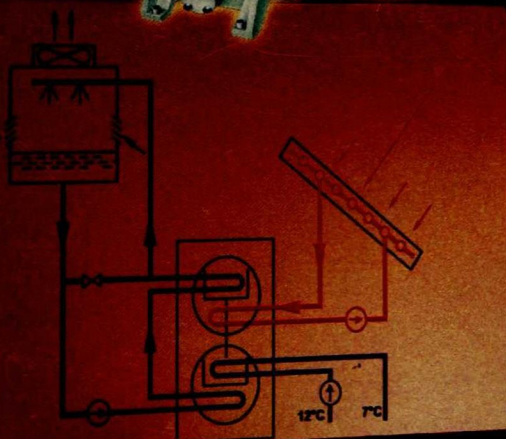
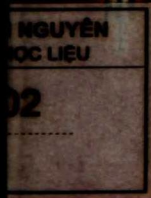


TS. LÊ NGUYỄN MINH

GIÁO TRÌNH

NHIỆT ĐỘNG KỸ THUẬT

(DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHỐI KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH)



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LÊ NGUYỄN MINH

GIÁO TRÌNH NHIỆT ĐỘNG KỸ THUẬT

Dùng cho các trường Đại học khối Kỹ thuật Công trình

(Tái bản lần thứ nhất)



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Công ty Cổ phần sách Đại học - Dạy nghề – Nhà xuất bản Giáo dục giữ quyền công bố tác phẩm.
Mọi tổ chức, cá nhân muốn sử dụng tác phẩm dưới mọi hình thức phải được sự đồng ý của chủ sở hữu quyền tác giả.

04-2009/CXB/525-2117/GD

Mã số : 7K781y9 – DAI

MỤC LỤC

	Trang	
	9	
Lời nói đầu	9	
Chương 1	NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN CỦA NHIỆT ĐỘNG KỸ THUẬT	11
1.1.	Những khái niệm cơ bản	12
1.1.1.	Hệ thống đơn vị quốc tế SI (System International)	12
1.1.2.	Hệ nhiệt động, chất môi giới và nguồn nhiệt	12
1.1.3.	Nguyên lý làm việc của máy nhiệt	15
1.2.	Thông số trạng thái của chất môi giới	17
1.2.1.	Nhiệt độ	17
1.2.2.	Dãn nở nhiệt	19
1.2.3.	Thể tích riêng	21
1.2.4.	Áp suất	22
1.3.	Nhiệt	25
1.3.1.	Nhiệt lượng	25
1.3.2.	Nhiệt dung riêng và cách tính nhiệt lượng	25
1.4.	Công	28
1.4.1.	Công thay đổi thể tích	28
1.4.2.	Công kỹ thuật	29
1.5.	Hàm trạng thái của khí lý tưởng	30
1.5.1.	Nội năng	30
1.5.2.	Năng lượng đẩy	30
1.5.3.	Entanpi	31
1.5.4.	Entropi	31
1.6.	Định luật nhiệt động 1	32
1.6.1.	Năng lượng toàn phần của hệ nhiệt động	32
1.6.2.	Phương trình của định luật 1 cho hệ kín	32
1.6.3.	Phương trình định luật 1 cho hệ hở	33
1.6.4.	Ứng dụng định luật 1	34
1.6.5.	Hiệu suất nhiệt	34
Chương 2	QUÁ TRÌNH NHIỆT ĐỘNG CỦA KHÍ VÀ HƠI	35
2.1.	Khí lý tưởng	35
2.2.	Nhiệt dung riêng, nội năng và entanpi	35
2.3.	Phương trình trạng thái của khí lý tưởng	35
2.4.	Các quá trình nhiệt động cơ bản của khí lý tưởng	37
2.4.1.	Quá trình đa biến	37
2.4.2.	Các trường hợp riêng của quá trình đa biến.	40
2.4.3.	Biểu diễn các quá trình nhiệt động cơ bản trên đồ thị p – v	41
2.5.	Quá trình nén khí và hơi	44
2.5.1.	Khái niệm về máy nén khí	44
2.5.2.	Phân loại máy nén	44

2.6.	Máy nén Piston một cấp lý tưởng	48
2.6.1.	Các quá trình trong máy nén Piston một cấp lý tưởng	48
2.6.2.	Công tiêu tốn trong máy nén Piston một cấp lý tưởng	50
2.7.	Máy nén Piston một cấp thực	50
2.7.1.	Ảnh hưởng của thể tích thừa	50
2.7.2.	Công của máy nén Piston một cấp thực	51
2.7.3.	Nhiệt trong quá trình nén	51
2.8.	Máy nén Piston nhiều cấp	52
2.8.1.	Các quá trình trong máy nén Piston hai cấp lý tưởng	53
2.8.2.	Tỷ số nén của các cấp	53
2.8.3.	Công của máy nén nhiều cấp	54
2.8.4.	Nhiệt toả ra trong các cấp nén và trong quá trình làm mát trung gian	54
2.9.	Quá trình lưu động của khí và hơi	54
2.9.1.	Một số khái niệm và công thức cơ bản	54
2.9.2.	Tốc độ âm thanh	55
2.9.3.	Quan hệ giữa tốc độ và áp suất của dòng	55
2.9.4.	Quan hệ giữa tốc độ và hình dạng ống	56
2.9.5.	Xác định tốc độ của dòng khí tại cửa ra của ống tăng tốc	57
2.9.6.	Ống tăng tốc trong kỹ thuật thông gió	58
2.10.	Quá trình tiết lưu	58
2.10.1.	Đặc điểm của quá trình tiết lưu	58
2.10.2.	Hiệu ứng Jun – Tomson (Joule – Thomson)	60
2.10.3.	Quá trình tiết lưu của chất lỏng ở nhiệt độ bão hoà	61
Chương 3	CHU TRÌNH CỦA CHẤT KHÍ	63
3.1.	Khái niệm cơ bản	63
3.1.1.	Chu trình nhiệt động	63
3.1.2.	Chiều của chu trình	63
3.1.3.	Công của chu trình	64
3.1.4.	Hiệu suất nhiệt	66
3.1.5.	Chỉ số hiệu quả làm lạnh và chỉ số hiệu quả bơm nhiệt	66
3.2.	Chu trình Carnot	68
3.3.	Định luật nhiệt động thứ hai	69
3.3.1.	Hàm trạng thái Entropi	69
3.3.2.	Biểu thức giải tích của định luật nhiệt động thứ hai	70
3.3.3.	Biến đổi Entropi trong quá trình thuận nghịch và không thuận nghịch	70
3.3.4.	Biến đổi Entropi trong quá trình đoạn nhiệt	71
3.3.5.	Đồ thị T – s	72
3.3.6.	Đồ thị i – s	72
3.4.	Chu trình động cơ nhiệt	73
3.4.1.	Sơ lược lịch sử phát triển động cơ đốt trong	73
3.4.2.	Phân loại động cơ đốt trong	74
3.4.3.	Chu trình động cơ đốt trong cấp nhiệt đẳng tích	76
3.4.4.	Chu trình động cơ đốt trong cấp nhiệt đẳng áp	78

3.4.5.	Chu trình động cơ đốt trong cấp nhiệt hỗn hợp – Seiliger	80
3.4.6.	So sánh hiệu suất của các chu trình động cơ đốt trong	82
3.5.	Chu trình tuabin khí cấp nhiệt đẳng áp	83
3.5.1.	Sơ đồ nguyên lý	83
3.5.2.	Ưu điểm so với động cơ đốt trong	84
3.5.3.	Hiệu suất chu trình tuabin khí cấp nhiệt đẳng áp	85
3.6.	Chu trình tuabin khí cấp nhiệt đẳng áp có hồi nhiệt	86
3.7.	Hệ thống tuabin khí và máy lạnh hấp thụ	87
Chương 4	CHU TRÌNH THUẬN CHIỀU CỦA KHÍ THỰC	89
4.1.	Sự thay đổi trạng thái và chuyển pha của đơn chất	89
4.1.1.	Đồ thị pha	89
4.1.2.	Sự thăng hoa – ngưng kết, nóng chảy – đông đặc và hoá hơi – ngưng tụ	92
4.2.	Quá trình hoá hơi đẳng áp của các chất lỏng	92
4.2.1.	Quá trình hoá hơi đẳng áp	92
4.2.2.	Quá trình hoá hơi đẳng áp của nước	93
4.3.	Phương trình trạng thái của khí thực	95
4.4.	Bảng số và đồ thị của hơi nước	96
4.4.1.	Bảng hơi nước	96
4.4.2.	Đồ thị hơi nước	98
4.5.	Chu trình thiết bị động lực học hơi nước	100
4.5.1.	Chu trình Rankine	101
4.5.2.	Những nhân tố ảnh hưởng tới hiệu suất nhiệt của chu trình Rankine	102
Chương 5	CHU TRÌNH THIẾT BỊ LÀM LẠNH	106
5.1.	Môi chất lạnh (MCL)	106
5.1.1.	Các đặc tính cơ bản của MCL	106
5.1.2.	Phân loại	107
5.1.3.	Một số MCL hữu cơ và hạn định sử dụng	108
5.1.4.	MCL vô cơ	111
5.1.5.	Hạn định sử dụng và thay thế các MCL quan trọng	111
5.2.	Đồ thị lgp – i của MCL	113
5.2.1.	MCL đơn chất và hỗn hợp MCL đồng sôi	113
5.2.2.	Hỗn hợp MCL không đồng sôi	114
5.3.	Bảng MCL	115
5.3.1.	Bảng MCL đơn chất và MCL đồng sôi	115
5.3.2.	Bảng hỗn hợp MCL không đồng sôi	115
5.4.	Chu trình máy lạnh kiểu máy nén	116
5.4.1.	Chu trình máy lạnh kiểu máy nén hơi một cấp	116
5.4.2.	Chỉ số hiệu quả năng lượng thực của máy lạnh	119
5.4.3.	Chu trình máy lạnh kiểu máy nén ly tâm 2 cấp	121
5.5.	Chu trình bơm nhiệt	123
5.5.1.	Sơ đồ nguyên lý bơm nhiệt	123
5.5.2.	Sơ đồ kỹ thuật máy lạnh – bơm nhiệt	123
5.5.3.	Các nhân tố ảnh hưởng đến chỉ số hiệu quả năng lượng của bơm nhiệt	124

5.6.	Chu trình máy lạnh hấp thụ	126
5.6.1.	Chất làm lạnh	126
5.6.2.	Sơ đồ nguyên lý máy lạnh hấp thụ	127
5.6.3.	Hệ số làm lạnh lý thuyết	128
Chương 6	KHÔNG KHÍ ẨM	129
6.1.	Khái niệm không khí ẩm	129
6.1.1.	Thành phần của không khí ẩm	129
6.1.2.	Thông số trạng thái của không khí ẩm	131
6.2.	Phân loại không khí ẩm	132
6.3.	Các thông số trạng thái của không khí ẩm	134
6.3.1.	Độ ẩm tuyệt đối	134
6.3.2.	Độ ẩm tương đối φ	135
6.3.3.	Độ chứa hơi (dung ẩm) d	135
6.3.4.	Khối lượng riêng của không khí ẩm	135
6.3.5.	Entanpi (Nhiệt hàm)	136
6.4.	Đồ thị của không khí ẩm	137
6.4.1.	Đồ thị $l - d$ của không khí ẩm	137
6.4.2.	Các thông số nhiệt - ẩm khác trên đồ thị $l - d$	139
6.4.3.	Đồ thị $t - d$ của không khí ẩm	140
6.5.	Quá trình hoà trộn không khí	141
6.6.	Quá trình sấy nóng và làm lạnh không khí ẩm ($d = const$)	142
6.7.	Quá trình làm lạnh tách ẩm	142
6.8.	Quá trình làm lạnh tách ẩm và sấy nóng không khí	143
6.9.	Quá trình tăng ẩm đoạn nhiệt	144
6.10.	Quá trình tăng ẩm đẳng nhiệt	145
6.11.	Quá trình trao đổi nhiệt ẩm đa biến	146
6.12.	Quá trình hút ẩm	147
6.12.1.	Quá trình hút ẩm hấp thụ và làm mát	147
6.12.2.	Quá trình hút ẩm hấp phụ và làm lạnh	148
Chương 7	TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG TRONG CÔNG TRÌNH	150
7.1.	Mục tiêu tiết kiệm năng lượng	150
7.2.	Phương pháp đánh giá hiệu quả sử dụng năng lượng	151
7.2.1.	Hiệu suất nhiệt	152
7.2.2.	Chỉ số hiệu quả năng lượng của thiết bị lạnh	152
7.2.3.	Hiệu suất excecgi	153
7.3.	Tiêu thụ năng lượng trong công trình	155
7.3.1.	Phụ tải lạnh của hệ thống điều hoà không khí	155
7.3.2.	Phụ tải nhiệt	156
7.4.	Cung cấp Nhiệt - Lạnh cho hệ thống ĐHKK	156
7.4.1.	Thiết bị cung cấp lạnh cho hệ thống ĐHKK	157
7.4.2.	Thiết bị cung cấp Nhiệt	159
7.5.	Phương pháp đánh giá tiêu thụ điện của hệ thống ĐHKK	163
7.5.1.	Chỉ số hiệu quả năng lượng của thiết bị lạnh	163

7.5.2.	Chỉ số tiêu thụ điện non tải tích hợp năm của chiller theo ARI 550/590 (USA)	164
7.5.3.	Công thức xác định tiêu thụ điện của hệ thống ĐHKK	165
7.5.4.	Tiêu thụ điện của hệ thống ĐHKK sử dụng Chiller	166
7.5.5.	Tiêu thụ điện của hệ thống ĐHKK sử dụng máy làm lạnh trực tiếp	169
7.6.	Giải pháp cung cấp năng lượng hợp lý	169
7.6.1.	Cung cấp lạnh cho ĐHKK	169
7.6.2.	Cung cấp Nhiệt – Lạnh đồng thời bằng máy lạnh thu hồi nhiệt (Heat – Recovery – Chiller)	169
7.6.3.	Cung cấp nhiệt	171
7.6.4.	Cung cấp Nhiệt – Lạnh bằng chu trình ghép Chiller – Bơm nhiệt	172
7.7	Dự trữ lạnh bằng nhiệt ẩn chuyển pha	174
7.7.1	Tiết kiệm chi phí vận hành hệ thống ĐHKK bằng giải pháp dự trữ lạnh chuyển pha	174
7.7.2	Đặc tính kỹ thuật của bình tích lạnh chuyển pha	176
7.7.3	Hiệu quả tiết kiệm chi phí vận hành	176
	PHỤ LỤC	178
	A. Bảng đổi đơn vị	
	Phụ lục 1 : Đổi đơn vị hệ SI - hệ Anh / Mỹ	178
	Phụ lục 2 : Đổi đơn vị áp suất	181
	Phụ lục 3 : Đổi nhiệt độ °F↔°C	182
	B. Bảng thông số vật lý	
	Phụ lục 4 : Thông số vật lý của một số chất khí (ở điều kiện 0°C, p = 1,01325 bar)	184
	Phụ lục 5 : Thông số nhiệt động của một số chất p = 1,01325 bar	185
	Phụ lục 6 : Thông số nhiệt vật lý của một số chất p = 1,01325 bar	185
	Phụ lục 7: Hệ số dẫn nở dài của vật rắn	186
	Phụ lục 8: Hệ số dẫn nở thể tích β của chất lỏng ở áp suất 1 bar, nhiệt độ 20°C	187
	Phụ lục 9: Nhiệt dung riêng trung bình phụ thuộc vào nhiệt độ (trong khoảng 0°C ÷ 1500°C)	188
	C. Bảng quy chuẩn xây dựng việt nam – QCXDVN 9/2005	
	Phụ lục 10 : Máy điều hoà không khí và dàn ngưng (cụm nóng) hoạt động bằng điện năng	189
	Phụ lục 11 : Các đơn nguyên sản xuất nước lạnh – các yêu cầu tối thiểu về hiệu suất	190
	D. Bảng chỉ số hiệu quả máy làm lạnh nước (chiller) – Hoa Kỳ	
	Phụ lục 12 : Bảng quy chuẩn chỉ số hiệu quả máy làm lạnh nước (Chiller)	191
	Phụ lục 13 : Bảng chỉ số hiệu quả máy làm lạnh nước (Chiller) của các nhà sản xuất Hoa Kỳ	192
	Phụ lục 14 : Một số loại máy nén điển hình	194

E. Bảng số và đồ thị hơi nước

Phụ lục 15 : Nước trên đường bão hoà (theo áp suất p)	195
Phụ lục 16: Nước trên đường bão hoà (theo nhiệt độ)	196
Phụ lục 17 : Nước chưa sôi và hơi quá nhiệt (theo áp suất p)	203
Đồ thị i – s của nước	209

G. Bảng số và đồ thị Môi chất lạnh

Đồ thị áp suất của một số MCL	210
Phụ lục 18 : Môi chất lạnh CFC12 (R12)	211
Phụ lục 19 : Môi chất lạnh HCFC 123 (R123)	214
Phụ lục 20 : Môi chất lạnh HCFC 22 (R22)	216
Phụ lục 21 : Môi chất lạnh HFC134a (R134a)	219
Phụ lục 22 : Môi chất lạnh HFC 404A (R404A)	222
Phụ lục 23 : Môi chất lạnh HFC 407C (R407C)	225
Phụ lục 24 : Môi chất lạnh HFC 410A (R410A)	228
Phụ lục 25 : Môi chất lạnh R717 (NH ₃)	231
Phụ lục 26 : Môi chất lạnh R744 (CO ₂)	234
Đồ thị môi chất lạnh R12	236
Đồ thị môi chất lạnh R123	237
Đồ thị môi chất lạnh R22	238
Đồ thị môi chất lạnh R134a	239
Đồ thị môi chất lạnh R407C	240
Đồ thị môi chất lạnh R410A	241
Đồ thị môi chất lạnh R404A	242
Đồ thị môi chất lạnh R717 (NH ₃)	243
Đồ thị môi chất lạnh R744 (CO ₂)	244
Đồ thị môi chất lạnh R718 (H ₂ O)	245

H. Bảng số và đồ thị không khí ẩm

Phụ lục 27 : Bảng phân áp suất và độ ẩm tuyệt đối của hơi nước trong Không khí ẩm bão hoà	246
Đồ thị i – d Mollier của không khí ẩm	247
Đồ thị i – d của không khí ẩm (t = 0°C - 200°C)	248
Đồ thị i – d của không khí ẩm ($\epsilon = \Delta i / \Delta d$)	249
Đồ thị t – d Carrier của không khí ẩm	250
TÀI LIỆU THAM KHẢO	251