

MỤC LỤC

<u>Chương 1.....</u>	<u>2</u>
<u>TỔNG QUAN.....</u>	<u>2</u>
<u>Giới hạn bền được tính theo công thức:.....</u>	<u>7</u>

TaiLieu.vn

Chương 1

TỔNG QUAN

1.1 KHÁI NIỆM VỀ VẬT LIỆU.

1.1.1 Khái niệm chung

Vật liệu theo cách hiểu phổ biến nhất là những vật rắn mà con người dùng để chế tạo ra các máy móc, thiết bị, dụng cụ, v.v... trong các ngành công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải, trong xây dựng các công trình, nhà cửa hay thay thế các bộ phận cơ thể con người hoặc để thể hiện các ý đồ nghệ thuật, v.v.

Vật liệu học là một khoa học ứng dụng về quan hệ giữa thành phần, cấu tạo và tính chất của vật liệu, nhằm giải quyết những vấn đề kỹ thuật quan trọng nhất, liên quan đến việc tiết kiệm vật liệu, giảm khối lượng thiết bị máy móc và dụng cụ, nâng cao độ chính xác, độ tin cậy và khả năng làm việc của các chi tiết máy và dụng cụ.

Cơ sở lý thuyết của vật liệu học là các phần tương ứng của vật lý và hóa học nhưng về cơ bản thì khoa học về vật liệu được phát triển bằng con đường thực nghiệm. Việc đưa ra những phương pháp thực nghiệm mới để nghiên cứu cấu tạo (cấu trúc) và các tính chất cơ, lý của vật liệu sẽ tạo điều kiện để môn vật liệu học tiếp tục phát triển.

Nghiên cứu các tính chất vật lý như mật độ, độ dẫn điện, độ dẫn nhiệt, v.v... hay cơ tính như độ bền, độ dẻo, độ cứng, môđun đàn hồi, ... hoặc tính công nghệ như độ chảy loãng, khả năng gia công cắt gọt, ... và các tính năng làm việc như tính chống ăn mòn, tính chống mài mòn và mỏi, tính dòn lạnh, tính bền nhiệt, ... của vật liệu sẽ cho phép xác định lĩnh vực ứng dụng hợp lý các vật liệu khác nhau, tuy nhiên có tính đến các đòi hỏi của tính kinh tế.

Tóm lại, vật liệu học là môn khoa học phục vụ cho sự phát triển và sử dụng vật liệu, trên cơ sở đó để ra các biện pháp công nghệ nhằm cải thiện tính chất và sử dụng thích hợp ngày một tốt hơn. Nó liên quan trực tiếp đến tất cả những người làm việc trong lĩnh vực chế tạo, gia công và sử dụng vật liệu.

1.1.2 Phân loại vật liệu

Dựa theo các tính chất đặc trưng, người ta phân biệt ba nhóm vật liệu chính là vật liệu kim loại, vật liệu vô cơ - ceramic và vật liệu hữu cơ - polyme. Tuy nhiên những năm gần đây đã xuất hiện một nhóm vật liệu quan trọng thứ tư đó là vật liệu kết hợp - vật liệu compozit.

1.1.2.1 Vật liệu kim loại.

Thành phần chủ yếu là hợp kim gồm: KL + á kim hoặc KL khác

Là những vật thể dẫn nhiệt, dẫn điện tốt, phản xạ ánh sáng với màu sắc đặc trưng, không cho ánh sáng đi qua, dễ biến dạng dẻo (cán, kéo, rèn, ép)

Có độ bền cơ học, nhưng kém bền vững hóa học, trừ nhôm (Al), các kim loại thông dụng khác như: Fe, Cu, ... đều khá nặng, nhiệt độ chảy biến đổi trong phạm vi từ thấp đến cao nên đáp ứng được yêu cầu đa dạng của kỹ thuật.

Đặc điểm cấu trúc của vật liệu kim loại là sự sắp xếp trật tự của các nguyên tử để tạo thành mạng tinh thể với độ xếp chặt cao và liên kết với nhau nhờ khí điện tử tự do.

Trong mạng tinh thể luôn luôn tồn tại các khuyết tật và trong một số điều kiện chúng có thể chuyển hoàn toàn sang trạng thái không trật tự thuộc dạng vô định hình. Vật liệu kim loại được chia làm hai nhóm lớn:

-Kim loại và hợp kim sắt là những vật liệu mà trong thành phần chủ yếu có nguyên tố sắt. Thuộc nhóm này chủ yếu là thép và gang.

-Kim loại và hợp kim không sắt là loại vật liệu mà trong thành phần của chúng không chứa hoặc chứa rất ít sắt. Thí dụ như đồng, nhôm, kẽm, niken và các loại hợp kim của chúng. Nhóm này còn có tên gọi là kim loại và hợp kim màu.

1.1.2.2 Vật liệu vô cơ – ceramic.

Là hợp chất giữa kim loại, silic với á kim: thành phần cấu tạo của vật liệu vô cơ - ceramic chủ yếu là các hợp chất giữa kim loại như Mg, Al, Si, Ti, ... và các phi kim dưới dạng các ôxyt, cacbít, hay nitrit, ... với liên kết bền vững kiểu ion hoặc kiểu đồng hóa trị có sắp xếp trật tự để tạo thành mạng tinh thể hoặc có sắp xếp không trật tự như trạng thái thủy tinh hay vô định hình.

Tên gọi *ceramic* được bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp "keramikos" có nghĩa là "vật nung" nên khi chế tạo vật liệu loại này thường phải qua nung nóng, thiêu kết.

Các vật liệu vô cơ - ceramic truyền thống có thể kể đến là: gốm và vật liệu chịu lửa, thủy tinh & gốm thủy tinh, xi măng & bê tông.

Ngày nay, nhiều loại vật liệu vô cơ - ceramic mới tìm thấy có những tính năng rất quý như nhẹ, chịu nhiệt tốt, rất bền vững hóa học và có tính chống mài mòn tốt được ứng dụng ngày càng nhiều trong công nghiệp điện, điện tử và hàng không vũ trụ.

1.1.2.3 Vật liệu hữu cơ – polyme.

Có nguồn gốc hữu cơ, thành phần hóa học chủ yếu là C, H và các á kim, có cấu trúc phân tử lớn.

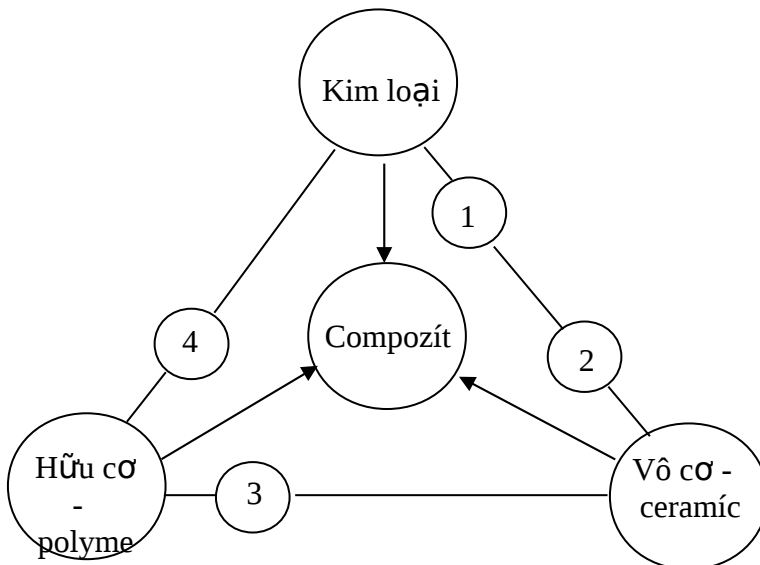
- Nhẹ, dẫn nhiệt, dẫn điện kém.
- Nói chung dễ uốn dẻo, đặc biệt khi nâng cao nhiệt độ nên bền nhiệt thấp.
- Bền vững hóa học ở nhiệt độ thường và trong khí quyển.

Vật liệu hữu cơ – polyme bao gồm các chất hữu cơ chứa các bon có cấu trúc đa phân tử với hai nguyên tố thành phần chủ yếu là các bon và hydrô có thể chứa thêm ôxy, clo, nitơ, ... liên kết với nhau trong các mạch phân tử kích thước lớn sắp xếp trật tự được gọi *trạng thái tinh thể* hoặc không trật tự – *trạng thái vô định hình*. Tuy nhiên chúng có thể có cấu trúc hỗn hợp vừa tinh thể vừa vô định hình.

Ngoài các vật liệu hữu cơ tự nhiên như cao su, xenlulo v.v ra phần lớn vật liệu hữu cơ được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp cũng như trong cuộc sống là các polyme tổng hợp, chúng là sản phẩm của quá trình trùng hợp (polyme hóa) các phân tử đơn (monome) và do đó tùy theo nguồn gốc chất trùng hợp, chúng có các tên gọi khác nhau như *polyetylen* (PE), *polypropylen* (PP) hay *polystyren* (PS), v.v.

1.1.2.4 Vật liệu kết hợp – composit.

Là loại vật liệu được kết hợp giữa hai hay nhiều loại vật liệu khác nhau với tính chất đặc trưng khác hẳn nhau, mang hầu như các đặc tính tốt của các vật liệu thành phần. Ví dụ: bê tông cốt thép là sự kết hợp giữa thép (vật liệu kim loại) có tính chịu tải trọng kéo tốt và bê tông (là vật liệu vô cơ) có tính chịu nén tốt, vì thế bê tông cốt thép là loại vật liệu kết cấu vừa chịu kéo và vừa chịu nén tốt.



Hình 1.1 Sơ đồ minh họa các nhóm vật liệu và quan hệ giữa chúng.
1. Bán dẫn; 2. Siêu dẫn; 3. Silicon; 4. Polyme dẫn điện.

Sự kết hợp giữa kim loại với polyme, giữa polyme với ceramic, giữa ceramic với kim loại, v.v... là cơ sở để chế tạo các loại vật liệu kết hợp-compozit với những tính năng khác nhau phục vụ tốt trong các ngành công nghiệp và sản xuất cơ khí nói chung. Một số vật liệu kết hợp - compozit được ứng dụng trong ngành hàng không rất có hiệu quả như sợi thủy tinh độ bền cao và sợi các bon.

Ngoài bốn nhóm vật liệu chính vừa được nêu trên còn có các nhóm vật liệu khác có tính năng và thành phần rất riêng biệt như:

- Bán dẫn, siêu dẫn nhiệt độ thấp, siêu dẫn nhiệt độ cao, chúng nằm trung gian giữa kim loại và ceramic (trong đó hai nhóm đầu gần với kim loại hơn, nhóm sau cùng gần với ceramic hơn).
- Silicon nằm trung gian giữa vật liệu vô cơ với hữu cơ, song gần với vật liệu hữu cơ hơn.

1.2. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VẬT LIỆU.

Lịch sử phát triển khoa học vật liệu gắn liền với lịch sử phát triển của loài người, có thể chia ra làm 3 giai đoạn lớn sau:

1.2.1. Giai đoạn tiền sử của loài người.

Từ hàng ngàn, hàng vạn năm trước công nguyên con người nguyên thủy đã biết sử dụng công cụ lao động để duy trì và phát triển cộng đồng, ngày đó họ đã biết sử dụng các vật liệu có sẵn trong tự nhiên như :

- Vật liệu vô cơ là đất sét, đá, và các loại khoáng vật v.v.
- Vật liệu hữu cơ như da, sợi thực vật, gỗ, tre v.v.
- Vật liệu kim loại như vàng, bạc, đồng tự nhiên và sắt thiên thạch v.v.

Trong giai đoạn này, các vật liệu được sử dụng đa phần ở dạng nguyên thủy, không qua chế biến. Các vật dụng được chế tạo chủ yếu bằng các cắt, mài, đập hay nghiền v.v. Tại thời kỳ này riêng người Ai Cập cổ, người Babylon, người La Mã và người Trung Quốc đã biết chế tạo ra gạch để xây cất bằng cách phơi khô đất sét ngoài nắng.

1.2.2. Giai đoạn chế tạo và sử dụng vật liệu theo kinh nghiệm.

Phải trải qua một thời gian rất lâu, nghĩa là sau hàng nghìn năm để tích lũy các quan sát ngẫu nhiên và các kinh nghiệm, thực hiện các thí nghiệm một cách rời rạc và mò mẫm, con người thời trước Công nguyên cũng đã tạo ra được nhiều sự kiện quan trọng về lĩnh vực vật liệu. Có thể kể ra đây vài ví dụ:

Trước Công nguyên khoảng 6.000 năm, người ta đã biết luyện đồng từ quặng để chế tạo ra những công cụ lao động và vũ khí. Những cục xỉ đồng với tuổi 8.500 năm, mà người ta phát hiện được ở cao nguyên Anotolia Thổ Nhĩ Kỳ đã nói lên sự xuất hiện rất sớm nghề luyện đồng từ quặng trên trái đất của chúng ta.

Sắt thép cũng xuất hiện khá sớm. Vào khoảng thế kỷ 15 trước Công nguyên người ta đã biết sử dụng công cụ bằng thép và sau đó khoảng 4 thế kỷ, người Hy Lạp và La Mã đã biết sử dụng phương pháp nhiệt luyện tôi thép để làm tăng độ cứng cho thép. Kỹ thuật này đạt được đỉnh cao vào thời trung cổ với các thanh kiếm nổi tiếng như *Damascus* (Syrie) cho đến ngày nay vẫn còn là một bí mật về công nghệ. Các nhà khảo cổ học khi khai quật ở Ninevia - kinh đô của đồ sứ cổ Assiria trong cung điện vua Sargon đệ nhị thế kỷ thứ VIII trước Công nguyên đã phát hiện ra một kho chứa khoảng 200 tấn sản phẩm bằng sắt như mũ sắt, lưỡi cưa và các công cụ rèn v.v.

Một kỳ tích về công nghệ luyện kim của nhân loại cổ xưa đã được tìm thấy như cây cột trụ bằng sắt nổi tiếng của Ấn độ gần như nguyên chất (nó chứa tới 99,72% sắt) nặng tới 6,5 tấn, cao hơn 7m được xây dựng từ năm 415 để tưởng niệm vị vua Chandragupta đệ nhị. Những lò luyện sắt đầu tiên có ở Trung Quốc và Ai cập từng xuất hiện từ hơn 3.000 năm trước Công nguyên.

Vào cuối thế kỷ thứ XVIII kỹ thuật chế tạo thép với qui mô lớn đã xuất hiện, mà nhờ đó con người đã sử dụng phổ biến để chế tạo ra các máy hơi nước, tàu thủy, xây dựng cầu cống, nhà cửa và đường sắt v.v. Một công trình bằng thép đồ sộ phải kể đến tháp Effen tại thủ đô Pari của Pháp. Tháp

này nặng 7.341 tấn và cao tới 320 m được xây dựng xong năm 1889 không những là niềm tự hào và là biểu tượng văn minh của nước Pháp mà còn là một kỳ quan của thế giới.

Ngoài sự phát triển mạnh của những vật liệu kim loại đã nêu trên, vật liệu vô cơ cũng đã có những bước tiến rất sớm. Từ thế kỷ XV trước Công nguyên, ở Ai Cập, Babylon và La Mã người ta đã biết sử dụng hỗn hợp đá nghiền với vôi tôi rồi tới đầu thế kỷ XIX xi măng portlan đã xuất hiện ở Anh, Mỹ, Nga và sau đó kỹ thuật đúc bê tông cốt thép sử dụng trong xây dựng đã xuất hiện ở Mỹ vào năm 1875 và ngày nay loại vật liệu này ngày càng được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng cầu đường, nhà cửa v.v.

1.2.3. Giai đoạn chế tạo và sử dụng vật liệu theo kiến thức khoa học.

Người ta đã đi sâu tìm hiểu bản chất của vật liệu, tìm hiểu nguyên nhân của sự hình thành các tính chất khác nhau của chúng. Chính nhờ những kiến thức khoa học đó mà con người đã đánh giá được định tính chiều hướng phát triển của vật liệu và định hướng các công nghệ chế tạo vật liệu với những tính chất mong muốn.

Có thể kể ra đây một vài bước tiến nổi bật về công nghệ vật liệu:

– Năm 1930 công nghệ chế tạo hợp kim nhôm cứng có tên *Duara* (duaralumin) xuất hiện nhờ quá trình hóa già biến cứng.

– Năm 1940 công nghệ chế tạo chất dẻo polyme ra đời nhờ quá trình trùng hợp.

– Năm 1955 công nghệ chế tạo bán dẫn bằng kỹ thuật tinh luyện và tạo lớp chuyển tiếp.

– Năm 1965 một loạt vật liệu mới ra đời như thép xây dựng vi hợp kim hóa, thép kết cấu độ bền cao và đặc biệt là sự xuất hiện vật liệu kết hợp *compozit*.

– Năm 1975 chế tạo vật liệu nhớ hình.

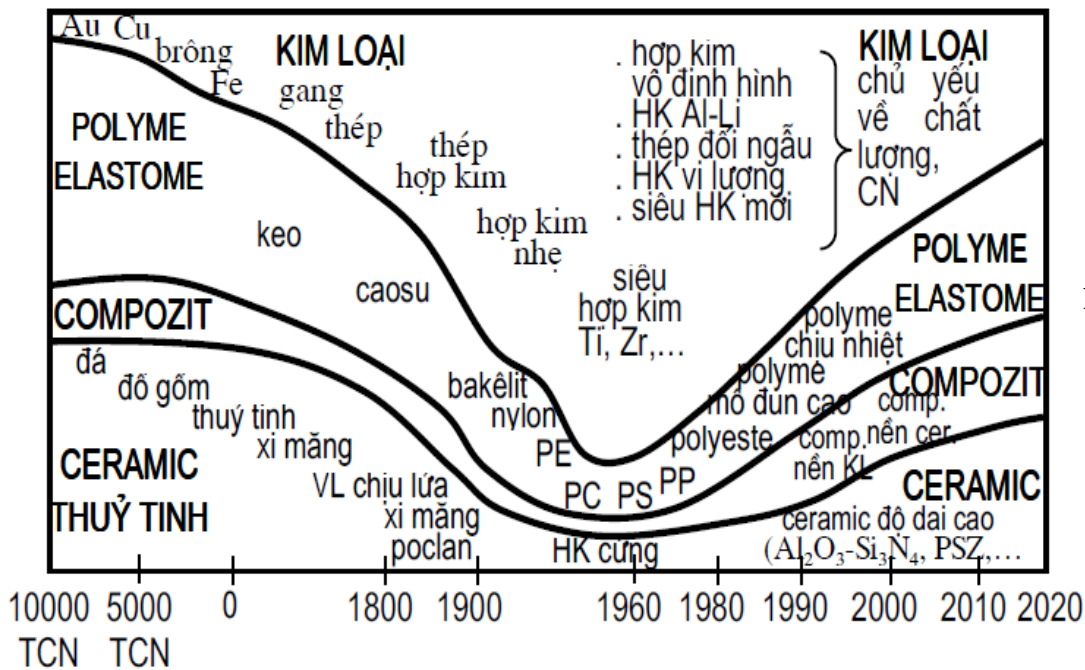
– Năm 1980 chế tạo thành công kim loại thủy tinh v.v...

Bất kỳ một sáng tạo nào của con người cũng đều phải sử dụng vật liệu, đều phải khai thác các đặc tính khác nhau của vật liệu

Các sự kiện nổi bật:

- Cột thép New Delhi, 6,5 tấn khoảng TK 5 SCN, không gỉ?
 - Luyện thép ở quy mô CN → TK 19 tạo ra tháp Eiffel cao 320m, nặng 7341 tấn
 - Bê tông cốt thép, năm 1875 (Hoa kỳ), gốc Việt nam Trung hoa rất lâu đời
 - Sử dụng vi tính → máy tính → công nghệ cao với nền kinh tế tri thức → ?
 - Cơ khí (vật liệu kim loại) → máy tính cơ học (vài chục phép tính/phút)
 - Đèn điện tử → máy tính điện tử МИНСК22 (vài trăm phép tính/phút)
 - Bán dẫn (vi xử lý) (90 - 130)MHz → 200MHz (P) → (330 - 400)MHz (P_{II}) → (400 - 700)MHz (P_{III}), P_{IV} → 1GHz,.. ?
 - Máy hút bụi: gỗ (hộp) → kim loại (trụ) → polyme (cầu) công suất gấp 10, kích thước 1/3.
- Xu hướng phát triển của vật liệu :
- Ô tô (Mỹ) 1978: thép (60)%, polyme (10-20)%, HK Al (3-5)%, VL khác còn lại
- 1993: thép (50-60)%, polyme (10-20)%, HK Al (5-10)%, VL khác còn lại.
- Polyme, *compozit* xu hướng tăng, kim loại → giảm nhưng vẫn quan trọng nhất.

Tuy nhiên còn có rất nhiều loại vật liệu hiện còn đang trong quá trình nghiên cứu tại các phòng thí nghiệm có nhiều triển vọng ứng dụng rộng rãi vào thực tế trong tương lai.



Hình 1.1.
Phân bố vật
liệu

1.3. NHỮNG TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU.

1.2.1 Ba yêu cầu cơ bản đối với vật liệu

Vật liệu nói chung và vật liệu dùng trong cơ khí nói riêng được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp để chế tạo các chi tiết máy, các dụng cụ, các kết cấu công trình và tạo nên các sản phẩm cho cuộc sống v.v.

Tuy nhiên khi chế tạo và sử dụng, chúng ta cần phải dựa vào các yêu cầu kỹ thuật để lựa chọn vật liệu thích hợp, bảo đảm chất lượng và tính kinh tế của sản phẩm.

Ba yêu cầu cơ bản đối với vật liệu như sau:

➤ Thứ nhất là yêu cầu về tính sử dụng.

Để bảo đảm một sản phẩm cơ khí có thể sử dụng được (tức làm việc được trong thực tế) thì vật liệu chế tạo ra nó phải có cơ tính, lý tính, hóa tính v.v sao cho sản phẩm sử dụng được bền lâu với độ tin cậy trong thời gian dự kiến.

➤ Thứ hai là tính công nghệ của vật liệu.

Tính công nghệ của vật liệu được hiểu là khả năng có thể gia công vật liệu bằng các phương pháp khác nhau như đúc, hàn, rèn, nhiệt luyện v.v để tạo ra sản phẩm có chất lượng phù hợp với yêu cầu sử dụng.

➤ Thứ ba là tính kinh tế.

Tính kinh tế là yêu cầu tất yếu của sản phẩm, nó đòi hỏi vật liệu chế tạo ra nó phải cho giá thành thấp nhất trong khi các yêu cầu về công nghệ và sử dụng được thỏa mãn.

1.2.2 Những tính chất cơ bản của vật liệu

Trong khuôn khổ của môn học, cuốn sách này chỉ đề cập đến hai yêu cầu cơ bản ban đầu với những tính chất cơ học, tính chất vật lý, tính chất hóa học, tính công nghệ đồng thời sơ lược về độ tin cậy và tuổi thọ của vật liệu.

1.2.2.1 Tính chất cơ học.

Tính chất cơ học (hay còn được gọi là cơ tính) của vật liệu là những đặc trưng cơ học biểu thị khả năng của vật liệu chịu tác dụng của các loại tải trọng.

Các đặc trưng quan trọng của cơ tính là độ bền, độ dẻo, độ cứng, độ dai va đập, độ bền mỏi và tính chống mài mòn.

a. Độ bền.

Độ bền là khả năng cơ học của vật liệu chịu tác dụng của ngoại lực mà không bị phá hủy và được ký hiệu bằng σ (xích ma). Đơn vị đo độ bền được tính bằng N/mm^2 , kN/m^2 , hay MPa.

Nhóm các đặc trưng cho độ bền bao gồm:

➤ Giới hạn đàn hồi σ_{dh} (còn được ký hiệu là R_e).

Giới hạn đàn hồi là ứng suất lớn nhất tác dụng lên mẫu đo mà sau khi bỏ nó đi mẫu không bị biến dạng dẻo hoặc chỉ bị biến dạng dẻo rất nhỏ (độ biến dạng dư vào khoảng 0,001 – 0,005% so với chiều dài ban đầu của mẫu).

Giới hạn đàn hồi được tính theo công thức:

$$\sigma_{dh} = \frac{P_p}{F_0}, \quad (\text{N/mm}^2 \text{ hay MPa}).$$

Trong đó: F_0 (mm^2) là tiết diện ban đầu của mẫu.

P_p (N) là lực tác dụng.

Trong giai đoạn đàn hồi, nếu là đàn hồi tuyến tính, quan hệ giữa ứng suất σ và biến dạng ε tuân theo định luật Hook, và nó có thể biểu diễn dưới dạng công thức đơn giản.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon, \quad (\text{MPa}).$$

Với E (N/m^2) là mô đun đàn hồi khi kéo, nén.

Người ta qui định gọi $\sigma_{0,002}$ là giới hạn đàn hồi qui ước.

➤ Giới hạn chảy σ_c (còn được ký hiệu là $R_{0,2}$).

Giới hạn chảy là ứng suất tại đó vật liệu bị "chảy", tức tiếp tục bị biến dạng với ứng suất không đổi.

$$\sigma_c = \frac{P_c}{F_0}, \quad (\text{N/mm}^2 \text{ hay MPa}).$$

Với P_c (N) là lực tác dụng bắt đầu biến dạng dẻo.

F_0 (mm^2) là tiết diện ban đầu của mẫu.

Thực tế rất khó xác định giá trị P_c ứng với lúc vật liệu bắt đầu chảy, cho nên khi vật liệu có tính dẻo kém, không có thêm chảy rõ, người ta thường qui ước tải trọng ứng với khi mẫu bị biến dạng

0,2% là tải trọng chảy, vì thế giá trị $\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0}$ được gọi là giới hạn chảy qui ước.

➤ Giới hạn bền σ_b (còn được ký hiệu là R_m).

Giới hạn bền là ứng suất ứng với tải trọng tác dụng lớn nhất P_b hay P_{\max} làm cho thanh vật liệu bị đứt. Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 197-85 giới hạn bền còn được gọi là giá trị độ bền tức thời.

Giới hạn bền được tính theo công thức:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0}, \quad (\text{N/mm}^2 \text{ hay MPa}).$$

Với F_0 (mm^2) là tiết diện ban đầu của mẫu.

P_b (N) là lực tác dụng lớn nhất.

Trong hệ SI giới hạn bền được đo bằng N/mm^2 . Giới hạn bền càng lớn, khả năng chịu tải mà không gây phá hủy của kết cấu càng lớn.

Tùy theo dạng khác nhau của ngoại lực mà ta có các độ bền như độ bền kéo σ_k , độ bền uốn σ_u và độ bền nén σ_n v.v.

b. Độ dẻo:

Độ dẻo là khả năng biến dạng của vật liệu khi chịu tác dụng của ngoại lực mà không bị phá hủy. Độ dẻo được xác định bằng độ giãn dài tương đối δ (%) và độ thắt tỉ đối ψ (%).

➤ Độ giãn dài tương đối δ (%)

Độ giãn dài tương đối là tỉ lệ tính theo phần trăm giữa lượng giãn dài tuyệt đối của mẫu sau khi đứt với chiều dài ban đầu.

Độ giãn dài tương đối được tính theo công thức:

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%, \quad (\%)$$

Với: l_0 (mm) và l_1 (mm) là độ dài của mẫu trước và sau khi kéo.

➤ **Độ thắt tương đối hay độ thắt tỉ đối ψ (%)**.

Độ thắt tỉ đối cũng là tỉ số tính theo phần trăm giữa độ thắt tuyệt đối của mẫu sau khi đứt với diện tích mặt cắt ngang ban đầu. Độ thắt tỉ đối được tính theo công thức:

$$\psi = \frac{\Delta F}{F_0} \cdot 100\%, \quad (\%)$$

Trong đó $\Delta F = F_0 - F_1$ với F_0 và F_1 là tiết diện của mẫu trước và sau khi kéo tính cùng đơn vị đo (mm^2). Vật liệu có độ giãn dài tương đối và độ thắt tỉ đối càng lớn thì càng dẻo và ngược lại.

Có nhiều phương pháp thử để xác định độ bền và độ dẻo của vật liệu nhưng thông dụng nhất là thử kéo.

➤ **Thử kéo**

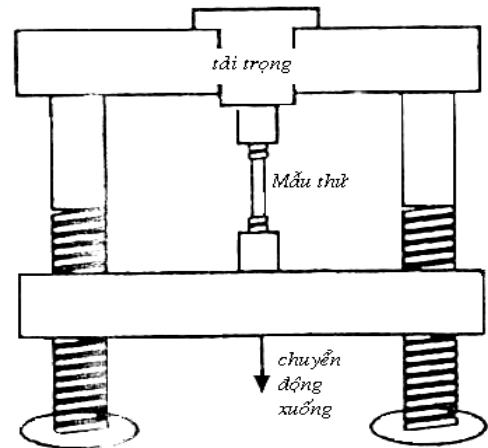
Nội dung của phương pháp này là dùng máy kéo nén vạn năng (hình 1.2) để kéo mẫu thử được làm theo tiêu chuẩn đến khi mẫu bị đứt.

Quá trình tăng tải sẽ gây ra biến dạng mẫu một lượng Δl .

Mối quan hệ giữa lực P và lượng biến dạng tuyệt đối Δl hoặc ứng suất σ và biến dạng tương đối ϵ được ghi lại trên giản đồ kéo.

Mẫu thử kéo được chọn theo những qui định riêng và có hình dạng, kích thước theo tiêu chuẩn.

Thử kéo là phương pháp tác động từ từ lên mẫu một tải trọng kéo cho đến khi mẫu đứt rời. Hình 1.2 giới thiệu một loại máy thử kéo, nén vạn năng.



Hình 1.2 Máy thử kéo nén vạn năng.

c. Độ cứng

Độ cứng là khả năng của vật liệu chống lại biến dạng dẻo cục bộ khi có ngoại lực tác dụng thông qua vật nén. Nếu cùng một giá trị lực nén, lõm biến dạng trên mẫu càng lớn, càng sâu thì độ cứng của mẫu đo càng kém. Đo độ cứng là phương pháp thử đơn giản và nhanh chóng để xác định tính chất của vật liệu mà không cần phá hủy chi tiết.

Độ cứng có thể đo bằng nhiều phương pháp khác nhau nhưng đều dùng tải trọng ấn viên bi bằng thép nhiệt luyện cứng hoặc mũi côn kim cương hoặc mũi chóp kim cương lên bề mặt của vật liệu cần thử, rồi xác định kích thước vết lõm in trên bề mặt vật liệu đo. Thường dùng các loại độ cứng Brinen (HB), độ cứng Rockwell (HRC, HRB và HRA), và độ cứng Vítke (HV).

➤ **Độ cứng Brinen**

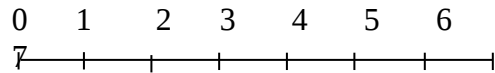
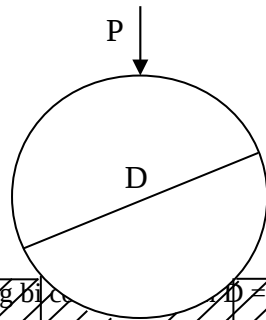
Độ cứng Brinen được xác định bằng cách dùng tải trọng P để ấn viên bi bằng thép đã nhiệt luyện có đường kính D lên bề mặt vật liệu muốn thử (hình 1.3). Đơn vị đo độ cứng Brinen HB là kg/mm^2 hoặc đổi ra MPa.

Tùy theo chiều dày của mẫu thử chúng ta chọn đường kính của viên bi là $D = 10 \text{ mm}$, $D = 5 \text{ mm}$ hoặc $D = 0,25 \text{ mm}$, đồng thời tùy thuộc vào tính chất của vật liệu chúng ta chọn tải trọng P cho thích hợp.

–Đối với thép và gang thì $P = 30D^2$.

–Đối với đồng và hợp kim đồng $P = 10D^2$.

–Đối với nhôm, babít và hợp kim mềm khác $P = 2,5D^2$.



b.

Thí dụ:

Khi thử thép dùng viên bi có

$D = 10 \text{ mm}$ ta chọn tải trọng $P = 30D^2 = 300 \text{ kg}$.

Độ cứng Brinen được tính theo công thức: $HB = \frac{P}{F}$.

Hình 1.3 Sơ đồ đo độ cứng Brinen (a) và sơ đồ đo đường kính vết lõm bằng kính lúp có thước mẫu (b).

Trong đó F là diện tích mặt cầu của vết lõm và được tính:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{2} - \frac{\pi \cdot D}{2} \sqrt{D^2 - d^2}, \quad (\text{mm}^2).$$

$$\text{Và do đó } HB = \frac{P}{D^2} \left[\frac{\frac{2}{\pi}}{1 - \sqrt{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2}} \right]$$

Với D (mm) là đường kính viên bi và d (mm) là đường kính vết lõm.

Độ cứng HB của vật liệu được kiểm tra không lớn hơn 450 (kG/mm²).

➤ **ĐỘ CỨNG Rockwell.**

Độ cứng Rockwell được xác định bằng cách dùng tải trọng P để ấn viên bi bằng thép đã nhiệt luyện có đường kính 1,587mm tương đương 1/16" (thang B) hoặc mũi côn bằng kim cương có góc ở đỉnh 120° (thang A hoặc C) lên bề mặt vật liệu muốn thử (hình 1.4).

Viên bi thép dùng để thử những vật liệu ít cứng, còn mũi côn kim cương dùng để thử các vật liệu có độ cứng cao như thép đã nhiệt luyện. Khi đo độ cứng Rockwell bao giờ tải trọng P cũng tác động hai lần:

Lần đầu là tải trọng sơ bộ với $P_0 = 10 \text{ kG}$, chiều sâu vết lõm tính từ đây. Sau đến tải trọng chính P (tải trọng chính P phụ thuộc vào độ cứng của vật liệu theo bảng).



Hình 1.4 Vị trí tương đối giữa mũi đâm và mẫu đo ở các thời điểm

đo:

00: lúc chưa đo;

11: tải trọng sơ bộ P_0

22: thêm tải trọng chính P_1 ;

33: P_1 .

Trong khi thử, số đo độ cứng được chỉ trực tiếp ngay bằng kim đồng hồ. Số đo độ cứng Rockwell được biểu thị bằng đơn vị qui ước (không có thứ nguyên). Có nhiều thang đo độ cứng Rockwell, nhưng trong thực tế dùng nhiều nhất là thang B (HRB), thang A (HRA) và thang C (HRC).

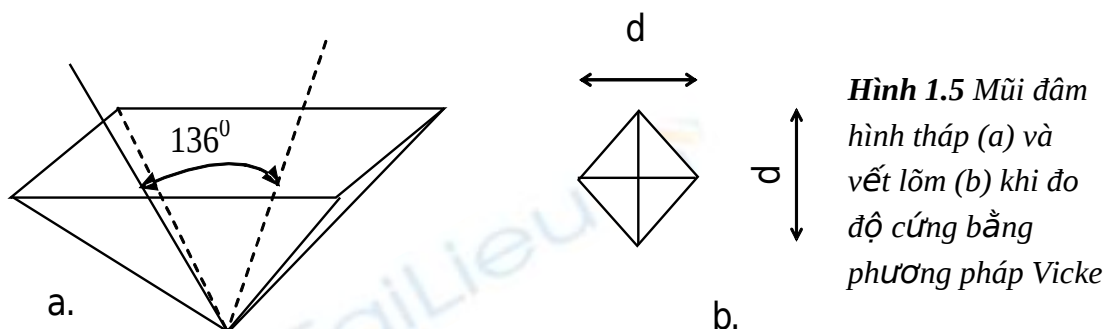
Thang HRB dùng bi thép với $P = 100 \text{ kG}$ áp dụng cho các vật liệu mềm và cứng vừa như gang, thép sau khi ủ, hợp kim đồng nhôm. Thang HRC dùng mũi kim cương với $P = 150 \text{ kG}$ áp dụng cho các

vật liệu có độ cứng trung bình và cao như gang, thép sau khi tôi và ram. Thang HRA dùng mũi kim cương với $P = 60$ kG áp dụng cho các vật liệu rất cứng như hợp kim cứng, lớp thấm xyanua.

➤ **Độ cứng Vicke.**

Độ cứng Vicke là loại độ cứng có phương pháp đo tương tự như Brinen, nhưng có những điểm khác như:

- Mũi đâm làm bằng kim cương với hình tháp bốn mặt đều có góc ở đỉnh giữa hai mặt đối diện là 136° (hình 1.5).
- Tải trọng tác dụng nhỏ từ 1 đến 100 kG, trong đó mức 30 kG với thời gian giữ tải trọng 10 đến 15 giây được coi là điều kiện tiêu chuẩn.
- Khi ấn mũi hình tháp, tỉ lệ giữa các đường chéo vết lõm nhận được khi thay đổi tải trọng luôn luôn không đổi nên cho phép tăng hay giảm tải trọng tùy thuộc vào mục đích nghiên cứu.



Hình 1.5 Mũi đâm hình tháp (a) và vết lõm (b) khi đo độ cứng bằng phương pháp Vicke

Độ cứng Vicke được dùng để đo độ cứng của các vật liệu từ rất mềm đến rất cứng với lớp cần đo rất mỏng có thể tới 0,04 đến 0,06mm của bề mặt sau khi thấm than, thấm nitơ và nhiệt luyện.

Độ cứng Vicke được ký hiệu là HV đơn vị kG/mm^2 và được xác định theo công thức:

$$HV = 1,854 \frac{P}{d^2}$$

đo
Độ

Trong đó: P (kG) là tải trọng. d (mm) là đường chéo của vết lõm.

Lưu ý: Độ cứng ở điều kiện tiêu chuẩn chỉ cần viết tắt bằng HV và số mà không cần ghi thứ nguyên. Thí dụ: HV300.

Được hiểu là độ cứng HV được đo bằng tải trọng 10 kG với thời gian giữ tải trọng 30 giây là 300 kG/mm^2 .

Độ cứng Vicke được dùng cả trong độ cứng tế vi.

d. Độ dai va chạm.

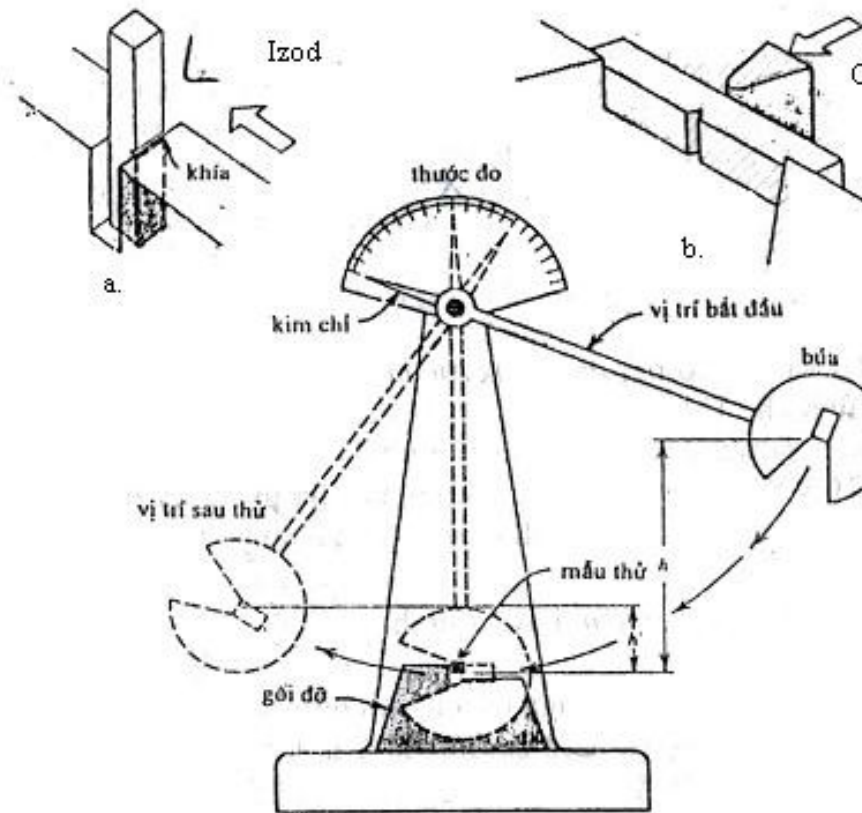
Có những chi tiết máy khi làm việc phải chịu các tải trọng tác dụng đột ngột (hay tải trọng va đập). Khả năng chịu đựng của vật liệu bởi các tải trọng đột ngột hay va đập đó mà không bị phá hủy được gọi là *độ dai va đập* (hay *độ dai va chạm*). Muốn thử va đập cần phải có mẫu thử được lựa chọn theo những qui định riêng như ngang hay dọc thử, vị trí nào trên sản phẩm và có hình dạng kích thước theo tiêu chuẩn.

Nhìn chung các nước đều qui định mẫu thử là thanh có tiết diện hình vuông 10 x 10 (mm) và có chiều dài 55 mm hoặc 75 mm. Chúng khác nhau chủ yếu ở hình dạng và kích thước của vết khía trên mẫu, nơi tập trung ứng suất để phá hủy đòn.

Hiện nay, người ta sử dụng phổ biến hai phương pháp thử va đập và kèm theo đó là hai dạng mẫu thử:

- Loại Charpy (có chiều dài 55 mm).
- Loại Izod (có chiều dài 75 mm).

TCVN 312 - 69 qui định một mẫu chính và bốn mẫu phụ. Sơ đồ thử va đập được mô tả trên hình 1.6.



Búa với khối lượng P được thả rơi tự do từ độ cao h, đập vào mẫu rồi làm vỡ nó, vì thế chỉ trở về

Hình 1.6. Sơ đồ thử va đập:

a. Cách gá mẫu Izod; b. Cách gá mẫu Charpy; c. Sơ đồ thiết bị và quá trình thử.

tới độ cao $h' < h$. Năng lượng va đập dùng để phá hủy mẫu được ký hiệu là A_K và được xác định theo công thức:

$$A_K = P \cdot h - P \cdot h' = P \cdot (h - h')$$

Năng lượng (phá hủy do) va đập A_K được tính theo đơn vị công, trước đây theo kG.m, theo hệ quốc tế SI được đo bằng Jun (J) với $1J = 1N.m$.

Trong các qui định của TCVN và một số nước độ dai va đập được ký hiệu là a_k . Nó là công cần thiết để phá hủy một đơn vị diện tích, mặt cắt ngang của mẫu ở chỗ có rãnh và được xác định theo công thức:

với đơn vị đo là J/mm^2 hay	$a_k = \frac{A_K}{F}$	kJ/m ² .	
Trong đó A_K (J hay kJ) là			năng lượng va đập.
F (mm ²) là diện tích mặt			cắt ngang của mẫu ở chỗ có rãnh.

e. Độ bền mỏi.

Khi chi tiết máy làm việc trong điều kiện tải trọng biến đổi theo thời gian, có qui luật và được lặp đi lặp lại theo chu kỳ nhiều lần thường xảy ra phá hủy với ứng suất thấp hơn giới hạn bền kéo tĩnh. Hiện tượng này được gọi là *hiện tượng mỏi*. Nguyên nhân của mỏi là do có sự tích lũy dần các khuyết tật mạng dẫn đến hình thành các vết nứt tế vi, rồi các vết nứt này phát triển tạo nên sự phá hủy.

Khả năng chống lại hiện tượng mỏi của vật liệu được gọi là *độ bền mỏi*. Trong phá hủy mỏi người ta quan tâm đến hai chỉ tiêu quan trọng là *độ bền mỏi* và *tuổi thọ chu kỳ*.

Độ bền mỏi là ứng suất lớn nhất mà vật liệu có thể chịu đựng được một số chu trình làm việc bất kỳ mà không bị phá hủy và nó được ký hiệu là σ_{-1} . Còn số chu kỳ tối thiểu mà vật liệu chịu đựng được trước khi xuất hiện vết nứt mỏi có kích thước đủ lớn dẫn đến phá hủy được gọi là *tuổi thọ chu kỳ* và được ký hiệu là N_G .

Tuổi thọ chu kỳ có thể là vô hạn khi σ_{Max} lớn hơn σ_{-1} . Đối với thép $N_G = 10^6 \div 10^7$ còn hợp kim nhôm thì $N_G = 10^6$ (xem thêm chương 5 phần phá hủy mỏi).

f. Tính chống mài mòn.

Mài mòn là quá trình phá hủy dần lớp bề mặt chi tiết của vật liệu bằng cách tách các hạt khỏi bề mặt do tác dụng của ma sát. Người ta xác định sự mài mòn theo sự thay đổi kích thước hoặc khối lượng của vật liệu.

Khả năng của vật liệu chống lại sự mài mòn trong những điều kiện ma sát nhất định của vật liệu được gọi là tính chống mài mòn của vật liệu.

Để đánh giá mức độ mòn, người ta thường dùng:

–Tốc độ mài mòn V_h là tỉ số giữa lượng mài mòn và thời gian mài mòn.

–Cường độ mài mòn j_h là nghịch đảo của tốc độ mòn.

Giá trị vận tốc mài mòn càng nhỏ thì tuổi thọ làm việc của vật liệu càng cao.

1.2.2.2 Tính chất vật lý.

Tính chất vật lý hay còn được gọi là lý tính của vật liệu là những tính chất của vật liệu thể hiện qua các hiện tượng vật lý khi thành phần hóa học của chúng không bị thay đổi.

Lý tính cơ bản của vật liệu gồm có: khối lượng riêng, nhiệt độ nóng chảy, tính chất nhiệt, tính chất điện và từ tính.

1. Khối lượng riêng.

Khối lượng riêng là khối lượng của 1 cm³ vật chất. Nếu gọi P là khối lượng của vật chất (g), V là thể tích của vật chất (cm³) và γ là khối lượng riêng của vật chất (hay vật liệu) ta có:

$$\gamma = \frac{P}{V} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Ứng dụng của khối lượng riêng trong kỹ thuật rất rộng rãi, nó không những có thể dùng để so sánh các vật liệu nặng nhẹ khác nhau để tiện việc lựa chọn vật liệu mà còn có thể giải quyết những vấn đề thực tế.

Thí dụ, những vật lớn, thép hình khó cân được khối lượng, nhưng biết được khối lượng riêng của vật liệu và đo được kích thước của chúng, người ta có thể tính được thể tích nên có thể không cần cân cả vật mà ta vẫn tính được khối lượng của chúng.

2. Nhiệt độ nóng chảy.

Nhiệt độ nóng chảy của vật liệu là nhiệt độ mà khi nung nóng đến đó thì vật liệu từ thể rắn chuyển thành thể lỏng.

Tính chất này rất quan trọng đối với công nghiệp chế tạo cơ khí, vì tính chảy loãng của vật liệu ở thể lỏng tốt hay xấu do nhiệt độ nóng chảy của chúng quyết định. Nhiệt độ nóng chảy của vật liệu càng thấp thì tính chảy loãng của chúng càng tốt và càng dễ đúc.

3. Tính chất nhiệt.

Khi một vật rắn hấp thụ năng lượng dưới dạng nhiệt, nhiệt độ của nó tăng lên và các kích thước của nó giãn nở ra. Nhiệt lượng của nó có thể được truyền từ vùng nhiệt độ cao hơn tới vùng có nhiệt độ thấp hơn.

Nhiệt dung, tính giãn nở nhiệt và độ dẫn nhiệt là những tính chất nhiệt quan trọng của vật liệu rắn.

a. Nhiệt dung:

Nhiệt dung biểu thị năng lượng cần thiết để nâng nhiệt độ của một đơn vị vật chất lên một độ. Nhiệt dung được xác định theo công thức:

$$C = \frac{dQ}{dT}$$

Trong đó: dQ là năng lượng cần thiết để gây ra độ biến thiên nhiệt độ dT.

Thông thường nhiệt dung có đơn vị đo là jun hoặc calo cho một mol vật liệu (J/mol hay cal/mol.K). Nhiệt dung của một đơn vị khối lượng được gọi là nhiệt dung riêng và có thứ nguyên là J/kg.K hay cal/g.K.

b. Tính dẫn nở nhiệt:

Tính dẫn nở nhiệt là khả năng dẫn nở của vật liệu khi nung nóng. Độ dẫn nở lớn hay bé có thể biểu thị bằng hệ số dẫn nở theo chiều dài. Đa số các vật liệu nở ra khi bị nung nóng và co lại khi lạnh.

Nguyên nhân của hiện tượng giãn nở nhiệt chính là sự tăng khoảng cách trung bình giữa các nguyên tử khi tăng nhiệt độ. Sự thay đổi chiều dài theo nhiệt độ của vật liệu của vật liệu rắn được xác định như sau:

$$\frac{l_1 - l_0}{l_0} = \alpha_l(T_1 - T_0) \quad \text{hay} \quad \frac{\Delta l}{l_0} = \alpha_l \cdot \Delta T$$

Trong đó:

- l_0 (mm) và l_1 (mm) là chiều dài ban đầu và chiều dài sau khi thay đổi nhiệt độ từ T_0 đến T_1 .
- α_l là hệ số giãn nở vì nhiệt với thứ nguyên $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Các vật liệu polyme thường có hệ số giãn nở nhiệt α_l lớn (vào khoảng $50.10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ đến $300.10^{-3}/^{\circ}\text{C}$). Vật liệu vô cơ gốm, kim loại có α_l nhỏ hơn (vào khoảng $0,5.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ đến $25.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).

Giữa các đoạn đường ray nối nhau, người ta luôn để khe hở chính là để dự phòng sự thay đổi kích thước do dẫn nở nhiệt.

c. Tính dẫn nhiệt.

Dẫn nhiệt là hiện tượng nhiệt được truyền từ vùng nhiệt độ cao đến vùng nhiệt độ thấp của vật liệu. Đặc trưng cho khả năng dẫn nhiệt của vật liệu là *độ dẫn nhiệt* λ với thứ nguyên là W/m.K .

Trong vật rắn, nhiệt được truyền bởi sóng dao động mạng (phôtôn) và điện tử tự do. Các kim loại thường dẫn nhiệt tốt, ngược lại các vật liệu khác như gốm, vật liệu phi kim và polyme dẫn nhiệt kém, nên chúng thường được dùng làm vật liệu cách nhiệt.

4. Tính chất điện.

Một trong những đặc tính quan trọng nhất của vật liệu rắn là khả năng dẫn điện của nó.

➤ Tính dẫn điện.

Tính dẫn điện của vật liệu là khả năng truyền dòng điện của vật liệu. Đặc trưng cho khả năng dẫn điện của kim loại là *độ dẫn điện* σ với đơn vị đo $(\Omega\text{cm})^{-1}$. Các kim loại đều là vật dẫn điện tốt. Dẫn điện tốt nhất là bạc, sau đó đến đồng và nhôm. Hợp kim nói chung và các vật liệu phi kim có tính dẫn điện kém hơn kim loại.

Độ dẫn điện được biểu diễn bằng *điện tích* Q (Culông) đi qua một đơn vị diện tích S (cm^2) trong một đơn vị thời gian t thường tính bằng giây của dây dẫn dài l (cm) có điện áp hai đầu dây là U (V).

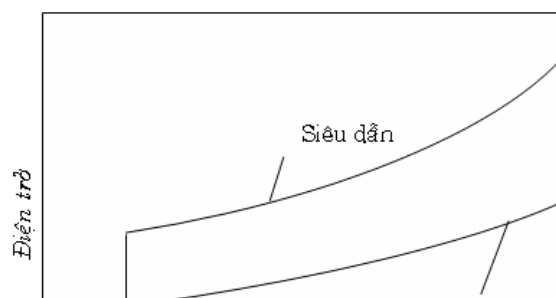
$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{Q.l}{U.t.S} [\Omega^{-1}.\text{cm}^{-1}].$$

Với ρ là điện trở suất của vật liệu mẫu ($\Omega.\text{cm}$).

Các vật liệu rắn có độ dẫn điện trải rộng trên 27 cỡ số. Căn cứ vào khả năng dẫn điện, các vật liệu rắn được chia thành ba loại: vật liệu dẫn điện, vật liệu bán dẫn và vật liệu cách điện.

Các *vật liệu dẫn điện* có độ dẫn điện cỡ 10^7 (Ωcm) $^{-1}$, thường các kim loại là những vật liệu dẫn điện tốt. Các *vật liệu cách điện* còn được gọi là các *điện môi* có độ dẫn điện thấp, nằm trong khoảng 10^{-10} (Ωcm) $^{-1}$ và 10^{-20} (Ωcm) $^{-1}$. Các *vật liệu bán dẫn* là các loại vật liệu có độ dẫn điện trung gian giữa hai loại trên, nó nằm trong khoảng từ 10^{-6} (Ωcm) $^{-1}$ đến 10^4 (Ωcm) $^{-1}$.

Dòng điện được tạo thành do chuyển động của các hạt mang điện tích dưới tác dụng lực của một điện trường ngoài đặt vào. Các hạt mang điện dương được gia tốc theo hướng của điện trường còn các hạt mang điện âm thì theo hướng ngược lại.



Hình 1.7 Sự phụ thuộc điện trở-nhiệt độ của vật dẫn bình thường và vật liệu siêu dẫn ở gần 0°K .

Trong hầu hết các vật liệu rắn, dòng điện được tạo thành do các dòng điện tử và đó là sự *dẫn điện bằng điện tử*. Ngoài ra, trong các vật liệu ion, sự chuyển động thuận túy của các ion cũng có thể tạo ra một dòng điện và đó là sự *dẫn điện bằng ion*.

➤ **Siêu dẫn (điện).** Đa số kim loại khi được làm lạnh xuống đến nhiệt độ gần 0°K thì điện trở giảm từ từ và đạt tới một giá trị nhất định.

Các vật liệu có tính chất trên được gọi là *vật liệu siêu dẫn* và nhiệt độ tại đó vật liệu đạt tới trạng thái siêu dẫn được gọi là *nhiệt độ tới hạn* T_c .

Hiện tượng siêu dẫn được giải thích bằng lý thuyết khá phức tạp, nhưng về cơ bản, trạng thái siêu dẫn có được là do tương tác hút giữa cặp điện tử dẫn. Chuyển động của những điện tử ghép cặp này hầu như không bị tán xạ bởi dao động nhiệt và các nguyên tử phức tạp, nhờ đó mà điện trở vốn tỉ lệ với cường độ tán xạ điện tử sẽ bằng không.

Hiện tượng siêu dẫn có những ứng dụng thực tế rất đa dạng, ví dụ như:

– Các nam châm siêu dẫn có khả năng tạo ra những từ trường mạnh với công suất tiêu thụ thấp được sử dụng trong các thiết bị thí nghiệm và nghiên cứu khoa học.

– Nam châm cho các máy gia tốc hạt năng lượng cao.

– Truyền tín hiệu và chuyển mạch tốc độ cao hơn cho máy tính.

– Tàu đệm từ cao tốc với đệm nâng nhờ lực đẩy của từ trường.

Tiếp thay, trở ngại lớn nhất của vật liệu siêu dẫn là khó khăn trong việc đạt và làm chủ được nhiệt độ rất thấp (khoảng từ 77°K đến 130°K). Chúng ta hy vọng trở ngại này sớm được khắc phục cùng với sự phát triển thế hệ mới của các chất siêu dẫn với nhiệt độ tới hạn cao hợp lý.

5. Từ tính.

Hiện tượng các vật liệu biểu hiện lực hút hoặc lực đẩy có ảnh hưởng lên các vật liệu khác gọi là *hiện tượng "từ"*.

Từ tính là khả năng dẫn từ của kim loại. Sắt, niken, coban và hợp kim của chúng đều có từ tính thể hiện rất rõ rệt nên chúng được gọi là *kim loại từ tính*.

Vật liệu từ có tầm quan trọng lớn trong hàng loạt ngành công nghiệp như chế tạo động cơ điện, máy phát và máy biến thế điện, điện thoại và máy tính v.v.

1.2.2.3 Tính chất hóa học.

Tính chất hóa học đáng quan tâm nhất đối với vật liệu dùng trong cơ khí là tính ổn định hóa học của vật liệu khi chúng tiếp xúc với môi trường có hoạt tính khác nhau như ô xy, nước, axit, bazơ v.v mà không bị phá hủy.

Thông thường mỗi vật liệu có tính ổn định hóa học ứng với từng môi trường nhất định. Tính năng hóa học cơ bản của vật liệu có thể chia thành mấy loại sau:

➤ *Tính chịu ăn mòn:*

Tính chịu ăn mòn của vật liệu là độ bền của vật liệu đối với sự ăn mòn của các môi trường xung quanh.

➤ *Tính chịu nhiệt:*

Tính chịu nhiệt của vật liệu là độ bền của vật liệu đối với sự ăn mòn của ôxy trong không khí ở nhiệt độ cao hoặc đối với tác dụng ăn mòn của một vài thể lỏng hoặc thể khí đặc biệt ở nhiệt độ cao.

➤ *Tính chịu axit:*

Tính chịu axit của vật liệu là độ bền của vật liệu đối với sự ăn mòn của axit.

1.2.2.4 Tính công nghệ.

Tính công nghệ là khả năng của vật liệu cho phép gia công nóng hay gia công nguội. Tính công nghệ bao gồm các tính chất sau:

➤ *Tính đúc:*

Tính đúc của vật liệu là khả năng điền đầy vật liệu lỏng vào lòng khuôn và nó được đặc trưng bởi độ chảy loãng, độ co, tính hoà tan khí và tính thiên tích.

➤ *Tính rèn:*

Tính rèn là khả năng biến dạng vĩnh cửu của vật liệu khi chịu tác dụng của ngoại lực để tạo thành hình dạng của chi tiết mà không bị phá hủy.

Thép có tính rèn cao khi nung nóng đến nhiệt độ phù hợp vì tính dẻo tương đối lớn. Gang không có khả năng rèn vì giòn. Đồng, chì có tính rèn tốt ngay cả ở trạng thái nguội v.v.

➤ **Tính hàn**

Tính hàn là khả năng tạo thành sự liên kết giữa các chi tiết hàn được nung nóng cục bộ chỗ mối hàn đến trạng thái chảy hay dẻo. Tính hàn của vật liệu phụ thuộc vào thành phần hóa học, bản chất vật liệu v.v.

➤ **Tính cắt gọt:**

Tính cắt gọt là khả năng của vật liệu cho phép gia công cắt gọt như tiện, phay, bào v.v dễ hay khó. Nhân tố ảnh hưởng đến tính cắt gọt là độ cứng. Độ cứng của thép để gia công cắt thuận lợi đạt độ bóng bề mặt cao vào khoảng $180 \div 200$ HB.

1.2.2.5 Độ tin cậy.

Độ tin cậy là xác suất không xuất hiện hư hỏng của vật liệu trong một thời gian hoặc trong một phạm vi làm việc nào đó.

Ví dụ: độ tin cậy làm việc không hỏng của bánh răng sau khi chạy 300.000 km là 0,9 có nghĩa là sau khi làm việc (chạy được 300.000 km) thì sẽ có khoảng 10% bánh răng hỏng vì bị mòn, tróc hoặc gãy v.v.

Độ tin cậy của vật liệu phụ thuộc vào khả năng của vật liệu chống lại các phá hủy khi xuất hiện các ứng suất cực đại. Nói cách khác, độ tin cậy là khả năng của vật liệu làm việc bình thường trong thời gian ngắn hạn, dưới tác dụng của tình huống ngoài tính toán như áp suất, nhiệt độ và môi trường.

Sự xuất hiện phá hủy giòn là tình huống nguy hiểm nhất đối với độ tin cậy của kết cấu. Chính vì thế, để nâng cao độ tin cậy của kết cấu cần phải thực hiện các biện pháp giảm khả năng (xác suất) phá hủy giòn bằng cách chế tạo ra vật liệu kết cấu có đủ độ dẻo và độ dai va đập.

1.2.2.6 Tuổi thọ.

Tuổi thọ của vật liệu đặc trưng cho khả năng của vật liệu chống lại sự phát triển dần của phá hủy, đảm bảo duy trì khả năng làm việc của chi tiết trong thời gian đã định. Đây là chỉ tiêu có tính chất tổng hợp của vật liệu.

Làm tăng tuổi thọ của vật liệu có nghĩa là làm giảm tốc độ phá hủy đến mức tối thiểu. Với đa số các chi tiết máy, tuổi thọ được quyết định bởi độ bền mỏi và tính chống mài mòn.

1.3 Nội dung môn học gồm bốn phần chính:

- Cấu trúc và cơ tính: quan hệ giữa cấu trúc và cơ tính có nhấn mạnh hơn cho kim loại gồm cấu trúc tinh thể, tạo pha, tổ chức, biến dạng, phá hủy.

- Hợp kim và biến đổi tổ chức: cấu trúc của hợp kim, chuyển pha → nhiệt luyện.

- Vật liệu kim loại: tổ chức, thành phần hóa học, cơ tính, nhiệt luyện và công dụng

- Vật liệu phi kim loại: cấu trúc, thành phần, cơ tính, tạo hình và công dụng

Lựa chọn & Sử dụng hợp lý vật liệu: đảm bảo các chỉ tiêu cơ, lý, hoá tính, tính công nghệ đồng thời rẻ, nhẹ và bảo vệ môi trường → CMS (Cambridge Materials Selector).

Quan hệ tổ chức - tính chất hay sự phụ thuộc của tính chất của vật liệu vào cấu trúc là nội dung cơ bản của toàn bộ môn học.

Tổ chức hay cấu trúc là sự sắp xếp của các thành phần bên trong bao gồm tổ chức vĩ mô và vi mô của vật liệu.

Tổ chức vĩ mô còn gọi là tổ chức thô đại (macrostructure) là hình thái sắp xếp của các phần tử lớn, quan sát được bằng mắt thường (0,3mm) hoặc bằng kính lúp (0,01mm).

Tổ chức vi mô là hình thái sắp xếp của các phần tử nhỏ, không quan sát được bằng mắt hay kính lúp. Bao gồm 2 loại:

- Tổ chức tế vi (microstructure) là hình thái sắp xếp của các nhóm nguyên tử hay phân tử (pha) với kích thước cỡ micromet hay ở cỡ các hạt tinh thể (mm) với sự giúp đỡ của kính hiển vi

quang học (0,15mm) hay kính hiển vi điện tử (10nm).

- Cấu tạo tinh thể là hình thái sắp xếp và tương tác giữa các nguyên tử trong không gian, các dạng khuyết tật của mạng tinh thể → tia X và phương tiện khác.

Tính chất bao gồm: cơ tính, vật lý tính, hóa tính, tính công nghệ & sử dụng.

3. Các tiêu chuẩn vật liệu

- Tiêu chuẩn Việt Nam - TCVN

- Tiêu chuẩn Nga GOST

- Các tiêu chuẩn Hoa Kỳ:

ASTM (American Society for Testing and Materials),

AISI (American Iron and Steel Institute),

SAE (Society of Automotive Engineers),

AA (Aluminum Association),

CDA (Copper Development Association),

UNS (Unified Numbering System)

.....

- Tiêu chuẩn Nhật Bản JIS

- Tiêu chuẩn Châu Âu EN

- Đức DIN, Pháp NF, Anh BS cũng là các tiêu chuẩn quan trọng cần biết.

TaiLieu.vn

CHƯƠNG 3

CẤU TẠO HỢP KIM VÀ GIẢN ĐỒ TRẠNG THÁI

Trong kỹ thuật, đặc biệt là trong chế tạo cơ khí rất ít dùng kim loại nguyên chất, mà thường dùng các hợp kim. Do đó, trong chương này sẽ khảo sát cấu tạo và giản đồ trạng thái của hợp kim.

3.1. Các khái niệm cơ bản

3.1.1. Khái niệm hợp kim

Hợp kim là hỗn hợp đồng nhất về mặt tổ chức của từ hai nguyên tố trở lên trong đó có ít nhất một nguyên tố là kim loại và nguyên tố kim loại đóng vai trò chính tức là có hàm lượng lớn nhất, tính chất của nó thể hiện rõ rệt nhất.

3.1.2. Đặc điểm của hợp kim

- Hợp kim dễ sản xuất hơn so với kim loại nguyên chất.
- Hợp kim có nhiều tính chất tốt hơn so với kim loại nguyên chất.
- Hợp kim có thể tạo ra những tính chất đặc biệt mà kim loại nguyên chất không thể có.
- Hợp kim có giá thành rẻ hơn so với kim loại nguyên chất.
- Hợp kim có tính công nghệ cao hơn so với kim loại nguyên chất và được thể hiện ở: Tính dẻo: Khi sử dụng hợp kim cho tính dẻo cao, do đó khả năng biến dạng dẻo tốt, dễ dàng cho việc gia công áp lực.

Tính đúc: Khi sử dụng các hợp kim có thể thu được điều kiện nóng chảy thấp hơn kim loại nguyên chất, do đó tính chảy loãng cao nên có thể điền đầy các lòng khuôn phức tạp.

Tính cắt gọt tốt hơn.

Chính vì thế trong thực tế hầu như chỉ sử dụng hợp kim.

3.1.3. Các định nghĩa cơ bản về hợp kim

- Pha (F): là cấu phần đồng nhất của hợp kim cùng tổ chức và cùng trạng thái (khi ở trạng thái rắn phải có cùng kiểu mạng và thông số mạng), được ngăn cách bằng một bề mặt phân pha đủ lớn.

- Hệ: là tập hợp các pha ở trạng thái cân bằng (các pha tồn tại ổn định trong một điều kiện bên ngoài xác định).

- Hệ cân bằng: hệ được coi là hệ cân bằng khi các quá trình xảy ra trong hệ có tính thuận nghịch.

Quá trình thuận nghịch: những quá trình mà khi có sự thay đổi của một yếu tố bên ngoài hoặc bên trong sẽ làm hệ biến đổi theo một hướng. Khi yếu tố bên ngoài đó thay đổi theo chiều ngược lại và đi qua các giai đoạn như hướng biến đổi trước.

- Cấu tử (nguyên) (N): là những cấu phần độc lập của hệ (có thể là đơn chất hoặc hợp chất) có thành phần hóa học ổn định mà nó có nhiệm vụ cấu tạo nên tất cả các pha của hệ.

- Bậc tự do của hệ (T): là số các yếu tố bên ngoài (P, T₀) hoặc bên trong (thành phần) có thể thay đổi được mà hệ không bị thay đổi trạng thái.

Quy tắc pha (Gibbs) để tính bậc tự do: $T = N - F + 2$

Trong đó:

N: là số cấu tử cấu tạo nên hệ

F: là số pha của hệ tại điểm tính bậc tự do

2: là số yếu tố bên ngoài (P, T₀)

Trong thực tế, coi P = const nên: $T = N - F + 1$ (công thức Gibbs).

ý nghĩa của bậc tự do: giúp chúng ta biết được trạng thái của hệ. Khi T = 0 thì hệ sẽ suy biến thành một điểm.

Nếu T = 0 tức là F = N + 1 khi đó hệ là vô biến, hay không có yếu tố nào (nhiệt độ hay thành phần) có thể thay đổi được. Ví dụ kim loại nguyên chất (N = 1) khi nóng chảy hay kết tinh sẽ tồn tại 2 pha (F = 2 nên T = 0), điều này chứng tỏ kim loại nguyên chất nóng chảy sau kết tinh ở nhiệt độ không đổi (vì trong hệ một nguyên không có biến số về thành phần hóa học).

Nếu T = 1 tức là F = N hệ là đơn biến tức là chỉ có một yếu tố (hoặc nhiệt độ hoặc là thành phần) có thể thay đổi được. Ví dụ hợp kim Cu - Ni khi nung nóng sẽ biến thành dung dịch lỏng, vì vậy số pha F = 2 nên T = 1 do N = 2, điều này chứng tỏ quá trình nóng chảy của hợp kim Cu - Ni xảy ra trong một

khoảng nhiệt độ hoặc là tại một nhiệt độ nào đấy trong quá trình nóng chảy ta có thêm vào một ít Cu (hoặc Ni) mà vẫn không làm thay đổi số pha của hệ.

Nếu $T = 2$ tức là $F = N - 1$ hệ là nhị biến tức là cùng một lúc có thể thay đổi cả 2 yếu tố nhiệt độ và thành phần. Ví dụ, phần lớn các hợp kim 2 nguyên ở trạng thái lỏng đều hòa tan vô hạn vào nhau nên chỉ có tổ chức một pha là dung dịch lỏng, điều này chứng tỏ ở trạng thái lỏng ta có thể thay đổi thành phần hoặc nhiệt độ khá dễ dàng mà hợp kim vẫn chỉ có tổ chức một pha.

3.2. Các dạng cấu trúc hợp kim cơ bản

- Dung dịch rắn
- Các pha trung gian
- Hỗn hợp cơ học

3.2.1. Dung dịch rắn

3.2.1.1. Khái niệm

Dung dịch rắn là một dạng cấu trúc hợp kim tạo bởi hai nguyên, trong đó một nguyên bảo tồn được kiểu mạng gọi là dung môi, nguyên thứ hai hòa tan vào trong kiểu mạng đó gọi là chất tan.

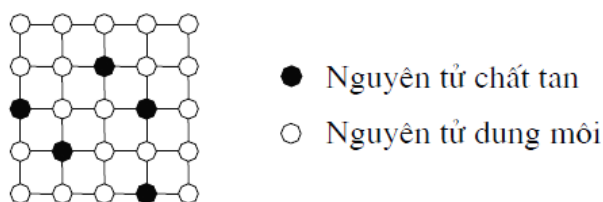
Với thực tế, có thể có dung dịch rắn có nhiều chất tan.

3.2.1.2. Phân loại dung dịch rắn

Dựa vào kiểu hòa tan của chất tan trong mạng dung môi, nghĩa là kiểu sắp xếp của nguyên tử chất tan trong mạng tinh thể dung môi thì dung dịch rắn được phân thành: dung dịch rắn thay thế, dung dịch rắn xen kẽ và dung dịch rắn có trật tự.

3.2.1.2.1. Dung dịch rắn thay thế

- Khái niệm: Dung dịch rắn thay thế là dung dịch rắn trong đó các nguyên tử chất tan chiếm chỗ của nguyên tử dung môi tại vị trí các nút mạng là



Hình 3.1. Dung dịch rắn thay thế

- Đặc điểm: Dung dịch rắn thay thế giữ nguyên kiểu mạng của dung môi nhưng tạo ra các sai lệch điểm trong mạng tinh thể nên tạo ứng suất dư trong mạng và dấu của ứng suất dư phụ thuộc vào đường kính nguyên tử chất tan.

- Điều kiện tạo dung dịch rắn thay thế:

$$\text{Điều kiện kích thước: } \frac{\Delta d}{d} \cdot 100\% \leq 15\% \quad \text{với: } \Delta d = d_A - d_B; \quad d = \frac{d_A + d_B}{2}$$

Trong đó: d_A : đường kính nguyên tử dung môi

d_B : đường kính nguyên tử chất tan

Nếu sai khác đường kính nguyên tử càng nhỏ thì càng dễ tạo dung dịch rắn thay thế

- Các loại dung dịch rắn thay thế: Dung dịch rắn thay thế có thể có dạng hòa tan vô hạn hoặc hòa tan có hạn.

Dung dịch rắn thay thế hòa tan có hạn: tồn tại một giới hạn hòa tan của chất tan trong dung môi.

Tỉ lệ dung môi x_A : $x_A + x_B = 1$

Tỉ lệ chất tan x_B : $x_B < 1$

Dung dịch rắn thay thế hòa tan vô hạn: $x_B = 1$

- Điều kiện tạo thành hòa tan vô hạn:

+ Dung môi và chất tan phải có cùng kiểu mạng.

Từ nguyên lý "thay thế" thấy rằng: nếu hai nguyên A và B hòa tan vô hạn vào nhau thì chúng phải có kiểu mạng giống nhau. Điều kiện giống nhau về kiểu mạng chỉ mới là điều kiện cần. Khả năng tạo

thành dung dịch rắn vô hạn còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác. Nhiều nguyên tố có kiểu mạng giống nhau nhưng chưa chắc đã tạo nên dung dịch rắn vô hạn. Dựa vào bảng hệ thống tuần hoàn ta thấy thông thường các nguyên tố cùng một chu kỳ thì có kiểu mạng giống nhau.

$$+ \frac{\Delta d}{d} \cdot 100\% < 15\%$$

Sự tương quan về đường kính nguyên tử khi đường kính nguyên tử của các nguyên thành phần A và B không giống nhau nên khi hòa tan vào nhau chúng tạo ra sai lệch điểm và xung quanh một nguyên tử hòa tan xuất hiện trường sai lệch đàn hồi. Sự sai khác đường kính nguyên tử giữa các nguyên A và B càng lớn, nồng độ hòa tan càng cao thì mức độ sai lệch mạng càng nhiều và đến một mức nào đó mạng trở nên không ổn định. Khi đó, sự sai khác về đường kính nguyên tử chất tan (d_B) và đường kính nguyên tử dung môi (d_A) không vượt quá 15%. Điều này giải thích tại sao đại đa số các dung dịch rắn thay thế được tạo thành giữa các kim loại với nhau, chỉ một số ít trường hợp là giữa kim loại và á kim.

+ Chỉ số nồng độ điện tử Ce (số điện tử hóa trị của dung dịch rắn tạo thành) phải nhỏ hơn Ce giới hạn.

$$Ce = x_A \cdot v_A + x_B \cdot v_B$$

v_A, v_B : Hóa trị của các nguyên

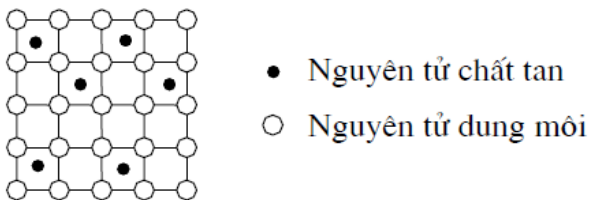
$$Ce = v_A \cdot x_A + v_B \cdot (1 - x_A)$$

Thực nghiệm và lý thuyết cho thấy, khi tạo thành dung dịch rắn thay thế dạng hòa tan vô hạn thì trị số nồng độ điện tử nhỏ hơn giới hạn nhất định. Giới hạn này phụ thuộc vào kiểu mạng và bản chất của dung môi. Thông thường, người ta thấy rằng nguyên tố B muốn hòa tan vô hạn vào trong A thì phải có hóa trị bằng hoặc nhỏ hơn hóa trị của A.

+ Tương quan về độ âm điện (χ): Sai khác về độ âm điện càng nhỏ thì khả năng hòa tan vô hạn càng tăng.

3.2.1.2.2. Dung dịch rắn xen kẽ

- Khái niệm: Dung dịch rắn xen kẽ là loại dung dịch rắn mà các nguyên tử chất tan đi vào vị trí các lỗ hổng trong mạng tinh thể dung môi.



Hình 3.2. Dung dịch rắn xen kẽ

- Đặc điểm của dung dịch rắn xen kẽ:

+ Giữ nguyên kiểu mạng của dung môi, tồn tại các sai lệch điểm nút xen kẽ, tạo ra trường ứng suất lớn hơn do kích thước lỗ hổng nhỏ hơn nhiều so với đường kính nguyên tử.

+ Không thể xảy ra dạng dung dịch rắn hòa tan vô hạn.

+ Dung dịch rắn xen kẽ có độ bền và độ cứng cao hơn so với dung dịch rắn thay thế do mức độ xô lệch mạng lớn hơn.

- Điều kiện tạo dung dịch rắn xen kẽ:

Điều kiện kích thước:

$$\frac{d_B}{d_A} < 0,59$$

Nếu sai khác nguyên tử càng lớn thì càng

dễ tạo ra dung dịch rắn xen kẽ.

3.2.1.2.3. Dung dịch rắn có trật tự

Chỉ xảy ra với dung dịch rắn thay thế. Trong trường hợp này các nguyên tử chất tan được sắp xếp theo một quy luật xác định.

- Điều kiện tạo dung dịch rắn có trật tự: