

Chĩng I

CỦ T O KIM LO I VÀ H P KIM

Bài 1. C Ủ T O M NG TINH TH C A KIM LO I NGUYÊN CH T

Mĩc tiêu: Trình bày và mô tĩ cĩ u tĩ o mĩng tinh thĩ cĩ a kim loĩ i nguyên chĩ t.

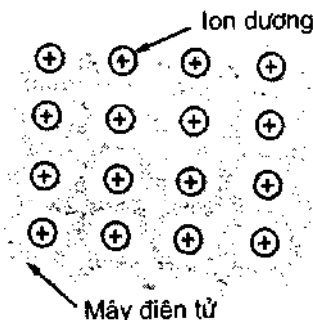
1. Các đĩ c tĩnh cĩ a kim loĩ i

a. Đĩnh nghĩa kim loĩ i

Kim loĩ i là vĩt thĩ sáng, có ánh kim, đĩ o có thĩ rĩn đĩĩ c, có tĩnh dĩn đĩĩn và nhiĩt, có hĩ sĩ nhiĩt đĩĩn trĩ đĩĩng (khi tĩng nhiĩt đĩ đĩĩn trĩ tĩng)

b. Cũ tĩ o nguyên tĩ kim loĩ i

Trong nguyên tĩ kim loĩ i, sĩ đĩĩn tĩ ĩ lĩp ngoài cĩng rĩt ít, chĩ có tĩ $1 \div 2$; chúng liĩn kĩt yĩ u vĩ i hĩt nhĩn, rĩt đĩ bĩt ra trĩ thĩnh đĩĩn tĩ tĩ do làm cho nguyên tĩ ĩ dĩng ion đĩĩng. Đĩĩn tĩ tĩ do không bĩ rĩng buĩ c là nguyên nhĩn quyĩt đĩĩnh các đĩ c đĩĩm cĩ a kim loĩ i.



Hĩnh 1.1 Mĩ hình mĩ điện tĩ

Đĩĩn tĩ tĩ do bĩ kĩch đĩĩng bĩ i ánh sáng chiĩ u vào đĩt đĩĩ c mĩt nĩng lĩĩng cao song không ĩn đĩĩnh, khi trĩ vĩ sĩ phĩt ra nĩng lĩĩng (thĩ a) đĩĩ i dĩng bĩ c xĩ làm kim loĩ i có vĩ ngoài sáng, óng ánh (thĩ ĩng gĩ i là ánh kim).

Đĩĩn tĩ tĩ do bao quanh các ion đĩĩng nhĩ là lĩp đĩĩm đĩ các ion này dĩ dàng trĩ tĩ đĩ vĩ i nhĩu, nhĩ đĩĩ kim loĩ i có tĩnh dĩ o (mĩt phĩn cĩ a tĩnh dĩ o).

Đĩĩn tĩ tĩ do là nguyên nhĩn cĩ a dĩn đĩĩn và dĩn nhiĩt. Dĩĩĩ i tĩc đĩĩng cĩ a đĩĩn thĩ, các đĩĩn tĩ tĩ do đĩĩnh hĩĩng và tĩ o nĩn dĩng đĩĩn. Nhĩng khi nhiĩt đĩ tĩng, các ion đĩĩng bĩ dao đĩĩng mĩnh hĩn quanh vĩ trĩ cĩn bĩng cĩ a nó, cĩn trĩ chuyĩn đĩĩng đĩĩnh hĩĩng cĩ a các đĩĩn tĩ tĩ do, do đĩ đĩĩn trĩ tĩng.

c. Phĩn loĩ i kim loĩ i

Tĩy yĩu cĩ u, ngĩĩĩ i ta có thĩ phĩn kim loĩ i ra nhiĩu loĩ i nhĩ kim loĩ i đĩn, kim loĩ i mĩu; kim loĩ i đĩ o, kim loĩ i dĩn; kim loĩ i nguyên chĩt, kim loĩ i không nguyên chĩt v.v...

d. Các liên kết cộng hóa trị, liên kết kim loại

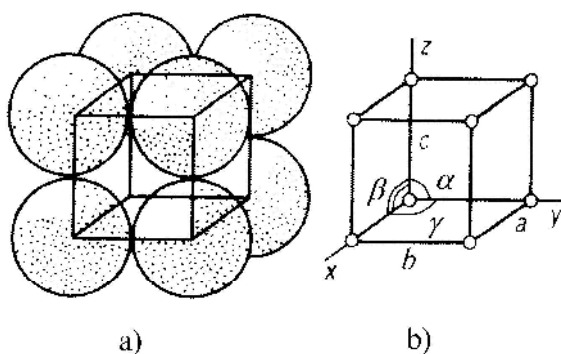
Trong thực tế, ta thường gặp nhiều loại liên kết. Ví dụ như tinh thể muối ăn NaCl có liên kết ion, trong đó các ion Na^+ và Cl^- liên kết với nhau bằng lực hút tĩnh điện. Mỗi ion đều chịu lực kéo nhau, cân bằng với nhau, nên chúng nằm ở vị trí cân bằng.

Với kim loại, các ion của nó được xếp thành cụm với nhau bởi liên kết kim loại mà bản chất của nó là lực hút tĩnh điện, cân bằng với nhau 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 thay đổi khi các ion thay đổi vị trí cân bằng. Như vậy, 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 trúc ban đầu). Đối với liên kết ion thì tinh thể bị biến đổi (vỡ vụn).

2. Cấu tạo mạng tinh thể lý tưởng

a. 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 bằng hình học nhất định, được gọi là mạng tinh thể.

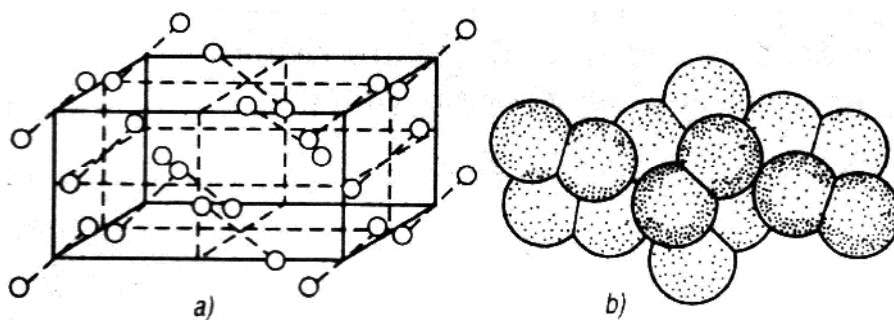


Hình 1.2 Các hình thức biểu diễn trong tinh thể

a) Biểu diễn không gian b) Sơ đồ

Ngay khi ta thường gặp 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).



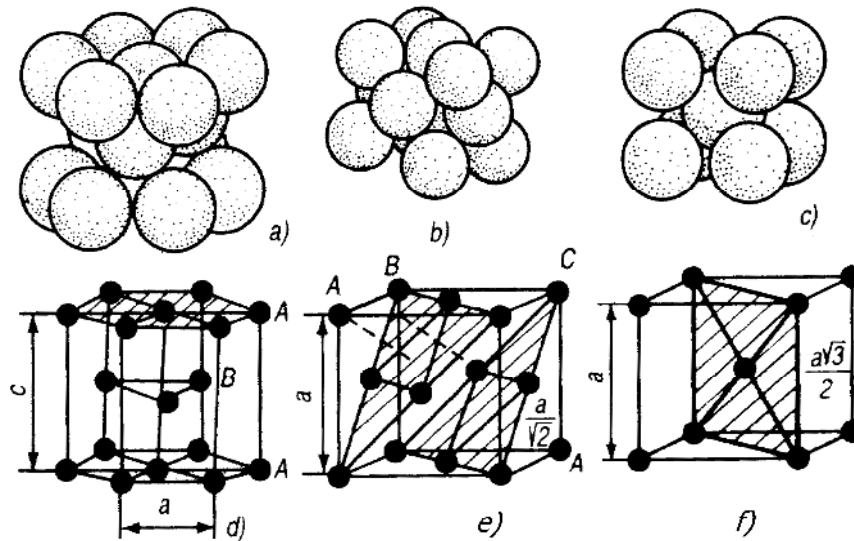
Hình 1.3 Mạng tinh thể ion

a) Sơ đồ b) Biểu diễn không gian

b. Các kiểu mạng tinh thể thông dụng

Kim loại nguyên chất có ba dạng mạng tinh thể cơ bản (hình 1.4):

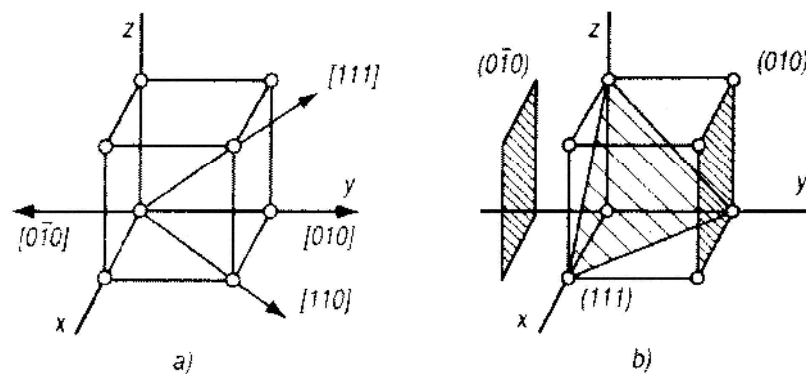
- + Lưới pha tạp trung tâm (LPTT) như Fe_α , Cr, W, Mo v.v...
- + Lưới pha tạp diện tâm (LPDT) như Fe_γ , Ni, Al, Cu v.v...
- + Lưới lục giác xếp chặt (LGXC) như Zn, Co, Cd v.v...



Hình 1.4 Các ô cơ bản của ba kiểu mạng tinh thể kim loại

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

c. Ký hiệu mặt và phương tinh thể



Hình 1.5 Các chỉ số pha (a) và mặt (b)

Ta đã chia nút mạng biểu diễn bằng các số nguyên đặt trong dấu ngoặc vuông và dấu gạch chéo là chỉ số của pha, đặt trong ngoặc tròn là các chỉ số của mặt.

d. Mật độ nguyên tử, khối lượng

Mật độ nguyên tử của mĩng là phần trăm tích tính ra phần trăm của mĩng do các nguyên tử chiếm chỗ, để xác định bằng công thức (tính cho mĩt khối cĩ sĩ).

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

Trong đó :

M_v : mật độ nguyên tử hay mật độ khối.

n : số nguyên tử của khối cĩ sĩ.

v : thể tích của nguyên tử.

V : thể tích của khối cĩ sĩ.

Vĩ dĩ, trong mĩng lập phĩng thể tâm các đĩi lập ng đó để cĩ tính:

$$n = 1 (\text{giĩa}) + 8 (\text{đĩnh}) \frac{1}{8} = 2$$

v : coi nguyên tử như quĩ cầu tròn, bán kính tính để cĩ 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 cĩ sĩ là hình lập phĩng nên $V = a^3$. Thay các giá trị này vào công thức tính để cĩ $M_v = 68\%$, như vậy mĩng lập phĩng thể tâm cĩ 32% thể tích là các lỗ hĩng.

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

Các vật tinh thể để cĩ đặc trưng bĩi sĩ sắp xếp có trật tự trong không gian của các hĩt (ion, nguyên tử, phân tử) tĩo nên tinh thể.

Tính chất của tinh thể phụ thuộc vào cấu tạo đĩn tử của các nguyên tử, số phân bố trong không gian của các hĩt cĩ bĩn, thành phần hóa hĩc, kích thước và hình dáng tinh thể.

Đĩng thù hình là số tĩn tĩi hai hay nhiĩu cấu trúc mĩng tinh thể khác nhau của cùng mĩt nguyên tử hay mĩt hĩp chất hóa hĩc. Quá trình thay đĩi cấu trúc mĩng tĩ đĩng thù hình này sang đĩng thù hình khác gĩi là chuyển bĩn thù hình, ký hiĩu bằng $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$ v.v... bĩt đĩu tĩ nhiĩt để thể p nhĩt.

Vĩ dĩ: sĩt là kim loĩi cĩ tính thù hình, cĩ mĩng lập phĩng thể tâm ĩ hai khoảng nhiĩt để đĩi 911°C – ký hiĩu là Fe_α và tĩ (1392÷1539)°C là Fe_δ . Cĩ mĩng lập phĩng đĩn tâm ĩ (911÷1392)°C vĩi ký hiĩu là Fe_γ ; còn ký hiĩu Fe_β là Fe_α mĩt tĩ tính, tĩn tĩi ĩ thể p hĩn 768°C.

Không nhĩng nhiĩt để mà cĩ áp suất cũng gây ra chuyển bĩn thù hình. Khi chuyển bĩn thù hình các tính chất cĩ, lý của vật liĩu cĩ thù hình cĩ thể thay đĩi đĩt ngĩt, đĩn đĩn các hiĩu ĩng quan trĩng, cĩ thể liĩi hay cĩ hĩi.

3. Cấu tạo mạng tinh thể thực tế

a. Đơn tinh thể

Đôi khi có thể gặp các khối kim loại có kích thước nhỏ (như u hạt trong gang), trong đó mạng tinh thể có một, phương hướng duy nhất gọi đơn hướng. Một đơn hướng. Có thể coi đơn hướng là một mạng tinh thể lớn, đơn hướng về hình học.

Để dễ dàng quan trọng của đơn hướng là nó có tính đồng hướng, tức là theo các phương, tính chất của nó xác định có giá trị lớn nhỏ khác nhau (có khi từ hàng chục lần) do một đơn hướng các nguyên tử khác nhau, do đó liên kết lớn, bé khác nhau.

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

b. Đa tinh thể, hạt và biên hạt

Trong thực tế các chi tiết kim loại dù có kích thước nhỏ cũng rất lớn so với đơn hướng, đơn hướng, nên chúng luôn bao gồm vô số tinh thể gần bó với nhau. Trường hợp 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 gần bó với nhau.

c. Sai lệch mạng tinh thể

Trong thực tế, ngay trong bên thân mỗi hạt hay đơn hướng, không phải mỗi nguyên tử hay ion đều ở đúng vị trí quy định, mà 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.

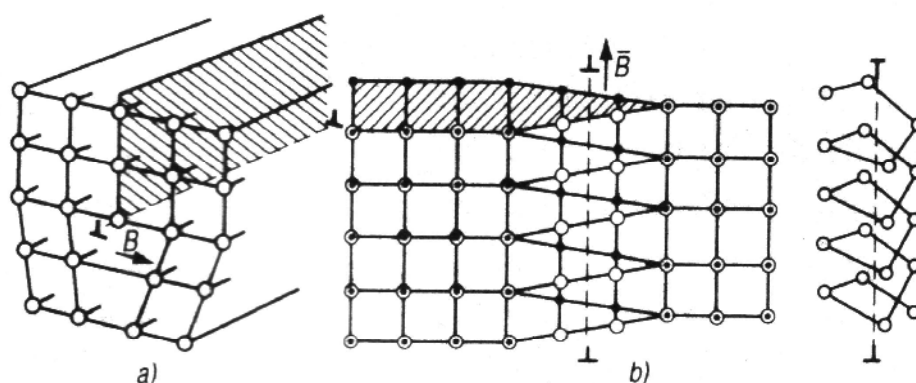
Sai lệch điểm: Kim loại càng nhiều tập hợp, càng sai lệch này càng nhiều.

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

Lệch biên (lệch thẳng): Lệch biên có tác động 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 1.6 Sơ đồ lệch biên (a) và lệch xoắn (b)

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

a. Cấu trúc nghiên cứu bằng tia Röntgen

Tia Röntgen 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 tính chất nhiễu xạ của tia phân chiếu từ các mặt tinh thể ta có thể suy ra một cách chính xác kiểu mạng tinh thể nên từ đó cũng như các giá trị của thông số mạng.

b. Cấu trúc nghiên cứu bằng phương pháp nhiễu xạ và kính lúp

- Quan sát mặt gãy là phương pháp nghiên cứu về cấu trúc kim loại một cách thô sơ nhất. Quan sát kim loại bằng kính lúp (mặt, vết gãy, vết) bằng kính cũng cho ta những khái niệm rất sơ bộ về mặt để hoàn thiện của cấu trúc kim loại, có thể phát hiện:

- + Vết nứt lớn.
- + Lỗ rỗng lớn, rỗ nhỏ.
- + Rỗ khí.
- + Số bề mặt vết nứt hay nhám.

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

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

- Để kiểm tra

Đem mài nhẵn mặt gãy bằng giấy nhám (ráp) sạch rồi dùng kính lúp để soi thì có thể phát hiện được các khuyết tật trên bề mặt kích thước nhỏ tới 0,05 mm.

Nếu dùng mặt sơn hóa chất thích hợp để ăn mòn bề mặt mài sẽ phát hiện được sự không đồng nhất của cấu trúc như: lớp tôi bề mặt, lớp thấm, tổ chức thô, sự thiên tích của pha thứ ba và lỗ hổng.

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

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

Kính hiển vi quang học, cho phép có thể phóng đại từ 50 đến 2000 lần, mẫu cho tới không phải là quá nhỏ, phương pháp về cấu trúc tế vi quang học được dùng rất phổ biến trong sản xuất. Phương pháp về cấu trúc 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 thì khi nó không có hiệu quả 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 về cấu trúc tế vi điện tử chủ yếu được dùng trong nghiên cứu.

Hai phương pháp về cấu trúc tế vi chỉ cho ta biết sơ lược, hình dạng, kích thước và sự phân bố của hạt và các pha, chỉ có sự nhiễu xạ tia Röntgen 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
4. Người ta thường dùng các phương pháp nào để nghiên cứu kim loại và hợp kim?

Bài 2. SỰ KẾT TINH VÀ SỰ HÌNH THÀNH TẠO CHẤT KIM LOẠI

Mục tiêu: Trình bày được quá trình hình thành tạo chất kim loại

1. Định nghĩa sự kết tinh

a. Cấu tạo của kim loại lỏng

Có điểm tương tự do và liên kết kim loại.

Các nguyên tử có xu hướng sắp xếp trật tự thì hiện tại chỉ 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 rồi tan đi 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.

b. Biến đổi năng lượng khi kết tinh

Sự biến đổi năng lượng quy định định chiều hướng của mọi chuyển biến (phân rã hóa học, kết tinh, biến đổi pha v.v...). Năng lượng tự do của các trạng thái phải thu về chiều hướng vào chiều hướng.

Khi làm nguội qua nhiệt độ T_s (điểm đóng băng lý thuyết) sẽ có sự chuyển trạng thái từ lỏng sang rắn, tức là xảy ra kết tinh. Tuy nhiên, thực tế 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 lượng biến thành tinh thể thì ngược lại có bấy nhiêu tinh thể chuyển 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.

c. Độ quá nguội

Ngược lại 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. Hai quá trình của sự kết tinh

a. 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 nhỏ hơn hoặc bằng độ dài bước sóng Debye, chúng không biến 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.

Mô men sinh là sự tạo mô men kim loại lỏng đồng nhất không có sự trợ giúp của các phần tử rắn có sẵn trong nó.

Mô men ký sinh là sự tạo mô men trên bề mặt phần tử rắn có sẵn trong kim loại. Đây là dòng tạo mô men 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.

b. Phát triển mô men

Sự phát triển lên và kích thước của mô men là quá trình tự nhiên vì giảm năng lượng tự do. Trong thực tế sự phát triển mô men không đều theo các phương, mặt để nguyên tử của phương càng dày thì tốc độ phát triển càng cao. Theo phương tăng nhiệt độ, mô men phát triển mạnh hơn theo phương tăng nhiệt độ.

3. Sự hình thành hạt

a. Tiến trình kết tinh

Khi các mô men nên trở thành đang phát triển lên thì trong kim loại lỏng vẫn tiếp tục sinh thêm mô men mới.

Sự kết tinh sẽ kết thúc khi các mô men phát triển lên đi đến gặp nhau và kim loại lỏng hết. Các hạt từ mô men sinh ra trở thành 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 mô men sinh sau sẽ nhỏ hơn.

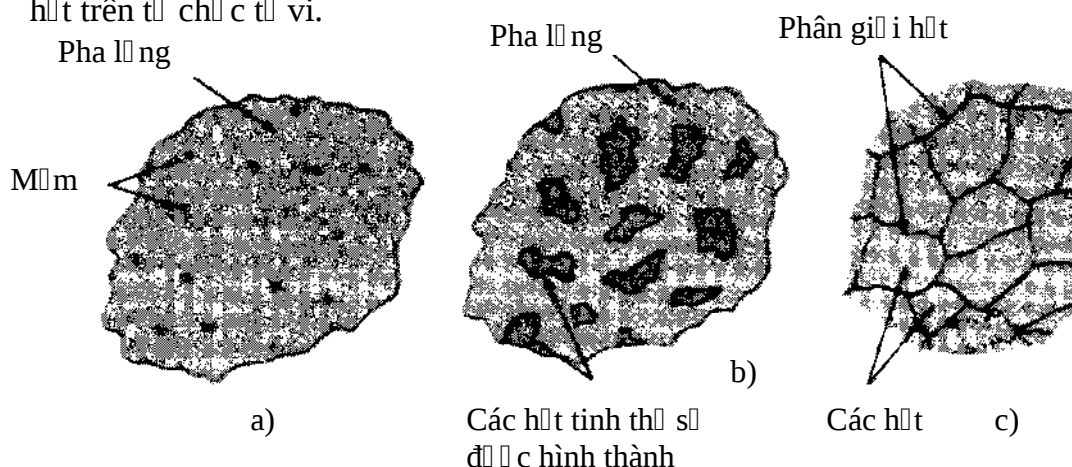
Trong kim loại lỏng, các mô men được định hướng mặt cách ngẫu nhiên nên phương hướng của hạt không đồng hướng mà lệch nhau một góc đáng kể, do đó xuất hiện vùng biên giới hạt với mức độ tinh thể hỗn loạn.

b. Sự hình thành hạt

Sự hình thành hạt (hình 2.1 b, c) có ảnh hưởng đến chất lượng kim loại.

Hình thành của hạt phụ thuộc vào môi trường quan trọng để phát triển mô men theo các phương khác nhau, và chính điều này lại phụ thuộc vào bản chất kim loại (kiểu mức độ tinh thể) và điều kiện nhiệt độ.

Để làm rõ ảnh hưởng của hướng đến chất lượng. 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 tắc để đánh giá để làm rõ ảnh hưởng của chúng. Thường xác định để làm rõ ảnh hưởng của hạt trên cơ sở cơ sở.



Hình 2.1 Sơ đồ quá trình kết tinh tự nhiên của kim loại

4. Các phương pháp tạo hình khi đúc

a. Tăng độ quá nguội

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

b. Biện tính

Biện tính là phương pháp làm nhỏ hạt rắn 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. Chất làm nhỏ hạt của chất biện tính như sau:

- Kẽm hợp với titanium chất hợp kim hòa tan trong kim loại lỏng để tạo ra các hợp chất khó chảy, không tan, phân tán các phần tử lớn, chúng giúp cho sự tạo mầm ký sinh. Phần lớn chất biện 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, thép đúc sẽ có hạt nhỏ.

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

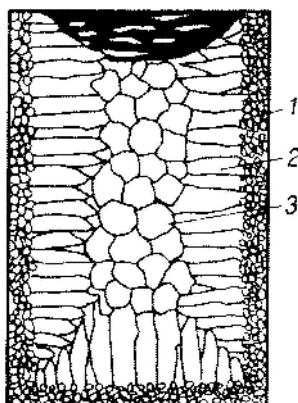
5. Cấu tạo tinh thể của thép đúc

a. Ba vùng tinh thể của thép đúc

Các thép (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 như sau: (hình 2.2)

Vùng ngoài cùng là lớp hạt nhỏ đang trực 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 nhẵn nhụi nên các mầm phát triển theo các phương ngẫu nhiên, do đó trực tiếp phát triển đều theo mọi phía (đang trực tiếp).



Hình 2.2

Vùng tiếp theo có hình dáng giống hình chữ 2 tiếp kéo dài vuông góc với thành khuôn. Sau khi vữa ngoài đã kết tinh xong thành khuôn mới bắt đầu nóng lên, nên kim loại lỏng kết tinh với ΔT nhỏ hơn nên hình thành có hình nhọn. Hình phát triển lên theo chiều ngược với chiều tiến nhiệt do đó có phần vuông góc với thành khuôn (phần ngả thoát nhiệt). Kết quả thu được hình dáng giống hình chữ dài theo phần vuông góc với thành khuôn.

Vùng giữa các hình liền kề chữ 3. Cuối cùng khi kim loại lỏng giữa kết tinh, thành khuôn đã nóng lên nhiều, làm cho hình trở nên nhọn, phát triển theo mặt phẳng.

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

b. Các khuyết tật của thỏi đúc

1. Lỗ co và rỗ co

Lỗ co và rỗ co là do thể tích kim loại khi kết tinh bị co lại, nên hình thức thể hiện thì khác nhau.

Lỗ co phần kết tinh sau cùng, bên thân kim loại lỏng ở đây đã bù co cho các phần kết tinh trước, và đến lượt nó kết tinh thì không còn đâu kim loại lỏng để bù cho nó nữa nên tạo ra mặt lõm hình chữ trung.

Các lỗ hình như thế nên do sự co của kim loại lỏng khi kết tinh để phân bố rải rác trên khắp vật đúc để gọi là rỗ co. Rỗ co làm giảm mặt tiếp xúc, làm xấu tính.

Đối với mặt kim loại, hợp kim lỏng co khi kết tinh là mặt giá trị cố định, khi thể tích lỗ co tăng lên thì tổng thể tích rỗ co giảm đi và ngược lại, dòng khuyết tật này là bên chất của kim loại.

2. Rỗ khí.

Kim loại lỏng có khả năng hòa tan một lượng khí đáng kể, sau khi kết tinh, để hòa tan chất khí trong kim loại rắn giảm đi đột ngột, khí thoát ra không kịp bề mặt kết lại, tạo nên các túi nhỏ để gọi là rỗ khí.

Rỗ khí cũng làm giảm mặt tiếp xúc, làm xấu tính.

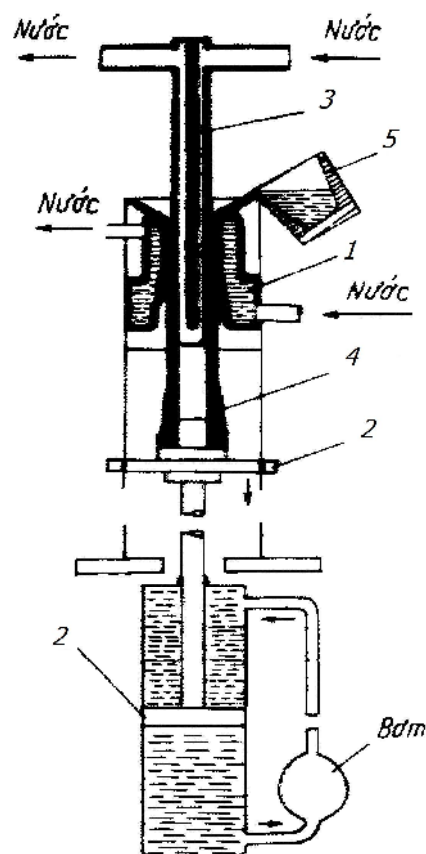
Có thể tránh được khuyết tật này bằng cách khử khí tốt trước khi rót hay đúc trong chân không.

3. Thiên tích

Thiên tích là sự không đồng nhất về thành phần chất của thỏi đúc. Điều này không xảy ra trong hợp kim mà chỉ trong kim loại nguyên chất do tích tụ tạp chất.

Hình 2.3 Đúc liên tục

1;3 khuôn, lõi (bình kết tinh) 2. Hồ thấm nhuộm sơn phẩm 4. Sơn phẩm 5. Thùng rót kim loại lỏng



c. Đúc liên tục

Đúc liên tục là một phương pháp rót kim loại lỏng liên tục vào lòng khuôn và vớt đúc để tạo thành liên tục. Khuôn đúc là một bình kết tinh bằng kim loại để làm nguội tuần hoàn bằng nước để làm nguội và đông đặc nhanh vớt đúc. Sản phẩm đúc liên tục có độ nhẵn bóng và độ chính xác cao, tránh được một số khuyết tật 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 thép đúc.

Bài 3. HỢP KIM

Mục tiêu: - Trình bày được các khái niệm về hợp kim, cấu trúc mạng tinh thể của hợp kim.

- Trình bày được ý nghĩa của giun đũa trong thép của hợp kim hai cấu tử.

1. Khái niệm về hợp kim

a. Định nghĩa

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

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

b. Tính chất vật lý của hợp kim

Trong cùng một loại vật liệu, vật liệu thường dùng là hợp kim, hợp kim không dùng kim loại nguyên chất do hợp kim có nhiều ưu điểm phù hợp với chế tạo công nghệ.

Trước hết vật liệu chế tạo máy phải có độ bền cao, với mặt này hợp kim hơn kim loại nguyên chất. Đồng, các gang, thép, nhôm, chì, đồng, nhôm, nhôm, 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, bề mặt mòn nhanh. Kim loại nguyên chất có tính dẻo cao dễ 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... Bởi vì cho chế tạo sản phẩm có năng suất cao.

Luyện hợp kim để kim loại nguyên chất do thép và gang có nhiệt độ chảy thấp hơn Fe, không hoặc ít phải xử lý cacbon và mặt sản phẩm khác.

c. Một số khái niệm

Pha: là những phần tử của hợp kim có thành phần đồng nhất 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)

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

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

Ví dụ:

Trạng thái lỏng nước và nước đá (0°C) là hai mặt cấu tử là H_2O (chất hóa học ổn định) và gồm hai pha lỏng (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 hợp hai cấu tử (Cu, Ni) ở trạng thái rắn hoàn toàn đồng nhất.
gồm một pha vì tạo ra dung dịch rắn hoàn toàn đồng nhất.

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

2. Các kiểu cấu trúc mạng tinh thể của hợp kim

a. Dung dịch rắn

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

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

Ký hiệu dung dịch rắn của cùng một hệ bằng các chữ Hy Lạp α, β, γ v.v... hoặc 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 tử chiếm thể tích cao nhất) và thường có kiểu mạng được gọi như lớp phân bố tâm, lớp phân bố tâm v.v...
- Thành phần các nguyên tử có thể thay đổi trong phạm vi khá rộng mà vẫn không làm thay đổi cấu trúc mạng.
- Nguyên tử nguyên tử hòa tan đi vào mạng của kim loại dung môi như là các nguyên tử làm xô lệch mạng gây nên những sai lệch mạng.
- Về tính, dung dịch rắn vẫn giữ được các đặc tính cơ bản (do giữ lại kiểu mạng được gọi 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 tử hòa tan đi vào mạng tinh thể kim loại dung môi chính nút mạng, tức là thay thế cho nó thì tạo nên dung dịch rắn thay thế. Trong trường hợp thay thế không khít đến mức làm thay đổi thông số mạng, làm xô lệch mạng, tăng độ bền, cứng, giảm độ dẻo (thường không giảm nhiều) so với dung môi (hình 3.1a).

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

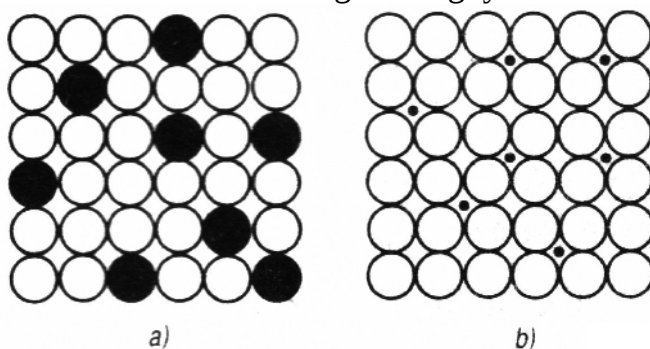
Khi nguyên tử hòa tan B có thể liên kết thay thế các vị trí của kim loại dung môi A một cách liên tục thì sẽ tạo nên được một dãy dung dịch rắn liên tục hay hòa tan vô hạn.

Khi các nguyên tử hòa tan B chỉ có thể thay thế các vị trí của nguyên tử kim loại dung môi vì vị trí lỗ trống đã nào đó thì dung dịch rắn tạo thành là loại hòa tan có hạn.

- Dung dịch rắn xen kẽ

Trong dung dịch rắn xen kẽ, các nguyên tử hòa tan đi vào mạng kim loại dung môi giữa các nút mạng, tức xen kẽ vào các lỗ hổng của mạng (hình 3.1b).

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



Hình 3.1 Sơ đồ cấu trúc tinh thể của dung dịch rắn
a) Dung dịch rắn thay thế b) Dung dịch rắn xen kẽ

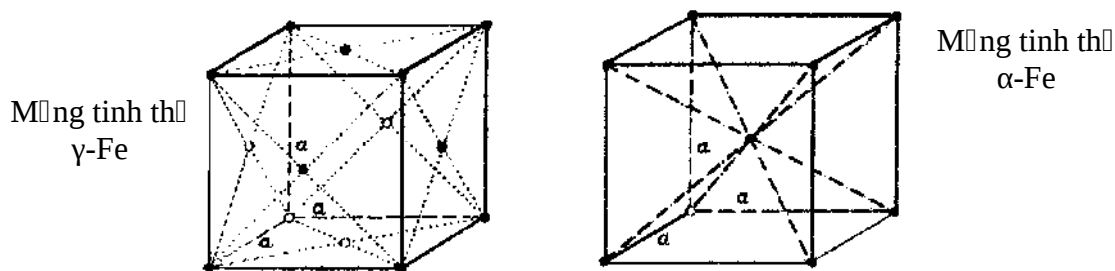
b. Pha trung gian hợp chất hóa học

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

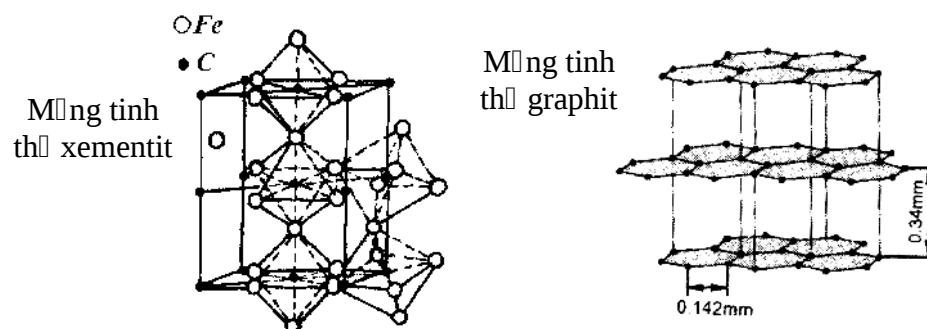
Mạng tinh thể pha trung gian có kiểu khác với các nguyên tử tạo thành nó (thường là phức tạp hơn) nên không gọi được tính dẻo của kim loại nguyên chất (hình 3.2 và 3.3).

Có tính dẻo 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 điểm, đó là các pha có liên kết kim loại.



Hình 3.2 Mạng tinh thể của các nguyên thành phần



Hình 3.3 Mô hình tinh thể của pha trung gian
(khác với mô hình của các nguyên thành phần trên hình 3.2)

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

c. Hợp kim cứng

Trong 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 cộng hóa trị, hợp kim cứng đó gọi là hợp kim cứng. Như vậy hợp kim cứng không làm thay đổi mô hình nguyên tử của các nguyên tố thành phần.

3. Giới thiệu trạng thái của hợp kim hai cấu tử

a. Khái niệm và giới thiệu trạng thái hai cấu tử

1. Khái niệm và giới thiệu trạng thái.

Không có quy luật chung để xác định sự tương tác giữa các nguyên tố trong trạng thái rắn. Để hiểu về tương tác nguyên tử, quy luật tương tác giữa chúng chỉ biết được bằng thực nghiệm và được ghi lại như giới thiệu trạng thái.

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

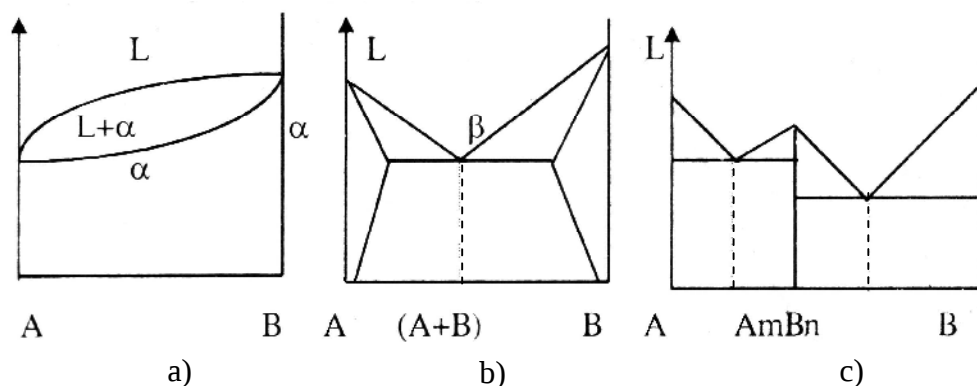
2. Công dụng của giới thiệu trạng thái.

Tổ giới thiệu trạng thái có thể xác định được:

- Nhiệt độ chảy, chuyển biến pha của các hợp kim trong quá trình nung nóng và làm nguội, như đó xác định được độ dẻo các chế độ đúc, luyện, rèn, cán, hàn, nhiệt luyện.

- Trạng thái pha (pha, thành phần và tổ chức giữa các pha) của các hợp kim trong quá trình đó suy đoán được các đặc tính cơ bản và công dụng của chúng.

3. Cấu trúc của giản đồ trạng thái hai cấu tử

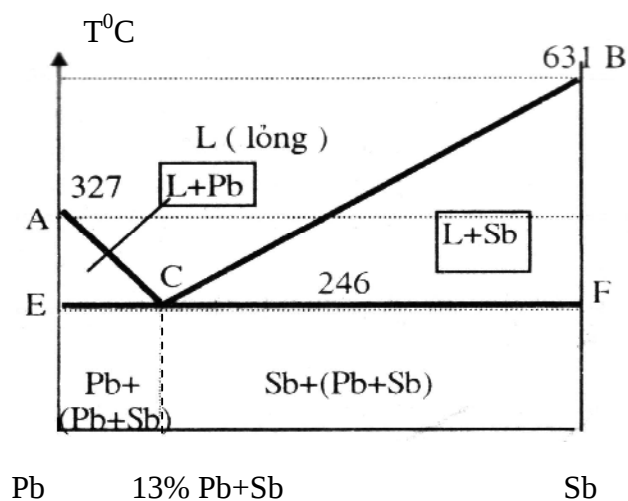


Hình 3.4 Một số loại giản đồ hệ hợp kim hai cấu tử (nguyên)

Hình 3.4a Hai hợp kim A và B ở trạng thái lỏng hòa tan hoàn toàn, ở trạng thái rắn tạo thành dung dịch rắn hòa tan vô hạn (Cu-Ni) - giản đồ loại 1

Hình 3.4b Hai hợp kim A và B ở trạng thái lỏng hòa tan hoàn toàn, ở trạng thái rắn tạo thành dung dịch rắn hòa tan có hạn (Cu-Al) - giản đồ loại 3

Hình 3.4c Hai hợp kim A và B ở trạng thái lỏng hòa tan hoàn toàn, ở trạng thái rắn tạo thành hợp chất hóa học AmBn và hỗn hợp cùng tinh dung dịch rắn hòa tan có hạn (Mg-Ca) - giản đồ loại 4



Hình 3.5 Giản đồ trạng thái hệ Pb-Sb

Hình 3.5 Hai hợp kim A và B ở trạng thái lỏng hòa tan hoàn toàn, ở trạng thái rắn tạo thành hỗn hợp cùng tinh A và B (hình 3.5) - giản đồ loại 2.

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.

Bài 4. HỢP KIM SẮT – CACBON

Mục tiêu: Trình bày được các tính chất của hợp kim Fe-C và giải thích trạng thái Fe – C.

1. Các tính chất của hợp kim Fe-C

a. Đặc điểm của các cấu trúc Fe-C

1. Sắt

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

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

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

$$\text{cứng HB} = 80 \text{ kG/mm}^2$$

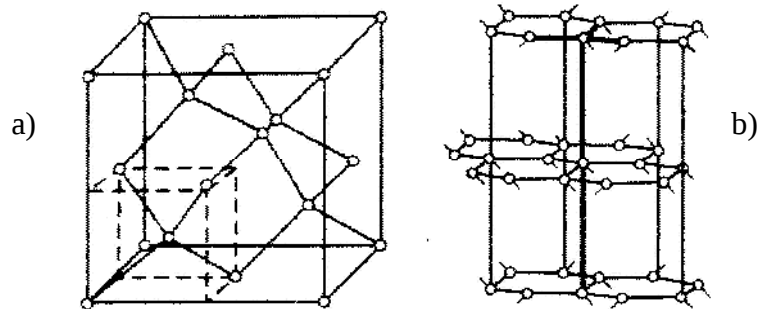
$$\text{đai } a_K = 3000 \text{ kJ/m}^2$$

2. Cacbon

Cacbon 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 4.1a), có độ cứng lớn nhất trong thang độ cứng, có khối lượng riêng $3,514 \text{ g/cm}^3$.



Hình 4.1 Mạng tinh thể

a) Kim cương b) Graphit

- Graphit với kiểu mạng lục giác xếp theo lớp nên liên kết hóa trị trong mỗi lớp (hình 4.1b) khá bền, còn giữa các lớp là liên kết hút phân tử yếu, vì thế graphit rất mềm và rất dễ tách lớp.

b. Trạng thái của Fe và C

Fe và C có nhiều trạng thái với nhau tạo thành các dung dịch rắn lẫn pha trung gian, cũng như hợp kim các hợp chất của chúng.

- Dung dịch rắn của cacbon trong sắt.

- Cacbon có độ cứng 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.

- Đồng vị sắt Fe_α và Fe_δ có mạng tinh thể lập phương tâm. Đồng vị 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 , nằm trong thể tích của hợp kim Fe_3C gọi là xêmentit.

2. Các thể chế của bôn

a. Các thể chế của mọt pha

Ngoài dung dịch lỏng, ta gặp các thể chế của mọt pha: xêmentit, ferit và auxtenit.

1. Xêmentit (ký hiệu Xe hay Fe_3C)

Xêmentit là pha xen kẽ với kim loại 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 BFKL. Người ta phân biệt ba loại xêmentit.

- Xêmentit thể nhứt (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 thấy bằng mắt thường. Xêmentit thể nhứt chỉ có trong hợp kim có $> 4,3\%\text{C}$.

- Xêmentit thể hai (Xe_{II} , Fe_3C_{II}) là loại được tạo thành từ dung dịch rắn austenit theo đường ES trong khoảng nhiệt độ $1147 \div 727^\circ\text{C}$ khi đã hòa tan của cacbon trong sắt γ gồm từ 2,14% xuống còn 0,8%. Xe_{II} thể cứng có đường giới hạn bao quanh hạt austenit, làm giảm mạnh độ dẻo, độ dai. Xe_{II} có trong các hợp kim có $> 0,8\%\text{C}$.

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

2. Ferit (F , α)

Ferit là dung dịch rắn xen kẽ của cacbon trong Fe_α , có mạng tinh thể lập phương tâm. Trên giản đồ trạng thái nó ở trong vùng GPQ, đã 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, nằm trong các hợp kim Fe-C thể tích nó còn chứa các nguyên tố khác như crôm, mangan, silic v.v... làm cho kém dẻo và dai.

Trong thể chế thể tích, ferit ở dạng các hạt sáng đa sắc.

3. Auxtenit (As , γ).

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

Auxtenit là pha dẻo và dai.

b. Các tổ hợp hai pha

1. Peclit (P , $[F + Xe]$)

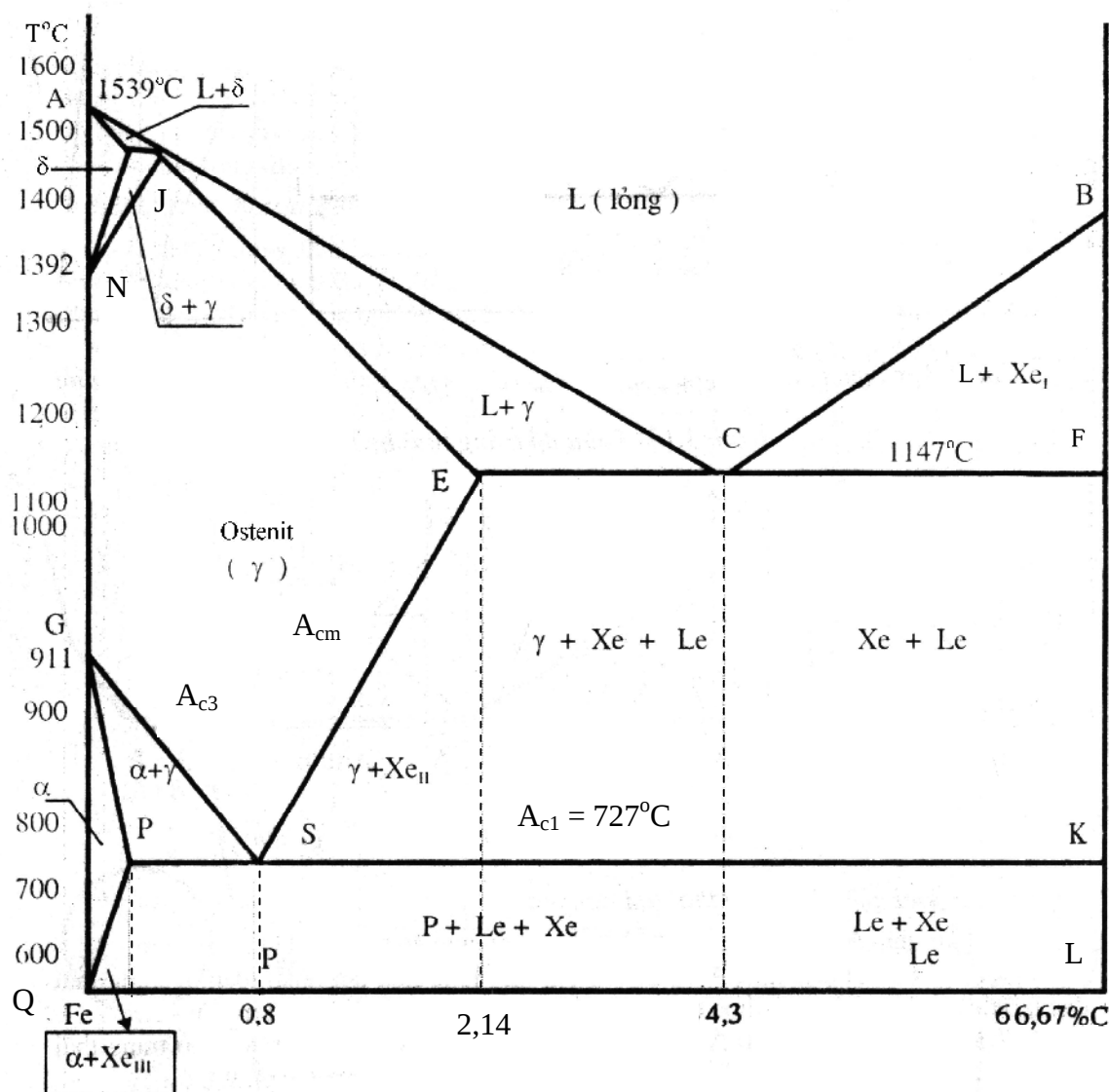
Peclit là hỗn hợp các hợp chất cùng tích của ferit và xêmentit – $[F + Xe]$ tạo thành ở 727°C từ dung dịch rắn auxtenit, peclit có chứa 88% F + 12% Xe.

Tùy theo hình dạng Xe trong hỗn hợp ta phân biệt peclit mịn và peclit thô.

2. Lêđêburit [$Lê$, $(\gamma + Xe)$, $(P + Xe)$]

Lêđêburit là hỗn hợp các hợp chất cùng tinh kết tinh từ dung dịch lỏng với 4,3%C ở 1147°C (điểm C), lúc mới tạo thành (ở $1147 \div 727^\circ\text{C}$) 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 tỉ lệ gần 2/3 nên rất cứng (tỉ lệ 600 HB) và giòn.

3. Giới hạn trạng thái $Fe - C$ ($Fe - Fe_3C$)



Hình 4.2 Giới hạn trạng thái sắt-carbon ($Fe-C$)

4. Tính chất cơ lý 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 định phân chia hai loại vật liệu này là điểm E tức giới hạn hòa tan cacbon trong austenit.

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 điểm GSE) có thể đạt được tính chất hoàn toàn là austenit 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 sản xuất thép theo nhiều cách 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 tính chất cùng tinh và nhiệt độ chảy thấp.

5. Các điểm đặc biệt 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 đặc biệt và được ký hiệu bằng chữ A, các số để xác định các chuyển biến.

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

$A_{c3} = 911 \div 727^{\circ}\text{C}$, điểm GS, nhiệt độ bắt đầu tách ra xêmentit từ hai thành phần nguội hoặc kết thúc hòa tan ferit vào austenit khi nung nóng.

$A_{cm} = 1147 \div 727^{\circ}\text{C}$, điểm ES, nhiệt độ bắt đầu tách ra xêmentit từ hai thành phần austenit khi làm nguội hoặc kết thúc hòa tan xêmentit từ hai và austenit khi nung nóng.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày đặc điểm của các câu hỏi Fe-C và sự tương tác giữa Fe và C.
2. Nêu đặc điểm của các tính chất cơ bản của pha và hai pha.
3. Mô tả Giản đồ trạng thái Fe – C (Fe – Fe₃C).
4. Giải thích đặc điểm tính chất cơ lý của thép và gang theo giản đồ trạng thái Fe – C.
5. Trình bày đặc điểm các điểm đặc biệt của thép.