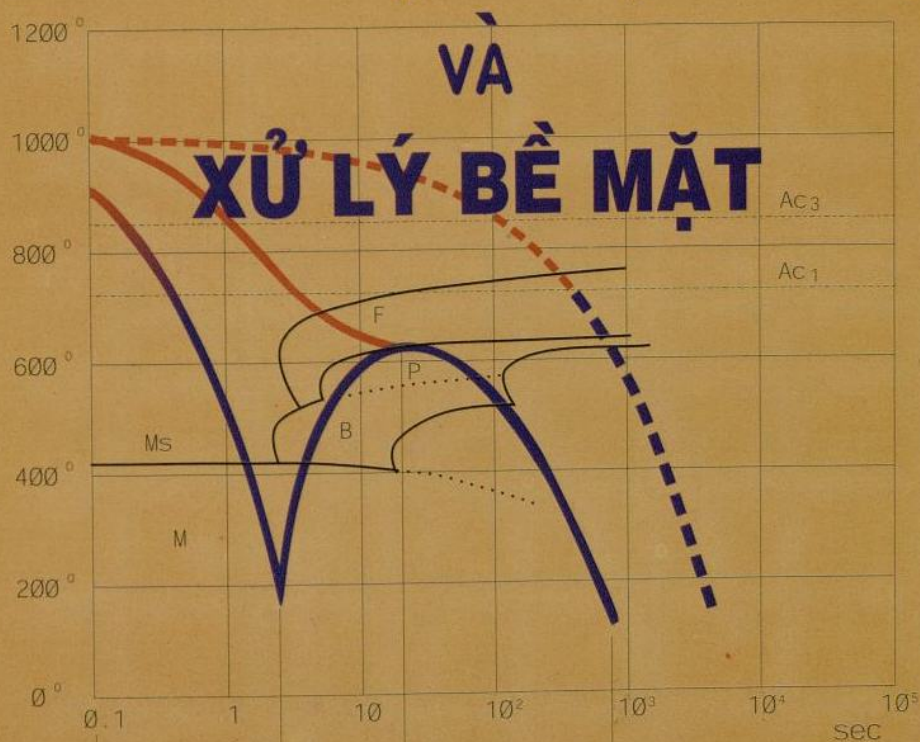


NGUYỄN VĂN DÁN

CÔNG NGHỆ NHIỆT LUYỆN



NHÀ XUẤT BẢN

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**

Nguyễn Văn Dán

CÔNG NGHỆ NHIỆT LUYỆN VÀ XỬ LÝ BỀ MẶT

(Tái bản lần thứ hai)

**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA
TP HỒ CHÍ MINH - 2010**

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	7
PHẦN I CÔNG NGHỆ NHIỆT LUYỆN	9
Chương 1 LÝ THUYẾT CHUYỂN BIẾN PHA TRONG KIM LOẠI VÀ HỢP KIM	11
1.1 Chuyển biến khi nung nóng thép: peclit thành ôstenit ($P \rightarrow \gamma$)	11
1.1.1 Khái niệm và đặc điểm của chuyển biến	11
1.1.2 Cơ chế chuyển biến $P \rightarrow \gamma$	11
1.1.3 Động học của chuyển biến $P \rightarrow \gamma$	13
1.1.4 Hạt ôstenit	15
1.2 Chuyển biến khi làm nguội chậm ôstenit thành peclit ($\gamma \rightarrow P$) trong thép	16
1.2.1 Khái niệm và đặc điểm	16
1.2.2 Cơ chế chuyển biến $\gamma \rightarrow P$	17
1.2.3 Động học của chuyển biến $\gamma \rightarrow P$	18
1.3 Chuyển biến khi làm nguội nhanh ôstenit thành mactenxit ($\gamma \rightarrow M$) trong thép	21
1.3.1 Cấu trúc tinh thể và tính chất của mactenxit	21
1.3.2 Các đặc điểm của chuyển biến $\gamma \rightarrow M$	22
1.3.3 Ổn định hóa ôstenit	23
1.4 Chuyển biến trung gian ôstenit thành bainit ($\gamma \rightarrow B$) trong thép	25
1.5 Chuyển biến khi ram thép	26
1.5.1 Các giai đoạn chuyển biến khi ram thép	27
1.5.2 Ảnh hưởng của các nguyên tố hợp kim đến chuyển biến khi ram thép	28
1.6 Sự phân hủy các dung dịch rắn quá bão hòa	28
Chương 2 CÔNG NGHỆ NHIỆT LUYỆN	31
2.1 Nung nóng thép và hợp kim	31
2.1.1 Yêu cầu đối với việc nung nóng thép và hợp kim	31
2.1.2 Các phương pháp nung nóng	31
2.1.3 Xác định thời gian nung nóng và giữ nhiệt	31
2.1.4 Ôxy hóa và thoát cacbon khi nung nóng thép	33
2.1.5 Các thiết bị nung và môi trường nung	34

2.2 Ủ và thường hóa thép	36
2.2.1 Định nghĩa và mục đích của ủ	36
2.2.2 Các phương pháp ủ	36
2.2.3 Thường hóa	37
2.3 Tôi và ram thép	37
2.3.1 Định nghĩa và mục đích của tôi	37
2.3.2 Độ thấm tôi của thép	38
2.3.3 Chọn các thông số công nghệ tôi thép	39
2.3.4 Các phương pháp tôi	41
2.3.5 Ram thép	43
2.3.6 Các khuyết tật xảy ra khi tôi và ram thép	45
2.4 Nhiệt luyện gang	47
2.4.1 Nhiệt luyện gang xám	47
2.4.2 Nhiệt luyện gang cầu	49
2.5 Nhiệt luyện hợp kim màu	50
PHẦN II XỬ LÝ BỀ MẶT	51
Chương 3 HÓA BỀN BỀ MẶT	53
3.1 Tôi bề mặt	53
3.1.1 Tôi bề mặt bằng dòng điện cảm ứng có tần số cao	53
3.1.2 Các phương pháp tôi bề mặt khác	63
3.2 Hóa - nhiệt luyện	64
3.2.1 Khái niệm chung	64
3.2.2 Thấm cacbon	67
3.2.3 Thấm nitơ	73
3.2.4 Thấm đồng thời cacbon và nitơ (C - N)	76
3.2.5 Thấm cacbon và thấm nitơ bằng ion hóa	79
3.2.6 Thấm các nguyên tố khác	80
3.3 Phủ chống mài mòn	83
3.3.1 Công nghệ hàn đắp hợp kim chống mài mòn	83
3.3.2 Công nghệ phun phủ hợp kim chống mài mòn bằng ngọn lửa và plasma	85
3.3.3 Mạ kim loại và hợp kim chống mài mòn	93
3.4 Hóa bền bằng biến cứng cơ học và cơ nhiệt luyện	94

3.4.1	Hóa bền biến cứng bề mặt bằng cơ học	94
3.4.2	Hóa bền bằng cơ-nhiệt luyện	95
Chương 4	BẢO VỆ VÀ TRANG TRÍ BỀ MẶT	97
4.1	Mạ điện	97
4.1.1	Những khái niệm cơ bản về mạ điện	97
4.1.2	Chuẩn bị bề mặt trước khi mạ điện	101
4.1.3	Thiết bị phân xưởng mạ	103
4.1.4	Mạ kẽm	104
4.1.5	Mạ đồng	106
4.1.6	Mạ niken	106
4.1.7	Mạ crôm	110
4.2	Ôxy hóa và phốt phát hóa kim loại và hợp kim	114
4.2.1	Nhuộm đen thép và gang	114
4.2.2	Phốt phát hóa thép và gang	115
4.2.3	Ôxy hóa - nhuộm màu nhôm và hợp kim nhôm	117
4.2.4	Ôxy hóa và thụ động hóa đồng	119
4.3	Các phương pháp phủ bảo vệ khác	120
4.3.1	Phương pháp phủ nhúng kim loại nóng chảy	121
4.3.2	Phương pháp phun phủ bề mặt	122
PHẦN III	PHỤ LỤC	123
Phụ lục 1	Quy trình nhiệt luyện, cơ tính và công dụng một số mác thép và hợp kim màu	125
Phụ lục 2	Một số vật liệu làm anốt dùng trong kỹ thuật mạ	134
Phụ lục 3	Một số hóa chất thường dùng trong kỹ thuật mạ	134
TÀI LIỆU THAM KHẢO		137

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, sự phát triển mạnh mẽ của ngành vật liệu đã đáp ứng nhu cầu của các ngành kinh tế quốc dân như: cơ khí, xây dựng, điện - điện tử, hóa học.... Muốn sử dụng vật liệu có hiệu quả, chỉ có vật liệu tốt thôi thì chưa đủ mà còn cần phải qua công nghệ xử lý vật liệu nhằm đạt được các tính năng cần thiết. Giáo trình này biên soạn nhằm phục vụ cho công tác giảng dạy và học tập các môn học có liên quan đến công nghệ xử lý vật liệu kim loại, phù hợp với nội dung, phương pháp giảng dạy của Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.

Nội dung của giáo trình này gồm hai phần chính:

Phần I: Công nghệ nhiệt luyện

Phần II: Xử lý bề mặt

Phần Công nghệ nhiệt luyện gồm:

Chương 1: Giới thiệu lý thuyết chuyển biến pha khi nhiệt luyện thép và hợp kim

Chương 2: Giới thiệu các công nghệ nhiệt luyện như công nghệ nung nóng, ủ và thường hóa, tôi và ram, nhiệt luyện gang và hợp kim màu.

Phần Xử lý bề mặt gồm:

Chương 3: Giới thiệu các công nghệ hóa bền bề mặt chi tiết thép như các phương pháp tôi bề mặt, hóa nhiệt luyện, phun phủ chống mài mòn, hóa bền bằng cơ học và cơ nhiệt luyện.

Chương 4: Giới thiệu các phương pháp bảo vệ và trang trí bề mặt, bao gồm các khái niệm cơ bản về mạ điện, các công nghệ mạ kẽm, đồng, niken, crôm, các công nghệ oxy hóa và phốt phát hóa kim loại và hợp kim.

Ngoài ra, trong phần Phụ lục còn cung cấp cho bạn đọc một số qui trình nhiệt luyện, cơ tính và công dụng của một số mác thép và hợp kim sử dụng cũng như các vật liệu, hóa chất sử dụng trong kỹ thuật mạ.

Giáo trình này được biên soạn lần đầu vì thế không thể tránh khỏi các sai sót, rất mong được sự góp ý của các độc giả. Tác giả xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh và các đơn vị, ban, ngành có liên quan đã hỗ trợ nhiều mặt để xuất bản cuốn sách này.

Thư góp ý xin gửi về địa chỉ: Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh - Trường Đại học Bách khoa - Bộ môn Công nghệ Vật liệu kim loại và hợp kim - Khoa Công nghệ Vật liệu.

Tác giả

TS Nguyễn Văn Dân

PHẦN I

**CÔNG NGHỆ
NHIỆT LUYỆN**

LÝ THUYẾT CHUYỂN BIẾN PHA TRONG KIM LOẠI VÀ HỢP KIM

Chương này nhằm cung cấp cho sinh viên các kiến thức lý thuyết về các dạng chuyển pha khi nung nóng, giữ nhiệt, làm nguội thép cũng như các chuyển biến khi ram, hóa già thép và hợp kim màu. Các kiến thức trong chương trình này sẽ là cơ sở cho các quá trình công nghệ nhiệt luyện ở phần sau.

1.1 CHUYỂN BIẾN KHI NUNG NÓNG THÉP: PECLIT THÀNH ÔSTENIT

($P \rightarrow \gamma$)

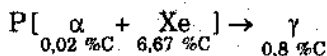
1.1.1 Khái niệm và đặc điểm của chuyển biến

Phần này chỉ giới hạn nghiên cứu đối với thép cùng tích (0,8 %C) có tổ chức tương ứng là peclit, các loại thép khác được suy ra từ lý thuyết này. Như đã biết peclit là một hỗn hợp cơ học gồm hai pha: pherit (α) và xêmentit (Xe). Pherit chứa rất ít cacbon ($\leq 0,02$ %C) còn xêmentit chứa tới 6,67 %C.

Ôstenit là dung dịch rắn của cacbon trong sắt, γ có thành phần cacbon đồng nhất ở mọi vị trí là 0,8 %.

Chuyển biến $P \rightarrow \gamma$ có một số đặc điểm sau:

- Chuyển biến mang tính chất khuếch tán vì từ một hỗn hợp cơ học gồm hai pha có thành phần cacbon rất khác nhau chuyển thành một dung dịch rắn có thành phần đồng nhất đòi hỏi phải có sự khuếch tán từ những vị trí có nồng độ cacbon cao tới những vị trí có nồng độ cacbon thấp:

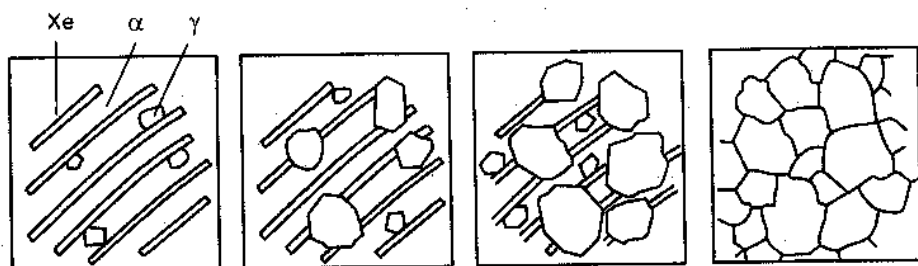


- Chuyển biến $P \rightarrow \gamma$ cũng là quá trình kết tinh bao gồm sự sinh mầm và phát triển mầm. Tốc độ chuyển biến phụ thuộc vào chênh lệch năng lượng tự do trạng thái đầu (peclit) và trạng thái cuối (ôstenit).

1.1.2 Cơ chế chuyển biến $P \rightarrow \gamma$

1- Sự sinh mầm ôstenit

Mầm ôstenit được sinh ra trên biên giới hai pha pherit (α) và xêmentit (Xe) như H.1.1.



Hình 1.1 Sơ đồ tạo mầm và phát triển mầm ôstenit từ peclit tại AC_1

Như vậy tốc độ sinh mầm ôstenit phụ thuộc chủ yếu vào số lượng ranh giới hai pha α và Xe. Tổ chức peclit ban đầu càng nhỏ mịn thì tốc độ sinh mầm càng lớn, mầm được tạo ra càng nhiều. Peclit có hai dạng tổ chức: dạng tấm và dạng hạt. Peclit có tổ chức dạng hạt khi nung sẽ thu được hạt ôstenit nhỏ mịn hơn là do định hướng của các mầm ôstenit khác nhau nên ít có sự sáp nhập các hạt ôstenit.

2- Sự phát triển mầm ôstenit

Mầm ôstenit sinh ra nếu có kích thước lớn hơn kích thước tới hạn sẽ tiếp tục phát triển. Sự phát triển mầm ôstenit xảy ra bằng cách dịch chuyển biên giới về cả hai phía pherit và xêmentit. Tốc độ lớn lên của mầm ôstenit được quyết định bởi tốc độ dịch chuyển biên giới về phía pherit và xêmentit được tính như sau:

$$V = \frac{-K.D. \frac{\partial C_\gamma}{\partial x}}{\Delta C} \quad (1.1)$$

trong đó: V - tốc độ dịch chuyển biên giới γ/x_e hoặc γ/α

D - hệ số khuếch tán của cacbon trong sắt γ

$\frac{\partial C_\gamma}{\partial x}$ - gradien nồng độ cacbon trong sắt γ

ΔC - sự chênh lệch nồng độ cacbon ở bề mặt biên giới γ/x_e hoặc γ/α với nồng độ cacbon trong xêmentit hoặc pherit.

$$\left. \begin{aligned} \Delta C_{\gamma-x_e} &= C_{x_e} - C_{\gamma/x_e} \\ \Delta C_{\gamma-\alpha} &= C_{\gamma/\alpha} - C_\alpha \end{aligned} \right\} \quad (1.2)$$

Từ (1.1) và (1.2) nhận thấy rằng:

- Tốc độ dịch chuyển biên giới mầm ôstenit phụ thuộc vào hệ số khuếch tán và gradien nồng độ cacbon trong ôstenit và vào sự chênh lệch nồng độ ở bề mặt biên giới ΔC .

- Tốc độ dịch chuyển biên giới của mầm ôstenit về phía pherit lớn hơn

nhiều so với về phía xêmentit vì:

$$\Delta C_{\gamma-u} \ll \Delta C_{\gamma-Xe}$$

- Khi thời gian chuyển biến tăng, các hạt ôstenit phát triển cho tới khi chạm nhau, lúc đó $\frac{\partial C_{\gamma}}{\partial x} = 0$ thì kết thúc chuyển biến.

- Sau khi chuyển biến kết thúc vẫn còn một lượng xêmentit (hoặc cacbit trong thép hợp kim) chưa hòa tan hết và thành phần của ôstenit cũng không đồng đều.

3. Sự hòa tan cacbit và đồng đều hóa ôstenit trong thời gian giữ nhiệt

- Sự hòa tan cacbit: như đã trình bày, tốc độ dịch chuyển mầm ôstenit về phía pherit nhanh hơn nhiều so với về phía xêmentit, do đó kết thúc chuyển biến vẫn còn lại một lượng xêmentit chưa hòa tan hết. Trong các thép hợp kim, ngoài xêmentit còn có cacbit là pha tạo thành giữa các nguyên tố hợp kim và cacbon. Vì vậy muốn hòa tan hết xêmentit và cacbit vào ôstenit, cần phải tăng nhiệt độ hoặc kéo dài thời gian. Trong công nghệ xử lý nhiệt (nhiệt luyện), người ta chọn giải pháp giữ nhiệt sau khi nung để thực hiện mục đích này. Việc tăng nhiệt độ để hòa tan cacbit ít được sử dụng vì việc đó có thể làm cho kích thước hạt ôstenit trở nên thô to làm giảm độ bền. Trong một số thép hợp kim cao như thép gió, thép mangan cao ... người ta buộc phải tăng nhiệt độ lên rất cao so với ΔC_3 để hòa tan hết cacbit.

- Sự đồng đều hóa ôstenit: ôstenit ngay sau khi tạo thành có thành phần không đồng nhất: Chỗ nào trước là pherit sẽ giàu nguyên tố hợp kim không tạo cacbit và nghèo cacbon, chỗ nào trước là cacbit sẽ giàu cacbon và nguyên tố hợp kim tạo cacbit. Muốn cho thành phần ôstenit đồng đều thì cũng phải tăng nhiệt độ hoặc thời gian giữ nhiệt. Thông thường giải pháp tăng thời gian giữ nhiệt được sử dụng vì lý do đã nêu trên.

1.1.3 Động học của chuyển biến $P \rightarrow \gamma$

Động học nghiên cứu mối phụ thuộc của mức độ chuyển biến theo thời gian. Trong điều kiện nung nóng đẳng nhiệt mối quan hệ giữa lượng chuyển biến và thời gian theo phương trình sau:

$$f(\tau) = 1 - \exp(-k \cdot \tau^n) \quad (1.3)$$

trong đó: $f(\tau)$ - phần thể tích ôstenit đã được tạo thành (%)

K - hằng số tốc độ chuyển pha $1/s$

N - hệ số bậc phản ứng $3 \leq n \leq 4$; τ - thời gian chuyển biến.