

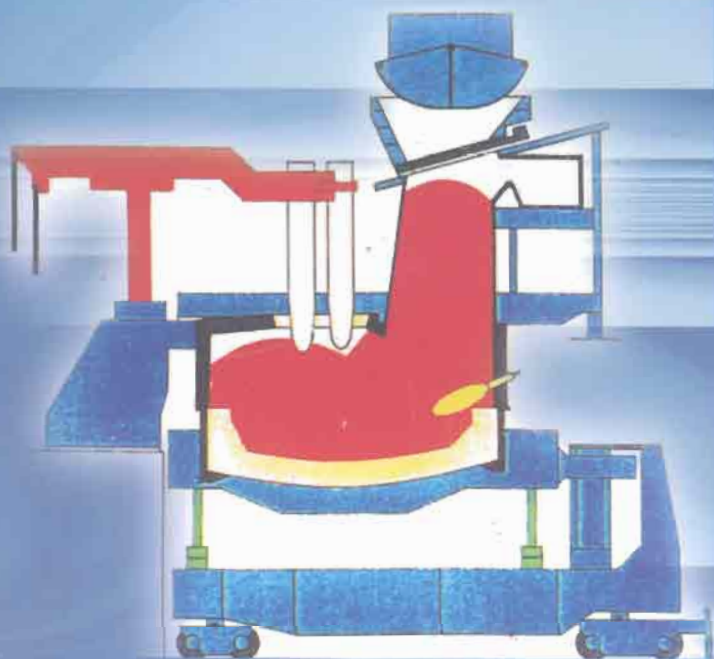


1956 - 2006

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

PGS. TS. TRẦN VĂN DÝ

Kỹ thuật lò điện luyện thép



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



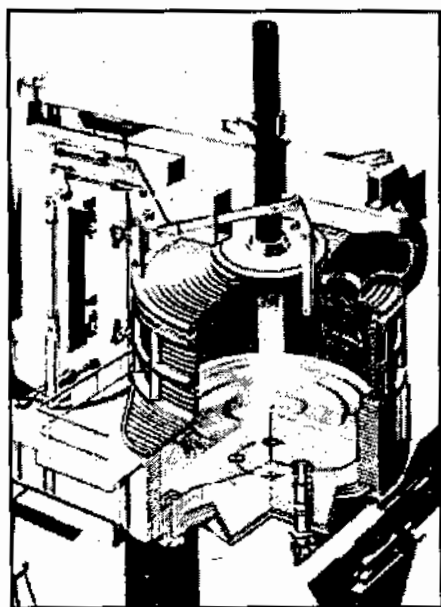


1956 - 2006

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

PGS. TS. TRẦN VĂN DUY

KỸ THUẬT LÒ ĐIỆN LUYÊN THÉP



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI**

LỜI NÓI ĐẦU

Các thiết bị và công nghệ luyện kim nói chung trong đó có kỹ thuật lò điện luyện thép nói riêng đã và đang được áp dụng rộng rãi để sản xuất ra các chủng loại thép phục vụ kịp thời cho các ngành cơ khí, đóng tàu, giao thông vận tải, xây dựng, hoá chất v.v.

Tài liệu kỹ thuật lò điện và quy trình công nghệ nấu luyện thép hầu như rất ít, nhu cầu đòi hỏi của các nhà luyện kim rất lớn, nhất là cán bộ giảng dạy và sinh viên luyện kim ở Trường Đại học Bách Khoa, Trường Cao đẳng Kỹ thuật Cơ khí - Luyện kim Thái Nguyên cần được cung cấp đầy đủ và kịp thời các tài liệu về thiết bị và quy trình công nghệ nấu luyện thép ở lò điện. Vì vậy chúng tôi xuất bản quyển sách **Kỹ thuật lò điện luyện thép** để:

- Làm giáo trình cho sinh viên luyện kim hệ chính quy, tại chức và cao đẳng kỹ thuật.

- Làm tài liệu thiết kế, nghiên cứu khoa học để nâng cao trình độ chuyên môn cho cán bộ giảng dạy và nghiên cứu sinh ngành luyện kim nói chung và ngành luyện thép nói riêng.

- Làm tài liệu cho cán bộ kỹ thuật và công nhân nhà máy luyện kim nắm vững cơ sở lý thuyết và kinh nghiệm sản xuất thép trên thế giới cũng như trong nước.

Quyển sách **Kỹ thuật lò điện luyện thép** được đề cập đến các nội dung chủ yếu sau:

Phần I: Đặc điểm phương pháp lò điện luyện thép và hệ thống hoá các cơ sở lý thuyết về lò điện hồ quang và lò điện cảm ứng luyện thép.

Phần II: Nêu đầy đủ, tỷ mỉ về quy trình công nghệ luyện thép trong lò điện hồ quang, lò cảm ứng trung tần, lò điện xỉ, lò điện tử chân không và lò plasma tinh luyện thép.

Phần III: Các phương pháp cường hoá quá trình luyện thép và các kỹ thuật công nghệ mới trong các loại lò điện hồ quang hiện đại.

Phần IV: Tổng kết, phân tích các công đoạn luyện thép và các dây chuyền công nghệ sản xuất thép liên hợp trên thế giới, đồng thời nêu khả năng lựa chọn dây chuyền công nghệ thích hợp cho sản xuất thép ở trong nước.

Cuốn sách **Kỹ thuật lò điện luyện thép** được xuất bản lần đầu tiên nên không tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp của các bạn đọc để kịp thời chỉnh lý, bổ sung trong lần tái bản sau.

Tác giả

Phần I

PHƯƠNG PHÁP Lò ĐIỆN LUYỆN THÉP

KHÁI QUÁT QUÁ TRÌNH LUYỆN THÉP Lò ĐIỆN

1.1. MỞ ĐẦU VÀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN PHƯƠNG PHÁP Lò ĐIỆN

1.1.1. Đặt vấn đề

Trước kia các ngành công nghiệp chưa được phát triển nhất là ngành luyện kim và ngành chế tạo máy, nên vấn đề chất lượng thép và thép hợp kim chưa được quan tâm đúng mức. Vào thế kỷ 20, nhất là sau Chiến tranh thế giới lần thứ nhất, nền công nghiệp ngày càng phát triển mạnh. Trên thế giới lúc bấy giờ các ngành công nghiệp, nhất là ngành luyện thép và hợp kim, ngành đúc chi tiết, ngành chế tạo máy, ngành điện lực, ngành điện tử... đang đà phát triển về sản lượng và chất lượng sản phẩm. Do yêu cầu và điều kiện kỹ thuật mới, sắt thép thông thường như trước không thoả mãn với các dụng cụ, máy móc, thiết bị tối tân; vì ở đây đòi hỏi chúng phải làm việc trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao, chống được ăn mòn hoá học, điện hoá, chống bào mòn cơ học, chống nóng, chống gỉ..., do đó đòi hỏi phải sản xuất ra các chủng loại thép và hợp kim có những tính năng đặc biệt như độ bền cơ học cao, độ bền chống ăn mòn của môi trường axit, nước sông, nước biển, chống mài mòn do va đập v.v. Đặc biệt cần phải sản xuất các loại thép có tính đàn hồi cao, có tính nhiễm từ tốt, có tính chống nhiễm từ cao. Do các tính chất đặc biệt trên nên thép được sản xuất ra từ lò thổi không khí, lò Besmer, lò Mactin (lò bằng) không thể đáp ứng được nữa, mà phải nấu luyện trong các loại lò điện. Vậy phương pháp luyện thép trong lò điện là một công nghệ mới và hiện đại. Để luyện thép và hợp kim trong lò điện, người ta tận dụng điện năng biến thành nhiệt năng dưới dạng hồ quang, cảm ứng điện từ, điện trở và dạng plasma. Thường sử dụng lò điện hồ quang xoay chiều (AC – EAF), lò điện hồ quang một chiều (DC – EAF) để sản xuất thép cacbon chất lượng, thép hợp kim thấp, trung bình và cao với sản lượng lớn. Để luyện một số mác thép hợp kim chuyên dùng, hoặc thép hợp kim cao ít cacbon, người ta sử dụng các loại lò điện cảm ứng cao tần, trung tần và tần số công nghiệp. Để nấu lại thép và hợp kim, tinh luyện kim loại và thép đạt chất lượng cao hơn nữa

người ta sử dụng lò điện xỉ, lò điện cảm ứng chân không, lò hồ quang chân không, lò điện tử chân không sâu, lò plasma v.v. Để nung nguyên liệu, ferro, các loại vật liệu, các dụng cụ, chi tiết máy người ta sử dụng lò điện trở nung trực tiếp hoặc gián tiếp.

1.1.2. Đặc điểm chủ yếu của phương pháp lò điện luyện thép

1- Để nấu luyện thép và hợp kim trong lò điện người ta sử dụng năng lượng điện biến thành nhiệt năng, do đó tập trung được lượng nhiệt lớn để nung chảy kim loại nhanh đặc biệt các loại kim loại khó chảy như wolfram, molipden...

2- Ở lò điện có nhiệt độ cao $\geq 1700^{\circ}\text{C}$ nên tạo điều kiện hoà tan các nguyên tố hợp kim nhiều trong thép, thoả mãn đầy đủ cho các phản ứng luyện kim (oxy hoá, khử) tạo điều kiện tăng tốc độ phản ứng hoá học, thúc đẩy các quá trình oxy hoá và hoàn nguyên kim loại xảy ra nhanh chóng và triệt để.

3- Trong quá trình nấu luyện thép ở lò điện, dễ dàng nâng nhiệt độ cho bể kim loại và đồng thời tiến hành điều chỉnh chính xác thành phần hoá học của thép lỏng và xỉ.

4- Nấu luyện được tất cả các loại thép cacbon cao, thấp có chất lượng tốt, luyện được tất cả các loại thép hợp kim cao hoặc đặc biệt mà đảm bảo cháy hao các nguyên tố hợp kim rất thấp. Đặc biệt luyện được các mác thép có hàm lượng phospho và lưu huỳnh rất thấp ($P, S \leq 0,02\%$).

5- Giá thành thép lò điện còn cao vì tiêu tốn điện năng và điện cực lớn (điện cực grafit phải nhập ngoại vì một số nước và nước ta chưa sản xuất được).

Vì vậy cần phải áp dụng các biện pháp cải tiến thiết bị và cường hoá quá trình luyện thép trong lò điện để nâng cao chất lượng và hạ giá thành sản phẩm:

- Chọn và tính toán hợp lý phế thép, đảm bảo ít phospho và lưu huỳnh; kích thước liệu phải phù hợp với dung lượng lò và phương pháp chất liệu vào lò để đảm bảo vận hành lò tốt.

- Sử dụng và khống chế chế độ điện một cách tối ưu trong quá trình nấu luyện thép, đảm bảo thời gian nấu một mẻ thép thấp nhất, năng suất lò (tấn/giờ) cao nhất.

– Áp dụng triệt để các biện pháp cường hoá trong giai đoạn nấu chảy, oxy hoá và hoàn nguyên.

– Áp dụng các công nghệ mới như tạo xỉ đơn, tạo xỉ bọt, thổi oxy nguyên chất, thổi các chất khử với khí trợ vào lò để đảm bảo tốc độ phản ứng luyện kim xảy ra nhanh, do đó khử bỏ được các tạp chất và các khí có hại trong thép một cách triệt để.

1.1.3. Lịch sử phát triển phương pháp lò điện

Trên thế giới, lò điện được xây dựng đầu tiên ở Pháp vào năm 1889 với dung lượng 3 tấn/mẻ và dung lượng biến áp 2000 kVA để nấu luyện thép hợp kim. Đến năm 1900 ở Mỹ đã sử dụng lò điện hồ quang 10 ÷ 20 tấn/mẻ để nấu thép cacbon và thép hợp kim. Năm 1910 ở Nga đã xây dựng lò điện 3 ÷ 15 tấn/mẻ để sản xuất thép cacbon và thép hợp kim thấp.

Sau Chiến tranh thế giới lần thứ hai, lò điện đã được xây dựng và phát triển rộng rãi khắp thế giới, như ở Đức đã ứng dụng lò điện hồ quang 10 ÷ 60 tấn/mẻ để sản xuất thép công cụ và thép hợp kim, ở Tiệp Khắc đã sử dụng lò điện hồ quang 20 ÷ 30 tấn/mẻ để nấu tất cả các loại thép cacbon và thép hợp kim thấp. Ngày nay người ta sử dụng rộng rãi và phổ biến các loại lò điện hồ quang với dung lượng 100 ÷ 400 tấn/mẻ, dung lượng biến áp 35.000 ÷ 165.000 kVA.

Đặc biệt, ở Mỹ người ta đã chạy thường xuyên loại lò 360 tấn/mẻ với chế độ siêu công suất 160.000 kVA để sản xuất thép cacbon chất lượng, đảm bảo năng suất 100 ÷ 120 tấn thép/giờ.

Từ năm 1990 đến nay người ta đã thiết kế xây dựng các loại lò điện hồ quang hiện đại như lò hồ quang một chiều siêu công suất (150 tấn/mẻ), lò hồ quang thân cột (Thủy Điện) có dung lượng lò 100 ÷ 300 tấn/mẻ.

Sản lượng thép lò điện hồ quang chiếm 80 ÷ 90% tổng lượng thép lò điện. Số lượng thép còn lại được sản xuất ra từ lò cảm ứng cao tần, trung tần và tần số công nghiệp.

Lò cảm ứng cao tần có dung lượng 50 ÷ 100 kg/mẻ với tần số làm việc $f = 35.000 \div 55.000$ Hz được sử dụng để sản xuất loại thép hợp kim chuyên dùng. Hiện nay loại lò này ít được sử dụng để nấu thép mà chủ yếu để tôi bề mặt chi tiết máy. Lò cảm ứng trung tần có dung lượng 100, 200, 300, 500, 900

và 1000 kg/m³ với tần số làm việc từ 1000 đến 3000 Hz được sử dụng để nấu thép hợp kim cao có hàm lượng cacbon thấp ($C \leq 0,10\%$). Loại lò này được ứng dụng phổ biến khắp nơi như ở xưởng đúc, xưởng cơ khí, xưởng luyện thép, luyện gang v.v. Ngày nay nền công nghiệp điện tử đang đà phát triển thì lò điện cảm ứng trung tần được trang thiết bị tối tân để vận hành lò thuận lợi nhanh chóng và chính xác.

Sau đây xin nêu con số tỷ lệ sản xuất thép lò điện tại một số quốc gia trên thế giới (từ năm 1990 đến năm 2000):

- Liên bang Nga: 10 ÷ 15% tổng lượng thép sản xuất;
- Mỹ: 30 ÷ 40% tổng lượng thép sản xuất;
- Nhật Bản: 31 ÷ 41% tổng lượng thép sản xuất.

1.2. TÌNH HÌNH THIẾT BỊ VÀ CÔNG NGHỆ LUYỆN KIM TRONG NƯỚC

1.2.1. Nhà máy Luyện thép Lưu Xá (Công ty Gang thép Thái Nguyên)

Trước đây theo thiết kế nhà máy gồm ba phân xưởng: phân xưởng luyện thép, phân xưởng xây dàn tháo dỡ, tinh chỉnh khuôn đúc và phân xưởng gia công thép phế. Phân xưởng luyện thép có 2 lò bằng, dung lượng mỗi lò 50 tấn/m³, công suất 100.000 tấn/năm (do Trung Quốc chế tạo) và đúc thổi thép 630 kg để phục vụ cho xưởng cán. Qua thực tế sản xuất người ta thấy được công nghệ luyện thép lò bằng 50 tấn quá lạc hậu, chỉ tiêu sản xuất đạt được rất thấp cho nên phải thay bằng lò điện hồ quang với dung lượng 30 tấn/m³ với dung lượng biến áp 16.000 kVA (Trung Quốc chế tạo). Đây là loại lò điện lớn và hiện đại nhất so với tất cả các loại lò điện hiện có ở trong nước. Nhờ có loại lò này mà hàng năm nhà máy đã sản xuất được 90.000 ÷ 100.000 tấn thép. Năm 1995 Công ty đã lắp đặt một máy đúc liên tục 4 dòng, bán kính cong $R = 4 \text{ m}$, do hãng Concast của Ấn Độ chế tạo. Máy đúc thổi có kích thước $80 \times 80 \text{ mm}$ và $130 \times 130 \text{ mm}$ với tốc độ đúc tối đa 3 m/phút.

Những thiết bị chính và tính năng kỹ thuật của chúng được giới thiệu trong bảng I.1.

Bảng 1.1. Tính năng kỹ thuật thiết bị chính của Nhà máy Thép Lưu Xá

TT	Tên gọi chỉ tiêu	Đơn vị tính	Tính năng theo thiết kế
1	Lò điện hồ quang	1 cái	3 pha xoay chiều, công suất cao
2	Dung lượng lò	tấn/mẻ	30
3	Dung lượng biến áp lò	kVA	16.000
4	Điện áp sơ cấp	kV	35
5	Điện áp thứ cấp	V	353 ÷ 135
6	Cường độ dòng điện	A	30.287
7	Công suất thiết kế	tấn/năm	96.000
8	Thời gian luyện 1 mẻ thép	giờ, phút	2h30ph
9	Máy đúc liên tục 4 dòng	1 cái	kiểu cong R = 4 m
10	Tiết diện phôi thiết kế	mm	80 × 80 ÷ 130 × 130
11	Tiết diện phôi lắp đặt	mm	100 × 100
12	Tốc độ đúc	m/phút	1,3 ÷ 3,0
13	Kiểu cắt phôi	mỏ axetylen	4 mỏ tự động

1.2.2. Nhà máy Cán thép Gia Sàng

Nhà máy được lắp đặt 2 lò thổi oxy với dung lượng 5 tấn/mẻ do Cộng hoà Dân chủ Đức chế tạo, 3 lò quilibô nấu chảy gang từ gang thổi lò cao; sản lượng thiết kế 72.000 tấn thép lỏng/năm hoặc 62.000 tấn thép thổi/năm, trọng lượng thổi 170 kg/1 thổi, thời gian nấu luyện 1 mẻ là 52 phút; thời gian thổi oxy là 45 phút, tiêu hao oxy là 68 m³/tấn, tiêu hao gang thổi là 1,1 tấn/tấn thép. Thực tế năm 1978 sản lượng đạt tối đa là 43.000 tấn thép thổi. Năm 1985 do thiếu than cốc, thiếu gang, chi phí sản xuất lại quá lớn, do đó Công ty cho lắp đặt 1 lò điện hồ quang dung lượng 5 tấn/mẻ (do Hungari chế tạo) với dung lượng biến áp 2.800 kVA. Năm 1987 Công ty thiết kế chế tạo 3 lò điện hồ quang có dung lượng 6 tấn/mẻ với dung lượng biến áp 3.200 ÷ 4.000 kVA, do đó sản lượng thép đạt 47.000 tấn/năm. Năm 1994, Công ty cho đầu tư cải tạo lò và biến áp lò đạt dung lượng 8 tấn/mẻ 1 lò với dung lượng biến áp lò 5.200 kVA. Vì vậy sản lượng thép lỏng hàng năm tăng đến 75.000 tấn/năm.