

NGUYỄN ĐỨC LỢI

**HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ
HỆ THỐNG
ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



TRUNG TÂM THÔNG TIN THỦY VIỆN
01 14
00717

NGUYỄN ĐỨC LỢI



HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

(In lần thứ tư có bổ sung và sửa chữa)

~~TRUNG TÂM THÔNG TIN THỦY VIỆN
01 14
02169~~



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2011



HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ
(In lần thứ tư, có sửa chữa và bổ sung)

Tác giả: Nguyễn Đức Lợi

Chịu trách nhiệm xuất bản

Đống Khắc Sùng

Biên tập

Ngọc Khuê

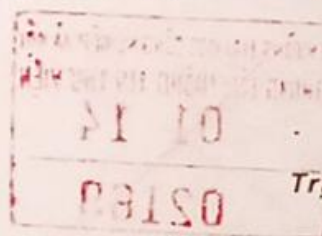
Sửa bài

Hồng Thanh

Vẽ bìa

Hồng Thanh

Trịnh Thùy Dương



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 - TRẦN HUNG ĐẠO, HÀ NỘI

In 500 bản khổ 16 x 24cm, tại Xí nghiệp in NXB Văn hóa Dân tộc.
Số đăng ký kế hoạch XB: 149 - 2011/CXB/478 - 11/KHKT, ngày 14/2/2011.
Quyết định XB số: 162/QĐXB-NXBKHKT.
In xong và nộp lưu chiểu Quý III năm 2011.

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển kinh tế của cả nước, ngành điều hoà không khí cũng đã có những bước phát triển vượt bậc và ngày càng trở nên quen thuộc trong đời sống và sản xuất.

Ngày nay, điều hoà tiện nghi không thể thiếu trong các toà nhà, khách sạn, văn phòng, nhà hàng, các dịch vụ du lịch, văn hoá, y tế, thể thao mà còn cả trong các căn hộ, nhà ở, các phương tiện đi lại như ô tô, tàu hoả, tàu thuỷ...

Điều hoà công nghệ trong những năm qua cũng đã hỗ trợ đắc lực cho nhiều ngành kinh tế, góp phần để nâng cao chất lượng sản phẩm, đảm bảo quy trình công nghệ như trong các ngành sợi, dệt, chế biến thuốc lá, chè, in ấn, điện tử, vi điện tử, bưu điện, viễn thông, máy tính, quang học, cơ khí chính xác, hoá học...

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội là cơ sở đào tạo kỹ sư Nhiệt Lạnh và Điều hoà không khí từ gần ba chục năm nay với số lượng sinh viên đào tạo tăng gấp nhiều lần. Do yêu cầu thực tế, nhiều trường khác cũng mở ngành Nhiệt Lạnh nên nhu cầu về một cuốn giáo trình hướng dẫn thiết kế hệ thống điều hoà không khí dùng làm tài liệu khi thiết kế đồ án môn học hoặc đồ án tốt nghiệp là rất lớn. Để đáp ứng phần nào đòi hỏi cấp bách của thực tế, chúng tôi biên soạn giáo trình này.

Ngoài đáp ứng nhu cầu của sinh viên chuyên ngành lạnh và điều hoà không khí, giáo trình cũng rất bổ ích cho các cán bộ kỹ sư các ngành khác có liên quan đến điều hoà không khí về việc tìm hiểu, lựa chọn, tính toán, thiết kế cũng như việc lắp đặt, vận hành bảo dưỡng, sửa chữa các thiết bị lạnh và các hệ thống điều hoà không khí ...

Giáo trình chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp xây dựng của bạn đọc. Các ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội hoặc cho tác giả (Mob: 0982288995, NR: 04.3.716.5860).

Xin trân trọng cảm ơn!

PGS. TS NGUYỄN ĐỨC LỢI

MỞ ĐẦU

Lịch sử phát triển, mục đích

và

ý nghĩa của điều hoà không khí

Ngay từ thời cổ đại, con người đã biết đốt lửa sưởi ấm vào mùa đông và dùng quạt hoặc tìm vào các hang động mát mẻ vào mùa hè. Hoàng đế thành Rô-ma Varius Avitus trị vì từ năm 218 đến 222 đã cho đắp cả một núi tuyết trong vườn thượng uyển để mùa hè có thể thưởng ngoạn những ngọn gió mát thổi vào cung điện. Trong cuốn "The Origins of Air Conditioning" đã nhắc đến rất nhiều tài liệu tham khảo và giới thiệu nhiều hình vẽ mô tả những thử nghiệm về điều hoà không khí ... Ví dụ, Agricola đã mô tả một công trình bơm không khí xuống giếng mỏ để cung cấp khí tươi cũng như điều hoà nhiệt độ cho công nhân mỏ vào năm 1555. Nhà bác học thiên tài Leonardo de Vinci cũng đã thiết kế và chế tạo hệ thống thông gió cho một giếng mỏ. Ở Anh, Humphrey Davy đã trình quốc hội một dự án cải thiện không khí trong toà nhà quốc hội.

Năm 1845, bác sĩ người Mỹ John Gorrie đã chế tạo máy lạnh nén khí đầu tiên để điều hoà không khí cho bệnh viện tư của ông. Chính sự kiện này đã làm cho ông nổi tiếng thế giới và đi vào lịch sử của kỹ thuật điều hoà không khí.

Năm 1850, nhà thiên văn học Piuzzi Smith người Scotland lần đầu tiên đưa ra dự án điều hoà không khí phòng ở bằng máy lạnh nén khí. Sự tham gia của nhà bác học nổi tiếng Rankine đã làm cho đề tài không những trở nên nghiêm túc mà còn được đông đảo mọi người quan tâm theo dõi. Bắt đầu từ những năm 1860 ở Pháp

F.Carré đã đưa ra những ý tưởng về điều hoà không khí cho các phòng ở và đặc biệt cho các nhà hát.

Theo C.Linde, ngay cả vào thời điểm những năm 1890 và sau đó, người ta vẫn chưa hiểu được những yêu cầu vệ sinh của không khí đối với con người cũng như những khả năng kinh tế mà ngành kỹ thuật này có thể tạo ra, tuy rằng không có khó khăn gì về mặt kỹ thuật.

Năm 1894, Cty Linde đã xây dựng một hệ thống điều hoà không khí bằng máy lạnh amoniac dùng để làm lạnh và khử ẩm không khí mùa hè. Dàn lạnh đặt trên trần nhà, không khí đối lưu tự nhiên, không khí lạnh từ trên đi xuống phía dưới do mật độ lớn hơn. Máy lạnh đặt dưới tầng hầm.

Năm 1901, một công trình khổng lồ chế nhiệt độ dưới 28°C với độ ẩm thích hợp cho phòng hoà nhạc ở Monte Carlo được khánh thành. Không khí được đưa qua buồng phun nước với nhiệt độ nước 10°C rồi cấp vào phòng. Năm 1904, trạm điện thoại ở Hamburg được duy trì nhiệt độ mùa hè dưới 23°C và độ ẩm 70%. Năm 1910 Cty Borsig xây dựng các hệ thống điều hoà không khí ở Koeln và Rio de Janeiro. Các công trình này chủ yếu mới là khổng lồ chế nhiệt độ, chưa đạt được sự hoàn thiện và đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật cần thiết. Nhưng cũng từ lúc này đã bắt đầu hình thành hai xu hướng cơ bản là điều hoà tiện nghi cho các phòng ở và điều hoà công nghệ phục vụ các nhu cầu sản xuất.

Đúng vào thời điểm này, một nhân vật quan trọng đã đưa ngành điều hoà không khí của Mỹ nói riêng và của toàn thế giới nói chung đến một bước phát triển rực rỡ, đó là Willis H. Carrier. Chính ông là người đã đưa ra định nghĩa điều hoà không khí là kết hợp sưởi ấm, làm lạnh, gia ẩm, hút ẩm, lọc và rửa không khí, tự động duy trì khổng lồ trạng thái không khí không đổi phục vụ cho mọi yêu cầu tiện nghi hoặc công nghệ.

Năm 1911, Carrier đã lần đầu tiên xây dựng ẩm độ của không khí ẩm và cất nghĩa tính chất nhiệt của không khí ẩm và các phương pháp xử lý để đạt được các trạng thái không khí yêu cầu (Trans.

MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời nói đầu</i>	3
<i>Lịch sử phát triển, mục đích và ý nghĩa của điều hoà không khí</i>	5
Chương 1. CÁC SỐ LIỆU BAN ĐẦU	7
1.1. Chọn các thông số thiết kế trong nhà	7
1.1.1. Nhiệt độ và độ ẩm tiện nghi	7
1.1.2. Điều hoà công nghệ	11
1.1.3. Tiêu chuẩn gió tươi và số lần thay đổi không khí	13
1.1.4. Độ ồn cho phép	16
1.2. Chọn thông số thiết kế ngoài nhà	17
1.2.1. Chọn cấp điều hoà không khí và hệ số đảm bảo	17
1.2.2. Nhiệt độ ngưng tụ	23
1.3. Kiến thức cơ bản về không khí ẩm	24
1.3.1. Định nghĩa và tính chất của không khí ẩm	24
1.3.2. Phân loại không khí ẩm	25
1.3.3. Các thông số cơ bản của không khí ẩm	26
1.3.4. Đồ thị I-d và t-d của không khí ẩm	28
1.3.5. Các quá trình cơ bản của không khí ẩm trên đồ thị I-d	31
1.4. Giới thiệu công trình và chọn hệ thống điều hoà không khí phù hợp	31
1.5. Các nội dung chính của một đồ án môn học và tốt nghiệp	32
1.5.1. Đồ án môn học	32
1.5.2. Đồ án tốt nghiệp	34
Chương 2. PHÂN TÍCH CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ	35
2.1. Phân loại các hệ thống điều hoà không khí	35

2.2. Máy điều hoà phòng RAC	42
2.2.1. Máy điều hoà cửa sổ	42
2.2.2. Máy điều hoà phòng 2 và nhiều cụm	47
2.3. Hệ thống điều hoà (tổ hợp) gọn	54
2.3.1. Máy điều hoà 2 cụm, không ống gió	54
2.3.2. Máy điều hoà tách 2 cụm có ống gió	55
2.3.3. Máy điều hoà dàn ngưng đặt xa	60
2.3.4. Máy điều hoà lắp mái	62
2.3.5. Máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước	64
2.3.6. Máy điều hoà VRV giải nhiệt gió	67
2.3.7. Máy điều hoà VRV giải nhiệt nước	72
2.4. Hệ thống điều hoà trung tâm nước	73
2.4.1. Khái niệm chung	73
2.4.2. Máy làm lạnh nước (Water Chiller)	78
2.4.2.1. Máy làm lạnh nước giải nhiệt nước (Water Cooled Water Chiller)	78
2.4.2.2. Máy làm lạnh nước giải nhiệt gió (air cooled water chiller)	81
2.4.3. Hệ thống nước lạnh, FCU và AHU	84
2.4.3.1. Hệ thống đường ống nước lạnh	84
2.4.3.2. FCU (Fan Coil Unit)	86
2.4.3.3. Các buồng xử lý không khí AHU (Air Handling Unit)	88
2.4.4. Hệ thống nước giải nhiệt	90
2.5. Bảng so sánh các hệ thống điều hoà không khí	91
2.6. Lựa chọn hệ thống điều hoà thích hợp cho công trình	92
	461

Chương 3. TÍNH CÂN BẰNG NHIỆT ẨM BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THỐNG	99
3.1. Đại cương	99
3.2. Tính cân bằng nhiệt	102
3.2.1. Nhiệt toả từ máy móc Q_1	102
3.2.2. Nhiệt toả từ đèn chiếu sáng Q_2	103
3.2.3. Nhiệt toả từ người Q_3	103
3.2.4. Nhiệt toả từ bán thành phẩm Q_4	104
3.2.5. Nhiệt toả từ thiết bị trao đổi nhiệt Q_5	105
3.2.6. Nhiệt toả do bức xạ mặt trời qua cửa kính Q_6	105
3.2.7. Nhiệt toả do bức xạ mặt trời qua bao che Q_7	107
3.2.8. Nhiệt toả do rò lọt không khí qua cửa Q_8	108
3.2.9. Nhiệt thẩm thấu qua vách Q_9	109
3.2.10. Nhiệt thẩm thấu qua trần Q_{10}	110
3.2.11. Nhiệt thẩm thấu qua nền Q_{11}	111
3.2.12. Nhiệt tổn thất bổ sung do gió và hướng vách Q_{bs}	113
3.2.13. Tính kiểm tra đọng sương trên vách	115
3.3. Tính toán lượng ẩm thừa	116
3.3.1. Lượng ẩm do người toả	116
3.3.2. Lượng ẩm bay hơi từ bán thành phẩm	117
3.3.3. Lượng ẩm bay hơi từ sàn ẩm	118
3.3.4. Lượng ẩm do hơi nước nóng toả ra	118
3.4. Các quá trình cơ bản trên đồ thị I - d	118
3.4.1. Các thông số cơ bản của không khí ẩm	118
3.4.2. Quá trình hoà trộn	119

3.4.3. Quá trình sưởi ấm không khí	121
3.4.5. Quá trình tăng ấm bằng nước và hơi	122
3.5. Thành lập và tính toán sơ đồ điều hoà không khí	124
3.5.1. Sơ đồ thẳng	124
3.5.2. Sơ đồ tuần hoàn không khí 1 cấp	128
3.5.3. Sơ đồ tuần hoàn hai cấp	132
3.5.4. Sơ đồ phun ẩm bổ sung trong gian máy	135
Chương 4. TÍNH CÂN BẰNG NHIỆT ẤM BẰNG PHƯƠNG PHÁP CARRIER	141
4.1. Đại cương	141
4.2. tính nhiệt hiện thừa và nhiệt ẩn thừa	142
4.2.1. Nhiệt hiện bức xạ qua kính Q_{11}	142
4.2.2. Nhiệt hiện truyền qua mái bằng bức xạ và do Δt : Q_{21}	161
4.2.3. Nhiệt hiện truyền qua vách Q_{22}	165
4.2.4. Nhiệt hiện truyền qua nền Q_{23}	170
4.2.5. Nhiệt hiện toả do đèn chiếu sáng Q_{31}	171
4.2.6. Nhiệt hiện toả do máy móc Q_{32}	172
4.2.7. Nhiệt hiện và ẩn do người toả Q_4	173
4.2.8. Nhiệt hiện và ẩn do gió tươi mang vào Q_{hN} và Q_{aN}	176
4.2.9. Nhiệt hiện và ẩn do gió lọt Q_{sh} và Q_{sa}	177
4.2.10. Các nguồn nhiệt khác	178
4.2.11. Xác định phụ tải lạnh	180
4.3. Các quá trình cơ bản trên ẩm độ	181
4.3.1. Xác định các thông số trạng thái không khí trên ẩm độ	181

4.3.2. Quá trình hoà trộn (xem thêm phần 3.4)	182
4.3.3. Quá trình sưởi ấm không khí đẳng ẩm dung	184
4.3.4. Quá trình làm lạnh và khử ẩm	184
4.3.5. Quá trình tăng ẩm bằng nước và hơi	185
4.4. Thành lập và tính toán sơ đồ điều hoà không khí	186
4.4.1. Sơ đồ tuần hoàn một cấp	186
4.4.2. Sơ đồ tuần hoàn 2 cấp	205
4.4.3. Sơ đồ thẳng	208
Chương 5. TÍNH CHỌN MÁY VÀ THIẾT BỊ CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ	212
5.1. Khái niệm chung	212
5.1.1. Ba vấn đề cơ bản	212
5.1.2. Hệ số lạnh ϵ , COP, EER và hệ số lạnh giảm tải IPLV	213
5.1.3. Các nhân tố ảnh hưởng đến hệ số COP và IPLV	215
5.1.4. Những nhân tố ảnh hưởng tới năng suất lạnh của máy ĐHKK	217
5.1.5. Định nghĩa một số loại năng suất lạnh	217
5.2. Tính chọn máy ĐHKK phòng RAC (gió/gió)	220
5.3. Tính chọn máy điều hoà gọn PAC	223
5.3.1. Máy điều hoà gọn PAC giải nhiệt gió (gió/gió)	223
5.3.2. Máy điều hoà VRV giải nhiệt gió	226
5.3.3. Máy điều hoà PAC giải nhiệt nước (nước/gió)	236
5.4. Chọn máy làm lạnh nước WC	238
5.4.1. Chọn máy làm lạnh nước giải nhiệt nước WCWC	238
5.4.2. Chọn máy làm lạnh nước giải nhiệt gió ACWC	242

5.5. Tính chọn tháp giải nhiệt	244
5.6. Chọn FCU và AHU	250
Chương 6. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG NƯỚC	253
6.1. Đại cương	253
6.1.1. Vật liệu ống	254
6.1.2. Tốc độ nước	260
6.1.3. Van và các phụ kiện	261
6.1.4. Tổn thất áp suất	264
6.1.4.1. Xác định ảnh hưởng của áp suất theo phương pháp hệ số trở kháng	264
6.1.4.2. Xác định tổn thất áp suất theo phương pháp đồ thị	270
6.2. Sơ đồ hệ thống đường ống nước	279
6.2.1. Sơ đồ nguyên lý	279
6.2.2. Sự phân bố nước không đồng thời	283
6.2.3. Các thiết bị phụ	288
6.2.3.1. Bình dẫn nở	288
6.2.3.2. Phin lọc cặn	290
6.2.3.3. Nhiệt kế và áp kế	291
6.2.3.4. Lỗ xả khí	291
6.2.4. Sơ đồ lắp đặt đường ống	291
6.2.4.1. Sơ đồ đường ống dẫn lạnh	292
6.2.4.2. Sơ đồ đường ống bình bay hơi	298
6.2.4.3. Sơ đồ đường ống bình ngưng tụ	298
6.2.4.4. Sơ đồ đường ống tháp giải nhiệt	302

6.2.4.5. Sơ đồ đường ống cho bơm	304
6.2.4.6. Sơ đồ đường ống cho bình dẫn nở	306
6.2.4.7. Sơ đồ đường ống xả nước ngưng	307
6.2.4.8. Sơ đồ bố trí Tê, Cút	308
6.3. Bơm nước li tâm	309
6.3.1. Khái niệm chung	309
6.3.2. Đặc tính bơm	320
6.3.3. Tính chọn bơm	323
6.3.4. Một số loại bơm li tâm	325
Chương 7. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG GIÓ	326
7.1. Khái niệm chung	326
7.2. Tổ chức trao đổi không khí trong không gian điều hoà	328
7.2.1. Các phòng nhỏ	328
7.2.2. Các không gian lớn và phức tạp	331
7.3. Các thiết bị phụ của đường ống gió	333
7.3.1. Chớp gió	335
7.3.2. Phin lọc gió	335
7.3.3. Van gió	336
7.3.4. Van chặn lửa	337
7.3.5. Bộ sưởi không khí	338
7.3.6. Hộp điều chỉnh lưu lượng	339
7.3.7. Hộp tiêu âm	340
7.3.8. Miệng thổi, miệng hút	341
7.4. Tính toán hệ thống ống gió bằng phương pháp đồ thị	348

7.4.1. Khái niệm chung	348
7.4.2. Lựa chọn tốc độ không khí đi trong ống	348
7.4.3. Đường kính tương đương	350
7.4.4. Xác định tổn thất áp suất ống gió bằng đồ thị	353
7.4.5. Phương pháp thiết kế đường ống gió	355
7.4.5.1. Phương pháp giảm dần tốc độ	355
7.4.5.2. Phương pháp ma sát đồng đều	355
7.4.6. Ví dụ tính toán đường ống gió theo phương pháp ma sát đồng đều	358
7.5. Tính toán hệ thống ống gió bằng phương pháp bảng số	371
7.5.1. Khái niệm chung	371
7.5.2. Lựa chọn tốc độ không khí đi trong ống	372
7.5.3. Thông số kỹ thuật đường ống gió	373
7.5.4. Tổn thất áp suất trên đường ống gió	374
7.5.4.1. Tổn thất ma sát	375
7.5.4.2. Tổn thất áp suất cục bộ	378
7.5.5. Ví dụ tính toán đường ống gió bằng phương pháp bảng số	378
7.6. Tính chọn quạt	383
7.6.1. Khái niệm chung	383
7.6.2. Quạt li tâm	388
7.6.3. Quạt hướng trục	392
7.6.4. Quạt ngang dòng (quạt lồng sóc)	394
Phụ lục	396
Tài liệu tham khảo	430
	467