

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: VẬT LIỆU HỌC

NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT CƠ KHÍ

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 1480A/QĐ-LTT-ĐT ngày 29 tháng 11 năm 2019
của Trường Cao đẳng Lý Tự Trọng Thành phố Hồ Chí Minh*

Thành phố Hồ Chí Minh, năm 2019

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Vật liệu học là môn học cơ sở bao gồm nhiều kiến thức chung về vật liệu phục vụ cho sinh viên khoa Cơ khí và Ô tô.

Cuốn Giáo trình này được biên soạn gồm năm chương, nội dung các chương:

Chương 1: Lý thuyết cơ bản về kim loại và hợp kim

Chương 2: Thép - Gang – Hợp kim cứng

Chương 3: Nhiệt luyện và hóa nhiệt luyện

Chương 4: Kim loại màu và hợp kim màu

Chương 5: Chất dẻo, compozit

Nội dung các bài học tập trung chủ yếu trình bày các khái niệm về vật liệu, các đặc trưng cơ bản về vật liệu dùng trong ngành cơ khí và các ứng dụng của từng loại trong sản xuất hiện nay. Đây là phần lý thuyết về vật liệu cơ bản nhất, cung cấp những kiến thức khái quát về bản chất vật liệu để sinh viên có thể nghiên cứu, lựa chọn được những loại vật liệu phù hợp theo yêu cầu kỹ thuật.

Khi biên soạn giáo trình này chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, tác giả rất mong nhận được sự góp ý xây dựng của các quý thầy cô và sinh viên sử dụng giáo trình.

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 10 năm 2019

Tham gia biên soạn

Trương Thị Phương Hồng – Chủ biên

MỤC LỤC

Trang

Chương 1 _ NGUYÊN LÝ CƠ BẢN VỀ KIM LOẠI VÀ HỢP KIM	2
2.1 Cấu tạo mạng tinh thể của kim loại nguyên chất	2
2.2 Sự kết tinh và sự hình thành tổ chức kim loại	8
2.3 Hợp kim	12
2.4 Các phương pháp thử cơ tính của kim loại và hợp kim	17
Chương 2 _ THÉP –GANG-HỢP KIM CỨNG	25
2.1 Khái niệm về hợp kim	25
2.2 Thép cacbon	30
2.3 Gang	33
2.4 Thép hợp kim	37
2.5 Hợp kim cứng	40
Chương 3 _ NHIỆT LUYỆN VÀ HÓA NHIỆT LUYỆN	42
2.1 Nhiệt luyện	42
2.2 Hóa nhiệt luyện	50
Chương 4 _ KIM LOẠI MÀU VÀ HỢP KIM MÀU	53
2.1 Đồng và hợp kim đồng	53
2.2 Nhôm và hợp kim nhôm	57
2.3 Hợp kim ổ trượt	60
Chương 5 _ CHẤT DẼO, COMPOZIT	63
2.1 Chất dẻo	63
2.2 Compozit	69
Tài liệu tham khảo	

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: VẬT LIỆU HỌC

Mã môn học: CKC 104

Vị trí, tính chất của môn học

- Vị trí: Môn học được bố trí học năm đầu khóa học, song song hoặc trước các môn cơ sở khác.

- Tính chất: Đây là môn học cơ sở bắt buộc.

Mục tiêu môn học

- Kiến thức: Trình bày được ký hiệu, cơ lý tính, cấu tạo một số vật liệu cơ khí, điện; Chọn được vật liệu để chế tạo các chi tiết cơ khí, dụng cụ cắt đáp ứng yêu cầu kỹ thuật;

- Kỹ năng: Giải thích được các phương pháp nhiệt luyện, ủ, thường hóa, tôi, ram thép, thấm các bon, thấm nitơ và khả năng ứng dụng nhiệt luyện các chi tiết máy và dụng cụ cắt vào công việc cụ thể.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Nghiêm túc, trách nhiệm, chủ động, tích cực, chăm chỉ.

Nội dung môn học

Chương 1_ LÝ THUYẾT CƠ BẢN VỀ KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

1. Mục tiêu

- Trình bày và mô tả được cấu tạo mạng tinh thể của kim loại nguyên chất, hợp kim
- Cấu tạo tinh thể của thỏi đúc
- Biết cách thử cơ tính của kim loại và hợp kim
- Rèn luyện tính kiên trì, cẩn thận, chính xác;
- Nghiêm túc, trách nhiệm, chủ động, tích cực, chăm chỉ.

2. Nội dung

2.1. CẤU TẠO MẠNG TINH THỂ CỦA KIM LOẠI NGUYÊN CHẤT

2.1.1 Các liên kết cơ bản, liên kết kim loại

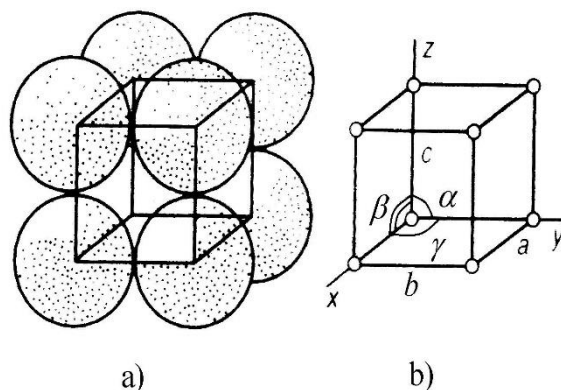
Trong thực tế, ta thường gặp nhiều loại liên kết. Ví dụ như tinh thể muối ăn NaCl có liên kết ion, trong đó các ion Na^+ và Cl^- liên kết với nhau bằng lực hút tĩnh điện. Mỗi ion đều chịu lực kéo như nhau, cân bằng về mọi phía, nên chúng nằm ở vị trí cân bằng.

Với kim loại, các ion của nó được ràng buộc với nhau bởi liên kết kim loại mà bản chất của nó là lực hút tĩnh điện, cân bằng về mọi phía giữa ion dương và các điện tử tự do bao quanh nó, giữ cho ion ở vị trí cân bằng. Trong kim loại, liên kết kim loại không hề thay đổi khi các ion thay đổi vị trí cân bằng. Nhờ đó, kim loại có tính dẻo cao (tức là sau khi biến dạng dịch chuyển tương đối, vị trí các nguyên tử - ion vẫn giữ nguyên cấu hình ban đầu). Đối với liên kết ion thì tinh thể bị biến đổi (vỡ vụn).

2.1.2 Cấu tạo mạng tinh thể lý tưởng

1. Mạng không gian, mạng tinh thể, nút mạng và ô cơ sở

Mạng không gian được tạo nên bởi các ion, nguyên tử, sắp xếp theo qui luật chặt chẽ, biểu diễn được ở dưới dạng hình học nhất định, được gọi là mạng tinh thể.



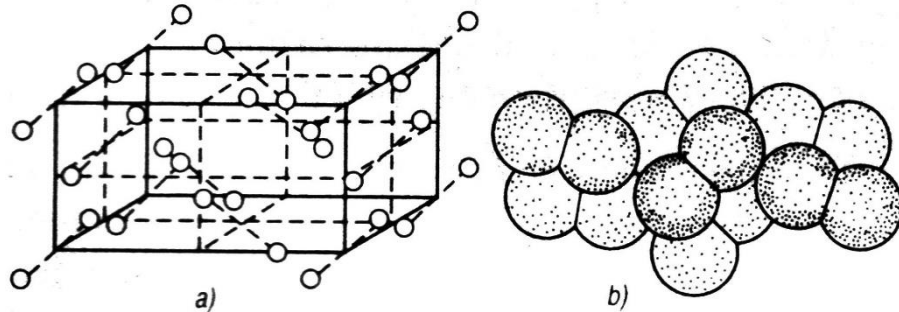
Hình 1.1 Các hạt cơ bản trong tinh thể

a) Biểu diễn không gian; b) Sơ đồ

Người ta thường biểu diễn mạng tinh thể gồm bởi vô số các ô nhỏ xếp liên tiếp nhau theo ba chiều đo trong không gian, đó là các khối cơ sở. Vậy khối cơ sở là phần nhỏ nhất, đặc trưng đầy đủ cho các tính chất hình học của mạng tinh thể. Vì thế trong thực tế biểu diễn

mạng tinh thể bằng khối cơ sở của nó là đủ (do đó việc biểu diễn mạng tinh thể trở nên đơn giản).

Vị trí cân bằng (trung tâm) mà các nguyên tử, ion dao động xung quanh được gọi là nút mạng (các đỉnh của ô cơ sở).



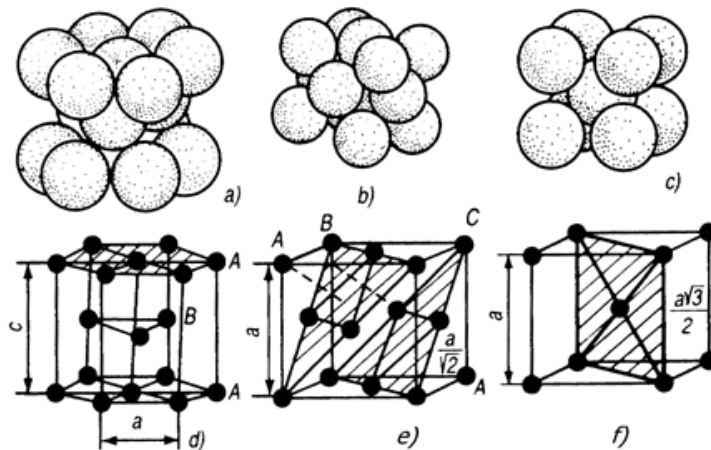
Hình 1.2 Mạng tinh thể iốt

a) Sơ đồ b) Biểu diễn không gian

2. Các kiểu mạng tinh thể thường gặp

Kim loại nguyên chất có ba dạng mạng tinh thể cơ bản (hình 1.3):

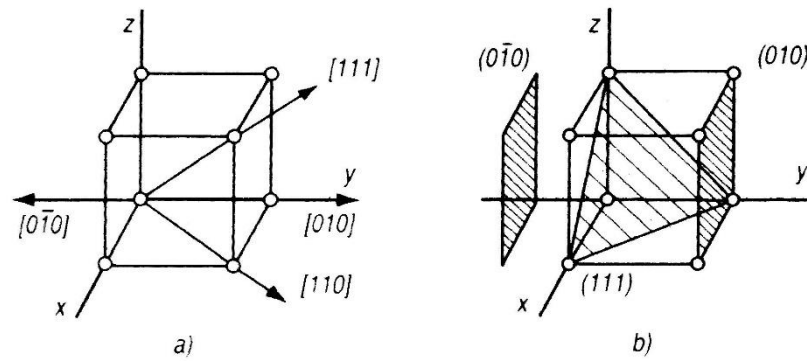
- + Lập phương thể tâm (LPTT) như Fe_α , Cr, W, Mo v.v...
- + Lập phương diện tâm (LPDT) như Fe_γ , Ni, Al, Cu v.v...
- + Lục giác xếp chặt (LGXC) như Zn, Co, Cd v.v...



Hình 1.3 Các ô cơ bản của một số kiểu mạng tinh thể

a, d) Lục giác xếp chặt; b, e) Lập phương diện tâm; c, f) Lập phương thể tâm

3. Ký hiệu mặt và phương tinh thể



Hình 1.4 Các chỉ số phương (a) và mặt (b)

Tọa độ của nút mạng biểu diễn bằng các số nguyên đặt trong dấu ngoặc vuông và được gọi là chỉ số của phương, đặt trong ngoặc tròn là các chỉ số của mặt.

4. Mật độ nguyên tử, lỗ hổng

Mật độ nguyên tử của mạng là phần thể tích tính ra phần trăm của mạng do các nguyên tử chiếm chỗ, được xác định bằng công thức (tính cho một khối cơ sở).

$$M_v = \frac{n \cdot v}{V} \cdot 100\%$$

Trong đó :

M_v : mật độ nguyên tử hay mật độ khối.

n : số nguyên tử của khối cơ sở.

v : thể tích của nguyên tử.

V : thể tích của khối cơ sở.

Ví dụ, trong mạng lập phương thể tâm các đại lượng đó được tính:

$$n = 1 \text{ (giữa)} + 8 \text{ (đỉnh)} \cdot \frac{1}{8} = 2$$

v : coi nguyên tử như quả cầu tròn, bán kính tính được là :

$$r = \frac{1}{4} a\sqrt{3} \text{ nên } v = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{a\sqrt{3}}{4} \right)^3$$

V : khối cơ sở là hình lập phương nên $V = a^3$. Thay các giá trị này vào công thức tính được $M_v = 68\%$, như vậy mạng lập phương thể tâm có 32% thể tích là các lỗ hổng.

5. Các tính chất đặc trưng của vật liệu tinh thể

Các vật tinh thể được đặc trưng bởi sự sắp xếp có trật tự trong không gian của các hạt (ion, nguyên tử, phân tử) tạo nên tinh thể.

Tính chất của tinh thể phụ thuộc vào cấu tạo điện tử của các nguyên tử, sự phân bố trong không gian của các hạt cơ bản, thành phần hóa học, kích thước và hình dáng tinh thể.

Dạng thù hình là sự tồn tại hai hay nhiều cấu trúc mạng tinh thể khác nhau của cùng một nguyên tố hay một hợp chất hóa học. Quá trình thay đổi cấu trúc mạng từ dạng thù hình này sang dạng thù hình khác gọi là chuyển biến thù hình, ký hiệu bằng α , β , γ , δ , ϵ v.v... bắt đầu từ nhiệt độ thấp nhất.

Ví dụ: sắt là kim loại có tính thù hình, có mạng lập phương thể tâm ở hai khoảng nhiệt độ dưới 911°C – ký hiệu là Fe_{α} và từ $(1392 \div 1539)^{\circ}\text{C}$ là Fe_{δ} . Có mạng lập phương diện tâm ở $(911 \div 1392)^{\circ}\text{C}$ với ký hiệu là Fe_{γ} ; còn ký hiệu Fe_{β} là Fe_{α} mất từ tính, tồn tại ở thấp hơn 768°C .

Không những nhiệt độ mà cả áp suất cũng gây ra chuyển biến thù hình. Khi chuyển biến thù hình các tính chất cơ, lý của vật liệu có thù hình có thể thay đổi đột ngột, dẫn đến các hiệu ứng quan trọng, có thể lợi hay có hại.

2.1.3 Cấu tạo mạng tinh thể thực tế

1. Đơn tinh thể

Đôi khi có thể gặp các khối kim loại có kích thước nhỏ (nhiều nhất tới hàng gam), trong đó mạng tinh thể có mặt, phương được giữ đồng nhất ở mọi điểm đó là đơn tinh thể. Có thể coi đơn tinh thể là một mạng tinh thể lớn, đồng nhất về hình học.

Đặc điểm quan trọng của đơn tinh thể là nó có tính dị hướng, tức là theo các phương, tính chất cần xác định có giá trị lớn nhỏ khác nhau (có khi tới hàng chục lần) do mật độ của các nguyên tử khác nhau, do đó lực liên kết lớn, bé khác nhau.

Trong chế tạo máy thông thường hầu như không gặp đơn tinh thể.

2. Đa tinh thể, hạt và độ hạt

Trong thực tế các chi tiết kim loại dù có kích thước nhỏ cũng rất lớn so với từng đơn tinh thể, từng tinh thể, nên chúng luôn bao gồm vô số tinh thể gắn bó với nhau. Trạng thái tập hợp như vậy được gọi là trạng thái đa tinh thể mà mỗi phần trong nó được gọi là tinh thể hay hạt.

Như vậy, thông thường kim loại gồm nhiều hạt gắn bó với nhau.

3. Sai lệch mạng tinh thể

Trong thực tế, ngay trong bản thân mỗi hạt hay đơn tinh thể, không phải mọi nguyên tử hay ion đều ở đúng vị trí quy định, mà ở một số bộ phận của mạng còn có những nguyên tử nằm lệch vị trí gây nên sai lệch. Số nguyên tử nằm lệch vị trí như vậy rất ít (thường không quá 1% số nguyên tử của mạng) song những sai lệch đó thường có nhiều ảnh hưởng lớn.

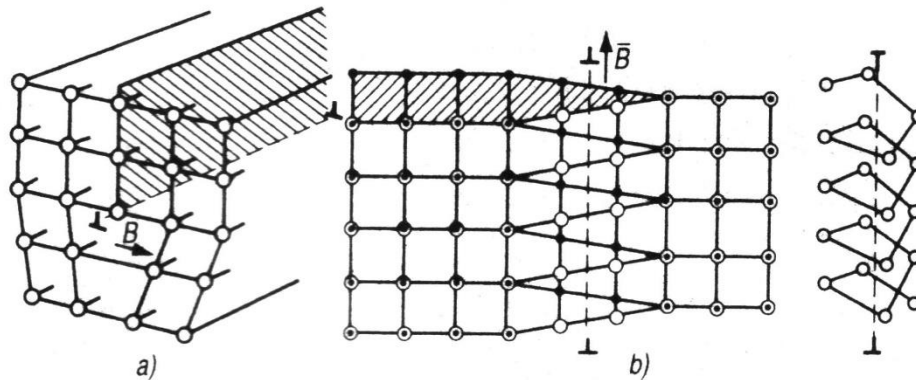
Sai lệch điểm: Kim loại càng nhiều tạp chất, dạng sai lệch này càng nhiều.

Sai lệch đường – Lệch: Sai lệch đường có tác dụng rất lớn tới các tính chất của kim loại đặc biệt là cơ tính

Lệch biên (lệch thẳng): Lệch biên có tác dụng rất lớn đến quá trình trượt.

Lệch xoắn: Lệch xoắn có ý nghĩa to lớn khi kết tinh.

Sai lệch mặt: Biên giới hạt là một dạng sai lệch mặt điển hình.



Hình 1.5 Sơ đồ lệch biên (a) và lệch xoắn (b)

2.1.4 Các phương pháp nghiên cứu kim loại và hợp kim

1. Cấu trúc nghiên cứu bằng tia Ronghen

Tia Ronghen là các sóng điện từ với bước sóng rất ngắn $\lambda = (0,005 \div 2) \cdot 10^{-8}$ cm nên có năng lượng lớn, có thể đâm xuyên. Căn cứ vào ảnh vạch nhiễu xạ của tia phản chiếu từ các mặt tinh thể ta có thể suy ra một cách chính xác kiểu mạng tinh thể tồn tại cũng như các giá trị của thông số mạng.

2. Cấu trúc nghiên cứu bằng mắt thường và kính lúp

- Quan sát mặt gãy là phương pháp nghiên cứu tổ chức kim loại một cách thô sơ nhất. Quan sát kim loại ở chỗ gãy vỡ (mặt, vết gãy, vỡ) bằng mắt cũng cho ta những khái niệm rất sơ bộ về mức độ hoàn thiện của tổ chức kim loại, có thể phát hiện:

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

Với điều kiện chúng có kích thước $\geq 0,15$ mm là giới hạn phân biệt của mắt.

Thường dùng phương pháp này để phân tích nguyên nhân gãy vỡ trên các chi tiết thật.

- Tổ chức thô đại

Đem mài nhẵn mặt gãy bằng giấy nhám (ráp) sẽ thấy rõ được một số dạng hỏng: nứt, lăn xỉ, rỉ. Nếu dùng kính lúp để soi thì có thể phát hiện được các khuyết tật kể trên tới kích thước nhỏ tới 0,05 mm.

Nếu dùng một số hóa chất thích hợp để ăn mòn nhẹ bề mặt mài sẽ phát hiện được sự không đồng nhất của tổ chức như: lớp tôi bề mặt, lớp thấm, tổ chức thớ, sự thiên tích của photpho và lưu huỳnh.

3. Cấu trúc nghiên cứu bằng kính hiển vi kim loại học và hiển vi điện tử

Nghiên cứu tổ chức tế vi là phương pháp nghiên cứu tổ chức kim loại bằng kính hiển vi, được dùng rộng rãi trong sản xuất và ngay cả trong nghiên cứu. Thường dùng là kính hiển vi quang học và kính hiển vi điện tử.

Kính hiển vi quang học, cho phép có độ phóng đại từ 50 đến 2000 lần, mẫu chế tạo không phức tạp, phương pháp tổ chức tế vi quang học được dùng rất phổ biến trong sản xuất. Phương pháp tổ chức tế vi quang học đã có vai trò rất lớn trong nghiên cứu và sản xuất, song với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học hiện đại nhiều khi nó không có hiệu lực vì không phát hiện được các cấu trúc nhỏ hơn giới hạn trên. Lúc đó phải dùng kính hiển vi điện tử.

Kính hiển vi điện tử, có khả năng phân tích gần tới khoảng cách nguyên tử. Phương pháp tổ chức tế vi điện tử chủ yếu được dùng trong nghiên cứu.

Hai phương pháp tổ chức tế vi chỉ cho ta biết số lượng, hình dạng, kích thước và sự phân bố của hạt và các phần tử, chỉ có sử dụng tia Ronghen mới cho biết kiểu mạng tinh thể.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các đặc tính của kim loại
2. Trình bày cấu tạo mạng tinh thể lý tưởng
3. Trình bày cấu tạo mạng tinh thể thực tế
4. Người ta thường dùng các phương pháp nào để nghiên cứu kim loại và hợp kim?

2.2 SỰ KẾT TINH VÀ SỰ HÌNH THÀNH TỔ CHỨC KIM LOẠI

2.2.1 Điều kiện xảy ra kết tinh

1. Cấu tạo của kim loại lỏng

Có điện tử tự do và liên kết kim loại.

Các nguyên tử có xu hướng sắp xếp trật tự thể hiện ở chỗ nó luôn có những nhóm nhỏ nguyên tử sắp xếp trật tự gần (không có trật tự xa như ở trạng thái rắn).

Khi những nhóm trật tự đó xuất hiện, chúng sẽ tồn tại trong một thời gian ngắn nhưng để rồi sau đó lại tan đi và xuất hiện ở chỗ khác, tức chúng ở trạng thái liên tiếp tạo thành rồi tan đi.

Như vậy kim loại lỏng gần với trạng thái tinh thể hơn trạng thái khí, điều này giúp nó kết tinh (tạo nên mạng tinh thể và hạt) một cách dễ dàng.

2. Biến đổi năng lượng khi kết tinh

Sự biến đổi năng lượng quyết định chiều hướng của mọi chuyển biến (phản ứng hóa học, kết tinh, biến đổi pha v.v...). Năng lượng tự do của các trạng thái phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ.

Khi làm nguội qua nhiệt độ T_S (được gọi là nhiệt độ kết tinh lý thuyết) sẽ có sự chuyển trạng thái từ lỏng sang rắn, tức là xảy ra kết tinh. Tuy nhiên, tại đúng nhiệt độ $T_{KT}=T_S$ khi làm nguội vẫn chưa xảy ra kết tinh, vì hai trạng thái cân bằng nhau tức là trong đơn vị thời gian có bao nhiêu lỏng biến thành tinh thể thì ngược lại có bấy nhiêu tinh thể chảy ra thành lỏng.

Sự kết tinh thực tế chỉ xảy ra ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ kết tinh lý tưởng một khoảng nhất định.

3. Độ quá nguội

Người ta gọi hiệu số giữa nhiệt độ kết tinh lý thuyết T_S với nhiệt độ kết tinh thực tế T_{KT} là độ quá nguội ΔT .

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

Như vậy có thể nói: sự kết tinh chỉ xảy ra với độ quá nguội.

Nhiệt độ kết tinh của kim loại cho trong các sổ tay, tài liệu chính là nhiệt độ kết tinh lý thuyết, bởi cùng một kim loại, nhiệt độ kết tinh thực tế trong khuôn cát cao hơn trong khuôn kim loại, do vậy không thể có nhiệt độ kết tinh thực tế.

2.2.2 Hai quá trình của sự kết tinh

1. Tạo mầm

Tạo mầm (hình 2.1a) là quá trình tạo ra các phần tử rắn mà thực chất là những phần tử rắn có cấu tạo tinh thể, với kích thước đủ lớn được cố định lại, chúng không bị tan đi như trước đó mà phát triển lên như là trung tâm của tinh thể (hạt). Có hai loại mầm: tự sinh và ký sinh.

Mầm tự sinh là sự tạo mầm từ kim loại lỏng đồng nhất không có sự trợ giúp của các phần tử rắn có sẵn ở trong nó.

Mầm ký sinh là sự tạo mầm ở trên bề mặt phần tử rắn có sẵn ở trong kim loại. Đây là dạng tạo mầm tự nhiên (kim loại lỏng dù nguyên chất đến đâu cũng còn có tạp chất trong đó

có các phần tử rắn không tan). Trong nhiều trường hợp người ta còn cố ý đưa thêm các phần tử rắn vào để hỗ trợ quá trình kết tinh.

2. Phát triển mầm

Sự phát triển lên về kích thước của mầm là quá trình tự nhiên vì giảm năng lượng tự do. Trong thực tế sự phát triển mầm không đều theo các phương, mật độ nguyên tử của phương càng dày tốc độ phát triển càng cao. Theo phương tản nhiệt mạnh, mầm phát triển mạnh hơn theo phương tản nhiệt yếu.

2.2.3 Sự hình thành hạt

1. Tiến trình kết tinh

Khi các mầm tạo nên trước đang phát triển lên thì trong kim loại lỏng vẫn tiếp tục sinh thêm mầm mới.

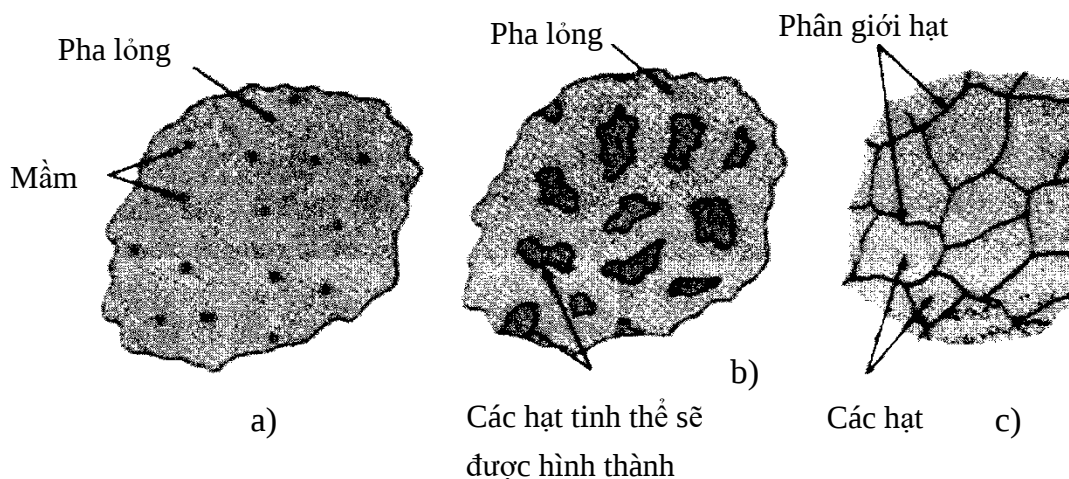
Sự kết tinh sẽ kết thúc khi các mầm phát triển lên đi đến gặp nhau và kim loại lỏng hết. Các hạt từ mầm sinh ra trước có nhiều thời gian và nhiều kim loại lỏng bao quanh hơn sẽ có điều kiện phát triển hơn nên sẽ to hơn, ngược lại các hạt từ mầm sinh sau sẽ nhỏ hơn.

Trong kim loại lỏng, các mầm được định hướng một cách ngẫu nhiên nên phương mạng của hạt không đồng hướng mà lệch nhau một góc đáng kể, do đó xuất hiện vùng biên giới hạt với mạng tinh thể bị xô lệch.

2. Sự hình thành hạt

Sự hình dạng hạt (hình 1.6 b, c) có ảnh hưởng đến chất lượng kim loại.

Hình dạng của hạt phụ thuộc vào mối tương quan tốc độ phát triển mầm theo các phương



Hình 1.6 Sơ đồ quá trình kết tinh từ thể lỏng của kim loại

khác nhau, và chính điều này lại phụ thuộc vào bản chất kim loại (kiểu mạng tinh thể) và điều kiện tản nhiệt.

Độ lớn của hạt ảnh hưởng đến cơ tính. Do vậy thường phải xác định kích thước hạt kim loại. Do không thể tách các hạt kim loại riêng rẽ ra để đo nên cần phải có những quy ước để đánh giá độ lớn của chúng. Thường xác định độ lớn của hạt trên tổ chức tế vi.

2.2.4 Các phương pháp tạo hạt nhỏ khi đúc

1. Tăng độ quá nguội

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

2. Biến tính

Biến tính là phương pháp làm nhỏ hạt rất có hiệu quả, đó là cách cho vào kim loại lỏng trước khi rót khuôn (thường là cho vào thùng rót) một lượng rất nhỏ (không quá 0,1% trọng lượng kim loại lỏng) chất đặc biệt có tác dụng làm nhỏ hạt, thậm chí đôi khi thay đổi cả hình dạng hạt. Cơ chế làm nhỏ hạt của chất biến tính như sau:

- Kết hợp với tạp chất hoặc khí hòa tan trong kim loại lỏng để tạo ra các hợp chất khó chảy, không tan, ở dạng các phần tử lơ lửng, chúng giúp cho sự tạo mầm ký sinh. Phần lớn chất biến tính thuộc loại này. Ví dụ, cho nhôm vào thép lỏng với lượng nhỏ (khoảng 20 đến 50g/1T thép lỏng) giúp tạo nên mầm ký sinh, thời thép đúc sẽ có hạt nhỏ.

- Hòa tan vào kim loại lỏng làm giảm tốc độ phát triển mầm (v).

2.2.5 Cấu tạo tinh thể của thỏi đúc

1. Ba vùng tinh thể của thỏi đúc

Các thỏi (thép) đúc thường có dạng tròn hay vuông, chúng được đúc trong khuôn kim loại, đôi khi được làm nguội bằng nước.

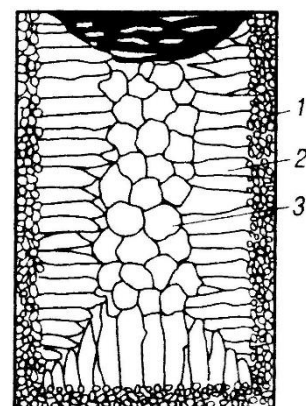
Từ ngoài vào trong có ba vùng tinh thể lần lượt như sau: (hình 1.7)

Vỏ ngoài cùng là lớp hạt nhỏ đẳng trục 1. Kim loại lỏng đầu tiên tiếp xúc với thành khuôn nguội nên kết tinh với độ quá nguội ΔT lớn và do tác dụng tạo mầm của bề mặt khuôn nên hạt tạo thành nhỏ. Do thành khuôn có độ nhấp nhô nên các mầm phát triển theo các phương ngẫu nhiên, do đó trục hạt phát triển đều theo mọi phía (đẳng trục).

Vùng tiếp theo có hạt tương đối lớn hình trụ 2 tức kéo dài vuông góc với thành khuôn. Sau khi vỏ ngoài đã kết tinh xong thành khuôn mới bắt đầu nóng lên, nên kim loại lỏng kết tinh với ΔT nhỏ hơn nên hạt tạo thành có lớn hơn. Hạt phát triển lên theo chiều ngược với chiều tản nhiệt do đó có phương vuông góc với thành khuôn (phương thoát nhiệt). Kết quả thu được hạt tương đối lớn, hình trụ dài theo phương vuông góc với thành khuôn.

Vùng ở giữa các hạt lớn đẳng trục 3. Cuối cùng khi kim loại lỏng ở giữa kết tinh, thành khuôn đã nóng lên nhiều, làm cho hạt trở nên lớn, phát triển theo mọi phương.

Trong ba vùng trên, vùng ngoài cùng luôn luôn là lớp vỏ mỏng, còn hai vùng sau có mối tương quan với nhau phụ thuộc vào điều kiện làm nguội khuôn.



Hình 1.7 Ba vùng tinh thể của thỏi đúc

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày điều kiện xảy ra kết tinh.
2. Hai quá trình của sự kết tinh và sự hình thành hạt xảy ra như thế nào?
3. Trình bày các phương pháp tạo hạt nhỏ khi đúc
4. Mô tả cấu tạo tinh thể của thỏi đúc.

2.3 HỢP KIM

2.3.1 Khái niệm về hợp kim

1. Định nghĩa

Hợp kim là vật thể của nhiều nguyên tố và mang tính chất kim loại, nguyên tố chính trong hợp kim phải là kim loại.

Thành phần của các nguyên tố trong hợp kim thường được biểu thị bằng phần trăm trọng lượng. Hợp kim đơn giản chỉ gồm hai nguyên tố, hợp kim phức tạp gồm từ ba nguyên tố trở lên.

2. Tính ưu việt của hợp kim

Trong chế tạo cơ khí, vật liệu thường dùng là hợp kim, hầu như không dùng kim loại nguyên chất do hợp kim có nhiều ưu điểm phù hợp với chế tạo cơ khí.

Trước hết vật liệu chế tạo máy phải có độ bền cao, về mặt này hợp kim hơn hẳn kim loại nguyên chất. Độ cứng, các giới hạn bền, chảy, đàn hồi cao hơn hẳn, trong khi đó độ dẻo, độ dai vẫn đủ cao. Còn kim loại nguyên chất tuy rất dẻo và dai song lại kém bền, cứng, bị mài mòn nhanh. Kim loại nguyên chất có tính dẻo cao để gia công áp lực, nhưng khó đúc, gia công cắt và không hóa bền được bằng nhiệt luyện.

Các hợp kim có tính công nghệ khác nhau và phù hợp với từng điều kiện gia công như: gia công áp lực ở trạng thái nóng và nguội, đúc, gia công cắt, nhiệt luyện v.v... bảo đảm cho chế tạo sản phẩm có năng suất cao.

Luyện hợp kim dễ hơn kim loại nguyên chất do thép và gang có nhiệt độ chảy thấp hơn Fe, không hoặc ít phải khử bỏ cacbon và một số tạp chất khác.

3. Một số khái niệm

Pha: là những phần tử của hợp kim có thành phần đồng nhất ở cùng một trạng thái và ngăn cách với các pha khác bằng bề mặt phân chia (nếu ở trạng thái rắn thì phải có sự đồng nhất về cùng một kiểu mạng và thông số mạng)

Hệ: là một tập hợp các pha ở trạng thái cân bằng (ổn định).

Cấu tử (nguyên): là một vật chất độc lập có thành phần không đổi, tạo nên các pha của hệ. Trong một số trường hợp, nguyên cũng là các nguyên tố hóa học hay hợp chất hóa học có tính ổn định cao.

Ví dụ: Trạng thái gồm nước và nước đá (ở 0°C) là hệ một cấu tử là H₂O (chất hóa học ổn định) và gồm hai pha nước (lỏng) và nước đá (rắn). Ở đây chúng là hai pha khác nhau vì chúng khác nhau về trạng thái và có bề mặt phân chia tuy thành phần là giống nhau.

Hợp kim Cu – Ni là hệ hai cấu tử (Cu, Ni) ở trạng thái rắn hoặc lỏng chỉ gồm một pha vì tạo ra dung dịch rắn hoặc lỏng đồng nhất.

Hợp kim Cu – Pb là hệ hai cấu tử (Cu, Pb) nhưng ở trạng thái rắn cũng như lỏng lại gồm hai pha do chúng không tan vào nhau và giữa chúng có bề mặt phân chia.

2.3.2 Các kiểu cấu trúc mạng tinh thể của hợp kim

1. Dung dịch rắn

Dung dịch rắn có nhiều điểm giống với dung dịch lỏng song có điều khác nhau cơ bản giữa chúng là dung dịch rắn có cấu trúc mạng tinh thể.

Khi hai nguyên tố hòa tan vào nhau ở trạng thái rắn, một nguyên tố giữ nguyên kiểu mạng được gọi là dung môi, còn nguyên tố kia phân bố tương đối đều đặn vào trong mạng của nguyên tố dung môi và được gọi là nguyên tố hòa tan.

Ký hiệu dung dịch rắn của cùng một hệ bằng các chữ Hy Lạp α , β , γ v.v... hoặc bằng A(B) trong đó A: chất dung môi, B: chất hòa tan.

Các dung dịch rắn của kim loại có những đặc tính chung sau:

- Có liên kết là liên kết kim loại.
- Cấu trúc mạng tinh thể giống kim loại dung môi (là nguyên tố chiếm tỷ lệ cao nhất) và thường có kiểu mạng đơn giản như lập phương thể tâm, lập phương diện tâm v.v...
- Thành phần các nguyên tố có thể thay đổi trong phạm vi khá rộng mà vẫn không làm thay đổi cấu trúc mạng.
- Nguyên tử nguyên tố hòa tan đi vào mạng của kim loại dung môi như là các nguyên tử lạ làm xô lệch mạng gây nên những sai lệch mạng.
- Về cơ tính, dung dịch rắn vẫn giữ được độ dẻo cao (do giữ lại kiểu mạng đơn giản của kim loại nguyên chất) song có độ bền, độ cứng cao hơn (do mạng tinh thể bị xô lệch).

Tùy theo vị trí phân bố của nguyên tử hòa tan ở trong mạng tinh thể của kim loại, dung môi sẽ có hai loại dung dịch rắn: dung dịch rắn thay thế và dung dịch rắn xen kẽ.

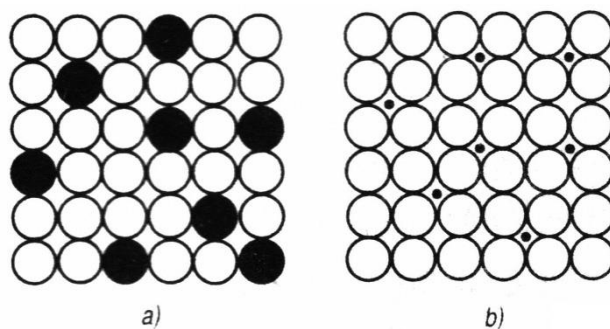
- Dung dịch rắn thay thế

+ Khi nguyên tử của nguyên tố hòa tan đi vào mạng tinh thể kim loại dung môi ở chính nút mạng, tức là thay thế cho nó thì tạo nên dung dịch rắn thay thế. Trong thực tế sự thay thế không khỏi dẫn tới làm thay đổi thông số mạng, làm xô lệch mạng, tăng độ bền, cứng, giảm độ dẻo (thường không giảm mạnh) so với dung môi (hình 1.8a).

+ Theo độ hòa tan lại chia ra: dung dịch rắn thay thế hòa tan vô hạn và có hạn.

Khi nguyên tử hòa tan B có thể lần lượt thay thế các vị trí của kim loại dung môi A một cách liên tục thì sẽ tạo nên được một dãy dung dịch rắn liên tục hay hòa tan vô hạn.

Khi các nguyên tử hòa tan B chỉ có thể thay thế các vị trí của nguyên tử kim loại dung môi với một tỷ lệ tối đa nào đó thì dung dịch rắn tạo thành là loại hòa tan có hạn.



Hình 1.8 Sơ đồ cấu trúc tinh thể của dung dịch rắn

a) Dung dịch rắn thay thế; b) Dung dịch rắn xen kẽ

- Dung dịch rắn xen kẽ

Trong dung dịch rắn xen kẽ, các nguyên tử hòa tan đi vào mạng kim loại dung môi ở giữa các nút mạng, tức xen kẽ vào các lỗ hổng của mạng (hình 1.8b).

Dung dịch rắn xen kẽ thường được tạo thành bởi dung môi là kim loại có đường kính nguyên tử lớn như Fe, Cr, W, Ti v.v... và nguyên tố hòa tan là các á kim có đường kính nguyên tử nhỏ như: C, N, H, B.

2. Pha trung gian hợp chất hóa học

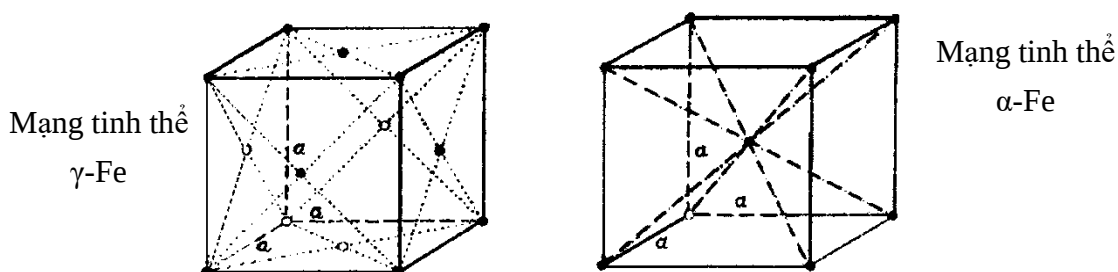
Ngoài dung dịch rắn ra trong hợp kim còn có tính chất gần như các hợp chất hóa học thường gặp nhưng cũng có một số nét của dung dịch rắn nên gọi là pha trung gian.

Mạng tinh thể pha trung gian có kiểu khác với các nguyên tố tạo thành nó (thường là phức tạp hơn) nên không giữ được tính dẻo của kim loại nguyên chất (hình 1.9 và 1.10).

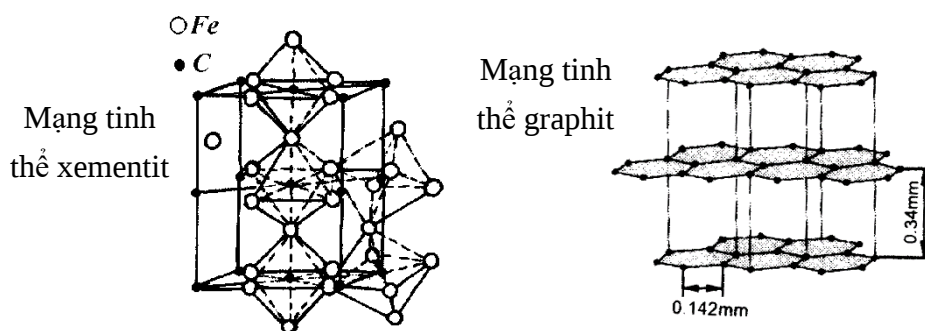
Có tính điển hình là giòn, độ cứng cao và có nhiệt độ chảy khá cao.

Các pha trung gian thường gặp là pha xen kẽ và pha điện tử, đó là các pha có liên kết kim loại.

Ngoài ra, còn gặp nhiều pha trung gian khác, đa số là giòn và ngay cả các hợp chất hóa học như oxyt, sunfua.



Hình 1.9 Mạng tinh thể của các nguyên thành phần



Hình 1.10 Mạng tinh thể của pha trung gian

(khác với mạng của các nguyên thành phần trên hình 1.9)

3. Hỗn hợp cơ học

Trong hệ hợp kim, có những nguyên tố không hòa tan vào nhau cũng không liên kết tạo thành hợp chất hóa học mà chỉ liên kết với nhau bằng lực cơ học thuần túy, hệ hợp kim đó

được gọi là hỗn hợp cơ học. Như vậy hỗn hợp cơ học không làm thay đổi mạng nguyên tử của các nguyên tố thành phần.

2.3.3 Giảm độ trạng thái của hợp kim hai cấu tử

1. Khái niệm về giảm độ trạng thái hai cấu tử

a. Khái niệm về giảm độ trạng thái

Không có quy luật chung để xác định sự tương tác giữa các nguyên tố ở trạng thái rắn. Đối với từng cặp nguyên tố, quy luật tương tác giữa chúng chỉ biết được bằng thực nghiệm và được ghi lại nhờ giảm độ trạng thái.

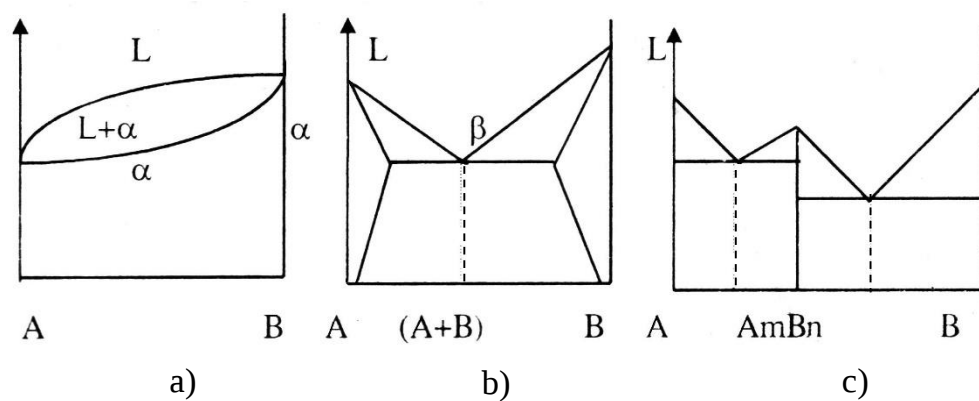
Sự biến đổi trạng thái và tổ chức của hệ hợp kim phụ thuộc vào nhiệt độ và thành phần, để biểu thị mối quan hệ đó đối với mỗi hệ người ta dùng giảm độ trạng thái.

b. Công dụng của giảm độ trạng thái

Từ giảm độ trạng thái có thể xác định được:

- Nhiệt độ chảy, chuyển biến pha của các hợp kim trong hệ khi nung nóng và làm nguội, nhờ đó xác định được dễ dàng các chế độ đúc, luyện, rèn, cán, hàn, nhiệt luyện.
- Trạng thái pha (pha, thành phần và tỷ lệ giữa các pha) của các hợp kim trong hệ, từ đó suy đoán được các đặc tính cơ bản và công dụng của chúng.

2. Cấu tạo của giảm độ trạng thái hai cấu tử



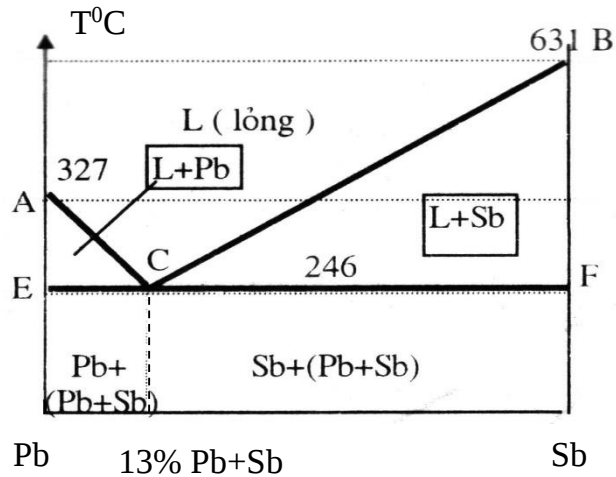
Hình 1.12 Một số loại giảm độ hệ hợp kim hai cấu tử (nguyên)

Hình 1.12a Hai hợp kim A và B ở trạng thái lỏng hòa tan hoàn toàn, ở trạng thái đặc tạo thành dung dịch đặc hòa tan vô hạn (Cu-Ni) - giảm độ loại 1

Hình 1.12b Hai hợp kim A và B ở trạng thái lỏng hòa tan hoàn toàn, ở trạng thái đặc tạo thành dung dịch đặc hòa tan có hạn (Cu-Al) - giảm độ loại 3

Hình 1.12c Hai hợp kim A và B ở trạng thái lỏng hòa tan hoàn toàn, ở trạng thái đặc tạo thành hợp chất hóa học $AmBn$ và hỗn hợp cơ học cùng tinh dung dịch đặc hòa tan có hạn (Mg-Ca) - giản đồ loại 4.

Hình 1.13 Hai hợp kim A và B ở trạng thái lỏng hòa tan hoàn toàn, ở trạng thái đặc tạo thành hỗn hợp cơ học cùng tinh A và B (hình 1.12) - giản đồ loại 2.



Hình 1.13 Giản đồ trạng thái hệ Pb-Sb

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày khái niệm, định nghĩa về hợp kim.
2. Trình bày các kiểu cấu trúc mạng tinh thể của hợp kim.
3. Mô tả giản đồ trạng thái của hợp kim hai cấu tử, cho ví dụ.

2.4 CÁC PHƯƠNG PHÁP THỬ CƠ TÍNH CỦA KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

2.4.1 Các đặc trưng cơ tính thông thường của vật liệu

1. Độ bền tĩnh

Các chỉ tiêu phản ánh độ bền tĩnh là các giới hạn đàn hồi, chảy và bền, đơn vị N/mm², MN/mm², Pa, MPa v.v...

Giới hạn đàn hồi là ứng suất lớn nhất tác dụng lên mẫu mà khi bỏ nó mẫu không thay đổi hình dạng và kích thước, ký hiệu là σ_{dh} .

Giới hạn chảy là ứng suất tại đó kim loại bị ‘chảy’, tức là ứng suất bé nhất bắt đầu gây nên biến dạng dẻo, thường được xác định ứng với đoạn gần nằm ngang trên biểu đồ kéo, ký hiệu là σ_{ch} .

Giới hạn chảy quy ước $\sigma_{0,2}$ là ứng suất dưới tác dụng của nó sau khi bỏ tải trọng mẫu bị biến dạng dư là 0,2% so với chiều dài ban đầu.

Giới hạn bền σ_b là ứng suất cao nhất mà mẫu chịu đựng được trước khi phá hủy.

Độ bền được coi như chỉ tiêu cơ tính quan trọng nhất, nó quyết định khả năng làm việc, tuổi thọ của chi tiết máy.

2. Độ dẻo

Độ dẻo là tập hợp của các chỉ tiêu cơ tính phản ánh độ biến dạng dư của vật liệu khi bị phá hủy bằng tải trọng tĩnh, nó quyết định khả năng biến dạng dẻo trong gia công áp lực.

Được đặc trưng bởi độ dẫn dài tương đối:

$$\delta = \frac{(l_u - l_0)}{l_0} \cdot 100\%$$

l_u là chiều dài mẫu thử khi bị phá hủy (mm), l_0 là chiều dài mẫu thử ban đầu (mm)

và độ thắt tỉ đối:

$$\psi = \frac{(S_u - S_0)}{S_0} \cdot 100\%$$

S_u là tiết diện mẫu thử khi bị đứt (mm²); S_0 là tiết diện ban đầu của mẫu thử (mm²).

Các đại lượng độ dẫn dài tương đối và độ thắt tỉ đối đặc trưng cho độ dẻo của kim loại, các đại lượng này càng lớn độ dẻo của kim loại càng cao.

3. Độ dai va đập

Rất nhiều chi tiết làm việc chịu tải trọng va đập, như ô tô gặp vật cản hay bị phanh đột ngột. Đánh giá khả năng làm việc của chi tiết chịu tải trọng động như vậy bằng cách uốn, tức thử độ dai va đập.

Độ dai va đập là công tiêu phí để phá hủy một đơn vị diện tích tiết diện ngang được đo theo đơn vị kJ/m².

4. Độ bền mỏi và độ cứng

Giới hạn bền mỏi là chỉ tiêu cơ tính quan trọng để đánh giá khả năng làm việc của chi tiết dưới tải trọng thay đổi như trục, bánh răng, lò xo, nhíp v.v...

Nâng cao độ bền, hạn chế vết nứt mỏi, tạo cho bề mặt độ bóng cao, không có rãnh, lỗ, tránh tiết diện thay đổi đột ngột nâng cao giới hạn mỏi.

2.4.2 Các phương pháp thử vật liệu thường sử dụng

1. Thử kéo và nén

a. Thử kéo

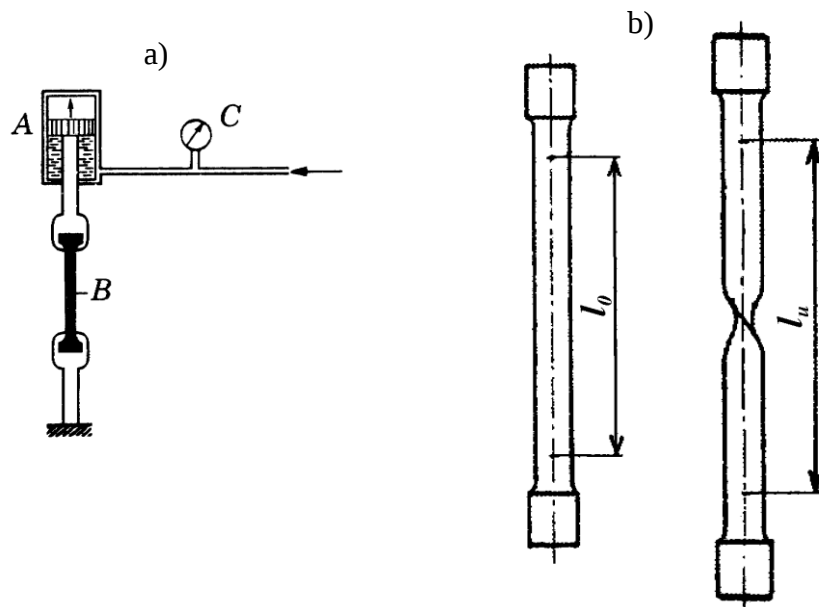
Mục đích: Để xác định các đại lượng đặc trưng cơ học của kim loại như giới hạn đàn hồi, giới hạn chảy, giới hạn bền kéo, độ giãn dài, độ thắt tỉ đối.

Thực hiện: Dùng máy kéo để kéo mẫu thử tiêu chuẩn cho đến khi mẫu bị đứt (hình 1.13), biểu đồ diễn biến dạng Δl theo tải trọng P (hình 1.13).

- Đối với vật liệu dẻo

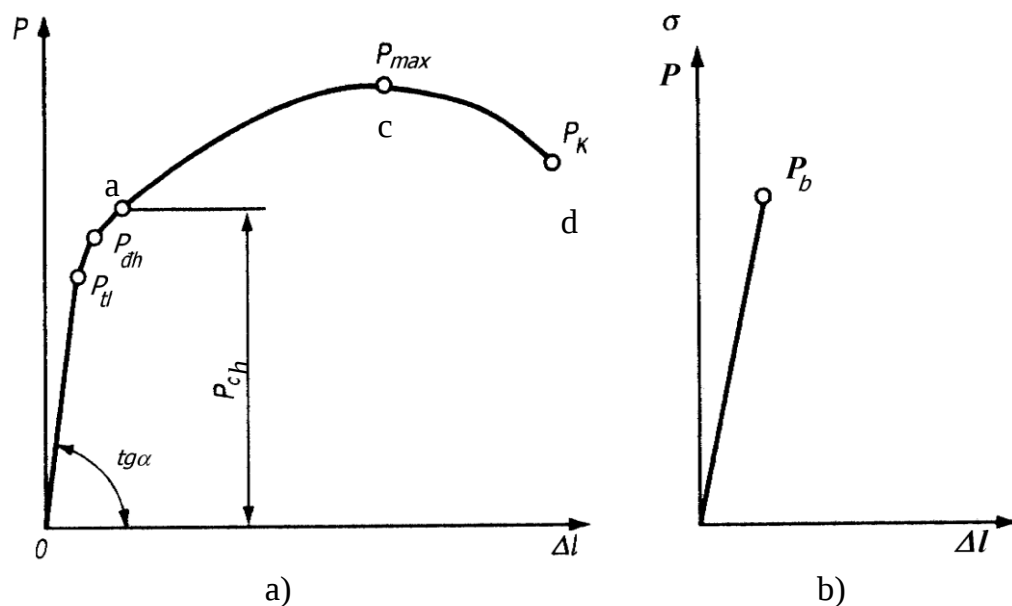
Khi tải trọng $P < P_{ch}$, biến dạng Δl tỉ lệ bậc nhất với tải trọng P .

Khi $P = P_{ch}$, mẫu tiếp tục bị biến dạng một đoạn **ac** (hình 1.14a), còn gọi là giai đoạn biến dạng dẻo.



Hình 1.13 a) Sơ đồ thử kéo

b) Mẫu thử kéo



Hình 1.14 Biểu đồ biểu thị mối quan hệ giữa lực kéo và biến dạng

a) Mẫu vật liệu dẻo

b) Mẫu vật liệu giòn

Tiếp tục tăng tải trọng $P > P_{ch}$, mẫu tiếp tục biến dạng.

Khi $P = P_{max} = P_b$, mẫu bị biến dạng cục bộ và hình thành eo thắt như hình 1.14b. Sau đó mặc dù tải trọng giảm đi, biến dạng vẫn tăng, mẫu thử bị phá hủy hoàn toàn tại điểm **d** (hình 1.14a).

- Đối với vật liệu giòn

Không có giai đoạn chảy dẻo, mẫu thử biến dạng đàn hồi tỷ lệ, đạt đến giới hạn bền và bị phá hủy nếu tiếp tục tăng tải trọng tác dụng P (hình 1.14b).

b. Thử nén

Đối với vật liệu có độ dẻo thấp như gang, có thể tiến hành thử nén kim loại để xác định giới hạn bền nén. Đối với vật liệu khá dẻo như thép CT2, việc xác định giới hạn bền nén gặp nhiều khó khăn và không được chính xác.

3. Thử độ dai va đập

- Mục đích

Để đánh giá khả năng làm việc dưới tải trọng động của chi tiết máy.

- Thực hiện

Dùng một búa B có cánh tay đòn như một con lắc, khối lượng M (kg), đặt ở độ cao H (mét) rồi buông ra búa B sẽ rơi xuống và phá hủy mẫu thử có tiết diện ngang S_0 (cm²), sau đó lên đến độ cao h (mét).

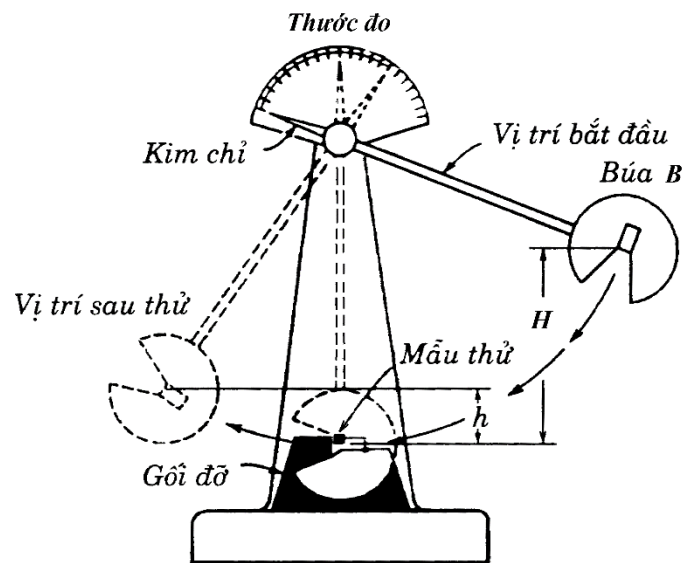
Độ dai va đập a_k là công cần thiết để phá hủy một đơn vị diện tích mẫu:

$$a_k = A/S_0$$

A là công tiêu phí để phá hủy mẫu, $A = M.g.(H - h)$ (J)

g là gia tốc trọng trường (10m/s²)

Kim loại có độ dai và đập càng lớn thì càng dai.



Hình 1.15 Sơ đồ nguyên lý máy thử độ dai và đập

4. Thử độ cứng

- Mục đích

Để xác định khả năng chống lại biến dạng dẻo cục bộ của vật liệu.

- Thực hiện

Các phương pháp thử độ cứng (khi đem thử ấn một vật khác cứng hơn lên nó)

a. Phương pháp đo độ cứng Brinell

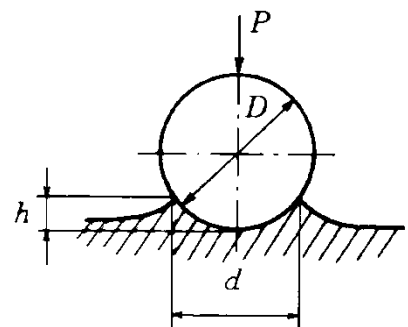
Dùng máy thử để ấn một hòn bi bằng thép tôi có đường kính D lên mẫu thử theo qui định của tiêu chuẩn Việt Nam với tải trọng tiêu chuẩn P trong thời gian khoảng 30 giây.

Với mẫu thử bằng thép hay gang thì $P = 3000$ kg, $D = 10$ mm. Vết lõm trên mẫu thử dạng chỏm cầu có đường kính d và diện tích F_0 (mm²).

Độ cứng Brinell viết tắt là HB sẽ được tính bằng công thức :

$$HB = \frac{P}{F_0}$$

$$\text{Với: } F_0 = \left(\frac{\pi \cdot D}{2}\right)(D - \sqrt{D^2 - d^2})$$



Hình 1.16 Sơ đồ đo độ cứng Brinell

Trên thực tế để tính độ cứng, chỉ cần tiến hành đo đường kính d rồi tra bảng. Do bi có độ cứng không cao lắm khoảng 60÷65 HRC nên phạm vi đo độ cứng HB từ 8÷450 HB.

P – áp lực ấn vuông góc với mặt mẫu thử và được qui định theo tiêu chuẩn.

D – đường kính bi đo (mm).

d - đường kính vết lõm (mm).

Hiện nay còn dùng đơn vị đo là Mpa với giá trị $1\text{Mpa} = 0,10196 \text{ KG/mm}^2$.

Nếu dùng máy hiển thị số thì kết quả cho ngay trên màn hình. Đường kính viên bi phụ thuộc vào chiều dày vật đo. Vật đo càng mỏng thì đường kính viên bi càng nhỏ. Đường kính bi đo được tiêu chuẩn hóa, theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN): 10mm; 5mm; 2,5mm; và 1mm. Tải trọng P cũng có một số xác định.

Tải trọng đo phụ thuộc vào vật liệu đo, nó tỉ lệ thuận với tỷ số P/D^2 . Thực tế được quy định như sau:

- + Thép và Gang: 30
- + Hợp kim đồng: 10
- + Hợp kim nhôm: 2,5
- + Thiếc, chì và hợp kim: 1

Tuy nhiên, muốn kết quả đo được chính xác hơn ta nên chọn tải trọng sao cho đường kính vết lõm d tạo nên nằm trong khoảng $(0,2 - 0,6)D$.

Thời gian tác dụng tải trọng cũng ảnh hưởng đến kết quả đo nên cũng phải chọn cho phù hợp. Thời gian này phụ thuộc vào độ cứng của vật liệu đo.

Thời gian cài đặt tải càng tăng nếu nhiệt độ chảy của vật liệu càng thấp. Thông thường có thể chọn như sau:

+ **Kim loại đen và hợp kim đen:**

HB = 140 ÷ 450 chọn 10s

HB < 140 chọn 30s

+ **Kim loại màu và hợp kim màu:**

HB = 31,8 ÷ 130 chọn 30s

HB = 8 ÷ 35 chọn 60s

Sau khi đo kết quả đo được ghi lại như sau:

+ Nếu đo độ cứng ở điều kiện tiêu chuẩn (P = 3000kG, D = 10mm, thời gian đặt tải 30s) thì ghi đơn giản bởi HB và số đo. **VD : HB350**

+ Nếu đo ở các điều kiện khác thì phải ghi đầy đủ các thông số của phép đo.

VD : HB_{10/750/30} 150 có nghĩa là mẫu đo có độ cứng Brinell là 150 được đo với bi đường kính 10mm, tải trọng là 750kG và thời gian đặt tải là 30s.

Từ độ cứng Brinell có thể suy ra giới hạn bền kéo của vật liệu như sau:

+ Thép (trừ thép không gỉ và bền nóng) $\sigma_b \approx 0,344 \text{ HB}$

+ Thép đúc: $\sigma_b \approx (0,3 \div 0,4) \text{ HB}$

+ Gang xám: $\sigma_b \approx \frac{HB-40}{6}$

+ Đồng, la tông, nhôm biến cứng: $\sigma_b \approx 0,4 \text{ HB}$

+ Đồng, la tông, nhôm sau ủ: $\sigma_b \approx 0,55 \text{ HB}$

+ Dura: $\sigma_b \approx 0,55 \text{ HB}$

Phương pháp này chỉ dùng khi độ cứng vật liệu dưới 450HB, với vật liệu cứng hơn sai số sẽ lớn hơn. So với các phương pháp thử độ cứng khác, bi thử Brinell tạo ra vết lõm sâu và rộng nhất, do đó phép thử sẽ bình quân được độ cứng trên một phạm vi rộng hơn của vật đo. Đây là phương pháp tối ưu để đo độ cứng khối hoặc độ cứng tổng thể của một loại vật liệu, đặc biệt là vật liệu có cấu trúc không đồng đều. Các vết xước và độ nhám bề mặt hầu như không ảnh hưởng tới phép thử Brinell. Tuy nhiên phương pháp thử này không phù hợp với đo các vật thể nhỏ.

Sau đây là bảng tra để xác định đường kính bi và tải trọng đặt vào

Vật Liệu	Phạm vi độ cứng Theo Brinell	Chiều dày bé nhất của mẫu thử (mm)	Quan hệ giữa tải trọng và đường kính bi	Đường kính bi (mm)	Tải trọng (kG)	Thời gian chịu tải (s)
Kim loại đen	140-150	Từ 6 đến 3 Từ 4 đến 2 Nhỏ hơn 2	$F = 30 D^2$	10,0 5,0 2,5	3000 750 187,5	10
	< 140	Lớn hơn 6 Từ 6 đến 3 Nhỏ hơn 3	$F = 10 D^2$	10,0 5,0 2,5	1000 250 62.5	10
Kim loại màu	> 130	Lớn hơn 6 Từ 4 đến 2 Nhỏ hơn 2	$F = 30 D^2$	10,0 5,0 2,5	3000 750 187.6	30
	25 – 130	Lớn hơn 6 Từ 6 đến 3 Nhỏ hơn 3	$F = 10 D^2$	10,0 5,0 2,5	1000 250 62.5	30
	8-35	Lớn hơn 6 Từ 6 đến 3 Nhỏ hơn 3	$F = 2.5 D^2$	10,0 5,0 2,5	250 62.5 15.6	60

b. Phương pháp đo độ cứng Rockwell

Dùng máy thử để ấn mũi đâm dạng chóp nón kim cương hoặc bi thép tôi lên mẫu thử với tải trọng P tiêu chuẩn trong thời gian khoảng 3 đến 6 giây (máy EHT-3R). Đọc chỉ số trên đồng hồ đo cho ta biết độ cứng của mẫu thử.

Tùy theo loại mũi thử, ta có các thang đo khác nhau. Mỗi mẫu thử nên đo ít nhất ba lần để có kết quả chính xác.

Đầu tiên tác động đầu thử vào vật mẫu với một lực tối thiểu, thường là 10kG hoặc 30kG nếu đo mềm. Khi đạt độ cân bằng, thiết bị đo (theo dõi dịch chuyển đầu đo và các phản hồi về thay đổi chiều sâu tác động của đầu đo) ghi lại giá trị xác định. Tiếp đến, trong khi vẫn duy trì lực tác động tối thiểu, người ta tác động thêm một lực tối đa. Khi đạt được độ cân bằng, thôi tác động lực tối đa nhưng vẫn duy trì lực tác động tối thiểu ban đầu. Khi lực tối đa được thu về, độ sâu vết lõm trên bề mặt vật thử sẽ được phục hồi một phần. Độ sâu vết lõm còn lại (kết quả của phát và thu lực tối đa) được sử dụng để tính toán độ cứng Rockwell.

Lực tác dụng ban đầu P_1 , mũi thử lún sâu vào vật liệu 1 đoạn h_1 . Tiếp theo ta tác dụng một lực tăng lên P_2 , mũi thử lún sâu vào vật liệu đoạn h_2 . Chênh lệch hai lần thử là h - đặc trưng cho độ cứng vật liệu thử.

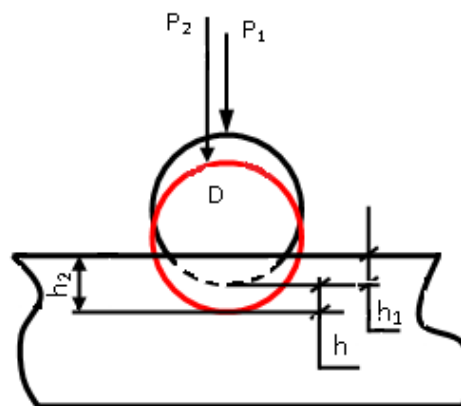
Mỗi mẫu thử nên đo ít nhất ba lần để có kết quả chính xác.

Tùy theo loại mũi thử, ta có các thang đo khác nhau.

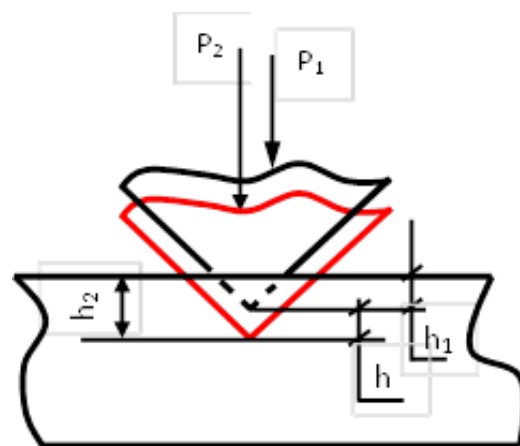
Trên máy thử độ cứng Rockwell có hai thang chia. Thang chia C (chữ đen) khi thử bằng mũi nhọn kim cương với lực ấn 150KG và thang chia B (chữ đỏ) khi dùng viên bi với lực ấn 100KG. Viên bi (ứng với thang chia B) được dùng để thử độ cứng của thép chưa tôi, đồng, đồng thau, v.v... còn các vật liệu thật cứng thì phải thử bằng mũi kim cương như ở thang chia C nhưng với lực ấn bằng 60KG, đọc trên thang chia kí hiệu bằng chữ A. Do đó, khi ghi độ cứng Rockwell ta phải rõ đơn vị của độ cứng: HRC, HRB, HRA.

Khi đo theo thang B (HRB) dùng mũi đo bằng viên bi thép tôi cứng và tải trọng tác dụng tổng cộng là 100kG. Do dùng viên bi nên thang B sử dụng để đo các vật liệu mềm, độ cứng trung bình trong khoảng HV60÷240 (độ cứng Vicker) hay HRB25÷100 (thép, gang sau khi ủ và thường hóa, hợp kim nhôm, đồng, v.v...).

Khi đo theo thang A và C (HRA, HRC) dùng mũi đo kim cương hình nón. Tải trọng tác dụng tổng cộng là 60kG với thang A, 150kG với thang C. Thang A dùng để đo các vật liệu rất cứng như hợp kim cứng, lớp thấm Cacbon-nitơ có độ cứng cao hơn HV700. Thang A có phạm vi đo từ HV360÷900 hay từ HRA70÷85. Thang C dùng để đo các vật liệu có độ cứng



Hình 1.17 Sơ đồ đo độ cứng Rockwell bằng viên bi



Hình 1.18 Sơ đồ đo độ cứng Rockwell bằng mũi nhọn kim cương

trung bình và cao (thép, gang sau khi tôi và ram) với độ cứng trong khoảng HV240÷700 hay HRC20÷670.

Để đo các lớp có chiều dày nhỏ hơn 0,3mm phải dùng các thang đo mềm.

Để thuận lợi cho việc lựa chọn phương pháp xác định độ cứng ta sơ bộ phân loại như sau :

+ Loại có độ cứng thấp: gồm các loại vật liệu có độ cứng nhỏ hơn HB220, HRC20, HRB100.

+ Loại có độ cứng trung bình: có giá trị độ cứng trong khoảng HB250÷450 và HRC25÷45.

+ Loại có độ cứng cao: Có giá trị độ cứng từ HRC52 đến cao hơn HRC60 một chút.

+ Loại có độ cứng rất cao: giá trị độ cứng lớn hơn HRC62 hay HRA80.

- So sánh ưu nhược điểm của hai phương pháp đo độ cứng Brinell và Rocwell

** Nhược điểm của phương pháp Brinell*

+ Đo được độ cứng không quá 450 HB vì bi thép dễ bị biến dạng khi đo độ cứng lớn hơn 450 HB.

+ Mẫu đo cần có bề mặt bằng phẳng và phải tương đối dày (lớn hơn 5mm) do vết lõm sâu vài mm.

+ Chậm vì thời gian đo gồm thời gian tác dụng tải trọng 30 giây, thời gian đo đường kính d và thời gian tra bảng.

** Ưu điểm của phương pháp Rocwell*

+ Đo được độ cứng của mọi vật liệu mềm, trung bình và cứng.

+ Mẫu đo không cần bằng phẳng lắm và không cần dày lắm vì chiều sâu vết lõm nhỏ (dưới 1mm)

4. Thử tia lửa

- Mục đích

Để nhận ra loại vật liệu của mẫu thử.

- Thực hiện

Mài mẫu thử trên máy mài, sau đó quan sát tia lửa phát ra. Do vật liệu có thành phần hoá học khác nhau, tổ chức pha khác nhau nên tia lửa phát ra cũng sẽ có màu sắc và hình dạng khác nhau nên ta có thể quan sát tia lửa để nhận ra loại vật liệu một cách tương đối chính xác.

Thép chứa vonfram thì tia lửa có màu đỏ, thép chứa crôm thì tia lửa có màu cam v.v...

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Hãy trình bày các đại lượng đặc trưng cho tính chất cơ học của kim loại.

2. Trình bày mục đích và nội dung các hình thức thử kéo nén, độ dai va đập, độ cứng và thử tia lửa với kim loại.

Chương 2_ THÉP - GANG – HỢP KIM CỨNG

1. Mục tiêu

- Trình bày được các loại vật liệu gang, thép, hợp kim cứng dùng cho ngành cơ khí;
- Xác định được vật liệu gang, thép phù hợp điều kiện làm việc của chi tiết trong thực tế.
- Rèn luyện tính kiên trì, cẩn thận, chính xác;
- Nghiêm túc, trách nhiệm, chủ động, tích cực, chăm chỉ.

2. Nội dung

2.1 KHÁI NIỆM VỀ HỢP KIM

2.1.1 Tính chất các nguyên tố tạo hợp kim (Fe - C)

1. Đặc điểm của các cấu tử Fe-C

a. Sắt

Sắt là kim loại chuyển tiếp có thù hình với hai kiểu mạng tinh thể, mạng lập phương thể tâm và lập phương diện tâm; khối lượng riêng: $7,8 \text{ g/cm}^3$. Về cơ tính, sắt là kim loại dẻo dai và kém bền.

Các chỉ tiêu cơ tính của sắt nguyên chất (sắt kỹ thuật) 99,8% Fe.

$$\text{bền} \begin{cases} \sigma_b = 250 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{0,2} = 120 \text{ N/mm}^2 \end{cases} \quad \text{dẻo} \begin{cases} \delta = 50\% \\ \psi = 85\% \end{cases}$$

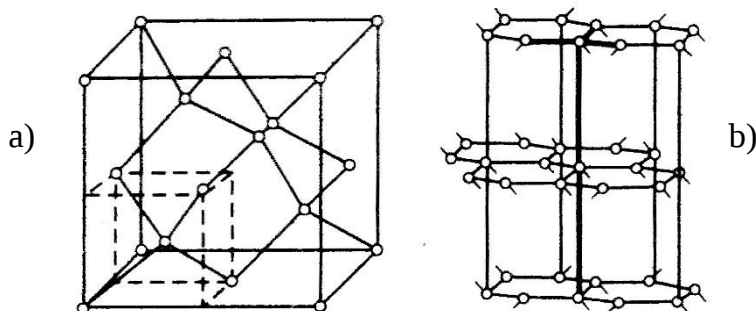
cứng HB = 80 kG/mm²

dai $a_K = 3000 \text{ kJ/m}^2$.

b. Cácbon

Cácbon là á kim, tồn tại dưới các dạng:

- Vô định hình (than đá, than gỗ) với khối lượng riêng từ $1,22 \div 1,92 \text{ g/cm}^3$.
- Kim cương với kiểu mạng (hình 2.1a), có độ cứng lớn nhất trong thang độ cứng, có khối lượng riêng $3,514 \text{ g/cm}^3$.



Hình 2.1 Mạng tinh thể a) Kim cương; b) Graphit

- Grafit với kiểu mạng lục giác xếp theo lớp nên lực liên kết hóa trị trong mỗi lớp (hình 2.1b) khá lớn, còn giữa các lớp là lực hút phân tử rất yếu, vì thế grafit rất mềm và rất dễ tách lớp.

2. Tương tác giữa Fe và C

Fe và C có nhiều tương tác với nhau tạo thành cả dung dịch rắn lẫn pha trung gian, cũng như hỗn hợp cơ học giữa chúng.

- Dung dịch rắn của cacbon trong sắt.

- Cacbon có đường kính tương đối nhỏ, có thể hòa tan vào sắt dưới dạng xen kẽ. Tuy nhiên, kiểu mạng của sắt có khả năng hòa tan rất khác nhau.

- Đối với sắt Fe_α và Fe_δ có mạng tinh thể lập phương thể tâm. Đối với Fe_γ có mạng tinh thể lập phương diện tâm.

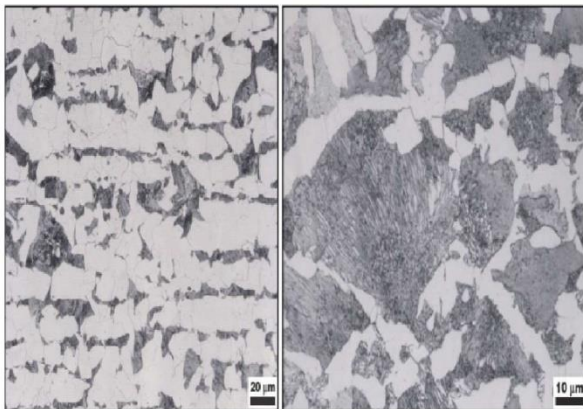
Khi lượng cacbon vượt quá giới hạn hòa tan (khác nhau đối với Fe_α và Fe_γ), cacbon sẽ kết hợp với Fe thành một loại cacbit sắt Fe_3C , Fe_2C , FeC , nhưng trong thực tế ta chỉ gặp Fe_3C gọi là xêmentit.

2.1.2 Giải đồ trạng thái hợp kim (Fe - C)

1. Các tổ chức một pha

Ngoài dung dịch lỏng, ta gặp các tổ chức một pha: xêmentit, ferit và austenit.

a. Xêmentit (ký hiệu Xe hay Fe_3C)

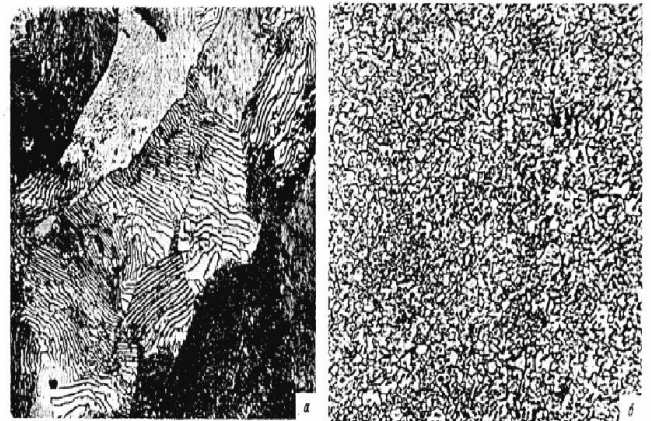


Hình 2.2 Thép trước cùng tích

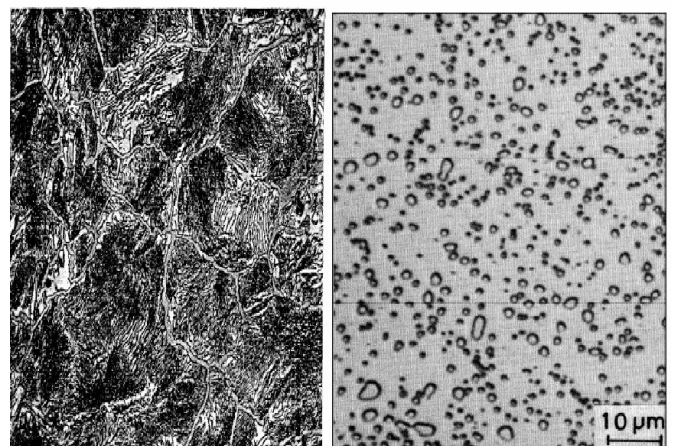
Xêmentit là pha xen kẽ với kiểu mạng phức tạp, có thành phần gồm 93,33% Fe và 6,67% C, cứng (khoảng 800 HB, có thể làm xước kính) và giòn. Trên giản đồ trạng thái Fe-C nó biểu thị bằng đường thẳng đứng BFKL. Người ta phân biệt ba loại xêmentit.

- Xêmentit thứ nhất (Xe_I , Fe_3C_I) được tạo thành từ dung dịch lỏng theo đường BC ở nhiệt độ cao $1600 \div 1147^\circ\text{C}$, do đó có tinh thể thô, có thể nhìn được bằng mắt thường. Xêmentit thứ nhất chỉ có trong hợp kim có $> 4,3\%C$.

- Xêmentit thứ hai (Xe_{II} , Fe_3C_{II}) là loại được tạo thành từ dung dịch rắn



Hình 2.3 Thép cùng tích



Hình 2.4 Thép sau cùng tích

auxtênit theo đường ES trong khoảng nhiệt độ $1147 \div 727^\circ\text{C}$ khi độ hòa tan của cacbon trong sắt γ giảm từ 2,14% xuống còn 0,8%. Xe_{II} thường có dạng lưới bao quanh hạt auxtênit, làm giảm mạnh độ dẻo, độ dai. Xe_{II} có trong các hợp kim có $> 0,8\%\text{C}$.

- Xêmentit thứ ba (Xe_{III}) cũng được tạo thành từ trạng thái rắn nhưng là từ ferit, theo đường PQ ở nhiệt độ $t^\circ < 727^\circ\text{C}$, lượng cacbon giảm từ 0,02 xuống còn 0,006%. Lượng Xe_{III} được tạo thành rất ít, không đáng kể, có thể bỏ qua.

b. Ferit (F, α)

Ferit là dung dịch rắn xen kẽ của cacbon ở trong Fe_α , có mạng tinh thể lập phương thể tâm. Trên giản đồ trạng thái nó ở trong vùng GPQ, độ hòa tan của C trong Fe_α rất nhỏ: lớn nhất là 0,02% ở 727°C , nhỏ nhất ở 0°C là 0,006% nên có thể coi ferit như là sắt nguyên chất, vì thế có tên là ferit.

Ferit là pha dẻo và dai, nhưng trong các hợp kim Fe-C thực tế nó còn chứa các nguyên tố khác như crôm, mangan, silic v.v... làm cho kém dẻo và dai.

Trong tổ chức tế vi, ferit ở dạng các hạt sáng đa cạnh.



Hình 2.5 Tổ chức tế vi của Ferit

c. Auxtenit (As, γ)

Auxtenit là dung dịch rắn xen kẽ của cacbon ở trong Fe_γ , có mạng lập phương diện tâm. Trên giản đồ trạng thái nó ở trong vùng NJESG. Độ hòa tan của C trong Fe_γ khá lớn: lớn nhất tới 2,14% ở 1147°C , thấp nhất là 0,8% ở 727°C . Auxtenit là pha dẻo và dai.



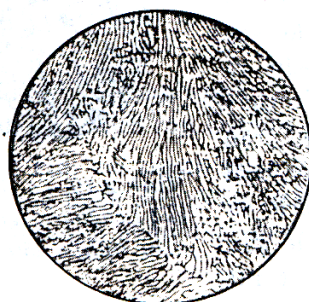
Hình 2.6 Tổ chức tế vi của Auxtenit

2. Các tổ chức hai pha

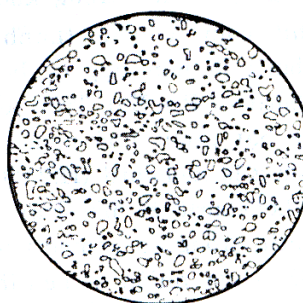
a. Peclit ($P, [F + \text{Xe}]$)

Peclit là hỗn hợp cơ học cùng tích của ferit và xêmentit – $[F + \text{Xe}]$ tạo thành ở 727°C từ dung dịch rắn auxtenit, peclit có chứa 88% F + 12% Xe.

Tùy theo hình dạng Xe ở trong hỗn hợp ta phân biệt peclit tấm và peclit hạt.



a)

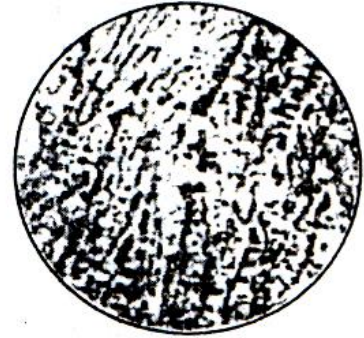


b)

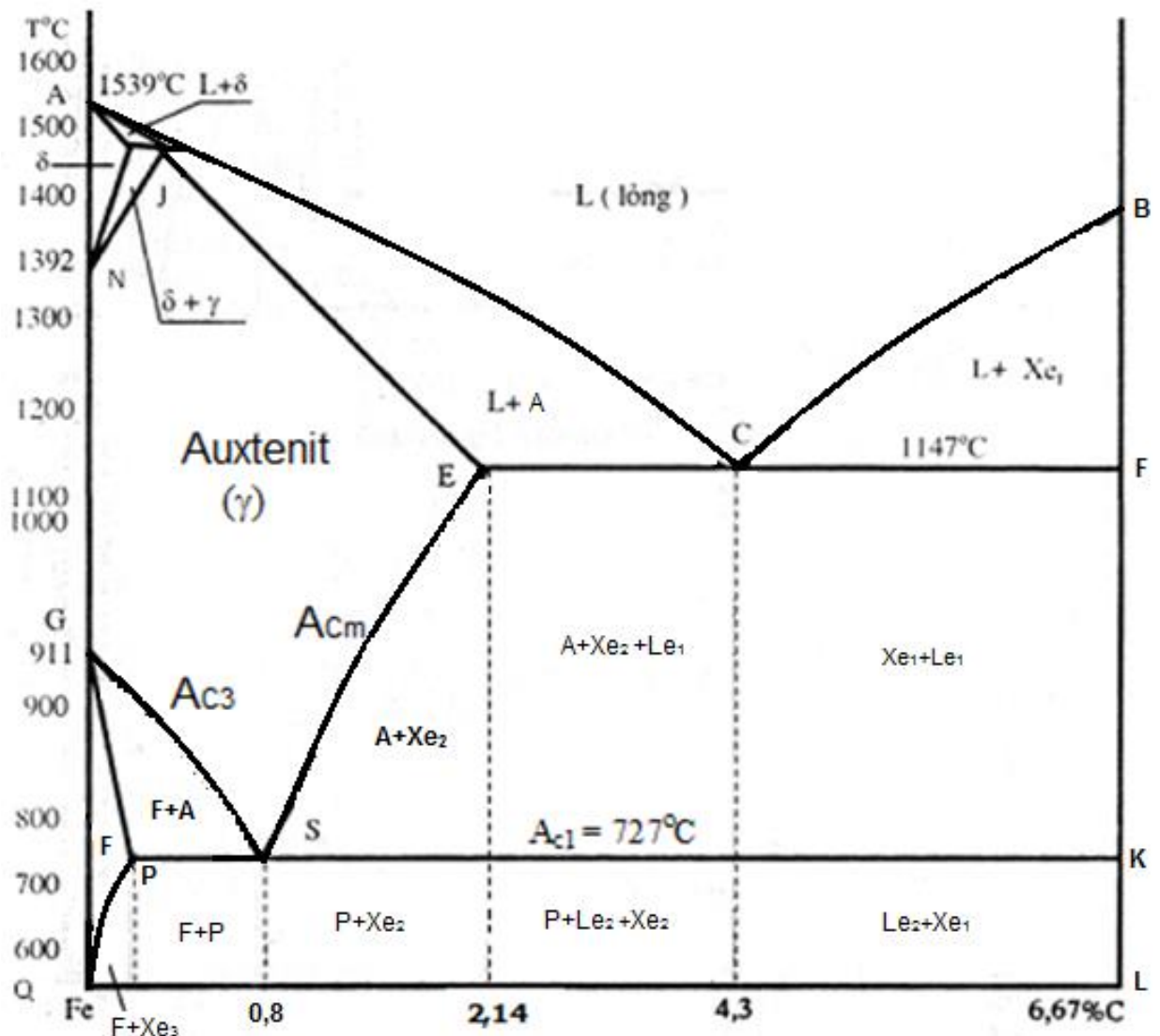
Hình 2.7 Tổ chức tế vi của Peclit _ a) Tấm, b) Hạt

b. Lêđêburit [$L\delta$, ($\gamma + Xe$), ($P + Xe$)]

Lêđêburit là hỗn hợp cơ học cùng tinh kết tinh từ dung dịch lỏng với 4,3%C ở 1147°C (điểm C), lúc mới tạo thành (từ 1147÷727°C) gồm auxtenit và xêmentit ($\gamma + Xe$), khi làm nguội xuống dưới 727°C auxtenit chuyển biến thành peclit nên nó gồm peclit và auxtenit. Phân tích đến cùng thì lêđêburit cũng là hỗn hợp của ferit và xêmentit, trong đó xêmentit chiếm tỷ lệ gần 2/3 nên rất cứng (tới 600 HB) và giòn.



Hình 2.8 Tổ chức tế vi của Lêđêburit



Hình 2.9 Biểu đồ trạng thái sắt-carbon (Fe-C)

3. Tổ chức tế vi của thép và gang theo giản đồ trạng thái Fe – C

Thép và gang đều là hợp kim Fe-C, có thể phân biệt chúng theo giản đồ trạng thái Fe-C.

Ranh giới quy ước phân chia hai loại vật liệu này là điểm E tức giới hạn hòa tan cacbon trong auxtenit.

Thép là hợp kim Fe-C với $C < 2,14\%$ (bên trái điểm E), là loại khi nung nóng đến nhiệt độ nhất định (cao hơn đường GSE) có thể đạt được tổ chức hoàn toàn là auxtenit do đó dẻo, dai, dễ biến dạng. Vậy, thép là vật liệu dẻo nếu không biến dạng dẻo được ở trạng thái nguội thì cũng có thể biến dạng được ở trạng thái nóng. Nhờ tính chất này mà người ta có thể sử dụng thép ở dưới các dạng rất khác nhau: thép tấm, thép lá, thép ống, thép hình thanh, thép dây v.v...

Gang là hợp kim Fe-C với $C > 2,14\%$ (bên phải điểm E). Do có cacbon cao hơn thép nên gang có:

- Tính giòn cao hơn thép (chứa nhiều xêmentit).
- Tính đúc tốt do có tổ chức cùng tinh và nhiệt độ chảy thấp.

4. Các điểm tới hạn của thép

Các nhiệt độ chuyển biến ở trạng thái rắn của hợp kim Fe-C mà chủ yếu là thép được gọi là các điểm tới hạn và được ký hiệu bằng chữ A, cơ sở để xác định các chế độ nhiệt luyện.

$A_{c1} = 727^{\circ}\text{C}$ – đường PSK, nhiệt độ chuyển biến cùng tích: auxtenit $\rightarrow$ [ferit + xêmentit] tức peclit khi làm nguội và ngược lại peclit $\rightarrow$ auxtenit khi nung nóng.

$A_{c3} = 911^{\circ}\text{C}$, đường GS, nhiệt độ bắt đầu tiết ra xêmentit thứ hai từ nguội hoặc kết thúc hòa tan ferit vào auxtenit khi nung nóng.

$A_{cm} = 1147^{\circ}\text{C}$, đường ES, nhiệt độ bắt đầu tiết ra xêmentit thứ hai từ auxtenit khi làm nguội hoặc kết thúc hòa tan xêmentit thứ hai và auxtenit khi nung nóng.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày đặc điểm của các cấu tử Fe-C và sự tương tác giữa Fe và C.
2. Nêu đặc điểm của các tổ chức cơ bản một pha và hai pha.
3. Mô tả Giản đồ trạng thái Fe – C (Fe – Fe₃C).
4. Giải thích đặc điểm tổ chức tế vi của thép và gang theo giản đồ trạng thái Fe – C.
5. Trình bày đặc điểm các điểm tới hạn của thép.

2.2 THÉP CACBON

2.2.1 Khái niệm về thép cacbon

Thép càng sạch (càng ít P, S ; các khí H_2 , O_2 , N_2) thì càng tốt.

Các phương pháp luyện thép có khả năng khử các tạp chất có hại này một cách khác nhau do đó tạo cho thép chất lượng tốt, xấu khác nhau.

- Phương pháp Mactanh bado có năng suất không cao song cho chất lượng tốt vì khử được khá nhiều P và S. Do vậy lượng hai nguyên tố này còn lại trong thép ít: P không lớn hơn 0,035%, S không lớn hơn 0,040%.

- Phương pháp lò điện hồ quang cho phép sản xuất thép với chất lượng cao do khử được khá nhiều P và S, mỗi nguyên tố còn lại không nhiều hơn 0,025%, song giá thành thép luyện ra đắt do năng suất thấp.

- Để nấu luyện các thép với chất lượng cao người ta dùng các phương pháp như xỉ điện, cho thép lỏng nhỏ giọt qua một lớp xỉ có khả năng khử mạnh, nên sau khi luyện thép chứa rất ít P và S: P không lớn hơn 0,025%, S không lớn hơn 0,015%.

2.2.2 Thành phần hoá học

Thép là hợp kim Fe-C với lượng cacbon nhỏ hơn 2,14% với đặc tính dẻo nên có thể cán được.

Thép cacbon, ngoài Fe với $C < 2,14\%$ ra còn chứa một số nguyên tố với lượng giới hạn mà trong thép nào cũng có, chúng được gọi là tạp chất vì không phải là do cố ý đưa vào.

- Tạp chất có lợi: mangan và silic ($\leq 0,8\% \text{ Mn}$, $\leq 0,5\% \text{ Si}$) là các nguyên tố có tác dụng nâng cao độ cứng, độ bền nên chúng là tạp chất có lợi, song với lượng ít như trên nên không ảnh hưởng đáng kể đến cơ tính của thép cacbon.

- Tạp chất có hại: photpho và lưu huỳnh làm xấu cơ tính và tính công nghệ do đó phải tiến hành khử bỏ chúng đến giới hạn cho phép.

- Các tạp chất khác: ngoài ra trong thép còn chứa các khí H_2, O_2, N_2 với lượng rất ít, khó phân tích, thường bỏ qua.

2.2.3 Ảnh hưởng của các nguyên tố đến tổ chức và tính chất của thép C

$C = 0,1 \div 0,7\%$ thép có tổ chức ferit+peclit, khi %C tăng lên, lượng peclit tăng lên. Đây là các thép trước cùng tích.

$C = 0,8\%$ thép có tổ chức peclit. Đây là thép cùng tích.

$C > 0,8\%$ thép có tổ chức peclit+xementit II, khi %C tăng lên, lượng xementit II tăng lên. Đây là các thép sau cùng tích.

Cacbon là nguyên tố ảnh hưởng quan trọng nhất đến tổ chức và tính chất của thép cacbon. Khi hàm lượng C tăng lên, lượng xementit tăng lên, độ bền, độ cứng cũng tăng lên, độ dẻo, dai giảm đi. Độ bền cao nhất ứng với hàm lượng C khoảng 1%, khi hàm lượng $C > 1\%$ trong thép sẽ xuất hiện thêm pha xementit thứ hai dạng lưới, cản trở khả năng biến dạng dẻo, tạo điều kiện cho sự xuất hiện vết nứt làm giảm độ bền của thép.

Thép cacbon có ưu điểm là giá thành rẻ, có cơ tính nhất định dễ chế tạo các chi tiết máy nhỏ và không quan trọng, có tính công nghệ tốt hơn thép hợp kim.

Thép cacbon có nhược điểm là thấm tôi thấp, tính chịu nóng kém.

2.2.4 Phân loại thép cacbon

1. Phân loại theo công dụng (theo TCVN)

a. Thép cacbon kết cấu

Thép cacbon kết cấu là thép cacbon có hàm lượng cacbon nhỏ hơn 0,7% và có chất lượng tốt (hàm lượng lưu huỳnh $\leq 0,04\%$, photpho $< 0,035\%$).

- Thép có hàm lượng cacbon thấp ($< 0,25\%$), có độ dẻo, độ bền, độ cứng thấp, khó hóa bền bằng nhiệt luyện. Dùng làm chi tiết dập nguội, xây dựng

- Thép có hàm lượng cacbon trung bình ($0,25\% \div 0,5\%$), có cơ tính tổng hợp tương đối cao, dùng làm các chi tiết chịu tải nhẹ như bánh răng, trục có kích thước nhỏ

- Thép có hàm lượng cacbon tương đối cao ($0,55\% \div 0,7\%$), có độ cứng cao sau nhiệt luyện ($40 \div 45\text{HRC}$), giới hạn đàn hồi cao, dùng làm các chi tiết đàn hồi như nhíp xe, lò xo.

Các kí hiệu thép cacbon kết cấu theo TCVN 1765-75: C15, C20, C35, C40, C45 (hai chữ số chỉ phần vạn cacbon trung bình)

Ví dụ: C45 là thép có hàm lượng cacbon trung bình là 0,45%.

b. Thép cacbon dụng cụ

Thép cacbon dụng cụ là thép cacbon có hàm lượng cacbon trong khoảng từ $0,7 \div 1,3\%$ và là thép cacbon có chất lượng cao (có hàm lượng lưu huỳnh $\leq 0,025\%$, hàm lượng photpho $< 0,025\%$).

- Các loại thép dụng cụ nói chung đều có độ cứng cao, độ chịu mài mòn cao nên được dùng làm dụng cụ cắt gọt tốc độ thấp ($< 5\text{m/ph}$), dụng cụ đo, khuôn dập nguội.

- Các chi tiết máy bằng thép cacbon dụng cụ thường được nhiệt luyện rồi mới sử dụng. Sau nhiệt luyện, các loại thép cacbon dụng cụ thường có độ cứng như nhau nhưng tính chống mài mòn khác nhau.

- Thép có hàm lượng C từ $1\% \div 1,3\%$ thường được dùng làm dao. Có độ thấm tôi tốt, tính chịu nóng kém ($< 200^\circ\text{C}$).

* Các kí hiệu thép cacbon dụng cụ theo TCVN 1822-76: CD70, CD80, CD90, CD100, CD110 (các chữ số chỉ phần vạn cacbon trung bình)

Ví dụ: CD110 là thép cacbon dụng cụ (CD) có hàm lượng cacbon trung bình là 1,1%.

2. Phân loại theo chất lượng (theo TCVN)

a. Thép cacbon chất lượng thường

- Thép cacbon chất lượng thường là thép cacbon có hàm lượng lưu huỳnh từ $0,05 \div 0,06\%$ và photpho từ $0,04 \div 0,07\%$.

- Được sử dụng chủ yếu trong xây dựng (khoảng 80%) dưới dạng thành phẩm qua cán nóng như dạng tấm, thanh, dây, ống, thép hình v.v...

- Theo tiêu chuẩn của Nga gồm CT0, CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6.

- Theo tiêu chuẩn của Việt Nam gồm CT31, CT33, CT34, CT38, CT42, CT51, CT61.

Chữ C có nghĩa là cacbon, chữ T có nghĩa là thép, chữ số đằng sau càng lớn cơ tính càng cao (giới hạn bền) và độ dẻo càng thấp.

Mác CT0 (Nga) tương đương với mác CT31 (VN), CT6 (Nga) tương đương mác CT61 (VN)

Các con số trong kí hiệu theo TCVN chỉ giới hạn bền kéo của thép. Ví dụ CT31 là loại thép cacbon chất lượng thường có

$$\sigma_k = 31\text{KG/mm}^2 = 310\text{N/mm}^2 \approx 310\text{MPa}.$$

b. Thép cacbon chất lượng tốt

Cho phép không quá 0,04%S và 0,035%P.

c. Thép cacbon chất lượng cao

Cho phép không quá 0,025%S và P.

d. Thép cacbon chất lượng đặc biệt

Cho phép không quá 0,015%S và 0,025%P.

2.2.5 Thảo luận

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày khái niệm các phương pháp luyện thép.
2. Trình bày thành phần hóa học, tổ chức tế vi và tính chất của thép cacbon.
3. Phân loại và kí hiệu của thép cacbon theo TCVN.

2.3. GANG

2.3.1 Khái niệm chung về gang

Về tổ chức tế vi, ngoài gang trắng có tổ chức phù hợp với giản đồ trạng thái Fe-C, các gang còn lại không phù hợp vì trong tổ chức có grafit với hình dạng khác nhau, chính tổ chức như vậy các gang sẽ có cơ tính khác nhau.

2.3.2 Các đặc tính cơ bản của gang

Gang là vật liệu được dùng phổ biến để chế tạo máy, tuy có cơ tính tổng hợp kém thép song có nhiều đặc điểm quý cần lợi dụng triệt để: đó là nhiệt độ chảy thấp, dễ nấu chảy hơn, tính đúc tốt, dễ gia công cắt (trừ gang trắng). Trong công nghiệp người ta dùng bốn loại gang khác nhau:

Gang xám, gang cầu, gang dẻo và đôi khi cả gang trắng. Về cơ tính: gang trắng cứng, giòn, không gia công cắt được, ít dung; còn các gang khác tương đối mềm, dễ cắt gọt, thường dùng làm chi tiết máy.

Nói chung, cơ tính của gang, đặc biệt là độ bền kéo và độ dẻo thấp hơn thép, do vậy trong một số trường hợp có bị hạn chế trong ứng dụng.

2.3.3 Phân loại gang

1. Gang xám

a. Cơ tính

Do sự có mặt của các tấm grafit trong nền kim loại mà cơ tính của gang thấp hơn hẳn các thép có tổ chức tương đương (ví dụ gang xám peclit thua thép cùng tích)

- Về giới hạn bền kéo, gang xám chỉ bằng 1/3 đến 1/5 của thép, đó là tác dụng xấu của dạng grafit tấm.

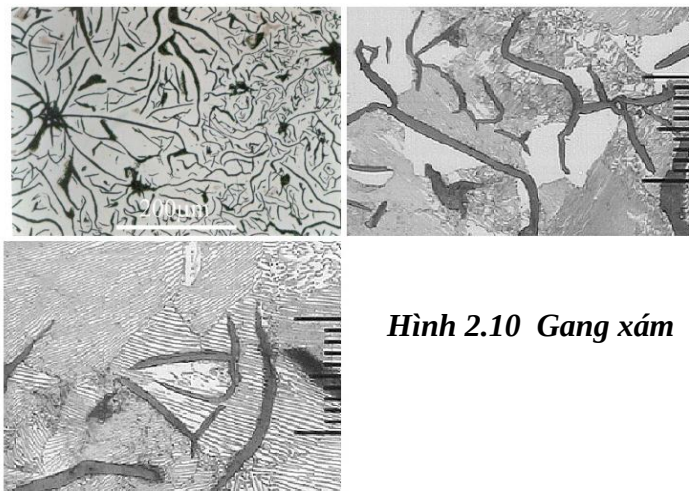
Tấm grafit với bề mặt lớn chia cắt, làm mất tính liên tục của nền kim loại. Tuy nhiên, không ảnh hưởng đến độ bền nén, tức là độ bền nén của nó không khác gì của thép.

Các đầu nhọn của tấm grafit là nơi tập trung ứng suất.

Grafit cũng làm tăng tính chống mài mòn nhờ tác dụng bôi trơn.

- Độ cứng của gang xám thấp, trong khoảng 150÷250 HB, dễ cắt gọt do grafit là pha mềm làm phoi dễ gãy.

- Độ dẻo của gang xám hầu như không có. Gang xám không chịu được biến dạng dẻo, dễ bị phá hủy giòn.



Hình 2.10 Gang xám

b. Ký hiệu theo TCVN và công dụng

Theo tiêu chuẩn Việt Nam ký hiệu bằng GX, còn Liên Xô cũ ký hiệu gang xám bằng hai chữ CЧ, với hai số tiếp theo chỉ giới hạn bền kéo và giới hạn bền uốn tính ra KG/mm² (ký hiệu của Liên xô không có chỉ số của giới hạn bền uốn).

GX 12-28 _ gang xám ferit với các tấm grafit thô độ bền thấp ($\sigma_{bk}=120\text{N/mm}^2$, $\sigma_{bu} = 280\text{N/mm}^2$), không chịu mài mòn, thường được dùng làm vỏ máy, nắp máy.

GX 15-32, GX 18-36 _ gang xám ferit – peclit với các tấm garphit tương đối thô, có cơ tính trung bình, ít chịu mài mòn, được dùng làm các chi tiết tải trọng nhẹ như vỏ hộp giảm tốc, bích, cacte.

GX 21-40, GX 24-44 _ gang xám peclit với grafit tấm nhỏ mịn qua biến tính, để làm các chi tiết tải trọng cao như bánh răng (tốc độ chậm) bánh đà, sơ mi, xéc măng, than máy quan trọng.

GX 32-52, GX 36-56 _ gang xám peclit rất nhỏ mịn, để làm các chi tiết chịu tải trọng cao, chịu mài mòn như bánh răng chữ V, trục chính, vỏ bơm thủy lực.

Nói chung nên cố gắng dùng gang xám để làm các chi tiết chịu nén, tránh dùng vào các bộ phận chịu kéo cao; gang xám còn dùng làm ổ trượt vì grafit có tính bôi trơn tốt.

Ngoài ra còn có các gang không tiêu chuẩn, chúng được hợp kim hóa bằng crôm, niken, môlipđen hay bằng lượng cao mangan, silic, để nâng cao độ thấm tôi, tính chịu nóng.

c. Gang xám biến trắng

Trong sản xuất cơ khí hầu như không dùng gang trắng do cứng, giòn không gia công cơ khí được, song có dùng gang xám biến trắng ở bề mặt có tính chống mài mòn rất cao, ví dụ: bi nghiền, trục cán, trục nghiền. Muốn vậy khi đúc gang xám người ta làm nguội nhanh những thành phần cứng bằng cách đặt kim loại dẫn nhiệt nhanh trong khuôn cát tiếp giáp để tạo ra gang trắng.

Do grafit hình cầu là dạng thu gọn nhất, ít chia cắt nền kim loại nhất và không có đầu nhọn dễ tập trung ứng suất nên làm giảm rất ít cơ tính của nền kim loại do vậy gang cầu có độ bền khoảng 70÷90% của thép, tức không thua kém thép nhiều lắm.

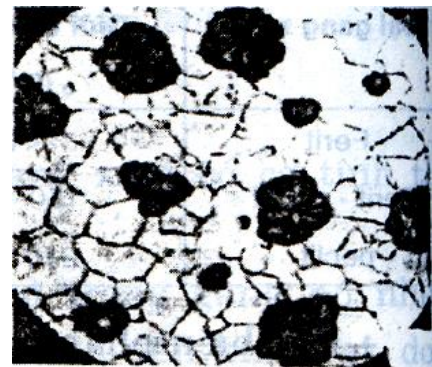
2. Gang cầu

a. Cơ tính

Giới hạn bền kéo và giới hạn chảy cao, từ 400÷1000 N/mm² tương đương với thép cacbon thông thường như CT38 hoặc C45.

Có độ dẻo và độ dai tương đối cao $\delta = 5\div 15\%$, $a_k = 300 \div 600 \text{ KJ/m}^2$, tuy kém thép nhưng cao hơn gang xám rất nhiều, bảo đảm cho gang cầu ít có khả năng bị phá hủy giòn.

Độ cứng vừa phải (trên dưới 200HB), dễ gia công. Gang cầu có tính đúc tốt và cơ tính tổng hợp cao.



Hình 2.11 Gang cầu Ferit

b. Đặc điểm chế tạo

Thực hiện theo hai bước:

- Nấu chảy gang xám ở nhiệt độ khoảng 1450°C và khử S xuống $\leq 0,01\%$.
- Dùng Mg (0,04÷0,08)% làm cầu hóa grafit trong gang xám, tạo thành gang cầu.

c. Ký hiệu theo TCVN và công dụng

Theo tiêu chuẩn Việt Nam, ký hiệu gang cầu là GC, còn Liên Xô cũ ký hiệu gang cầu bằng hai chữ БЧ, với hai số tiếp theo chỉ giới hạn bền kéo (KG/mm²) giống như trong gang xám và độ dẫn dài tương đối ($\delta\%$) (ký hiệu của Liên Xô cũ không có chỉ tiêu này).

GC 38-17 gang cầu ferit có độ bền thấp ($\sigma_b < 450 \text{ N/mm}^2$) độ dẻo cao ($\delta > 10\%$) ít dùng.

GC 45-05 gang cầu ferit – peclit có độ bền và độ dẻo trung bình, có thể làm chi tiết máy thay thép.

GC 50-02 gang cầu peclit có độ bền tốt ở trạng thái đúc, chủ yếu được dùng để chế tạo trục khuỷu, trục cán.

GC 70-03, GC 100-04, GC 120-04: Gang cầu nhiệt luyện ra tổ chức nền kim loại, dùng làm các chi tiết quan trọng.

Công dụng nổi bật của gang cầu là làm trục khuỷu, các chi tiết có hình dạng phức tạp, chịu tải trọng lớn và va đập.

3. Gang dẻo (gang rèn)

a. Cơ tính

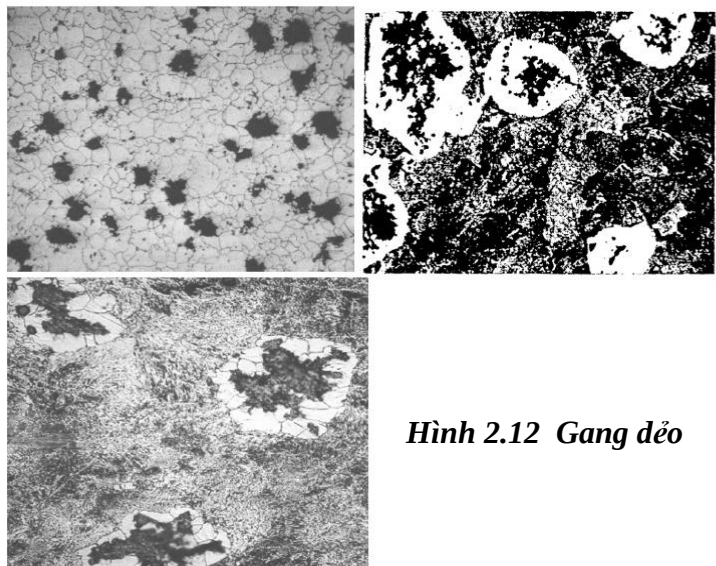
Gang dẻo là loại gang có tính dẻo tốt (như gang cầu) có độ bền tương đối tốt (cao hơn gang xám nhưng kém gang cầu) với grafit ở dạng cụm (trung gian giữa cầu và tấm) cũng có màu tốt như gang xám.

Đặc tính nổi bật của gang dẻo là có độ dẻo cao. Đó là do lượng cacbon của gang thấp. Ít grafit ở dạng cụm, độ dẻo không thua kém gang cầu.

Độ bền kéo cao hơn gang xám nhưng thấp hơn gang cầu vì tác dụng của grafit cụm. Gang dẻo cũng có cơ tính tổng hợp cao, chịu va đập.

b. Đặc điểm chế tạo

Chế tạo gang dẻo bằng cách ủ gang trắng (gang trắng hoàn toàn 100%).



Hình 2.12 Gang dẻo

- Dùng gang có (%C + %Si) cao (gần như gang xám thường) để rút ngắn thời gian ủ grafit hóa, đồng thời phải cho thêm các nguyên tố gây hóa trắng mạnh như Sb, I, Te để tạo phôi là gang trắng.

- Ủ để tạo grafit dạng cụm tạo thành gang dẻo.

c. Ký hiệu theo TCVN và công dụng

Thường dùng hai loại gang dẻo ferit và peclit

Gang dẻo ferit (lõi đen) có thành phần cacbon thấp, khoảng 2,2÷2,4% , có màu tối.

Đặc tính chung của gang dẻo ferit là độ dẻo cao ($\delta = 8\div 12\%$), độ bền thấp ($\sigma_b = 300\div 400 \text{ N/mm}^2$)

Gang dẻo peclit (lõi trắng) có thành phần cacbon cao hơn, khoảng 2,6÷2,8%, có màu hơi sáng.

Đặc tính của gang dẻo peclit là độ bền cao ($\sigma_b = 450\div 600 \text{ N/mm}^2$), độ dẻo thấp ($\sigma = 2\div 6\%$).

Theo tiêu chuẩn Liên Xô cũ, ký hiệu gang dẻo bằng 2 chữ KЧ. Theo tiêu chuẩn Việt Nam là GZ với hai số tiếp theo có ý nghĩa như của gang cầu.

GZ35-10; GZ37-12; GZ50-04; GZ60-03.

Gang dẻo được dùng làm các chi tiết nhỏ, hình dạng phức tạp, có thành mỏng, chịu va đập như trong công nghiệp dệt, ô tô như các chi tiết trục khuỷu (bơm dầu, khí), guốc hãm, máy dệt, cuốc bàn v.v...

2.3.4 Thảo luận

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày đặc điểm chung về các loại gang chế tạo máy.
2. Trình bày đặc điểm, cơ tính và các ký hiệu của gang xám, gang cầu và gang dẻo theo TCVN và công dụng của chúng.

2.4 THÉP HỢP KIM

2.4.1 Khái niệm về thép hợp kim

Thép hợp kim là loại thép chứa trong nó một lượng thành phần các nguyên tố hợp kim thích hợp. Người ta cố ý đưa vào các nguyên tố đặc biệt với một lượng nhất định để làm thay đổi tổ chức và tính chất của thép. Các nguyên tố đặc biệt được gọi là nguyên tố hợp kim: Cr, Ni, Mn, Si, W, V, Co, Mo, Ti, Cu.

2.4.2 Thành phần hóa học

Thép hợp kim là loại thép mà người ta cố ý đưa thêm vào các nguyên tố có lợi với lượng nhất định và đủ lớn để làm thay đổi tổ chức và cải thiện tính chất (cơ, lý, hóa) của thép.

Các nguyên tố có lợi được đưa vào một cách đặc biệt đó được gọi là nguyên tố hợp kim, chúng bao gồm các nguyên tố với liều lượng như sau:

$Mn \geq 0,8-1,0\%$; $Si \geq 0,5-0,8\%$; $Cr \geq 0,5-0,8\%$

$Ni \geq 0,5-0,8\%$; $W \geq 0,1-0,5\%$; $Mo \geq 0,05-0,2\%$

$Ti \geq 0,1\%$; $Cu \geq 0,1\%$; $B \geq 0,002\%$

Nhỏ hơn giới hạn đó được coi là tạp chất.

2.4.3 Các đặc tính của thép hợp kim

Trừ các nguyên tố hợp kim Ni, Si, Al, Cu không tạo thành được cacbit trong thép, chúng chỉ có thể hòa tan vào sắt, các nguyên tố còn lại gồm Mn, Cr, Mo, W, V, Zr, Ti ngoài khả năng hòa tan vào sắt còn có thể kết hợp với cacbon thành cacbit. Các cacbit hợp kim đều có độ cứng cao.

Giống như xementit, cacbit hợp kim cũng có tác dụng làm tăng độ cứng và tính chống mài mòn của thép song có phần mạnh hơn.

Thép hợp kim khi ram, cacbit hợp kim tiết ra khỏi xementit và kết tụ lại ở nhiệt độ cao hơn so với xementit ở trong thép cacbon, do đó giữ được độ cứng cao hơn.

2.4.4 Ảnh hưởng của nguyên tố hợp kim đến tổ chức của thép hợp kim

Nguyên tố hợp kim làm thép hợp kim giữ được hạt nhỏ hơn thép cacbon khi cả hai bị nung nóng ở cùng một nhiệt độ.

Nguyên tố hợp kim làm tăng độ thấm tôi, tăng độ cứng và tính chống mài mòn.

Nguyên tố hợp kim làm tăng hiệu quả hóa bền của tôi và ram lên rõ rệt, cơ tính cao và đồng nhất trên toàn tiết diện, có thể nhiệt luyện chi tiết dụng cụ có hình dạng phức tạp mà không sợ nứt.

Nguyên tố hợp kim nâng cao tính chịu nhiệt độ cao, đặc biệt là tính cứng nóng.

2.4.5 Phân loại và ký hiệu thép hợp kim

1. Thép hợp kim kết cấu

Thép hợp kim kết cấu là thép hợp kim có hàm lượng cacbon từ 0,1% đến 0,7% và có chất lượng cao (%P và %S nhỏ hơn 0,025%).

- Nhóm thép hợp kim kết cấu có hàm lượng cacbon thấp: từ 0,1% đến 0,25%C, nguyên tố hợp kim chính là Cr, Ni, Mn, Ti v.v... Thép nhóm này mềm và thường được thấm cacbon, nhiệt luyện rồi mới sử dụng, dùng để chế tạo các chi tiết máy cần có bề

mặt làm việc cứng và chịu mài mòn cao trong khi lõi cần dẻo dai để tránh phá hủy đòn như bánh răng, trục cam xe ô tô, xe máy v.v...(20Cr, 18CrMnTi v.v...)

- Nhóm thép hợp kim kết cấu có hàm lượng cacbon trung bình: còn gọi là nhóm thép hợp kim kết cấu hóa tốt, có từ 0,3% đến 0,5%C, các nguyên tố hợp kim Cr, Ni, Mn, Si, V, W v.v... Thép nhóm này có cơ tính tổng hợp cao (40Cr, 30CrMnSi v.v...) chịu mài mòn tốt dùng làm bánh răng, trục truyền động. Nhiệt luyện tôi và ram cao sẽ nâng cao khả năng làm việc của chi tiết máy.

- Nhóm thép hợp kim kết cấu có hàm lượng cacbon cao: còn gọi là nhóm thép lò xo, có từ 0,5% đến 0,7%C, nguyên tố hợp kim như Mn, Si từ 1% đến 2% để làm tăng giới hạn đàn hồi và Cr Ni từ 1% đến 2% để làm tăng độ thấm tôi. Thép nhóm này tính đàn hồi cao, khá cứng 350 đến 450 HB, được dùng để chế tạo lò xo, nhíp xe hơi, dây cót v.v... cần nhiệt luyện trước khi sử dụng. Nhóm 50Si2, 60Si2, 60Si2Cr (A), 60Si2Ni2(A) dùng làm lò xo, nhíp lớn, chịu tải nặng; 50CrV, 50CrMnV v.v... dùng làm lò xo chịu nhiệt.

2. Thép hợp kim dụng cụ

Thép hợp kim dụng cụ là thép hợp kim có hàm lượng cacbon từ 0,4% có thể đến 1,5% và là thép có chất lượng cao (hàm lượng P và S nhỏ hơn 0,025%). Nguyên tố hợp kim gồm Cr, Ni v.v... để tăng độ thấm tôi và W, Mo v.v... để tăng độ cứng nóng, được sử dụng sau khi nhiệt luyện.

a. Nhóm thép hợp kim dụng cụ dao cắt

- Có tính chống mài mòn và độ cứng nóng cao dùng để chế tạo các loại dao cắt như 80W18Cr4V2Mo còn gọi là thép gió (Việt Nam) hay P9, P18 (Nga).

- Có độ cứng nóng khoảng 600°C, có tính chống mài mòn cao (tuổi thọ cao gấp 8 đến 10 lần thép cacbon dụng cụ).

- Tốc độ cắt từ 25 đến 35 mét/phút (gấp 5÷7 lần thép C dụng cụ).

- Độ thấm tôi cao, có thể tôi thấu với tiết diện bất kỳ.

- Thép gió gồm hai nhóm:

- + Nhóm có năng suất thường: độ cứng nóng nhỏ hơn 600°C, tốc độ cắt nhỏ hơn 25 mét/phút như thép gió 75W18Cr4V (Việt Nam) hay P18 (Nga).

- + Nhóm có năng suất cao: độ cứng nóng (630÷640)°C, tốc độ cắt (25÷35)mét/phút như thép gió 90W18Co5Cr4V2 (Việt Nam) hay P18K5 (Nga).

b. Nhóm thép hợp kim dụng cụ khuôn dập

Hàm lượng cacbon từ 0,4 đến 1,45% để bảo đảm có độ cứng và tính chống mài mòn cao trong khi vẫn bảo đảm độ bền, độ dai cao để chịu tải trọng va đập nhất định. Các nguyên tố hợp kim thường là Cr, Ni, W và hàm lượng C trong khoảng từ 0,4 đến 0,6% đối với thép khuôn dập nóng; Cr, Mn, Si, W, và hàm lượng C từ 0,4 đến 1,45% đối với thép khuôn dập nguội. Ví dụ: 100Cr, 100CrWMn, 40CrW2Si v.v...

c. Nhóm thép hợp kim dụng cụ đo

Hàm lượng cacbon lớn hơn hoặc bằng 1%, các nguyên tố hợp kim thường là Cr từ 1,3 đến 1,6%; Mn từ 0,45 đến 0,75%. Thép này dùng để chế tạo các loại pan-me, thước

kẹp, calip, dưỡng v.v... có tính chống mài mòn cao và ổn định kích thước trong mọi thời tiết.

*** Các ký hiệu thép hợp kim**

Số ở đầu ký hiệu chỉ thành phần cacbon: phần vạn cacbon trung bình.

Số ở đằng sau mỗi chữ chỉ lượng trung bình quy tròn theo phần trăm của nguyên tố đó nếu trên dưới 1% thì không biểu thị.

Ví dụ:

Thép có $0,36\% \div 0,44\%C$ ($0,40\%C$) ; $0,8 \div 1,1\% Cr$ ($1\%Cr$) là thép kết cấu, 40Cr.

Thép có $0,09 \div 0,16\%C$; $0,6 \div 0,9Cr$; $2,75 \div 3,15\%Ni$ là thép kết cấu 12CrNi3.

Thép có $1,25 \div 1,5\%C$; $0,4 \div 0,7\%Cr$; $1,5 \div 4,5\%W$ là thép dụng cụ 120CrW5.

Thép có $0,85 \div 0,95\% C$; $0,95 \div 1,25\% Cr$; $1,2 \div 1,6\%Si$ là thép dụng cụ 90CrSi.

2.4.6 Thảo luận

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày đặc điểm thành phần hóa học của thép hợp kim.
2. Tác dụng của các nguyên tố hợp kim đến tổ chức của thép ảnh hưởng của các nguyên tố hợp kim đến quá trình nhiệt luyện như thế nào?
3. Mô tả khuyết tật của thép hợp kim và phân loại và ký hiệu của thép hợp kim theo TCVN.

2.5. HỢP KIM CỨNG

2.5.1 *Khái niệm*

1. Khái niệm chung

Hợp kim cứng là loại vật liệu gốm được chế tạo từ các kim loại bột, thành phần của chúng là những cacbit (kim loại) như WC, TiC, TaC có độ cứng cao, khó nóng chảy và một lượng nhỏ Co làm chất kết dính.

2. Cách chế tạo hợp kim cứng

- Chế tạo bột cacbit: dùng bột kim loại như W, Ti, Ta (nghiền và rây mịn) trộn với bồ hóng, nung nóng (trong lò điện trở môi trường hydro từ 90 đến 120 phút, ở nhiệt độ (1350-1400)°C sẽ tạo ra bột cacbit.

- Trộn bột cacbit với Co theo tỷ lệ (6-8)% cho thật đều rồi đem hỗn hợp này tạo hình bằng cách ép hoặc nén với áp suất 100 - 1000MPa, tùy theo yêu cầu về khối lượng riêng, để tạo thành miếng sản phẩm.

- Đem các miếng đã được ép này nung ở nhiệt độ (1300-1600)°C để Co biến mềm, chảy và kết dính chặt các hạt cacbit với nhau ta thu được hợp kim cứng.

3. Tính chất

- Hợp kim cứng có độ cứng cao (70-75)HRC so với thép gió (60-65)HRC.
- Có tính chống mài mòn cao, tính chịu nóng cao (800-1000)°C; tốc độ cắt (100-200)m/phút.
- Dòn, dễ gãy vỡ khi gặp phải tải trọng va đập.
- Nhiều Coban (Co) độ cứng sẽ giảm, độ dẻo dai sẽ tăng lên.

4. Phạm vi ứng dụng

Dùng làm mũi dao cắt gọt kim loại bằng cách hàn hoặc gắn kẹp vào thân dao làm bằng thép cacbon kết cấu C45.

Dùng làm khuôn kéo sợi, khuôn đột, khuôn dập v.v...

2.5.2 *Phân loại*

1. Nhóm một cacbit

- Chỉ có WC và Co (Nga ký hiệu là BK ... _ B là Vonfram, K là Coban, chữ số kế tiếp chỉ phần trăm Co).

- Một số loại hợp kim cứng thuộc nhóm này có ký hiệu: BK2, BK3, BK4, BK6, BK8, BK10, BK15, BK20. Chịu nóng đến nhiệt độ 800°C

- + BK2; BK8 dùng để cắt phôi có phôi vụn như gang gốm sứ.

- + BK10; BK15 làm khuôn kéo sợi.

- + BK20; BK25 làm khuôn dập.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam là WCCo2, WCCo3, WCCo6, WCCo8... dùng làm dao tiện, các loại khuôn kéo sợi

2. Nhóm hai cacbit

- Gồm có WC, TiC và Co (Nga ký hiệu là T...K...)

T là Titan, K là Co.

Các chữ số sau T chỉ %Titan, các chữ số sau K chỉ %Co.

Ví dụ: T30K4 là hợp kim cứng thuộc nhóm hai cacbit chứa 30% Cacbit Titan (TiC), 4% Co và 66% Cacbit Vonfram (WC).

- Các loại hợp kim cứng thông dụng như T15K6, T14K8, T5K10, T15K12 v.v... Chịu nóng tới (900-1000)°C, có độ cứng cao hơn nhóm một cacbit. Dùng để gia công tinh các loại thép.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam kí hiệu là WCTiC30Co4, WCTiC15Co6, WCTiC14Co8...

3. Nhóm ba cacbit

- Gồm WC, TiC, TaC và Co (Nga ký hiệu TT...K...)

TT là Titan, Tatan; K là Co.

Các chữ số sau TT chỉ %Ti và Ta, các chữ số sau K chỉ %Co.

Ví dụ: TT7K12 gồm: 7% TiC + TaC; 12% Co; 81% WC.

- Nhóm này có tính chịu nóng, độ cứng như nhóm hai cacbit nhưng tính chống rung, chống mẻ tốt hơn. Dùng để gia công thô các loại thép đúc, cán, rèn. Thường dùng hai loại BK8 và T15K6 để gia công cắt gọt các loại gang và thép.

Ký hiệu của Việt Nam là : WCTiC4TaC3Co12, WCTiC8TaC12Co9.

Ký hiệu hợp kim cứng của một số nước

ISO	Liên Xô (cũ)	Tiệp Khắc	CHLB Đức	Thụy Điển	Thụy Sĩ	Anh	Áo	USA	Nhật Bản
P01.4	T30K4	F1	FT1	F1	F1	FB1	XX	K4H	TX10S
P10	T15K6	S1	TT1	S1	S1	SB1	DX7	K3H	TX20
P20	T14K8	S2	TT2	S2	S2	SB2	X8	K25	TX30
P30	T5K10	S3	TT3	S3	S3	SB3	S58	KM	G2F
K20	BK6	G1	G1	G1	G1	G1	N	K1	G3
K30	BK6A	G1.1	G2	G2	G2	G2	6	-	
K05	BK8	H2	H2	H2	H2	H2	NS	K8	

2.5.3 Thảo luận

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các khái niệm về hợp kim cứng.
2. Có mấy nhóm hợp kim cứng? Thành phần, tính chất, ký hiệu và phạm vi ứng dụng của chúng.

Chương 3_ NHIỆT LUYỆN VÀ HÓA NHIỆT LUYỆN

1. Mục tiêu

- Trình bày được các phương pháp xử lý bề mặt vật liệu bằng các hình thức nhiệt luyện và hóa nhiệt luyện;
- Áp dụng để nhiệt luyện các dụng cụ cắt gọt, chi tiết máy;
- Rèn luyện tính kiên trì, cẩn thận, chính xác;
- Nghiêm túc, trách nhiệm, chủ động, tích cực, chăm chỉ.

2. Nội dung

2.1. NHIỆT LUYỆN

2.1.1 Khái niệm chung

Nhiệt luyện là khâu quan trọng và không thể thiếu được đối với chế tạo cơ khí vì nó có tác dụng làm tăng độ cứng, độ bền, tính chống mài mòn và cải thiện tính công nghệ của thép.

- Tăng độ cứng, độ bền, tính chống mài mòn

Phần lớn các chi tiết máy quan trọng như trục, trục khuỷu, vòi phun cao áp, bánh răng truyền lực với tốc độ cao, dao cắt, khuôn dập v.v... phải qua nhiệt luyện tôi, ram hoặc hóa nhiệt luyện trước khi sử dụng nhằm tạo cho các chi tiết, dụng cụ có cơ tính thích hợp với điều kiện làm việc và được gọi là nhiệt luyện kết thúc.

- Cải thiện tính công nghệ.

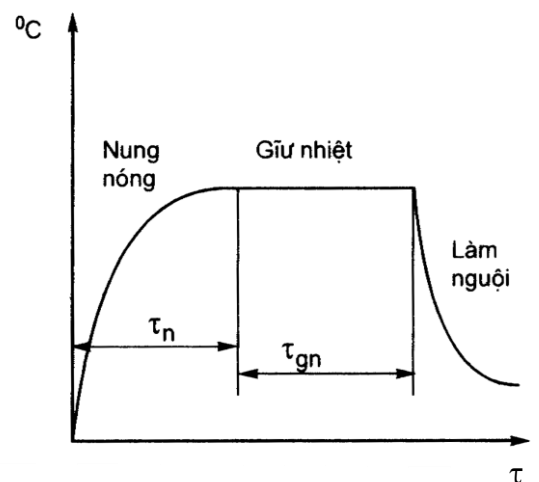
Để đảm bảo sản xuất dễ dàng với năng suất lao động cao, giá thành hạ, thép phải có cơ tính sao cho phù hợp với điều kiện gia công tiếp theo như cần mềm để gia công cắt gọt và cần dẻo để dễ gia công biến dạng. Muốn vậy ta cũng phải áp dụng các biện pháp nhiệt luyện thích hợp như ủ hoặc ram để làm mềm thép.

Như vậy, trong sản xuất cơ khí cần phải biết tận dụng nhiệt luyện để không những đảm bảo tuổi thọ lâu dài cho chi tiết mà còn làm dễ dàng cho quá trình gia công.

Nhiệt luyện là công nghệ nung nóng kim loại đến nhiệt độ xác định, giữ nhiệt độ tại đó một thời gian thích hợp rồi sau đó làm nguội với tốc độ phù hợp để làm thay đổi tổ chức của thép, do đó làm biến đổi tính chất của thép theo phương hướng đã chọn.

2.1.2 Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình nhiệt luyện

- Quá trình nhiệt luyện được đặc trưng bằng ba thông số quan trọng sau:
 - + Nhiệt độ nung nóng: nhiệt độ cao nhất mà quá trình phải đạt tới.
 - + Thời gian giữ nhiệt (ở nhiệt độ nung nóng).
 - + Tốc độ nguội (sau khi giữ nhiệt), chúng tương ứng với ba giai đoạn khác nhau của quá trình nhiệt luyện: nung nóng, giữ nhiệt và làm nguội.
- Đối với kết quả nhiệt luyện, người ta đánh giá chúng bằng các thông số sau:



Hình 3.1 Sơ đồ quá trình nhiệt luyện

+ Độ cứng là yêu cầu quan trọng đầu tiên, đòi hỏi nó phải lớn hơn hoặc nhỏ hơn những giá trị nhất định tùy trường hợp cần cứng hay mềm, nhiều trường hợp phải kiểm tra toàn bộ sản phẩm.

+ Tổ chức tế vi bao gồm cấu tạo pha, kích thước hạt, chiều sâu lớp hóa bền, thường chỉ kiểm tra theo tỷ lệ trong từng mẻ.

+ Độ cong vênh, biến dạng. Độ biến dạng khi nhiệt luyện trong nhiều trường hợp là nhỏ hoặc không đáng kể, song trong một số trường hợp quan trọng, yêu cầu này rất khắt khe, nếu vượt quá phạm vi cho phép cũng không thể sử dụng được.

2.1.3 Các phương pháp nhiệt luyện

1. Ủ thép

a. Định nghĩa

Ủ thép là phương pháp nung nóng thép đến nhiệt độ nhất định, giữ nhiệt lâu rồi làm nguội chậm cùng lò để đạt được tổ chức ổn định peclit (đúng với giản đồ trạng thái với độ cứng thấp nhất và độ dẻo cao).

+ Nhiệt độ ủ không có quy luật tổng quát, mỗi phương pháp có nhiệt độ nhất định.

+ Quá trình làm nguội với tốc độ rất chậm (nguội cùng với lò) để auxtenit phân hóa ở nhiệt độ cao gần A_{c1} cho ra peclit.

b. Mục đích

Làm tăng độ dẻo để tiến hành dập, cán, kéo nguội.

Làm giảm hay mất ứng suất bên trong do gia công cơ khí, đúc, hàn.

Làm đồng đều thành phần hóa học trên vật đúc bị thiên tích.

Làm nhỏ hạt thép.

c. Các phương pháp ủ không chuyển biến pha

- Ủ thấp

Ủ thấp tiến hành ở các nhiệt độ $200 \div 600$ độ C với mục đích làm giảm hay khử bỏ ứng suất bên trong các vật đúc hay sản phẩm qua gia công cơ khí.

Nếu nhiệt độ ủ $200 \div 300$ độ C chỉ khử bỏ một phần ứng suất bên trong, còn ở nhiệt độ cao hơn, $450 \div 600$ độ C sẽ khử bỏ hoàn toàn ứng suất bên trong.

Áp dụng vật đúc bằng gang quan trọng như thân máy yêu cầu phải khử bỏ phần lớn ứng suất bên trong (tới $70 \div 80\%$) để không gây cong sổng trượt, thường tiến hành bằng các cách để lâu trong kho hay ngoài trời, ứng suất bên trong được giảm dần nhưng phải sau hay gần một năm mới đạt đến giá trị nhỏ không đáng kể. Cách này quá tốn thời gian, gây lãng phí, ứ đọng sản phẩm, mất đồng bộ sản xuất.

- Ủ ở $450 \div 600$ độ C

Ủ từ 1÷2 giờ sẽ khử bỏ được hầu như hoàn toàn ứng suất bên trong. Hiện nay trong sản xuất cơ khí thường áp dụng cách này vì tiết kiệm được kho bãi, không gây lãng phí (khi đúc hỏng sẽ biết ngay sau khi gia công cơ khí), không gây ra mất đồng bộ sản xuất, tuy có tốn kém.

Sau khi gia công cơ (cắt, gọt, mài, đập nguội v.v...) ứng suất bên trong tăng lên như xecmăng sau khi mài, lò xo sau khi quấn nguội phải được ủ khử ứng suất từ $(200\div 450)^{\circ}\text{C}$. Cách ủ này không làm thay đổi độ cứng của thép.

- Ủ kết tinh lại

Ủ kết tinh lại được tiến hành cho các thép biến dạng nguội, bị biến cứng cần khôi phục tính dẻo, độ cứng như trước khi biến dạng, nhiệt độ kết tinh lại của sắt là 450°C . Đối với thép cacbon, ủ kết tinh lại ở $600\div 700^{\circ}\text{C}$.

Ủ kết tinh lại làm thay đổi độ cứng và thay đổi kích thước hạt, song không áp dụng cho thép vì phần bị biến dạng tới hạn $(2\div 8\%)$ sau khi kết tinh lại sẽ có hại rất lớn, thép bị giòn. Để tránh thiếu sót này người ta dùng các phương pháp ủ có chuyển biến pha.

d. Các phương pháp ủ có chuyển biến pha

- Ủ hoàn toàn

Ủ hoàn toàn là phương pháp ủ với đặc điểm nung nóng thép tới trạng thái hoàn toàn là austenit, tức là phải nung cao hơn A_{c1} hoặc A_{cm} .

Áp dụng cho thép trước cùng tích với lượng cacbon trong khoảng $0,3\div 0,65\%$ nhằm hai mục đích làm nhỏ hạt, giảm độ cứng và tăng độ dẻo để dễ cắt gọt và đập nguội với độ cứng đạt được là $(160\div 200)\text{HB}$.

Nhiệt độ ủ hoàn toàn tính theo: $t_u^0 = A_{c3} + (20\div 30^{\circ}\text{C})$

Ví dụ:

Thép $0,3\%\text{C}$ có $A_{c3} = 840^{\circ}\text{C}$, $t_u^0 = 860\div 870^{\circ}\text{C}$

Thép $0,65\%\text{C}$ có $A_{c3} = 760^{\circ}\text{C}$, $t_u^0 = 780\div 790^{\circ}\text{C}$

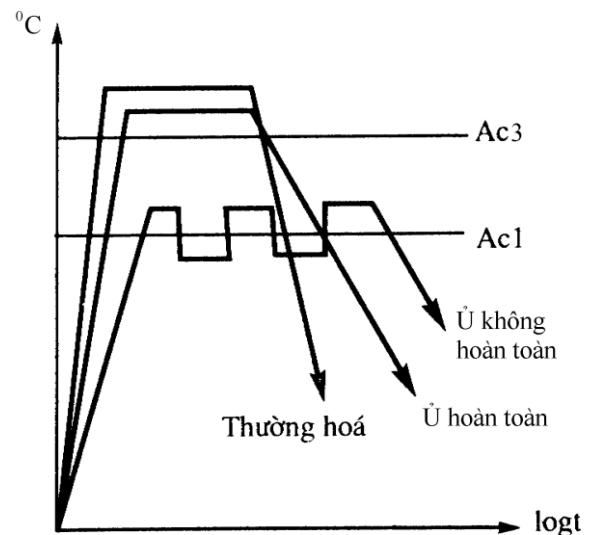
- Ủ không hoàn toàn và ủ cầu hóa

Ủ không hoàn toàn là phương pháp ủ với đặc điểm nung nóng thép đến trạng thái không hoàn toàn là austenit, tức là mới chỉ cao hơn A_{c1} nhưng thấp hơn A_{c3} hay A_{cm} , chỉ có peclit chuyển biến thành austenit hạt nhỏ còn ferit hoặc xemantit thứ hai vẫn còn lại do vậy chúng vẫn giữ nguyên hình dạng và kích thước.

Áp dụng chủ yếu cho thép cùng tích và sau cùng tích, đôi khi cho cả thép trước (nhưng rất gần) cùng tích với lượng cacbon $\geq 0,7\%$ với mục đích làm giảm độ cứng đến mức thấp nhất để có thể cắt gọt được.

Phương pháp ủ này không áp dụng cho thép trước cùng tích vì đây là loại thép kết cấu có yêu cầu cao về độ dai mà trong phương pháp này không làm nhỏ được hạt ferit, không làm tăng độ dai.

Vậy nhiệt độ ủ không hoàn toàn là:



Hình 3.2 Các phương pháp ủ

$T_u^0 = A_{c1} + (20 \div 30) \approx 760 \div 780$ độ C đối với mọi loại thép cacbon.

Ủ cầu hóa là dạng đặc biệt của ủ không hoàn toàn trong đó nhiệt độ nung dao động tuần hoàn trên dưới A_{c1} : nung lên $760 \div 780$ độ C rồi làm nguội xuống $650 \div 680$ độ C trong nhiều lần sẽ xúc tiến quá trình cầu hóa của xemanit thu được peclit hạt.

e. Ủ đẳng nhiệt

Đối với thép hợp kim cao do auxtenit quá nguội có tính ổn định quá lớn, làm nguội chậm cùng lò cũng không đạt được tổ chức peclit, nên thép không đủ mềm để cắt gọt nên ủ đẳng nhiệt ở nhiệt độ thấp hơn A_{c1} khoảng 50°C trong thời gian nhất định (theo giản đồ chữ C) sẽ nhận được tổ chức peclit.

Áp dụng cho thép hợp kim để rút ngắn thời gian ủ.

f. Ủ khuếch tán

Ủ khuếch tán là phương pháp ủ với đặc điểm nung nóng thép lên đến nhiệt độ rất cao $1100 \div 1150$ độ C trong nhiều giờ ($10 \div 15$ giờ) để làm tăng khả năng khuếch tán, làm đều thành phần hóa học giữa các vùng.

Áp dụng cho thép hợp kim cao khi đúc bị thiên tích phải làm đều thành phần. Song sau khi ủ khuếch tán hạt rất to phải đưa đi cán nóng hoặc ủ lại theo một trong ba phương pháp ủ để làm nhỏ hạt.

2. Thường hóa thép

a. Định nghĩa

Thường hóa là phương pháp nhiệt luyện gồm nung nóng thép đến trạng thái hoàn toàn là auxtenit (cao hơn A_{c3} hay A_{cm}) giữ nhiệt rồi làm nguội tiếp theo trong không khí tĩnh để auxtenit phân hóa thành tổ chức gần ổn định, peclit hay xoocbit với độ cứng tương đối thấp.

- Nhiệt độ thường hóa

$t_{th}^0 = A_{c3} + (20 \div 30 \text{ độ C})$ cho thép trước cùng tích

$t_{th}^0 = A_{cm} + (20 \div 30 \text{ độ C})$ cho thép sau cùng tích

- Tốc độ nguội trong không khí tĩnh, không phải dùng lò nên kinh tế hơn ủ

- Tổ chức và cơ tính so với ủ, tổ chức đạt được là gần cân bằng với độ cứng cao hơn ủ đôi chút.

b. Mục đích và lĩnh vực áp dụng

Thường hóa nhằm đạt độ cứng thích hợp để gia công cắt gọt cho thép cacbon thấp ($< 0,25\%$). Nếu ủ hoàn toàn, độ cứng sẽ thấp ($< 140 \div 160\text{HB}$), quá dẻo, phoi khó gãy nên khó cắt gọt, nếu thường hóa sẽ có độ cứng cao hơn, thích hợp với gia công cắt hơn.

Làm nhỏ xementit chuẩn bị cho nhiệt luyện kết thúc. Thường áp dụng cho các thép kết cấu trước khi tôi bề mặt.

3. Tôi thép

a. Định nghĩa

Tôi thép là phương pháp nhiệt luyện bao gồm nung nóng thép lên cao quá nhiệt độ tới hạn A_{c1} để làm xuất hiện auxtenit, giữ nhiệt rồi làm nguội nhanh thích hợp để biến nó thành

mactenxit hay tổ chức không ổn định khác với độ cứng cao.

b. Mục đích

- Nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn, kéo dài tuổi thọ của chi tiết máy chịu chế độ làm việc mài mòn và các dụng cụ.

Thép phải có lượng cacbon từ trung bình trở lên, thường là $\geq 0,3\div 0,4\%$, với độ cứng sau khi tôi $\geq 50\text{HRC}$.

- Nâng cao độ bền và sức chịu tải của chi tiết máy. Tôi là nguyên công không thể thiếu và nó quyết định khả năng làm việc của các chi tiết máy dưới tải trọng nặng.

c. Nhiệt độ tôi

- Đối với thép trước cùng tích và cùng tích ($< 0,8\%\text{C}$), nhiệt độ tôi phải lấy cao hơn A_{c3} tức nung nóng tới trạng thái hoàn toàn là auxtenit (tôi hoàn toàn).

$$t^{\circ}_{\text{tôi}} = A_{c3} + (30\div 50 \text{ độ C})$$

Cacbon tăng lên từ $0,1\div 0,8$ nhiệt độ tôi giảm đi

Thép $0,2\%\text{C}$ $A_{c3} = 860 \text{ độ C}$, $t^{\circ}_{\text{tôi}} = 890\div 910 \text{ độ C}$

Thép $0,4\%\text{C}$ $A_{c3} = 820 \text{ độ C}$, $t^{\circ}_{\text{tôi}} = 850\div 870 \text{ độ C}$

Thép $0,8\%\text{C}$ $A_{c3} = 730 \text{ độ C}$, $t^{\circ}_{\text{tôi}} = 760\div 780 \text{ độ C}$

Tổ chức sau khi tôi là mactenxit+auxtenit dư

- Đối với thép sau cùng tích ($> 0,8\%\text{C}$), nhiệt độ tôi chỉ lấy cao hơn A_{c1} , tức nung nóng thép tới trạng thái không hoàn toàn là auxtenit ($\gamma + \text{Xe}$) (tôi không hoàn toàn).

$$t^{\circ}_{\text{tôi}} = A_{c1} + (30\div 50 \text{ độ C}) = 760\div 780 \text{ độ C}$$

Lượng cacbon thay đổi từ $(0,8\div 1,3)\%$ hay cao hơn đều có nhiệt độ tôi giống nhau.

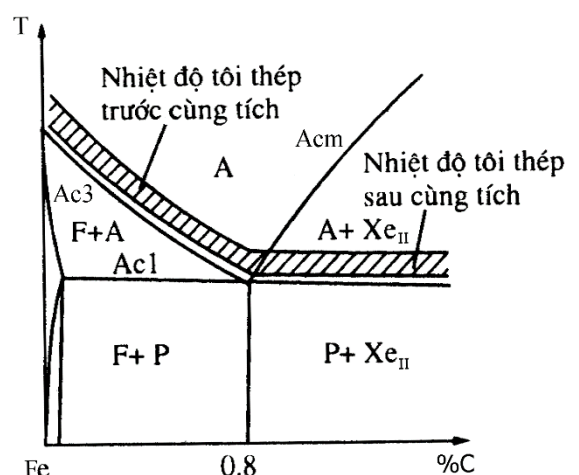
Tổ chức sau khi tôi: mactenxit+xementit II+auxtenit dư.

d. Tốc độ tôi tới hạn và độ thấm tôi

Tốc độ tôi tới hạn là tốc độ nguội nhỏ nhất cần thiết để auxtenit chuyển biến thành mactenxit.

Tốc độ tới hạn của thép càng nhỏ thì càng dễ tôi, tức là không cần làm nguội nhanh cũng có thể đạt được tổ chức mactenxit. Việc làm nguội chậm cũng có thể đạt tổ chức mactenxit là rất có lợi vì nó có khả năng tạo ra độ cứng cao đồng thời biến dạng nhỏ và không bị nứt, điều này rất quan trọng đối với chi tiết có hình dạng phức tạp.

Độ thấm tôi là chiều dày của lớp tôi cứng có tổ chức mactenxit. Ý nghĩa của độ thấm tôi là ở chỗ nó biểu thị khả năng hóa bền của thép bằng tôi-ram, hay nói cho đúng hơn là biểu thị tỷ lệ tiết diện của chi tiết được hóa bền nhờ tôi+ram.



Hình 3.3 Sơ đồ chọn nhiệt độ tôi thép

e. Các phương pháp tôi thể tích và công dụng - các môi trường tôi

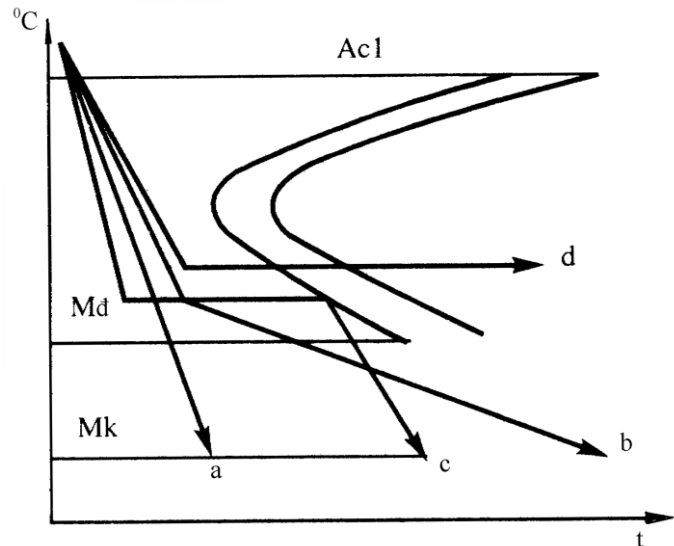
Tôi trong một môi trường

Nước lạnh (có v_{th} lớn), là môi trường tôi cho thép cacbon nhưng không thích hợp cho chi tiết có hình dạng phức tạp (hình 3.4a).

Dầu làm nguội chậm thép ở cả hai khoảng nhiệt độ do đó ít gây biến dạng, nứt nhưng khả năng tôi lại kém.

Tôi trong hai môi trường

Cách tôi này lợi dụng được cả hai ưu điểm của nước và dầu. Thoát tiên thép tôi được làm nguội trong môi trường tôi mạnh: nước, nước pha muối đến khi sắp xảy ra chuyển biến mactenxit ($300 \div 400$ độ C) nhấc ra chuyển sang làm nguội chậm trong môi trường tôi yếu: dầu hay không khí cho đến khi nguội hẳn. Như vậy vừa đảm bảo cho thép cứng, vừa ít gây biến dạng, nứt (hình 3.4b).



Hình 3.4 Các phương pháp tôi

Tôi phân cấp

Cách tôi này khắc phục được khó khăn về xác định thời gian chuyển môi trường ở cách tôi trên.

Trong cách này thép tôi được nhúng vào môi trường lỏng nóng chảy có nhiệt độ cao hơn điểm M_d khoảng $50 \div 100$ độ C, thép bị nguội đến nhiệt độ này và giữ nhiệt để đồng đều nhiệt độ trên tiết diện (thường kéo dài $3 \div 5$ phút), sau đó nhấc ra làm nguội ngoài không khí để chuyển biến mactenxit. Ưu điểm của cách tôi này là vẫn đạt độ cứng cao nhưng ứng suất bên trong rất nhỏ, độ biến dạng thấp nhất, thậm chí có thể sửa nắn sau khi làm nguội phân cấp khi thép còn dẻo (hình 3.4c).

Tôi đẳng nhiệt

Giữ nhiệt thật lâu (hàng giờ) trong muối nóng chảy để austenit quá nguội phân hóa hoàn toàn thành hỗn hợp ferit + xementit nhỏ mịn, có độ cứng tương đối cao và độ dai tốt. Sau khi tôi đẳng nhiệt không phải ram (hình 3.4d).

f. Cơ nhiệt luyện thép

Cơ nhiệt luyện thép là quá trình tiến hành hai cơ chế hóa bền cùng một lúc: biến dạng dẻo austenit rồi tôi ngay. Kết quả là được mactenxit nhỏ mịn với độ lệch mạng cao, nhờ đó đạt được sự kết hợp rất cao giữa độ bền, độ dẻo và độ dai. Sau cơ – nhiệt luyện, thép được ram thấp ở $100 \div 200$ độ C

Cơ nhiệt luyện có độ bền cao hơn khoảng $10 \div 20\%$; độ dẻo, dai có thể tăng đến gấp hai lần so với nhiệt luyện rồi tôi và ram thấp.

4. Ram thép

a. Định nghĩa và mục đích

Ram là phương pháp nhiệt luyện nung nóng thép đã tôi thành tổ chức mactenxit lên đến các nhiệt độ thấp hơn A_{cl} để mactenxit và auxtenit dư phân hóa thành các tổ chức có cơ tính phù hợp với yêu cầu làm việc.

- Ram thép là nguyên công bắt buộc khi tôi thép thành mactenxit.
- Yếu tố quyết định nhất đến tổ chức và cơ tính của thép đã tôi khi ram là nhiệt độ.

Mục đích ram thép

- Làm giảm hoặc khử bỏ ứng suất bên trong.
- Biến đổi tổ chức sau khi tôi cứng, dön thành các tổ chức có độ cứng thích hợp song dẻo, dai hơn phù hợp với điều kiện làm việc.

b. Các phương pháp ram

Ram thấp

Ram thấp là phương pháp nung nóng thép đã tôi trong khoảng 150÷250 độ C, tổ chức đạt được là mactenxit ram.

Sau khi ram, độ cứng không giảm đi hoặc chỉ giảm rất ít (1÷2 HRC), cá biệt có trường hợp lại tăng lên (do auxtenit dư → mactenxit), còn ứng suất bên trong giảm đi do đó có tính dẻo, dai tốt hơn, khó phá hủy dön hơn.

Ram thấp áp dụng cho dụng cụ và chi tiết máy cần độ cứng, tính chống mài mòn cao (tới 56÷64 HRC) như đối với tất cả dao cắt, khuôn dập nguội, bánh răng, chi tiết thấm cacbon, vòng bi, trục, chốt v.v...

Tôi tự ram

Tôi tự ram là cách tôi rồi làm nguội không triệt để, tôi chỉ thực hiện trong thời gian ngắn vài đến vài chục giây, sau đó nhiệt độ của lõi hay của các phần khác của vật tôi truyền đến, nung nóng và tiến hành ram ngay phần vừa được tôi. Sau tôi tự ram không phải ram tiếp.

Tôi tự ram được ứng dụng rộng rãi khi tôi cảm ứng các chi tiết lớn (băng máy, trục dài, đục v.v...).

Ram trung bình

Ram trung bình là phương pháp nung nóng thép đã tôi trong khoảng 300÷450 độ C, tổ chức đạt được là trôxit ram.

Sau khi ram trung bình, độ cứng thép tôi giảm đi rõ rệt nhưng vẫn còn khá cứng (40÷45HRC), trong khi đó ứng suất bên trong giảm mạnh, giới hạn đàn hồi đạt được giá trị cao nhất, độ dẻo, độ dai tăng lên.

Ram trung bình áp dụng cho các chi tiết máy, các dụng cụ cần độ cứng tương đối cao và đàn hồi như lò xo, nhíp, khuôn dập nóng, khuôn rèn v.v...

Ram cao

Ram cao là phương pháp nung nóng thép đã tôi trong khoảng (500÷650 độ C), tổ chức đạt được là xoocbit ram.

Sau khi ram độ cứng thép tôi giảm đi rất mạnh, thép trở nên tương đối mềm (15÷25HRC), khử bỏ hoàn toàn ứng suất bên trong, độ bền tuy có giảm đi một phần nhưng độ dẻo, độ dai tăng lên rất mạnh.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu đặc điểm, mục đích của ủ và thường hóa thép.
2. Trình bày các phương pháp ủ và thường hóa thép.
3. Trình bày định nghĩa và mục đích của tôi thép.
4. Trình bày các yếu tố đặc trưng cho quá trình tôi thép như nhiệt độ tôi, tốc độ tôi tới hạn và độ thấm tôi.
5. Trình bày các phương pháp tôi thể tích, các môi trường tôi và công dụng của tôi thép.
6. Trình bày đặc điểm của cơ nhiệt luyện thép.
7. Trình bày định nghĩa và mục đích của ram thép.
8. Trình bày các phương pháp ram thép.

2.2. HÓA NHIỆT LUYỆN

2.2.1 Khái niệm chung

Bề mặt chi tiết máy là phần chi tiết có yêu cầu cao nhất: chịu ứng suất tác dụng lớn nhất, chịu mài mòn khi ma sát. Tiếp xúc với môi trường và có thể bị hư mòn khi làm việc. Nhiều chi tiết chi yêu cầu bề mặt có độ cứng, độ bền cao trong khi đó lõi vẫn mềm, dẻo, dai.

Để đạt được yêu cầu trên, người ta phải dùng các cách biến đổi tổ chức của lớp bề mặt theo phương hướng hóa bền (làm cứng). Trong chế tạo cơ khí, người ta cũng thường dùng các phương pháp cơ học: phun bi, lăn ép, đập làm biến dạng dẻo, biến cứng, nâng cao độ cứng bề mặt thép, song có hiệu quả không cao, năng suất thấp. Các phương pháp tôi bề mặt và hóa nhiệt luyện có nhiều ưu điểm hơn.

Tôi bề mặt là phương pháp hóa bền có hiệu quả với năng suất cao, hiện được áp dụng phổ biến trong chế tạo cơ khí. Có nhiều phương pháp tôi bề mặt song dựa trên nguyên lý chung là: nung nóng thật nhanh bề mặt đến nhiệt độ tôi, trong khi lõi vẫn nguội. Khi làm nguội nhanh tiếp theo chỉ làm cho bề mặt bị tôi và trở nên cứng, còn lõi không có chuyển biến tổ chức tế vi, vẫn mềm.

2.2.2 Các hình thức hóa nhiệt luyện

1. Thấm cacbon

Thấm cacbon là phương pháp hóa – nhiệt luyện bao gồm làm khuếch tán cacbon vào bề mặt của thép cacbon thấp ($0,1 \div 0,25\%$) sau đó tôi và ram thấp để bề mặt có độ cứng cao còn lõi vẫn dẻo dai (khi nói thấm cacbon là hàm ý đã có cả tôi).

Mục đích chủ yếu của thấm cacbon là làm tăng độ cứng cho bề mặt của thép (có thể tới trên 60HRC), có tính chống mài mòn cao, chịu mỏi tốt, còn lõi vẫn dẻo dai.

Nhiệt độ thấm cacbon cao hơn A_{c3} của thép tức trong khoảng $900 \div 950^\circ\text{C}$.

Đối với thép có bản chất hạt lớn không nên thấm quá 930°C , tức chỉ nên $900 \div 920^\circ\text{C}$.

Thời gian thấm phụ thuộc chủ yếu vào chiều dày yêu cầu của lớp thấm cacbon.

Nhiệt độ thấm càng cao thời gian càng ngắn, nhưng nhiệt độ thấm cao nhất phụ thuộc vào loại thép.

a. Chất thấm thể rắn

+ Chất thấm chủ yếu là than gỗ (hay mùn cưa) – $80 \div 95\%$ và lượng nhỏ các muối cacbonat (Na_2CO_3 , BaCO_3 v.v...) hoặc muối khác có tác dụng xúc tác, làm tăng nhanh quá trình thấm. Đơn giản, dễ tiến hành.

b. Chất thấm thể khí

- + Có thể dùng trực tiếp các khí thấm như CO hoặc CH_4 để thấm.
- + Năng suất cao, thời gian thấm tương đối ngắn.
- + Chất lượng tốt, bảo đảm nồng độ C quy định trong lớp thấm.
- + Dễ cơ khí hóa, điều kiện lao động tốt.

c. Chất thấm thể lỏng

+ Ít dùng do năng suất thấp, chỉ áp dụng được cho chi tiết nhỏ; điều kiện lao động xấu.

Sau khi thấm xong đem tôi ngay mà không nung nóng lại.

Thấm cacbon cũng cho cơ tính, công dụng như tôi bề mặt: bề mặt cứng, lõi dẻo nhưng ở mức cao hơn (52÷58 HRC ở bề mặt, 10÷25 HRC ở lõi), do đó bảo đảm tính chống mài mòn và chịu tải tốt hơn.

Thấm cacbon thường được áp dụng cho chi tiết làm việc trong điều kiện nặng hơn. Ví dụ cùng là bánh răng nhưng ở ô tô thì thấm cacbon, ở máy cắt thì chỉ cần tôi bề mặt. Tuy có ưu việt hơn về mặt cơ tính, song thấm cacbon có giá thành đắt hơn do tốn nhiệt, thời gian dài, năng suất thấp hơn.

2. Thấm nito

Thấm nito là phương pháp nhiệt luyện làm khuếch tán nito vào bề mặt thép, nhằm mục đích chủ yếu là nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn (mạnh hơn so với thấm cacbon), nâng cao giới hạn mỏi hơn thấm cacbon và tôi bề mặt, có bề mặt bóng mờ, chống gỉ tốt. Độ cứng cao (65÷70 HRC) của lớp thấm nito là bản chất tự nhiên của nó, không phải qua nhiệt luyện như thấm cacbon.

- Sau khi thấm không tiến hành tôi và mài.
- Thép dùng để thấm thường là thép hợp kim đặc biệt.
- Lớp thấm cứng hơn và độ cứng này giữ được ngay cả khi làm việc ở trên 500°C vì theo giản đồ trạng thái Fe-N tổ chức của lớp thấm không thay đổi khi nhiệt độ thấp hơn 591°C, trong khi đó độ cứng của lớp thấm cacbon bị giảm mạnh khi nhiệt độ vượt quá 200°C do mactenxit bị phân hóa khi ram.
- Thấm nito được áp dụng chủ yếu cho những chi tiết cần độ cứng và tính chống mài mòn rất cao, làm việc ở nhiệt độ tới 500÷600°C, nhưng chịu tải không lớn (do lớp thấm mỏng) như một số trục, bánh răng, dụng cụ cắt gọt, dụng cụ đo.
- Thấm nito cũng được áp dụng để nâng cao độ bền mỏi như các trục khuỷu quan trọng.

3. Thấm cacbon – nito

Thấm cacbon – nito là phương pháp hóa nhiệt luyện làm khuếch tán đồng thời cacbon và nito vào bề mặt thép để nâng cao độ cứng và tính chống mài mòn. Thường tiến hành thấm cacbon – nito ở hai thể: lỏng và khí.

Thấm cacbon – nito ở thể lỏng còn có tên gọi là thấm xyanua vì được tiến hành trong các bể muối xyanua có tính độc cao, do đó chỉ áp dụng khi thật cần thiết.

- Thấm ở 820÷850°C áp dụng cho thép cacbon trung bình (0,3÷0,40%) như trục, bánh răng và các loại khuôn dập nguội.
- Thấm ở 900÷950°C áp dụng cho thép cacbon thấp ($\leq 0,25\%$ thay cho thấm cacbon).
- Sau khi thấm không tôi, ram hay mài.

Thấm cacbon-nito thể khí là dạng hóa nhiệt luyện thông dụng tiên tiến nhất và đã thay thế dần dần công nghệ thấm cacbon trong sản xuất các chi tiết quan trọng như trục, bánh răng v.v... Sau khi thấm cacbon-nito thể khí, chi tiết cũng phải tôi và ram như thấm cacbon nhưng do nhiệt độ không cao, thời gian ngắn hơn nên kích thước hạt vẫn nhỏ và tôi trực tiếp từ nhiệt độ thấm nên biên dạng nhỏ.

2.2.3 Thảo luận

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày khái niệm về hóa bền bề mặt tác thép.
2. Trình bày cách tối bề mặt bằng nung nóng cảm ứng cao tần.
3. Trình bày đặc điểm, nguyên lý chung và các phương pháp hóa bền bề mặt thép.

Chương 4_ KIM LOẠI MÀU VÀ HỢP KIM MÀU

1. Mục tiêu

- Trình bày được các loại vật liệu kim loại màu thường dùng trong cơ khí;
- Vận dụng được các loại kim loại và hợp kim màu vào quá trình sử dụng và chế tạo chi tiết máy;
- Rèn luyện tính kiên trì, cẩn thận, chính xác;
- Nghiêm túc, trách nhiệm, chủ động, tích cực, chăm chỉ.

2. Nội dung

2.1 ĐỒNG VÀ HỢP KIM ĐỒNG

2.1.1 Đồng nguyên chất

1. Các đặc tính của đồng đỏ

Đồng nguyên chất và đồng kỹ thuật có màu đỏ nên gọi là đồng đỏ. Đồng là kim loại không có chuyển biến thù hình với một kiểu mạng là lập phương diện tâm.

- Khối lượng riêng lớn ($\gamma = 8,94 \text{ g/cm}^3$) hơn ba lần nhôm và tương đối đắt nên chỉ dùng trong trường hợp cần thiết.
- Tính chống ăn mòn tốt trong khí quyển.
- Tính dẫn điện và dẫn nhiệt cao. Nhiệt độ chảy tương đối cao, 1083 độ C.
- Rất dẻo, dễ biến dạng dẻo như cán, kéo, cắt, dát mỏng, độ bền khá thấp $\sigma_b = 160 \text{ N/mm}^2$, $\text{HB} = 40$ nhưng khi biến dạng nguội thì hóa bền rất mạnh $\sigma_b = 450 \text{ N/mm}^2$, $\text{HB} = 125$.

2. Phân loại hợp kim đồng

Các hợp kim đồng có cơ tính tương đối cao, tính công nghệ tốt và ít ma sát trong khi vẫn giữ được các ưu việt của đồng là tính dẫn điện, dẫn nhiệt cao, ổn định hóa học tốt, tính dẻo tốt.

Theo tính công nghệ các hợp kim đồng cũng được chia ra hợp kim biến dạng và hợp kim đúc, nhưng thông dụng là phân loại theo thành phần hóa học: latông và brông.

3. Ký hiệu đồng và hợp kim đồng

Ký hiệu: Nga M00(99,99%Cu); M0(99,95%Cu); M1(99,9%Cu); M4(99,0%Cu).

Ký hiệu Việt Nam: Cu1(99,9% Cu); Cu2 (99,7% Cu); Cu3 (99,5% Cu).

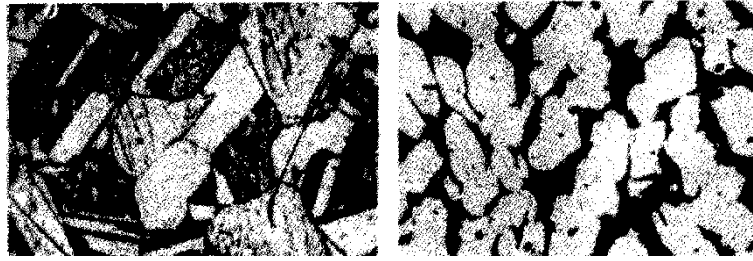
2.1.2 Hợp kim đồng

1. Latông

Latông là hợp kim của đồng mà hai nguyên tố chủ yếu là đồng (Cu) và kẽm (Zn).

a. Latông đơn giản

Latông đơn giản là hợp kim chỉ có hai nguyên tố Cu và Zn. Giản đồ trạng thái Cu-Zn là giản đồ trạng thái rất phức tạp, tạo nên rất nhiều pha, song trong thực tế chỉ dùng loại có ít hơn 45%Zn nên chỉ gặp hai pha α và β .



Hình 4.1 Tổ chức tế vi của latông

Phần màu tối là pha α , màu sáng là pha β

Latông một pha α có ít hơn 39%Zn với đặc tính là có độ dẻo cao (hơn đồng) độ bền tương đối cao, rẻ hơn đồng, thường sử dụng latông một pha thay đồng. Do có tính dẻo cao, latông đơn giản được cán nguội thành các bán thành phẩm làm các chi tiết máy qua dập.

Latông hai pha $\alpha + \beta$ có nhiều hơn 39%Zn, có độ bền độ cứng cao hơn, nhưng độ dẻo thấp hơn loại một pha α .

Thường dùng latông hai pha với mác LCuZn40 (Д60) với 40%Zn ở dạng tấm, băng, ống để làm các chi tiết dập yêu cầu cao.

b. Latông phức tạp

Latông phức tạp là loại hợp kim ngoài Cu, Zn là các nguyên tố chủ yếu ra còn đưa vào các nguyên tố đặc biệt thêm khác để cải thiện một số tính chất của hợp kim, đó là Pb, Zn, Al, Ni.

Cho Pb vào latông để làm tăng tính cắt gọt, vì Pb không hòa tan mà nằm ở dạng hạt riêng lẻ làm phoi dễ gãy.

Cho Zn vào latông là để làm tăng tính chống ăn mòn trong nước biển, ví dụ LCuZn36AlNi2 dùng làm ống và chi tiết máy của tàu biển.

Cho Al và Ni vào latông là để làm tăng cơ tính (ví dụ mác ДАH 59-3-2 có 59%Cu, 3%Al, 2%Ni, còn lại 36%Zn) có giới hạn bền cao tới 500 N/mm², $\delta = 42\%$

Việt Nam ký hiệu latông bắt đầu bằng chữ L, tiếp theo là Cu và đến các nguyên tố với thành phần kèm theo.

2. Brông

Brông là hợp kim của đồng với các nguyên tố không phải là Zn.

a. Brông thiếc

Brông thiếc là hợp kim của đồng với nguyên tố hợp kim chủ yếu là thiếc (Sn).

Giản đồ trạng thái Cu-Sn rất phức tạp vì tạo nên nhiều pha, song chỉ dùng brông thiếc với hàm lượng Sn <15% nên chỉ gặp hai pha α và δ .

Brông thiếc có những đặc điểm sau:

Độ bền cao, độ dẻo tốt (chỉ khi > 8% Sn độ dẻo mới kém) do vậy trong thực tế thường dùng với 4÷8%Sn.

Tính đúc tốt, khả năng điền đầy khuôn lớn do ít co (độ co < 1%) tuy mật độ vật đúc không cao nhưng lại thể hiện được rõ nét thành khuôn, nên thường dùng để đúc mỹ nghệ, tượng, chuông v.v...

Chống ăn mòn cao đặc biệt trong môi trường âm, biển.

Được hợp kim hóa với các nguyên tố như Zn (để làm tăng cơ tính); Pb để làm giảm ma sát và tăng tính cắt gọt, ví dụ như $\text{BCuSn}_4\text{Zn}_4\text{Pb}_4$

Các mác bronze điển hình là $\text{BCuSn}_4\text{Zn}_4\text{Pb}_4$, $\text{BCuSn}_5\text{Zn}_2\text{Pb}_5$ v.v... được dùng làm bạc lót, bánh răng.

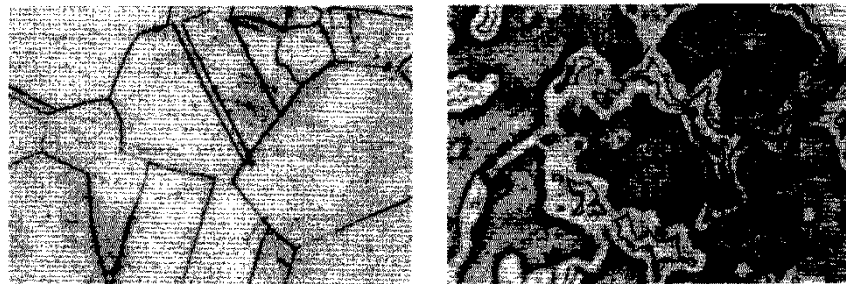
b. Bronze nhôm

Là hợp kim của đồng và nhôm, thường dùng với $\% \text{Al} < 10\%$ (chỉ có một pha α , dẻo như BCuAl_5 , BCuAl_7 , BCuAl_{10} v.v...)

Có độ bền độ cứng cao nhưng vẫn dẻo cao. Khi $\% \text{Al} > 10\%$ có thêm pha γ làm tăng độ bền ($\sigma_b = 600 \text{ N/mm}^2$), độ dẻo kém hơn.

Được hợp kim hóa bằng Fe, Ni v.v... để nâng cao độ bền, như $\text{BCuAl}_9\text{Fe}_4$ v.v...

Dùng làm các chi tiết máy như bánh răng, ổ trượt (tải trọng nặng), máy cán cao su v.v... trong các môi trường ăn mòn như không khí ẩm, nước.



Hình 4.2 Tổ chức tế vi của bronze

a) Bronze biến dạng một pha với 5%Sn

b) Bronze đúc hai pha với 10%Sn

c. Bronze chì

Bronze chì là hợp kim của đồng với nguyên tố hợp kim chủ yếu là chì (Pb). Pb để làm giảm ma sát và tăng tính cắt gọt, ví dụ như $\text{BCuSn}_4\text{Zn}_4\text{Pb}_4$

d. Bronze berili

Là loại hợp kim đồng có giới hạn đàn hồi không kém gì thép đàn hồi ($\sigma_{dh} = 1000 \text{ N/mm}^2$), có độ cứng và tính chống ăn mòn cao.

Thường dùng với Be2% với mác BCuBe_2 . Để đạt được tính đàn hồi và cứng cao phải qua tôi và hóa già nhân tạo. Tôi 800 độ C để được dung dịch rắn quá bão hòa, sau đó hóa già ở 320⁰ C trong 2 giờ để các pha cứng phân tán được tiết ra làm cho độ bền tăng lên.

Việt Nam ký hiệu bronze bắt đầu bằng chữ B, tiếp theo là Cu, đến các nguyên tố với thành phần kèm theo.

2.1.3 Thảo luận

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày đặc điểm của đồng nguyên chất và phân loại hợp kim đồng.
2. Trình bày đặc điểm và công dụng của các loại hợp kim Latông và Brông.

2.2 NHÔM VÀ HỢP KIM NHÔM

2.2.1 Nhôm nguyên chất

1. Các đặc tính của nhôm nguyên chất

- Nhôm là kim loại có màu sáng bạc, khối lượng riêng $2,7\text{g/cm}^3$, nhiệt độ nóng chảy 660°C , dẫn nhiệt và điện rất tốt sau đồng và bạc.
- Chịu ăn mòn tốt trong môi trường không khí ẩm do hình thành trên bề mặt lớp oxit (Al_2O_3) nhôm bền chắc. Lớp này làm cho nhôm có màu trắng.
- Ở trạng thái ủ, nhôm rất dẻo nên dễ dát mỏng và kéo sợi.
- Nhôm thường có các tạp chất Fe (có hại vì tạo thành hợp chất FeAl_3 , làm xấu tính dẻo của nhôm) và Si (không có hại).
- Khác với đồng, khi nung nóng nhôm ở 77°C , 150 ngày độ bền của nhôm không giảm.
- Tính dẫn nhiệt và dẫn điện cao
- Nhược điểm
 - + Nhiệt độ chảy thấp (660°C) tuy dễ nấu luyện nhưng không chịu được nhiệt độ cao.
 - + Độ bền thấp $\sigma_b = 60\text{ N/mm}^2$, $\sigma_{0,2} = 20\text{ N/mm}^2$, mềm. Độ rắn khoảng 25 HB tức chỉ bằng $1/4 \div 1/6$ của sắt, song rất dẻo, dễ biến dạng, cắt, kéo. Nên nói chung trong chế tạo máy không dùng nhóm nguyên chất mà chỉ dùng hợp kim nhôm.

2. Phân loại hợp kim nhôm

Hợp kim nhôm thường được chia thành hai nhóm: hợp kim nhôm biến dạng và hợp kim nhôm đúc.

3. Ký hiệu nhôm nguyên chất (nhôm kỹ thuật)

+ Nga ký hiệu: A999 (99,999% Al); A995 (99,995% Al); A85 (99,85% Al); A8; A7; A5; A0.

+ Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN1659-75 ký hiệu: Al_1A (99,99% Al); Al_2A (99,95% Al); Al_3A (99,90% Al).

Nhôm kỹ thuật được dùng làm các đồ dùng gia đình: xoong, nồi hay các chi tiết ít chịu tải.

2.2.2 Hợp kim nhôm

1. Hợp kim nhôm

Gồm có nhôm và các nguyên tố hợp kim như Al-Cu, Al-Cu-Fe, Mg, Si v.v...

2. Hợp kim nhôm biến dạng

Hợp kim nhôm biến dạng được sản xuất bằng các phương pháp biến dạng dẻo như cán, kéo v.v... Sản phẩm ở dạng sợi, thanh, tấm, lá. Gồm hai loại:

a. Hợp kim nhôm biến dạng không hóa bền được bằng nhiệt luyện

- Chỉ có một pha là dung dịch rắn α , không có chuyển biến pha nên không hóa bền được bằng nhiệt luyện. Khi nung nóng lên quá đường giới hạn hòa tan (520°C), các

pha $\text{CuAl}_{2\text{II}}$ hòa tan vào dung dịch rắn α và khi làm nguội nhanh, ta vẫn được dung dịch rắn quá bão hòa với $\sigma_b = 250 \text{ N/mm}^2$. Như vậy sau khi tôi độ bền có tăng lên nhưng không đáng kể.

- Hàm lượng nguyên tố hợp kim thấp.

- Gồm có ba nhóm:

- + Hợp kim có 99%Al; 0,12%Cu, tạp chất Fe, Si; được dùng làm các sản phẩm dạng tấm.

- + Hợp kim Al-Mn có 1,25%Mn, được sử dụng để chế tạo các sản phẩm bằng biến dạng nguội hoặc nóng.

- + Hợp kim Al-Mg có (1-5)%Mg; 0,2%Cr; được dùng làm các sản phẩm có dạng tấm phục vụ cho công nghiệp xe hơi, tàu thủy.v.v...

b. Hợp kim nhôm biến dạng hóa bền được bằng nhiệt luyện

Loại hợp kim nhôm này có hàm lượng nguyên tố hợp kim cao hơn nhóm trên.

Ở nhiệt độ thường, gồm hai pha: pha dung dịch rắn α trên và một pha $\text{CuAl}_{2\text{II}}$ thứ hai. Khi tăng nhiệt độ lên có chuyển biến pha nên hóa bền được bằng nhiệt luyện (tôi và hóa già).

Duyra là hợp kim Al-Cu-Mg, với khoảng 4,5%Cu, khoảng 1,5%Mg, khoảng 0,6%Mn; sau nhiệt luyện, độ bền đạt được khoảng $(42-47)\text{KG/mm}^2$. Được dùng làm các loại khung, dầm, ống trong chế tạo máy bay, vận tải, xây dựng v.v...

Hợp kim Al-Mg-Si, khoảng 1%Mg, khoảng 0,6%Si, 0,3%Cu, 0,2%Cr; độ bền sau nhiệt luyện khoảng 29KG/mm^2 . Thường làm các kết cấu khung, dầm.

Hợp kim Al-Zn-Mg-Cu có 5,6%Zn, 2,5%Mg, 1,6%Cu và 0,25%Cr; có độ bền sau nhiệt luyện khoảng 51KG/mm^2 . Đây là nguyên liệu chủ yếu trong công nghiệp hàng không.

Ký hiệu Việt Nam (TCVN 1859 – 75) ví dụ như $\text{AlCu}_4\text{Mg}_2\text{Mn}$.

3. Hợp kim nhôm đúc

Có hàm lượng nguyên tố hợp kim cao (hơn hai nhóm trên)

Là hợp kim cùng tinh hoặc gần cùng tinh, có tính đúc cao, có nhiệt độ nóng chảy thấp nhất trong các hợp kim nhôm, dùng để chế tạo các sản phẩm bằng phương pháp đúc. Các hợp kim nhôm đúc thông dụng là Al-Si, Al-Cu, Al-Mg v.v...

Ký hiệu Việt Nam (TCVN 1859 – 75), ví dụ như AlSi_4Cu_5 .

Hợp kim nhôm đúc Al-Si, còn gọi là silumin đơn giản có $(10\div 13)\%\text{Si}$; có tính đúc cao, độ bền và độ dẻo khá thấp (13KG/mm^2 ; 3%). Dùng để đúc định hình các chi tiết phức tạp.

Hợp kim nhôm đúc Al-Si có thêm các nguyên tố hợp kim như Cu, Mg, Zn, Mn v.v... có độ bền cao hơn $(20\div 25)\text{KG/mm}^2$, độ dẻo $(1\div 6)\%$ (sau nhiệt luyện) dùng làm piston do nhẹ và ít bị kẹt hơn piston gang, ví dụ hợp kim nhôm $\text{AlSi}_4\text{Cu}_4\text{Zn}_4$, $\text{AlSi}_{12}\text{MgCu}_2$, $\text{AlSi}_{12}\text{MgCu}$.

2.2.3 Thảo luận

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày đặc điểm của nhôm nguyên chất và phân loại hợp kim nhôm.
2. Trình bày được điểm và công dụng của hợp kim nhôm biến dạng và nhôm đúc điển hình.

2.3. HỢP KIM Ồ TRƯỢT

2.3.1 Yêu cầu đối với hợp kim ổ trượt

Có hệ số ma sát nhỏ với bề mặt trục thép. Đây là yêu cầu quan trọng nhất với hợp kim ổ trượt.

Ít làm mòn cổ trục thép và chịu được áp lực cao để bảo vệ trục thép.

Tính công nghệ tốt, dễ đúc, khả năng dính bám vào máng thép cao.

Giá thành rẻ.

2.3.2 Hợp kim ổ trượt có nhiệt độ chảy thấp

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

1. Babit thiếc

- Babit thiếc là hợp kim của Sn-Sb-Cu gồm:

+ Nền mềm là dung dịch rắn của thiếc trong đồng Cu-Sn, dung dịch rắn của antimon trong đồng Cu-Sb và dung dịch rắn antimon trong thiếc Sn-Sb.

+ Hạt cứng là hợp chất SnSb ở dạng hạt đa cạnh (pha β) khi hàm lượng Sb cao (khoảng 11%). Khi hàm lượng Sb nhỏ hơn (khoảng 7%, không có pha β), hạt cứng chỉ là hợp chất CuSn.

- Tính chất

+ Có hệ số ma sát nhỏ, cơ tính và tính chống mài mòn cao nhưng đắt tiền do chứa nhiều thiếc.

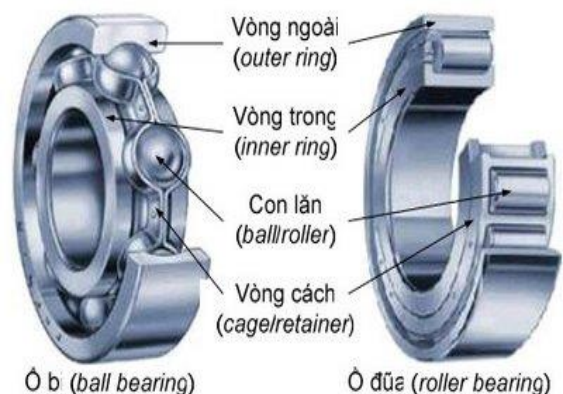
- Ứng dụng

Thường dùng cho các ổ trượt quan trọng có tốc độ lớn và trung bình như trục tuabin, trục động cơ diesel. Các mác thường dùng là: B83 (Sn₈₃-Sb₁₂-Cu₅); B88 (Sn₈₈-Sb₇-Cu₅).

Là loại ổ trượt được dùng đầu tiên có sự kết hợp tốt giữa tính ma sát và cơ tính, chống ăn mòn song quá đắt do chứa nhiều thiếc.



Hình 4.3 Ổ trượt



Hình 4.4 Cấu tạo ổ lăn

2. Babbit chì

- Babbit chì là hợp kim của Sn-Sb-Pb ($6\div 16\%$ Sn; $6\div 16\%$ Sb còn lại là Pb). Tổ chức của babbit này gồm:

Nền mềm là Pb, hỗn hợp cùng tinh Pb-Sb.

Hạt cứng là hợp chất Sn-Sb ở dạng hạt đa cạnh.

- Tính chất

Có hệ số ma sát nhỏ, chống mài mòn tốt và rẻ tiền.

- Ứng dụng

Babbit chì B16 ($\text{PbSn}_{16}\text{Sb}_{16}$) chứa nhiều Sn, Sb nên có nhiều hạt cứng hơn và hơi giòn. Dùng thay thế B88 trong điều kiện không va đập.

Babbit chì B6 (PbSn_6Sb_6) chứa Sn, Sb ít hơn nên rẻ hơn và ít giòn. Dùng nhiều trong động cơ xăng, chịu va đập.

3. Babbit nhôm

- Babbit nhôm là hợp kim của Al, Sb và Mg với $(4-6\%)$ Sb; (1%) Mg. Tổ chức nền mềm là Al và các hạt cứng AlSb (mác ACM có AlSb_6Mg).

Là hợp kim của Al, Sn và Cu với $(9\div 20\%)$ Sn; $(1\div 2\%)$ Cu. Tổ chức gồm nền cứng là Al và hạt mềm là pha AlSn (mác A20 có $\text{AlSn}_{20}\text{Cu}$; A09 có $\text{AlSn}_9\text{Cu}_2\text{NiMg}$).

- Tính chất

Có hệ số ma sát nhỏ, nhẹ, tính dẫn nhiệt cao.

Chống ăn mòn trong dầu cao, cơ tính cao nhưng bám dính vào máng thép kém.

Babbit nhôm là hợp kim ổ trượt có nhiều ưu điểm hơn cả.

- Ứng dụng

Mác ACM (AlSb_6Mg) dùng nhiều trong động cơ xăng.

Mác A020-1 ($\text{AlSn}_{20}\text{Cu}$) và A09-2 ($\text{AlSn}_9\text{Cu}_2\text{NiMg}$) làm việc tốt trong điều kiện tải nặng của động cơ diesel.

2.3.3 Hợp kim ổ trượt có nhiệt độ chảy cao

1. Gang xám

Gang xám chỉ dùng loại gang có nền peclit nhỏ mịn đóng vai trò của nền cứng và lượng lớn grafit tấm đóng vai trò của hạt mềm.

Tuy chịu được áp lực lớn nhưng số vòng quay bé.

Cũng có thể dùng gang cầu, gang dẻo làm ổ trượt.

2. Bronze thiếc

Thường dùng đồng thanh thiếc $\text{BCuSn}_4\text{Zn}_4\text{Pb}_4$ làm ổ trượt trong động cơ. Bạc lót với các dạng hạt Pb không tan đóng vai trò của hạt mềm.

3. Bronze chì

Thường dùng đồng thanh chì BPb_{30}Cu , các hạt chì không tan (nằm cạnh hạt Cu) là hạt mềm. Tổ chức phải đạt các hạt Pb phân bố đều trên nền Cu, có cơ tính tốt (khi đúc

lên máng thép) dẫn nhiệt tốt, sử dụng vào nhiều loại ổ trượt trong động cơ, chịu được áp lực lớn do có độ bền cao.

2.3.4 Thảo luận

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày yêu cầu đối với hợp kim ổ trượt.
2. Phân loại hợp kim ổ trượt có nhiệt độ nóng chảy thấp và hợp kim ổ trượt có nhiệt độ nóng chảy cao, tính chất và ứng dụng của chúng.

Chương 5_ CHẤT DẸO, COMPOZIT

1. Mục tiêu

- Trình bày được đặc điểm, tính chất của các vật liệu phi kim loại và khả năng ứng dụng của chúng;
- Rèn luyện tính kiên trì, cẩn thận, chính xác;
- Nghiêm túc, trách nhiệm, chủ động, tích cực, chăm chỉ.

2. Nội dung

2.1 CHẤT DẸO

2.1.1 Khái niệm chung

Chất dẻo là vật liệu nhân tạo, nhận được trên cơ sở các polyme hữu cơ. Chất dẻo khi nung nóng thì mềm ra, rất dẻo, khi có lực ép chúng dễ dàng tạo thành những sản phẩm có hình dáng nhất định và được giữ nguyên dạng cho đến khi nguội hẳn.

Có tính dẫn nhiệt thấp. Có hệ số dẫn nở nhiệt nhỏ.

Trong suốt về quang học.

Không bị ăn mòn và có tính ổn định hóa học cao.

Tính ma sát và chống ma sát đều tốt. Độ bền cơ học của một số loại chất dẻo tương đương với thép ($\sigma_b = 3 \div 100 \text{ KG/mm}^2$ hoặc cao hơn).

Có tính công nghệ tốt (dễ tạo hình, ép, dán, hàn, gia công cắt gọt).

Nhược điểm chủ yếu của chất dẻo là tính ổn định nhiệt không cao, mô đun đàn hồi thấp, độ dai va đập thấp hơn kim loại và hợp kim, dễ bị lão hóa.

2.1.2 Phân loại và công dụng

1. Phân loại

Theo đặc tính của chất liên kết: chất dẻo nhiệt dẻo và chất dẻo nhiệt rắn.

- Chất dẻo nhiệt dẻo có thể tái sinh được. Khi tạo hình có độ co nhỏ ($1 \div 3\%$), tính đàn hồi cao, ít dòn và có khả năng hóa bền định hướng được. Thông thường chất dẻo nhiệt dẻo không dùng chất độn. Gần đây người ta cho thêm chất độn vào chất dẻo dưới dạng vật liệu compozit.

- Chất dẻo nhiệt rắn nhờ có chất đông cứng chuyển chất dẻo từ trạng thái chất liên kết sang trạng thái chất ổn định nhiệt có tổ chức mạch không gian bền nhưng dòn. Độ co lớn (đến $10 \div 15\%$). Loại này thường phải dùng chất độn.

Theo công dụng: chất dẻo chịu lực và chất dẻo không chịu lực.

2. Các chất dẻo và công dụng

a. Polyetylen (PE)

Polyetylen là chất dẻo không màu, không mùi, không vị, độ cứng không cao. PE là polyme tinh thể, loại PE mật độ thấp (PE-LD) chứa $55 \div 65\%$ pha tinh thể, còn loại mật độ cao (PE-HD) chứa $74 \div 90\%$ pha tinh thể.

Ở nhiệt độ thường PE bền trong axit sunfuric, axit nitric loãng và các axit HCl, H_3PO_4 đậm đặc.

Công dụng: Chế tạo PE màng và tấm bằng cách đùn polyme tỷ trọng thấp, nóng chảy trên 160°C qua khe vòng hoặc phẳng. Màng PE dùng làm túi bao gói, áo đi mưa, khăn trải bàn v.v...



Hình 5.1 Một số sản phẩm từ nhựa PE

b. Polypropylen (PP)

Polypropylen là chất dẻo trong suốt, không màu, không mùi, không vị. Là chất dẻo kết tinh với mức độ tinh thể hóa 56÷63%.

Đặc tính: Tính bền cơ học cao (bền xé và bền kéo đứt), khá cứng vững, không mềm dẻo như PE, không bị kéo giãn dài do đó được chế tạo thành sợi. Đặc biệt khả năng bị xé rách dễ dàng khi có một vết cắt hoặc một vết thủng nhỏ.

Trong suốt, độ bóng bề mặt cao cho khả năng in ấn cao, nét in rõ.

PP không màu không mùi, không vị, không độc. PP cháy sáng với ngọn lửa màu xanh nhạt, có dòng chảy dẻo, có mùi cháy gần giống mùi cao su.



Hình 5.2 Hạt nhựa PP

Chịu được nhiệt độ cao hơn 100°C. Tuy nhiên nhiệt độ hàn dán mí (thân) bao bì PP (140°C), cao so với PE - có thể gây chảy hư hỏng màng ghép cấu trúc bên ngoài, nên thường ít dùng PP làm lớp trong cùng.

Có tính chất chống thấm O₂, hơi nước, dầu mỡ và các khí khác.

Công dụng: Dùng làm bao bì một lớp chứa đựng bảo quản thực phẩm, không yêu cầu chống oxy hóa một cách nghiêm ngặt.

Tạo thành sợi, dệt thành bao bì đựng lương thực, ngũ cốc có số lượng lớn.

PP cũng được sản xuất dạng màng phủ ngoài đối với màng nhiều lớp để tăng tính chống thấm khí, hơi nước, tạo khả năng in ấn cao, và dễ xé rách để mở bao bì (do có tạo sẵn một vết đứt) và tạo độ bóng cao cho bao bì.

Dùng làm chai đựng nước, bình sữa cho bé, hộp bảo quản thực phẩm.

Một số sản phẩm làm từ nhựa PP có khả năng chịu nhiệt tốt dùng được trong lò vi sóng.

c. Polystyren (PS)

Polystyren là chất dẻo trong suốt, cứng, chắc, không mùi, không vị, cháy nhiều khói, dễ gia công bằng phương pháp ép và đúc dưới áp suất, chịu ăn mòn hóa học tốt, cách điện tốt.

Nhựa PS (Polystyrene) thường cứng và giòn. Nhựa PS được chia thành 2 loại khác nhau:

Loại 1: Nhựa PS (HIPS - High Impact Polystyrene) có khả năng chịu lực tốt, dùng làm vỏ xe máy, vỏ tivi, hộp, khay đựng bánh kẹo, hũ sữa chua, hũ yaourt, làm chén, đĩa loại dùng một lần v.v... Hạt nhựa PS (HIPS): Sản phẩm làm từ nhựa PS (HIPS).



Hình 5.3 Hạt nhựa PS

Loại 2: Nhựa PS (GPPS - General Purpose Polystyrene) có màu trong suốt. Hạt nhựa PS (GPPS) có ứng dụng rất rộng như làm vỏ hộp đựng mứt, bánh kẹo, lọ mỹ phẩm, cánh quạt v.v... tùy thuộc vào yêu cầu kỹ thuật và giá thành sản phẩm, nhựa v.v...

d. Teflon (PTFE)

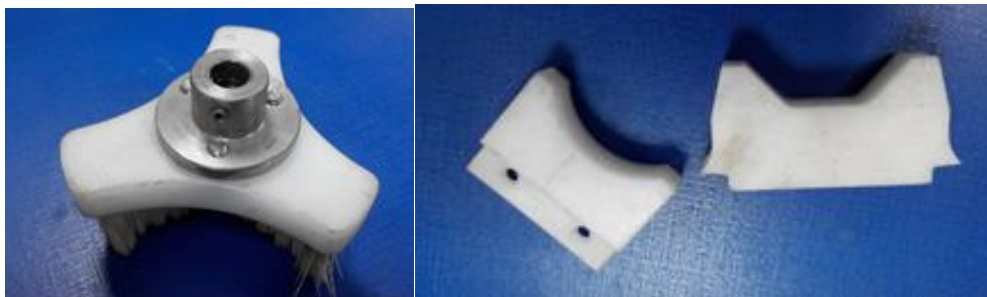
- Hệ số ma sát cực kỳ thấp (0,04), đứng thứ 2 sau kim cương.
- Không bám dính bề mặt với bất cứ loại vật liệu nào.
- Độ cách điện đạt mức lý tưởng.

- Khả năng chịu nhiệt cao, nhiệt độ làm việc và nhiệt độ nóng chảy cao. Nhiệt độ nóng chảy của teflon là 600°K (327°C , 620°F). Nó duy trì độ bền cao, độ dẻo dai và tự bôi trơn ở nhiệt độ thấp xuống còn 5 K ($-268,15^{\circ}\text{C}$; $-450,67^{\circ}\text{F}$), và tính linh hoạt tốt ở nhiệt độ trên 194 K (-79°C ; -110°F).



Hình 5.4 Nhựa Teflon

- Teflon bền trong khoảng nhiệt độ rộng từ -190°C đến gần 300°C và một bề mặt sấp. Bảng Teflon đúc có hệ số ma sát thấp nhất của tất cả các vật liệu rắn được biết đến.



Hình 5.5 Sản phẩm từ nhựa Teflon

- Chịu hóa chất tốt, PTFE không phản ứng với bất kỳ hóa chất nào.
- Không độc hại, do đó teflon được sử dụng nhiều trong công nghiệp thực phẩm cũng như dược phẩm.

e. Polyamide (PA)

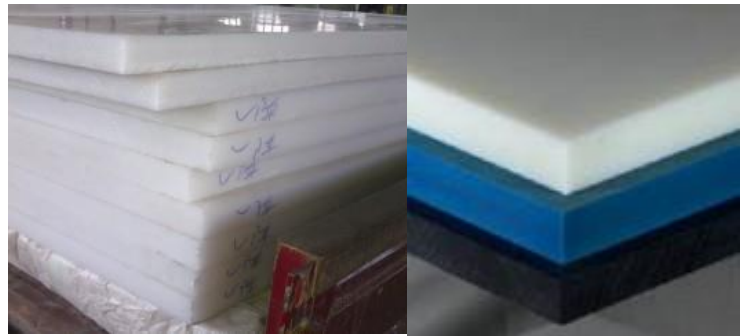
PA có độ chịu nhiệt tốt từ $80 \div 120^{\circ}\text{C}$, có thể được sử dụng trong thời gian ngắn với nhiệt độ lên đến 200°C . Tính chống mài mòn cao.

Việc sử dụng sợi thủy tinh và các chất phụ gia khác có thể cải thiện các tính chất cơ học của PA (mô đun đàn hồi và độ bền).

Mật độ, độ ẩm cân bằng và độ co thay đổi tùy theo chất phụ gia sử dụng trong PA.

PA không có khả năng chống axit vô cơ, dung dịch kiềm mạnh, axit formic, phenol, Cresol và glycol.

Hầu hết các nhựa PA là dễ cháy và bắt đầu phân hủy ở mức trên 300°C . Trên $450 \div 500^{\circ}\text{C}$ trở lên PA tự duy trì sự cháy khi nguồn phát lửa được lấy ra.



Hình 5.6 Nhựa PA tấm

f. Polyurethane (PU)

Polyurethane là vật liệu duy nhất có tính đàn hồi hơn cao su và bền bỉ dẻo dai hơn kim loại. Nó là vật liệu có dải độ cứng khá rộng (từ mềm mịn đến cứng rắn), có tính kháng dầu, chống xé rách, chống trầy xước và chịu mài mòn cao hơn cao su nhiều lần. So với nhựa, PU có khả năng chịu nén, chống co giãn và chống va đập tuyệt vời. Chính vì lẽ đó mà nó được sử dụng thay thế cao su và nhựa trong nhiều lĩnh vực – cho phép giảm thời gian bảo dưỡng máy móc, thiết bị, tiết kiệm tài chính.

Nhựa PU: được cải tiến từ nguyên liệu chính là tiền polymer, chiết xuất thành dung dịch polyurethane, là một vật liệu nhựa cao cấp được áp dụng sản xuất trong nhiều lĩnh vực. Vì polyurethane là vật liệu duy nhất có tính đàn hồi và độ bền cao hơn cao su, dẻo dai và bền bỉ, là vật liệu có dải độ cứng khá rộng (từ mềm mịn đến cứng rắn), có tính kháng dầu, chống xé rách, chống trầy xước và chịu mài mòn cao hơn cao su nhiều lần, so với nhựa thông thường, PU có khả năng chịu nén chống co giãn và chống va đập tuyệt vời, chính vì lẽ đó mà nó được sử dụng thay thế cao su và nhựa trong nhiều lĩnh vực khác nhau, như tấm nhựa PU dùng làm vật liệu cách âm cách nhiệt, nội thất ô tô, tàu xe, chất chống thấm, vật liệu trang trí nội thất.



Hình 5.7 Sản phẩm từ nhựa PU

g. Thủy tinh hữu cơ

Thủy tinh hữu cơ là chất dẻo nhiệt dẻo trong suốt, vô định hình, không màu, đàn hồi, mềm hoặc dính ở nhiệt độ thường.

Thủy tinh hữu cơ rất nhẹ, khối lượng riêng $\gamma = 1,18 \text{ g/cm}^3$ (nhẹ hơn 2 lần so với thủy tinh silicat).

Thủy tinh hữu cơ dùng để sản xuất các tấm chắn gió trên ô tô, tàu hỏa, tàu thủy, máy bay v.v... chế tạo các thanh, ống bằng phương pháp đúc.

f. Polyethylene terephthalate (PET)

Polyethylene terephthalate (được gọi là PET, PETE hoặc PETP hoặc PET-P) là nhựa nhiệt dẻo, thuộc loại nhựa polyester và được dùng trong tổng hợp xơ sợi, vật đựng đồ uống, thức ăn và các loại chất lỏng; có thể ép phun để tạo hình; và trong kỹ nghệ thường kết hợp với xơ thủy tinh. PET là một trong số những nguyên vật liệu sử dụng trong việc sản xuất sợi thủ công.

Các đặc tính của PET được quyết định bởi quá trình xử lý nhiệt, nó có thể tồn tại cả hai dạng: vô định hình (trong suốt) và ở dạng kết tinh (màu trắng đục). Monomer của PET có thể được tổng hợp bởi phản ứng ester hóa giữa acid terephthalic và ethylene glycol tạo ra nước, hoặc phản ứng transester hóa giữa ethylene glycol và dimethyl terephthalate, methanol là sản phẩm. Sự polymer hóa được tiến hành bởi một quá trình đa trùng ngưng của các monomer (ngay lập tức sau quá trình ester hóa hoặc transester hóa) với ethylene glycol là sản phẩm (ethylene glycol được thu hồi trong sản xuất).

Hầu hết công nghiệp PET trên thế giới là tổng hợp sợi (chiếm 60%) cung cấp cho khoảng 30% nhu cầu của thế giới. Trong lĩnh vực vải sợi, PET được ứng dụng làm polyester kết hợp với cotton. Hầu hết, PET được ứng dụng đùn ép tạo sản phẩm.

PET là một loại bao bì thực phẩm quan trọng có thể chế tạo màng hoặc tạo dạng chai lọ do các tính chất sau:

- Bền cơ học cao, có khả năng chịu đựng lực xé và lực va chạm, chịu đựng sự mài mòn cao, có độ cứng vững cao.
- Trơ với môi trường thực phẩm.
- Trong suốt.

- Chống thấm khí O_2 , và CO_2 tốt hơn các loại nhựa khác.

- Khi được gia nhiệt đến $200^\circ C$ hoặc làm lạnh ở $-90^\circ C$, cấu trúc hóa học của mạch PET vẫn được nguyên, tính chống thấm khí hơi vẫn không thay đổi khi nhiệt độ khoảng $100^\circ C$

Công dụng: Do tính chống thấm rất cao nên PET được dùng làm chai, bình đựng nước tinh khiết, nước giải khát có gas v.v....



Hình 5.8 Sản phẩm từ nhựa PET

3. Các chất dẻo nhiệt rắn và công dụng (đọc thêm)

a. Phenol – formaldehyd

Đây là tên gọi chung của các nhựa tổng hợp từ hai chất là phenol (C_6H_5OH) và formaldehyd (CH_2O).

Khi tỷ lệ phenol/formaldehyd là 6/5 hoặc 7/6 có độ $pH < 7$ (môi trường axit) polyme tạo thành là nhựa nôvôlac có tính nhiệt dẻo.

Khi tỷ lệ phenol/formaldehyde là 6/7, có độ $pH > 7$ (môi trường kiềm) polyme tạo thành có tên là nhựa rezolic có tính nhiệt rắn.

b. Amino – formaldehyd

Nhựa amino – formaldehyd là các loại nhựa tổng hợp từ formaldehyd và các amino như ure

c. Epoxi

Khả năng đông cứng ở nhiệt độ thường là một ưu thế của nhóm epoxi, tạo điều kiện thuận lợi khi chế tạo các sản phẩm có kích thước lớn.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày cấu tạo, tính chất, phân loại và công dụng của chất dẻo và cao su.
2. Trình bày đặc điểm một số chất dẻo và công dụng: PE, PP, PS, thủy tinh hữu cơ và các loại cao su thông dụng.

2.2 COMPOZIT

2.2.1 Khái niệm chung

1. Quy luật kết hợp

Từ compozit xuất phát từ một thuật ngữ tiếng Pháp là composite nghĩa là vật liệu phối hợp.

Vật liệu compozit là loại vật liệu gồm hai hay nhiều vật liệu khác nhau kết hợp lại, trong đó các ưu điểm của mỗi loại vật liệu thành phần được phối hợp với nhau, hoặc tạo nên một loại vật liệu có chất lượng mới hoàn toàn mà nếu đứng riêng rẽ thì không một loại vật liệu thành phần nào có thể đáp ứng được, còn nhược điểm của mỗi vật liệu thành phần thì được khắc phục.

2. Liên kết nền – cốt

Vật liệu compozit có hai thành phần chính là vật liệu cốt và vật liệu nền.

- Nhiệm vụ chính của vật liệu cốt là chịu tải trọng nên phải có độ bền cao. Vật liệu cốt thường ở dạng sợi như sợi cacbon, sợi thủy tinh, sợi bo, sợi polyme, sợi kim loại, sợi graphit hoặc có thể ở dạng hạt như hạt cacborun (SiC), corindon (Al_2O_3), cacbit bo (B_4C) v.v...

- Vật liệu nền thực hiện nhiệm vụ chất liên kết tạo nên sự liên kết tốt giữa các thành phần cốt. Vật liệu nền là các vật liệu có tính dẻo cao. Vật liệu nền thông dụng chia ra ba loại: polyme, cacbon và kim loại dẻo. Vật liệu nền polyme thường là các polyeste, vật liệu nền kim loại thường là nhôm, đồng, niken.

Đặc điểm chính của vật liệu compozit là:

- Là vật liệu nhiều pha, các pha không hòa tan vào nhau và phân cách bằng ranh giới pha, trong đó nền là pha liên tục còn cốt là các pha gián đoạn.

- Trong compozit, tỷ lệ, hình dáng, kích thước cũng như sự phân bố của nền và cốt tuân theo các quy định thiết kế trước.

- Tính chất của các pha thành phần được phối hợp để tạo nên tính chất chung của compozit.

Tuy nhiên, phải lựa chọn sao cho các tính chất tốt của vật liệu thành phần có thể kết hợp với nhau và phát huy được trên cơ sở các tính toán và các vật liệu thành phần cốt và nền phải chọn sao cho có hệ số dẫn nhiệt phải gần bằng nhau để bảo đảm tính truyền lực liên tục giữa cốt và nền trong quá trình làm việc.

2.2.2 Tính chất và công dụng

1. Sợi thủy tinh

Compozit sợi thủy tinh là loại compozit thông dụng nhất hiện nay gồm cốt



Hình 5.9 Buồn nước được làm từ compozit sợi thủy tinh

là các sợi thủy tinh vô cơ chất lượng cao, nền bằng chất dẻo nhiệt dẻo hoặc chất dẻo nhiệt rắn.

Ưu điểm của compozit sợi thủy tinh là có độ bền cao, chịu va đập tốt hơn compozit sợi cacbon, ổn định trong nhiều môi trường hóa học và giá thành rẻ.

Nhược điểm compozit của sợi thủy tinh là mô đun đàn hồi thấp và tính chống mòn kém làm giảm độ bền vốn có của vật liệu. Tính bám dính trên nền polyme kém, đặc biệt là khi có mặt của hơi ẩm. Do đó khi chế tạo compozit sợi thủy tinh đòi hỏi phải có thêm xúc tác kết dính hóa học trên bề mặt sợi thủy tinh.

Compozit sợi thủy tinh được ứng dụng rất rộng rãi để chế tạo mũi xe, vỏ tàu, tấm chắn xe v.v... trong ngành sản xuất ô tô; mũi, đầu máy bay, đuôi, nắp động cơ v.v... trong ngành hàng không; cánh quạt, vỏ máy lạnh v.v... trong ngành chế tạo thiết bị công nghiệp và dụng cụ gia dụng.

2. Sợi cacbon

Compozit sợi cacbon là một loại vật liệu compozit gồm cốt là sợi cacbon và nền là các loại polyme.

Sợi Carbon ứng dụng rất nhiều trong các ngành công nghiệp cần các vật liệu độ bền cơ - lý - hoá học cao, kể cả vách ngăn chống nhiệt trong ngành hàng không và khoa học vũ trụ, áo giáp chống đạn thay cho Kevlar, v.v...

Dựa vào nguyên liệu sợi ban đầu sợi cacbon được chia làm 3 loại:

- Sợi cacbon PAN
- Sợi cacbon Pitch
- Sợi cacbon Rayon

Sợi cốt cacbon nhận được bằng cách nhiệt luyện các sợi hữu cơ. Sợi hữu cơ thường dùng ở dạng sợi chỉ, sợi bện, tấm phốt, tấm vải. Thực tế trong kỹ thuật thường dùng các loại sợi visco và polyacrilo-nitril (PAN).

3. Compozit sợi pha

Vật liệu cốt đồng thời là sợi cacbon và sợi thủy tinh, nền là epoxi hay polyeste.

Compozit sợi pha có độ bền cao, đàn hồi tốt, cứng vững, dai và giá thành rẻ.

Compozit sợi pha thường dùng chế tạo các thanh cản, khung sườn xe, bánh răng v.v... trong ngành ô tô, tàu thủy, hàng không v.v...

4. Compozit cấu trúc

Khái niệm compozit cấu trúc là để chỉ các bán thành phẩm dạng lớp, tấm ba lớp được tạo thành bằng cách kết hợp các vật liệu đồng nhất với vật liệu compozit theo những phương cấu trúc khác nhau. Vì vậy tính chất của compozit cấu trúc không những phụ thuộc vào tính chất của các vật liệu thành phần mà còn phụ thuộc vào sự sắp xếp và kiến trúc hình học của chúng trong kết cấu của tấm.

Compozit cấu trúc dạng tấm ba lớp được ứng dụng rộng rãi để làm trần, sàn, tường nhà ở hay vỏ, thân, cánh, đuôi máy bay v.v...

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày cấu tạo của vật liệu composit.
2. Trình bày đặc điểm, công dụng của sợi thủy tinh, sợi cacbon, composit sợi pha và composit cấu trúc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Hoàng Sơn.** Vật liệu Cơ khí. Nhà xuất bản giáo dục. 2000.
2. **Hoàng Tùng.** Giáo trình Vật liệu và Công nghệ cơ khí. Nhà xuất bản giáo dục. 2002.
3. **B.N.Arzamaxov**Vật liệu học. Nhà xuất bản giáo dục. 2000.
4. **Nghiêm Hùng.** Kim loại học và nhiệt luyện. Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật. 2001.
5. **Lê Công Dưỡng.** Kim loại học vật lý. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp. 1973.