



1956 - 2006

50 TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
NĂM XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN

GS. TSKH. NGUYỄN VĂN THÁI (CHỦ BIÊN)
NGUYỄN HỮU DŨNG
PHẠM QUANG LỘC
BÙI CHƯƠNG
NGUYỄN ANH DŨNG

CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

Thu Vien DHKTCN-TN



MGT08039145



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

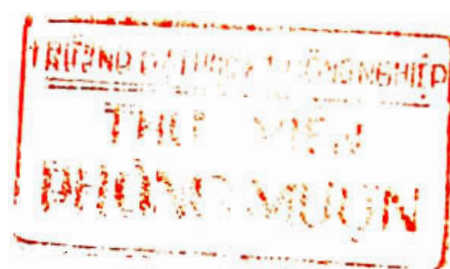


1956 - 2006

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
50 NĂM XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN

NGUYỄN VĂN THÁI (CHỦ BIÊN)
NGUYỄN HỮU DŨNG
PHẠM QUANG LỘC
BÙI CHƯƠNG
NGUYỄN ANH DŨNG

CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI

LỜI TỰA

Ngày nay, sự phát triển vật liệu và công nghệ vật liệu đang trở thành một trong những vấn đề then chốt trong sự nghiệp công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước. Tất cả các ngành kỹ thuật đều phải sử dụng vật liệu và ngày càng tìm ra nhiều loại vật liệu mới, có tính năng riêng, đáp ứng những đòi hỏi về chất lượng sản phẩm hoặc tạo ra sản phẩm mới. Vật liệu và công nghệ vật liệu là hai vấn đề gắn kết, không thể tách rời để chế tạo ra sản phẩm chất lượng cao cho xã hội. Những phát hiện mới về vật liệu sẽ tạo ra tiền đề để phát triển công nghệ vật liệu; đồng thời với sự khám phá ra các công nghệ sản xuất, tạo hình, gia công và xử lý vật liệu mới cũng mở đường cho các vật liệu mới ra đời.

Vì vậy, kế tiếp cuốn “Vật liệu học” do cố GS. TSKH. Lê Công Dưỡng chủ biên, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật phát hành năm 1997, cuốn sách “Công nghệ Vật liệu” ra đời lần này sẽ tạo ra một bộ sách hoàn chỉnh về khoa học và công nghệ vật liệu, đáp ứng tốt chương trình đào tạo ngành rộng Kỹ thuật Vật liệu vừa được Hội đồng Giáo dục Quốc gia thông qua. Cuốn sách cũng là tài liệu tham khảo cho các nhà quản lý, các kỹ sư làm việc trong các lĩnh vực công nghiệp khác nhau.

Trong cuốn công nghệ vật liệu này, các tác giả sẽ đề cập tới các lĩnh vực sản xuất, tạo hình, gia công và xử lý các vật liệu kim loại, vật liệu vô cơ phi kim loại và vật liệu hữu cơ polyme.

Nội dung cuốn sách bao gồm các lĩnh vực sau.

1. Công nghệ vật liệu kim loại, gồm các vấn đề:

Sản xuất vật liệu kim loại: các phương pháp chế tạo ra vật liệu kim loại từ quặng và nấu luyện chúng thành các hợp kim (chương 2).

Tạo hình vật liệu kim loại nhờ các công nghệ đúc, hàn, các phương pháp gia công biến dạng như cán, rèn, dập, cũng như phương pháp luyện kim bột và bảo vệ kim loại khỏi sự ăn mòn (từ chương 3 tới chương 7).

2. Công nghệ vật liệu polyme: các phương pháp tổng hợp, tạo hình, các tính chất gia công vật liệu và mối quan hệ giữa chúng với chất lượng sản phẩm (chương 8).

3. Công nghệ vật liệu vô cơ phi kim loại bao gồm sản xuất, tạo hình và sử dụng các nhóm vật liệu: gốm, thủy tinh, xi măng và bê tông (chương 9).

Ngoài ra, cuốn sách cũng đề cập tới các nguyên tắc trong công nghệ vật liệu và sự lựa chọn công nghệ cho một số chi tiết và cụm chi tiết nhằm thoả mãn chất lượng, kinh tế và bảo vệ môi trường (chương 1); đồng thời cũng giới thiệu một số phương pháp tiên tiến trong công nghệ vật liệu (chương 10 và 11).

Trong quá trình biên soạn, chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót. Chúng tôi mong nhận được nhiều đóng góp quý báu của độc giả, xin gửi theo địa chỉ: Bộ môn Vật liệu và Công nghệ Đúc, trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

Chủ biên

GS.TSKH. NGUYỄN VĂN THÁI

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay cùng với sự tiến bộ vượt bậc của khoa học và kỹ thuật nói chung, khoa học và công nghệ vật liệu cũng đang trên đà chiếm lĩnh đỉnh cao của trí tuệ loại người. Những thành tựu của khoa học và công nghệ vật liệu đã làm thay đổi về cơ bản cấu trúc của chi tiết máy, làm cho các máy móc nhỏ, gọn hơn nhiều. Trong các loại vật liệu đang sử dụng, sắt và hợp kim của nó là loại vật liệu cổ điển vì chúng đã được con người sử dụng từ thời rất xa xưa, nhưng ngày nay, các loại hợp kim của sắt vẫn tiếp tục được nghiên cứu vì bản thân sắt là nguyên tố chuyển tiếp và có cấu hình nguyên tử rất đặc biệt, dễ lai tạo quĩ đạo để hình thành những vật liệu mới. Thép hợp kim thấp độ bền cao, thép chịu ăn mòn trong vũ trụ, thép chịu nhiệt cao... là những lĩnh vực đang được quan tâm ở các cơ quan nghiên cứu.

Những vật liệu mới như vật liệu siêu dẻo, siêu dẫn, vật liệu nhớ hình, vật liệu quang tử... đang mở ra một kỉ nguyên mới cho các ngành công nghiệp điện - điện tử. Vật liệu tổ hợp composit cũng đang trên đà phát triển nhanh chóng trong hầu hết các lĩnh vực.

Việc tạo hình chi tiết trong công nghệ vật liệu cũng đã có những tiến bộ vượt bậc. Bên cạnh những phương pháp cổ điển như đúc, cán, hàn, rèn... đã xuất hiện những phương pháp "giao thoa" của những công nghệ trên như: đúc dập lỏng, đúc bán lỏng, hàn rèn, ... mang lại hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao. Những phương pháp gia công vật liệu ứng dụng tia laze, plasma cũng đang được áp dụng rộng rãi. Một phương pháp mới là phương pháp chế tạo mẫu nhanh (rapid prototyping) cũng đang được nghiên cứu triển khai nhằm nhanh chóng đưa các kết quả nghiên cứu ứng dụng vào trong thực tiễn.

Nắm vững và điều khiển các tính chất vật liệu theo yêu cầu là nhiệm vụ vô cùng quan trọng của những nhà nghiên cứu vật liệu. Cuốn sách này nhằm giới thiệu những nguyên lý chung nhất của kỹ thuật vật liệu, giúp cho người đọc nắm được các phương pháp nấu luyện, chế tạo, gia công các loại vật liệu phổ thông hiện nay. Trong quá trình biên soạn, các tác giả đã cố gắng kết hợp những kiến thức kinh điển với những thành tựu mới để cập nhật kiến thức cho những người đang làm việc trong lĩnh vực công nghệ vật liệu.

Cuốn sách được biên soạn với sự tham gia của GS. TSKH. Nguyễn Văn Thái (chương 1 và 2); PGS. Phạm Quang Lộc và PGS. TS. Nguyễn Hữu Dũng cùng viết các chương 3, 4, 5, 6,7; PGS. TS. Bùi Chương viết chương 8; PGS. TSKH. Nguyễn Anh Dũng viết chương 9; PGS. TS. Nguyễn Hữu Dũng viết chương 10 và 11. Trong quá trình biên soạn chắc chắn còn có nhiều thiếu sót, rất mong được sự góp ý của các bạn đồng nghiệp. Mọi góp ý xin gửi về:

Bộ môn Vật liệu và Công nghệ Đúc, trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Xin chân thành cảm ơn.

Các tác giả

MỤC LỤC

Lời tựa	3
Lời nói đầu	4
Chương 1. VẬT LIỆU VÀ CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU - NHỮNG KHÁI NIỆM	
1.1. Khoa học vật liệu và sự phát triển vật liệu mới.....	7
1.2. Sự phát triển của công nghệ vật liệu.....	8
Chương 2. SẢN XUẤT VẬT LIỆU KIM LOẠI	
2.1. Các phương pháp luyện kim.....	17
2.2. Sản xuất gang lò cao.....	23
2.3. Luyện thép	32
2.4. Nấu gang.....	43
2.5. Luyện đồng	47
2.6. Luyện nhôm	51
Chương 3. ĐÚC KIM LOẠI	
3.1. Khái niệm về đúc	58
3.2. Vật liệu làm khuôn	60
3.3. Chất lượng vật đúc và thiết kế chi tiết đúc.....	63
3.4. Thiết kế công nghệ	83
3.5. Một số phương pháp đúc đặc biệt	84
Chương 4. GIA CÔNG KIM LOẠI BẰNG BIẾN DẠNG	
4.1. Khái niệm và phân loại	88
4.2. Những nguyên lý biến dạng kim loại	88
4.3. Cán kim loại.....	101
4.4. Kéo kim loại	105
4.5. Ép chảy kim loại	106
4.6. Rèn kim loại.....	108
4.7. Dập kim loại	112
Chương 5. LUYỆN KIM BỘT	
5.1. Khái niệm về luyện kim bột.....	118
5.2. Các phương pháp sản xuất bột kim loại.....	119
5.3. Tạo hình.....	120
5.4. Thiêu kết.....	123

Chương 6. HÀN KIM LOẠI	
6.1. Kỹ thuật lắp ghép	125
6.2. Khái quát về kỹ thuật hàn	126
6.3. Các công nghệ hàn (welding)	127
Chương 7. ĂN MÒN VÀ BẢO VỆ KIM LOẠI	
7.1. Cơ chế ăn mòn điện hoá	139
7.2. Bảo vệ chống ăn mòn	145
7.3. Ăn mòn khô và cách chống ăn mòn khô.....	150
Chương 8. CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU POLYME	
8.1. Sản xuất vật liệu polyme.....	160
8.2. Gia công vật liệu polyme.....	170
Chương 9 CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU VÔ CƠ PHI KIM LOẠI	
9.1. Gốm.....	195
9.2. Thủy tinh	208
9.3. Xi măng và bê tông	216
Chương 10. CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU TỔ HỢP (VẬT LIỆU COMPOZIT)	
10.1. Khái niệm và tính chất.....	226
10.2. Vật liệu và thành phần của composit.....	228
10.3. Tính chất bền của composit	236
10.4. Composit nền nhựa	237
10.5. Composit nền kim loại.....	240
10.6. Composit nền gốm.....	242
Chương 11. NHỮNG CÔNG NGHỆ TIÊN TIẾN TRONG CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU	
11.1. Luyện kim plasma	252
11.2. Hợp kim nguội nhanh và cấu trúc vô định hình	252
11.3. Luyện điện xỉ	254
11.4. Laze và ứng dụng	255
11.5. Phương pháp tạo mẫu nhanh	257
11.6. Hồi phục chi tiết chịu mài mòn.....	259
11.7. Công nghệ Sol-Gel	260
11.8. Ép khí tĩnh	265
TÀI LIỆU THAM KHẢO	266

VẬT LIỆU VÀ CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU NHỮNG KHÁI NIỆM

1.1. KHOA HỌC VẬT LIỆU VỚI SỰ PHÁT TRIỂN VẬT LIỆU MỚI

Đối tượng nghiên cứu của khoa học vật liệu là nghiên cứu bản chất, cấu trúc vật liệu, mối quan hệ giữa cấu trúc và tính chất của chúng, từ đó đề ra công nghệ chế tạo và việc sử dụng cho thích hợp. Khái niệm về cấu trúc vật liệu bao gồm cấu tạo, liên kết nguyên tử, cấu trúc tinh thể, tổ chức vi mô và vĩ mô. Tính chất của vật liệu bao gồm tính chất cơ học, lý học, hoá học, tính công nghệ và tính sử dụng. Cơ tính là nhóm tính chất được coi là quan trọng nhất đối với phần lớn các vật liệu đang được sử dụng hiện nay trong công nghiệp.

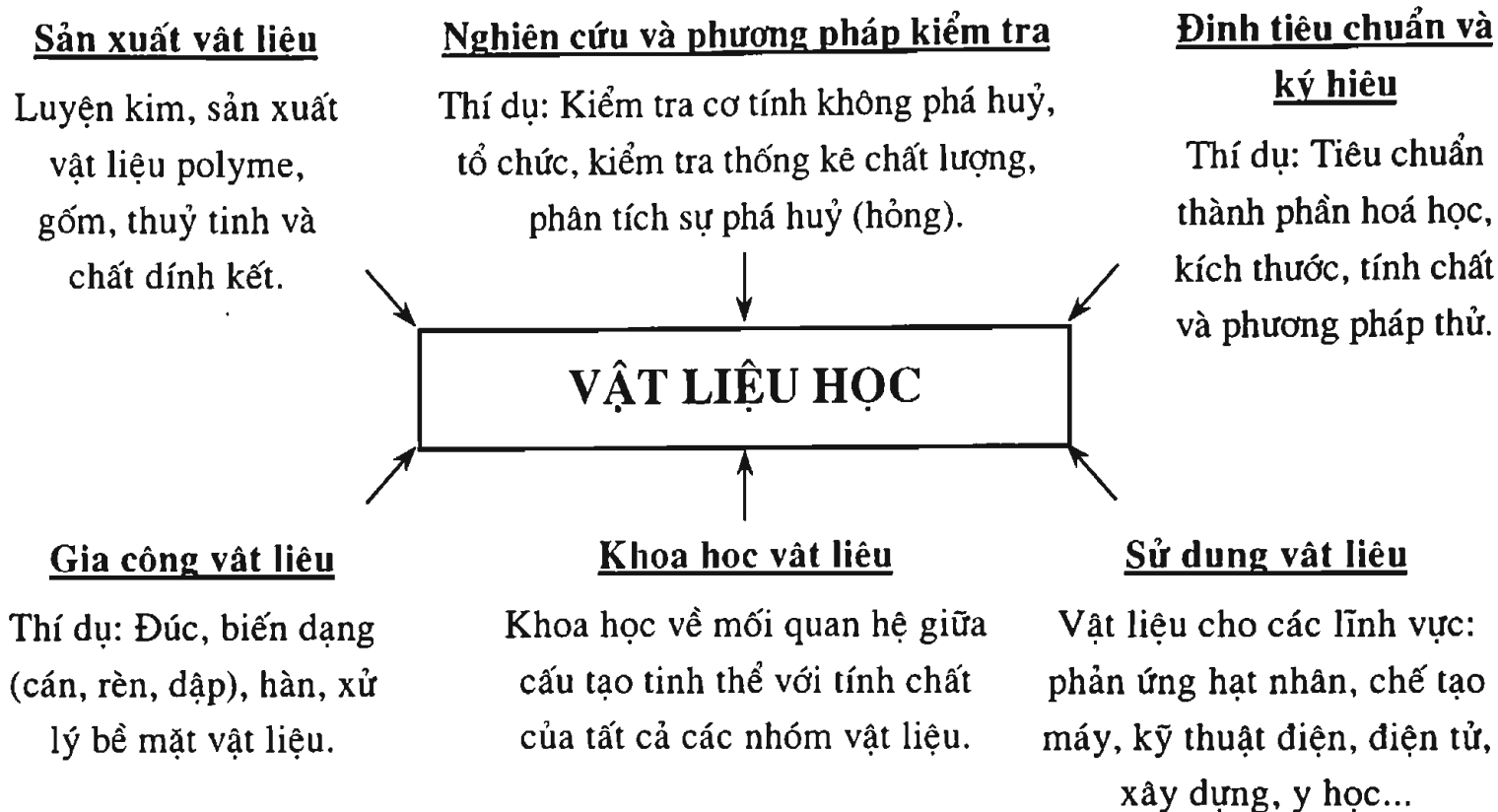
Ba nhóm lớn của vật liệu công nghiệp là vật liệu kim loại, vật liệu hữu cơ-polyme và vật liệu vô cơ-ceramic. Một loại vật liệu mới là vật liệu composit cũng đang được ưu tiên phát triển trong những năm gần đây. Composit chính là sự kết hợp nhân tạo của hai hoặc ba loại vật liệu cơ bản kể trên.

Vật liệu kim loại, trước hết là thép, vẫn giữ vai trò then chốt trong quá trình phát triển công nghiệp. Trong những năm gần đây, công nghệ vật liệu đang đi vào nghiên cứu và sử dụng các loại thép có chất lượng cao như thép hợp kim thấp độ bền cao, thép hợp kim hoá vi lượng, thép nitơ, thép kết cấu siêu bền... Bên cạnh đó, vai trò của nhôm trong kỹ thuật cũng ngày càng tăng, dần dần đang chiếm ưu thế trong xây dựng nhà cửa, phương tiện giao thông, dụng cụ điện tử, đo lường... Hợp kim nhôm nhờ có độ bền riêng cao, chống ăn mòn tốt đã trở thành loại vật liệu rất thích hợp trong công nghiệp ô tô, máy bay, tàu thủy. Do những tính chất ưu việt của hợp kim nhôm mà các phương tiện giao thông có khả năng tăng hệ số tải trọng có ích, tăng tốc độ, giảm tiêu hao nhiên liệu, đem lại hiệu quả kinh tế rất to lớn.

Vật liệu polyme có nhiều ưu điểm như độ bền riêng cao, tính dẻo cao, tính ổn định hoá học cao trong nhiều môi trường... cùng với khả năng dễ tạo hình và gia công, giá thành rẻ đã làm cho phạm vi sử dụng của polyme ngày càng rộng rãi. Tuy nhiên, với chức năng là vật liệu kết cấu, polyme còn có những nhược điểm là độ bền chưa cao, khả năng chịu nhiệt thấp, tuổi thọ ngắn. Khắc phục những nhược điểm này là nhiệm vụ nghiên cứu thường xuyên của các nhà nghiên cứu và chế tạo vật liệu.

Nhờ những thành tựu mới trong khoa học và công nghệ mà vật liệu gốm sử dụng trong

công nghiệp không chỉ giới hạn trong nhóm vật liệu chịu lửa, vật liệu cắt gọt... mà đã phát triển sang vật liệu gốm kết cấu. Các loại động cơ máy nổ chế tạo từ gốm kết cấu hệ cacbit đã được nghiên cứu chế thử và đã mở ra kỷ nguyên mới cho việc sử dụng động cơ chạy bằng nhiên liệu hydro có hiệu quả cao, không gây ô nhiễm môi trường. Gốm thủy tinh (sital) cũng là một loại gốm kết cấu đầy tiềm năng.



Hình 1.1. Các lĩnh vực vật liệu.

Vật liệu composit về thực chất là một kiểu lai tạo vật liệu (a hybrid creation) giữa hai hoặc nhiều loại vật liệu, sao cho tính chất của chúng bổ sung cho nhau. Đối với composit kết cấu thì yêu cầu về độ bền riêng cao, tính dẻo tốt là yêu cầu hàng đầu. Hiểu và kiểm soát được quá trình xảy ra khi chế tạo composit có tầm quan trọng đặc biệt để phát triển loại vật liệu này.

1.2. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

Công nghệ vật liệu bao gồm những biện pháp, giải pháp và công nghệ để chế tạo ra vật liệu hoặc các chi tiết cụ thể trên cơ sở những kết quả nghiên cứu của khoa học vật liệu. Công nghệ vật liệu bao gồm hai lĩnh vực:

- Lựa chọn vật liệu.
- Gia công vật liệu.

a. Lựa chọn vật liệu

Chất lượng và tuổi bền của sản phẩm phụ thuộc chủ yếu vào vật liệu được sử dụng.