiệt độ, thành phần hóa học và tổ độ kết tinh của kim loại. Điện trở suất toàn phần của kim loại như sau :

$$\rho_{\text{toàn phần}} = \rho_t + \rho_i + \rho_d \quad (9.6)$$

Trong đó : - ρ_t là điện trở suất riêng của nhiệt

- ρ_i là điện trở suất riêng của tạp chất

- ρ_d là điện trở suất riêng của biến dạng đàn hồi.

Phương trình (9.6) còn được gọi là quy tắc Matthiessen.

2.Các yếu tố ảnh hưởng :

a-Ảnh hưởng của nhiệt độ :

Từ khoảng 200°C trở lên điện trở suất của các kim loại nguyên chất đều tăng tuyến tính theo nhiệt độ. Mối quan hệ đó được biểu diễn như sau :

$$\rho_t = \rho_0 + aT \quad (9.7)$$

Trong đó ρ_0 và a là các hằng số phụ thuộc vào từng kim loại.

Khi nhiệt độ tăng thì điện trở suất tăng theo là do các dao động nhiệt và các khuyết tật khác trong mạng tăng lên, chúng là các tâm tán xạ điện tử, do vậy làm giảm độ dẫn điện.

b-Ảnh hưởng của tạp chất :

Khi pha thêm một tạp chất đơn tạo thành dung dịch rắn ta có mối quan hệ giữa điện trở suất tạp chất liên quan đến nồng độ (theo %) tạp chất như sau :

$$\rho_i = AC_i (1-C_i) \quad (9.8)$$

Với A là hằng số không phụ thuộc vào thành phần nhưng phụ thuộc vào cả tạp chất và kim loại nền.

Nói chung khi có thêm tạp chất thì điện trở suất của kim loại tăng lên. Lượng tạp chất càng nhiều thì sự tăng lên của điện trở suất càng lớn. Với hợp kim có hai pha thì điện trở suất được tính gần đúng như sau :

$$\rho_i = \rho_\alpha V_\alpha + \rho_\beta V_\beta \quad (9.9)$$

Trong đó V_α, V_β và ρ_α, ρ_β là phần trăm thể tích và điện trở suất riêng phần của các pha tương ứng.

c-Ảnh hưởng của biến dạng đàn hồi :

Khi biến dạng đàn hồi làm tăng điện trở suất là do làm tăng số lượng các tán xạ điện tử trong kim loại. Lượng biến dạng càng lớn, điện trở suất càng tăng cao.

9.2.TÍNH CHẤT TỪ CỦA VẬT LIỆU :

9.2.1.Các khái niệm cơ bản :

1-Lưỡng cực từ :

Lực từ là do các hạt mang điện tích chuyển động gây ra. Để chỉ hướng của lực từ tại các vị trí xung quanh nguồn của từ trường ta vẽ các đường sức từ. Đường sức từ cho ta hình ảnh cụ thể về sự phân bố của từ trường (5.37Lê). Lưỡng cực từ tồn tại trong các vật liệu từ. Lưỡng cực từ có thể xem là một thanh nam châm nhỏ gồm hai đầu cực Bắc (N) và cực Nam (S). Để đơn giản ta biểu diễn lưỡng cực từ bằng một mũi tên \uparrow . Lưỡng cực từ chịu tác động của từ trường, lực của từ trường làm xoay các lưỡng cực từ hướng theo trường.

2-Các véc tơ từ trường :

Từ trường ngoài thường được biểu diễn bằng H (Henri) và gọi là cường độ từ trường. Trong một ống dây hình trụ có N vòng dây với chiều dài l khi có dòng điện cường độ I được tính như sau :

$$H = \frac{NI}{l} \text{ A-vòng/mét hay A/m} \quad (9.10)$$

Cảm ứng từ hay mật độ từ thông B (đơn vị đo là Tesla - Weber trên mét vuông Wb/m^2) biểu thị từ trường bên trong chất chịu tác dụng của trường H. B và H đều là những véc tơ đặc trưng cho độ lớn và chiều trong không gian từ trường. B được xác định theo sơ đồ (5.38Lê). Quan hệ giữa cường độ từ trường và mật độ từ thông như sau :

$$\vec{B} = \mu \vec{H} \quad (9.11)$$

μ - là độ từ thẩm, đơn vị đo Wb/A.m hay H/m

Trong chân không ta có : $\vec{B}_0 = \mu_0 \vec{H}$ (9.12)

Trong đó : - μ_0 là độ từ thẩm trong chân không - $4\pi \cdot 10^{-7} (1,257 \cdot 10^{-7}) \text{H/m}$

- B_0 là mật độ từ thông trong chân không.

Để mô tả tính chất từ của vật rắn có thể sử dụng nhiều thông số như : độ từ thẩm tương đối, véc tơ từ hoá ...

Độ từ thẩm tương đối : là số đo mức độ từ hoá của vật liệu khi có từ trường H biểu diễn bằng tỷ số giữa độ từ thẩm trong vật liệu và độ từ thẩm trong chân không

(ký hiệu μ_r)
$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \quad (9.13)$$

Véc tơ từ hoá (từ độ) \vec{M} : của vật rắn được xác định theo công thức :

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{M} \quad (9.14)$$

Độ lớn của \vec{M} tỷ lệ theo trường đặt vào là :

$$\vec{M} = \chi_m \vec{H} \quad (9.15)$$

Trong đó χ_m gọi là độ từ hóa (hệ số từ hoá) và có mối quan hệ với độ từ thẩm tương đối :

$$\chi_m = \mu_r - 1 \quad (9.16)$$

9.2.2. Nghịch từ và thuận từ :

1-Nghịch từ : Là một dạng rất yếu của từ tính, không vĩnh cửu và chỉ tồn tại khi có một trường ngoài tác dụng. Trường cảm ứng sinh ra do có sự thay đổi chuyển động quỹ đạo của điện tử bởi trường ngoài.

Mô men từ cảm ứng có trị số rất nhỏ và hướng ngược chiều với từ trường ngoài. Do đó độ từ thẩm tương đối μ_r nhỏ hơn một (không nhiều lắm) và độ từ hoá là âm, nghĩa là cường độ của trường B ở trong vật rắn nghịch từ sẽ nhỏ hơn ở trong chân không. Độ từ hoá thể tích χ_m của vật rắn nghịch từ vào khoảng -10^{-5} . Khi đặt vào giữa hai cực của một nam châm điện mạnh, các vật liệu nghịch từ sẽ bị hút về phía những khu vực từ trường yếu (5.40a Lê).

Tính nghịch từ có ở tất cả các vật liệu, nhưng do nó rất yếu nên chỉ có thể quan sát được khi không có các dạng từ tính khác nên ít có ý nghĩa trong thực tế.

2-Thuận từ : Trong nhiều vật liệu, mỗi nguyên tử có một mô men lưỡng cực vĩnh cửu do kết quả triệt tiêu lẫn nhau không hoàn toàn của các mô men từ spin và các mô men từ quỹ đạo. Khi không có từ trường ngoài các mô men từ nguyên tử này định hướng hỗn loạn, do vậy vật liệu sẽ không có véc tơ từ hoá vĩ mô riêng. Khi có từ trường ngoài các lưỡng cực nguyên tử này quay tự do và tính thuận từ được thể hiện khi sự quay này tạo ra một định hướng ưu tiên nào đó (5.40b Lê). Kết quả là làm tăng từ trường ngoài, gây ra độ từ thẩm tương đối μ_r lớn hơn một và do vậy độ từ hoá tương đối nhỏ nhưng dương.

Các chất nghịch từ và thuận từ đều được coi là vật liệu không từ tính, bởi vì chúng chỉ bị từ hoá khi có một từ trường ngoài.

9.2.3. Sắt từ :

Một số kim loại có mô men từ vĩnh cửu ngay cả khi không có từ trường ngoài và có một từ độ rất lớn, hiện tượng này gọi là sắt từ . Hiện tượng sắt từ gặp trong các kim loại chuyển tiếp : sắt, coban, niken và một số thuộc nhóm đất hiếm như gadolinium (Gd). Hệ số từ hoá của vật liệu sắt từ có thể đạt 10^6 , làm cho $H \ll M$ (cường độ từ trường và véc tơ từ hoá) và biểu thức (9.14) có thể viết :

$$\vec{B} = \mu_0 \vec{M} \quad (9.17)$$

Mô men từ vĩnh cửu trong các vật liệu sắt từ do spin điện tử sinh ra, đó là các spin điện tử không triệt tiêu lẫn nhau. Sự đóng góp của mô men từ quỹ đạo nhỏ hơn so với mô men spin. Mặt khác trong vật liệu sắt từ , tương tác ghép làm cho các mô men từ spin của các nguyên tử lân cận định hướng song song với nhau ngay cả khi không có từ trường ngoài. Sự định hướng spin song song với nhau giới hạn trong các miền thể tích tương đối lớn được gọi là miền từ hoá tự nhiên.

Từ độ cực đại (từ độ bão hoà) M_s của một vật liệu sắt từ biểu thị từ độ được tạo ra khi tất cả các lưỡng cực từ trong vật rắn đã được định hướng theo từ trường ngoài. Khi đó mật độ từ thông đạt bão hoà B_0 (đơn vị đo magneton Bohr)

9.3.THÉP KỸ THUẬT ĐIỆN :

9.3.1.Khái niệm :

Thép kỹ thuật điện (là loại vật liệu từ mềm, có đường cong từ trễ gầy) được sử dụng rất rộng rãi trong các động cơ điện, máy phát điện, biến thế thông dụng. Chúng được cung cấp dưới dạng lá mỏng và có nhiều tên gọi khác nhau như Fe, tôn silic. Nhưng phổ biến hơn cả là tôn silic.

Vật liệu từ mềm là loại có độ từ thẩm μ cao, lực khử từ H_c nhỏ và tổn thất nhỏ khi từ hoá lại. Vật liệu thông dụng nhất là sắt với độ sạch cao. Nhưng sắt sạch chỉ làm việc trong điều kiện dòng từ không đổi (dòng một chiều). Do đó trong thực tế sử dụng thép kỹ thuật điện sử dụng trong dòng xoay chiều với tần số 50 - 60Hz.

9.3.2.Thành phần hoá học :

Thép kỹ thuật điện chứa rất ít các bon (0,005 - 0,5%) và chứa nhiều silic (0,8 - 4,8%) do đó có thể xem là hợp kim sắt - silic. Silic chỉ tạo với sắt dung dịch rắn làm tăng mạnh điện trở nên làm giảm mạnh tổn thất do dòng điện xoáy, nâng cao độ từ thẩm và giảm không nhiều lực khử từ.

9.3.3.Tổ chức :

Gồm có các hạt silic to để cải thiện tối đa độ từ thẩm. Tuy nhiên do quá nhiều silic lại làm tăng mạnh tính giòn. Ngày nay sử dụng phổ biến loại thép kỹ thuật điện có texture hay hạt có định hướng để giảm tối đa tổn thất nâng cao hiệu quả kinh tế.

9.3.4.Chế tạo :

Thép kỹ thuật điện được cán thành lá mỏng < 0,5 mm để làm giảm tổn thất từ. Sau khi cán xong được ủ kết tinh lại để làm hạt to và cháy bớt các bon. Thường được ủ trong môi trường hydrô hay chân không ở 1100 - 1200°C. Sau khi cắt, dập và uốn tạo hình phải ủ ở 750 - 900°C để tăng các tính chất từ.

Để tăng hơn nữa các đặc tính từ mềm thép kỹ thuật điện được cán nguội với lượng ép lớn ($\approx 90\%$) để các mặt và phương trong mạng tinh thể của hạt pherit định hướng lại song song với nhau và vật liệu trở nên dị hướng. Khi đó các mặt (110) của các hạt trở nên song song với phương cán, còn phương [100] (cạnh của khối cơ sở) song song với phương cán tạo nên texture cạnh. Đây là phương dễ từ hóa nhất của sắt cũng như dung dịch rắn sắt - silic nên có tổn thất điện từ nhỏ.

9.3.5.Ký hiệu :

Tiêu chuẩn vật liệu kim loại của Việt Nam chưa quy định ký hiệu cho thép kỹ thuật điện. Do đó ta nghiên cứu tiêu chuẩn của Nga, Mỹ và Nhật.

1-Tiêu chuẩn Nga :

a-Thép kỹ thuật điện của Nga được quy định theo tiêu chuẩn ГОСТ 21427-75 gồm bốn chữ số :

-Số thứ nhất được chọn trong ba số 1, 3, 3 để chỉ loại sản phẩm với ý nghĩa :

*1-Thép lá mỏng cán nóng có tính đẳng hướng

*2-Thép lá mỏng cán nguội có tính đẳng hướng

*3-Thép lá mỏng cán nguội có tính dị hướng (texture)

-Số thứ hai chỉ thành phần của silic, chọn trong sáu số : 0, 1, 2, 3, 4 và 5 với ý nghĩa như sau :

- *0-Chỉ lượng silic < 0,40%
- *1-Chỉ lượng silic từ 0,40-0,80^
- *2-Chỉ lượng silic từ 0,80-1,80%
- *3-Chỉ lượng silic từ 1,80-2,80%
- *4-Chỉ lượng silic từ 2,80-3,80%
- *5-Chỉ lượng silic từ 3,80-4,80%
- Số thứ ba chỉ các đặc tính định mức chủ yếu, cụ thể như sau :
 - *0-Chỉ tổn thất riêng khi cảm ứng từ 1,7T (tesla) và tần số 50Hz
 - *1-Chỉ tổn thất riêng khi cảm ứng từ 1,5T và tần số 50Hz
 - *2-Chỉ tổn thất riêng khi cảm ứng từ 1,0T và tần số 400Hz
 - *6-Chỉ tổn thất riêng khi cảm ứng từ trong từ trường yếu
 - *7-Chỉ tổn thất riêng khi cảm ứng từ trong từ trường trung bình.
- Số thứ tư là số chỉ thứ tự của từng loại thép.
- b-Các mác thép được quy chuẩn gồm có :
 - Nhóm thép lá mỏng cán nóng đẳng hướng : 1211, 1212, 1213
1311, 1312, 1313
1411, 1412, 1413
1511, 1512, 1513
 - Nhóm thép lá mỏng cán nguội đẳng hướng : 2011, 2012, 2013
2111, 2112
2211, 2212
2311, 2312
2411, 2412
 - Nhóm thép lá mỏng cán nguội có tính dị hướng :
3404, 3405, 3406
3411, 3412, 3413, 3415, 3416

2-Tiêu chuẩn Nhật :

- a-Ký hiệu thép kỹ thuật điện của Nhật được quy định trong hai tiêu chuẩn JISCC2552 - 86 và JISC2553 - 86, sử dụng tập hợp chữ và số theo quy luật sau :
 - Hai số đầu chỉ chiều dày của lá mỏng theo đơn vị 0,01 mm đã nhân 100
 - Chữ là biểu thị loại thép với ý nghĩa :
 - *A-Loại đẳng hướng (không có texture)
 - *G-Loại dị hướng thường (hạt định hướng, textur ở mức bình thường)
 - *P-Loại dị hướng cao (hạt định hướng, có texture ở mức cao)
 - Ba (hay bốn) số cuối cùng chỉ giá trị đã nhân với 100 của tổn thất điện từ (W/kg) ở tần số 50Hz và mật độ từ thông cực đại là 1,5T cho loại A và 1,7T cho loại G,P.
 - Nếu sau ký hiệu có thêm đuôi, ý nghĩa như sau :
 - *CS-1 : là loại có màng phủ cách điện là chất vô cơ
 - *CS-2 : là loại có màng phủ cách điện là chất hữu cơ
- b-Các mác thép :
 - JISCC2552 -86 : Quy định cho loại đẳng hướng gồm có :
*35A230, 35A250, 35A270, 35A300, 35A360, 35A440

*50A270, 50A290, 50A310, 50A350, 50A400, 50A470, 50A600, 50A700, 50A800, 50A900, 50A1000, 50A1300.

*65A800, 65A1000, 65A1300, 65A1600.

Nếu sau ký hiệu có thêm đuôi, ý nghĩa như sau :

*CS-1 : là loại có màng phủ cách điện là chất vô cơ

*CS-2 : là loại có màng phủ cách điện là chất hữu cơ

-JISC2553 - 86 : Quy định cho loại dị hướng gồm có :

*27P100, 27P110, 27G120, 27G130, 27G140.

*30P110, 30P120, 30G130, 30G140, 30G150

*35P125, 35P135, 35G145, 35G155, 35G165.

Nếu sau ký hiệu có thêm đuôi CS-1 là loại có màng phủ cách điện là chất vô cơ

3-Tiêu chuẩn Mỹ :

Thép kỹ thuật điện của Mỹ có nhiều tiêu chuẩn ký hiệu, ở đây ta nghiên cứu tiêu chuẩn phổ biến nhất ASTM (American Society for Testing and Materials). Tiêu chuẩn ASTM A664-87 ký hiệu thép lá mỏng kỹ thuật điện bằng tập hợp số và chữ xx*xxx trong đó * là các chữ C, D, F, S, G, H, P chỉ đặc tính của loại vật liệu này với ý nghĩa như sau :

-C : thép được gia công hoàn thiện với giá trị tổn thất điện từ của lõi được xác định ở 1,5T và 60Hz ở mẫu ghép gồm một nửa số mảnh được cắt dọc theo phương cán, một nửa số mảnh được cắt ngang phương cán (mẫu Epstein 50/50) ở dạng cắt.

-D : tương tự như C, chỉ khác là thép được gia công bán hoàn thiện và ở dạng ủ để cải thiện chất lượng tại 790°C với thời gian giữ nhiệt 1 giờ.

-F : thép đẳng hướng, gia công hoàn thiện với giá trị tổn thất điện từ của lõi được xác định ở 1,5T và 60Hz ở mẫu Epstein 50/50 ở dạng cắt.

-S : như F, chỉ khác là thép được gia công bán hoàn thiện và ở dạng ủ để cải thiện chất lượng tại 845°C thời gian giữ nhiệt 1 giờ [với hợp kim chứa ít hơn 1,3% (Si+Al) nhiệt độ ủ là 790°C]

-G : thép hạt định hướng (textua), gia công hoàn thiện với giá trị tổn thất điện từ của lõi xác định ở 1,5T và 60Hz ở mẫu ghép bằng các mảnh được cắt song song với phương cán, ủ khử ứng suất thông thường ở từ 790 đến 845°C, giữ nhiệt 1 giờ.

-H : như G, nhưng ở 1,7T.

-P : như G nhưng ở 1,7T và độ từ thẩm cực đại tương đối ở 10 oersted

+Hai số đầu chỉ chiều dày tính theo 0,01mm.

+Ba hay bốn số sau cùng của ký hiệu chỉ tổn thất điện từ cực đại cho phép của lõi (theo các điều kiện quy định như các chữ đã nêu) tính theo đơn vị oat (W) cho một pound (W/lb) nếu biểu thị theo đơn vị W/kg thì cuối ký hiệu có chữ M và đã nhân với 100.

Ví dụ : -36F130 : thép dày 0,36mm, tổn thất điện từ 1,30W/lb ở điều kiện 1,5T 60Hz ở mẫu Epstein 50/50 dạng cắt.

-36F397M : thép dày 0,36mm, tổn thất điện từ 3,97W/kg ở điều kiện 1,5T 60Hz, ở mẫu Epstein 50/50, ở dạng cắt.

PHẦN 3 : XỬ LÝ NHIỆT

CHƯƠNG 10 : NHIỆT LUYỆN THÉP

Trong chương này chúng ta sẽ nghiên cứu sự thay đổi tổ chức và cơ tính của thép khi nung nóng và làm nguội tiếp theo, đó chính là quá trình nhiệt luyện. Thép là vật liệu thông dụng nhất và cũng được nhiệt luyện nhiều nhất. Công nghệ nhiệt luyện rất phổ biến trong ngành cơ điện tử. Trong chương này chúng ta chỉ nghiên cứu các phương pháp nhiệt luyện thể tích.

10.1.KHÁI NIỆM VỀ NHIỆT LUYỆN THÉP :

10.1.1.Khái niệm về nhiệt luyện :

1-Định nghĩa :

Nhiệt luyện là tập hợp các thao tác gồm có nung nóng kim loại hay hợp 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.

2-Các thông số đặc trưng cho nhiệt luyện :

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

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

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

c-Tốc độ nguội ($V_{ngүй}$) : 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-Sơ lược về nhiệt luyện thép :

Trong thực tế có những phương pháp nhiệt luyện chủ yếu sau đây :

a-Ủ : là phương pháp nung nóng đến nhiệt độ xác định, giữ nhiệt và làm nguội chậm để nhận được tổ chức gần với trạng thái cân bằng có độ cứng, độ bền thấp nhất, độ dẻo cao nhất.

b- Thường hóa : là phương pháp nung nóng đến tổ chức hoàn toàn austenit, giữ nhiệt và làm nguội ngoài không khí tĩnh để nhận được tổ chức gần với trạng thái cân bằng.

c-Tôi : là phương pháp nung nóng đến cao hơn nhiệt độ tới hạn, làm xuất hiện tổ chức austenit giữ nhiệt và làm nguội nhanh để nhận được tổ chức không cân bằng có độ cứng cao nhất.

d-Ram : là phương pháp nung nóng thép đã tôi đến thấp hơn nhiệt độ tới hạn, giữ nhiệt và làm nguội để điều chỉnh các chỉ tiêu cơ tính (độ bền, độ cứng...) đạt yêu cầu làm việc.

e-Hóa nhiệt luyện : là phương pháp bão hòa vào bề mặt chi tiết các nguyên tố đã cho ở nhiệt độ xác định để làm biến đổi thành phần hóa học, tổ chức và cơ tính.

f-Cơ nhiệt luyện : là phương pháp kết hợp quá trình hóa bền bằng nhiệt luyện và biến dạng dẻo đồng thời trong một nguyên công. Do đó nhận được hóa bền mạnh hơn rất nhiều khi nhiệt luyện đơn thuần.

4-Phân loại nhiệt luyện thép :

Người ta phân các phương pháp nhiệt luyện chủ yếu của thép ra làm hai nhóm lớn : nhiệt luyện sơ bộ và nhiệt luyện kết thúc.

a-Nhiệt luyện sơ bộ : là các phương pháp nhiệt luyện tiến hành trước khi gia công cơ khí, khi chi tiết là bán thành phẩm. Thuộc nhóm này có ủ và thường hóa.

b-Nhiệt luyện kết thúc : là các phương pháp nhiệt luyện được thực hiện sau khi gia công cơ khí, khi chi tiết đã là thành phẩm. Sau khi nhiệt luyện xong không còn gia công cơ khí tiếp theo nữa. (nếu có chỉ là mài tinh). Thuộc nhóm này có : tôi và ram. Đối với thép các bon thấp thì ủ và thường hóa là nhiệt luyện kết thúc.

10.1.2.Tác dụng của nhiệt luyện đối với ngành cơ điện tử :

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

1-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 máy móc, thiết bị phụ thuộc rất nhiều vào phương pháp sử dụng vật liệu và nhiệt luyện chúng.

2-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 hơn.

10.2.Ủ VÀ THƯỜNG HÓA THÉP :

10.2.1.Ủ thép :

1-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.

2-Mục đích :

Ủ nhằm các mục đích sau đây :

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

3-Các phương pháp ủ :

a-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 - 300⁰C sẽ khử bỏ một phần ứng suất bên trong (làm giảm bớt), nếu từ 450 - 600⁰C 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.

b-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 -700⁰C). 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.

c-Ủ hoàn toàn :

Là phương pháp ủ nung nóng thép đến trạng thái hoàn toàn là austenit, ở nhiệt độ cao hơn Ac₃. Nhiệt độ ủ tính theo công thức :

$$T_{\text{ủ}} = A_{c_3} + (30 - 50^{\circ}C)$$

Mục đích của ủ hoàn toàn là :

-Làm nhỏ hạt thép : do nung cao hơn A_{c_3} từ 30-50°C nên hạt austenit vẫn còn nhỏ, nên 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 - péclit, trong đó péclit ở dạng tấm.

d-Ủ không hoàn toàn :

Là phương pháp ủ nung nóng thép đến nhiệt độ cao hơn A_{c_1} và nhỏ hơn $A_{c_{cm}}$ tức là trạng không hoàn toàn là austenit.

$$T_u = A_{c_1} + (30 - 50^\circ\text{C})$$

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 $A_{c_{cm}}$ 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 $\geq 0,70\%$ mà chủ yếu là thép sau cùng tích.

e-Ủ cầu hóa :

Đây là một dạng đặc biệt của ủ không hoàn toàn, nhiệt độ dao động một cách tuần hoàn quanh A_{c_1} , nung nóng lên đến nhiệt độ 750 - 760°C giữ nhiệt khoảng năm phút, sau đó làm nguội xuống 650 - 660°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.

f-Ủ đẳng nhiệt :

Đối với thép hợp kim cao do austenit qua 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 A_{c_1} khoảng 50°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.

g-Ủ khuếch tán :

Là phương pháp ủ nung nóng thép đến nhiệt độ rất cao từ 1100 - 1150°C với thời gian giữ nhiệt rất dài từ 10- 15h để tăng khả 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.

10.2.2.Thường hóa :

Thường hóa là phương pháp nhiệt luyện gồm có nung nóng thép đến trạng thái hoàn toàn là austenit giữ nhiệt và làm nguội ngoài không khí tĩnh.

Thông 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.

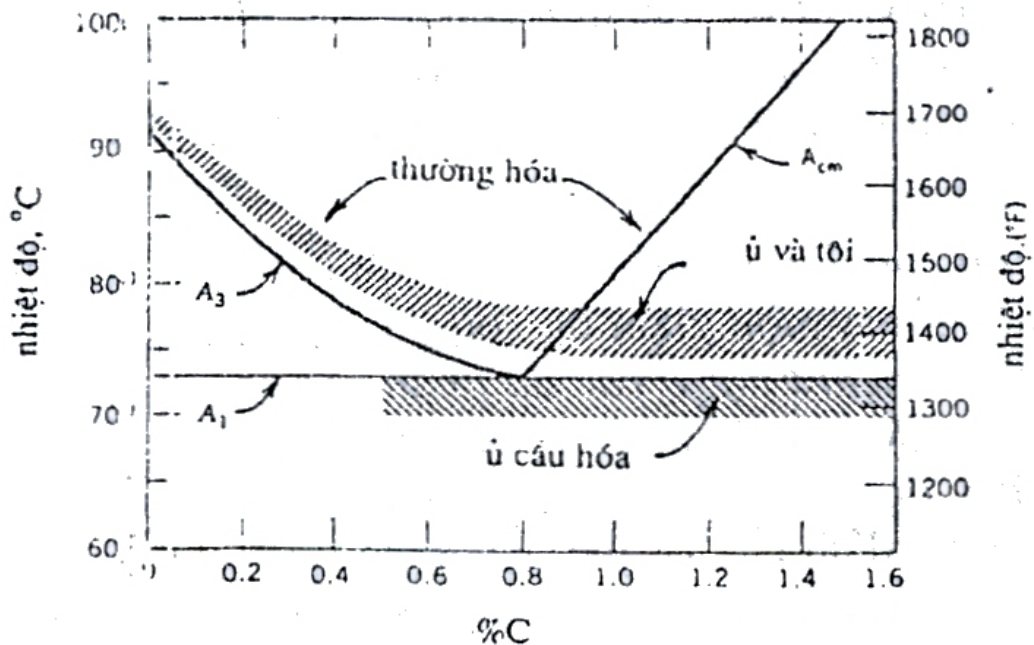
$$T_{\text{thường hóa}} = A_{c3} \text{ hay } A_{cm} + (30 - 50^{\circ}\text{C})$$

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 $\leq 0,25\%C$. 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 xocbit 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.



Hình 10.1 -Khoảng nhiệt độ ủ, thường hoá và tôi cho thép cac bon

10.3.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.

10.3.1.Định nghĩa và mục đích

1-Định nghĩa :

Tôi thép là phương pháp nhiệt luyện gồm có : nung nóng thép đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tối hạn ($>A_{c1}$) làm xuất hiện tổ chức austenit, giữ nhiệt rồi làm nguội nhanh lớn hơn tốc độ nguội tối hạn để nhận được tổ chức không cân bằng có độ cứng cao.

2-Mục đích :

- a-Nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn cho chi tiết (sau khi đã tiến hành ram)
- b-Nâng cao độ bền và khả năng chịu tải cho chi tiết máy.

10.3.2. Phương pháp chọn nhiệt độ tôi thép :

1-Đối với thép trước cùng tích :

$$T_{\text{tôi}} = A_{c_3} + (30 - 50^{\circ}\text{C})$$

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 A_{c_3} thì tại nhiệt độ nung ta nhận được tổ chức là austenit và pherit 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.

2-Đối với thép sau cùng tích :

$$T_{\text{tôi}} = A_{c_1} + (30 - 50^{\circ}\text{C})$$

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 + một ít 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 $A_{c_{cm}}$ 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.

3-Đối với thép cùng tích :

Dùng công thức nào cũng được vì A_{c_1} , A_{c_3} và $A_{c_{cm}}$ trùng nhau tại S trên giản đồ pha Fe-C.

4-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 - 20⁰C (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 các bon, do vậy phải tra cứu trong các sổ tay về nhiệt luyện.

10.3.3. Tốc độ tôi tới hạn và độ thấm tôi :

1-Tốc độ tôi tới hạn :

a-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 :

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

Trong đó : $-A_1$ là nhiệt độ tới hạn dưới, ⁰C

$-T_m^0$, 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.

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

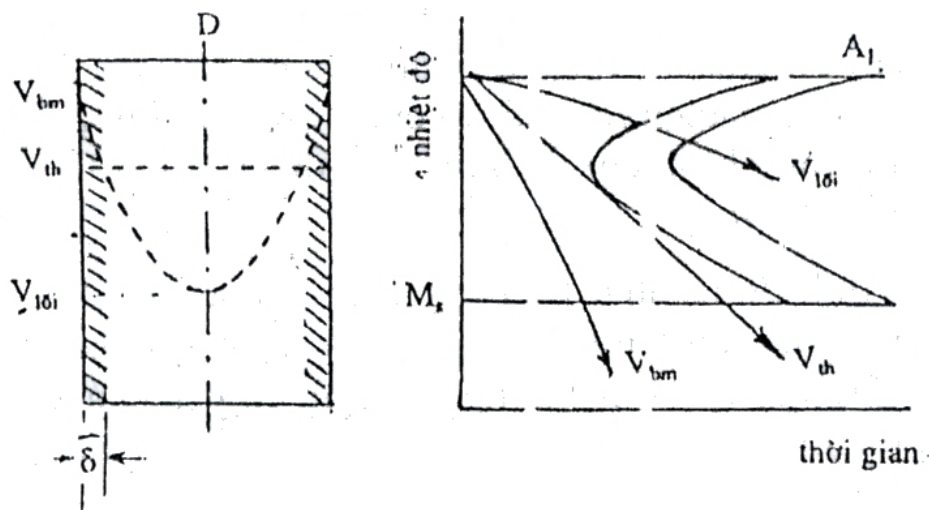
Mọi yếu tố làm tăng hay giảm tính ổn định của austenit quá nguội đều ảnh hưởng đến tốc độ tôi tới hạn. Gồm có các yếu tố sau :

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

-Sự đồng nhất của austenit : Austenit càng đồng nhất thì càng dễ biến thành máctenxít 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 xêmentít 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 - các bit 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 bit làm giảm tốc độ tôi tới hạn.



Hình 10.2 - Sơ đồ giải thích độ thấm tôi

2-Độ thấm tôi :

a-Định nghĩa : Độ thấm tôi là chiều dày của lớp được tôi cứng có tổ chức máctenxít (trong thực tế là lớp có tổ chức nửa máctenxít nghĩa là máctenxít 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 parabol. Vì vậy chỉ lớp bề mặt có chiều dày δ có tốc độ nguội $\geq V_{th}$ mới có tổ chức máctenxít và độ cứng cao. Đó chính là độ thấm tôi.

b-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 $\geq V_{th}$ 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...

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

10.3.4.Các phương pháp tôi thể tích và công dụng :

1-Môi trường tôi :

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

a-Yêu cầu của môi trường tôi :

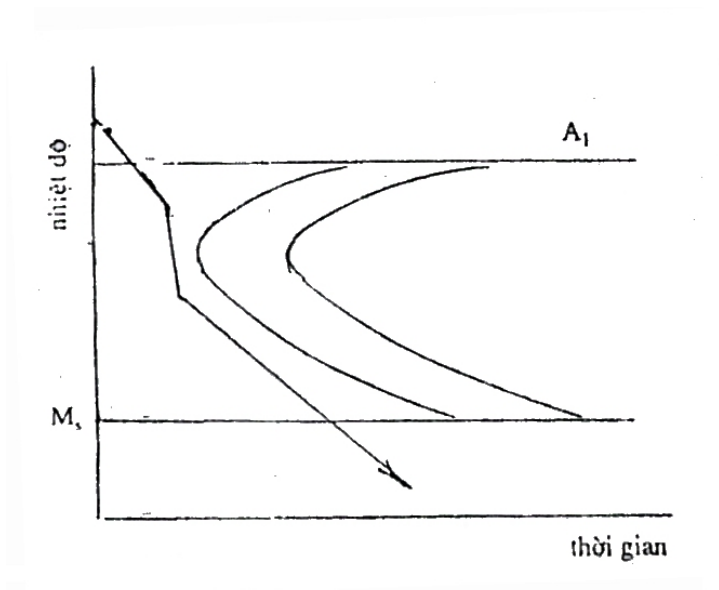
-Phải có tốc độ làm nguội lớn hơn V_{th} của thép cần tôi và không làm nứt hay biến dạng chi tiết. Do đó tốc độ làm nguội của nó như sau :

*Làm nguội nhanh thép trong khoảng austenit kém ổn định nhất (khoảng 500 - 600°C) để không kịp phân hóa thành hỗn hợp perlit - 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.



Hình 10.3 -Đường cong nguội lý tưởng

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 - 30° 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 - 50°C 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°C/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)

-Dầu lynn : làm nguội chậm thép ở hai khoảng nhiệt độ trên nên ít gây ra biến dạng và nứt nhưng tốc độ nguội chậm. Khi nóng lên tốc độ nguội của dầu không bị giảm nhiều, do vậy thường tôi trong dầu nóng khoảng 60 - 80°C 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 quá trình tôi. Dầu là môi trường tôi cho thép hợp kim và các chi tiết hình dáng phức tạp.

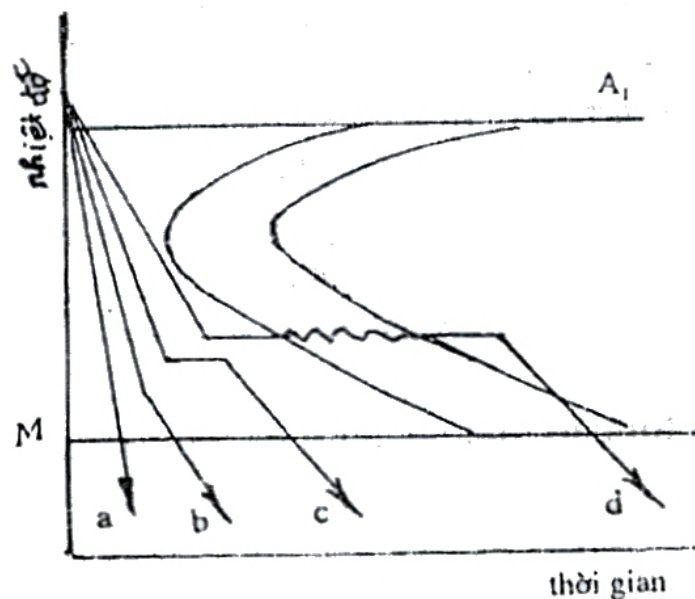
-Dung dịch chất dẻo (polyme) : loại môi trường này có thể thay đổi tốc độ làm nguội bằng cách thay đổi nồng độ của nó. Nó làm giảm mạnh tốc độ nguội ở vùng nhiệt độ thấp nên giảm được nứt và cong vênh.

Ngoài ra có thể dùng khí nén, tấm thép, tấm đồng làm môi trường tôi. Loại này có V_{th} nhỏ cỡ vài chục °C/s để tôi các thép hợp kim.

2-Các phương pháp tôi thể tích và công dụng :

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 để cơ khí hóa và tự động hóa, giảm nhẹ điều kiện lao động.



Hình 10.4-Phương thức làm nguội khi tôi thép

a)Tôi trong 1 môi trường b)Tôi trong 2 môi trường

c)Tôi phân cấp

d)Tôi đẳng nhiệt

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°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 thời 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. 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.

c-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_d khoảng từ 50 - 100°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. Mặt 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.

d-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 phân 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 - 400°C nhận được bainit, tại 500 - 600°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.

e-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 ngoài 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..)

2-Gia công lạnh :

Với nhiều thép dụng cụ hợp kim do lượng các bon cao và được hợp kim hóa nên các điểm M_d 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 -70°C). Gia công lạnh phải tiến hành ngay sau khi tôi thường, nếu không austenit qua 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.

10.3.5. Cơ nhiệt luyện thép :

1-Khái niệm :

Cơ nhiệt luyện là quá trình tiến hành gần như đồng thời hai quá trình hóa bền : biến dạng dẻo austenit và tôi ngay tiếp theo trong một nguyên công duy nhất. Sau đó mang ram thấp ở nhiệt độ từ $150 - 200^{\circ}\text{C}$. Kết quả là nhận được mactenxit nhỏ mịn với xô lệch cao nên có sự kết hợp rất cao giữa độ bền, độ dẻo và độ dai mà chưa có phương pháp hóa bền nào sánh kịp (so với tôi và ram thấp sau khi tiến hành cơ nhiệt luyện độ bền kéo tăng lên $10 - 20\%$, độ dẻo, độ dai tăng từ $1,5$ đến 2 lần). Theo nhiệt độ tiến hành biến dạng dẻo ta chia ra hai loại : cơ nhiệt luyện nhiệt độ cao và cơ nhiệt luyện nhiệt độ thấp.

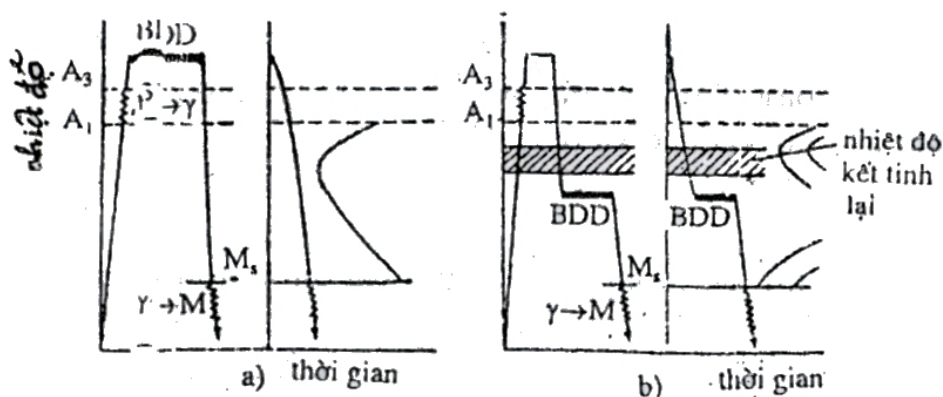
2-Cơ nhiệt luyện nhiệt độ cao :

Tiến hành biến dạng dẻo thép ở nhiệt độ cao hơn A_{c3} , sau đó tôi ngay để ngăn cản quá trình kết tinh lại xảy ra (tuy nhiên không thể tránh được hoàn toàn). Sau khi tôi tiến hành ram thấp. Đặc điểm cơ nhiệt luyện nhiệt độ cao :

-Có thể áp dụng cho mọi loại thép, kể cả thép các bon.

-Dễ tiến hành vì ở nhiệt độ cao austenit dẻo, ổn định, không cần lực ép lớn, độ biến dạng $\varepsilon = 20 - 30\%$.

-Đạt được độ bền khá cao $\sigma_b = 2200 - 2400\text{MPa}$, độ dẻo độ dai tương đối tốt $\delta = 6 - 8\%$, $a_k = 300\text{Kj/m}^2$.



Hình 10.5 -Sơ đồ cơ nhiệt luyện nhiệt độ cao (a) và cơ nhiệt luyện nhiệt độ thấp (b)

3-Cơ nhiệt luyện nhiệt độ thấp :

Sau khi nung đến cao hơn A_{c3} đạt được austenit đồng nhất làm nguội nhanh xuống 400 - 600°C. Tại nhiệt độ này tính ổn định của austenit quá nguội khá cao nhưng nhỏ hơn nhiệt độ kết tinh lại, tiến hành biến dạng dẻo, tôi ngay và ram thấp. Đặc điểm cơ nhiệt luyện nhiệt độ thấp :

-Chỉ áp dụng được cho thép hợp kim vì austenit quá nguội có tính ổn định lớn.

-Khó tiến hành vì cần độ biến dạng lớn $\varepsilon = 50 - 90\%$ nhưng ở nhiệt độ thấp austenit kém dẻo dai nên phải dùng các máy cán lớn, phôi thép phải có tiết diện tương đối nhỏ để kịp nguội nhanh xuống 400 - 600°C.

-Đạt được độ bền rất cao $\sigma_b = 2600 - 2800$ MPa nhưng độ dẻo độ dai thấp hơn cơ nhiệt luyện nhiệt độ cao, $\delta = 3\%$, $a_k = 200$ KJ/m².

Các phương pháp cơ nhiệt luyện tạo ra cơ tính cao và nó giữ được khi tôi tiếp sau đó.

10.4.RAM THÉP

10.4.1. Định nghĩa và mục đích :

1-Định nghĩa :

Ram là thao phương pháp nhiệt luyện gồm có nung nóng thép đã tôi đến nhiệt độ thấp hơn A_{c1} , 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.

2-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.

10.4.2.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.

1-Ram thấp (150 - 250°C) :

Nhiệt độ ram từ 150 - 205°C tổ chức nhận được là mátenxit 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 oo 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.

2-Ram trung bình (300 - 400°C) :

Nhiệt độ ram từ 300 - 400°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 ...

3-Ram cao (500 - 650°C) :

Nhiệt độ ram từ 500 - 650°C, tổ chức nhận được là xocbit 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.

10.5.CÁC DẠNG HỎNG XẢY RA KHI NHIỆT LUYỆN THÉP :

Nhiệt luyện (đặc biệt là tôi và ram) là nguyên công gần như cuối cùng của việc chế tạo sản phẩm của ngành cơ khí, do vậy bất cứ sự sai hỏng nào của nó cũng dẫn tới sự lãng phí vật liệu và công sức của các công đoạn gia công trước đó. Vì vậy ta phải tìm hiểu kỹ lưỡng các dạng hỏng thường gặp, nguyên nhân và biện pháp khắc phục, phòng tránh chúng.

10.5.1.Biến dạng và nứt :

1-Nguyên nhân :

Nguyên nhân gây ra biến dạng và nứt là do ứng suất bên trong (ứng suất nhiệt và ứng suất tổ chức) chủ yếu do làm nguội nhanh khi tôi. Lúc này cả hai loại ứng suất trên đều lớn.

Nếu ứng suất bên trong lớn hơn giới hạn chảy sẽ gây ra biến dạng, cong vênh. Nói chung không thể tránh được biến dạng khi nhiệt luyện, vấn đề là khống chế trong giới hạn cho phép. Nếu ứng suất vượt quá giới hạn bền sẽ gây nứt, đây là dạng hỏng không sửa chữa được và chi tiết phải bỏ đi.

2-Khắc phục :

Để khắc phục dạng hỏng này phải tìm cách giảm ứng suất bên trong khi nhiệt luyện. Có các biện pháp sau đây :

-Nung nóng và đặc biệt là làm nguội với tốc độ hợp lý, đây là biện pháp cơ bản nhất.

-Nhúng chi tiết vào môi trường tôi phải đúng quy luật :

+Chi tiết nhỏ và dài phải nhúng vuông góc mà không được nhúng xiên.

+Chi tiết có phần dày mỏng khác nhau phải nhúng phần dày xuống trước.

+Chi tiết phẳng và mỏng phải nhúng thẳng đứng không được nhúng ngang.

+Chi tiết có phần lõm phải ngửa phần này lên khi tôi

-Các trục dài khi nung nóng phải treo thẳng đứng.

-Với các chi tiết mỏng và nhỏ phải tôi trong khuôn ép.

-Có gắng sử dụng tôi phân cấp, hạ nhiệt trước khi tôi nếu có thể được.

10.5.2.Ô xy hóa và thoát các bon :

Ô xy hóa là hiện tượng ở nhiệt độ cao ô xy tác dụng với sắt tạo ra các vảy ô xyt, làm thiếu hụt kích thước chi tiết. Thoát các bon là hiện tượng các bon trên lớp bề mặt bị cháy hao đi khi nung làm xấu bề mặt, giảm cơ tính.

1-Nguyên nhân :

Do trong môi trường nung có chứa các chất gây ô xy hóa như ô xy, các bo níc và hơi nước...Thoát các bon dễ dàng xảy ra hơn so với ô xy hóa. Khi bị ô xy hóa thường kèm theo thoát các bon.

2-Khắc phục :

Để khắc phục dạng hỏng này tốt nhất là nung nóng trong khí quyển không có các thành phần nói trên. Ta sử dụng các biện pháp sau :

-Dùng khí quyển bảo vệ : là loại khí được điều chế từ khí đốt thiên nhiên trong đó có các thành phần khí đối lập nhau (ô xy hóa / hoàn nguyên) như : CO_2/CO , $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$, H_2/CH_4 với tỷ lệ xác định dẫn tới trung hòa nhau và bảo vệ tốt bề mặt thép.

-Dùng khí quyển trung tính : ni tơ tinh khiết hay khí trơ argông...Tốt nhất là dùng khí trơ argông nhưng có nhược điểm là giá thành cao.

-Nung trong môi trường chân không : có áp suất $10^{-2} - 10^{-4}$ mm Hg, được sử dụng khá rộng rãi vì giá thành không cao lắm.

-Nhúng chi tiết vào hàn the ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) trước khi nung.

-Rải than hoa (than gỗ) trên đáy lò hay phủ kín chi tiết bằng than hoa.

-Nếu dùng lò muối thì phải khử ô xy triệt để bằng than, hàn the hay ferô silic.

10.5.3.Độ cứng không đạt :

Là hiện tượng độ cứng có giá trị không đúng theo yêu cầu nhiệt luyện đã đặt ra, có thể cao hơn hay thấp hơn quy định.

1-Độ cứng cao :

Sau khi nhiệt luyện xong độ cứng có giá trị cao hơn yêu cầu, thường xảy ra khi ủ và thường hóa thép hợp kim gây khó khăn cho gia công cắt gọt.

Nguyên nhân : do tốc độ nguội quá lớn. Khắc phục : tiến hành nhiệt luyện lại với tốc độ nguội chậm hơn hay mang ủ đẳng nhiệt.

2-Độ cứng thấp :

Thường xảy ra khi tôi độ cứng có giá trị thấp hơn quy định mà nó phải có với thành phần các bon tương ứng.

Có thể do các nguyên nhân sau đây :

-Thiếu nhiệt : nhiệt độ nung chưa đủ, hay thời gian giữ nhiệt ngắn. Khắc phục bằng cách thường hóa rồi tôi lại với nhiệt độ và thời gian đúng

-Làm nguội không đủ nhanh. Khắc phục : thường hóa và tôi lại với tốc độ nguội nhanh hơn.

-Thoát các bon ở bề mặt, có thể tiến hành thấm các bon lại.

-Nhầm thép, đổi lại cho đúng mác thép quy định.

Tuy nhiên việc khắc phục trên sẽ làm tăng biến dạng và chất lượng sản phẩm sẽ giảm đi.

10.5.4.Tính dòn cao :

Là hiện tượng sau khi tôi thép có tính dòn quá mức trong khi độ cứng vẫn ở giá trị cao bình thường.

Nguyên nhân là do nhiệt độ nung tôi quá cao và thời gian giữ nhiệt quá dài làm cho hạt thép bị lớn. Khắc phục bằng cách thường hóa rồi tôi lại với nhiệt độ và thời gian đúng. Tuy nhiên sẽ làm tăng biến dạng cho sản phẩm.

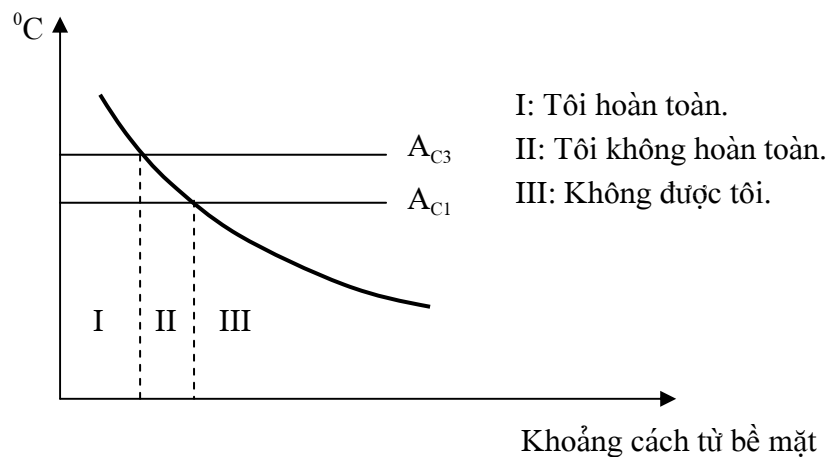
CHƯƠNG 11 : CÁC PHƯƠNG PHÁP HÓA BỀN BỀ MẶT

Bề mặt chi tiết máy là bộ phận có yêu cầu cao nhất và quan trọng nhất vì chúng chịu tác dụng của ứng suất lớn nhất, chịu mài mòn khi tiếp xúc do ma sát, bị ăn mòn trong môi trường làm việc. Vì vậy việc hóa bền bề mặt chi tiết là yêu cầu không thể thiếu được đối với sản phẩm. Có nhiều phương pháp hóa bền bề mặt như : biến dạng dẻo bề mặt gây ra biến cứng, tôi bề mặt và hóa nhiệt luyện.

11.1.TÔI BỀ MẶT :

11.1.1.Nguyên lý chung :

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 11.1- Sự phân bố nhiệt độ từ bề mặt vào lõi

11.1.2.Tôi bề mặt bằng dòng điện cảm ứng có tần số cao (tôi cao tần, tôi cảm ứng) :

1-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 ($\Omega.cm$)
 - μ là độ từ thẩm (gaus/ócstec)
 - f là tần số dòng điện, Hz

2-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.

3-Cấu tạo vòng cảm ứng và các phương pháp tôi :

a-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 cách giữa vòng cảm ứng với bề mặt chi tiết từ 1,5 - 5 mm, khe hở này càng nhỏ càng đỡ tổn hao công suất nung nóng.

b-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 kèm 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 bằng máy nhỏ...

-Tôi tuần tự từng phần riêng 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 kèm vòng cảm ứng là vòng phun làm nguội. Thiết bị này chuyển động trên suốt chiều dài của chi tiết và tôi toàn bộ bề mặt của nó.

4-Tổ chức và cơ tính của thép khi tôi cảm ứng :

a-Thép để tôi cảm ứng :

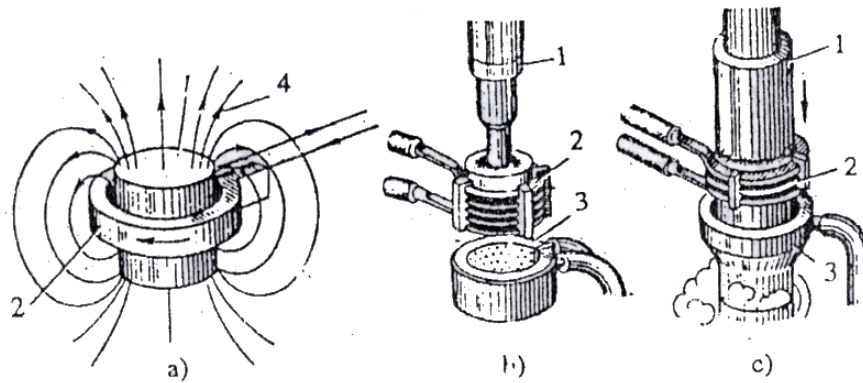
Để đảm bảo yêu cầu khi tôi bề mặt có độ cứng cao đủ chống mài mòn, còn trong lõi vẫn đủ bền, dẻo và dai cao để chịu va đập, thép dùng tôi cảm ứng có lượng các bon trung bình từ 0,35 - 0,55%C. Nếu là thép hợp kim thì thuộc loại hợp kim thấp.

b-Tổ chức :

Nung nóng cảm ứng có tốc độ nung rất nhanh từ hàng chục đến hàng trăm $^{\circ}C/s$ (lò nhiệt luyện tốc độ 1,5 - 3 $^{\circ}C/s$), do vậy có các đặc điểm sau :

-Nhiệt độ chuyển biến pha Ac_1 và Ac_3 được nâng cao lên, do vậy nhiệt độ tôi phải lấy cao hơn tôi thể tích từ 100 - 200 $^{\circ}C$.

$$T_{\text{tôi cảm ứng}} = T_{\text{tôi thể tích}} + (100 - 200^{\circ}\text{C})$$



Hình 11.2-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.

-Do độ quá 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.

c-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 ứng tạo cho bề mặt lớp ứng suất nén dư đến 800MPa nâng cao mạnh giới hạn mỏi.

5-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.

a-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 các bon. 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)

b-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 ra các nguyên tố siêu sạch.

+Nung nóng để gia công áp lực : cán, ép...

+Hàn các ống, dán nylon, chất dẻo...

11.1.3.Tôi ngọn lửa :

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 3000°C 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.

11.2.HÓA NHIỆT LUYỆN :

11.2.1.Định nghĩa và mục đích :

1-Định nghĩa :

Hóa nhiệt luyện là phương pháp làm bão hòa các nguyên tố đã cho (C,N, H, 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.

2-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.

2-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 :

a-Phân hóa : là quá trình phân tích các phân tử của chất khuếch tán tạo nên các nguyên tử có tính hoạt động mạnh.

b-Hấp thụ : sau đó các nguyên tử hoạt động 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)

c-Khuếch tán : nguyên tử hoạt động 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.

3-Các yếu tố ảnh hưởng :

Nhiệt độ và thời gian ảnh hưởng rất lớn đến khuếch tán và chiều dày lớp thấm. 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 hóa 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, τ là thời gian)

11.2.2.Thấm các bon :

1-Định nghĩa và mục đích :

Thấm các bon là phương pháp làm bão hòa các bon vào bề mặt thép các bon thấp (%C \leq 0,25%) để sau khi nhiệt luyện bề mặt có độ cứng cao, tính chống mài mòn lớn, còn trog 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 bên, 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 lớp 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).

2-Thấm các bon thể rắn :

a-Chất thấm :

Gồm có than gỗ được xay nhỏ đến cỡ 3 - 5 mm 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.

b-Nhiệt độ thấm và thời gian thấm :

Nguyên tắc chọn nhiệt độ thấm các bon là đến trạng thái hoàn toàn là austenit để có khả năng hòa lượng các bon cao nhất có thể được. Với thép bản chất hạt lớn nhiệt độ thấm từ 900 - 920°C thép bản chất hạt nhỏ nhiệt độ thấm đến 950°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 nhiệt độ cố định thời gian thấm càng tăng chiều sâu thấm sẽ càng lớn có ba cách tính thời gian thấm :

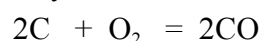
- Theo công thức : $\delta = k\sqrt{\tau}$ với k là hệ số phụ thuộc vào nhiệt độ thấm, τ là thời gian thấm (giữ nhiệt, h), δ là chiều sâu thấm (mm).

- Tra bảng cho trước trong sổ tay nhiệt luyện.

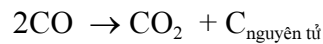
- Theo kinh nghiệm : thấm ở 900°C cứ 0,20 mm/1h thời gian giữ nhiệt.

c-Các quá trình xảy ra :

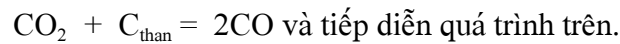
-Than cháy thiếu ô xy :



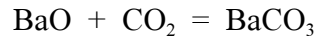
-Khí CO chuyển động gặp bề mặt thép và do tác dụng của xúc tác bị phân hủy :



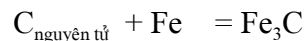
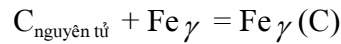
-Ở nhiệt độ cao chất xúc tác bị phân hủy :



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



Các bon nguyên tử có tính hoạt động cao sẽ khuếch tán vào bề mặt thép theo cơ chế sau :



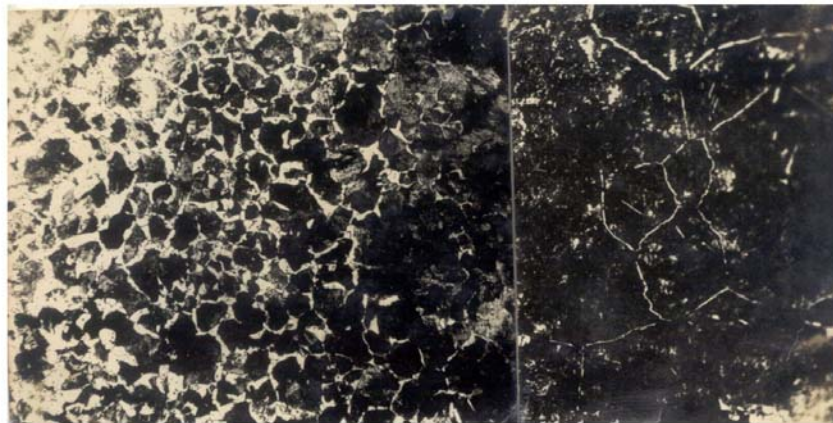
d-Nhiệt luyện sau khi thấm :

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°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°C tạo cho bề mặt có độ cứng cao nhất. Ram thấp với nhiệt độ 150 - 180°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 - 780°C và tôi ngay sau đó tiến hành ram thấp 150 - 180°C.

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), 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.



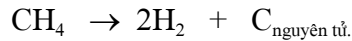
Hình 11.3 - Tổ chức tế vi lớp thấm các bon

3-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, CH₄, C₂H₆...) lấy từ khí thiên nhiên, cho chi tiết vào và nâng lên nhiệt độ thấm. Trong thực tế thường dùng CH₄ 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 :



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.

4-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.

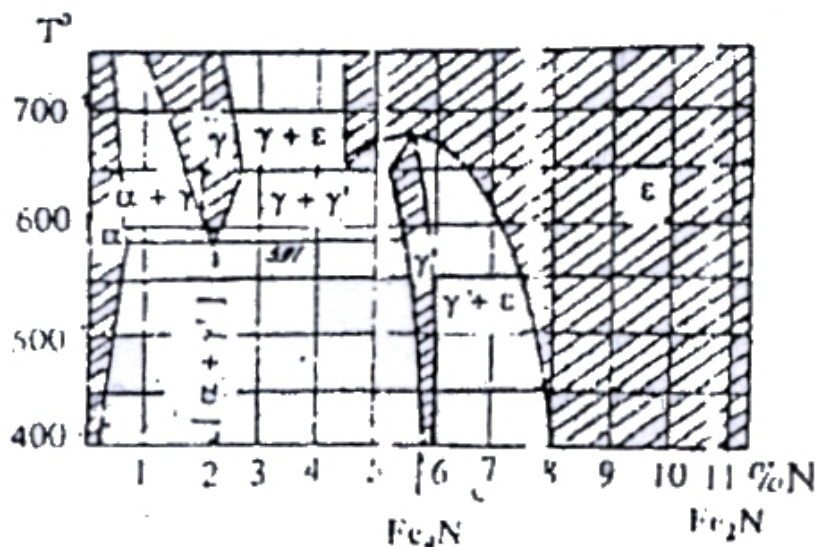
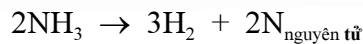
11.2.3.Thấm ni tơ :

1-Định nghĩa và mục đích :

Thấm ni tơ là phương pháp hóa nhiệt luyện làm bão hòa ni tơ vào bề mặt thép để nâng cao độ cứng, tính chống mài mòn và tính chống ăn mòn (độ cứng cao hơn hẳn thấm các bon đến 65-70HRC)

2-Tổ chức lớp thấm ni tơ :

Đạt được giá trị độ cứng cao là do bản chất của lớp thấm ni tơ, do vậy không phải nhiệt luyện sau khi thấm. Thấm ni tơ chỉ tiến hành ở thể khí với chất thấm là amôniac, nhiệt độ thấm khoảng 480 - 650°C. Phản ứng như sau :



Hình 11.5-Giản đồ pha sắt - nitơ

Ni tố nguyên tử có tính hoạt động cao sẽ khuếch tán vào bề mặt thép. Cơ sở tiến hành thấm ni tố là giản đồ pha Fe - N. Đi từ bề mặt vào tổ chức lớp thấm gồm có :

-Pha ε là dung dịch rắn trên cơ sở là pha xen kẽ Fe_2N .

-Pha γ' là dung dịch rắn trên

ở cơ sở pha xen kẽ Fe_4N .

-Pha α Fe rit ni tố (dung dịch rắn của nitơ trong Fe_α).

Tổ chức lớp thấm gồm các nitrit - pha xen kẽ với độ cứng rất cao, rất phân tán nên có độ cứng và tính chống mài mòn rất cao.

3-Đặc điểm thấm ni tố :

-Do tiến hành ở nhiệt độ thấp sự khuếch tán khó khăn và chậm nên lớp thấm mỏng, thời gian thấm dài. Thấm ở $520^\circ C$ để đạt chiều sâu 0,40 mm phải giữ nhiệt 48h.

-Sau khi thấm không tôi và mài.

-Phải dùng thép đặc biệt là 38CrMoAlA, trước khi thấm phải nhiệt luyện hóa tốt thành xocbit ram.

-Lớp thấm cứng hơn và giữ được ở nhiệt độ đến $500^\circ C$ và cao hơn

4-Công dụng :

Thấm ni tố dùng cho các chi tiết cần độ cứng và tính chống mài mòn rất cao, làm việc ở nhiệt độ cao hơn $500^\circ C$, nhưng chịu tải không cao (do lớp thấm mỏng) như : một số trục, sơ mi xy lanh máy bay, dụng cụ cắt, dụng cụ đo, nòng súng...Thấm ni tố cũng làm tăng đáng kể giới hạn mỏi.

11.2.4.Thấm các bon - nitơ (thấm xyanua) :

1-Định nghĩa và mục đích :

Thấm các bon ni tố là phương pháp hóa nhiệt luyện làm bão hòa đồng thời các bon và ni tố vào bề mặt thép để nâng cao độ cứng, tính chống mài mòn cũng như chống mài mòn (nó là trung gian giữa thấm các bon và ni tố)

Nếu tiến hành thấm dưới $560^\circ C$ thì các bon khuếch tán yếu nên lớp thấm chủ yếu là ni tố do vậy gần với thấm ni tố hơn.

Nếu thấm ở nhiệt độ $850^\circ C$ hay cao hơn thì sự khuếch tán của các bon mạnh nên lớp thấm gần với thấm các bon hơn.

2-Thấm các bon ni tố ở nhiệt độ cao :

a-Thấm thể rắn :

Tiến hành giống như thấm các bon chỉ khác là trong chất thấm có thêm từ 20 - 30% các muối $K_4Fe(CN)_6$, $K_3Fe(CN)_6$. Sau khi thấm phải tôi và ram thấp.

b-Thấm thể khí :

Tiến hành như thấm các bon thể khí nhưng trong chất thấm có thêm 5-10% NH_3 và nhiệt độ thấm là $840-860^\circ C$. Tổ chức lớp thấm ngoài các cacbon ra còn có pha cacbon - nitrit $Fe_3(C,N)$ rất cứng và phân tán nên nâng cao rất mạnh tính chống mài mòn, làm tăng tuổi thọ từ 50 - 100%. Sau khi thấm phải tôi ngay từ nhiệt độ thấm và ram thấp. Phương pháp này sử dụng rất rộng rãi vì không gây độc hại và tạo ra chất lượng tốt.

c-Thấm thể lỏng :

Tiến hành trong bể gồm các hỗn hợp muối nóng chảy (trong đó chủ yếu là các muối có gốc CN hay CNO để cung cấp C và N nguyên tử). Có hai cách : thấm ở nhiệt độ thấp và ở nhiệt độ cao.

Thấm ở nhiệt độ thấp : Tiến hành ở nhiệt độ 540-560⁰C trong hỗn hợp gồm có 50%NaCN và 50% Na₂CO₃ hay 50%NaCN và 50%KCN. Sau khi thấm không tiến hành tôi và ram nữa. Công dụng : chủ yếu dùng cho các dụng cụ cắt gọt bằng thép gió sau nhiệt luyện. Phương pháp này có nhược điểm là rất độc hại vì dùng muối có gốc CN từ axit HCN (chỉ cần nhiễm độc khoảng 1mg là đủ gây tử vong)

Thấm ở nhiệt độ cao : Tiến hành ở nhiệt độ 820-860⁰C trong các muối có thành phần tương tự trên. Sau khi thấm phải tôi và ram thấp. Công dụng : dùng cho các loại trục, bánh răng, chốt ...

Để khắc phục nhược điểm của thấm các bon ni tơ ngày nay người ta dùng các loại muối không độc hại và tạo ra phương pháp mới gọi là tenifer (tenex - hóa bền, nitrur - thấm N, ferum - Fe) để tăng độ cứng và tính chống mài mòn cho trục khủy, bánh răng, khuôn dập, khuôn kéo...

11.2.5.Các phương pháp hóa nhiệt luyện khác :

Ngoài các phương pháp trên còn sử dụng các phương pháp như thấm bo, crôm, nhôm, silic... để nâng cao độ cứng, tính chống ô xy hóa cho vật liệu. Công dụng : khuôn rèn, tua bin phản lực, ghi lò, gầu rót thép gang...

-----o0o-----

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1-Vật liệu học - Lê Công Dưỡng - NXB Khoa học và kỹ thuật- 1997
- 2-Kim loại học và nhiệt luyện - Nghiêm Hùng - NXB Đại học và THCN - 1979.
- 3-Giáo trình vật liệu học - Nghiêm Hùng -Trường đại học Bách khoa Hà nội - 1999
- 4-Kim loại học và nhiệt luyện - Trường đại học Bách khoa Hà Nội - 1988
- 5-Sách tra cứu thép gang thông dụng - Nghiêm Hùng - Trường đại học bách khoa Hà nội - 1997.
- 6-Sử dụng vật liệu phi kim loại trong ngành cơ khí - Hoàng Trọng Bá - NXB Khoa học và kỹ thuật - TP Hồ Chí Minh - 1995
- 7-Vật liệu composit - Trần Ích Thịnh - NXB Giáo dục - Hà nội - 1994
- 8-Vật liệu composite cơ học và công nghệ - Nguyễn Hoa Thịnh - Nguyễn Đình Đức - NXB khoa học và kỹ thuật Hà Nội - 2002
- 9-Ăn mòn và bảo vệ kim loại - W.A.Schultze - Phan Lương Cầm - Trường đại học Bách khoa Hà Nội - 1985
- 10-Ceramic - And Carbon - Matrix composites - Acadeician V.I. Trefelov -Institute for Problems of Materials Science - Kiev - 1995.
- 11-Des matériaux (Deuxième édition revue et augmentée) -Jean Marie DORLOT, Jean - Paul BAILON, Jacques MASOUNAVE. Éditions de L'école Polytechnique de Montréal - 1985.
- 12-Technique de l'ingénieur traité matériaux métalliques - Centre Francais d'exploitation.
- 13-Metallovedenie i termiteskaia abrbotka metallov - I.M. Lakhtin - Maxcva - 1979.
- 14- Element of X - ray crystallography - Azaroff . L.V - Megraw - Hill Book Co. Newyor - 1968.
- 15- Génie des matériaux - Jean Bernard Guillot- École centrale Paris - 2000-2001
- 16-Introduction à la science des matériaux - Jean-P.Mercier, Gérald Zambelli, Wilfred Kurz - 1999 (Presses Polytechniques et Universitair Romands)
- 17- Génie des matériaux (Travaux dirigés) - Jean Bernard Guillot - 1999-2000 - Écle centrale Paris
- 18- Matériaux composites - Cour et complément -Philippe Bompard 1993-1994 - École centrale Paris
- 19- Materialovedenie - I.M.Lakhtin - Maxcva - 1977