

TRẦN THẾ SAN - NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG
KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SỬ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH

VẬT LIỆU

CƠ KHÍ HIỆN ĐẠI

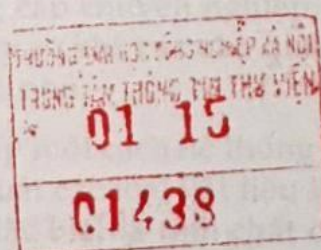


NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TRẦN THẾ SAN - NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG
Khoa Cơ Khí Chế Tạo Máy
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM



VẬT LIỆU CƠ KHÍ HIỆN ĐẠI



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Giới thiệu

Thế kỷ XX cho đến nay đang chứng kiến ba cuộc cách mạng lớn, hợp thành cách mạng khoa học công nghệ, đó là cách mạng công nghệ vật liệu, công nghệ thông tin, và công nghệ sinh học. Ba cuộc cách mạng này, tuy ba nhưng là một, chúng gắn bó mật thiết với nhau, đưa đến những thành tựu rực rỡ trong cuộc sống hàng ngày của mọi người.

Để đưa đất nước ta nhanh chóng trở thành một nước công nghiệp hóa, với nền kinh tế tri thức hiện đại, hội nhập sâu rộng với quốc tế, điều quan trọng không chỉ là ứng dụng các thành tựu của cách mạng khoa học công nghệ mà còn phải nghiên cứu, sáng chế ra các công nghệ mới.

Cách mạng công nghệ đòi hỏi máy móc mới, vật liệu mới, trí thức mới. Các công nghệ mới đang được chuyển giao vào Việt Nam ngày càng nhiều. Để sử dụng tối ưu các công nghệ và vật liệu mới, đội ngũ người lao động phải có kiến thức sâu rộng và trình độ ngày càng cao. Điều này được phản ánh rõ rệt trong thực tiễn sản xuất, do đó cần có cải tiến mới về chương trình và phương pháp trong giáo dục – đào tạo, gồm cả giáo dục phổ thông, dạy nghề, và đào tạo ở bậc đại học. Các máy móc, thiết bị, sản phẩm cơ khí, khi xuất khẩu ra nước ngoài đều phải ghi rõ chủng loại và xuất xứ của vật liệu chế tạo.

Cuốn sách “**Vật Liệu Cơ Khí Hiện Đại**” được soạn thảo cho đối tượng là học viên cao học, sinh viên đại học các ngành cơ khí và công nghệ, học viên các trường cao đẳng, trung cấp nghề, và trung cấp chuyên nghiệp, các kỹ sư thiết kế và kỹ sư công nghệ, công nhân tại các công ty cơ khí, các nhà quản lý công nghiệp, các doanh nghiệp, kể cả doanh nghiệp vừa và nhỏ.

Nội dung cuốn sách được sắp xếp một cách hệ thống gồm chín Chương, từ cơ bản đến nâng cao và chuyên sâu, bao quát các loại vật liệu kim loại, sứ gốm, và vật liệu polymer; các tính chất đặc trưng, đặc biệt là tính chất cơ học, các phương pháp cải thiện tính chất, và các hướng phát triển chính của vật liệu.

Hy vọng, bạn đọc dù ở bất cứ lĩnh vực nào, cũng đều có thể tìm được những điều bổ ích trong cuốn sách này.

MỤC LỤC

Chương 1

CẤU TRÚC VÀ LIÊN KẾT NGUYÊN TỬ

Vật liệu cơ khí thông dụng	7
Nguyên tử tự do	7
Bốn số lượng tử đặc trưng cho điện tử trong nguyên tử tự do	7
Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học	8
Liên kết nguyên tử trong vật liệu	11
Giới thiệu bốn loại liên kết chính	11
Liên kết và các mức năng lượng	12
Sắp xếp các nguyên tử trong không gian	13
Khái niệm về tính trật tự	13
Mạng tinh thể	14
Phương và mặt tinh thể	14
Các kiểu mạng thông dụng	16
Kim loại tinh khiết	16
Kim cương và graphite	18
Sự phối trí trong các tinh thể liên kết ion	19
Hợp chất kiểu AB	20
Các hợp chất AB_2 và oxide silic	20
Oxide nhôm	21
Các oxide phức	22
Các hợp chất silicate	23
Thủy tinh vô cơ	25
Cấu trúc lưới trong thủy tinh	25
Phân loại các oxide thành phần	26
Cấu trúc của polymer	27
Chất dẻo nhiệt dẻo	27
Vật liệu đàn hồi elastomer	30
Chất dẻo nhiệt rắn	31
Tính tinh thể trong các polymer	32

Chương 2

CÁC KHUYẾT TẬT TRONG VẬT LIỆU TINH THỂ

Các loại khuyết tật trong tinh thể	35
Sai lệch điểm	35
Sai lệch điểm trong kim loại	35
Sai lệch điểm trong tinh thể phi kim loại	37
Nồng độ sai lệch điểm và quá trình ủ	38

Sai lệch đường	39
Khái niệm về lệch	39
Lệch biên và lệch xoắn	40
Vector Burgers	40
Cơ chế trượt và leo	41
Năng lượng biến dạng liên quan đến các lệch	43
Lệch trong cấu trúc tinh thể ion	45
Sai lệch mặt	45
Biên giới hạt	45
Biên giới song tinh	46
Các lệch mở rộng và sai lệch xếp trong tinh thể xếp chặt	47
Sai lệch khối	51
Sự tạo thành hốc nhỏ và quá trình ủ	51
Bức xạ và hốc nhỏ	51
Sự tạo hốc nhỏ và phá hủy	52
Các khuyết tật trong một số vật liệu thực tế	52
Sơ đồ vector lệch và tứ diện Thompson	52
Lệch và sai lệch xếp trong kiểu mạng fcc	53
Lệch và sai lệch xếp trong kiểu mạng cph	55
Lệch và sai lệch xếp trong kiểu mạng bcc	57
Lệch và sai lệch xếp trong cấu trúc trật tự	58
Lệch và sai lệch xếp trong vật liệu gốm	59
Sai lệch trong vật liệu polymer tinh thể	60
Các sai lệch trong cấu trúc thủy tinh	60
Tính ổn định của các sai lệch	61
Vòng lệch	61
Hốc nhỏ	62

Chương 3

CẤU TRÚC PHA VÀ GIẢI ĐỒ TRẠNG THÁI

Sự kết tinh từ trạng thái lỏng	63
Sự kết tinh của kim loại tinh khiết	63
Mặt phẳng trượt và sự kết tinh nhánh cây ở bề mặt làm nguội	64

Cấu trúc của thỏi đúc	65
Rỗ khí và tích tụ tạp chất	65
Kết tinh định hướng	66
Nguyên lý và ứng dụng giản đồ pha	68
Khái niệm về pha	68
Luật pha, định luật Gibbs	68
Tính ổn định của các pha	69
Cân bằng hai pha	71
Cân bằng ba pha và các phản ứng	75
Các pha trung gian	78
Các hạn chế của giản đồ pha	78
Giới thiệu một số giản đồ pha	
hai cấu tử	78
Giới thiệu giản đồ pha ba cấu tử	81
Nguyên lý hợp kim hóa	85
Dung dịch rắn thay thế	85
Dung dịch rắn xen kẽ	87
Các pha trung gian	87
Chuyển biến trật tự - không trật tự	90
Cơ chế chuyển biến pha	91
Động học của chuyển biến	91
Tạo mầm đồng pha	92

Chương 4 **CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA VẬT LIỆU**

Mật độ	95
Tính chất nhiệt	96
Sự dẫn nở nhiệt	96
Nhiệt dung riêng	96
Đường cong nhiệt dung riêng	
và các chuyển biến pha	97
Năng lượng tự do của chuyển biến	
pha	98
Sự khuếch tán	98
Các định luật khuếch tán	98
Cơ chế khuếch tán	100
Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình	
khuếch tán	101
Tính phi đàn hồi và nội ma sát	102
Sự trật tự hóa trong hợp kim	103
Trật tự gần và trật tự xa	103
Ảnh hưởng của sự trật tự đối với	
các tính chất	104
Các tính chất điện	105
Tính dẫn điện	105
Tính bán dẫn	108
Tính siêu dẫn	109
Chất siêu dẫn oxide	111

Các tính chất từ	112
Độ từ cảm	112
Tính thuận từ và tính nghịch từ	
(diamagnetizm)	112
Tính sắt từ	113
Các hợp kim từ tính	114
Phản sắt từ và ferri từ	116
Vật liệu điện môi	116
Sự phân cực	116
Tụ điện và chất cách điện	117
Vật liệu áp điện	117
Vật liệu hỏa điện và vật liệu	
sắt điện	117
Các tính chất quang học	118
Các hiệu ứng phản xạ, hấp thụ	
và truyền dẫn quang	118
Sợi quang	119
Laser	119
“Cửa sổ” gốm	120
Gốm quang điện	120

Chương 5 **TÍNH CHẤT CƠ HỌC CỦA VẬT LIỆU**

Giới thiệu một số phương pháp	
kiểm tra cơ tính thông dụng	121
Thử kéo	121
Đo độ cứng	122
Đo độ dai va đập	123
Kiểm tra độ dẻo	123
Kiểm tra độ bền mỏi	123
Kiểm tra cơ tính vật liệu gốm	124
Biến dạng đàn hồi	124
Biến dạng đàn hồi của kim loại	124
Biến dạng đàn hồi trong vật liệu	
gốm	126
Biến dạng dẻo	126
Trượt và song tinh	126
Ứng suất tiếp tác dụng lên hệ trượt	127
Quan hệ giữa trượt và cấu trúc	
tinh thể	127
Định luật ứng suất tiếp tới hạn	128
Đa trượt	128
Quan hệ giữa trượt và hóa bền	
biến dạng	129
Lệch trong quá trình biến dạng dẻo	130
Tính linh động của lệch	130
Quan hệ giữa giới hạn chảy với	
nhiệt độ và tốc độ biến dạng	131
Sự vận hành của nguồn lệch	132

Sự chảy dẻo không liên tục	133
Giới hạn chảy và cấu trúc tinh thể	135
Chảy dẻo không liên tục trong dung dịch rắn trật tự	136
Tương tác nguyên tử hòa tan - lệch	137
Sự khóa lệch và nhiệt độ	138
Tương tác không thuận nhất	139
Động học trong quá trình hóa già biến dạng	139
Ảnh hưởng của biên giới hạt đối với tính dẻo	140
Tính siêu dẻo	142
Song tinh cơ học	143
Tinh thể học trong song tinh	143
Sự hình thành và phát triển song tinh	143
Ảnh hưởng của tạp chất đối với song tinh	145
Ảnh hưởng của biến dạng trước đối với song tinh	145
Cơ chế lệch của song tinh	145
Song tinh và sự phá hủy	146
Cơ chế hóa bền và biến cứng	146
Biến cứng do sai lệch điểm	146
Hóa bền biến dạng	147
Sự phát triển định hướng thuận lợi	153
Tính dẻo vĩ mô	155
Các tiêu chuẩn Tresca và von Mises	155
Ứng suất hiệu dụng và biến dạng	156
Ủ	157
Tác dụng tổng quát của quá trình ủ	157
Sự hồi phục	157
Quá trình kết tinh lại	158
Sự lớn lên của hạt tinh thể	161
Song tinh ủ	163
Vân cấu trúc kết tinh lại	163
Đào kim loại	164
Đào chuyển tiếp và đào trạng thái ổn định	164
Biên giới hạt và đào	166
Đào giai đoạn III và phá hủy	167
Thiết kế hợp kim chống đào	168
Giải đồ cơ chế biến dạng	170
Mỗi trong vật liệu kim loại	170
Bản chất của phá hủy mỗi	170
Các vấn đề kỹ thuật trong phá hủy mỗi	170
Thay đổi cấu trúc trong quá trình mỗi	172

Sự hình thành vết nứt và phá hủy mỗi	174
Phá hủy mỗi ở nhiệt độ cao	176

Chương 6 ĐỘ BỀN VÀ CƠ CHẾ PHÁ HỦY

Hóa bền các hợp kim không chứa sắt bằng nhiệt luyện	177
Hóa bền tiết pha trong hợp kim Al-Cu	177
Hóa bền tiết pha trong hệ hợp kim Al-Ag	180
Cơ chế hóa bền tiết pha	181
Nút trống và sự tiết pha	184
Hóa già kép	186
Sự lớn lên của các hạt pha thứ hai	187
Sự phân hủy spinodal	188
Hóa bền thép bằng nhiệt luyện	189
Giải đồ chuyển biến-thời gian-nhiệt độ	189
Chuyển biến austenite-pearlite	190
Chuyển biến austenite-martensite	192
Chuyển biến austenite-bainite	195
Ram martensite	196
Cơ nhiệt luyện	197
Phá hủy và độ dai	198
Tiêu chuẩn vết nứt tế vi Griffith	198
Độ dai phá hủy	199
Phá hủy dòn và chuyển tiếp dòn-dẻo	201
Các yếu tố ảnh hưởng đến tính dòn của thép	202
Sự hóa dòn do hydro trong thép	203
Phá hủy giữa các hạt tinh thể	204
Phá hủy dẻo	204
Phá hủy đứt	205
Sự hình thành hốc nhỏ và phá hủy ở nhiệt độ cao	206
Bản đồ cơ chế phá hủy	207
Vết nứt phát triển trong các điều kiện mỗi	207

Chương 7 VẬT LIỆU KIM LOẠI

Thép	209
Thép carbon	209
Thép hợp kim	209
Thép hóa già martensite	210
Thép hợp kim thấp độ bền cao	211
Thép pha kép	211
Thép hợp kim hóa cơ học (MA)	213

Gang graphite	214
Siêu hợp kim	215
Các tính năng hợp kim hóa cơ bản	215
Các siêu hợp kim Ni	216
Siêu hợp kim hóa bền tiết pha	217
Hợp kim titan	217
Hợp kim hóa và các tính năng nhiệt luyện	217
Hợp kim Ti thương mại	219
Xử lý hợp kim Ti	220
Các hợp chất liên kim loại kết cấu	220
Tính chất chung của các hợp chất liên kim loại	220
Các aluminides Ni	221
Các aluminides Ti	222
Các hợp chất liên kim loại khác	223
Hợp kim nhôm	224
Ký hiệu hợp kim nhôm	224
Công dụng của hợp kim nhôm	224
Hợp kim Al-Li	225
Các phát triển công nghệ	225

Chương 8

VẬT LIỆU GỐM VÀ THỦY TINH

Phân loại vật liệu gốm	227
Tính chất chung của vật liệu gốm	227
Sản xuất bột gốm	228
Vật liệu gốm kỹ thuật thông dụng	229
Oxide nhôm, Al_2O_3	229
Từ nitride silic đến sialon	231
Oxides zircon	235

Gốm - thủy tinh	236
Carbide silic SiC	239
Carbon	240

Giới thiệu công nghệ thủy tinh	247
Biến dạng nhớt của thủy tinh	247
Một số loại thủy tinh chuyên biệt	248
Thủy tinh tăng độ dai và thủy tinh phân lớp	248

Quan hệ độ bền - thời gian của gốm và thủy tinh	249
---	-----

Chương 9

CHẤT DẼO VÀ COMPOSITE

Vật liệu polymer	251
Ý nghĩa cơ học của nhiệt độ T_g	251
Vai trò của các chất phụ gia	252
Công dụng của các chất dẻo phổ biến	252
Quản lý chất dẻo phế thải	253
Chế tạo sản phẩm chất dẻo	254
Sự kéo nguội định hướng và đấm dãi rối	254
Gia công tạo hình chất dẻo nhiệt dẻo	255
Tạo hình chất dẻo nhiệt rắn	256
Độ nhớt của trạng thái chảy dẻo	257
Tính đàn hồi ở trạng thái chảy dẻo	258
Các khuyết tật trong gia công chất dẻo	259
Vật liệu composite cốt sợi	260
Nguyên lý cấu trúc	260
Các loại composite cốt sợi	264