

NGUYỄN ĐỨC LỢI - PHẠM VĂN TÙY - ĐINH VĂN THUẬN

KỸ THUẬT LẠNH

ỨNG DỤNG

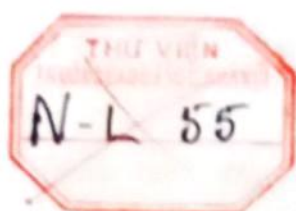


MÁY SẢN XUẤT NƯỚC LẠNH
MÁY NÉN LI TÂM (CARRIER)
 $Q_0 = 700 - 4200 \text{KW}$



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

NGUYỄN ĐỨC LỢI - PHẠM VĂN TÙY - ĐINH VĂN THUẬN



KỸ THUẬT LẠNH ỨNG DỤNG

(Tái bản lần thứ hai có bổ sung)



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn Giáo trình "Kỹ thuật lạnh ứng dụng" là phần 2 của giáo trình "Kỹ thuật lạnh".

Giáo trình giới thiệu về các tổ hợp lạnh cụ thể, về tính toán thiết kế kho lạnh, phương pháp làm lạnh chất lỏng, chất khí, tủ lạnh gia đình, máy lạnh thương nghiệp và buồng lạnh lắp ghép, các phương pháp và máy sản xuất nước đá, đá khô, các ứng dụng của kỹ thuật lạnh trong công nghiệp thực phẩm, kỹ thuật bơm nhiệt, điều hòa không khí, vận tải lạnh cũng như các ứng dụng khác trong các ngành y tế, thể thao, cơ khí, quang học, điện tử, hóa học, khí hóa lỏng, xây dựng, vật liệu, nông, lâm, ngư nghiệp... và kể cả kỹ thuật cryô.

Giáo trình nhằm trang bị cho sinh viên ngành Nhiệt - Lạnh cũng như các cử nhân cao đẳng ngành Điện - Lạnh những kiến thức cơ sở về ứng dụng lạnh trong các ngành kinh tế quốc dân. Tuy nhiên giáo trình cũng rất bổ ích đối với các cán bộ, kỹ sư, công nhân các ngành liên quan như thực phẩm, hóa, dệt, sợi, công nghiệp hóa lỏng khí đốt, y tế thể dục thể thao, du lịch... những người muốn đi sâu tìm hiểu và tự bồi dưỡng về kỹ thuật lạnh.

Phân công biên soạn :

PGS-TS Nguyễn Đức Lợi : chương 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12 và 14.

PGS-TS Phạm Văn Tuy : chương 10, 13, 16, 17, 18, 19

GVC-KS Đinh Văn Thuận : chương 5, 8 và 15.

Chúng tôi chân thành cảm ơn Viện KHCN Nhiệt Lạnh, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã giúp đỡ hoàn thành giáo trình, cảm ơn các đồng nghiệp đã góp ý xây dựng đề cương và nội dung cuốn sách.

Cuốn sách chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót. Chúng tôi mong nhận được các ý kiến đóng góp xây dựng giáo trình. Các ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Giáo dục hoặc Bộ môn Kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí Viện Nhiệt Lạnh Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

Tel. 8222393 hoặc nhà riêng 7165860.

CÁC TÁC GIẢ

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Chương 1 TỔ HỢP LẠNH	
1.1. Phân loại	4
1.2. Tổ máy nén	5
1.3. Tổ máy nén ngưng tụ	13
1.4. Tổ máy nén bay hơi	14
1.5. Các tổ hợp thiết bị	14
1.6. Các tổ hợp lạnh hoàn chỉnh	15
Chương 2 KHO LẠNH	
2.1. Đại cương	17
2.2. Phân loại kho lạnh	17
2.3. Phân loại phòng lạnh	18
2.4. Dung tích và tiêu chuẩn chất tải	19
2.5. Xác định kích thước và số lượng phòng lạnh	20
2.6. Quy hoạch mặt bằng kho lạnh	22
2.6.1 Yêu cầu chung	22
2.6.2 Dung tích và ứng dụng của kho lạnh	22
2.6.3 Tính toán kinh tế	23
2.6.4 Chọn mặt bằng xây dựng	23
2.6.5 Xưởng nước đá kèm theo	24
2.6.6 Hình khối kho lạnh	25
2.6.7 Phân bố diện tích các phòng	26
2.6.8 Định hướng bố trí các phòng	28
2.7. Kết cấu xây dựng, cách nhiệt và cách ẩm	32
2.7.1 Kết cấu xây dựng	32
2.7.2 Cách nhiệt lạnh	35
2.7.3 Cách ẩm	40
2.7.4 Cửa phòng lạnh	41
2.8. Phương pháp làm lạnh phòng	42
2.8.1 Phân loại	42
2.8.2 Làm lạnh trực tiếp	43
2.8.3 Làm lạnh gián tiếp	44
2.8.4 Các thiết bị làm lạnh không khí và cách bố trí	45
Chương 3 TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NHIỆT	
3.1. Đại cương	49
3.2. Dòng nhiệt qua kết cấu bao che Q_1	50
3.3. Dòng nhiệt do sản phẩm tỏa ra Q_2	52
3.4. Dòng nhiệt do thông gió phòng lạnh Q_3	56
3.5. Các dòng nhiệt vận hành Q_4	57
3.6. Dòng nhiệt do hóa, quả "hồ hấp" Q_5	58
3.7. Bảng tổng hợp các kết quả tính toán	59
3.8. Xác định phụ tải nhiệt cho máy nén và thiết bị	60
Chương 4 SƠ ĐỒ HỆ THỐNG LẠNH	
4.1. Sơ đồ hệ thống lạnh cỡ nhỏ	62
4.2. Sơ đồ hệ thống lạnh cỡ trung dạng tổ hợp freon và amoniắc	66
4.3. Sơ đồ hệ thống lạnh cỡ trung và cỡ lớn amoniắc	69
4.3.1 Cụm máy nén một cấp nhiều nhiệt độ sôi	69
4.3.2 Cụm máy nén hai cấp	70
4.3.3 Cụm ngưng tụ và trạm tiết lưu	71
4.3.4 Sơ đồ cấp lỏng cho dàn lạnh	71
4.3.5 Các sơ đồ hệ thống không dùng bơm	73
4.3.6 Các sơ đồ hệ thống có bơm	78
4.3.7 Sơ đồ dùng chất tải lạnh	83

Chương 5 : LẠM LẠNH CHẤT LỎNG VÀ CHẤT KHÍ

5.1. Thiết bị làm lạnh chất lỏng	89
5.1.1 Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu dòng chảy	90
5.1.2 Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tích lạnh	93
5.1.3 Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tiếp xúc	97
5.1.4 Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu bay hơi khuếch tán	98
5.1.5 Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu gián tiếp	99
5.2. Làm lạnh khí và hơi	101
5.2.1 Làm lạnh khí không có thành phần ngưng tụ	101
5.2.2 Làm lạnh hơi (ngưng tụ)	103
5.2.3 Làm lạnh hỗn hợp khí và hơi	104
5.2.4 Làm lạnh hỗn hợp khí với các phần tử rắn	105

Chương 6 : ỨNG DỤNG LẠM TRONG CÔNG NGHIỆP THỰC PHẨM

6.1. Một số phương pháp bảo quản thực phẩm	107
6.1.1 Phương pháp đông lạnh	107
6.1.2 Phương pháp sấy khô	108
6.1.3 Phương pháp sử dụng chất kháng sinh	109
6.1.4 Phương pháp sử dụng các chất khí ozon, cacbonic	109
6.1.5 Phương pháp sử dụng bao bì đóng gói	110
6.2. Cơ sở lý thuyết về làm lạnh thực phẩm	110
6.2.1 Các nguyên nhân gây hư hỏng thực phẩm	110
6.2.2 Các biến đổi chính trong quá trình làm lạnh thực phẩm	111
6.2.3 Phương pháp làm lạnh thực phẩm	113
6.2.4 Phương pháp kết đông thực phẩm	114
6.3. Sản xuất kem	127
6.4. Ứng dụng trong công nghiệp rượu bia	128
6.4.1 Sản xuất bia	128
6.4.2 Sản xuất rượu vang (rượu nho)	132
6.4.3 Sản xuất nước khoáng và nước uống không có cồn	132
6.5. Sấy thăng hoa	133
6.5.1 Nguyên lý làm việc	133
6.5.2 Các đặc điểm của sản phẩm sấy thăng hoa	134
6.5.3 Phạm vi ứng dụng	134
6.5.4 Cấu tạo của thiết bị sấy thăng hoa	134

Chương 7 : TỦ LẠNH GIA ĐÌNH

7.1. Đại cương	136
7.1.1 Các đặc tính kỹ thuật của tủ lạnh	136
7.1.2 Đặc trưng công suất đông cơ và dung tích tủ	137
7.1.3 Đặc trưng nhiệt độ của tủ	138
7.1.4 Hệ số thời gian làm việc	138
7.1.5 Chỉ tiêu tiêu thụ điện	139
7.2. Tủ lạnh nén hơi	139
7.2.1 Nguyên lý làm việc hệ thống lạnh của tủ lạnh	140
7.2.2 Sơ đồ hệ thống lạnh hai và nhiều buồng	140
7.2.3 Các chi tiết của máy lạnh nén hơi	143
7.3. Tủ lạnh hấp thụ và tủ lạnh nhiệt điện	153
7.4. Thử nghiệm tủ lạnh gia đình	154

Chương 8 : MÁY LẠM THƯƠNG NGHIỆP VÀ BUỒNG LẠM LẮP GHEP

8.1. Đại cương	155
8.2. Phân loại	155
8.3. Những đặc điểm chung của thiết bị lạnh thương nghiệp	156
8.3.1 Yêu cầu chung	156
8.3.2 Chế độ nhiệt độ, khả năng chất tải	156
8.3.3 Cấu tạo chung	157
8.3.4 Hệ thống lạnh	158
8.4. Một số loại thiết bị lạnh thương nghiệp	160
8.4.1 Tủ lạnh, thùng lạnh, tủ đông và kết đông	160
8.4.2 Tủ kính lạnh, quầy kính lạnh, tủ kính đông và quầy kính đông	162
8.4.3 Các loại tủ, quầy lạnh đông hồ, các giá lạnh đông hồ	163
8.4.4 Các loại thiết bị lạnh thương nghiệp khác	165
8.5. Kho lạnh thương nghiệp	165
8.6. Buồng lạnh lắp ghép	166

Chương 9 : SẢN XUẤT VÀ SỬ DỤNG NƯỚC ĐÁ	
9.1. Tính chất vật lý và phân loại nước đá	171
9.1.1 Tính chất vật lý	171
9.1.2 Phân loại nước đá	171
9.1.3 Nước đá đục	173
9.1.4 Nước đá trong suốt	173
9.1.5 Nước đá pha lê	174
9.1.6 Một số loại nước đá khác	174
9.1.7 Hình dạng nước đá	174
9.2. Một số phương pháp sản xuất nước đá	175
9.2.1 Bể nước đá khối	175
9.2.2 Phương pháp Vilbushevich	180
9.2.3 Phương pháp Fechner và Grasso	182
9.2.4 Máy làm đá mảnh Flak-Ice của Crosby Field	183
9.2.5 Máy làm đá tuyết Pak-Ice của Taylor	183
9.2.6 Máy làm đá mảnh của Short và Raver	184
9.2.7 Máy làm đá ống	186
9.2.8 Máy làm đá cỡ nhỏ	187
9.3. Bảo quản và vận chuyển nước đá	188
9.3.1 Đá khối	189
9.3.2 Đá mảnh	191
9.3.3 Máy chấu đá	192
Chương 10 : KỸ THUẬT SẢN XUẤT ĐÁ KHÔ	
10.1. Tính chất vật lý của đá khô	193
10.2. Làm lạnh bằng đá khô	193
10.3. Nguồn nguyên liệu để sản xuất đá khô	194
10.4. Phương pháp sản xuất đá khô	194
10.4.1 Đại cương	194
10.4.2 Sản xuất đá khô theo chu trình áp suất cao	195
10.4.3 Sản xuất đá khô theo chu trình áp suất trung bình	197
10.5. Bảo quản đá khô	198
Chương 11 : BƠM NHIỆT	
11.1. Khái quát về bơm nhiệt	199
11.2. Các phương pháp đánh giá hiệu quả năng lượng	201
11.2.1 Hệ số nhiệt của bơm nhiệt	201
11.2.2 So sánh các phương án cấp nhiệt	202
11.2.3 Đánh giá hiệu quả của bơm nhiệt	204
11.3. Bơm nhiệt và các thành phần cơ bản của bơm nhiệt	205
11.3.1 Môi chất và cặp môi chất	205
11.3.2 Máy nén lạnh	206
11.3.3 Các thiết bị trao đổi nhiệt	208
11.3.4 Thiết bị phụ của bơm nhiệt	208
11.3.5 Thiết bị ngoại vi của bơm nhiệt	209
11.4. Ứng dụng của bơm nhiệt trong nền kinh tế quốc dân	210
11.4.1 Ứng dụng bơm nhiệt trong công nghiệp sấy, hút ẩm	210
11.4.2 Ứng dụng bơm nhiệt trong công nghiệp chưng cất, bay hơi, cô đặc	215
11.4.3 Ứng dụng bơm nhiệt trong điều hòa không khí	217
11.4.4 Ứng dụng bơm nhiệt trong công nghiệp thực phẩm	218
Chương 12 : ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ	
12.1. Đại cương	219
12.1.1 Một vài ứng dụng	219
12.1.2 Một số định nghĩa	220
12.2. Các tính chất cơ bản của không khí ẩm	221
12.2.1 Các thông số cơ bản	221
12.2.2 Đồ thị t-d của không khí ẩm	223
12.2.3 Các quá trình cơ bản của không khí ẩm	226
12.3. Chọn các số liệu thiết kế hệ thống điều hòa không khí	228
12.3.1 Chọn thông số trong nhà	228
12.3.2 Chọn thông số thiết kế ngoài nhà	231
12.4. Tính cân bằng nhiệt ẩm trong phòng	234
12.4.1 Xác định các nguồn nhiệt tỏa	234

12.4.2	Tính toán lượng ẩm tỏa	236
12.4.3	Tính kiểm tra động sương	236
12.5	Thiết lập và tính toán các sơ đồ điều hòa không khí	237
12.5.1	Sơ đồ tuần hoàn không khí một cấp	237
12.5.2	Sơ đồ không tuần hoàn	239
12.5.3	Sơ đồ tuần hoàn hai cấp	240
12.5.4	Sơ đồ điều hòa không khí có phun ẩm bổ sung	240
12.6	Các hệ thống điều hòa không khí	241
12.6.1	Phân loại	241
12.6.2	Hệ thống điều hòa cục bộ	245
12.6.3	Hệ thống điều hòa tổ hợp gọn	252
12.6.4	Hệ thống điều hòa trung tâm nước	266
12.6.5	Vận chuyển và phân phối không khí	277
12.6.6	Thiết bị lọc bụi	278
Chương 13 : KỸ THUẬT CRYO		279
13.1	Kỹ thuật cryo và kỹ thuật hóa lỏng không khí	279
13.1.1	Khái niệm	279
13.1.2	Đặc điểm và ứng dụng của kỹ thuật cryo	280
13.2	Phương pháp Pictet	282
13.3	Phương pháp Linde	282
13.3.1	Hệ thống thiết bị	282
13.3.2	Chu trình làm việc	283
13.3.3	Tính toán thiết bị hóa lỏng kiểu Linde	284
13.4	Phương pháp Claude	288
13.4.1	Sơ đồ nguyên lý	288
13.4.2	Chu trình làm việc	289
13.4.3	Tính toán thiết bị hóa lỏng	291
Chương 14 : VẬN TẢI LẠNH		296
14.1	Dại cương	296
14.2	Ô tô lạnh	297
14.2.1	Ô tô lạnh dùng nước đá, nước muối đá	297
14.2.2	Ô tô lạnh sử dụng đá khô	297
14.2.3	Ô tô sử dụng bình tích lạnh	298
14.2.4	Ô tô sử dụng khí hóa lỏng	299
14.2.5	Ô tô lạnh sử dụng nhiên liệu hóa lỏng	301
14.2.6	Ô tô lạnh có máy lạnh nén hơi	302
14.2.7	Tính toán thiết kế	306
14.3	Container lạnh	308
14.4	Tàu hóa lạnh	309
14.4.1	Tàu lạnh sử dụng chất tải lạnh	309
14.4.2	Tàu lạnh sử dụng máy lạnh nén hơi	310
14.4.3	Tàu lạnh sử dụng máy lạnh hấp thụ	311
14.5	Tàu thủy lạnh	312
14.5.1	Hệ thống lạnh bảo quản thực phẩm	313
14.5.2	Hệ thống lạnh bảo quản hàng hóa	313
14.5.3	Hệ thống lạnh cho điều hòa không khí trên tàu biển	316
Chương 15 : CÁC ỨNG DỤNG KHÁC CỦA KỸ THUẬT LẠNH		317
15.1	Hóa lỏng khí clo	317
15.1.1	Phương pháp hóa lỏng khí clo và hệ số khai thác	318
15.1.2	Quá trình nén khí khô	319
15.1.3	Công suất lạnh yêu cầu	320
15.1.4	Trao đổi nhiệt trong bình ngưng clo	321
15.2	Công nghiệp hóa chất	322
15.2.1	Tách chất từ các hỗn hợp	322
15.2.2	Điều khiển tốc độ phản ứng	323
15.2.3	Lưu kho và vận chuyển	324
15.3	Xây dựng	326
15.3.1	Làm lạnh bề tông ở các đập chắn nước	326
15.3.2	Kết đông nền móng	328
15.4	Vật liệu và dụng cụ	329
15.4.1	Kim loại	329
15.4.2	Vật liệu phi kim loại và các vật liệu khác	331

15.5. Y tế	331
15.5.1 Bảo quản máu và các bộ phận cấy ghép	331
15.5.2 Sự hạ thân nhiệt nhân tạo	332
15.6. Các phòng lạnh cho các mục đích sử dụng khác nhau - Máy động lực	333
15.6.1 Các phòng thử nghiệm	333
15.6.2 Xử lý các sản phẩm khác	336
15.6.3 Làm mát động cơ và máy phát	336
15.7. Thể thao	337
15.7.1 Hệ thống lạnh cho sân băng nghệ thuật	337
15.7.2 Tính tải lạnh cho sân băng	338
Chương 16 : LẮP RÁP HỆ THỐNG LẠNH	
16.1. Công tác chuẩn bị	340
16.2. Yêu cầu chung đối với phòng đặt máy và công việc lắp máy	340
16.2.1 Phòng máy	340
16.2.2 Lắp đặt máy nén	341
16.3. Lắp đặt hệ thống lạnh amoniắc	341
16.3.1 Lắp ráp tổ hợp máy lạnh amoniắc	341
16.3.2 Lắp ráp các thiết bị của hệ thống lạnh	341
16.3.3 Thử bền và thử kín	347
16.3.4 Nạp amoniắc	348
16.4. Lắp ráp hệ thống lạnh freôn	349
16.4.1 Máy lạnh freôn loại nhỏ	349
16.4.2 Máy lạnh freôn loại lớn và trung bình	350
Chương 17 : VẬN HÀNH, BẢO DƯỠNG VÀ SỬA CHỮA HỆ THỐNG LẠNH	
17.1. Những vấn đề chung	354
17.2. Điều kiện làm việc bình thường của hệ thống lạnh	354
17.3. Vận hành hệ thống lạnh amoniắc	355
17.3.1 Khởi động và ngừng hệ thống lạnh một cấp	355
17.3.2 Khởi động và ngừng hệ thống lạnh hai cấp	356
17.3.3 Kỹ thuật vận hành máy và thiết bị	357
17.3.4 Điều chỉnh chế độ nhiệt độ của hệ thống lạnh	361
17.4. Vận hành máy lạnh freôn	363
17.4.1 Đặc điểm chung của hệ thống lạnh freôn	363
17.4.2 Đặc điểm vận hành các hệ thống lạnh freôn	364
17.5. Bảo dưỡng hệ thống lạnh	365
17.5.1 Bảo dưỡng các thiết bị bay hơi	365
17.5.2 Thiết bị ngưng tụ	365
17.5.3 Máy nén	366
17.5.4 Nạp thêm gas dầu và khử ẩm trong hệ thống freôn	366
17.5.5 Xả dầu ra khỏi hệ thống amoniắc	366
17.6. Sửa chữa hệ thống lạnh amoniắc	367
17.6.1 Máy nén	367
17.6.2 Chế độ nhiệt độ và áp suất của chu trình lạnh	367
17.6.3 Hệ thống làm việc ở chế độ hút ẩm	369
17.6.4 Phòng lạnh nhiệt độ không đạt nhiệt độ yêu cầu	369
17.6.5 Hệ thống dầu	369
17.6.6 Rung và ồn ở máy nén	370
17.7. Sửa chữa hệ thống lạnh freôn	370
17.7.1 Động cơ máy nén	370
17.7.2 Chế độ làm việc của hệ thống	371
17.7.3 Chế độ nhiệt độ và áp suất của chu trình	371
17.7.4 Chế độ nhiệt độ khoang lạnh	372
17.7.5 Van tiết lưu và các ống mao dẫn	372
17.7.6 Tủ lạnh gia đình	373
Chương 18 : THỬ NGHIỆM THIẾT BỊ VÀ XÁC ĐỊNH ĐẶC TÍNH CỦA MÁY VÀ HỆ THỐNG LẠNH	
18.1. Thử nghiệm và hiệu chỉnh thiết bị tự động	375
18.1.1 Thử nghiệm và hiệu chỉnh van tiết lưu nhiệt	375
18.1.2 Hiệu chỉnh rôle nhiệt độ (thermostat)	376
18.1.3 Hiệu chỉnh rôle áp suất (RLAS)	377
18.2. Xác định đặc tính của máy và hệ thống lạnh	377
18.2.1 Hiệu suất thể tích của máy nén	377
18.2.2 Năng suất lạnh của máy nén	378

18.2.3	Đo lưu lượng	380
Chương 19 : AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH		
19.1.	Dại cương	382
19.2.	Điều khoản chung	382
19.3.	Môi chất lạnh	383
19.4.	Máy và thiết bị thuộc hệ thống lạnh	383
19.4.1	Điều kiện xuất xưởng, lắp đặt máy và thiết bị thuộc hệ thống lạnh	383
19.4.2	Phòng máy và thiết bị	384
19.4.3	Ống và phụ kiện đường ống	385
19.4.4	Các thiết bị điện trong hệ thống lạnh	386
19.5.	Một số quy định khác về kỹ thuật an toàn đối với hệ thống lạnh	386
19.6.	Dụng cụ đo lường, an toàn và kiểm tra thử nghiệm hệ thống lạnh	387
19.6.1	Van an toàn	387
19.6.2	Áp kế	387
19.6.3	Thử nghiệm máy và thiết bị	388
19.7.	Khám nghiệm kỹ thuật	
19.7.1	Cơ quan thanh tra kỹ thuật an toàn của ngành hoặc địa phương tiến hành khám nghiệm kỹ thuật trong các trường hợp	388
19.7.2	Nội dung khám nghiệm	389
19.8.	Dăng ký sử dụng và bảo hộ lao động	389
Phụ lục : CÁC BẢNG BIỂU		
Phụ lục 1.	Tính chuyển đổi các đơn vị sang hệ SI	390
Phụ lục 2.	Áp suất bão hòa của hơi nước trên nước đá	391
Phụ lục 3.	Áp suất bão hòa của hơi nước trên nước được làm lạnh và không được làm lạnh	392