

LỜI NÓI ĐẦU

Năng lượng nhiệt là loại năng lượng được loài người sử dụng từ rất sớm. Năng lượng nhiệt được sử dụng rất rộng rãi trong dân dụng và công nghiệp. Nhu cầu sử dụng năng lượng nhiệt là lớn nhất trong nhu cầu năng lượng của con người. Việc sử dụng năng lượng nhiệt có thể phân thành hai nhóm chính: sử dụng riêng lẻ trong các hộ dân cư và sử dụng tập trung trong cả khu dân cư, nhà hàng, khách sạn, xí nghiệp công nghiệp và các khu công nghiệp. Việc sử dụng năng lượng nhiệt tập trung đã hình thành các hệ thống cung cấp nhiệt. Để cung cấp nhiệt một cách hiệu quả nhất trong các hệ thống cung cấp nhiệt, cần nghiên cứu chuyên sâu về lĩnh vực này. Môn học “Hệ thống cung cấp nhiệt” nhằm cung cấp cho sinh viên những kiến thức cơ bản để có thể khảo sát, thiết kế, xây dựng và vận hành hệ thống cung cấp nhiệt một cách an toàn và kinh tế. Cuốn sách “Hệ thống cung cấp nhiệt” ra đời nhằm đáp ứng nhu cầu giảng dạy và học tập môn học này.

Sách được dùng làm giáo trình cho sinh viên các ngành nhiệt lạnh, kỹ thuật năng lượng, nhiệt năng công nghiệp, thông gió cấp nhiệt..., đồng thời là tài liệu tham khảo cho các cán bộ kỹ thuật, kỹ sư ngành nhiệt lạnh, kỹ thuật năng lượng và các ngành khác có liên quan, cho các cán bộ thiết kế, quản lý trong các xí nghiệp công nghiệp có sử dụng năng lượng nhiệt.

Trong quá trình biên soạn không thể tránh khỏi sai sót, rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các độc giả.

Tác giả

MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	3
------------------	---

Chương 1

NHU CẦU SỬ DỤNG NHIỆT TRONG CÔNG NGHIỆP VÀ DÂN DỤNG

1.1. Các ngành công nghiệp sử dụng điện.....	7
1.2. Các quá trình tiêu thụ nhiệt trong công nghiệp.....	8
1.3. Cấu trúc tiêu thụ nhiệt trong công nghiệp.....	9
1.4. Tiêu hao năng lượng trong quá trình sản xuất.....	12
1.5. Phụ tải nhiệt công nghiệp.....	12
1.6. Nhu cầu tiêu thụ nhiệt dân dụng.....	18

Chương 2

CẤU TRÚC CỦA HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIỆT

2.1. Các phương pháp cung cấp nhiệt.....	21
2.2. Các phần tử của hệ thống cung cấp nhiệt.....	22
2.3. Cấu trúc của hệ thống cung cấp nhiệt dân dụng.....	23
2.4. Cấu trúc của hệ thống cấp nhiệt công nghiệp.....	26

Chương 3

LÒ HƠI

3.1. Khái niệm về lò hơi.....	34
3.2. Cấu tạo lò hơi.....	34
3.3. Phân loại lò hơi.....	37
3.4. Nhiên liệu và quá trình cháy của nhiên liệu.....	38
3.5. Buồng đốt.....	49
3.6. Bề mặt sinh hơi.....	66
3.7. Các bề mặt truyền nhiệt ở phần đuôi lò	72
3.8. Hệ thống cung cấp nước cho lò hơi và lấy sạch hơi.....	77
3.9. Hệ thống nhiên liệu.....	90
3.10. Hệ thống cung cấp không khí và thải khói.....	92
3.11. Hệ thống thải xỉ.....	93
3.12. Hệ thống đo lường điều khiển.....	93
3.13. Cân bằng nhiệt và hiệu suất lò hơi.....	94
3.14. Tính toán nhiệt lò hơi.....	102
3.15. Quá trình thủy khí động trong lò hơi.....	109
3.16. Vận hành lò hơi.....	114

Chương 4

TRUNG TÂM NHIỆT ĐIỆN

4.1. Khái niệm và phân loại nhà máy nhiệt điện.....	121
4.2. Sơ đồ nhiệt điện của trung tâm nhiệt điện.....	125
4.3. Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của nhà máy nhiệt điện.....	128

Chương 5

MẠNG NHIỆT

5.1. Các kiểu mạng nhiệt.....	135
5.2. Cách bố trí mạng nhiệt.....	136
5.3. Các cách nối hệ tiêu thụ với mạng nhiệt.....	137
5.4. Các thiết bị mạng nhiệt.....	139
5.5. Tính toán nhiệt.....	159
5.6. Tính toán thủy lực mạng nhiệt.....	174
5.7. Chế độ thủy lực của mạng nhiệt.....	182

Chương 6

THIẾT KẾ HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIỆT

CHO XÍ NGHIỆP, KHU CÔNG NGHIỆP

6.1. Các dạng bài toán thiết kế hệ thống cung cấp nhiệt công nghiệp.....	188
6.2. Các bước tính toán thiết kế hệ thống cung cấp nhiệt.....	190
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	207

Chương 1

NHU CẦU SỬ DỤNG NHIỆT TRONG CÔNG NGHIỆP VÀ DÂN DỤNG

1.1. Các ngành công nghiệp sử dụng nhiệt

1.1.1. Ngành công nghiệp năng lượng

Ngành năng lượng là một ngành sử dụng nhiệt khá lớn. Trong ngành năng lượng, người ta thực hiện các quá trình biến đổi năng lượng, dạng cuối cùng là điện để sử dụng. Quy trình công nghệ biến đổi năng lượng có dạng:

Nhiên liệu $\longrightarrow$ Nhiệt $\longrightarrow$ Công $\longrightarrow$ Điện

Quy trình này sử dụng trong các nhà máy nhiệt điện. Nhiên liệu dùng trong nhà máy nhiệt điện gồm hai loại: nhiên liệu hữu cơ như than, dầu, khí đốt, củi, rác thải,... để biến thành nhiệt cần phải đốt cháy nhiên liệu; nhiên liệu hạt nhân như Uran, Plôtôni,... để biến thành nhiệt cần qua phản ứng hạt nhân. Nhà máy nhiệt điện còn có thể sử dụng trực tiếp nhiệt từ các nguồn nhiệt khác như: năng lượng mặt trời, địa nhiệt, nhiệt của khối thải,... Để biến nhiệt thành công cần thực hiện chu trình nhiệt động. Để biến đổi công thành điện cần có máy phát điện. Hiện nay, điện năng được sản xuất từ nhà máy nhiệt điện chiếm tỉ trọng lớn nhất trong cân bằng năng lượng.

1.1.2. Ngành giao thông vận tải

Ngành giao thông vận tải sử dụng nhiệt theo quy trình công nghệ sau:

Nhiên liệu $\longrightarrow$ Nhiệt $\longrightarrow$ Công

Hầu hết các phương tiện giao thông vận tải sử dụng công nghệ này đó là các máy nhiệt dùng để chạy các phương tiện giao thông như ô tô, xe máy, máy bay, tàu hỏa, tàu thủy, tên lửa, tàu ngầm, nguyên tử...

1.1.3. Các ngành công nghiệp khác

Các ngành công nghiệp khác sử dụng trực tiếp nhiệt năng không biến đổi thành dạng năng lượng khác. Các ngành công nghiệp sử dụng nhiệt trong các quá trình công nghệ như: nung, gia nhiệt, nấu luyện, chưng cất, kết tinh, sấy, cô đặc, chiết, thanh trùng, rửa... Các ngành công nghiệp sử dụng trực tiếp nhiệt bao gồm ba nhóm: nhóm 1 là các ngành sử dụng nhiệt ở nhiệt độ cao bao gồm các ngành luyện kim, vật liệu xây dựng, gốm sứ, thủy tinh. Nhóm 2 là các ngành công nghiệp sử dụng nhiệt ở nhiệt độ trung bình bao gồm công nghiệp dầu mỏ, hóa dầu, hóa học, công nghiệp nhẹ, công nghiệp thực phẩm, chế biến nông lâm hải sản, công nghiệp cơ khí, kỹ thuật điện, điện tử... Nhóm 3 là các ngành công nghiệp sử dụng nhiệt ở nhiệt độ thấp (nhiệt độ nhỏ hơn nhiệt độ môi trường), quá trình này có thể nằm rải rác trong một số ngành công nghiệp, có thể đứng độc lập thành một xí nghiệp như: các xí nghiệp đông lạnh, các kho chứa bảo quản lạnh...

1.2. Các quá trình tiêu thụ nhiệt trong công nghiệp

Trừ hai ngành năng lượng và giao thông vận tải sử dụng nhiệt để biến đổi thành điện hay công rồi sử dụng, các ngành công nghiệp khác đều sử dụng trực tiếp nhiệt năng trong các quá trình công nghệ để sản xuất ra các bán thành phẩm hay sản phẩm khác nhau của nền kinh tế. Các quá trình công nghệ sử dụng nhiệt này chia ra ba hướng chính là quá trình sử dụng nhiệt ở nhiệt độ cao, quá trình sử dụng nhiệt ở nhiệt độ trung bình và quá trình sử dụng nhiệt ở nhiệt độ thấp (làm lạnh).

1.2.1. Các quá trình công nghệ sử dụng nhiệt ở nhiệt độ cao

Các quá trình này tiêu thụ nhiệt ở nhiệt độ từ 500°C trở lên. Các quá trình này có ở các ngành: luyện kim, chế tạo máy, hóa khí hay cốc hóa nhiên liệu rắn, sản xuất vật liệu xây dựng, đồ gốm sứ, thủy tinh. Các quá trình này là: nấu chảy, nhiệt luyện, gia nhiệt kim loại, hóa khí nhiên liệu rắn, cốc hóa,

nấu thủy tinh, nung gốm sứ, vật liệu xây dựng. Trong các quá trình sử dụng nhiệt ở nhiệt độ cao, người ta lấy nhiệt từ việc đốt nhiên liệu hay dùng điện. Chất tải nhiệt là khói do cháy nhiên liệu hay khói thải từ các lò công nghiệp: lò cao, lò nung.

1.2.2. Các quá trình công nghệ sử dụng nhiệt ở nhiệt độ trung bình

Các quá trình này sử dụng nhiệt từ nhiệt độ môi trường đến nhiệt độ nhỏ hơn 300°C. Rất nhiều ngành công nghiệp sử dụng các quá trình công nghệ này như: dầu mỏ, hóa dầu, hóa học, công nghiệp nhẹ, thực phẩm, chế biến nông lâm thủy sản, công nghiệp cơ khí, kỹ thuật điện, điện tử... Các quá trình công nghệ là: gia nhiệt, sấy, hóa hơi, chưng cất, cô đặc, kết tinh, chiết, thanh trùng... Đặc điểm chung của các quá trình sử dụng nhiệt ở nhiệt độ trung bình là dùng hơi nước, nước nóng, chất lỏng hữu cơ làm chất tải nhiệt (môi chất cung cấp nhiệt).

1.2.3. Các quá trình tiêu thụ nhiệt ở nhiệt độ thấp

Các quá trình này sử dụng nhiệt ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ môi trường và sử dụng theo hai hướng chính là: điều hòa không khí tức là dùng máy lạnh để giữ nhiệt độ trong không gian nhất định ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ môi trường và độ ẩm tương đối nhất định phù hợp yêu cầu sử dụng. Hướng thứ hai là làm lạnh phục vụ mục đích bảo quản các sản phẩm ở nhiệt độ thấp.

Trong bảng 1.1 là nhu cầu tiêu thụ nhiệt ở nhiệt độ trung bình của một số ngành công nghiệp.

1.3. Cấu trúc tiêu thụ nhiệt trong công nghiệp

Các ngành công nghiệp sử dụng nhiệt ở nhiệt độ trung bình đa phần sử dụng hơi nước dưới áp suất khác nhau. Người ta thường sử dụng hơi nước bão hòa. Trường hợp cần vận chuyển đi xa có thể dùng hơi nước quá nhiệt với độ quá nhiệt nhất định. Nhiều tác giả đã nghiên cứu tổng quan các quá trình sử dụng nhiệt ở nhiệt độ trung bình trong các ngành công nghiệp và đã đưa ra cơ cấu chung của chúng (bảng 1.2).

Bảng 1.1. Các quá trình tiêu thụ nhiệt ở nhiệt độ trung bình trong một số ngành công nghiệp

<i>Ngành công nghiệp</i>	<i>Các quá trình công nghệ</i>	<i>Áp suất hơi nước yêu cầu at</i>
Chế tạo máy	Sấy khuôn đúc	3 ÷ 4
	Rửa chi tiết	2 ÷ 3
	Tẩy rỉ kim loại	5 ÷ 6
	Sấy gỗ	3 ÷ 4
	Gia nhiệt dầu nặng	4 ÷ 5
	Thổi hơi trong lò sinh khí	4 ÷ 6
Công nghiệp hóa học	Sấy vật liệu và sản phẩm	2 ÷ 5
	Lò đun sôi	4 ÷ 6
	Thiết bị hóa hơi	2 ÷ 4
	Gia nhiệt vật liệu và chi tiết	2 ÷ 5
	Chưng cất	4 ÷ 6
	Lưu hóa	6 ÷ 9
Công nghiệp sợi dệt	Hồ	4 ÷ 6
	Tẩy	3 ÷ 5
	Nhuộm	3 ÷ 5
	Sấy	2 ÷ 5
Công nghiệp da	Thuộc da, nấu, sấy, hấp	3 ÷ 4
Công nghiệp xenlulô và giấy	Sản xuất bột giấy	5 ÷ 6
	Sấy băng giấy	3 ÷ 3,5
Công nghiệp thực phẩm	Nấu, sấy, rửa	3 ÷ 5

Bảng 1.2. Cấu trúc tiêu thụ nhiệt công nghiệp theo áp suất hơi sử dụng % [1]

Ngành công nghiệp	Cấu trúc tiêu thụ nhiệt công nghiệp theo áp suất hơi sử dụng %		
	> 9 at	5 ÷ 9 (at)	< 5 at
Công nghiệp lọc dầu		100	
Chế tạo máy nặng		20	80
Công nghiệp kỹ thuật điện	25	8	67
Công nghiệp hoá học nói chung		7	93
Công nghiệp cao su	12	6	82
Công nghiệp chế biến gỗ		15	85
Công nghiệp tre nứa		36	64
Công nghiệp len dạ			100
Công nghiệp may mặc			100
Công nghiệp da dày		6	94
Công nghiệp thực phẩm		5	95

Căn cứ đặc tính thiết bị công nghệ sử dụng nhiệt có thể chia ra các nhóm quá trình công nghệ sau:

Theo cách truyền nhiệt ta có:

- Các thiết bị tiêu thụ nhiệt qua bề mặt ngăn cách.
- Các thiết bị tiêu thụ nhiệt bằng cách hỗn hợp với chất tải nhiệt.

Theo chế độ làm việc có thể chia ra:

- Các thiết bị làm việc liên tục: chế độ ổn định.
- Các thiết bị làm việc chu kỳ: chế độ không ổn định và làm việc theo

một quy trình nhất định: nâng nhiệt, giữ nhiệt, hạ nhiệt. Các thiết bị này chế độ làm việc thay đổi nhiều vì vậy khi thiết kế cần chọn thành bộ thiết bị làm việc xen kẽ để phụ tải nhiệt ít thay đổi hơn.

1.4. Tiêu hao năng lượng trong quá trình sản xuất

Các quá trình sản xuất đều tiêu hao năng lượng dưới hai dạng: nhiệt và điện. Tiêu hao riêng năng lượng trên đơn vị sản phẩm là một chỉ tiêu quan trọng đánh giá trình độ kỹ thuật của việc sản xuất sản phẩm. Khoa học kỹ thuật càng phát triển thì càng sản xuất ra những sản phẩm chất lượng cao đòi hỏi chi phí năng lượng càng lớn. Điều đó đặt ra yêu cầu nghiên cứu cải tiến thiết bị và quy trình công nghệ để giảm tiêu hao năng lượng. Ví dụ, trong công nghiệp đường việc đưa vào thiết bị cô đặc dưới áp suất cao đã giảm tiêu hao hơi nước từ 0,8 kg/kg xuống 0,4 kg/kg. [1].

Trong bảng 1.3 đưa ra tiêu hao riêng năng lượng trên đơn vị sản phẩm của một số ngành công nghiệp.

1.5. Phụ tải nhiệt công nghiệp

1.5.1. Khái niệm về phụ tải nhiệt công nghiệp

Phụ tải nhiệt của một phân xưởng, xí nghiệp hay của một khu công nghiệp... là tập hợp của các nhu cầu tiêu thụ nhiệt trong phân xưởng, xí nghiệp hay khu công nghiệp. Phụ tải nhiệt bao gồm các thành phần sau:

$$q = q_t + q_i + q_v + q_{ac} + \Delta q_{mt} \quad \text{GJ/h} \quad (1.1)$$

Trong đó:

q_t : phụ tải nhiệt công nghệ;

q_i : phụ tải nhiệt sưởi ấm phòng nhà công nghiệp;

q_{ac} : phụ tải nhiệt để cấp nước nóng;

Δq_{mt} : tổn thất nhiệt trên đường ống vận chuyển.