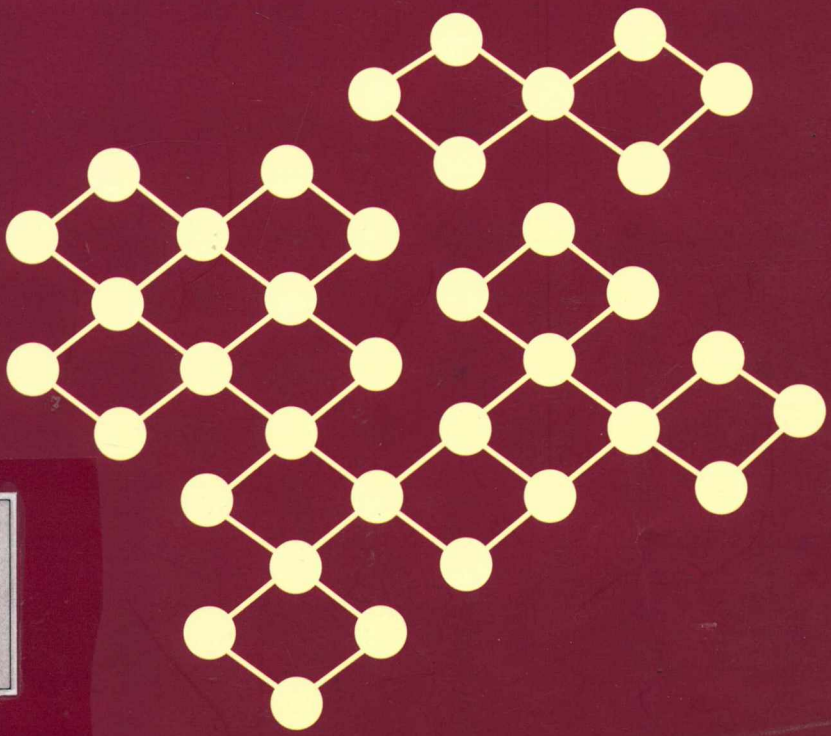
CK.0000071322

NGHIÊM HÙNG

VẬT LIỆU HỌC CƠ SỞ



UYÊN
IỆU

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

NGHIÊM HÙNG

VẬT LIỆU HỌC CƠ SỞ

Giáo trình cho các ngành cơ khí của các trường Đại học

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

CÁC KÝ HIỆU VIẾT TẮT ĐƯỢC DÙNG TRONG SÁCH
(trong ngoặc là của nước ngoài)

Ký hiệu viết tắt	*Tên gọi*	*Đơn vị đo*
a, b, c	thông số mạng	nm
a_K (KCU, KCV, KCT)	độ dai va đập	kJ/m^2, $kG.m/cm^2$
A_1, A_3, A_{cm}	các nhiệt độ tới hạn của thép tương ứng với giản đồ pha Fe-C	°C
Ac_1, Ac_3, Ac_{cm}	A_1, A_3, A_{cm} khi nung nóng	°C
Ar_1, Ar_3, Ar_{cm}	A_1, A_3, A_{cm} khi làm nguội	°C
A_K	công phá hủy, impact value, CVN energie	J, ft.lbf
B	mật độ từ thông (B_r - mật độ từ thông dư)	gaus, tesla
d, D	đường kính	nm, µm, mm...
E	môđun đàn hồi	MPa, GPa
F	lực, tải trọng	N, kG, T
h	chiều cao	µm, mm, m...
H	cường độ từ trường (H_c - lực khử từ)	ơstet
HB	độ cứng Brinen	kG/mm^2
HRA, HRB, HRC	độ cứng Rôcven theo thang A, B, C	
HV	độ cứng Vicke	kG/mm^2
K_{IC}	độ dai phá hủy biến dạng phẳng	$MPa.\sqrt{m}$
l, L	chiều dài	nm, µm, mm...
Ox, Oy, Oz, Ou	các trục tọa độ	
S	tiết diện, mặt cắt, diện tích	mm^2

t^o, T^o	nhiệt độ	^oC, ^oK
t	thời gian	s (giây), min (phút), h (giờ)
v	vận tốc	mm/s, m/min
V	tốc độ nguội	$^oC/s$, $^oC/h$
α, β, γ	các góc tọa độ	
$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \xi$...	các dung dịch rắn	
$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ (ở dạng chỉ số)	biểu thị dạng thù hình, ví dụ Fe_α	
γ	khối lượng riêng, mật độ	g/cm^3
ρ_t	bán kính cong	
δ (A, EL)	độ giãn dài tương đối	%
Ψ (Z, AR)	độ thắt (tiết diện) tương đối	%
τ	ứng suất tiếp	MPa, kG/mm^2, psi, ksi
σ	ứng suất, ứng suất pháp	như trên
σ_b (R_m, TS)	giới hạn bền (kéo)	như trên
σ_{ch} (R_Y, σ_Y)	giới hạn chảy vật lý hay lý thuyết	như trên
$\sigma_{0,2}$ ($R_{0,2}$, YS)	giới hạn chảy quy ước	như trên
σ_{dh} (R_e, ES)	giới hạn đàn hồi	như trên
η	độ nhớt, độ sệt	P (poise)

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay vật liệu kim loại vẫn còn chiếm địa vị chủ chốt và rất quan trọng, song không còn giữ được ngôi độc tôn trong chế tạo cơ khí vì ngoài nó ra người ta đang sử dụng ngày một nhiều hơn ceramic, polyme và đặc biệt là compozit. Trong các trường đại học kỹ thuật và chuyên nghiệp đã và đang có sự chuyển đổi giảng dạy môn "*Kim loại học và nhiệt luyện*" hay "*Vật liệu kim loại*" sang "*Vật liệu học*" hay "*Vật liệu học cơ sở*". Cuốn sách này ra đời nhằm đáp ứng yêu cầu đó. Ở nước ngoài người ta thường dùng từ "*Khoa học và công nghệ vật liệu*" (Materials Science and Engineering) để đặt tên cho loại sách này. **Khoa học vật liệu** là môn học nghiên cứu mối quan hệ giữa tổ chức và tính chất của vật liệu, trên cơ sở đó **Công nghệ vật liệu** có mục tiêu là thiết kế hay biến đổi tổ chức vật liệu để đạt tới các tính chất theo yêu cầu.

Trong mọi công việc của kỹ sư cơ khí, từ việc quyết định phương án thiết kế, tính toán kết cấu cho đến gia công, chế tạo, lắp ráp vận hành máy, thiết bị, tất thảy đều có liên quan mật thiết đến lựa chọn và sử dụng vật liệu. Điều quan trọng nhất đối với người học là phải nắm được cơ tính và tính công nghệ của các vật liệu kể trên để có thể lựa chọn và sử dụng chúng tốt nhất và hợp lý, đạt các yêu cầu cơ tính đề ra với chi phí gia công ít nhất, giá thành rẻ và có thể chấp nhận được. Song điều quyết định đến cơ tính và tính công nghệ lại nằm ở cấu trúc bên trong. Do vậy mọi yếu tố ảnh hưởng đến cấu trúc bên trong như thành phần hóa học, công nghệ chế tạo vật liệu và gia công vật liệu thành sản phẩm (luyện kim, đúc, biến dạng dẻo, hàn và đặc biệt là nhiệt luyện) đều có ảnh hưởng đến cơ tính cũng như công dụng của vật liệu được lựa chọn, tất thảy được khảo sát một cách kỹ càng.

Giáo trình được biên soạn trên cơ sở thực tiễn của sản xuất cơ khí ở nước ta hiện nay, có tham khảo kinh nghiệm giảng dạy môn này của một số trường đại học ở Nga, Hoa Kỳ, Pháp, Canada, Trung Quốc..., đã được áp dụng ở Trường Đại học Bách khoa Hà Nội mấy năm gần đây.

Trong thực tế sử dụng vật liệu, đặc biệt là vật liệu kim loại, không thể lựa chọn loại vật liệu một cách chung chung (ví dụ: thép) mà phải rất *cụ thể* (ví dụ: thép loại gì, với mác, ký hiệu nào) theo các quy định nghiêm ngặt về các điều kiện kỹ thuật do các tiêu chuẩn tương ứng quy định. Trong điều

kiện ở nước ta hiện nay, sản xuất cơ khí đang sử dụng các sản phẩm kim loại của rất nhiều nước trên thế giới, do đó không thể đề cập được hết. Khi giới thiệu cụ thể các thép, gang, giáo trình sẽ ưu tiên trình bày các mác theo tiêu chuẩn Việt Nam (nếu có) có đi kèm với các mác tương đương hay cùng loại của tiêu chuẩn Nga do tiêu chuẩn này đã được quen dùng thậm chí đã phổ biến rộng rãi ở nước ta trong mấy chục năm qua. Trong trường hợp ngược lại khi tiêu chuẩn Việt Nam chưa quy định, giáo trình lại giới thiệu các mác theo tiêu chuẩn Nga có kèm theo cách ký hiệu do TCVN 1659-75 quy định. Ngoài ra cũng kết hợp giới thiệu các mác thép gang của Hoa Kỳ, Nhật Bản là những quốc gia có nền kinh tế, khoa học - công nghệ mạnh hàng đầu thế giới. Trong phần hợp kim màu, chủ yếu giới thiệu các mác của tiêu chuẩn AA (cho nhôm) và CDA (cho đồng) là các tiêu chuẩn rất thông dụng trong giao dịch thương mại trên thế giới, đồng thời có đi kèm với các mác tương đương hay cùng loại của tiêu chuẩn Nga. Rõ ràng là ngay cả với cách trình bày như vậy cũng không thể thỏa mãn hết các yêu cầu thực tế sử dụng và lúc này phải tham khảo các sách tra cứu tương ứng.

Cũng cần nói thêm rằng các thuật ngữ khoa học dùng trong sách theo đúng các quy định trong các tiêu chuẩn TCVN 1658 - 87 và TCVN 1660 - 87.

Cuối cùng như tên gọi của nó, chúng ta nên coi các điều trình bày trong sách như là phần kiến thức *cơ sở* về vật liệu thường dùng trong sản xuất cơ khí. Điều đó cũng có nghĩa để làm tốt hơn các công việc kỹ thuật, cần tham khảo thêm các sách, tài liệu chuyên sâu hơn về từng lĩnh vực đã đề cập.

Rõ ràng là không thể đạt được sự hoàn thiện tuyệt đối, nhất là do sự phát triển không ngừng của khoa học - công nghệ trên thế giới và ở nước ta, do kinh nghiệm có hạn của người viết cũng như sự chậm trễ cập nhật thông tin ở nước ta, cuốn sách khó tránh khỏi những hạn chế, rất mong được bạn đọc trao đổi.

Tác giả chân thành cảm ơn các đồng nghiệp ở Trường Đại học Bách khoa Hà Nội về những đóng góp quý báu cho cuốn sách.

Tác giả

tháng 8 năm 2001

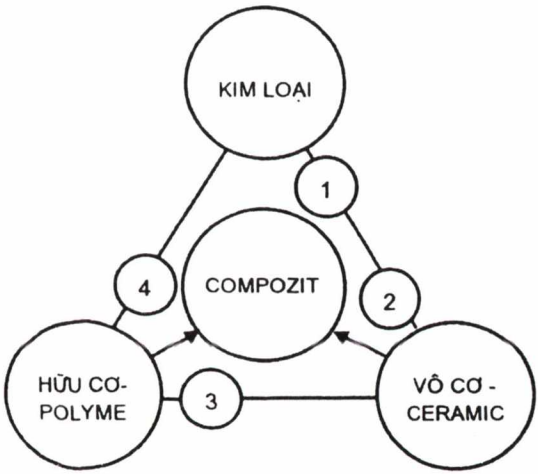
MỞ ĐẦU

Vật liệu học là khoa học nghiên cứu mối quan hệ giữa cấu trúc và tính chất của vật liệu, trên cơ sở đó đề ra các biện pháp công nghệ nhằm cải thiện tính chất và sử dụng thích hợp và ngày một tốt hơn.

0.1. KHÁI NIỆM VỀ VẬT LIỆU

Vật liệu ở đây chỉ dùng để chỉ những *vật rắn* mà con người sử dụng để chế tạo dụng cụ, máy móc, thiết bị, xây dựng công trình và ngay cả để thay thế các bộ phận cơ thể hoặc thể hiện ý đồ nghệ thuật. Như vậy tất cả các chất lỏng, khí cho dù rất quan trọng song cũng không phải là đối tượng nghiên cứu của môn học.

Dựa theo cấu trúc - tính chất đặc trưng, người ta phân biệt bốn nhóm vật liệu chính (hình 0.1) như sau.



Hình 0.1. 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.

Vật liệu kim loại. Vật liệu kim loại thường là tổ hợp chủ yếu của các nguyên tố kim loại, trong đó nhiều điện tử là của chung không thuộc về nguyên tử nào. Các tính chất điển hình của vật liệu kim loại là:

- đắt và khá đắt,

- dẫn nhiệt, dẫn điện tốt,

- có ánh kim, phản xạ ánh sáng, không cho ánh sáng thường đi qua, dẻo, dễ biến dạng dẻo (cán, kéo, rèn, ép),

- có độ bền cơ học, nhưng kém bền hóa học,

- trừ nhôm ra các kim loại thông dụng như sắt, đồng... 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.

Ceramic (vật liệu vô cơ). Vật liệu này có nguồn gốc vô cơ, là hợp chất giữa kim loại, silic với á kim (ôxit, nitrit, cacbit), bao gồm khoáng vật đất sét, ximăng, thủy tinh. Các tính chất điển hình của vật liệu vô cơ - ceramic là:

- rẻ và khá rẻ,

- khá nặng,

- dẫn nhiệt và dẫn điện rất kém (cách nhiệt và cách điện),

- cứng, giòn, bền ở nhiệt độ cao, bền hóa học hơn vật liệu kim loại và vật liệu hữu cơ.

Polyme (vật liệu hữu cơ). Vật liệu này phần lớn có nguồn gốc hữu cơ mà thành phần hóa học chủ yếu là cacbon, hyđrô và các á kim, có cấu trúc đại phân tử. Các tính chất điển hình của vật liệu hữu cơ - polyme là:

- rẻ và khá rẻ,

- dẫn nhiệt, dẫn điện kém,

- khối lượng riêng nhỏ,

- nói chung dễ uốn dẻo, đặc biệt ở nhiệt độ cao,

- bền vững hóa học ở nhiệt độ thường và trong khí quyển; nóng chảy, phân hủy ở nhiệt độ tương đối thấp.

Compozit. Vật liệu này được tạo thành do sự kết hợp của hai hay cả ba loại vật liệu kể trên, mang hầu như các đặc tính tốt của các vật liệu thành phần. Ví dụ bêtông cốt thép (vô cơ - kim loại) vừa chịu kéo tốt (như thép) lại chịu nén cao (như bêtông). Hiện dùng phổ biến các compozit hệ kép: kim loại - polyme, kim loại - ceramic, polyme - ceramic với những tính chất mới lạ, rất hấp dẫn.

Ngoài ra có những nhóm phụ khó ghép vào một trong bốn loại trên:

- 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.

0.2. VAI TRÒ CỦA VẬT LIỆU

Muốn thực hiện được các giá trị vật chất đều phải thông qua sử dụng vật liệu cụ thể, như muốn tạo nên máy móc, ôtô, năng lượng... phải có kim loại và hợp kim, thiết bị, đồ dùng điện tử phải có chất bán dẫn, xây dựng nhà cửa, công trình phải có ximăng và thép, các đồ dùng hàng ngày thường là chất dẻo, máy bay và xe đua rất cần compozit, tượng đài thường làm bằng hợp kim đồng - thiếc (bronze)...

Sự phát triển của xã hội loài người gắn liền với sự phát triển của công cụ sản xuất và kỹ thuật mà cả hai điều này cũng được quyết định một phần lớn nhờ vật liệu. Xã hội loài người phát triển qua các thời kỳ khác nhau gắn liền với vật liệu để chế tạo công cụ. Ở thời tiền sử con người chỉ biết dùng các công cụ làm bằng các vật liệu có sẵn trong thiên nhiên: gỗ, đá nên năng suất lao động rất thấp, không tạo được giá trị thặng dư. Sau khi người ta biết dùng các công cụ bằng các vật liệu qua chế biến: đồng (đúng ra là hợp kim đồng) và đặc biệt là sắt (đúng ra là thép) với các đặc tính cơ học tốt hơn hẳn: cứng hơn, bền hơn mà vẫn dẻo dai nên không những tạo ra năng suất lao động cao hơn lại có tuổi thọ dài hơn, do vậy đã tạo nên được các đột biến về phát triển trong khoảng 2000 năm đặc biệt trong 100 ÷ 200 năm gần đây (cần nhớ là tuy không có phân định rạch ròi song hiện nay xã hội loài người vẫn còn ở thời kỳ đồ sắt). Năng lượng đang đóng vai trò quyết định trong sự phát triển tiếp theo của loài người, kỹ thuật siêu dẫn một khi thành hiện thực sẽ tạo nên bước ngoặt mới, song kỹ thuật này chỉ có được nếu tìm được vật liệu siêu dẫn ở nhiệt độ đủ cao để có thể áp dụng trong thực tế. Có thể tìm thấy rất nhiều ví dụ khác về vai trò của vật liệu trong đời sống cũng như trong kỹ thuật.

Cho đến nay vật liệu kim loại thực sự đã có vai trò quyết định trong tiến hóa của loài người. Kim loại và hợp kim đang chiếm vị trí chủ đạo trong chế tạo công cụ và máy móc thường dùng: công cụ cầm tay, dụng cụ, máy công cụ, máy móc nói chung, ôtô, tàu biển, máy bay, vận tải đường sắt, cầu, tháp, cột, truyền dẫn điện, nhiệt... và trong sản xuất vũ khí, đạn dược. Như vậy hiện nay vật liệu kim loại vẫn còn có tầm quan trọng hàng đầu trong sản xuất cơ khí, giao thông vận tải, năng lượng, xây dựng và quốc phòng.

Chất dẻo - polyme từ giữa thế kỷ này đã trở thành nhóm vật liệu mới, hiện đang đóng vai trò ngày càng quan trọng và chiếm tỷ lệ ngày càng cao trong đời sống hàng ngày cũng như trong thiết bị, máy móc.

Vật liệu vô cơ - ceramic có lịch sử lâu đời hơn cả (từ thời kỳ đồ đá). Trong quá trình phát triển, vật liệu này cũng được phổ biến một cách rộng rãi trong xây dựng và đời sống hàng ngày từ đồ gốm, sứ (chum, vại, bát,