

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình *Kinh tế vận hành hệ thống* được biên soạn lại trên cơ sở hai giáo trình *Kinh tế nhà máy nhiệt điện* và *Kinh tế hệ thống điện* của bộ môn Kinh tế năng lượng, trường Đại học Bách Khoa Hà Nội. Các nội dung trình bày trong Giáo trình đáp ứng theo Đề cương chi tiết môn học đã được Bộ môn và Hội đồng Khoa học khoa Kinh tế và Quản lý thông qua.

Giáo trình *Kinh tế vận hành hệ thống* được viết nhằm mục đích cung cấp cho sinh viên chuyên ngành Kinh tế năng lượng, trường Đại học Bách Khoa Hà Nội những kiến thức cơ bản về phương pháp phân phối tối ưu giữa các tổ máy trong nhà máy nhiệt điện và phân phối tối ưu giữa các nhà máy trong hệ thống điện. Giáo trình còn giới thiệu một số vấn đề liên quan đến vấn đề kinh tế và tổ chức sản xuất trong nhà máy nhiệt điện cũng như hệ thống điện như lập kế hoạch sản xuất, kế hoạch sửa chữa, kế hoạch giá thành... dự trữ tối ưu cho hệ thống, độ tin cậy của hệ thống.

Tác giả xin chân thành cảm ơn các góp ý quý báu cho Giáo trình từ PGS. TS. Trần Văn Bình, TS Trương Huy Hoàng, TS Phạm Thị Thu Hà và các thầy, cô giáo trong bộ môn Kinh tế năng lượng, khoa Kinh tế và Quản lý, trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

Với mong muốn sinh viên chuyên ngành Kinh tế năng lượng có những tài liệu tham khảo tốt, phục vụ cho mục đích học tập và nghiên cứu nên Giáo trình *Kinh tế vận hành hệ thống* chắc chắn sẽ phải tiếp tục hoàn thiện hơn nữa. Tác giả hoan nghênh mọi ý kiến đóng góp về nội dung, hình thức để Giáo trình có chất lượng tốt hơn, đáp ứng nhu cầu đào tạo. Các ý kiến xin gửi về: TS Phan Diệu Hương, bộ môn Kinh tế năng lượng, khoa Kinh tế và Quản lý, trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

Tác giả

TS. Phan Diệu Hương

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
PHẦN 1: KINH TẾ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN	7
Chương 1. Đặc điểm cơ bản và các chỉ tiêu sản xuất năng lượng	7
<i>1.1. Đặc điểm về công nghệ và tính chất của sản phẩm</i>	7
<i>1.2. Những tác động của việc sản xuất năng lượng</i>	9
<i>1.3. Hệ thống biến đổi năng lượng trong nhà máy nhiệt điện</i>	10
1.3.1. Quá trình nhiên liệu	10
1.3.2. Quá trình của không khí và khói	10
1.3.3. Quá trình nước cấp, hơi nước và nước ngưng	11
1.3.4. Quá trình nước làm lạnh	11
<i>1.4. Phân loại các nhà máy nhiệt điện</i>	12
<i>1.5. Một số chỉ tiêu về sản xuất năng lượng</i>	12
1.5.1. Khái niệm công suất	13
1.5.2. Công suất dự trữ của nhà máy	16
1.5.3. Các chỉ tiêu sản xuất năng lượng	17
1.5.4. Các chỉ tiêu sử dụng và vận hành thiết bị	19
1.5.5. Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật	25
Chương 2. Bộ máy tổ chức quản lý trong nhà máy điện	29
<i>2.1. Bộ máy quản lý hành chính</i>	29
<i>2.2. Bộ phận sản xuất</i>	30
Chương 3. Đặc tính năng lượng của các thiết bị chính trong nhà máy nhiệt điện	34
<i>3.1. Cân bằng năng lượng của các thiết bị chính trong nhà máy nhiệt điện</i>	34
3.1.1. Khái niệm cân bằng năng lượng	34
3.1.2. Cân bằng năng lượng của tuabin	35
3.1.3. Cân bằng năng lượng của lò hơi	38
<i>3.2. Đặc tính năng lượng của tuabin</i>	39
3.2.1. Đặc tính năng lượng của tuabin ngưng hơi	39
3.2.2. Đặc tính năng lượng của tuabin đối áp	44
3.2.3. Đặc tính năng lượng của tuabin trích hơi	47
<i>3.3. Đặc tính năng lượng của lò hơi</i>	50
3.3.1. Khái niệm	50
3.3.2. Xây dựng đường đặc tính năng lượng của lò hơi từ đường cong tổn thất	51
Chương 4. Phân phối tối ưu phụ tải giữa các tổ máy trong nhà máy nhiệt điện	53
<i>4.1. Đặt vấn đề</i>	53
<i>4.2. Chọn số tổ máy làm việc đồng thời</i>	54
<i>4.3. Phân phối phụ tải điện cho các tổ máy làm việc không đồng thời</i>	55
<i>4.4. Phân phối phụ tải cho các tổ máy làm việc song song</i>	59

4.5. Phân phối phụ tải nhiệt cho tuabin	61
4.6. Phân phối phụ tải nhiệt cho lò hơi	63
4.7. Phương pháp Lagrăng trong phân phối tối ưu phụ tải ở nhà máy nhiệt điện	64
4.8. Phương pháp quy hoạch động Bellman trong phân phối tối ưu phụ tải ở nhà máy nhiệt điện	66
4.8.1. Đặt vấn đề	66
4.8.2. Bài toán quyết định tuyến đường đi	66
4.8.3. Áp dụng quy hoạch động Bellman vào phân phối tối ưu phụ tải	70
Chương 5. Cân bằng năng lượng trong nhà máy nhiệt điện	77
5.1. Phương pháp lập cân bằng năng lượng của nhà máy nhiệt điện	77
5.1.1. Khái niệm	77
5.1.2. Nguyên tắc lập cân bằng trong nhà máy nhiệt điện	77
5.1.3. Phương pháp lập cân bằng trong nhà máy điện	78
5.2. Tính toán cân bằng năng lượng các bộ phận trong nhà máy nhiệt điện	79
5.2.1. Cân bằng năng lượng trong phân xưởng tuabin	79
5.2.2. Cân bằng năng lượng phân xưởng lò hơi - nhiên liệu	82
5.2.3. Cân bằng năng lượng của hệ thống phân phối nước và hơi trong nhà máy	87
5.2.4. Cân bằng năng lượng ở bộ phận cung cấp nhiệt cho hệ tiêu thụ bên ngoài	87
5.3. Cân bằng năng lượng chung cho nhà máy nhiệt điện	88
Chương 6. Kế hoạch năm của nhà máy nhiệt điện	91
6.1. Kế hoạch sản xuất chính	91
6.2. Kế hoạch sản xuất phụ trợ	94
6.2.1. Khái niệm	94
6.2.2. Phân loại công tác sửa chữa	94
6.2.3. Hình thức tổ chức sửa chữa	95
6.2.4. Lập kế hoạch sửa chữa	95
6.3. Kế hoạch lao động tiền lương	100
6.4. Kế hoạch nghiên cứu khoa học, cải tiến kỹ thuật	100
6.5. Kế hoạch tài chính	101
6.6. Kế hoạch cung cấp nhiên liệu - vật tư	101
6.6.1. Nhu cầu vật tư cho nhà máy	101
6.6.2. Quản lý nhiên liệu trong nhà máy	101
6.6.3. Lập kế hoạch cung cấp nhiên liệu	101
6.6.4. Xác định nhu cầu vật tư dự trữ	102
6.7. Lập kế hoạch giá thành năng lượng	106
6.7.1. Nhà máy điện ngưng hơi	106
6.7.2. Giá thành sản phẩm trong nhà máy trung tâm nhiệt điện	107
PHẦN 2. KINH TẾ VẬN HÀNH HỆ THỐNG	109
Chương 7. Một số khái niệm cơ bản	109
7.1. Định nghĩa và phân loại hệ thống năng lượng	109
7.1.1. Định nghĩa	109
7.1.2. Phân loại trong hệ thống điện	110
7.1.3. Hệ thống điện Việt Nam	110

7.2. Giá thành truyền tải và phân phối điện	112
7.3. Phụ tải hệ thống điện	113
7.3.1. Phụ tải và đồ thị phụ tải của hệ thống	113
7.3.2. Các đại lượng đặc trưng cho đồ thị phụ tải hệ thống	117
Chương 8. Dự trữ công suất trong hệ thống điện	120
8.1. Khái niệm và phân loại dự trữ công suất trong hệ thống điện	120
8.1.1. Khái niệm dự trữ công suất	120
8.1.2. Phân loại dự trữ công suất	120
8.2. Những biến cố ngẫu nhiên gây thiếu hụt công suất trong hệ thống	122
8.2.1. Xác suất giảm công suất vì sự cố	122
8.2.2. Xác suất giảm phụ tải hệ thống so với phụ tải cực đại	125
8.2.3. Xác suất sai số dự báo	126
8.3. Xác định xác suất thiếu hụt công suất hệ thống	128
8.4. Xác định công suất dự trữ tối ưu	130
8.4.1. Kỳ vọng của tổn thất khi ngừng cung cấp điện	130
8.4.2. Xác định công suất dự trữ tối ưu	132
Chương 9. Phương thức vận hành tối ưu trong hệ thống điện	133
9.1. Đặt vấn đề	133
9.2. Phân phối tối ưu vận hành tức thời hệ thống gồm các nhà máy nhiệt điện	134
9.2.1. Phân phối tối ưu công suất tác dụng	134
9.2.2. Phân phối tối ưu công suất phản kháng	140
9.2.3. Phân phối tối ưu đồng thời công suất tác dụng và công suất phản kháng	141
9.3. Phân phối tối ưu vận hành trong hệ thống có nhà máy nhiệt điện và nhà máy thủy điện	142
9.4. Áp dụng hàm phạt trong phân phối tối ưu vận hành hệ thống điện	147
9.4.1. Cơ sở toán học về hàm phạt	147
9.4.2. Sử dụng hàm phạt trong phân phối tối ưu phụ tải trong hệ thống điện	149
9.5. Lập kế hoạch chế độ làm việc các nhà máy điện trong hệ thống	150
9.5.1. Sắp xếp các nhà máy trong đồ thị phụ tải hệ thống	150
9.5.2. Phân phối tối ưu phụ tải hệ thống ở trung hạn (1 năm)	161
Chương 10. Độ tin cậy của hệ thống	172
10.1. Giới thiệu các chỉ tiêu biểu diễn độ tin cậy của hệ thống	172
10.1.1. Tỷ lệ phần trăm dự trữ biên	172
10.1.2. Kỳ vọng mất tải	172
10.1.3. Xác suất mất tải	173
10.1.4. Tần số và thời gian mất tải	173
10.1.5. Kỳ vọng tải bị mất	173
10.1.6. Kỳ vọng điện năng không được cung cấp	173
10.1.7. Kỳ vọng nhu cầu không được phục vụ	173
10.2. Tính toán phụ tải tương đương	174
10.2.1. Các khái niệm cơ bản	174
10.2.2. Các ví dụ tính toán các chỉ tiêu độ tin cậy	181
Tài liệu tham khảo	198

PHẦN 1

KINH TẾ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

Chương 1

ĐẶC ĐIỂM CƠ BẢN VÀ CÁC CHỈ TIÊU SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG

1.1. ĐẶC ĐIỂM VỀ CÔNG NGHỆ VÀ TÍNH CHẤT CỦA SẢN PHẨM

Điện năng và nhiệt năng là hai dạng năng lượng quan trọng được sử dụng rộng rãi trong quá trình sản xuất và đời sống. Điện năng là đầu vào của hầu hết các lĩnh vực sản xuất và dịch vụ. Trong cuộc sống cũng như phát triển nền kinh tế hiện đại, điện năng được coi là một nhu cầu thiết yếu. Nhiệt năng có thể là hơi nước hoặc nước nóng sản xuất tại các trung tâm nhiệt điện hoặc các lò hơi khu vực. Điện và nhiệt là sản phẩm của quá trình biến đổi năng lượng. Sản phẩm năng lượng và quá trình công nghệ sản xuất năng lượng có tính chất và những đặc thù riêng.

Trong sản xuất năng lượng có sự gắn bó chặt chẽ giữa sản xuất, truyền tải và tiêu thụ năng lượng. Việc sản xuất và truyền tải năng lượng phụ thuộc chặt chẽ vào việc tiêu thụ năng lượng. Sản xuất và truyền tải năng lượng đáp ứng nhu cầu tức thời của tiêu thụ.

Ngành năng lượng có trình độ cơ giới hoá, tự động hoá và chuyên môn hoá tương đối cao trong nền kinh tế. Do đó, ngành có thể tập trung sản xuất liên tục và với khối lượng lớn luôn sẵn sàng đáp ứng nhu cầu của hệ thống. Điều này được thể hiện rõ trong tính sẵn sàng của các nhà máy và hệ thống. Đồng thời, để đảm bảo tính an toàn và liên tục trong cung cấp, hệ thống năng lượng luôn có mức dự trữ thích hợp để lập lại cân bằng khi có sự cố. Những đặc điểm này đòi hỏi người lao động trong ngành năng lượng cần được đào tạo tốt để đảm bảo các yêu cầu của ngành.

Các thiết bị cung cấp năng lượng có mục đích riêng biệt đáp ứng yêu cầu công nghệ, hầu hết đều có tuổi thọ dài. Các quyết định trong quy hoạch hệ thống năng lượng có những tác động lâu dài đến toàn bộ nền kinh tế.

Trước đây, hệ thống điện được chia thành 3 khâu: sản xuất, truyền tải và phân phối. Các khâu này có sự khác biệt khá rõ trong chức năng hoạt động, công nghệ và chi phí. Tuy nhiên gần đây, hệ thống điện thường được chia thành 4 khâu: sản xuất, truyền tải, phân phối và cung cấp. Điều này xuất phát từ những thay đổi cấu trúc trong ngành điện. Khâu cung cấp hay bán lẻ điện năng đến tận người sử dụng cuối cùng được coi như một chức năng riêng biệt.

Sản xuất: là khâu biến đổi các dạng năng lượng thành điện năng. Các biến đổi có thể thông qua phương pháp biến đổi hoá học như đốt cháy các nhiên liệu hoá thạch như than, dầu, khí... hoặc phương pháp vật lý như sử dụng năng lượng phân hạch hạt nhân hoặc động năng của gió và nước. Các dạng nhà máy khác nhau có đặc điểm khác biệt về chi phí cố định và chi phí biến đổi: nhà máy thuỷ điện, nhà máy điện hạt nhân và các nhà máy sử dụng năng lượng mới, có chi phí cố định cao (chủ yếu là chi phí đầu tư) và có chi phí biến đổi thấp (chi phí nhiên liệu). Ngược lại, chi phí của các nhà máy chạy than, dầu, khí lại có chi phí cố định thấp và chi phí biến đổi cao. Đặc điểm cấu trúc chi phí sẽ dẫn đến một trật tự phân phối phụ tải cho các nhà máy trong hệ thống sao cho chi phí toàn bộ hệ thống là thấp nhất và đáp ứng nhu cầu phụ tải một cách tức thời. Phụ tải hệ thống biến đổi nhanh và không có khả năng dự báo chính xác nên điều này cũng thể hiện trong chi phí của hệ thống.

Truyền tải: là khâu truyền điện năng ở điện áp cao. Hầu hết ở các nước công nghiệp hoá đều có mạng lưới truyền tải rộng khắp, cho phép việc trao đổi điện năng một cách rộng rãi, tạo thành một hệ thống có khả năng thương mại cao, giảm tối đa chi phí vận hành của các nhà máy phân tán về mặt địa lý, tập hợp được nhu cầu phụ tải và chia sẻ việc dự trữ công suất. Từ đặc điểm này cho thấy, ở các nước đó tại các vùng, điện năng được mua bán thông qua lưới thường rẻ hơn rất nhiều so với điện năng được sản xuất tại vùng đó.

Hệ thống truyền tải hiện đại được yêu cầu phối hợp đồng bộ với nhà máy điện để tránh phá vỡ tính ổn định của hệ thống. Điện áp và tần số chỉ được phép dao động trong dải nhỏ. Sự gắn kết chặt chẽ giữa nhà máy điện và hệ thống truyền tải làm tăng tính kinh tế của hệ thống nhưng đồng thời cũng là một rào cản đối với việc đổi mới cấu trúc ngành điện. Tuy nhiên, việc phân tách các khâu trong ngành điện của một số nước cũng đã có những thành công nhất định và thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ của ngành điện.

Phân phối: là khâu truyền điện ở điện áp thấp, thường là từ hệ thống truyền tải đến hộ sử dụng cuối cùng hoặc từ nhà máy điện đến hộ sử dụng cuối cùng. Phân phối điện thường đạt được tính kinh tế cao ở thành thị có mật độ tập trung phụ tải lớn và kém kinh tế hơn ở các vùng nông thôn có mật độ phụ tải phân tán. Hệ thống phân phối thường mang tính độc quyền tự nhiên đối với một vùng nhất định.

Cung cấp: là khâu thực hiện xây dựng các hợp đồng và bán điện đến các hộ sử dụng cuối cùng. Cung cấp cũng bao gồm cả việc đo đếm, lập hoá đơn và có thể bao gồm các hoạt động như thông tin cho khách hàng, tư vấn và hỗ trợ tài chính. Khâu này thường không mang tính độc quyền tự nhiên. Việc cung cấp có thể ở dạng bán buôn hoặc bán lẻ.

Sản phẩm năng lượng cũng có tính chất riêng biệt. Năng lượng được sản xuất, truyền tải, phân phối và tiêu thụ gần như đồng thời do không có khả năng dự trữ kinh tế một lượng lớn. Sản phẩm năng lượng vừa có tính chất sản phẩm vật chất vừa có tính chất dịch vụ.

Tuy nhiên, sản phẩm năng lượng tương đối đơn giản do không có bán thành phẩm, sản phẩm dở dang và phế phẩm. Sản phẩm năng lượng được sản xuất từ một quá trình công nghệ thống nhất, chủng loại sản phẩm ít và đồng nhất (về định nghĩa vật lý,

thông số kỹ thuật, chất lượng sản phẩm). Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc sử dụng cũng như kiểm tra quá trình sản xuất.

Nhu cầu năng lượng thay đổi theo thời gian trong ngày trong năm. Có thời gian nhu cầu năng lượng lớn nhưng cũng có thời gian nhu cầu phụ tải nhỏ, do đó tạo thành các đỉnh nhọn trong đồ thị phụ tải. Do đó, công suất để đảm bảo nhu cầu phụ tải đỉnh sẽ phải lớn hơn hay bằng phụ tải đỉnh. Chi phí cho công suất này thường cao. Ngược lại, nếu không đáp ứng đủ nhu cầu phụ tải đỉnh sẽ phải thực hiện cắt điện ở một số hộ không quan trọng gây những thiệt hại rất khó đánh giá trong toàn bộ nền kinh tế.

Điện năng là sản phẩm vô hình nên việc sử dụng điện phải hết sức cẩn thận trong sử dụng tránh các nguy hiểm như chập cháy, nổ, giật điện... gây thiệt hại về người và của trong sản xuất, kinh doanh.

Điện năng có tính đàn hồi giá thấp trong một thời gian ngắn đối với một số ngành vì đầu vào điện năng ở các ngành này có khả năng thay thế thấp và việc thay đổi các thiết bị không thể là tức thời do tuổi thọ của các thiết bị này thường cao. Ngược lại, nếu trong lĩnh vực mà điện năng có thể được thay thế bằng các dạng năng lượng khác thì hệ số đàn hồi có thể cao hơn.

Điện năng là sản phẩm có khả năng chuyển hoá thành các dạng năng lượng khác tương đối dễ dàng. Điều này dẫn đến việc sử dụng điện năng rộng rãi trong toàn bộ nền kinh tế và trong đời sống hàng ngày. Điện năng có những tác động tích cực đến sự phát triển các ngành trong nền kinh tế. Tuy nhiên, việc sản xuất năng lượng cũng có những tác động bất lợi, cần phải xem xét thận trọng khi quy hoạch và quyết định đầu tư cho hệ thống năng lượng.

1.2. NHỮNG TÁC ĐỘNG CỦA VIỆC SẢN XUẤT NĂNG LƯỢNG

Ngành năng lượng là ngành có được hiện đại hoá, tự động hoá và chuyên môn hoá cao. Vì vậy, việc phát triển ngành năng lượng giúp việc nâng cao năng suất lao động của ngành và các ngành khác trong nền kinh tế. Sự tiện lợi và vệ sinh trong sử dụng sản phẩm năng lượng góp phần cải thiện đời sống cũng như điều kiện làm việc của người lao động, góp phần không nhỏ trong việc nâng cao chất lượng sống của con người.

Tuy nhiên, việc sản xuất năng lượng thường yêu cầu vốn đầu tư lớn ở cả khâu sản xuất, truyền tải và phân phối. Điều này gây ra những khó khăn không nhỏ cho ngành năng lượng nói riêng và những quốc gia đang phát triển nói chung. Gánh nặng về vốn cho đầu tư ngành năng lượng càng nặng nề đối với các quốc gia chưa có sự tham gia của các thành phần khác nhau trong phát triển hệ thống năng lượng.

Cần nhấn mạnh thêm rằng, thời gian xây dựng các công trình năng lượng cũng thường đòi hỏi thời gian dài (tuabin khí: 6 tháng - 1 năm; thuỷ điện: 6 - 8 năm; nhà máy điện nguyên tử: 8 - 10 năm), thời gian hoàn vốn lâu. Trong thời gian dài như vậy, các yếu tố như dân số, phát triển kinh tế, nhu cầu, giá cả, công nghệ, môi trường,... đều

thay đổi. Điều này thường làm cho các quy hoạch dài hạn năng lượng gặp khó khăn và việc lắp đặt các thiết bị thường không thực sự phù hợp “tối ưu” ở các điều kiện hiện tại.

Bên cạnh đó, việc sản xuất ra một khối lượng lớn và liên tục của ngành năng lượng đòi hỏi một nguồn năng lượng sơ cấp không nhỏ. Hiện tại, chưa có những đột phá trong công nghệ sản xuất điện, nên hiệu suất của các nhà máy điện chưa được cải thiện đáng kể. Điều này sẽ làm cạn kiệt nhanh chóng các nguồn tài nguyên không tái tạo nếu con người không có sự thay đổi trong nhận thức và hành động nhằm sử dụng hiệu quả và tiết kiệm năng lượng.

Điện và nhiệt năng là sản phẩm sạch, không gây ô nhiễm môi trường, nhưng ngược lại việc sản xuất năng lượng lại là một trong những nguyên nhân cơ bản gây ô nhiễm môi trường. Việc khuyến khích sử dụng các nguồn năng lượng mới, ít gây ô nhiễm và áp dụng các biện pháp thích hợp nhằm giảm phát thải từ các nhà máy sản xuất năng lượng ngày càng được quan tâm thích đáng.

1.3. HỆ THỐNG BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG TRONG NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN

Có thể chia toàn bộ quá trình công nghệ nhà máy nhiệt điện thành 4 quá trình chủ yếu:

- Quá trình nhiên liệu;
- Quá trình không khí và khói;
- Quá trình nước cấp, hơi nước và nước ngưng;
- Quá trình nước làm lạnh.

1.3.1. Quá trình nhiên liệu

Đối với nhà máy chạy than, nhiên liệu được chở đến nhà máy, được vận chuyển vào kho hoặc phân xưởng lò. Tùy thuộc tính chất của than mà có thể đưa thẳng vào phễu chứa than hoặc phải qua các thiết bị đập vụn sấy khô trước, sau đó đưa vào thùng nghiền. Sau khi nghiền than bột được thổi vào buồng lửa. Than cháy xong phần cứng không cháy hết được vận chuyển vào bãi thải. Đối với nhà máy chạy dầu thì dầu có thể được phun thẳng vào buồng lửa của lò dưới dạng sương mù mà không cần qua khâu chế biến thêm như nhà máy nhiệt điện than.

1.3.2. Quá trình của không khí và khói

Không khí được hút từ ngoài trời hoặc phân xưởng lò nhờ quạt gió. Không khí vào được sấy nóng nhờ bộ sấy không khí được đặt trên đường khói ra sau lò và được thổi vào buồng lửa. Không khí này được gọi là không khí cấp 1 (còn gọi là không khí để vận chuyển than bột vào lò).

Trong buồng lửa, oxi trong không khí (không khí cấp 2 - để đốt cháy) sẽ oxi hoá các thành phần cháy được của nhiên liệu (chủ yếu là C và H) và sinh ra nhiệt. Ngoài ra còn không khí cấp 3 dùng để đốt cháy hoàn toàn nhiên liệu. Khói sinh ra (chủ yếu là CO₂, H₂O, CO...) theo đường khói đến ống khói ra ngoài.