

NGUYỄN ĐỨC LỢI

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG LẠNH



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
NGUYỄN ĐỨC LỢI

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ HỆ THỐNG LẠNH

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



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2005

LỜI NÓI ĐẦU

Kỹ thuật lạnh đã thâm nhập vào hơn 70 ngành kinh tế quan trọng và hỗ trợ tích cực cho các ngành đó, đặc biệt là các ngành công nghiệp thực phẩm, chế biến thịt cá, rau quả, rượu bia, nước giải khát, đánh bắt và xuất khẩu thủy hải sản, sinh học, hoá chất, hoá lỏng và tách khí, sợi dệt, may mặc, thuốc lá, chè, in ấn, điện tử, thông tin, tin học, máy tính, quang học, cơ khí chính xác, y tế, văn hoá, thể thao và du lịch ...

Ngoài hàng ngàn cơ sở lạnh hiện có với tổng giá trị ước tính khoảng gần một tỷ USD, rất nhiều đơn vị đang tự trang bị cho mình máy, thiết bị và hệ thống lạnh phục vụ nghiên cứu, sản xuất và đời sống.

Chúng tôi biên soạn giáo trình này để giúp sinh viên ngành máy lạnh, điều hoà không khí, thiết bị nhiệt và các sinh viên có liên quan đến lạnh nắm được phương pháp tính toán các kho lạnh, các hệ thống lạnh, chu trình lạnh, tính chọn máy nén và các thiết bị chính, thiết bị phụ và các thiết bị tự động điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu và bảo vệ đi kèm.

Giáo trình có nhiều bảng, hình vẽ và đồ thị, cùng các thí dụ tính toán minh họa dễ hiểu và có thể ứng dụng ngay trong thực tế. Giáo trình dùng làm tài liệu giảng dạy và hướng dẫn đồ án môn học lạnh cho sinh viên ngành lạnh, thiết bị nhiệt, hoá, thực phẩm, sợi dệt... nhưng cũng có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho các kỹ sư, cán bộ kỹ thuật công nhân đang sử dụng hoặc có liên quan đến ngành lạnh.

Đặc biệt ở lần tái bản này, để đáp ứng nhu cầu thiết kế thực tế của bạn đọc, ở phần phụ lục chúng tôi giới thiệu nhiều máy nén, dàn ngưng, dàn bay hơi và các tổ ngưng tụ của một số hãng. Ngoài ra để dễ tra cứu, chúng tôi cũng bổ sung thêm phần từ mục.

Mặc dầu đã có nhiều cố gắng, giáo trình chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp của bạn đọc nhằm hoàn thiện giáo trình. Các ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật 70 Trần Hưng Đạo Hà nội hoặc tác giả, Tel: NR: 04.7165860, Mobile: 0904113505. Xin trân trọng cảm ơn.

PGS Nguyễn Đức Lợi

Viện Khoa học và Công nghệ Nhiệt - Lạnh

Trường Đại học Bách khoa Hà nội

Phó Chủ tịch Hội Lạnh và Điều hoà không khí Việt Nam

NHỮNG SỐ LIỆU BAN ĐẦU

1.1 NHỮNG SỐ LIỆU VỀ KHÍ TƯỢNG

1.1.1 Các số liệu về không khí bên ngoài

Những thông số về khí tượng như nhiệt độ, không khí, độ ẩm tương đối của không khí, bức xạ mặt trời, gió và hướng gió, lượng mưa là những thông số quan trọng để tính toán, thiết kế xây dựng kho lạnh và hệ thống lạnh. Chúng là các yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến tổn thất nhiệt của kho lạnh qua vách bao che. Dòng nhiệt tổn thất này là giá trị cơ bản để tính toán thiết kế năng suất lạnh của hệ thống lạnh.

Độ ẩm không khí là thông số để tính toán chiều dày lớp cách ẩm cho vách cách nhiệt, tránh cho vách cách nhiệt không bị đọng ẩm khuếch tán từ không khí bên ngoài vào; ngoài ra còn dùng để tính kiểm tra đọng sương vách ngoài.

Gió và tốc độ gió có ảnh hưởng đến dòng nhiệt tổn thất do sự tăng cường trao đổi nhiệt đối lưu bên ngoài giữa không khí và vách.

Gió và mưa là cơ sở để thiết kế bao che, tránh cho cơ cấu cách nhiệt không bị thấm ẩm, ngập nước, làm mất khả năng cách nhiệt, làm giảm tuổi thọ cũng như hiệu quả cách nhiệt của vách.

Bức xạ Mặt trời kết hợp với hướng gió chủ yếu dùng để chọn hướng xây dựng kho lạnh cho phù hợp, giảm tổn thất nhiệt qua cơ cấu bao che.

Khí hậu Việt nam chia ra làm hai miền chủ yếu. Miền Bắc, từ đèo Hải Vân trở ra, có hai mùa hè và đông rõ rệt, mùa hè nóng và ẩm, nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất trên 30°C. Nhiệt độ tối cao ghi nhận được trong bóng râm lên tới hơn 40°C. Mùa đông giá rét, ở các vùng Tây Bắc có khi có băng giá, trên núi có thể có tuyết. Ở các vùng trung du và đồng bằng, thời tiết có

độ hơn do gần biển nhưng nhiệt độ trung bình tháng lạnh nhất trong năm cũng từ 10 đến 15°C, nhiệt độ tối thấp ghi nhận được từ 3 đến 5°C.

Miền Nam, từ đèo Hải Vân trở vào có thể chia làm hai mùa, mùa khô và mùa mưa. Nhiệt độ trong năm tương đối ổn định. Độ chênh nhiệt độ giữa các mùa không quá cao từ 6 đến 7°C. Ở toàn bộ Miền Nam hầu như không có cảm giác mùa đông.

Để tính toán thiết kế kho lạnh lẽ ra phải sử dụng nhiệt độ cao nhất đã quan sát được ở địa phương xây dựng kho lạnh, như vậy độ an toàn là tuyệt đối nhưng công suất máy lớn, vốn đầu tư ban đầu cao. Để giảm vốn đầu tư ban đầu người ta chọn nhiệt độ bên ngoài để tính toán thiết kế là trung bình cộng của nhiệt độ tối cao ghi nhận được và nhiệt độ trung bình cực đại tháng nóng nhất. Giá trị này đã được tính sẵn giới thiệu trong bảng 1-1 cột (4) nhiệt độ mùa hè. Nếu muốn an toàn tuyệt đối cho kho lạnh cần tăng nhiệt độ tính toán đó lên 10%. Ví dụ đối với Hà Nội, nhiệt độ tính toán là 37,2°C, muốn an toàn tuyệt đối lấy $37,2 + 3,7 = 40,9^\circ\text{C}$.

Độ ẩm tính toán mùa hè lấy theo độ ẩm trung bình tháng nóng nhất cột (6) bảng 1-1.

Các giá trị nhiệt độ và độ ẩm mùa đông dùng để tính cho kho lạnh bảo quản rau quả trường hợp cần sưởi ẩm trong kho khi nhiệt độ bên ngoài thấp hơn nhiệt độ bảo quản trong kho. Điều này hầu như không xảy ra ở Việt Nam.

- Độ ẩm trung bình tháng nóng nhất mùa hè φ_{th} dùng để tính toán bề dày cách ẩm, tính kiểm tra đọng sương, đặc biệt dùng để xác định nhiệt độ nhiệt kế ướt, qua đó để xác định nhiệt độ nước làm mát ra khỏi tháp giải nhiệt trong các hệ thống lạnh dùng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt hoặc nhiệt độ nước tuần hoàn trong tháp ngưng tụ. Hình 1-1 giới thiệu đồ thị $h - x$ (Entanpy - độ chứa hơi) của không khí ẩm ở áp suất khí quyển $B = 760$ Torr (hãng Delair). Hình 1-2 giới thiệu phương pháp xác định các giá trị nhiệt độ ướt t_w và nhiệt độ đọng sương t_s của các trạng thái không khí (ẩm).

Đầu tiên phải xác định điểm 1 là trạng thái không khí ẩm. Điểm 1 là giao điểm của đường nhiệt độ nhiệt kế khô t_1 và đường độ ẩm φ_1 . Qua điểm 1 ta dựng đường đẳng entanpi $h_1 = \text{const}$ cắt $\varphi = 100\%$ tại A. Nhiệt độ điểm A chính là nhiệt độ nhiệt kế bầu ướt t_w . Qua điểm 1 dựng đường đẳng dung ẩm $x_1 = \text{const}$, cắt đường $\varphi = 100\%$ tại B. Nhiệt độ điểm B chính là nhiệt độ đọng sương t_s của trạng thái không khí 1.

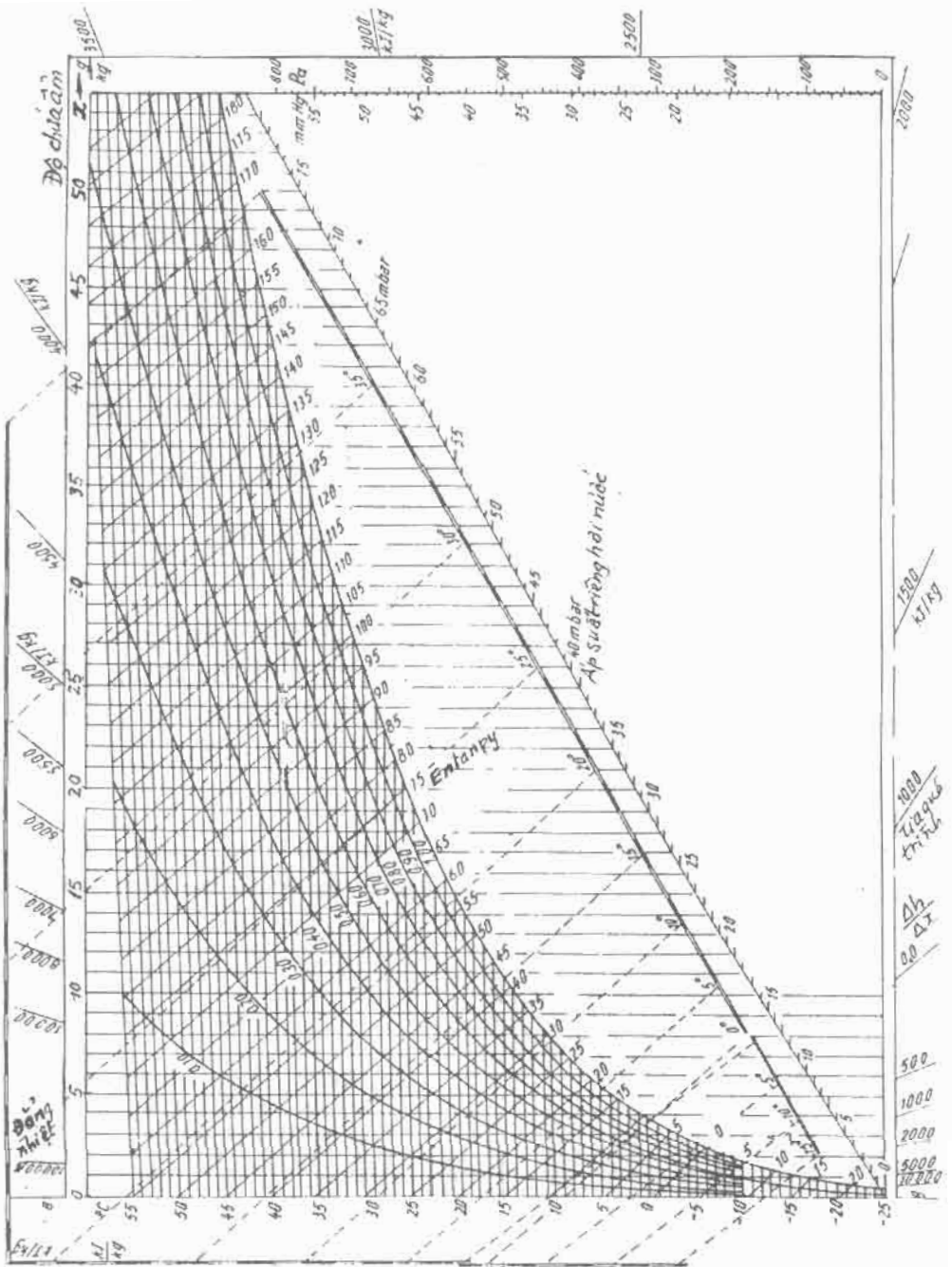
Bảng 1-1. Nhiệt độ và độ ẩm dùng để tính toán hệ thống lạnh của các địa phương

TT	Địa phương	Nhiệt độ, °C			Độ ẩm, %	
		trung bình cả năm	mùa hè	mùa đông	mùa hè	mùa đông
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Lai Châu	23,1	37,7	9,0	80	80
2	Điện Biên	22,0	36,9	5,9	82	82
3	Lào Cai	22,8	37,8	7,7	81	85
4	Sa Pa	15,3	28,2	4,1	88	86
5	Sơn La	21,0	35,6	4,0	76	78
6	Mộc Châu	18,5	31,8	4,9	81	85
7	Sông Mã	22,4	36,8	5,9	78	80
8	Hà Giang	22,6	37,6	7,2	81	86
9	Tuyên Quang	23,0	37,1	6,7	84	83
10	Cao Bằng	21,5	37,2	6,1	79	78
11	Lạng Sơn	21,3	35,7	6,1	82	76
12	Thái Nguyên	23,0	37,2	8,0	82	78
13	Bắc Cạn	22,0	37,2	6,2	84	82
14	Bắc Giang	23,3	37,6	8,3	83	77
15	Hòn Gai	22,9	36,2	9,2	82	77
16	Móng Cái	22,5	35,2	6,6	86	79
17	Vinh Yên	23,6	37,4	8,0	81	78
18	Yên Bái	22,7	37,2	7,4	87	88
19	Việt Trì	23,3	37,5	8,4	83	82
20	Tam Đảo	18,0	30,8	5,0	89	86
21	Hà Nội	23,4	37,2	8,4	83	80
22	Hải Dương	23,5	36,6	8,4	83	80
23	Hưng Yên	23,3	37,4	8,7	85	82
24	Phủ Liễn	23,0	36,7	9,3	86	83
25	Hải Phòng	23,5	37,0	9,6	83	76
26	Thái Bình	23,2	37,2	9,6	82	84
27	Sơn Tây	23,2	37,6	8,5	84	82
28	Hoà Bình	23,2	38,6	7,2	83	83
29	Nam Định	23,5	37,4	9,0	82	84
30	Ninh Bình	23,5	37,0	9,9	81	83
31	Nho Quan	23,4	38,1	7,7	81	82

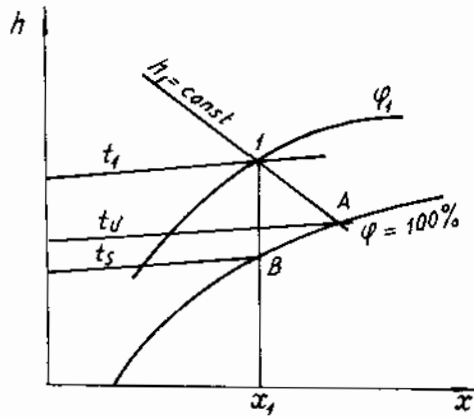
(Tiếp bảng 1-1)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(8)	(9)
32	Thanh Hoá	23,6	37,5	10,1	82	84
33	Yên Định	23,5	37,1	9,1	83	83
34	Hối Xuân	23,1	38,4	8,5	86	85
35	Vinh	23,9	38,0	9,7	74	89
36	Tương Dương	23,7	39,5	8,8	81	82
37	Hà Tĩnh	23,9	37,5	11,3	75	90
38	Đông Hới	24,4	38,2	12,1	72	88
39	Quảng Trị	25,0	37,1	13,3	74	90
40	Huế	25,2	37,3	13,1	73	90
41	Đà Nẵng	25,6	37,7	14,9	77	86
42	Quảng Ngãi	25,8	37,8	16,0	81	89
43	Quy Nhơn	26,7	37,9	17,8	74	82
44	Plâycu	21,7	32,2	14,5	76	76
45	Buôn Ma Thuột	23,4	36,0	12,3	82	80
46	Tuy Hoà	26,5	37,0	18,2	73	84
47	Nha Trang	26,5	36,6	17,7	79	78
48	Liên Khương	21,0	31,9	10,0	76	74
49	Bảo Lộc	21,3	31,6	8,8	83	81
50	Phan Thiết	26,6	34,9	17,2	82	76
51	Phước Long	26,2	36,6	15,6	69	69
52	Lộc Ninh	26,0	36,2	14,5	76	72
53	Vũng Tàu	25,8	35,1	18,4	85	82
54	Hiệp Hoà	27,7	36,6	15,9	77	76
55	Mỹ Tho	27,9	36,8	17,9	74	78
56	Vĩnh Long	26,6	34,7	18,9	76	78
57	Sóc Trăng	26,8	35,9	19,0	77	80
58	Cần Thơ	26,7	37,3	17,4	78	82
59	Côn Sơn	27,1	32,9	21,2	81	78
60	Rạch Giá	27,3	35,4	18,1	79	78
61	Phú Quốc	27,0	35,0	18,9	81	77
62	Cà Mau	26,5	35,7	18,3	81	83
63	Hoàng Sa	26,8	35,6	18,4	83	82
64	TP Hồ Chí Minh	27,0	37,3	17,4	74	74
65	Moskva	4,8	30	-26	50	83
66	Dusanbe	14,2	36	-10	24	64
67	Irkust	-1,1	29	-36	58	77
68	Taskent	13,3	37	-13	24	59
69	Askhabat	16,3	40	-12	21	73
70	S. Peterburg	4,3	27	-24	59	82

Từ 65 ÷ 70 theo [9]



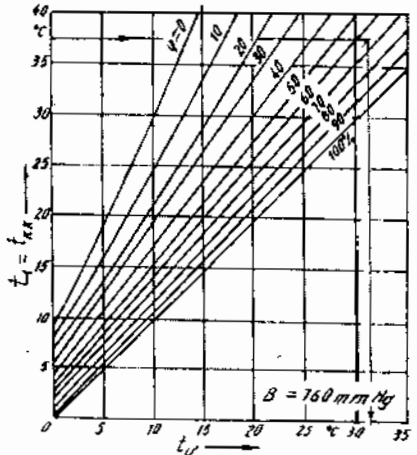
Hình 1-1. Đồ thị Molier h - x của không khí ẩm ở áp suất khí quyển $B = 760 \text{ mmHg}$ [Delair].



Hình 1-2 Phương pháp xác định các giá trị trên đồ thị $h-x$ của không khí ẩm:
 1 - Trạng thái không khí mùa hè
 t_1 - nhiệt độ không khí (nhiệt độ bầu khô)
 φ_1 - độ ẩm không khí = φ_{13} (độ ẩm không khí lúc 13 h)
 t_u - nhiệt độ nhiệt kế ướt
 t_s - nhiệt độ đọng sương

Trường hợp trạng thái không khí dùng để tính toán thiết kế hệ thống lạnh thì $t_1 = t_N$ (nhiệt độ ngoài trời) và $\varphi_1 = \varphi_{13}$ (độ ẩm không khí lúc 13 ÷ 15 h). Đối với mùa hè Hà nội lấy $t_1 = t_N = 37,2^\circ\text{C}$; $\varphi_1 = \varphi_{13} = 66\%$; $t_u = 31^\circ\text{C}$, $t_s = 29,5^\circ\text{C}$, thành phố Hồ Chí Minh $t_1 = 37,3^\circ\text{C}$; $\varphi_1 = 55\%$; $t_u = 30^\circ\text{C}$ và $t_s = 29,5^\circ\text{C}$.

- Nhiệt độ ướt t_u cũng có thể xác định nhanh theo đồ thị hình 1-3. Ở đây từ nhiệt độ không khí khô $t_{kk} = t_1$ đóng ngang đến φ_1 đã cho sau đó đóng xuống vuông góc với trục hoành ta sẽ đọc được nhiệt độ ướt t_u .



Hình 1-3. Sự phụ thuộc của nhiệt độ ướt vào nhiệt độ không khí t_{kk} và độ ẩm tương đối φ .

Thí dụ:
 $t_{kk} = t_1 = 37,2^\circ\text{C}$
 $\varphi = \varphi_1 = 66\%$
 $t_u = 31,5^\circ\text{C}$

1.1.2 Chọn nhiệt độ nước làm mát bình ngưng

a) Khi sử dụng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt để làm mát bình ngưng có thể lấy nhiệt độ nước vào bình ngưng (hay nước ra khỏi tháp giải nhiệt) bằng nhiệt độ nhiệt kế ướt cộng thêm $3 + 5^{\circ}\text{C}$:

$$t_{w1} = t_w + (3 + 5)^{\circ}\text{C}$$

Ví dụ đối với mùa hè Hà nội:

$$t_{w1} = 34,6 + (3 + 5) = 37,6 + 39,6^{\circ}\text{C}$$

Khi chọn tháp giải nhiệt lớn lấy t_{w1} nhỏ (phía $37,6^{\circ}\text{C}$) khi chọn tháp giải nhiệt nhỏ lấy t_{w1} lớn phía ($39,6^{\circ}\text{C}$). Có thể tham khảo chương Tháp giải nhiệt, tài liệu [15] và [18].

b) Khi sử dụng nước giếng khoan không tuần hoàn (chỉ chảy qua bình ngưng một lần) ở cả miền Bắc và miền Nam từ các giếng sâu bốn năm chục mét trở lên có thể lấy nhiệt độ nước vào bình ngưng t_{w1} bằng nhiệt độ trung bình năm của vùng đó. Ví dụ ở Hà nội là $23,4^{\circ}\text{C}$ và ở thành phố Hồ Chí Minh là $27,0^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ nước giếng khoan thường ổn định trong cả năm, mùa hè và mùa đông.

c) Khi sử dụng nước thành phố không tuần hoàn: trường hợp nước thành phố là nước giếng khoan thì lấy t_{w1} bằng nhiệt độ trung bình cả năm (cột 3 bảng 1) cộng $3 + 4^{\circ}\text{C}$ do khâu xử lý nước tại nhà máy nước. Trường hợp nước thành phố là nước mặt khai thác từ sông hồ thì có thể chọn $t_{w1} = t_w$ là nhiệt độ ướt.

Thí dụ: Hãy xác định nhiệt độ ngưng tụ của hệ thống lạnh dùng bình ngưng với tháp giải nhiệt lắp đặt tại Hà nội và thành phố Hồ Chí Minh.

- Tại Hà nội:

$$\text{chọn } t_{w1} = 38^{\circ}\text{C}$$

$$\text{chọn } t_{w2} - t_{w1} = \Delta t_w = 5 \text{ K vậy } t_{w2} = 43^{\circ}\text{C}$$

$$\text{chọn hiệu nhiệt độ tối thiểu } \Delta t_{\min} = 5 \text{ K do đó}$$

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_{\min} = 43 + 5 = 48^{\circ}\text{C}$$

- Tại thành phố Hồ Chí Minh:

$$t_{w1} = t_w + (3 + 5) = 33 + (3 + 5)^{\circ}\text{C}; \text{ chọn } t_{w1} = 36^{\circ}\text{C}$$

$$t_{w2} = t_{w1} + 5 = 41^{\circ}\text{C}; \quad t_k = t_{w2} + 5 = 46^{\circ}\text{C}$$

Nhận xét: Do độ ẩm tương đối lúc tại thành phố Hồ Chí Minh nhỏ hơn 74% (< 83%) nên nhiệt độ ngưng tụ ở cùng điều kiện trao đổi nhiệt nhỏ hơn khoảng 2 độ.

1.2 NHỮNG SỐ LIỆU VỀ CHẾ ĐỘ BẢO QUẢN SẢN PHẨM

Chế độ bảo quản sản phẩm là vấn đề khá phức tạp và đã được nghiên cứu rất nhiều, nó luôn thay đổi theo điều kiện, tính chất sản phẩm, phương pháp làm lạnh và bảo quản. Việc chọn đúng đắn chế độ bảo quản như nhiệt độ, độ ẩm, thông gió hoặc không, tốc độ gió trong buồng, số lần thay đổi không khí... sẽ làm tăng đáng kể thời gian bảo quản sản phẩm. Bảng 1-2, bảng 1-3 và bảng 1-4 giới thiệu chế độ bảo quản rau hoa quả, trứng (các sản phẩm sống, thối, có thông gió khi bảo quản), các loại đồ hộp và các sản phẩm động vật, theo tiêu chuẩn Nga và Đức.

Bảng 1-2. Chế độ bảo quản rau quả tươi

Sản phẩm	Nhiệt độ °C	Độ ẩm không khí, %	Chế độ thông gió	Thời gian bảo quản
Bưởi	0 ÷ 5	85	Mở	1 ÷ 2 tháng
Cam	0,5 ÷ 2	85	"	1 ÷ 2 tháng
Chanh	1 ÷ 2	85	"	1 ÷ 2 tháng
Chuối chín	14 ÷ 16	85	"	5 ÷ 10 ngày
Chuối xanh	11,5 ÷ 13,5	85	"	3 ÷ 10 tuần
Dứa chín	4 ÷ 7	85	"	3 ÷ 4 tuần
Dứa xanh	10	85	"	4 ÷ 6 tháng
Đào	0 ÷ 1	85 ÷ 90	"	4 ÷ 6 tháng
Táo	0 ÷ 3	90 ÷ 95	"	3 ÷ 10 tháng
Cà chua chín	0 ÷ 2	85 ÷ 90	"	1 ÷ 6 tuần
Cà chua xanh	5 ÷ 15	85 ÷ 90	"	1 ÷ 4 tuần
Cà rốt	0 ÷ 1	90 ÷ 95	"	1 ÷ 3 tháng
	-18	90	Đóng	12 ÷ 18 tháng
Dưa chuột	-18	90	"	5 tháng
	-29	90	"	1 năm
Đậu tươi	2	90	Mở	3 ÷ 4 tuần
Hành	0 ÷ 4	75	"	1 ÷ 2 tuần
Khoai tây	3 ÷ 10	85 ÷ 90	"	6 ÷ 9 tháng
Nấm tươi	0 ÷ 2	80 ÷ 90	"	1 ÷ 2 tuần
	-18	90	Đóng	8 ÷ 10 tháng
Cải bắp, súp lơ	-2 ÷ 0	90	Mở	0,5 ÷ 3 tháng
	-18	90	Đóng	10 ÷ 12 tháng
Su hào	-1 ÷ 0,5	85 ÷ 90	Mở	2 ÷ 7 tuần
Dưa	0	85	"	1 ÷ 2 tháng
Xoài	13	85 ÷ 90	"	2 ÷ 3 tuần
Hoa nói chung	1 ÷ 3	85 ÷ 95	"	1 ÷ 2 tuần
Cúc	1,6	80	"	2 tuần
Huệ	1,6	80	"	1 tháng
Phong lan	2 ÷ 4,5	80	"	1 tuần
Hoa hồng	4,5	80	"	1 tuần

Đối với các sản phẩm sống có vỏ như rau hoa quả tươi khi bảo quản lạnh, không được đưa nhiệt độ xuống thấp hơn quy định. Nhiệt độ lạnh quá có thể làm chết rau hoa quả.

Thí dụ chuối xanh, cà chua xanh nếu bảo quản quá lạnh sẽ bị sượng, không chín được nữa. Các sản phẩm từ động vật chết có thể bảo quản ở nhiệt độ thấp hơn quy định. Nhiệt độ càng thấp, thời gian bảo quản sẽ càng lâu, không làm giảm chất lượng sản phẩm. Thịt bò, lợn, gia cầm, cá thường được bảo quản ở -12 hoặc -18°C .

- Kết đông một pha: sản phẩm thịt sau khi ra lò mổ còn nóng được đưa ngay vào thiết bị kết đông, nhiệt độ bề mặt -12°C , tâm thịt đạt dưới -8°C .

Bảng 1-3. Chế độ và thời gian bảo quản đồ hộp rau quả

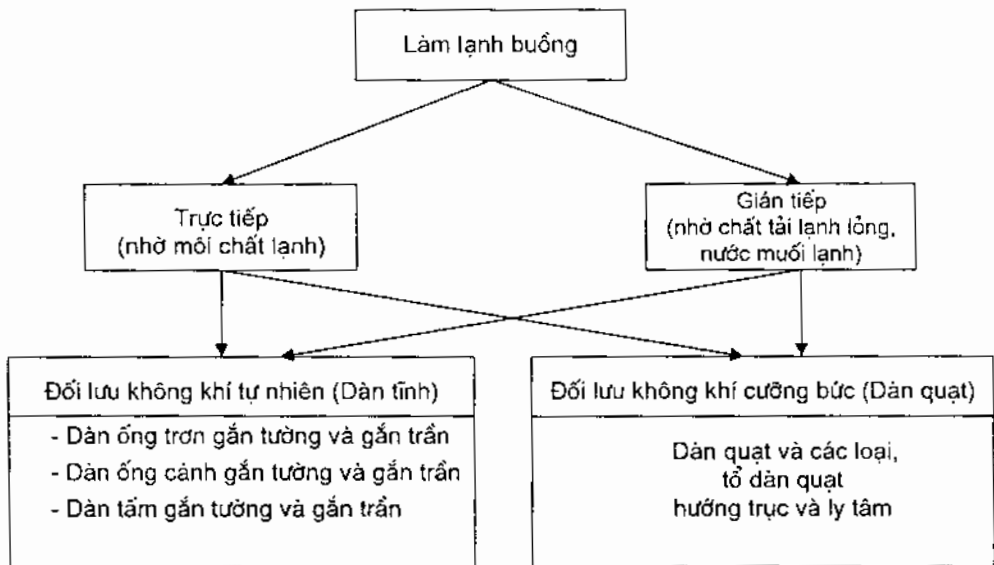
Sản phẩm	Bao bì	Nhiệt độ, $^{\circ}\text{C}$	Độ ẩm không khí, %	Thời gian bảo quản, tháng
Compot quả	Hộp sắt tây đóng hòm	0 ÷ 5	65 ÷ 75	8
Đồ hộp rau	"	0 ÷ 5	65 ÷ 75	8
Nước rau và nước quả	Chai đóng hòm			
- Tệt trùng		0 ÷ 10	65 ÷ 75	7
- Thanh trùng		0 ÷ 10	65 ÷ 75	4
Rau ngâm muối, quả ngâm giấm	Thùng gỗ lớn	0 ÷ 1	90 ÷ 95	10
Nấm ướp muối ngâm giấm	Thùng gỗ lớn	0 ÷ 1	90 ÷ 95	8
Quả sấy, nấm sấy	Hòm, gói	0 ÷ 6	65 ÷ 75	12
Rau sấy	Hòm, thùng trống	0 ÷ 6	65 ÷ 75	10
Lạc cả vỏ	Gói	-1	75 ÷ 85	10
Lạc nhân	Gói	-1	75 ÷ 85	5
Mứt rim				
- Thanh trùng trong hộp kín	Hộp sắt tây đóng hòm	2 ÷ 20	80 ÷ 85	3 ÷ 5
- Thanh trùng	Thùng gỗ lớn	10 ÷ 15	80 ÷ 85	3
Mứt dẻo				
- Thanh trùng trong hộp kín	Hộp sắt tây đóng hòm	0 ÷ 20	80 ÷ 85	3 ÷ 5
- Thanh trùng	Thùng gỗ lớn	10 ÷ 15	80 ÷ 85	3
Mứt ngọt (mứt mận, mứt nghiền)	Thùng gỗ lớn	0 ÷ 2	80 ÷ 85	2 ÷ 6

Bảng 1-4. Chế độ bảo quản sản phẩm động vật

Sản phẩm	Nhiệt độ °C	Độ ẩm không khí, %	Chế độ thông gió	Thời gian bảo quản
Thịt bò, hươu, nai, cừu	-0,5 ÷ 0,5	82 ÷ 85	Đóng	10 ÷ 15 ngày
Thịt bò gầy	0 ÷ 0,5	80 ÷ 85	"	"
Gà, vịt, ngan, ngỗng mổ sẵn	-1 ÷ 0,5	85 ÷ 90	"	"
Thịt lợn tươi ướp lạnh	0 ÷ 4	80 ÷ 85	"	10 ÷ 12 tháng
Thịt lợn tươi ướp đông	-18 ÷ -23	80 ÷ 85	"	12 ÷ 18 tháng
Thịt đông hộp kín	0 ÷ 2	75 ÷ 80	"	"
Cá tươi ướp đá từ 50 đến 100% lượng cá	-1	100	Đóng	6 ÷ 12 ngày
Cá khô ($W = 14 + 17\%$)	2 ÷ 4	50	"	"
Cá thu muối, sấy	2 ÷ 4	75 ÷ 80	Mở	12 tháng
Lươn sống	2 ÷ 3	85 ÷ 100	"	vài tháng
Ốc sống	2 ÷ 3	85 ÷ 100	"	"
Sò huyết	-1 ÷ 11	85 ÷ 100	"	15 ÷ 30 ngày
Tôm sống	2 ÷ 3	85 ÷ 100	"	vài ngày
Tôm nấu chín	2 ÷ 3			vài ngày
Bơ muối ngắn ngày	12 ÷ 15	75 ÷ 80	Mở	38 tuần
Bơ muối lâu ngày	-1 ÷ 4	75 ÷ 80	"	12 tuần
Bơ muối lâu ngày	-18 ÷ -20	75 ÷ 80	"	36 tuần
Pho mát cứng	1,5 ÷ 4	70	"	4 ÷ 12 tháng
Pho mát nhão	7 ÷ 15	80 ÷ 85	"	ít ngày
Sữa bột đóng hộp	5	75 ÷ 80	Đóng	3 ÷ 6 tháng
Sữa đặc có đường	0 ÷ 10	75 ÷ 80	"	6 tháng
Sữa tươi	0 ÷ 2	75 ÷ 80	"	2 ngày

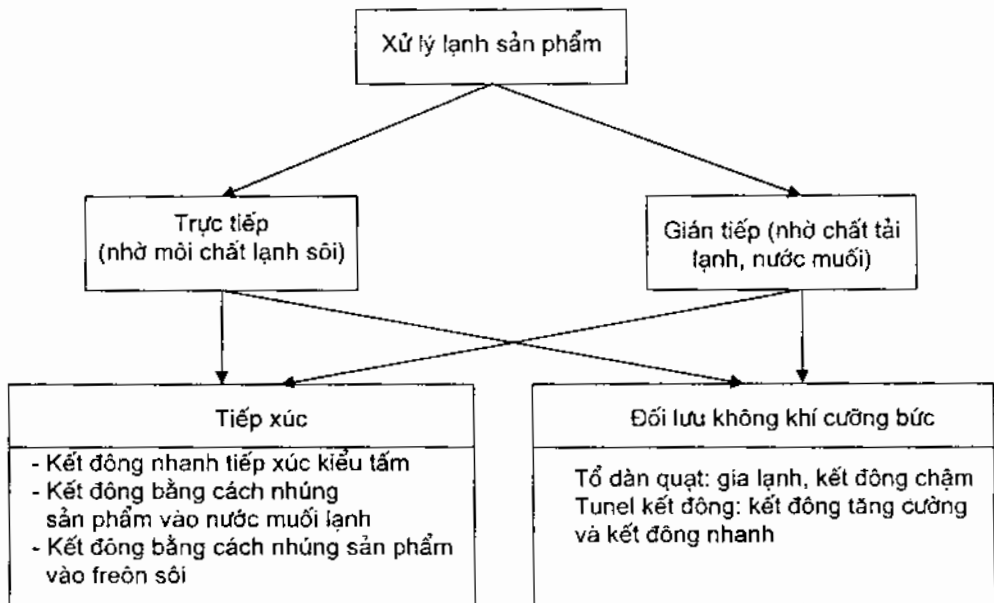
1.3 CHỌN PHƯƠNG PHÁP LÀM LẠNH

Có nhiều phương pháp làm lạnh buồng và xử lý lạnh sản phẩm. Hình 1-4 giới thiệu cách phân loại các phương pháp làm lạnh buồng và hình 1-5 - cách phân loại các phương pháp xử lý lạnh sản phẩm.



Hình 1-4. Phân loại các phương pháp làm lạnh buồng.

Làm lạnh buồng trực tiếp là làm lạnh buồng bằng dàn bay hơi đặt trong buồng lạnh. Môi chất lạnh lỏng thu nhiệt của môi trường buồng lạnh. Dàn bay hơi có thể là các loại dàn đổi lưu không khí tự nhiên hoặc cưỡng bức bằng quạt gió.



Hình 1-5. Phân loại các phương pháp xử lý lạnh sản phẩm.

Làm lạnh buồng gián tiếp là làm lạnh buồng bằng các dàn nước muối lạnh. Thiết bị bay hơi đặt ngoài buồng lạnh. Môi chất lạnh lỏng sôi để làm lạnh nước muối. Nước muối lạnh được một bơm tuần hoàn bơm đến các dàn lạnh. Sau khi trao đổi nhiệt với không khí trong buồng lạnh, nước muối nóng lên sẽ được đưa trở lại thiết bị bay hơi để làm lạnh xuống đến trạng thái ban đầu. Các dàn nước muối bố trí trong buồng cũng có loại đối lưu không khí tự nhiên và đối lưu không khí cưỡng bức.

Các loại dàn trực tiếp hoặc gián tiếp đều được bố trí trong buồng lạnh, nhưng loại dàn quạt gió cưỡng bức có thể bố trí ngoài buồng. Khi đó người ta phải bố trí kênh gió hút và kênh gió thổi để phân phối đều không khí lạnh cho buồng. Dàn quạt khi đó phải cách nhiệt hoặc đặt trong buồng cách nhiệt.

Xử lý lạnh trực tiếp là gia lạnh sản phẩm hoặc kết đông thực phẩm trực tiếp bằng các dàn lạnh bên trong là môi chất lạnh sôi. Gia lạnh sản phẩm bằng các tổ dàn quạt gió lạnh có tốc độ gió trung bình nhỏ. Kết đông bằng các tổ dàn quạt hoặc bằng cách bố trí tunel có quạt gió cưỡng bức mạnh. Người ta cũng có thể kết đông cực nhanh bằng máy kết đông tiếp xúc kiểu tấm. Trong các tấm có bố trí dàn bay hơi trực tiếp hoặc nhúng sản phẩm vào frêon lỏng đang sôi.

Xử lý lạnh gián tiếp qua nước muối là phải sử dụng thêm vòng tuần hoàn nước muối giữa máy lạnh và sản phẩm. Sản phẩm thải nhiệt gián tiếp qua nước muối tới môi chất lạnh sôi.

Thực ra, cách phân loại theo hình 1-4 và 1-5 chưa thể hoàn chỉnh vì luôn luôn có những kết hợp qua lại giữa các phương pháp làm lạnh buồng với nhau cũng như giữa các phương pháp làm lạnh buồng và phương pháp xử lý lạnh. Thí dụ, ngay trong một buồng lạnh có thể vừa sử dụng dàn quạt và dàn đối lưu không khí tự nhiên hoặc trong các buồng bảo quản vẫn có thể gia lạnh sản phẩm hoặc làm lạnh đông bổ sung các sản phẩm chưa đạt được nhiệt độ cần thiết.

Nói chung, mỗi phương pháp làm lạnh buồng đều có yêu cầu thiết bị riêng biệt và cũng ứng dụng hiệu quả cho từng trường hợp cụ thể riêng biệt. Mỗi phương pháp làm lạnh buồng đều có ưu và nhược điểm. Đối với một trường hợp ứng dụng cụ thể, người ta phải chọn được phương pháp làm lạnh buồng thích hợp, phát huy được ưu điểm và hạn chế nhược điểm đến mức thấp nhất.

Thí dụ, để duy trì độ ẩm cao, giảm khô hao sản phẩm trong buồng bảo quản người ta chọn dàn lạnh đối lưu không khí tự nhiên.

Tuy nhiên, dàn tinh tón rất nhiều kim loại chế tạo dàn, diện tích lắp đặt cũng lớn. Ngày nay, để giảm đầu tư ban đầu, hầu hết người ta sử dụng dàn quạt.

Dàn quạt lạnh là dàn ống xoắn có cánh tản nhiệt đối lưu không khí cưỡng bức bằng quạt gió, bên trong là môi chất lạnh sôi hoặc chất tải lạnh nước muối. Khi làm lạnh trực tiếp, sự trao đổi nhiệt giữa không khí và môi chất lạnh sôi chỉ thực hiện qua vách ống.

Nhưng khi làm lạnh gián tiếp có thể làm lạnh buồng theo hai phương pháp:

- Phương pháp khô: nước muối lạnh đi trong dàn ống có cánh, không khí đi bên ngoài (giống như làm lạnh trực tiếp).

- Phương pháp ướt: nước muối được phun thành hạt mịn tiếp xúc trực tiếp với không khí. Ngoài trao đổi nhiệt còn diễn ra quá trình trao đổi chất. Bề mặt trao đổi nhiệt và chất rất lớn và phụ thuộc vào thiết bị phun nước muối trong buồng phun.

Sự tuần hoàn không khí trong buồng có thể có dẫn hướng hoặc không có dẫn hướng.

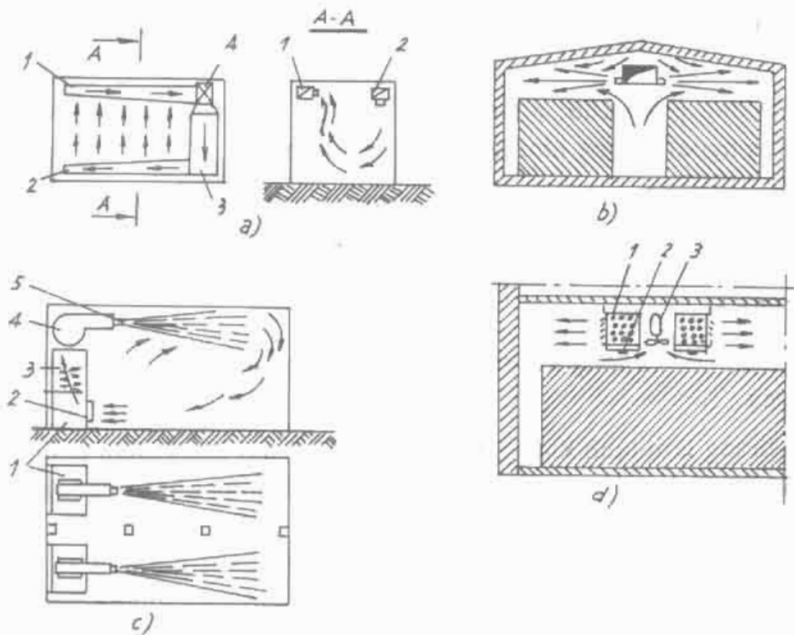
Hệ thống làm lạnh không khí kiểu khô có hai kênh phân phối và thu hồi không khí tuần hoàn biểu diễn trên hình 1-6. Không khí từ buồng vào bộ thu hồi không khí theo ống dẫn khí qua dàn lạnh 1 đi vào ống phân phối và trở lại buồng lạnh, khép kín vòng tuần hoàn, nhờ quạt gió 4. Cần phải bố trí miệng thổi gió lạnh và miệng hút gió nóng sao cho không khí lạnh được phân phối đều trong toàn bộ diện tích buồng.

Miệng thổi của kênh phân phối có thể hướng xuống dưới. Miệng hút có thể quay xuống dưới, quay ngang hoặc hướng lên trên sao cho sự phân phối không khí là hợp lý nhất, kết hợp được cả với các dòng đối lưu không khí tự nhiên. Trên kênh phân phối không khí có bố trí cơ cấu điều chỉnh lưu lượng gió dạng clapê.

Hệ thống một kênh gió biểu diễn trên hình 1-6b. Cửa lấy gió bố trí phía dưới dàn quạt, các hành lang vận chuyển hàng và các khe hở giữa các động hàng làm thêm nhiệm vụ của kênh gió phân phối phía trên để phân phối cho toàn bộ diện tích buồng qua các cửa gió ở dưới hoặc ở hai bên sườn của kênh gió.

Hình 1-6c biểu diễn hệ thống ống phun làm lạnh không có kênh gió. Không khí được hút vào phía dưới dàn lạnh và được đẩy qua ống phun trở lại buồng sau khi đã được làm lạnh. Tốc độ gió ở ống phun khá lớn 15 + 20

m/s. Do không có kênh phân phối nên phải dùng tốc độ gió lớn để đảm bảo phân phối không khí một cách đồng đều hơn đối với các buồng lớn. Tuy nhiên phương pháp làm lạnh này người ta cũng không sử dụng cho các buồng lớn, do phân phối không khí lạnh không đều.



Hình 1-6. Sơ đồ các hệ thống tuần hoàn không khí :

- a) Hệ thống hai kênh gió: 1. Ống hồi; 2. Ống thổi; 3. Dàn lạnh; 4. Quạt gió;
 b) Hệ thống một kênh gió; c) Hệ thống ống phun : 1. Dàn lạnh; 2. Cửa hút gió;
 3. Ống xoắn; 4. Quạt gió; 5. Miệng phun; d) Dàn quạt treo; 1. Ống xoắn;
 2. Máng nước; 3. Quạt gió.

Hình 1-6d biểu diễn hệ thống làm lạnh không khí kiểu dàn quạt treo trần. Nếu buồng bảo quản được bố trí một số dàn quạt treo trần kiểu này thì sự phân phối không khí khá đồng đều.

Ưu điểm của dàn quạt (lưu thông không khí cưỡng bức) là sự phân bố nhiệt độ tương đối đều khắp thể tích của buồng. Sự trao đổi nhiệt giữa không khí và dàn lạnh, giữa không khí và sản phẩm tăng lên, giảm diện tích bề mặt trao đổi nhiệt, giảm tiêu tốn nguyên vật liệu, dàn gọn nhẹ, chiếm chỗ không nhiều. Khả năng điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh cũng cao hơn.

Nhược điểm của hệ thống là ồn, tiêu tốn năng lượng bổ sung cho quạt tiêu tốn lạnh để thải nhiệt do quạt toả ra, làm tăng độ khô hao sản phẩm, tuy nhiên có thể giảm khô hao sản phẩm bằng một số biện pháp đã trình bày ở trên.

1.4 HIỆU NHIỆT ĐỘ GIỮA CÁC VÁCH NGĂN

Khi thiết kế các kho lạnh lớn, không cần xác định nhiệt độ của hành lang buồng đệm và buồng đợi. Dòng nhiệt tổn thất qua các tường ngăn giữ các buồng được làm lạnh (lạnh, lạnh đông) và các buồng không được làm lạnh (hành lang, buồng đệm, buồng đợi) được tính toán theo hiệu nhiệt độ định hướng như sau:

- bằng 70% hiệu nhiệt độ giữa buồng lạnh và bên ngoài nếu như hành lang, buồng đệm có cửa thông với bên ngoài;
- bằng 60% nếu buồng đệm, hành lang không có cửa thông với bên ngoài.

Đối với các kho lạnh của cửa hàng thương nghiệp có thể lấy nhiệt độ buồng đệm bằng 28°C. Nhiệt độ hành lang, buồng đệm lấy là 14°C.

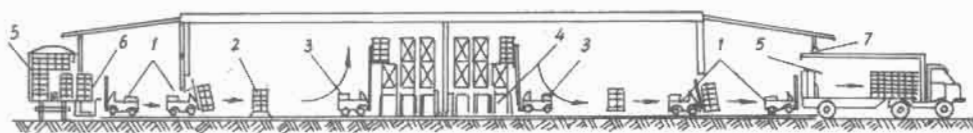
Tất nhiên, nếu số liệu ban đầu cho nhiệt độ hành lang và buồng đệm thì lấy theo số liệu đó để tính toán.

1.5 PHƯƠNG PHÁP XẾP DỠ - MÁY NÂNG HẠ

Trong các kho lạnh nhỏ thường sử dụng phương pháp bốc xếp thủ công nhưng trong các kho lạnh lớn từ 1000 tấn trở lên cần phải sử dụng các loại máy nâng hạ, cơ giới hoá hoàn toàn khâu xếp dỡ hàng. Việc sử dụng máy nâng hạ đòi hỏi hàng được đóng trong bao bì dạng kiên tiêu chuẩn phù hợp cho quá trình xếp dỡ bằng máy. Các kiện hàng được xếp lên giá gỗ hoặc giá sắt tiêu chuẩn phù hợp với phương tiện bốc dỡ. Khi xếp hàng vào kiện và các kiện hàng vào giá cần bố trí sao cho thể tích hữu ích là lớn nhất (thể tích thừa còn lại không quá 5 ÷ 6%) và lô hàng đạt độ vững vàng nhất, không bị xô lệch hoặc đổ nghiêng ngã. Thông thường người ta dùng cách xếp so le các kiện hàng giống như cách xếp cao các chống gạch để kiện trên nối liền các mạch đứt của kiện dưới. Chú ý, chỉ đóng một loại hàng và một danh mục sản phẩm vào kiện. Khối lượng của một giá hàng không nên quá 1000 kg. Nên sử dụng các loại giá xếp dỡ hàng có trụ chống chung quanh để chống cao các giá xếp dỡ vì sản phẩm tầng dưới không chịu tải của tầng trên. Tải trọng sản phẩm được truyền vào các trụ chống. Nhiều kho lạnh chọn phương

án bố trí giá đỡ cố định hoặc di động sau đó dùng phương tiện nâng hạ để xếp hàng hoá vào giá. Hình 1-7 giới thiệu sơ đồ cơ giới hoá khâu xếp dỡ.

Trong các kho lạnh một tầng thường sử dụng xe nâng hạ, xe rửa điện (xem bảng 1-5). Trong các kho lạnh nhiều tầng sử dụng thêm các thang máy từ 3200 đến 5000 kg.



Hình 1-7. Sơ đồ cơ giới hoá khâu xếp dỡ:

1. Xe nĩa nâng hạ chạy điện DII-0801; 2. Giá xếp (đẩy tải); 3. Xe nĩa nâng hạ chạy điện kiểu DII-201; 4. Giá xếp dỡ hàng có trụ chống; 5. Xe rửa xếp hàng TB-630; 6. Bục dỡ hàng; 7. Túi khí bơm căng làm kín cửa và xe tránh tổn thất lạnh khi bốc xếp hàng.

Số lượng thiết bị và loại thiết bị nâng hạ cho từng loại kho với các dung tích khác nhau giới thiệu trong bảng 1-5.

Đối với mỗi loại sản phẩm có các phương pháp bảo quản riêng phù hợp với sản phẩm, quy trình công nghệ, đặc tính sản phẩm, chu kỳ bảo quản... Ví dụ đối với táo có thể bảo quản trong các thùng côngtenơ có vỏ chắc, thành cứng tiêu chuẩn nhưng có thể gấp lại được. Thùng nọ có thể xếp chồng lên thùng kia tới chiều cao 7 m. Khoai tây có thể đựng trong các bì tải dày xếp lên các kệ cao tới 2 + 3 m hoặc chất đống trong vách ngăn cách vách buồng lạnh mỗi chiều khoảng 0,4 m.

Thịt lợn đông lạnh cả hoặc nửa con có thể bảo quản theo phương pháp chất đống và phủ bằng bạt trắng băng. Việc chất đống có thể thực hiện nhờ máy bố xếp điện có cần dài. Để đảm bảo sự vững chắc của chồng sản phẩm có thể dùng cột chống và dây chằng.

Để nâng cao tính cơ động của các phương tiện vận tải bốc xếp hàng trong kho lạnh cần bố trí các hành lang, phòng phụ, đường vận chuyển hợp lý trực tiếp trong kho bảo quản. Các đường đi lại cho phương tiện cơ giới là 1,6 m, đối với các phòng và kho nhỏ có thể rút xuống còn 1,2 m.

Để có thể xoay chuyển dễ dàng trong kho cần bố trí ngay tại cửa diện tích 4 m x 4 m, trong phòng bảo quản thịt đã đóng bao và làm lạnh 5,2 m x 5,2 m.

Khi xếp hàng đã đóng bao phải dự trù trước trên nền kho để bố trí các gói cho hợp lý. Để vận chuyển dễ dàng cần để lối đi rộng 3 m sau đó xếp vào lối đi đó đầy sản phẩm cuối cùng để lối đi còn lại là 1,6 m.

Nói chung việc xếp tải cần tối ưu để có thể đạt dung tích và hiệu quả cao.

Ở các ga, hiện ô tô hoặc tàu hoả cần bố trí cân đến 2000 kg để xác định khối lượng sản phẩm xuất, nhập.

*Bảng 1-5. Dự trù thiết bị nâng hạ cho kho lạnh
(thiết bị sản xuất tại Nga và Bungari)*

Thiết bị	Chức năng	Số lượng thiết bị theo dung tích kho, c/ ngàn tấn		
		1,5 + 5	6 + 10	1,3 + 10
<i>Xe nâng chạy điện</i>				
4004 A. sức nâng 0,75 t, chiều cao nâng 2,3 m	để vận chuyển và xếp hàng trong kho chiều cao không quá 4 m	2,0 + 1,6	1,35 + 1,3	1,3 + 1,0
DI1103 sức nâng 1,0 t độ cao 2,8 m	như trên	2,0 + 1,6	1,35 + 1,3	1,3 + 1,0
EB 677 - 45 sức nâng 0,8 t độ cao 4,5 m	như trên chiều cao kho đến 6 m	2,0 + 1,6	1,35 + 1,3	1,3 + 1,0
4004 sức nâng 0,75 t chiều cao 1,6 m	để vận chuyển trong toa và thang máy	2,0 + 1,35	1,2 + 0,9	0,9 + 0,7
<i>Xe rửa điện</i>				
DIK11-750 sức nâng 0,75 t	để kéo đất xe tay có tải	2,0 + 0,8	0,67 + 0,6	0,55 + 0,5
DIK11-100 sức nâng 1,0 t	như trên	2,0 + 0,8	0,67 + 0,6	0,55 + 0,5
E11-137 sức nâng 1,25 t	để chất lên thang và vận tải tự động	1,35 + 0,8	0,67 + 0,6	0,55 + 0,5
<i>Xe rửa vận tải tay</i>				
Sức nâng 800 ÷ 1000 kg	để vận tải trong kho	200 + 250	260 + 300	310 + 350
Sức nâng 100 kg	để dọn rác, rửa nền ...	3 + 4	6 + 8	9 + 11
Tấm phẳng 2 lớp 4 cửa	để xếp hàng đang kiện	800 + 1000	800 + 1000	800 + 1000
Cột chống đỡ hàng	để bảo vệ hàng khỏi đổ	300 + 500	300 + 500	300 + 500
Cân tĩnh tại	để cân ô tô			
Ô tô có tải trọng giới hạn 30 000 kg		1	1	1
10 000 kg		1	1	1
Cân tĩnh tại ở hiện ô tô, tàu hoả 2000 kg	cân ở hiện ô tô, tàu hoả	4 + 7	4 + 7	4 + 7
Cân lưu động 1000 kg	cân trong buồng lạnh	4 + 7	4 + 7	4 + 7
Công nhân phục vụ	để đóng gói, phân loại sản phẩm và phục vụ chung	100	150	200

Ghi chú: Xe nâng, xe rửa cho 1000 t sản phẩm còn lại cho toàn bộ kho lạnh.

THIẾT KẾ THỂ TÍCH VÀ MẶT BẰNG KHO LẠNH

2.1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam hiện nay mới chỉ có bốn năm kho lạnh phân phối có dung tích trên 1000t, với những trang bị kỹ thuật hiện đại nhưng việc sử dụng các kho lạnh này cũng chưa đạt hiệu quả cao. Hiện nay kho lạnh hiện đại nhất dung tích 2000 tấn đã được xây dựng là kho lạnh Swire Pacific (SPCS) của Anh đặt tại khu công nghiệp Sóng thần 1 (ảnh bìa 1). Đây là kho lạnh kinh doanh theo kiểu cho thuê. Đây có thể là phương thức mới phát triển kho lạnh ở Việt nam. Do kinh doanh có hiệu quả nên công ty Swire dự định lắp đặt tiếp các kho 2000t không những ở thành phố Hồ Chí Minh mà còn ở cả Hà nội và hiện nay dung tích kho lạnh Swire ở TP Hồ Chí Minh đã đạt trên 12000 tấn. Nước ta có đặc điểm là nằm trải dài theo bờ biển. Các kho lạnh phục vụ xuất khẩu thịt, rau, hoa, quả và thủy sản với dung tích đến 500t có lẽ sẽ vẫn hoạt động hiệu quả nhất hiện nay.

Việc thiết kế kho lạnh phải đảm bảo được một số yêu cầu cơ bản sau:

- cần phải tiêu chuẩn hóa các dạng kho lạnh;
- cần đáp ứng các yêu cầu khắt khe của sản phẩm xuất khẩu;
- cần có khả năng cơ giới hoá cao trong các khâu bốc dỡ, sắp xếp hàng;
- cần phải kinh tế: vốn đầu tư nhỏ, có thể sử dụng máy và thiết bị trong nước...

Với những yêu cầu nhiều khi mâu thuẫn nhau như trên ta phải đưa ra những phương án thiết kế phù hợp với hoàn cảnh Việt Nam.

2.2 PHÂN LOẠI KHO LẠNH

1. Kho lạnh chế biến (Xí nghiệp chế biến lạnh) là một bộ phận của các cơ sở chế biến thực phẩm như thịt, cá, sữa, rau, quả... Các sản phẩm là

thực phẩm lạnh, lạnh đông, đồ hộp... để chuyển đến các kho lạnh phân phối, kho lạnh trung chuyển hoặc kho lạnh thương nghiệp. Đặc điểm là năng suất lạnh của các thiết bị lớn. Chúng là mắt xích đầu tiên của dây chuyền lạnh.

2. Kho lạnh phân phối thường dùng cho các thành phố và các trung tâm công nghiệp để bảo quản các sản phẩm thực phẩm trong một mùa thu hoạch, phân phối điều hoà cho cả năm.

Phần lớn các sản phẩm được gia lạnh hoặc kết đông ở xí nghiệp chế biến nơi khác đưa đến đây để bảo quản. Một phần nhỏ có thể được gia lạnh và kết đông tại kho lạnh từ 3 đến 6 tháng. Dung tích của kho rất lớn, tới 10 đến 15 ngàn tấn, đặc biệt 30 ÷ 35000t.

Kho lạnh chuyên dùng để bảo quản một loại mặt hàng và vận năng để bảo quản nhiều loại mặt hàng: thịt, sữa, cá, rau quả...

Nếu kho lạnh có các phân xưởng kem, nước đá, phân xưởng chế biến đóng gói, gia lạnh và kết đông thì gọi là xí nghiệp liên hiệp lạnh.

3. Kho lạnh trung chuyển thường đặt ở các hải cảng, những điểm nút đường sắt, bộ... dùng để bảo quản ngắn hạn những sản phẩm tại những nơi trung chuyển. Kho lạnh trung chuyển có thể kết hợp làm một với kho lạnh phân phối và kho lạnh thương nghiệp.

4. Kho lạnh thương nghiệp dùng để bảo quản ngắn hạn thực phẩm sắp đưa ra thị trường tiêu thụ. Nguồn hàng chủ yếu của kho lạnh này là từ kho lạnh phân phối. Kho lạnh thương nghiệp được chia làm hai loại theo dung tích: kho lạnh thương nghiệp lớn có dung tích từ 10 đến 150t dùng cho các trung tâm công nghiệp, thị xã... Kho lạnh nhỏ có dung tích đến 10 tấn dùng cho các cửa hàng, quầy hàng thương nghiệp, khách sạn... thời hạn bảo quản trong vòng 20 ngày. Kiểu này bao gồm cả các loại tủ lạnh, tủ kính lạnh thương nghiệp.

5. Kho lạnh vận tải thực tế là các ôtô lạnh, tàu hoả, tàu thủy hoặc máy bay lạnh dùng để vận tải các sản phẩm bảo quản lạnh. Các khoang lạnh có thể chiếm toàn bộ hoặc một phần khoang hàng của phương tiện vận tải.

6. Kho lạnh sinh hoạt thực chất là các loại tủ lạnh, tủ đông các cỡ khác nhau sử dụng trong gia đình. Chúng được coi là mắt xích cuối cùng của dây chuyền lạnh, dùng để bảo quản các thực phẩm tiêu dùng trong gia đình hoặc tập thể, để làm đá lập phương, đá thời thực phẩm. Dung tích từ 50l đến một vài mét khối.

2.3 PHÂN LOẠI BUỒNG LẠNH

Kho lạnh chuyên dùng chỉ có một buồng với một chế độ nhiệt duy nhất. Nhưng một kho lạnh thường gồm nhiều buồng lạnh với những chế độ nhiệt khác nhau để bảo quản các sản phẩm khác nhau. Ngay trong tủ lạnh gia đình cũng chia làm ba ngăn với ba chế độ bảo quản: lạnh đông trong ngăn đá, bảo quản lạnh ở phần giữa và bảo quản mát ($7 \div 10^{\circ}\text{C}$) cho rau quả ở ngăn dưới cùng. Dưới đây là đặc tính và phân loại của các buồng lạnh đó:

1. Buồng bảo quản lạnh 0°C . Buồng bảo quản lạnh thường có nhiệt độ $-1,5 \div 0^{\circ}\text{C}$ với độ ẩm tương đối $90 \div 95\%$. Các sản phẩm bảo quản như thịt, cá có thể được xếp trong các bao bì khác nhau đặt lên giá trong buồng lạnh.

Buồng lạnh được trang bị các dàn lạnh không khí kiểu gắn tường, treo trên trần đối lưu không khí tự nhiên hoặc dùng dàn quạt.

2. Buồng bảo quản đông $-18 \div -20^{\circ}\text{C}$. Buồng bảo quản đông dùng để bảo quản các sản phẩm thịt, cá, rau, quả... đã được kết đông ở máy kết đông hoặc buồng kết đông. Nhiệt độ buồng thường là -18°C . Khi có yêu cầu đặc biệt nhiệt độ bảo quản được đưa xuống đến -23°C .

Buồng bảo quản đông thường dùng dàn quạt làm lạnh không khí nhưng cũng có thể dùng các dàn tường hoặc dàn trần không khí đối lưu tự nhiên.

3. Buồng bảo quản đa năng -12°C . Buồng bảo quản đa năng thường được thiết kế ở -12°C nhưng khi cần bảo quản lạnh có thể đưa lên nhiệt độ bảo quản 0°C hoặc khi cần bảo quản đông có thể đưa xuống nhiệt độ bảo quản -18°C tùy theo yêu cầu công nghệ.

Khi cần có thể dùng buồng đa năng để gia lạnh sản phẩm.

Buồng đa năng thường được trang bị dàn quạt nhưng cũng có thể được trang bị dàn tường hoặc dàn trần đối lưu không khí tự nhiên.

4. Buồng gia lạnh 0°C . Buồng gia lạnh dùng để làm lạnh (gia lạnh) sản phẩm từ nhiệt độ môi trường xuống đến nhiệt độ bảo quản lạnh hoặc để gia lạnh sơ bộ cho những sản phẩm lạnh đông trong phương pháp kết đông hai pha.

Tùy theo quy trình công nghệ gia lạnh, nhiệt độ buồng có thể hạ xuống -5°C và nâng lên vài độ trên nhiệt độ đóng băng của các sản phẩm được gia lạnh.

Buồng gia lạnh thường được trang bị dàn quạt để tăng tốc độ gia lạnh cho sản phẩm.

5. **Buồng kết đông -35°C.** Buồng kết đông dùng để kết đông sản phẩm như đã giới thiệu ở phần 1.3 và bảng 1-5. Kết đông một pha, nhiệt độ sản phẩm vào là 37°C. Kết đông hai pha, nhiệt độ sản phẩm vào buồng kết đông là 4°C vì sản phẩm đã được gia lạnh sơ bộ. Sản phẩm ra có nhiệt độ tâm thịt đạt - 8°C và nhiệt độ bề mặt tùy theo bề dày tấm thịt có thể đạt - 18 ÷ -12 °C. Sản phẩm dần đạt nhiệt độ bảo quản trong buồng bảo quản đông.

Kết đông một pha có nhiều ưu điểm hơn do đó ngày nay thường người ta thiết kế buồng kết đông một pha cho kho lạnh để đảm bảo chất lượng thịt, giảm tiêu hao do khô ngót sản phẩm.

Buồng kết đông một pha có nhiệt độ không khí đạt -35°C, tốc độ chuyển động của không khí từ 1 đến 2 m/s, có khi đạt 3 đến 5 m/s. Thịt đặt trên giá hoặc treo trên xe đẩy và được kết đông theo từng mẻ.

Ngoài buồng kết đông, ngày nay người ta còn sử dụng nhiều loại thiết bị kết đông khác nhau có tốc độ kết đông nhanh và cực nhanh để đảm bảo chất lượng cao nhất của các mặt hàng xuất khẩu như tôm và thủy sản đông lạnh, thịt nạc, thịt thăn, gia cầm đông lạnh...

Các thiết bị kết đông đó là: máy kết đông tiếp xúc, máy kết đông băng chuyên, máy kết đông kiểu tấm, máy kết đông đông sôi, máy kết đông nhúng chìm trực tiếp trong frêon lỏng sôi... (xem mục 5.5).

6. **Buồng chất tải và tháo tải 0°C.** Buồng chất tải và tháo tải có nhiệt độ không khí khoảng 0°C phục vụ cho buồng kết đông và buồng gia lạnh. Trong buồng chất tải, thịt được treo vào các móc treo của xe kết đông hoặc được xếp vào các giá của xe để chuẩn bị đưa vào buồng kết đông. Buồng tháo tải dùng để tháo các sản phẩm đã kết đông chuyển qua các buồng bảo quản đông.

Nhiệt độ không khí buồng chất tải và tháo tải có thể điều chỉnh xuống được -5°C để gia lạnh sơ bộ sản phẩm khi cần thiết.

7. **Buồng bảo quản đá -4°C.** Buồng bảo quản nước đá có nhiệt độ không khí - 4°C đi kèm bể đá khối. Dung tích buồng tùy theo yêu cầu trữ đá, thường có thể trữ được từ 2 đến 5 lần năng suất ngày đêm của bể đá.

Buồng bảo quản nước đá thường được trang bị dàn lạnh treo trần, đối lưu không khí tự nhiên.

8. **Buồng chế biến lạnh +15°C.** Buồng chế biến lạnh trong các xí nghiệp chế biến thực phẩm có công nhân làm việc ngày liên tục bên trong. Nhiệt độ tùy theo yêu cầu công nghệ chế biến nhưng thường là từ 10 đến 18°C.

2.4 PHÂN BỐ DUNG TÍCH

a. Phân bố dung tích

Dung tích hoặc diện tích kho lạnh được thiết kế theo yêu cầu của từng trường hợp cụ thể. Nếu không có yêu cầu cụ thể có thể thiết kế theo một số thông số định hướng sau đây.

Các kho lạnh phân phối thịt có thể lấy dung tích cho từng loại buồng định hướng theo các số liệu cho trong bảng 2-1.

Bảng 2-1. Dung tích định hướng của các buồng theo dung tích kho lạnh, tấn

Dung tích kho lạnh, t	Tỉ lệ dung tích, % dung tích chung			Công suất buồng kết đông t/ngày đêm hoặc % dung tích chung
	buồng bảo quản đông	buồng bảo quản lạnh	buồng vạn năng	
50 ÷ 600	50 ÷ 70	-	25 ÷ 50	đến 5t/ ngày đêm
1000 ÷ 2000	75	-	25	đến 1%
3000 ÷ 5000	75	-	25	đến 0,5%
> 5000	60	20	20	đến 0,5%

Kho lạnh của xí nghiệp chế biến thịt là một bộ phận của xí nghiệp hoặc của liên hiệp chế biến thịt. Dung tích của kho và của từng buồng, thí dụ buồng chế biến lạnh, buồng gia lạnh, buồng kết đông, buồng bảo quản lạnh, buồng bảo quản đông được tính theo dây chuyền công nghệ và số ca sản xuất.

Năng suất gia lạnh và kết đông phải đạt ít nhất 80% năng suất chế biến mỗi ca. Các buồng bảo quản lạnh có thể giữ thịt dự trữ được hai ngày đêm, các buồng bảo quản đông phải dự trữ được lượng thịt cho 60 ca làm việc.

Ngoài ra, trong kho lạnh còn phải bố trí các buồng chất tải (tiếp nhận) và tháo tải cho các buồng gia lạnh và kết đông, buồng vạn năng có chế độ nhiệt thay đổi tùy theo yêu cầu, buồng phân phối và nếu cần cả buồng kiểm nghiệm sản phẩm.

Kho lạnh công nghiệp cá thường không phải là xí nghiệp độc lập mà nằm trong tổ hợp công nghiệp cá có nơi tiếp nhận, xử lý và phân phối cá. Thường 80% dung tích kho lạnh dùng để bảo quản đông. Dung tích còn lại là buồng bảo quản vạn năng. Kho lạnh công nghiệp cá có dung tích đến 20

ngàn tấn, bình thường dung tích từ 100 đến 1000t. Sự phân bố dung tích của kho đến 1000 t giới thiệu trên bảng 2-2.

Bảng 2-2. Phân bố dung tích kho lạnh cá

Dung tích kho lạnh cá, t	Công suất buồng kết đông, t/24h	Dung tích dự trữ, tấn	Công suất bể đá, t/24h	Dung tích buồng chứa đá, t
100	10	20	5	30
200	20	40	15	80
300	30	50	20	100
≥ 750	50 + 75	75	-	-

Các kho lạnh bảo quản rau quả thường có các buồng sau:

- buồng bảo quản rau quả;
- buồng chế biến (lựa chọn, phân loại, đóng gói, đóng hộp);
- buồng tiếp nhận và phân phối sản phẩm.

Đối với các kho lạnh nhỏ dưới 1000t có thể sử dụng một buồng với nhiều chức năng thí dụ, buồng xử lý, phân phối và tiếp nhận của kho lạnh chế biến rau quả có thể là một buồng duy nhất. Kho lạnh phân phối rau quả thì không cần buồng này. Các buồng gia lạnh, thu gom của các kho lạnh thu mua, sau mùa vụ có thể dùng làm nơi bảo quản, phân loại trước khi bán.

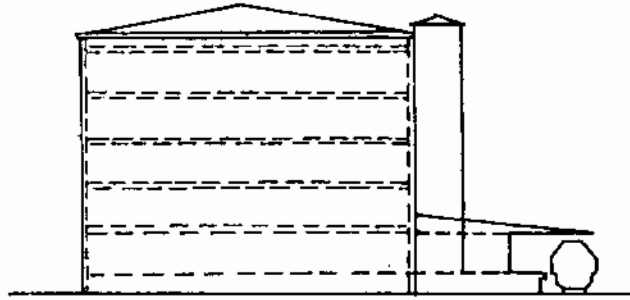
b. Phân bố diện tích

Phòng lạnh và phòng đông chỉ chiếm một phần không gian xây dựng. Một phần lớn còn lại dành cho các phòng gia công, chuẩn bị, chất tháo tải, phòng phụ, thang máy, cầu thang, vách, vách cách nhiệt, các dàn lạnh và các kết cấu xây dựng khác. Các kho lạnh cũ thường bố trí sân, hiên và các phòng chất tháo tải nhỏ... nhưng ngày nay các phòng phụ đó được bố trí rộng rãi để có thể tiếp nhận hoặc xuất một khối lượng hàng lớn một cách nhanh chóng theo thời vụ hoặc đột xuất.

Các kho lạnh rau quả làm việc theo thời vụ. Các kho lạnh bến cảng cần giải phóng tàu nhanh cần có các phòng chất tháo tải lớn, tuy nhiên nếu là một kho lạnh trong đất liền công việc xuất nhập hàng diễn ra đều đặn thì một phòng chất tháo tải lớn lại không kinh tế.

Thường các phòng phụ rất khó bố trí vào nhóm các phòng lạnh và đông, vì chế độ nhiệt khác nhau. Một giải pháp hợp lý đối với kho lạnh nhiều tầng

là xây dựng một diện tích khác ngay bên cạnh kho lạnh. Hình 2-1 giới thiệu một kho lạnh kiểu như vậy. Ở kho lạnh 5 tầng này người ta sử dụng một phần của tầng 1 làm buồng tháo chất tải và buồng phụ. Với giải pháp đó, kho lạnh nhiều tầng sẽ không bị ảnh hưởng bởi các buồng phụ.



Hình 2-1. Kho lạnh với phần 1 tầng dùng làm phòng tháo và chất tải.

Bảng 2-3 giới thiệu tỷ lệ các loại phòng và các phần kiến trúc xây dựng khác theo tỷ lệ % đối với tổng diện tích mặt bằng của một số kho lạnh khác nhau (xem thêm bảng 6.15).

Bảng 2-3. Diện tích định hướng của các buồng theo diện tích kho lạnh, tấn

Kho lạnh	Diện tích thô tất cả các tầng		Diện tích lạnh hữu ích tất cả các tầng		Xây dựng và cách nhiệt		Phòng chất tải, cửa		Phòng cầu thang, thang máy, không làm lạnh		Dàn lạnh quạt và hộp gió		Văn phòng và các phòng phụ	
	m ²	%	m ²	%	m ²	%	m ²	%	m ²	%	m ²	%	m ²	%
1	7140	100	4530	63,5	1075	15,0	450	6,3	621	8,7	358	5,0	106	1,5
2	6470	100	4770	73,8	780	12,0	266	4,1	388	6,0	246	3,8	20	0,3
3	5840	100	3550	61,0	795	13,6	110	1,9	1070	18,2	194	3,3	120	2,0
4	3800	100	2447	64,5	627	16,5	332	8,7	274	7,2	120	3,1	-	-
5	9300	100	5772	62,0	1110	12,0	96	1,0	1800	19,4	522	5,6	-	-
6	3320	100	2180	65,6	380	11,5	90	2,7	346	10,5	104	5,1	60	1,8

Về cỡ của các phòng có thể tham khảo các số liệu sau: Các buồng lạnh riêng lẻ của các kho lạnh cho thuê nên có diện tích từ 250 đến 400 m² là cao nhất. Các buồng nhỏ bất tiện đối với việc cách nhiệt kho lạnh, yêu cầu diện tích lớn hơn cho việc đi lại, vận chuyển hàng hoá vì vậy các phòng nhỏ là

không kinh tế bằng. Nhưng các phòng nhỏ để cho thuê hơn. Nếu muốn cho thuê dễ dàng đối với các phòng lớn, nên dùng lưới sắt phân chia thành các phòng nhỏ hoặc từng nhóm các phòng nhỏ. Nếu bảo quản hàng đặc chúng có thể chia ra các phòng lớn, như vậy có thể giảm được lối đi cho các xe rùa và tăng diện tích lạnh hữu ích.

Một số kho lạnh có kích thước phòng rất rộng ví dụ:

- Kho lạnh ở Dallas bang Texas (Mĩ) khoảng 5000 m²,
- Kho lạnh ở Los Angeles, California (Mĩ) khoảng 13.000 m²,
- Kho lạnh ở Chicago III, của Mĩ khoảng 15.000 m²,
- Kho lạnh ở Kaiserlautern / Pfalz (CHLB Đức) khoảng 1600 m².

Đối với những kho lạnh có phòng lạnh rộng như vậy cần đặc biệt quan tâm giải quyết vấn đề phòng cháy, chữa cháy.

Chiều cao của các kho lạnh thường từ 3,2 đến 3,5 m. Nếu cao hơn, chiều cao chất tải tăng, chi phí xây dựng tăng mà thu nhập do cho thuê không tăng nên nâng chiều cao chất tải là không kinh tế. Do vậy thường người ta làm nhiều tầng với chiều cao nhỏ hơn là làm ít tầng với chiều cao lớn. Chiều cao chất tải nhỏ cũng còn có ưu điểm là bốc xếp dễ hơn, độ bền cơ học của các thùng chứa yêu cầu không cao. Để có thể sử dụng tốt nhất chiều cao, trần phải phẳng không có dầm ngang (nên làm theo kiểu nãm) để có thể bố trí dễ dàng đường ống gió, các đường ống công nghệ và để xe nâng hạ hoạt động dễ dàng cũng như sự thông thoáng và đối lưu không khí tốt. Đối với kho lạnh một tầng, chiều cao chất tải có thể tới 4,5 m và chiều cao trần yêu cầu từ 5 đến 6 m.

c. Định hướng bố trí các phòng

Việc bố trí các phòng như phòng lạnh, phòng đông và các phòng phụ cần tuân theo các yêu cầu bố trí kỹ thuật lạnh, công nghệ lạnh và lưu thông đi lại. Ví dụ, thiết bị kết đông thực phẩm nên được bố trí ở tầng I để tránh vận chuyển thực phẩm chưa kết đông lên tầng cao và khi kết đông xong, việc vận chuyển hàng hoá dễ dàng hơn, nguy cơ hỏng sản phẩm cũng giảm hơn.

Nếu kho lạnh sử dụng phòng kết đông dạng tunel thì nên bố trí tầng hầm phía dưới bảo quản các sản phẩm ở nhiệt độ dương. Nếu không có tầng hầm phải có biện pháp chống đóng băng nền sàn.

Đối với các phòng có nhiệt độ dương nên chọn các phòng có tổn thất nhiệt qua vách lớn ví dụ các phòng ở góc kho, các phòng ở trên cùng... Dòng nhiệt tổn thất tạo điều kiện cho việc giữ độ ẩm vừa phải trong phòng. Do nhiệt tổn thất, dàn lạnh hoạt động nhiều và hơi nước bốc từ sản phẩm ra sẽ bám và ngưng tụ vào dàn. Đối với các phòng lạnh ít có tổn thất nhiệt, dàn lạnh ít hoạt động nên có độ ẩm cao do ẩm từ sản phẩm thoát ra.

Ở các tầng giữa và các phòng giữa nên sử dụng để bảo quản đông các sản phẩm ở độ ẩm cao. Độ ẩm càng cao càng giảm được sự khô hao sản phẩm bảo quản.

Các phòng tầng hầm để tránh đóng băng nền nên sử dụng để bảo quản các sản phẩm ở nhiệt độ dương trên 0°C và các hàng nặng yêu cầu tải trọng của nền cao ví dụ các mặt hàng đóng trong thùng.

Các buồng lạnh hoặc đông thương nghiệp hoặc xuất nhập thường xuyên nên bố trí ở tầng 1 để sự đi lại lưu thông nhộn nhịp không ảnh hưởng tới công việc ở các phòng bảo quản khác.

Các kho lạnh ở Mỹ người ta hay chia buồng theo chiều thẳng đứng nghĩa là ở một bên cánh gà của kho lạnh người ta bố trí sắp xếp các buồng đông và ở phía bên kia, các buồng lạnh. Do các phòng có cùng nhiệt độ nên trần giữa các tầng không phải cách nhiệt. Sự cách li giữa buồng lạnh và buồng đông có ưu điểm là độ lạnh ở buồng đông không ảnh hưởng tới buồng lạnh và không gây ra các trục trặc do băng giá. Bình thường người ta phải cách nhiệt tốt vách ngăn giữa các buồng đông và các buồng lạnh, giữa các buồng có cùng nhiệt độ không phải cách nhiệt. Khi thiết kế như vậy, kho lạnh chỉ bảo quản ít hàng thì cũng phải làm lạnh tất cả các phòng, tuy có nhiều phòng để trống. Các kho lạnh này thường là các kho lạnh chuyên dùng nên ít cửa ra vào.

Việc quy hoạch hợp lý mặt bằng kho lạnh đòi hỏi phải có kiến thức và nhiều kinh nghiệm. Phải bố trí sao cho hợp lý nhất các phòng và các nhóm phòng lạnh, phòng đông và các nhóm phòng đông, các phòng phụ, hiện ô tô, hiện tàu hoả, các dàn lạnh quạt, các đường đi ống... Cũng cần nhấn mạnh rằng vì lí do kinh tế không được thu hẹp diện tích phòng lạnh khi phải mở rộng các phòng khác. Cần phải loại trừ việc đổ mồ hôi và bám tuyết ở các vị trí không khí nóng gặp các bề mặt lạnh ở các hành lang, cầu thang, thang máy, các đường ống gió, ống lạnh... Cần phải tuân thủ các kỹ thuật vận hành như: các đường vận chuyển tới cầu thang và tới buồng lạnh phải ngắn và không vướng cột; phải dễ tiếp cận với dàn lạnh quạt, các kênh bố trí

đường ống mà không cần phải vào phòng lạnh, cần phải bố trí cầu thang phù hợp với quy tắc an toàn phòng cháy, chữa cháy và để phòng sự bốc mùi từ phòng nọ sang phòng kia, từ tầng nọ sang tầng kia.

Nói chung không thể đưa ra một sơ đồ mặt bằng tiêu chuẩn vì mỗi mặt bằng có những đặc điểm riêng và sự hợp lí của một mặt bằng phụ thuộc rất nhiều yếu tố: kích cỡ kho, tính chất kho đa năng, chuyên dùng hay cho thuê, vị trí xây dựng, khả năng nối với đường giao thông... Ở mục 2.8 có nêu ra một vài ví dụ để phân tích.

2.5 TIÊU CHUẨN CHẤT TẢI

Chỉ tiêu cơ bản để đánh giá kho lạnh là dung tích. Dung tích kho lạnh là khối lượng hàng hoá (tấn) có thể đồng thời bảo quản trong kho. Khi biết dung tích kho lạnh người ta vẫn khó dự đoán được thể tích (m^3) kho lạnh vì khối lượng hàng chất vào một đơn vị thể tích ($1 m^3$) khác nhau, phụ thuộc vào loại hàng, phương pháp bảo quản, phương pháp bao bì đóng gói. Thí dụ, $1 m^3$ buồng lạnh có thể chứa được đến 0,8t mỡ đóng trong các hộp cactông nhưng chỉ chứa được 0,28t thịt cừu đông. Như vậy thể tích kho lạnh bảo quản mỡ chỉ nhỏ bằng khoảng 1/3 kho lạnh bảo quản thịt cừu khi có cùng dung tích.

Để có thể tính chuyển đổi dung tích và thể tích kho lạnh người ta sử dụng dung tích quy ước (còn gọi là định mức chất tải) là 0,35t cho $1 m^3$ buồng lạnh. Đó là khả năng bảo quản thịt bò nửa con và xẻ tư trong kho lạnh. Nếu $1 m^3$ kho lạnh bảo quản được 0,35t hàng thì hệ số tính toán thể tích là 1. Đối với mỡ, hệ số tính toán chỉ là 0,44 và đối với thịt cừu hệ số tính toán lên tới 1,25 (thể tích bằng 1,25 lần thể tích quy ước).

Đối với các tủ lạnh gia đình, thương nghiệp, các buồng lạnh lắp ghép thường dùng thể tích (m^3) để ký hiệu thí dụ buồng lạnh Tyler 12 khối...

Tiêu chuẩn chất tải và hệ số tính toán thể tích của một số sản phẩm cùng phương pháp bảo quản và bao bì được giới thiệu trong bảng 2-4.

Để tính toán thể tích của buồng cấp đông có thể dùng tiêu chuẩn chất tải theo một mét chiều dài giá treo là 0,25 t/m. Nếu dùng xe đẩy có giá treo có thể dùng tiêu chuẩn chất tải theo diện tích m^2 . Mỗi $1 m^2$ có thể sắp xếp được 0,6 đến 0,7 t (tương đương 0,17 t/ m^3).

Sản phẩm sữa có yêu cầu chất tải đặc biệt, giới thiệu tỉ mỉ trong [9].

Tiêu chuẩn chất tải ở các thiết bị lạnh, kho lạnh thương nghiệp và tiêu dùng nhỏ hơn rất nhiều so với tiêu chuẩn chất tải của các kho lạnh đã giới thiệu ở trên, thường chỉ đạt từ 100 đến 300 kg/m² diện tích kho lạnh tùy theo loại hàng, cách bao gói và cách sắp xếp hàng trên giá.

Bảng 2-4. Tiêu chuẩn chất tải và hệ số tính thể tích của một số sản phẩm bảo quản lạnh

Sản phẩm bảo quản	Tiêu chuẩn chất tải g _v , t/m ³	Hệ số tính thể tích a
Thịt bò đông lạnh 1/4 con	0,40	0,88
1/2 con	0,30	1,17
1/4 và 1/2 con	0,35	1
Thịt cừ đông lạnh	0,28	1,25
Thịt lợn đông lạnh	0,45	0,78
Gia cầm đông lạnh trong hòm gỗ	0,38	0,92
Cá đông lạnh trong hòm gỗ hoặc cactông	0,45	0,78
Thịt thân, cá đông lạnh trong hòm, cactông	0,70	0,50
Mỡ trong hộp cactông	0,80	0,44
Trứng trong hộp cactông	0,27	1,30
Đồ hộp trong các hòm gỗ hoặc cactông	0,60 ÷ 0,65	0,58 ÷ 0,54
Cam, quít trong các ngăn gỗ mỏng	0,45	0,78
KHI SẮP XẾP TRÊN GIÁ		
Mỡ trong các hộp cactông	0,70	0,50
Trứng trong các ngăn cactông	0,26	1,35
Thịt hộp trong các ngăn gỗ	0,38	0,92
Giò trong các ngăn gỗ	0,30	1,17
Thịt gia cầm đông lạnh trong các ngăn gỗ	0,44	0,79
trong ngăn cactông	0,38	0,92
Nho và cà chua ở khay	0,30	1,17
Táo và lê trong ngăn gỗ	0,31	1,03
Cam, quít trong hộp mỏng	0,32	1,09
trong ngăn gỗ, cactông	0,30	1,17
Hành tây khô	0,30	1,03
Cà rốt	0,32	1,09
Dưa hấu, dưa bở	0,40	0,87
Bắp cải	0,30	1,17
Thịt gia lạnh hoặc kết đông bằng giá treo		5,5
trong côngtenơ		2

Ghi chú: Tiêu chuẩn chất tải là khối lượng không bì nếu sản phẩm không bao bì và là khối lượng cả bì nếu sản phẩm có bao bì.

2.6 XÁC ĐỊNH SỐ LƯỢNG VÀ KÍCH THƯỚC CÁC BUỒNG LẠNH

Dung tích kho lạnh là đại lượng cơ bản cần biết để xác định số lượng và kích thước các buồng lạnh. Dung tích kho lạnh là lượng hàng được bảo quản đồng thời lớn nhất trong kho, đơn vị là tấn hàng. Ngoài ra, số lượng và kích thước các buồng lạnh phụ thuộc vào loại hàng được bảo quản trong kho, đặc điểm kho lạnh (kho lạnh phân phối, trung chuyển, chế biến hoặc thương nghiệp).

1. *Dung tích kho lạnh* được xác định theo biểu thức:

$$E = V \cdot g_v \quad (2-1)$$

E - dung tích kho lạnh, t;

V - thể tích kho lạnh, m^3 ;

g_v - định mức chất tải thể tích, t/m^3 .

Từ dung tích kho lạnh đã cho cũng có thể tính thể tích kho lạnh một cách dễ dàng từ biểu thức (2-1).

Định mức chất tải g_v tra theo bảng 2-4.

2. *Diện tích chất tải* của buồng lạnh F , m^2 , được xác định qua thể tích buồng lạnh và chiều cao chất tải:

$$F = \frac{V}{h} \quad (2-2)$$

F - diện tích chất tải hoặc diện tích hàng chiếm trực tiếp, m^2 ;

h - chiều cao chất tải, m.

Chiều cao chất tải là chiều cao lô hàng chất trong kho, chiều cao này phụ thuộc vào bao bì đựng hàng, phương tiện bốc xếp. Chiều cao h có thể tính bằng chiều cao buồng lạnh trừ đi phần lắp đặt dàn lạnh treo trần và khoảng không gian cần thiết để chất hàng và dỡ hàng. Kho lạnh một tầng có chiều cao 6 m thì chiều cao chất tải có thể tới 5 m.

3. *Tải trọng của nền và của trần* được tính toán theo định mức chất tải và chiều cao chất tải của nền và giá treo hoặc móc treo vào trần:

$$g_F \geq g_v \cdot h \quad (2-3)$$

g_F - định mức chất tải theo diện tích, t/m^2 .

4. Xác định diện tích lạnh cần xây dựng:

$$F_l = \frac{F}{\beta_F} \quad (2-4)$$

F_l - diện tích lạnh cần xây dựng, m²;

β_F - hệ số sử dụng diện tích các buồng chứa, tính cả đường đi và các diện tích giữa các lô hàng, giữa lô hàng và cột, tường, các diện tích lắp đặt thiết bị như dàn bay hơi, quạt. β_F phụ thuộc diện tích buồng và lấy theo bảng 2-5.

Bảng 2-5. Hệ số sử dụng diện tích theo buồng

Diện tích buồng lạnh, m ²	β_F
Đến 20	0,50 ÷ 0,60
Từ 20 đến 100	0,70 ÷ 0,75
Từ 100 đến 400	0,75 ÷ 0,80
Hơn 400	0,80 ÷ 0,85

Qua bảng 2-5 ta có thể thấy buồng càng rộng, hệ số sử dụng diện tích càng lớn vì có thể bố trí hợp lý hơn các lối đi, các lô hàng và các thiết bị.

5. Số lượng buồng lạnh phải xây dựng:

$$Z = \frac{F_l}{f}, \quad (2-5)$$

f - diện tích buồng lạnh quy chuẩn đã chọn xác định qua các hàng cột kho, m².

6. Khi thiết kế mặt bằng kho lạnh cần phải tính toán thêm các diện tích lạnh phụ trợ chưa nằm trong các tính toán ở trên. Thí dụ hành lang, buồng tháo và chất tải, kiểm nghiệm sản phẩm, buồng chứa phế phẩm và kể cả buồng kết đông của kho lạnh phân phối.

Diện tích buồng lạnh quy chuẩn tính theo hàng cột quy chuẩn cách nhau 6 m nên f cơ sở là 36 m². Các diện tích quy chuẩn khác nhau là bội số của 36 m². Trong khi tính toán, diện tích lạnh có thể lớn hơn diện tích ban đầu 10 ÷ 15%, khi chọn Z là một số nguyên.

7. Nếu số buồng lạnh nhận được khi thiết kế mặt bằng, khác với tính toán thì xác định dung tích quy ước thực của kho lạnh theo biểu thức:

$$E_t = E \frac{Z_1}{Z}, \quad (2-6)$$

Z_1 - số lượng buồng lạnh thực tế được xây dựng.

Thí dụ 2-1. Xác định diện tích của buồng lạnh để bảo quản dài ngày thịt thăn dạng bánh 0,5 kg. Diện tích của buồng phụ thuộc vào phương pháp xếp hàng.

Buồng được bố trí trong kho lạnh một tầng chiều cao kho đến xà ngang là 6 m, mạng lưới cột $6 \times 12 = 72 \text{ m}^2$.

Dung tích buồng 250t sản phẩm cả bì.

Phương án 1:

Thịt thăn được đựng trong các ngăn gỗ kích thước $440 \times 310 \times 250 \text{ mm}$. Mỗi chồng xếp cao 8 ngăn. Chiều cao xếp hàng là 2,0 m. Tiêu chuẩn chất tải $0,425 \text{ t/m}^3$ (bảng 2-4).

Theo các công thức từ (2-1) đến (2-6) ta có:

1) Thể tích buồng:

$$V = \frac{250}{0,425} = 590 \text{ m}^3$$

2) Diện tích chất tải:

$$F = \frac{590}{2} = 295 \text{ m}^2$$

3) Tải trọng trên 1 m^2 diện tích nền buồng:

$$0,425 \cdot 2 = 0,85 \text{ t/m}^3 \text{ nhỏ hơn mức cho phép.}$$

4) Diện tích lạnh cần thiết:

$$F_1 = \frac{295}{0,7} = 421 \text{ m}^2$$

5) Số lượng buồng lạnh:

$$Z = \frac{421}{72} = 5,85$$

6) Có thể chọn $Z = 6$, cỡ kho lạnh sẽ là $18 \times 24 \text{ m}$. Kích thước cuối cùng của kho lạnh còn phụ thuộc vào việc chọn các buồng phụ trợ.

7) Dung tích thực tế của buồng sẽ là:

$$E_t = 250 \cdot \frac{6}{5,85} = 256 \text{ t}$$

Phương án 2:

Thịt thân được đóng vào các ngăn, cứ 25 ngăn xếp thành một thùng. Mỗi chồng hàng gồm bốn thùng với chiều cao tổng cộng 3,45 m. Tiêu chuẩn chất tải 0,416 t/m³. Hệ số sử dụng diện tích $\beta_F = 0,7$. Cũng theo các biểu thức trên ta có:

1) Thể tích chất tải:

$$V = \frac{250}{0,416} = 601 \text{ m}^3$$

2) Diện tích chất tải:

$$F = \frac{601}{3,45} = 174 \text{ m}^2$$

3) Tải trọng nền:

$$0,416 \cdot 3,45 = 1,44 \text{ t/m}^2 \text{ nhỏ hơn tải trọng lớn nhất cho phép}$$

4) Diện tích lạnh cần thiết:

$$\vec{c}_1 = \frac{174}{0,7} = 249 \text{ m}^2$$

5) Số buồng lạnh (mỗi buồng 72 m²):

$$Z = \frac{249}{72} = 3,46$$

6) Chọn $Z = 4$ với diện tích tổng cộng 24 x 12 m.

7) Dung tích thực tế của kho lạnh:

$$E_1 = 250 \cdot \frac{4}{3,46} = 289 \text{ t}$$

Có thể tính diện tích lạnh phải xây dựng trực tiếp từ biểu thức:

$$F_l = \frac{E}{g_v \cdot h \cdot \beta_F}, \quad (2-7)$$

Dung tích của các buồng lạnh trang bị giá treo xác định theo định mức chất tải $g_1 = 0,25 \text{ t/m}$ theo chiều dài l của giá.

Diện tích buồng giá lạnh và buồng kết đông thịt có thể tính theo biểu thức:

$$F_1 = \frac{M \cdot T}{g_1 \cdot 24} \cdot k, \quad (2-8)$$

M - công suất các buồng gia lạnh và buồng kết đông, t/24h;

T - thời gian hoàn thành một mẻ sản phẩm bao gồm thời gian xử lý lạnh, chất tải, tháo tải, phá băng cho dàn lạnh, h;

g_1 - tiêu chuẩn chất tải trên 1 m chiều dài giá treo, t/m;

k - hệ số tính chuyển từ tiêu chuẩn chất tải trên 1 m chiều dài ra 1 m² diện tích cần xây dựng; $k = 1,2$.

Diện tích buồng bảo quản lạnh thịt trên giá treo xác định theo biểu thức:

$$F = \frac{E}{g_1} \cdot k = \frac{E}{g_F} \quad (2-9)$$

Hệ số tính chuyển từ tải treo theo mét dài sang diện tích m² của buồng lạnh theo tiêu chuẩn cứ một buồng quy chuẩn 72 m² trung bình bố trí được 60 m giá treo.

Trong quá trình tính toán có thể phải thay đổi kích thước của buồng kết đông và gia lạnh ngoài ý muốn.

Thí dụ 2-2. Xác định diện tích xây dựng của buồng kết đông thịt năng suất 15 t/24 h.

Giải: Theo biểu thức (2-8) ta có:

$$F_1 = \frac{1536}{0,25 \cdot 24} \cdot 12 = 108 \text{ m}^2$$

Số lượng buồng quy chuẩn:

$$n = \frac{108}{72} = 1,5$$

Có thể chọn một buồng bằng 1,5 buồng quy chuẩn (hoặc 36 m² x 3 = 108 m²) có chiều rộng 6 m và chiều dài 18 m. Thời gian hoàn thành một mẻ là 36 h ở điều kiện nhiệt độ không khí -30°C, đối lưu cưỡng bức. Nếu giảm thời gian xuống còn 24 h nhờ hạ nhiệt độ không khí và tăng tốc độ gió, diện tích buồng giảm xuống còn 72 m².

Diện tích nơi tiếp nhận và phân loại sản phẩm có thể tính theo biểu thức:

$$F_1 = \frac{0,5M_1}{0,35}, \quad (2-10)$$

M_i - lượng hàng nhập khẩu sản xuất trong một ngày, t/24h;

0,35 - tiêu chuẩn chất tải trên 1 m² diện tích, t/m².

2.7 KHO LẠNH THƯƠNG NGHIỆP VÀ ĐỜI SỐNG

Số buồng lạnh và diện tích buồng lạnh của các cơ sở thương nghiệp và đời sống phụ thuộc chủ yếu vào tính chất và chức năng của chúng. Các buồng lạnh thường được bố trí trong các buồng phụ. Điều kiện bảo quản và chất tải giới thiệu trong bảng 2-6. Tiêu chuẩn chất tải nhỏ hơn đáng kể so với các kho lạnh khác.

Bảng 2-6. Định mức chất tải các phòng lạnh thương nghiệp và nhà ăn tập thể

Sản phẩm	Nhiệt độ buồng, °C	Độ ẩm không khí, %	Thời gian bảo quản, ngày	Định mức chất tải, kg/m ²	
				trong cửa hàng	trong nhà ăn
Thịt	-1 ÷ 1	80	4	150	125
Cá	-3 ÷ -1	90	3	300	220
Sữa và sản phẩm sống	2 ÷ 4	85	5	300	170
Thực phẩm	2 ÷ 4	80	4	150	150
Rau hoa quả	4 ÷ 6	80	4	100	100
Thức ăn chế biến sẵn	4 ÷ 6	85	2	100	100
Đồ ăn nói chung	2 ÷ 4	85	2	100	100
Bánh mứt kẹo	6 ÷ 8	85	3	100	100
Thực phẩm phế phẩm	6 ÷ 8	85	2	-	200

- Diện tích các ngăn hàng cần lạnh thường được lấy bằng 30% diện tích tổng thể cửa hàng thực phẩm, thương nghiệp.

- Theo tiêu chuẩn Nga đối với mỗi loại hàng cần xây dựng diện tích buồng lạnh khác nhau. Tiêu chuẩn diện tích cho mỗi 20 m² ngăn hàng đối với thịt 2,8; cá 2,2; thức ăn 2,8; rượu bia, đồ uống không có cồn 1,7; hoa quả 4,4; rau 2,2 và sản phẩm sữa 2,8 m².

- Diện tích buồng nhỏ nhất cho phép là 6 m², kích thước bé nhất 2,4 m.

Đối với các nhà ăn công cộng và tập thể, định mức diện tích theo CH₁₁, III - J17 (bảng 2-7). Diện tích buồng lạnh bảo quản thực phẩm phụ thuộc vào chức năng tính chất nhà ăn, phụ thuộc vào việc nhà ăn sử dụng nguyên liệu để chế biến hay dùng thức ăn chế biến sẵn, và phụ thuộc vào độ lớn của nhà ăn (50 ÷ 1000 chỗ ngồi).

- Các buồng lạnh cần được nối với nhau bằng một buồng đệm ra vào chung.

Bảng 2-7. Diện tích các buồng lạnh theo chức năng và số chỗ ngồi của các nhà ăn

Buồng lạnh	Diện tích buồng lạnh theo số lượng chỗ ngồi, m ²							
	NHÀ ĂN CÔNG CỘNG							
	50	100	150	200	250	300	400	500
Thịt, cá chế biến sẵn (1)					6	6	6	7
Rau hoa quả chế biến sẵn (1)	6	7	9	11	8	10	15	19
Rau hoa quả, quả chín đồ uống		5	6	8	10	11	13	16
Sản phẩm sữa, mỡ, thức ăn	9	9	10	11	14	16	20	24
Thịt nguyên liệu (2)						14	20	23
Cá nguyên liệu (2)	7	10	10	12	15	5	6	6
Thực phẩm phế phẩm (3)			8	8	8	10	10	10
NHÀ ĂN CỦA XÍ NGHIỆP CÔNG NGHIỆP								
Thịt, cá, rau chế biến sẵn (1)		5	6	6	-	8	9	12
Rau hoa quả, đồ uống (1)				5	-	7	8	9
Sản phẩm sữa, mỡ, đồ ăn	8	6	6	8	-	10	11	13
Thịt, cá nguyên liệu (2)		6	7	8	-	11	13	14
Thực phẩm phế phẩm (3)	-	-	-	-	-	8	10	10
NHÀ ĂN CỦA CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC								
	300	400	500	600	700	800	900	1000
Thịt chế biến sẵn (1)					14	16	18	18
Cá chế biến sẵn (1)	8	9	11	14	4	5	6	6
Rau hoa quả chế biến sẵn (1)	7	8	10	12	12	13	15	16
Sữa, mỡ, thức ăn	5	6	7	8	10	11	12	13
Hoa quả, đồ uống, rau	5	6	8	10	12	13	15	15
Thịt nguyên liệu (2)								
Cá nguyên liệu (2)	13	15	18	21	24	26	6	7
Thực phẩm phế phẩm (3)	8	8	8	8	10	10	10	10
NHÀ HÀNG								
	100	150	200	250	300	400	500	
Thịt, cá chế biến sẵn (1)		5	5	5	6	6	7	9
Rau quả chế biến sẵn (1)		7	8	8	9	11	15	18
Sữa, mỡ, thực phẩm		11	13	15	18	22	27	31
Rau hoa quả, đồ uống		9	11	13	15	18	21	27
Thịt nguyên liệu (2)							19	25
Cá nguyên liệu (2)		7	10	15	18	19	5	6
Thực phẩm phế phẩm (3)		8	8	8	8	8	8	8

(1) Chỉ có ở những nhà ăn dùng sản phẩm chế biến sẵn.

(2) Buồng lạnh này chỉ có ở những nhà ăn dùng nguyên liệu để chế biến.

(3) Trong diện tích này có 4 m² không làm lạnh.

Thí dụ 2-3. Xác định số lượng và kích thước buồng lạnh của cửa hàng thực phẩm có diện tích gian hàng 400 m².

Giải: Diện tích bố trí thiết bị lạnh lấy bằng 30% tổng diện tích gian hàng 30%.400 m² = 120 m². (Nếu sử dụng các loại thiết bị lạnh dạng tổ hợp Uniblock diện tích giảm xuống đáng kể).

Diện tích bảo quản từng mặt hàng phân bố như sau:

Sản phẩm sữa và mỡ bò	40 m ²
Thức ăn	40
Thịt	25
Cá	15

Theo tiêu chuẩn cứ 10 m² kinh doanh, đối với các sản phẩm mỡ, thực phẩm, thịt là 2,8 m², cá là 2,2 m² lạnh.

Vậy diện tích lạnh cần thiết của các mặt hàng như sau:

Sản phẩm sữa, mỡ	2,8.4 = 11,2 m ²
Thực phẩm	2,8.4 = 11,2 m ²
Thịt	2.8.2,5 = 7 m ²
Cá	2.2.1,5 = 3,3 m ² 10,3 m ²

Diện tích nhỏ nhất cho phép là 6 m² vậy không được xây dựng buồng riêng cho cá. Cá phải kết hợp với thịt thành buồng 10,3 m². Vậy cửa hàng có ba buồng 11,2 m² cho sữa và mỡ; 11,2 m² cho thực phẩm và 10,3 m² cho thịt và cá.

Thí dụ 2-4. Xác định số lượng và diện tích các buồng lạnh cho một nhà ăn công cộng có 100 chỗ ngồi, sử dụng thức ăn chế biến sẵn hoặc nguyên liệu.

Giải: Theo bảng 2-7:

Nếu nhà ăn sử dụng thức ăn chế biến sẵn thì cần có ba buồng lạnh cho thịt, cá và rau quả chế biến sẵn là 7 m², cho rau, hoa quả, quả chín và đồ uống là 5 m² và cho sản phẩm sữa, mỡ, thức ăn là 9 m².

Trường hợp nhà ăn dùng nguyên liệu chế biến thì cần có ba buồng như sau: cho rau hoa quả, quả chín và đồ uống là 5 m², cho sản phẩm sữa, mỡ, thức ăn là 9 m² và cho nguyên liệu thịt, cá là 10 m².

2.8 QUY HOẠCH MẶT BẰNG KHO LẠNH

2.8.1 Yêu cầu chung đối với quy hoạch mặt bằng kho lạnh

Quy hoạch mặt bằng kho lạnh là bố trí những nơi sản xuất, xử lý lạnh, bảo quản và những nơi phụ trợ phù hợp với dây chuyền công nghệ. Để đạt được mục đích đó cần tuân thủ các yêu cầu sau:

1) Phải bố trí các buồng lạnh phù hợp dây chuyền công nghệ. Sản phẩm đi theo dây chuyền không gặp nhau, không đan chéo nhau. Các cửa ra vào của buồng chứa phải quay ra hành lang. Cũng có thể không cần hành lang nhưng sản phẩm theo dây chuyền không đi ngược.

2) Quy hoạch cần phải đạt chi phí đầu tư là bé nhất. Cần sử dụng rộng rãi các cấu kiện tiêu chuẩn giảm đến mức tối thấp nhất các diện tích phụ nhưng phải đảm bảo tiện nghi. Giảm công suất thiết bị đến mức thấp nhất.

3) Quy hoạch mặt bằng cần phải đảm bảo sự vận hành tiện lợi và rẻ tiền.

- Quy hoạch phải đảm bảo lối đi và đường vận chuyển thuận lợi cho việc bốc xếp thủ công hoặc cơ giới đã thiết kế.

- Chiều rộng kho lạnh nhiều tầng không quá 40 m.

- Chiều rộng kho lạnh một tầng phải phù hợp với khoảng vượt lớn nhất 12 m, thường lấy 12, 24, 36, 48, 60, 72 m.

- Chiều dài của kho lạnh có đường sắt nên chọn để chứa được năm toa tàu lạnh bốc xếp được cùng một lúc.

- Chiều rộng sân bốc dỡ đường sắt $6 + 7,5$ m; sân bốc dỡ ôtô cũng vậy.

- Trong một vài trường hợp, kho lạnh có sân bốc dỡ nối liền rộng 3,5 m, nhưng thông thường các kho lạnh có hành lang nối ra cả hai phía, chiều rộng 6 m.

- Kho lạnh thể tích tới 600t không bố trí đường sắt, chỉ có một sân bốc dỡ ôtô dọc theo chiều dài kho đảm bảo mọi phương thức bốc dỡ.

- Để giảm tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che, các buồng lạnh được nhóm lại từng khối với một chế độ nhiệt độ.

4) Mặt bằng kho lạnh phải phù hợp với hệ thống lạnh đã chọn. Điều này đặc biệt quan trọng đối với kho lạnh một tầng vì không phải luôn luôn đảm bảo đưa được môi chất lạnh từ các thiết bị lạnh về, do đó phải chuyển sang sơ đồ lớn hơn với việc cấp lỏng từ dưới lên.

5) Mặt bằng kho lạnh phải đảm bảo kỹ thuật, an toàn phòng cháy chữa cháy.

6) Khi quy hoạch cũng cần phải tính toán đến khả năng mở rộng kho lạnh. Phải để lại một mặt mút tường để có thể mở rộng kho lạnh.

2.8.2 Dung tích và chức năng của kho lạnh

Nói chung các kho lạnh có dung tích và công dụng hết sức khác nhau, nên mặt bằng cũng được bố trí khác nhau. Kho lạnh đa năng phần lớn là các kho lạnh cho thuê. Người ta cho thương nhân hoặc các doanh nghiệp thuê nên hàng hoá hết sức đa dạng và chế độ bảo quản cũng khác nhau, nên kho lạnh cũng cần đa dạng để đáp ứng nhu cầu đó. Tuy nhiên xu hướng phát triển lại là các kho lạnh chuyên dùng sử dụng cho một mặt hàng ổn định nào đó, ví dụ các kho lạnh bảo quản thịt cho các lò mổ, kho bảo quản cá ở bến cảng. Các kho lạnh cá bến cảng tiếp nhận cá đã được chế biến và kết đông trên các tàu đánh cá đưa về... Các kho lạnh tôm xuất khẩu, các kho lạnh rau quả trước khi vận chuyển đi xa hoặc các kho lạnh bảo quản khi đi thu hái trong thời vụ và đồng thời là các trung tâm thu mua.

Để đạt được hiệu quả kinh tế, diện tích kho lạnh tối thiểu để cho thuê phải đạt được 2000 m², giới hạn lớn nhất là không hạn chế. Trung bình các kho lạnh cho thuê có diện tích từ 5000 đến 10000 m². Các kho lạnh chuyên dùng có những quan điểm riêng về hiệu quả kinh tế nên cũng không có giới hạn về diện tích.

2.8.3 Tính toán kinh tế

Cần có sự tính toán kỹ lưỡng về kinh tế khi tiến hành xây dựng kho lạnh. Đối với kho lạnh cho thuê cần phải có vốn đầu tư xây dựng (giá thiết bị, vốn xây dựng cơ bản) với giá vận hành (nguyên vật liệu tiêu hao khi vận hành, giá sửa chữa, giá điện, nước, thuế, lương, phúc lợi, bảo hiểm xã hội, các chi phí khác...) với khả năng chất tải, khả năng quay vòng hàng, khả năng cho thuê, diện tích các loại phòng có thể cho thuê.

2.8.4 Chọn mặt bằng xây dựng

Khi chọn mặt bằng xây dựng, ngoài các yêu cầu chung như đã nêu ở mục 2.8.1 cần phải chú ý đến nền móng của kho lạnh phải vững chắc bởi vậy cần phải tiến hành khảo sát nền móng và mực nước... Việc gia cố nền móng nhiều khi dẫn tới việc tăng đáng kể vốn đầu tư xây dựng. Đặc biệt các kho lạnh bến cảng cần đóng cọc và xử lý nền móng. Ở các vùng khai thác mỏ, việc khai thác có thể dẫn tới các hư hỏng về nền móng, sụt lún đất đai. Các xử lý ổn định nền móng đôi khi rất tốn kém. Nếu mực nước quá lớn cần phải có biện pháp chống thấm ẩm.

2.8.5 Nguồn nước

Do nhiệt thải ở thiết bị ngưng tụ là rất lớn nên ngay từ khi thiết kế cần phải tính toán đến nguồn nước. Có thể sử dụng nước thành phố, tuy nhiên nếu có khả năng tự khai thác là tốt nhất, như vậy sẽ chủ động hơn rất nhiều. Cần phải khoan và bơm thử các giếng khoan, xác định chất lượng và trữ lượng nước và khả năng khai thác tại chỗ. Ở miền Bắc Việt Nam, nước khai thác ở các giếng khoan có nhiệt độ ổn định 24°C trong cả mùa đông và mùa hè nên rất thuận lợi cho giải nhiệt bình ngưng so với nước tuần hoàn luôn thay đổi nhiệt độ theo thời tiết. Vào mùa hè khi nhiệt độ nước tuần hoàn tới 32°C, năng suất lạnh khi dùng nước giếng khoan có thể tăng tới 20% và điện năng tiêu thụ có thể giảm tới 15%. Ngoài việc cấp nước, việc thoát nước cũng cần được dự tính. Có thể thoát ra kênh, mương, sông ngòi...

2.8.6 Nguồn điện

Quan trọng tương tự là việc cấp điện đến công trình, giá điện và giá xây lắp công trình điện. Ngoài nước thì điện là hạng mục có ảnh hưởng lớn đến vốn đầu tư xây dựng và đặc biệt là vận hành sau này nên cần được quan tâm thích đáng khi chọn mặt bằng xây dựng.

2.8.7 Bốc xếp

Các kho lạnh đều cần có một sân rộng để cho xe tải đi lại bốc dỡ hàng, đảm bảo được việc bốc dỡ hàng với khối lượng cao nhất, đồng thời đảm bảo các mặt hàng đông lạnh không bị ảnh hưởng tới thời gian bốc xếp. Dọc theo chiều dài kho cần bố trí hiên tàu hoả và hiên ôtô cho cùng một lúc có thể bốc xếp nhiều toa tàu và nhiều ôtô. Đối với kho lạnh bến cảng cần phải có cầu cảng của kho để có thể bốc xếp trực tiếp từ tàu vào kho tránh phải dùng phương tiện vận chuyển trung gian.

2.8.8 Xưởng nước đá đi kèm

Sản xuất nước đá là công việc liên quan chặt chẽ đến kho lạnh, đặc biệt là kho lạnh bến cảng. Ở các kho lạnh bến cảng không chỉ cần thiết cho các tàu đánh cá mà cho cả việc chế biến cá ngay tại phân xưởng chế biến của kho lạnh. Việc xây dựng các xưởng nước đá ở các kho lạnh nội địa ở các vùng khác nhau là khác nhau, tùy theo nhu cầu tại chỗ, kể cả nhu cầu của các ngành công nghiệp và sức tiêu thụ của nhân dân. Sức tiêu thụ này phụ

thuộc vào thời tiết và cả tập quán tiêu dùng đá của từng vùng dân cư. Trước khi quyết định năng suất xưởng nước đá cũng cần phải tìm hiểu các xưởng nước đá của các đơn vị khác như lò giết mổ, nhà máy bia, nước ngọt, các xưởng nước đá độc lập... đã cung cấp nhu cầu đó đến đâu. Cũng cần dự trù lượng tiêu thụ đá trong mùa đông giảm 20 đến 50% và công việc vận chuyển phân phối chiếm đến khoảng 40% giá thành cây đá.

Nên bố trí xưởng nước đá vào một khu riêng biệt vì mặt bằng và chiều cao xưởng là quá lớn để bố trí vào kho lạnh. Ngay cả việc vận hành của xưởng cũng nên tách độc lập với kho lạnh. Bảng 2-8 giới thiệu một số thông số định hướng của các xưởng nước đá khối với năng suất khác nhau (xem 6.2).

Bảng 2-8. Thông số định hướng các bể sản xuất đá khối

Năng suất t/24h	Diện tích yêu cầu m ²	Tiêu chuẩn diện tích m ² /1 tấn đá	Chiều cao xưởng
5	35	7	5
10	50	5	5
20	80	4	5
30	112	3,75	5
50	160	3,2	5

Để sản xuất nước đá tinh khiết hoặc nước đá trong suốt (có thổi khí) phải cần thêm diện tích để bố trí các thiết bị phụ đó. Máy lạnh dùng cho sản xuất nước đá nên đặt chung trong phòng máy của kho lạnh để tiện cho việc vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa thiết bị.

Phòng trữ đá phải đủ lớn để trữ đá cho cả tuần hoặc cả tháng sản xuất để đáp ứng cho các thời gian cao điểm về mùa nóng. Với cùng một nhu cầu về đá thì việc xây dựng một bể đá nhỏ với kho trữ lớn kinh tế hơn so với một bể đá lớn nhưng kho trữ nhỏ, vì xưởng nhỏ hoạt động nhiều ngày trong năm hơn và hoạt động vào nhiều ngày mát trời nên năng suất lạnh cao hơn và điện năng tiêu tốn ít hơn. Tuy nhiên, điều kiện cụ thể mỗi nơi một khác và cần phải tính toán thì mới xác định được phương án tối ưu. Khi thiết kế xưởng đá cũng cần lưu ý việc ô tô tải ra vào bốc xếp đá không được ảnh hưởng đến kho lạnh.

2.8.9 Kho lạnh một tầng hay nhiều tầng?

Về lý thuyết để đỡ tốn vật liệu xây dựng và cách ẩm thì khối lập phương là lí tưởng nhất cho kho lạnh vì diện tích chung quanh là nhỏ nhất và thể

tích đạt được là lớn nhất. Khối lập phương càng lớn thì càng kinh tế vì tỷ lệ thể tích trên diện tích chung quanh càng lớn. Ta có thể dễ dàng nhận ra điều đó qua ví dụ sau:

a) Nếu kho lạnh 1 m^3 thì mỗi chiều là 1 m và diện tích là 6 m^2 tỷ lệ trên là $1/6$.

b) Nếu kho lạnh là 1000 m^3 thì mỗi khối lập phương là 10 m và diện tích 6 mặt cách nhiệt là 600 m^2 , khi đó tỷ lệ V/F là $10/6$ lớn gấp 10 lần trường hợp a.

Tuy nhiên, trong thực tế, do địa hình, mặt bằng, đường giao thông, các điều kiện xây dựng như phân chia, bố trí phòng, phương án mở rộng kho... người ta không thể xây dựng các kho lạnh theo hình khối lập phương.

Kho lạnh 1 tầng tuy có nhược điểm là tốn rất nhiều vật liệu cách nhiệt, cách âm và xây dựng và do có diện tích bao che lớn nên tổn thất nhiệt cũng lớn hơn, đòi hỏi chi phí về năng lượng lớn hơn, máy và hệ thống lạnh lớn hơn, chi phí vận hành lớn hơn nhưng nó lại có ưu điểm là xây dựng dễ dàng và việc đi lại, vận chuyển, bốc xếp trong kho dễ dàng hơn nhiều. Ngoài ra nó còn có ưu điểm khác như: Do tải trọng được phân bố đều trên diện tích rộng nên đỡ tốn kém trong việc xử lý nền móng, ví dụ có thể bỏ qua được việc đóng cọc bê tông rất tốn kém. Chính vì vậy tốn kém do cách nhiệt cũng được bù lại phần nào. Hiện bốc xếp cho ô tô và tàu hoả có thể bố trí rất rộng rãi và thuận tiện. Do sử dụng giá chất hàng và thùng bảo quản nên có thể tăng chiều cao kho và giá thành bốc xếp cũng giảm hơn so với kho nhiều tầng.

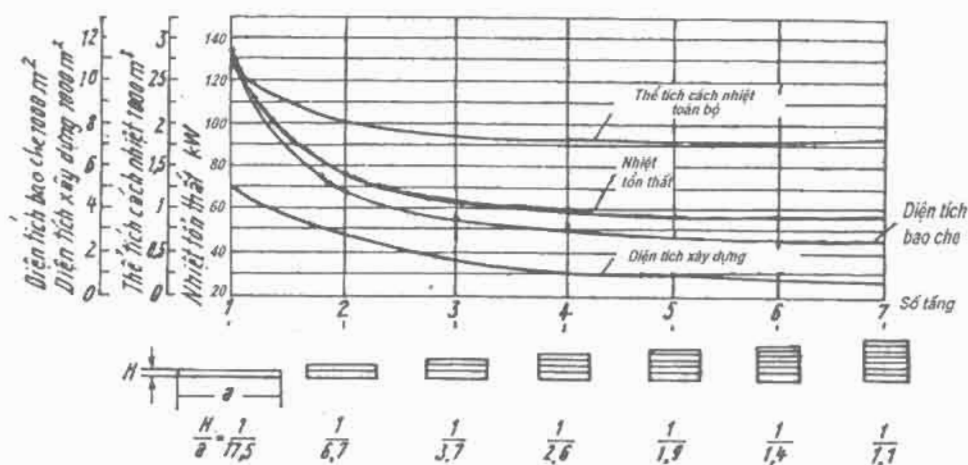
Bảng 2-9 giới thiệu các số liệu so sánh cho một kho lạnh 4000 m^2 diện tích hữu ích. Để tiện so sánh, ta tính toán với các giả thiết các mặt bằng kho lạnh đều là hình vuông, các tầng có chiều cao như nhau, các phòng xây dựng có kích thước gần giống nhau, diện tích hữu ích bằng 70% diện tích tổng, không có tầng hầm và nhiệt độ trong kho là -25°C cho tất cả các phòng, kho lạnh 7 tầng có kích thước gần với dạng lập phương.

Hình 2-2 giới thiệu các dữ liệu so sánh ở bảng 2-8 biểu diễn trên đồ thị. Qua đây ta thấy sự khác biệt giữa các kho lạnh từ 4 đến 7 tầng là không lớn, nhưng từ 3 tầng trở xuống, các số liệu khác nhau rất xa. Tuy nhiên, bên cạnh các số liệu đó cũng cần lưu ý đến các yếu tố khác khi lựa chọn số tầng cho kho. Ví dụ với diện tích lạnh hữu ích là 4000 m^2 , việc bố trí diện tích kho hợp lý hơn nhiều với kho lạnh 4 hoặc 5 tầng nên phương án 7 tầng sẽ bị loại

bồ. Một yếu tố khác là kho không phải hình vuông mà là hình chữ nhật thì các dữ liệu trên cũng sẽ dịch đi rất nhiều nên cần phải có các tính toán kinh tế tối ưu.

Bảng 2-9. So sánh các đặc tính của kho lạnh 4000 m³ khi xây dựng 1, 2, 3, 4, 5, 6 và 7 tầng

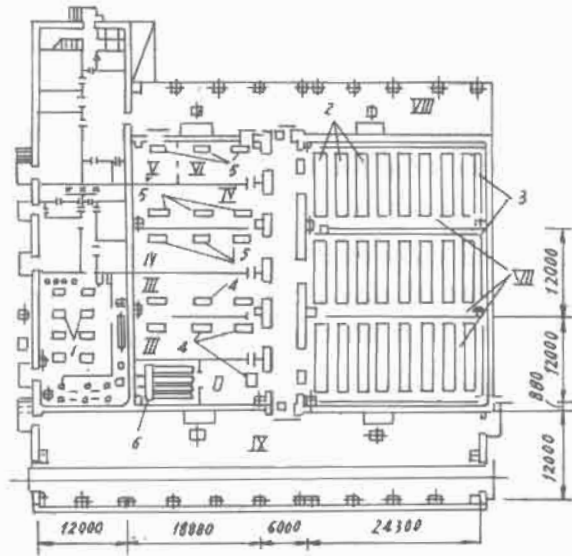
Dữ liệu so sánh	Số tầng xây dựng						
	1	2	3	4	5	6	7
Diện tích mặt bằng xây dựng, m ²	5200	2600	1770	1450	1160	900	780
Tỷ lệ diện tích so với kho 7 tầng, %	665	334	227	186	149	115	100
Diện tích bao che, m ²	11580	6770	5440	5160	4840	4460	4440
Tỷ lệ so với kho 7 tầng, %	260	153	123	116,5	109	100,5	100
Thể tích vật liệu cách nhiệt bao che, m ³	2500	1460	1150	10901	1010	936	930
Tỷ lệ so với kho 7 tầng, %	269	157	124	17,5	109	101	100
Thể tích vật liệu cách nhiệt tổng, m ³	2960	2090	1990	1950	1850	1880	1880
Tỷ lệ so với kho 7 tầng, %	164	116	108,5	105,5	102,7	100	100
Dòng nhiệt tổn thất qua bao che, kW	127	76	63	60	58	55	54
Tỷ lệ so với kho 7 tầng, %	235	141	117	111	107	102	100



Hình 2-2. So sánh các dữ liệu bằng 2-8 bằng đồ thị.

2.8.10 Một số mặt bằng kho lạnh truyền thống

Kho lạnh phân phối 2000 t có mặt bằng biểu diễn trên hình 2-3. Kho lạnh dùng để bảo quản dài hạn các mặt hàng như thịt, cá, dầu, mỡ, trứng, pho mát và các sản phẩm chống hỏng khác.



Hình 2-3. Mặt bằng kho lạnh 2000 t và sự bố trí các thiết bị chính:

- Các buồng: I - Kết đông; II - Chất tải và tháo tải; III - Vận năng;
 IV - Bảo quản lạnh; V - Hàng phế phẩm; VI - Tiếp nhận;
 VII - Bảo quản đông; VIII - Hiên ôtô; IX - Hiên tàu hoả;
 1 - Máy nén; 2 - Dàn trần; 3 - Dàn tường; 4, 5 - Dàn lạnh không khí
 treo trần; 6 - Dàn lạnh không khí

Kho lạnh tiếp nhận hàng qua đường sắt và phân phối cho các kho lạnh thương nghiệp qua đường ôtô.

Cấu trúc thể tích của kho:

các buồng bảo quản hàng lạnh đông	70% (1370 t);
các buồng bảo quản vận năng	15% (300 t);
các buồng bảo quản lạnh	15% (300 t);
buồng kết đông	7,5 t/24h;
buồng chất tải và tháo tải của buồng kết đông;	
buồng hàng phế phẩm;	
buồng tiếp nhận.	

Ngoài ra còn có các buồng máy, trạm biến áp, kho vật tư, trạm nhiệt, buồng quần áo, khu hành chính.

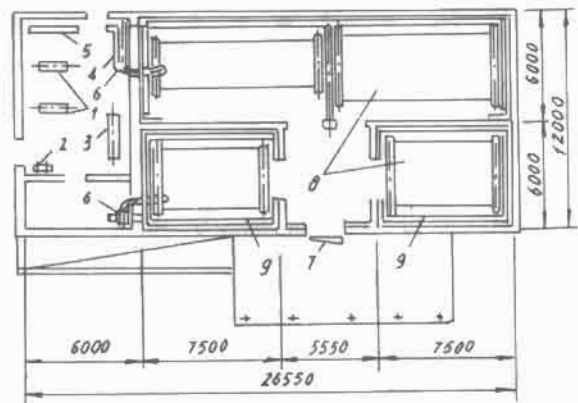
Công việc sắp xếp bốc dỡ trong kho được cơ giới hoá bằng các phương tiện nâng hạ như xe rùa, xe điện tự hành, bao bì là các thùng và côngtenơ, do đó kho lạnh có hành lang nối giữa hiên tàu hoả và hiên ôtô. Tất cả các buồng đều thông ra hành lang.

Hệ thống lạnh amoniac dùng bơm tuần hoàn cấp môi chất lỏng cho các dàn lạnh trực tiếp treo trên trần hoặc đặt cạnh tường đối lưu tự nhiên hoặc cưỡng bức.

Trong các kho lạnh một tầng lớn hơn cổ thể bố trí hai hoặc ba hành lang nối hiên tàu hoả và ôtô để đảm bảo việc bốc dỡ sắp xếp thuận tiện hơn. Tuy nhiên khi thiết kế cần quan tâm đến các ưu nhược điểm của chúng.

Đối với các kho lạnh nhỏ không bố trí các hành lang xuyên suốt qua kho vì không có sân tàu hoả. Hình 2-4 biểu diễn mặt bằng kho lạnh 125 t chỉ có một sân ôtô bốc dỡ hàng.

Máy lạnh có thể là amoniac hay freon làm lạnh trực tiếp bằng môi chất lạnh hay gián tiếp qua nước muối. Nếu làm lạnh gián tiếp có thể sử dụng máy lạnh nguyên cụm sản xuất nước muối lạnh, thuận tiện cho việc vận hành bảo dưỡng máy lạnh.



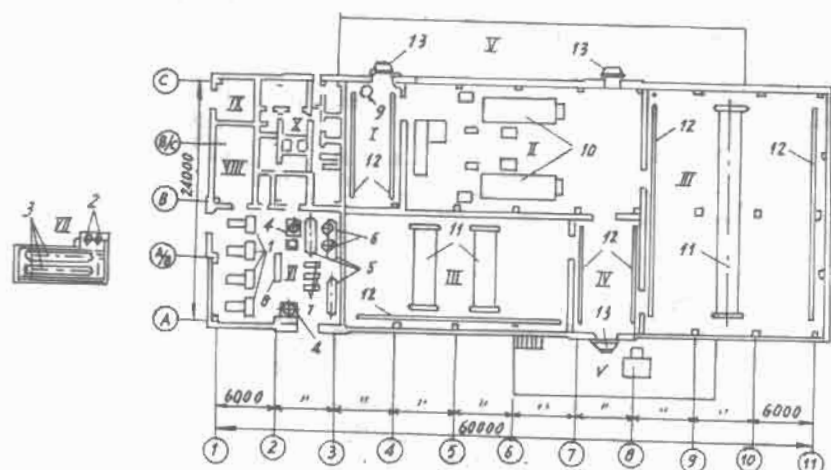
Hình 2-4. Mặt bằng kho lạnh dung tích 125 t:

1. Tổ máy nén bình ngưng; 2. Bơm nước;
3. Thiết bị phân phối; 4. Bình chứa thu hồi;
5. Bình chứa cao áp; 6. Quạt gió; 7. Màn không khí;
- 8, 9. Các dàn lạnh.

Các kho lạnh ở nhà máy liên hợp thịt là một bộ phận của tổ hợp công nghiệp, do đó khi quy hoạch cần đảm bảo mối liên hệ trực tiếp của kho lạnh với các sản phẩm khác của liên hợp. Các kho lạnh này có lối vào từ khu giết mổ. Thịt sau khi giết mổ được đưa vào buồng tiếp nhận kiểm tra rồi vào buồng chất tải của buồng gia lạnh và kết đông. Sau khi được xử lý lạnh (gia

lạnh hoặc kết đông), thịt được dỡ ra và đưa vào buồng bảo quản hoặc trực tiếp đến nơi cấp phát sử dụng hoặc như nguyên liệu hoặc đến nơi chế biến thành thức ăn chế biến sẵn.

Quy hoạch kho lạnh của xí nghiệp cá dung tích 750 t giới thiệu trên hình 2-5.

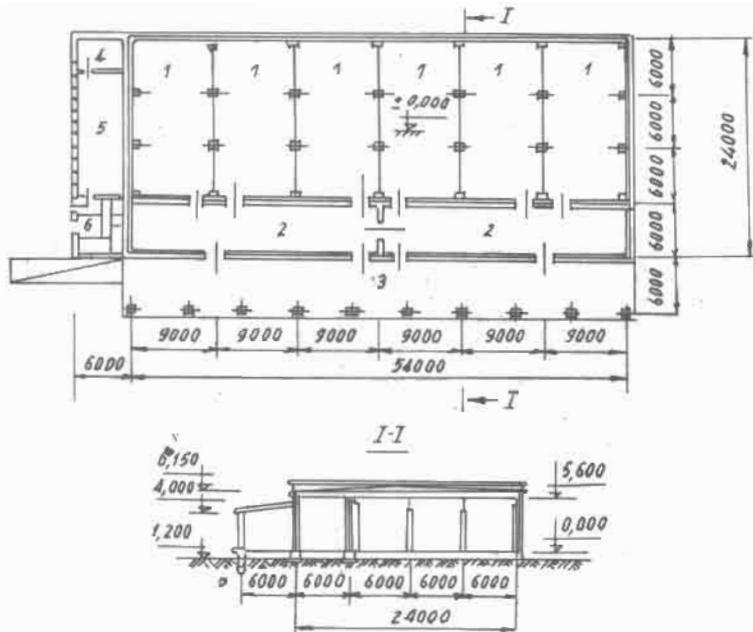


Hình 2-5. Mặt bằng kho lạnh công nghiệp cá 750t:

I - Buồng tiếp nhận; II - Buồng kết đông; III - Buồng bảo quản đông; IV - Buồng phân phối;
V - Hiên ôtô; VI - Buồng máy nén; VII - Nhóm bình ngưng, bình chứa; VIII - Bảng điều khiển;
IX - Bảng phân phối; X - Buồng phục vụ sinh hoạt và đời sống. 1. Máy nén; 2. Bình ngưng;
3. Bình chứa cao áp; 4. Bình trung gian; 5. Bình chứa tuần hoàn; 6. Bình tách lỏng;
7. Bơm amoniắc; 8. Trạm tiết lưu; 9. Máy làm nước đá; 10. Thiết bị kết đông nhanh; 11 và 12. Các dàn lạnh; 13. Màn không khí.

Đặc điểm của kho lạnh này là không có hành lang. Việc bố trí những nơi sản xuất như vậy đảm bảo dây chuyền công nghệ liên tục từ nơi nhận sản phẩm đến nơi phân phối sản phẩm một cách hợp lý, đơn giản, đảm bảo hệ số sử dụng diện tích là rất lớn.

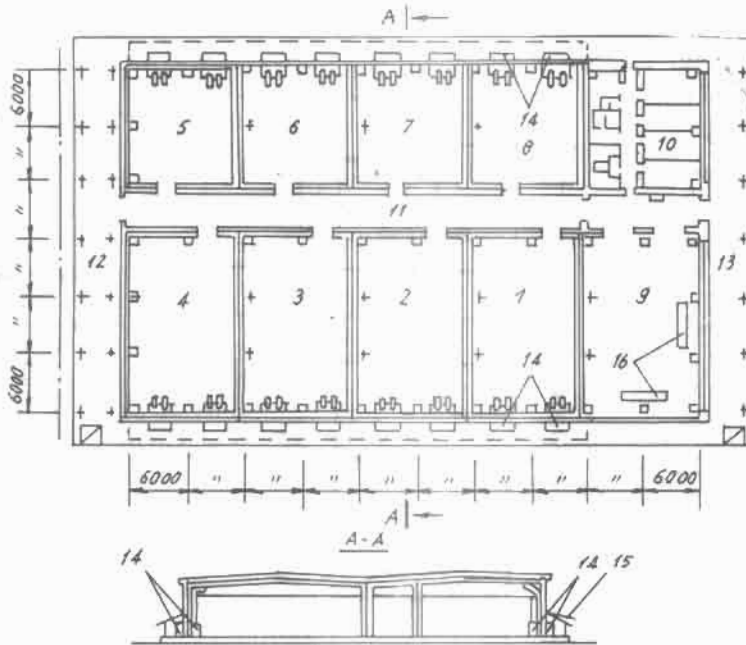
Hình 2-6 mô tả mặt bằng kho lạnh bảo quản rau quả và rượu vang 700t. Hình 2-7 mô tả mặt bằng kho lạnh 1200t có cùng chức năng. Đây là kho lạnh một tầng, không có buồng máy riêng biệt. Mỗi buồng được trang bị một máy lạnh độc lập XMΦ - 16 (máy lạnh freon năng suất lạnh 16000 kcal/h). Dàn lạnh được bố trí trong buồng lạnh còn tổ máy nén bình ngưng đặt ở ngoài cạnh tường kho lạnh, dưới mái hiên thấp 15, vách ngăn bằng lưới thép. Mạng cột của kho là 16 x 18 m.



Hình 2-6. Mặt bằng kho lạnh rau quả và rượu vang 700 t:
 1. Các buồng lạnh; 2. Buồng phân phối; 3. Hiên ôtô;
 4. Bảng điều khiển; 5. Buồng máy; 6. Khu sinh hoạt.

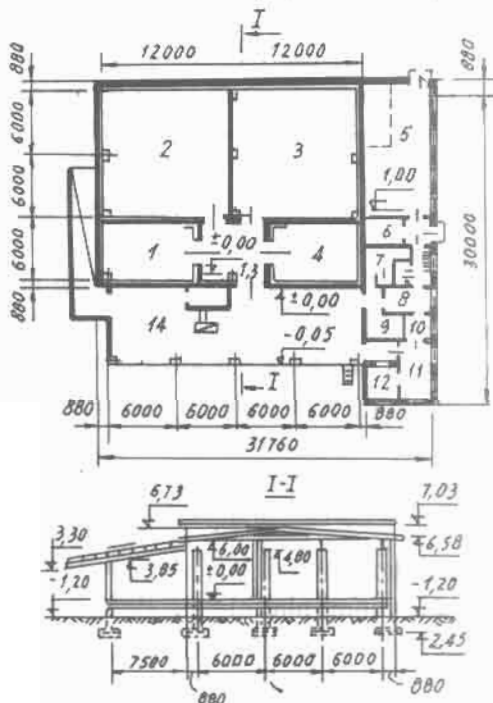
Tất cả các buồng lạnh có lối ra thông với hành lang *II*. Hành lang này được nối thông với hiên đường sắt *12* và hiên ôtô *13*. Nền và hiên kho lạnh được đặt cao 0,2 m so với mặt đường ray và hiên ôtô, vì rau quả và rượu vang được đóng trong các thùng hoặc côngtenơ tiêu chuẩn có thể bốc dỡ, sắp xếp cơ khí hoàn toàn bằng xe nâng chuyển, không cần phải nâng chiều cao hiên và nền kho lên ngang sàn xe ôtô và toa tàu hoả. Nhược điểm của mặt bằng kho lạnh rau quả 1200t trên hình 2-7 là hiên tàu hoả và ôtô quá ngắn, hạn chế tốc độ bốc dỡ hoặc phân phối hàng.

Các kho lạnh dung tích đến 300t dùng cho các điểm dân cư, các cơ sở thương nghiệp, công trường, nông trường... có quy hoạch mặt bằng tương đối đơn giản (hình 2-8).



Hình 2-7. Kho lạnh rau quả và rượu vang 1200 t
trang bị các máy lạnh cục bộ:

- 1-4. Buồng bảo quản hoa quả; 5-8. Buồng bảo quản rượu vang; 9. Buồng phân phối;
10. Các buồng phụ, sinh hoạt và hành chính; 11. Hành lang; 12. Hiên tàu hoá;
13. Hiên ôtô; 14. Máy lạnh XMΦ - 16; 15. Mài hiên thấp; 16. Bảng kiểm tra.



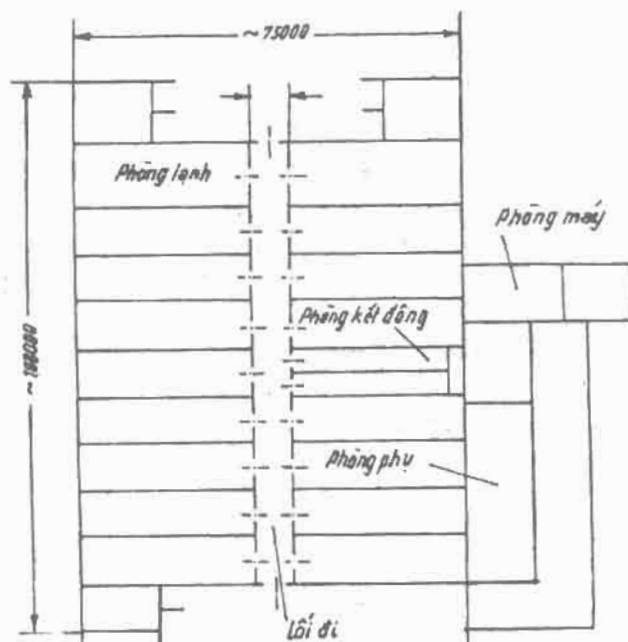
Hình 2-8.

Kho lạnh cho các điểm dân cư
không lớn và các cơ sở thương
nghiệp dung tích 300 t:

1. Buồng vận năng 49 m²;
2. Buồng bảo quản đông 147 m²;
3. Buồng bảo quản đông 152,5
m²; 4. Buồng kết đông 49 m² (có
thể dùng làm buồng vận năng); 5.
Buồng máy 72 m²; 6. Buồng điều
khiển 9,8 m²; 7. Buồng thay quần
áo 16,9 m²; 8. Buồng sưởi 10,5
m²; 9. Kho chứa; 10. Máy phát
điện 5 m²; 11. Buồng nạp điện
17,5 m²; 12. Buồng rửa 10 m²; 13.
Hành lang 33,5 m²; 14. Hiên.

Hình 2-9 mô tả kho lạnh một tầng. Các phòng có diện tích trung bình là 300 m^2 , chiều cao 4 m, có một lối đi ở giữa rộng 6 m. Ngay bên cạnh kho lạnh là nhà đặt máy, nhà hành chính, văn phòng. Các dàn lạnh được bố trí ngay phía trên lối đi.

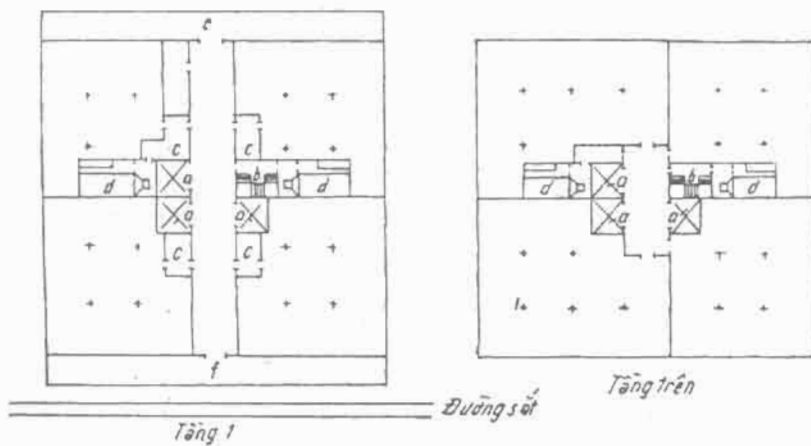
Hình 2-10 giới thiệu một kho lạnh nhiều tầng có hai mặt đường giao thông, thang máy a ở giữa và một cầu thang b. Một lối đi ở



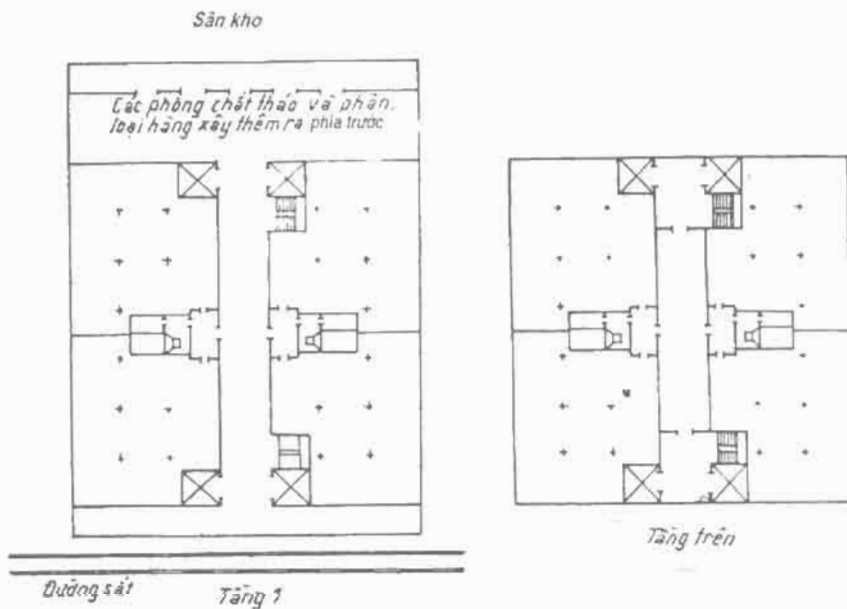
Hình 2-9. Mặt bằng của kho lạnh một tầng.

giữa nối các hiên có mái che cho ô tô và tàu hoả và chúng được sử dụng đồng thời làm phòng tháo chất tải. Ở tầng 1 có các cửa tránh xe c và ở các tầng trên chỉ là diện tích phụ ra vào thang máy. Phương pháp bố trí phòng lạnh như vậy làm cho tỉ lệ diện tích lạnh hữu ích trên diện tích lạnh tổng thể được nâng lên đáng kể. Đối với các kho lạnh 5000 m^2 , diện tích lạnh hữu ích đạt tới 74% diện tích lạnh tổng thể của tất cả các tầng (kho lạnh số 2 hình 2-11). Đường vận chuyển qua kho là ngắn. Để phòng đọng sương và đổ mồ hôi, ở tất cả các phía tường lạnh của thang máy phải có biện pháp phòng chống hữu hiệu. Ở các lối đi này không thể tránh được sự thâm nhập của không khí bên ngoài vào do tác động của di lại và tác động hút gió của thang máy trong hộp thang máy. Chỉ có một cách chống đọng sương hữu hiệu nhất là phải biết điều tiết không khí bên ngoài, làm khô và sưởi ấm, để khi không khí đi qua bề mặt lạnh, nhiệt độ không đạt tới điểm đọng sương. Các quá trình tính toán có thể thực hiện dễ dàng trên đồ thị entanpy độ chứa hơi h-x.

Hình 2-11 giới thiệu mặt bằng một kho lạnh có hai mặt giao thông, bố trí cầu thang và thang máy ở mặt ngoài. Giống như hình 2-10 kho lạnh có một hiên xe lửa và một hiên ô tô với các lối đi vào phòng phân phối chất và



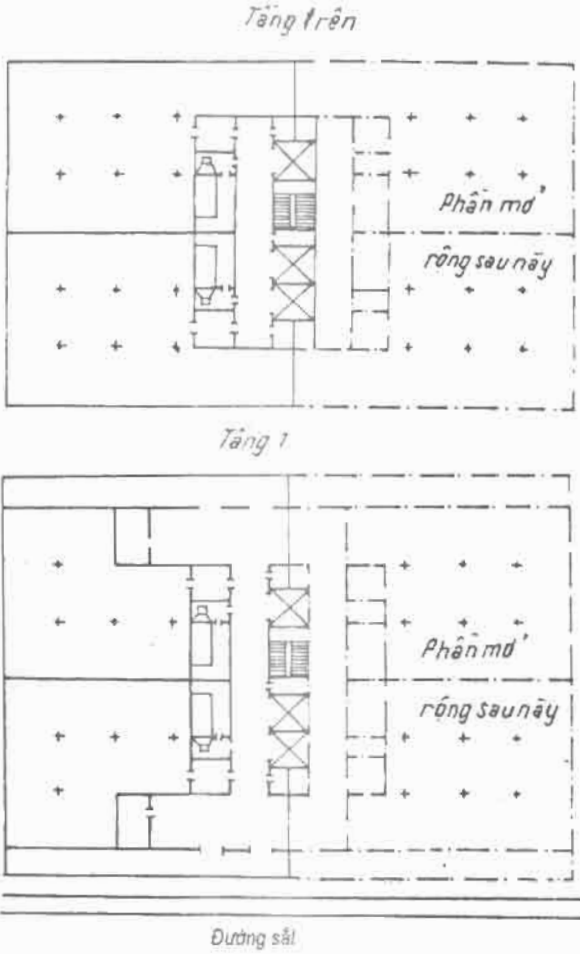
Hình 2-10. Mặt bằng của kho lạnh nhiều tầng có 2 mặt giao thông.



Hình 2-11. Mặt bằng kho lạnh, bố trí thang máy ở phía ngoài.

tháo tải ở tầng 1. Ở các tầng trên, cầu thang và thang máy có cửa đi vào các phòng đệm không được làm lạnh. Các phòng đệm này được nối liền với nhau bằng một lối đi ở giữa. Lối đi này được làm lạnh. Chúng được dùng làm

hành lang đi lại cho các phòng lạnh và đồng thời để tiếp cận với các dàn lạnh quạt và các kênh dẫn ống. Kiểu bố trí này tốn nhiều diện tích hơn kiểu đặt thang máy ở giữa kho mô tả ở hình 2-10. Đối với kho lạnh 5000 m², diện tích phòng lạnh hữu ích chỉ chiếm khoảng 65% tổng diện tích. Vốn đầu tư và giá thiết bị đều cao hơn. Nhưng kiểu bố trí mặt bằng này không có nguy cơ bị đọng sương ở cầu thang và thang máy vì tường ngoài có dòng nhiệt tổn thất vào. Về mặt an toàn phòng cháy, chữa cháy cũng ưu việt hơn.

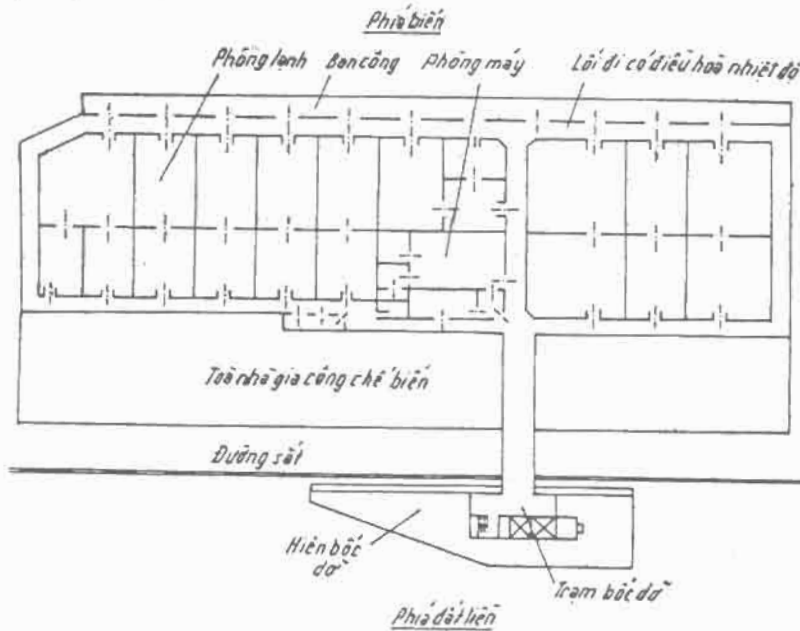


Hình 2-12. Kho lạnh với cầu thang và thang máy ở giữa kho sau khi mở rộng.

Hình 2-12 giới thiệu mặt bằng kho lạnh 3000 m² diện tích lạnh hiệu dụng với nhiều mặt giao thông. Thang máy và cầu thang bố trí phía ngoài. Mỗi tầng có 2 phòng lạnh và mỗi phòng đều có một dàn lạnh quạt. Diện tích

lạnh chiếm 61% diện tích tổng thể. Mặt bằng có dự trữ mở rộng. Khi mở rộng cầu thang và thang máy sẽ nằm ở giữa kho lạnh, và diện tích lạnh so với diện tích tổng thể sẽ tăng lên.

Các kho lạnh ở bến cảng thường bố trí nằm ngay bên cầu cảng. Các tầng của kho lạnh đều có bố trí các ban công nhô ra để có thể xuất hoặc nhập hàng trực tiếp do cần cầu cầu từ tàu lên.



Hình 2-13. Kho lạnh bến cảng ở Cuxhaven với trạm bốc dỡ hàng nằm tách rời kho lạnh

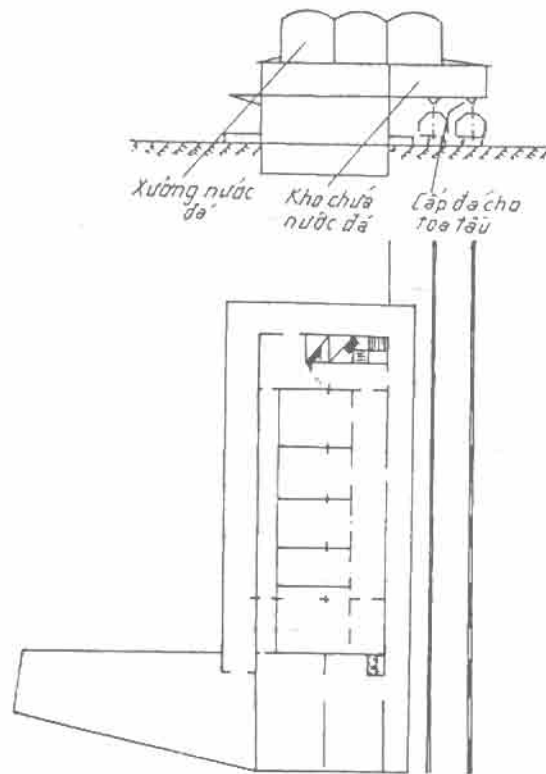
Hình 2-13 mô tả mặt bằng kho lạnh ở cảng Cuxhaven CHLB Đức. Ở đây người ta đưa hàng vào các phòng đông ở tầng 2 bằng cách cầu thẳng từ tàu vào các lan can nhận hàng đã bố trí sẵn. Ở tầng 1 phía đất liền là dây nhà sản xuất, được bố trí riêng biệt để xuất hàng và nhận hàng từ tàu hoả. Do đó thang máy được bố trí riêng thành một trạm bốc xếp hàng hoá nằm ngoài kho lạnh, ở phía bên kia đường tàu. Kho lạnh nối với trạm thang máy bằng một cầu vượt rộng 5 m để cho xe vận chuyển đi lại.

Hình 2-14 giới thiệu mặt bằng và cách phân chia phòng của một kho lạnh chuyên dùng để làm lạnh sơ bộ rau hoa quả trước khi bốc xếp lên tàu ở ga xe lửa Limoges của Pháp. Các phòng lạnh được bố trí ở tầng hầm, tầng 1 và tầng 3 của toà nhà chính; nhiệt độ 0°C. Ở tầng 2 bố trí một phòng kết

đông, các phòng bảo quản đông và kho bảo quản nước đá. Từ kho này người ta có thể cấp nước đá trực tiếp vào các toa xe từ phía nóc toa. Hai thang máy và một cầu thang bố trí ở phía đầu hồi kho lạnh thông với hiên bốc xếp tàu hoả, đồng thời thông cả với hiên bốc xếp ở tô.

Kho lạnh này được cải tạo từ một xưởng bia ngừng hoạt động. Ở tầng hầm, do tường rất dày và chênh lệch nhiệt độ so với nền đất nhỏ nên không cần cách nhiệt. Ở đây, các loại rau quả được bảo quản từ khi thu hoạch cuối hè đến đầu năm sau. Năng suất lạnh yêu cầu tương đối nhỏ vì nhiệt độ bảo quản chỉ cần $0 \div 4^{\circ}\text{C}$. Có thể chất tải đến tận trần. Mùa hè không có rau quả có thể dùng để bảo quản trứng hoặc mỡ. Các phòng phụ và lối ra vào được đưa vào cùng một khối với kho lạnh, được cách nhiệt và đôi khi được bố trí dàn lạnh. Qua việc hạ nhiệt độ theo từng bậc từ ngoài vào đến phòng lạnh, việc lọt không khí nóng từ ngoài vào bị giảm đi đáng kể.

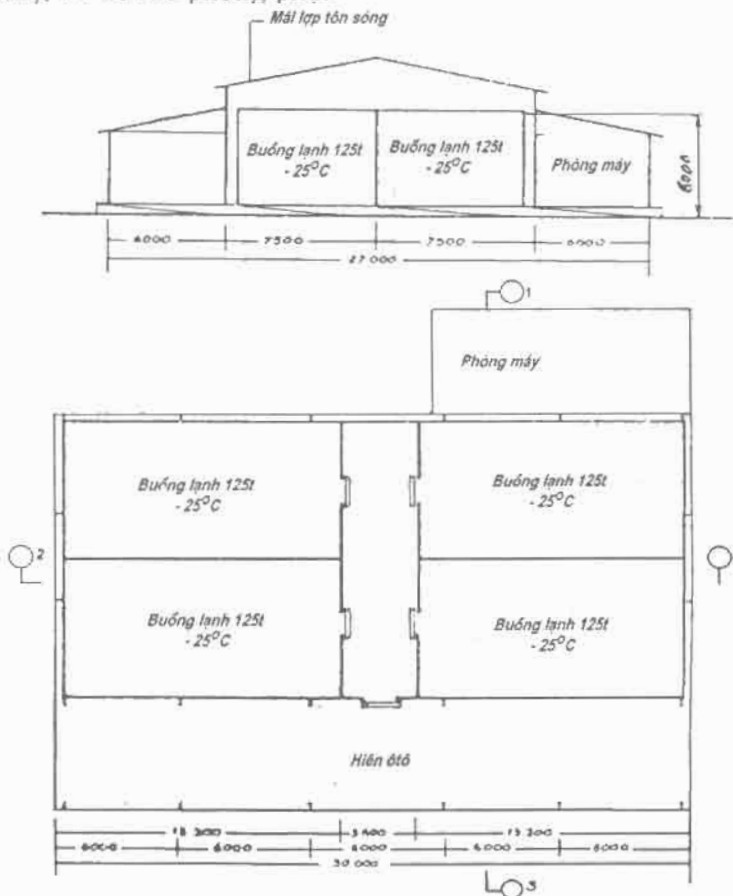
Nhờ việc điều tiết không khí để giữ khô các phòng phụ, công trình nói chung, vữa và cửa nói riêng được bảo vệ tốt hơn. Đối với các cửa không được cách nhiệt tốt, lối đi, các kênh dẫn ống... Có thể bố trí thêm các cửa bật hoặc màn khí là biện pháp phụ giữ khô các phòng.



Hình 2-14. Kho lạnh rau quả ở ga tàu hoả ở Limoges (Pháp)

2.8.11 Một vài mặt bằng kho lạnh lắp ghép

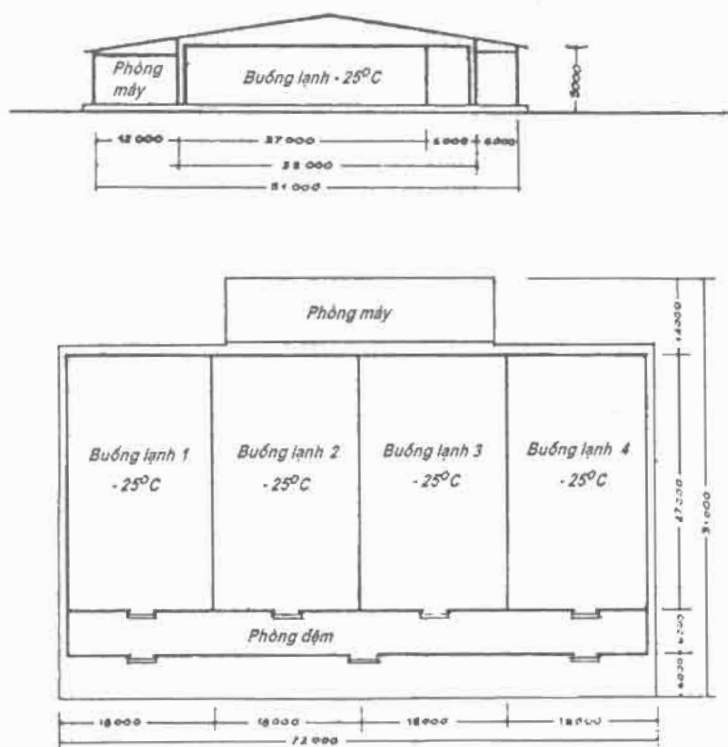
Hình 2-15 giới thiệu mặt bằng một kho lạnh lắp ghép 500 tấn gồm có 4 buồng, mỗi buồng 125 tấn, nhiệt độ -25°C . Chiều rộng có 5 nhịp 6 mét và chiều ngang là 2 nhịp 7,5 m. Trừ hành lang (phòng đệm $3,6 \times 15$ m) diện tích kho lạnh là 4 phòng ($13,2 \times 7,5$) hay 4 phòng $99 \text{ m}^2 = 396 \text{ m}^2$. Phòng máy $6 \times 12 = 72 \text{ m}^2$ và hiên ô tô $6 \times 30 = 180 \text{ m}^2$. Chiều cao kho lạnh là 6 m. Ở đây không bố trí các phòng phụ.



Hình 2-15. Mặt bằng và mặt đứng kho lạnh lắp ghép 500 tấn

Hình 2-16 giới thiệu mặt bằng một kho lạnh lắp ghép 2000 tấn. Kho lạnh 2000 tấn, nhiệt độ bảo quản -25°C , cũng được chia làm 4 phòng giống nhau về kích thước rộng 18 m dài 27 m và cao 6 m, thể tích tổng của kho lạnh đạt 11600 m^3 . Phòng đệm (hành lang rộng 6 m chạy dọc theo chiều

rộng kho 72 m). Hiện ô tô cũng rộng 6 m chạy dọc theo hành lang. Phòng máy bố trí phía sau kho có diện tích $12\text{ m} \times 36\text{ m} = 432\text{ m}^2$. Toàn bộ kho bố trí trên khu vực đất rộng $72\text{ m} \times 51\text{ m}$.



Hình 2-16. Mặt bằng và mặt đứng kho lạnh lắp ghép 2000 tấn.



Hình 2-17. Hình dáng một kho lạnh lắp ghép 1000 tấn với kết cấu khung thép chịu lực và mái tôn

Hình 2-17 giới thiệu hình dáng bên ngoài 1 kho lạnh lắp ghép 1000 tấn. ở đây ta có thể thấy rõ sự kết hợp giữa cơ cấu cách nhiệt panel (vách bao che) và các kết cấu khung thép chịu lực và mái tôn của kho lạnh. Các kết

này rất nhẹ so với kho truyền thống xây bằng gạch nên kho lắp ghép còn được gọi là kho lạnh kết cấu nhẹ.

Ngày nay, chiều cao của kho lạnh đã được nâng lên gấp đôi là 12 m nên cùng với mặt bằng trên, khả năng chất tải cũng được mở rộng lên gấp đôi. Để đảm bảo tải trọng chất tải cũng như sự di lại vận chuyển của các phương tiện cơ giới trong kho, nền kho được cấu tạo đặc biệt bằng 2 lớp bê tông bố trí phía trên và phía dưới lớp cách nhiệt.

2.8.12 Yêu cầu đối với buồng máy và thiết bị

Bố trí máy và thiết bị hợp lý trong buồng máy là rất quan trọng nhằm mục đích:

- vận hành máy thuận tiện;
- rút ngắn chiều dài các đường ống;
- sử dụng thể tích buồng máy hiệu quả nhất, buồng máy gọn nhất;
- đảm bảo an toàn phòng cháy chữa cháy, phòng nổ và vệ sinh công nghiệp;
- đảm bảo thuận tiện cho việc bảo dưỡng, sửa chữa, thay thế máy và thiết bị.

Buồng máy và thiết bị thường được bố trí vào sát tường kho lạnh để đường ống giữa máy thiết bị và dàn lạnh là ngắn nhất, chiếm từ 5 đến 10% tổng diện tích kho lạnh.

Buồng máy và thiết bị có thể nằm chung trong khối nhà của kho lạnh hoặc tách rời. Đối với các hệ thống lớn có thể có buồng máy riêng và buồng thiết bị riêng. Đối với các kho lạnh nhiều tầng, buồng máy có thể ở tầng trệt còn buồng thiết bị có thể ở tầng hầm. Kho lạnh một tầng không nên có tầng hầm. Nếu kho lạnh có máy lạnh độc lập phục vụ buồng thì không cần có buồng máy và thiết bị.

Trong buồng máy thường bố trí: các máy nén, các tổ máy nén bình ngưng, trạm tiết lưu, dụng cụ đo đạc, kiểm tra; có thể có thêm bình trung gian, bình tách dầu... Chiều rộng chính của lối đi trong buồng máy là 1,5 m trở lên, các máy và thiết bị lớn đến 2,5 m. Khoảng cách này để đi lại, tháo lắp sửa chữa máy dễ dàng. Khoảng cách máy và thiết bị ít nhất là 1 m, giữa thiết bị và tường là 0,8 m nếu đây không phải là lối đi vận hành chính. Các

thiết bị có thể đặt sát tường nếu phía đó của thiết bị hoàn toàn không cần đến vận hành bảo dưỡng. Trạm tiết lưu và bảng điều khiển với các dụng cụ đo kiểm và báo hiệu phải bố trí sao cho có thể quan sát được dễ dàng từ bất kỳ vị trí nào trong buồng máy. Trạm tiết lưu đặt cách máy ít nhất là 1,5 m.

Về an toàn phòng chống cháy nổ, buồng máy và thiết bị ít nhất phải có hai cửa bố trí đối diện ở khoảng cách xa nhất trong buồng máy, ít nhất có một cửa thông ra ngoài trời, các cánh cửa mở ra ngoài. Chiều cao buồng máy amoniác ít nhất 4,2 m, freôn 3,5 m (năng suất lạnh khoảng 100 kW) và 2,6 m đối với thiết bị nhỏ hơn. Buồng máy phải có quạt thông gió thổi ra ngoài, mỗi giờ có thể thay đổi không khí trong buồng 3 ÷ 4 lần.

Trong buồng thiết bị bố trí các thiết bị như bình ngưng, bình bay hơi, các bình chứa, bình quá lạnh, bình chứa dầu, bình tách dầu, các bơm nước và bơm amoniác, bình tách khí không ngưng, bình tách lỏng v.v ... chiều cao buồng thiết bị không nhỏ hơn 3,6 m. Khi bố trí bình bay hơi và bình ngưng ống vỏ nằm ngang cần phải chú ý đến việc vệ sinh, làm sạch định kỳ cần bản phía nước muối và nước làm mát. Phải bố trí không gian để thao tác vệ sinh ống bằng bàn chải đuôi cáo có chiều dài ít nhất bằng chiều dài bình. Bình ngưng ống chùm thẳng đứng, dàn ngưng tưới, có thể đặt ngoài trời. Bình chứa cao áp tách dầu, gom dầu trường hợp này cũng có thể đặt ngoài hiên có mái che. Một số thiết bị có thể đặt chồng lên nhau: bình ngưng trên bình chứa cao áp, bình tách khí không ngưng trên bình chứa cao áp.

Các ống dẫn giữa các thiết bị có thể bố trí trên cao hoặc dưới sàn. Bố trí ống dẫn trên cao có nhược điểm là gây trở ngại cho việc tháo lắp béc đỡ các thiết bị khi sử dụng các thiết bị nâng hạ, chính vì vậy nên bố trí sát tường và ở chỗ sáng để có thể bảo dưỡng thường xuyên. Các ống dẫn đặt trên cao cần đặt nghiêng, độ nghiêng ít nhất 0,002 ngược hướng dòng chảy của hơi đẩy và ít nhất 0,003 ngược hướng dòng chảy của hơi hút để đảm bảo dầu và lỏng không chảy vào máy nén. Đường ống cũng có thể bố trí trong kênh ở dưới sàn. Các kênh có chiều cao không nhỏ hơn 1,9 m và chúng được trang bị quạt gió thay đổi ba lần không khí thể tích kênh trong một giờ. Khi bố trí đường ống phía dưới, đường ống hút và đẩy của mỗi máy nén đều phải bố trí van xả để amoniác lỏng ở các điểm thấp nhất của đường ống về bình chứa thu hồi.

Các buồng khác như buồng hành chính, diện tích phụ, phòng thay quần áo, buồng sinh hoạt thường được bố trí gần buồng máy và thiết bị.

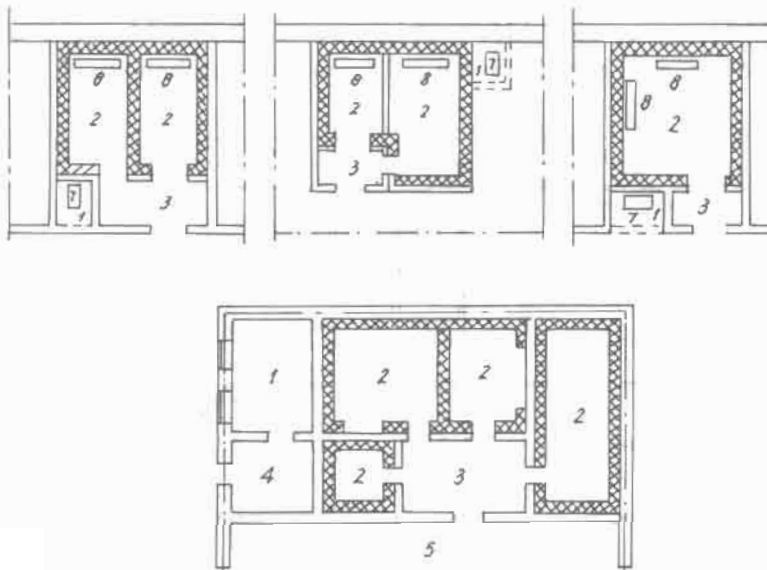
2.8.13 Yêu cầu đối với mặt bằng kho lạnh thương nghiệp

Các kho lạnh thương nghiệp và của các nhà ăn tập thể hoặc công cộng là các kho lạnh dung tích nhỏ có từ một đến năm buồng. Kho thường được bố trí trong các buồng đã được xây dựng sẵn, nên phụ thuộc vào hình dáng sẵn có của các buồng đó. Để hạn chế tổn thất từ ngoài vào, các buồng lạnh thường được bố trí thành một khối, có một buồng đệm chung để mở cửa vào tất cả các buồng nếu như kết cấu xây dựng sẵn cho phép.

Các buồng lạnh nên bố trí vào các buồng thoáng không ẩm ướt, không gần các nguồn nhiệt như bếp, nồi hơi, không gần các nơi mất vệ sinh như cống, rãnh gần các nơi chứa xăng dầu, hoá chất...

Diện tích buồng lạnh nhỏ nhất không dưới 5 m^2 , rộng 2 m và cao 2,4 m. Tỷ lệ giữa chiều dài và chiều rộng không được vượt quá 1:2,5; chiều rộng hành lang đệm không nhỏ hơn 1,4 m. Trong các buồng diện tích nhỏ hơn 20 m^2 không được phép có cột gây khó khăn cho việc sử dụng.

Hình 2-18 giới thiệu một số phương án mặt bằng các kho lạnh nhỏ dùng cho các xí nghiệp thương nghiệp và nhà ăn tập thể.



Hình 2-18. Một số phương án mặt bằng kho lạnh thương nghiệp:
1. Buồng máy; 2. Buồng lạnh; 3, 4. Buồng đệm; 5. Buồng kế không làm lạnh;
7. Máy lạnh; 8. Các dàn lạnh.

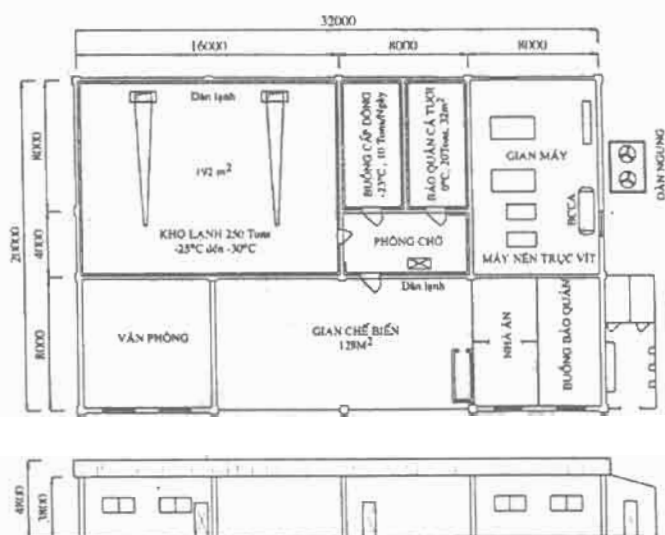
Các buồng lạnh thương nghiệp thường được trang bị máy lạnh freon, làm việc có thể hoàn toàn tự động (tự động điều chỉnh nhiệt độ trong buồng, tự động phá băng theo chương trình (role thời gian), tự động đóng, ngắt máy và tự động bảo vệ).

Máy lạnh thường dùng dàn lạnh không khí trực tiếp bằng môi chất lạnh nhưng cũng có thể gián tiếp thông qua nước muối. Thiết bị ngưng tụ có thể làm mát bằng nước hoặc không khí. Buồng máy nên để phía sau hoặc bên cạnh buồng lạnh. Trường hợp này chỉ cần có mái và lưới che chung quanh. Nếu phải đặt phía trước cạnh buồng đệm thì phải có tường kín, tránh hơi nóng của dàn ngưng không khí có ảnh hưởng đến buồng lạnh qua cửa ra vào. Nếu là dàn lạnh ngưng không khí phải bố trí sao cho không khí nóng được thải ra ngoài và không bị quản lại trong buồng máy.

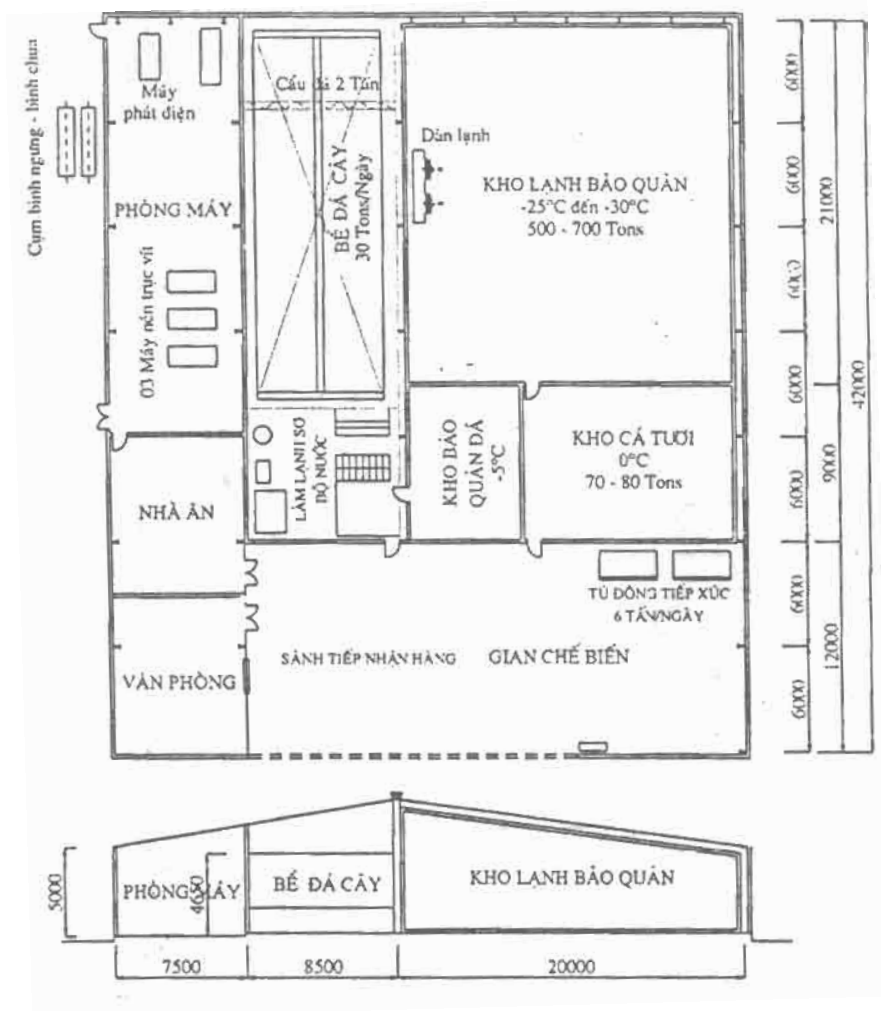
Trong nhiều nhà ăn công cộng và các cơ sở thương nghiệp người ta còn sử dụng các buồng lạnh nhỏ hơn kiểu lắp ghép, di động được và tháo dỡ được. Các loại buồng lạnh thương nghiệp nhỏ nhất có thể kể đến các loại tủ lạnh, tủ kính lạnh, quầy lạnh thương nghiệp.

2.9 QUY HOẠCH MẶT BẰNG NHÀ MÁY CHẾ BIẾN THỦY SẢN

Để tham khảo, ở đây giới thiệu một số quy hoạch mặt bằng chế biến thủy sản thông dụng, xem hình 2-19 đến 2-22, hình 6-24 và bảng 6-15.



Hình 2-19. Mặt bằng nhà máy chế biến thủy sản có kho lạnh 270 tấn và buồng kết đông 10 tấn/ ngày.



Hình 2-20. Mặt bằng nhà máy chế biến thủy sản với kho lạnh 500 ÷ 700 tấn, máy kết đông tiếp xúc 12 tấn/ngày và bể đá cây 30 tấn/ ngày.

CẤU TRÚC XÂY DỰNG VÀ CÁCH NHIỆT KHO LẠNH TRUYỀN THỐNG VÀ KHO LẠNH LẮP GHÉP

3.1 KHO LẠNH TRUYỀN THỐNG

3.1.1 Yêu cầu chung

Sự khác nhau chủ yếu giữa kho lạnh và một ngôi nhà công nghiệp là ở chỗ trong kho lạnh luôn duy trì nhiệt độ tương đối thấp, độ ẩm tương đối cao so với môi trường bên ngoài. Do sự chênh lệch nhiệt độ luôn có một dòng nhiệt và một dòng ẩm xâm nhập từ ngoài môi trường vào kho lạnh. Dòng nhiệt tổn thất ảnh hưởng đến việc chọn năng suất máy lạnh. Dòng ẩm có tác động xấu đến vật liệu xây dựng và cách nhiệt, làm giảm tuổi thọ vật liệu và cấu trúc xây dựng, làm hỏng cách nhiệt và làm mất khả năng cách nhiệt.

Vì vậy cấu trúc xây dựng và cách nhiệt kho lạnh phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- đảm bảo độ bền vững lâu dài theo tuổi thọ dự kiến của kho (25 năm đối với kho lạnh nhỏ, 50 năm đối với kho lạnh trung bình và 100 năm đối với kho lạnh lớn và rất lớn);

- chịu được tải trọng của bản thân và của hàng bảo quản xếp trên nền hoặc treo trên giá treo ở tường hoặc trần.

- phải chống được ẩm thâm nhập từ ngoài vào và bề mặt tường bên ngoài không được đọng sương;

- phải đảm bảo cách nhiệt tốt giảm chi phí đầu tư cho máy lạnh và vận hành;

- phải chống được cháy nổ và đảm bảo an toàn;
- thuận tiện cho việc bốc dỡ và sắp xếp hàng bằng cơ giới;
- phải kinh tế.

Do các yêu cầu trên, các kho lạnh trung bình và lớn thường được xây dựng bằng các cấu kiện bê tông cốt thép để chịu tải, đặc biệt là nền, cột, dầm, xà đôi khi cả tường. Để tận dụng các vật liệu rẻ tiền, tường bao và tường ngăn thường được xây bằng gạch đỏ, gạch silicat.

3.1.2 Móng và cột

Móng phải chịu được toàn bộ tải trọng của kết cấu xây dựng và hàng hoá bảo quản, bởi vậy móng phải kiên cố, vững chắc và lâu bền. Móng có thể theo kiểu dầm móng, theo kiểu từng ô không liên tục, móng cọc hoặc móng bè giống như các toà nhà công nghiệp. Nếu sử dụng các cấu kiện bê tông đúc sẵn, khi đổ móng bê tông cốt sắt, người ta phải chừa trước các lỗ để lắp cột chịu lực [22].

3.1.3 Tường bao và tường ngăn

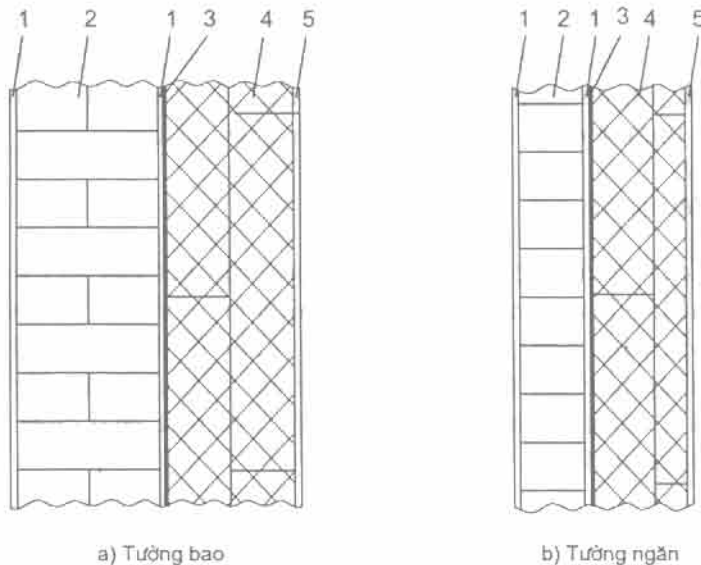
Có rất nhiều phương án xây dựng tường bao và tường ngăn của kho lạnh. Hình 3-1 giới thiệu tường bao và tường ngăn cổ điển nhất, mà cho đến nay vẫn phù hợp với điều kiện xây dựng ở Việt Nam. Tường chịu lực xây bằng gạch có 2 lớp vữa trát 2 phía.

Cách nhiệt ở phía trong phòng lạnh. Trước khi cách nhiệt phải phủ lên tường 1 lớp bitum dày $2 \div 3$ mm để cách ẩm sau đó dán cách nhiệt lên. Nếu lớp bitum đó chưa đủ dày theo tính toán phải cách ẩm bổ sung bằng các vật liệu cách ẩm hiệu quả hơn như giấy dầu, màng PVC hoặc giấy nhôm. Cách nhiệt có thể dán thành 2 lớp có mạch so le để tránh cầu nhiệt.

Cách nhiệt có thể được cố định vào tường nhờ đinh móc bằng thép, nẹp gỗ, đinh gỗ và râu thép. Râu thép 3 li đã được cố định trước vào tường, cho xuyên qua lớp cách nhiệt và buộc vào nẹp gỗ của lớp lưới trong cùng như mô tả ở tài liệu [22].

Tùy theo điều kiện người ta có thể dùng bitum dán 2 lớp cách nhiệt lên tường sau đó xây tường 10 cm-phía trong cùng, khi đó lớp cách nhiệt được cố định tốt trên tường. Nếu chiều cao tường ngăn không lớn, chỉ cần vữa một lớp gạch nghiêng 5 cm. Xây gạch phía trong có thể tiết kiệm được nẹp gỗ,

lưới sắt, đinh sắt, gỗ, rầu thép và nhân công nhưng sẽ tổn diện tích lạnh hữu ích.



Hình 3-1. Mặt cắt cấu trúc xây dựng tường bao và tường ngăn của kho lạnh truyền thống:
 a. Tường bao: 1. lớp vữa trát dày 10 mm; 2. tường gạch chịu lực 220 mm hoặc 360 mm; 3. lớp bitum 3 mm; 4. 2 lớp cách nhiệt bố trí so le; 5. lớp vữa trát có lưới thép 10 mm.
 b. Tường ngăn: 2. tường gạch 100 mm; 4. 2 lớp cách nhiệt bố trí mạch so le có độ dày bằng 0,75 cách nhiệt tường bao, còn lại giống tường bao; lưu ý tường gạch nằm phía có nhiệt độ cao.

Đối với các kho lạnh lớn có thể sử dụng các cấu kiện bê tông đúc sẵn [22].

Ở các kho lạnh cỡ trung và cỡ lớn tường bao không chịu lực, tải trọng của mái, dầm, xà do cột chống đỡ nên tường xây chỉ cần 200 hoặc 380 (1 viên rưỡi gạch đỏ). Tường xây phía ngoài cột chùng 0,25 đến 0,5 m.

Để tăng cường độ vững chắc cho tường có thể neo cột với tường ở phần giữa và phía trên.

Đối với kho lạnh lớn nhiều tầng, phương pháp xây dựng khung bê tông cốt thép có cột hình nấm có nhiều ưu việt nên được áp dụng khá rộng rãi ở các nước Mĩ, Anh, Pháp, Đức. Khi xây dựng kiểu khung không cần tường chịu lực và có thể cách nhiệt kiểu quây chung quanh từ tầng hầm hoặc tầng

lên đến tầng trên cùng. Các cột hình nấm cho phép thực hiện các trần phẳng ở cả hai phía trên và dưới không có dầm. Trần phẳng ở bên dưới tạo điều kiện dễ dàng cho việc bố trí dàn lạnh hoặc đường ống giso, ống dẫn ngay phía dưới trần, tiết kiệm được chiều cao phòng. Nó còn có ưu điểm là ít bị bụi bẩn bám vào và vệ sinh, tẩy rửa dễ dàng. Phương pháp cột hình nấm tuy tốn nhiều cốt sắt hơn nhưng bù lại, giá thành thi công giảm.

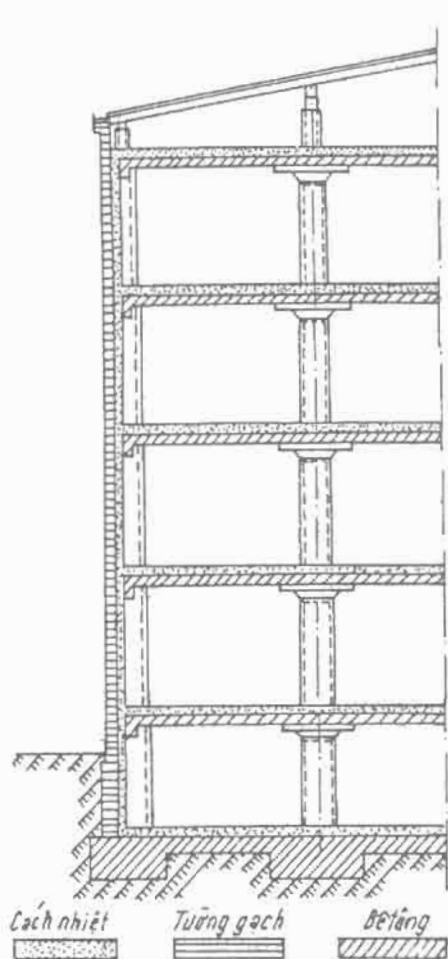
Kiểu khung sắt với kết cấu sắt cũng cho phép cách nhiệt theo kiểu quay nhưng các dầm sắt đỡ phía dưới trần cũng gây trở ngại cho việc bố trí thiết bị trên trần. Đối với tầng trên cùng nếu không cần đi lại và chỉ dùng để đặt thiết bị thông gió thì có thể bố trí các dầm treo phía trên. Như vậy trần phía dưới phẳng và dầm treo phía trên có thể dùng làm xà đỡ cho thiết bị thông gió.

Với các phòng lạnh nhỏ, sức chịu tải 1 đến 2 t/m² và khoảng cách giữa các cột và tường chịu lực không lớn hơn 4 ÷ 5 m thì có thể sử dụng cột hình nấm nhưng không có mũ nấm. Như vậy phía trên và phía dưới đều nhẵn.

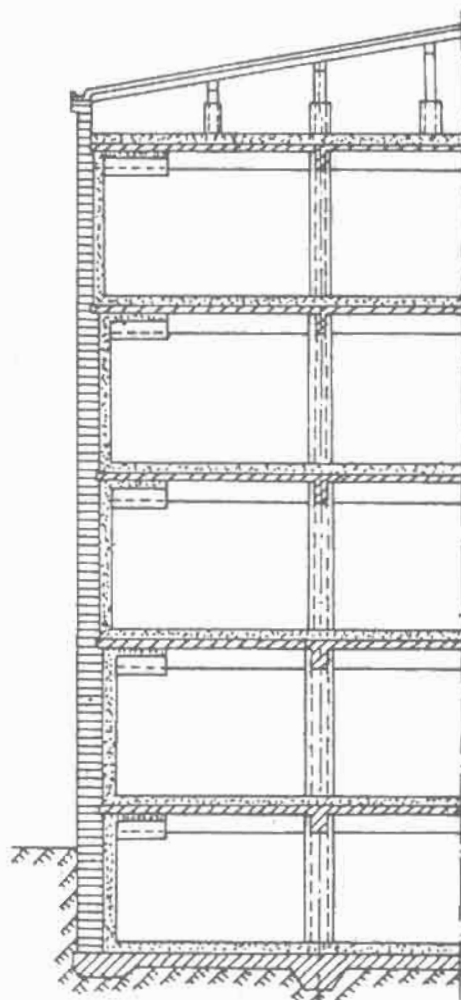
Kiểu xây tường chịu lực chung quanh yêu cầu biện pháp cách nhiệt đặc biệt để loại trừ cầu nhiệt ở chỗ tiếp giáp giữa các trần và tường chịu lực. Các dầm đỡ giữa các cột và tường chịu lực gây trở ngại cho việc bố trí thiết bị lạnh, đường ống và ống gió. Để tạo ra trần phẳng người ta có thể đóng trần giả. Hoặc nếu làm dầm treo (dầm nổi) phía trên thì đổ xi măng mặt dầm nhưng vì nguy cơ đọng nước ngưng, đổ mồ hôi hoặc tạo băng tuyết rất lớn ở các vị trí này nên người ta không được phép xử lý trần hoặc tạo nền như vậy.

Hình 3.2 và 3.3 giới thiệu phương pháp cách nhiệt của kiểu xây dựng khung bê tông cốt sắt cột hình nấm với kiểu xây dựng tường bao chịu lực và các dầm đỡ.

Khi xây dựng kiểu khung, có thể bỏ cách nhiệt giữa các tầng nếu nhiệt độ giữa các tầng là giống nhau. Khi các tầng có nhiệt độ khác nhau, cần tiến hành cách nhiệt giữa các tầng. Thường bố trí các phòng lạnh hơn ở phía dưới nên để phòng đổ mồ hôi ở phía nóng, người ta tiến hành cách nhiệt ở phía trên sàn. Trần từ phía dưới lên không cần cách nhiệt. Trường hợp tường ngoài chịu lực thì trần phía trên phải cách nhiệt một dải dọc theo tường để tránh cầu nhiệt từ tường vào buồng lạnh. Để tránh cầu nhiệt, tất cả các cột đều phải cách nhiệt khoảng một nửa chiều cao thân cột. Các cột cách nhiệt và không cách nhiệt giữa các tầng đều được bọc một lớp bảo vệ mép cột để phòng trường hợp hư hại do va quệt với các phương tiện bốc dỡ hàng hoá.



Hình 3-2. Kho lạnh xây dựng kiểu khung với cột đỡ hình năm.

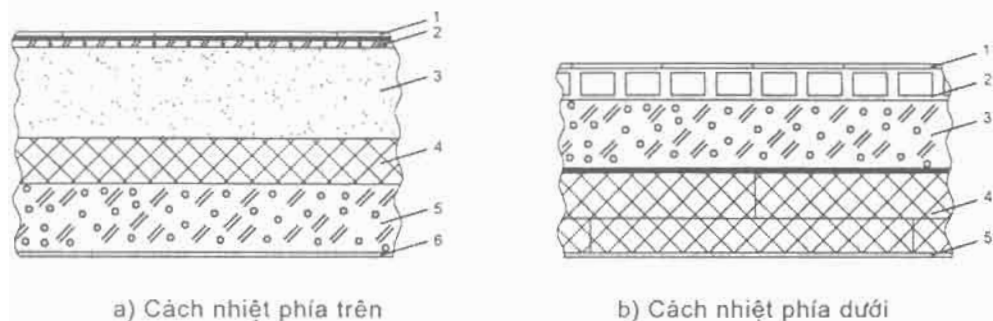


Hình 3-3. Kho lạnh xây dựng kiểu tường chịu lực bên ngoài.

3.1.4 Mái

Các kho lạnh lớn thường có các tấm mái tiêu chuẩn đi kèm với cột, rầm, xà tiêu chuẩn. Mái kho lạnh không được đọng nước, phải không được thấm nước. Nếu kho lạnh có chiều rộng không lớn có thể làm mái dốc về một phía. Thường làm mái dốc về hai phía và có độ nghiêng 2%. Chống thấm nước bằng bitum và giấy dầu. Chống bức xạ mặt trời bằng cách phủ lên trên cùng một lớp sợi trắng kích thước $5 \div 15$ mm.

Đối với các kho lạnh nhỏ, lớp cách nhiệt được bố trí phía dưới lớp bê tông chịu lực. Thứ tự cách nhiệt như đối với tường bao. Để cố định lớp cách nhiệt lên trần một mặt sử dụng lớp bitum chống ẩm làm keo dán dán lớp cách nhiệt lên trần, mặt khác làm các râu bằng dây thép 3 li và nẹp gỗ phía dưới để nẹp chặt chúng lên trần (xem hình 3-4).



Hình 3-4. Cách nhiệt mái:

- a) Mái cách nhiệt phía trên: 1. lớp phủ chống thấm, đôi khi xây thêm lớp gạch lá nem; 2. lớp bê tông giàng; 3. lớp cách nhiệt điển đầy (xỉ); 4. lớp cách nhiệt (xốp); 5. lớp bê tông mái; 6. lớp vữa trát.
- b) Mái cách nhiệt phía dưới: 1. lớp phủ chống thấm; 2. lớp chống nóng; 3. lớp bê tông chịu lực; 4. 2 lớp xốp cách nhiệt bố trí mạch so le; 5. lớp vữa trát.

Cần lưu ý: Lớp cách nhiệt tường và mái phải liên tục (xem hình 3-2). Nếu không thể bố trí liên tục thì phải có lớp phủ cách nhiệt phía dưới bề tông rộng khoảng 1,5 m để triệt tiêu cầu nhiệt từ mái và tường chịu lực vào (xem hình 3-3).

3.1.5 Nền

Kết cấu nền kho lạnh phụ thuộc vào nhiều yếu tố thí dụ:

- nhiệt độ trong phòng lạnh;
- tải trọng của kho hàng bảo quản;
- dung tích kho lạnh.

Yêu cầu của nền là phải có độ vững chắc chắn cần thiết, tuổi thọ cao sạch sẽ, vệ sinh dễ dàng, không thấm ẩm, cần bố trí thoát nước để thể phun nước rửa khi cần thiết.

Những kho lạnh bốc dỡ bằng cơ giới, nên không những phải chịu đựng được tải trọng của hàng mà còn phải đảm bảo cho người, xe cơ giới bốc dỡ hàng đi lại, làm việc...

Cũng với lý do trên, vật liệu cách nhiệt nền kho lạnh lắp ghép là các tấm polystirol hoặc polyurethane, còn vật liệu cách nhiệt dùng cho các kho lạnh lớn và trung bình thường là xi lò để chịu được tải trọng.

Theo tiêu chuẩn Nga, kho lạnh có nhiệt độ dương nên không cần cách nhiệt. Người ta chỉ bố trí một lớp cách nhiệt bằng xi dày 20 ÷ 50 cm, rộng 1 ÷ 2 m dọc theo tường bao chung quanh kho lạnh. Khí hậu Nga khác biệt khá nhiều so với khí hậu Việt Nam. Nhiệt độ trung bình ở hầu hết các vùng ở Nga nhỏ hơn 10°C. Nhiệt độ nền đất trung bình cả năm chỉ khoảng 8 ÷ 10°C. Chưa có công trình nào nghiên cứu về cấu trúc xây dựng và cách nhiệt nền kho lạnh cho khí hậu Việt Nam. Theo ý chúng tôi, chỉ nên sử dụng nền không cách nhiệt (hình 3-5 c) cho các kho lạnh có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ trung bình hàng năm của không khí từ 10 đến 15°C. Thí dụ ở Hà Nội chỉ nên áp dụng cho các kho có nhiệt độ từ 10°C trở lên. Kết cấu nền kho lạnh không cách nhiệt xin xem [22].

Nếu kho lạnh có nhiệt độ dương từ 0 + 10°C vẫn nên có cách nhiệt. Để đảm bảo tải trọng hàng và sự hoạt động của xe cơ giới bốc xếp hàng phải bố trí lớp cách nhiệt giữa hai lớp bê tông chịu lực. Để phòng lớp cách nhiệt bị nén bẹp, phải bố trí các dầm gỗ quét hắc ín giữa 2 lớp bê tông.

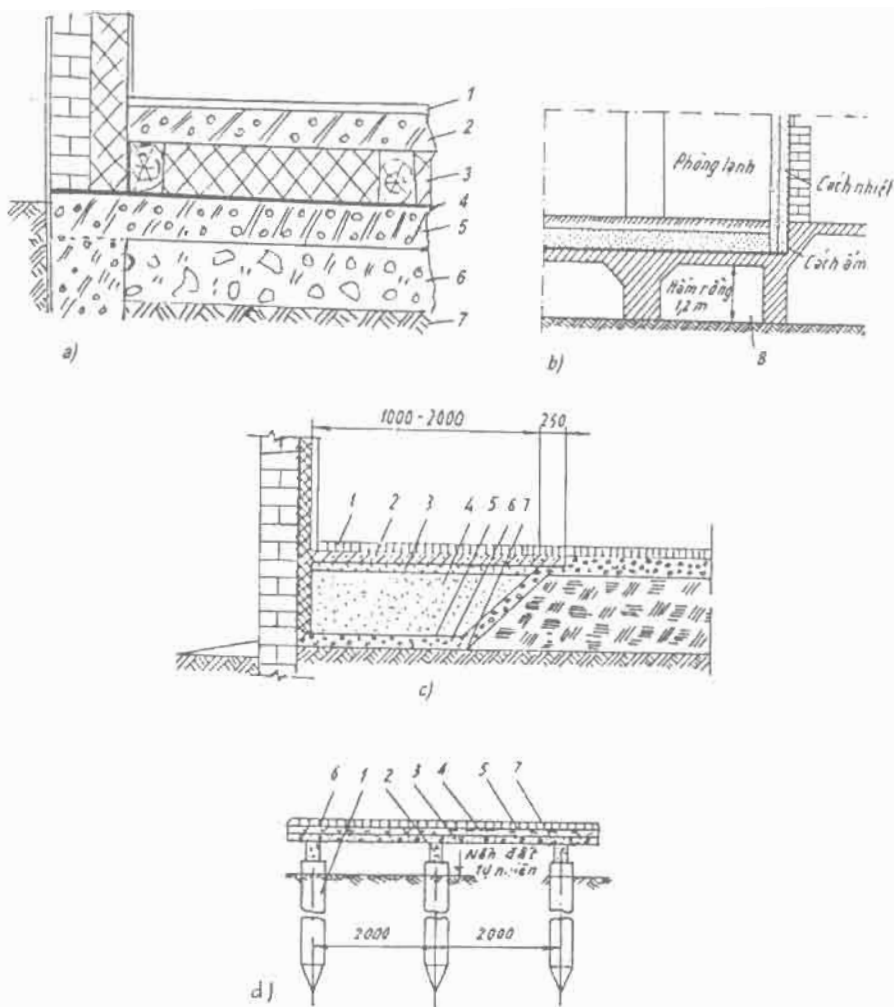
Nếu kho có nhiệt độ âm, để tránh hiện tượng đóng băng là phỏng nền phá vỡ cấu trúc xây dựng kho lạnh, cần có một số biện pháp sau:

- Bố trí dây điện trở phía dưới nền gia nhiệt đảm bảo nhiệt độ nền luôn ở khoảng 4°C (điện trở Ø12 - 16 mm, đặt cách nhau 0.5 ÷ 1 m, điện thế nhỏ hơn 36 V).

- Bố trí ống dẫn dầu nóng, nước nóng hoặc gió nóng tuần hoàn dưới nền để đảm bảo nhiệt độ nền khoảng 4°C.

- Bố trí sàn kho cao hơn nền đất tự nhiên nhờ hệ thống cột chịu lực, các tunnel thông gió hoặc bê tông 2 lớp có ống thông gió.

- Ở kho lạnh nhiều tầng, không bố trí phòng có nhiệt độ âm ở tầng 1. Hình 3.5 giới thiệu một số phương án nền kho lạnh.



Hình 3-5. Một số kết cấu nền kho lạnh:

a) Nền kho nhiệt độ dương và tới -4°C ; b) Nền kho nhiệt độ âm:

1. nền nhẵn; 2. lớp bê tông tăng cường; 3. lớp cách nhiệt có dầm gỗ; 4. lớp chống ẩm;
5. lớp bê tông cốt thép chịu lực; 6. lớp bê tông gạch vỡ; 7. lớp đất nện; 8. hầm thông khí;

c) Kết cấu nền kho và tường bao ở kho lạnh nhiệt độ $> 0^{\circ}\text{C}$. 1. Nền nhẵn;

2. Lớp bê tông tăng cường; 3. Lớp bê tông giăng; 4. Cách nhiệt; 5. Lớp cách ẩm;

6. Lớp bê tông đệm; 7. Lớp làm kín bằng đá dăm.

d) Nền lững trên cọc cho kho lạnh nhiệt độ âm: 1. Cọc bê tông cốt thép;

2. Rám bê tông cốt thép; 3. Các tấm bê tông cốt thép tiêu chuẩn; 4. Tấm cách nhiệt (bông khoáng); 5. Vỏ có cột tăng cường; 6. Nhựa đường; 7. Lớp cách ẩm.

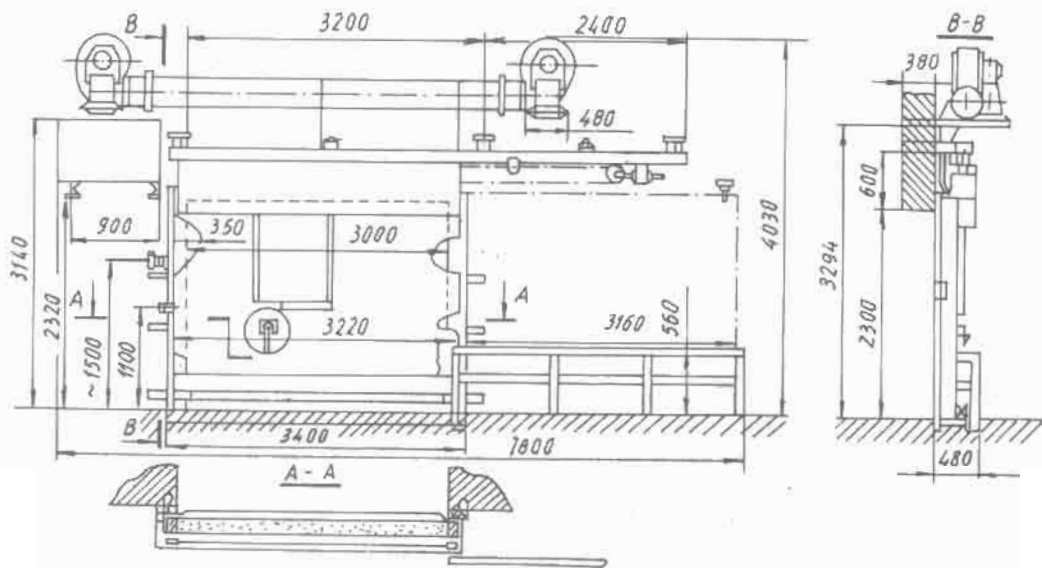
3.1.6 Cửa và màn khí

Cửa kho lạnh có rất nhiều loại khác nhau. Khoá cửa cũng có nhiều loại khác nhau. Cửa kho lạnh lắp ghép trên cơ bản là giống cửa tủ lạnh. Cửa là một tấm cách nhiệt, có bản lề tự động, chung quanh có đệm kín bằng cao su hình nhiều ngăn, có bố trí nam châm mạnh để hút chặt cửa đảm bảo độ kín giảm tổn thất nhiệt. Cửa một cánh có chiều rộng đến 1 m và cửa hai cánh có chiều rộng đến 1,8 m.

Các kho lạnh có máy nâng hạ bốc dỡ hàng cần bố trí cửa rộng và cao vừa đủ cho máy nâng hạ hoạt động đưa côngtenơ ra vào dễ dàng.

Hình 3-6 giới thiệu một loại cửa hay được sử dụng ở các kho lạnh trung bình và lớn có máy nâng hạ. Cửa rộng đến 3 m, chiều cao 2,3 m. Cửa có bố trí bánh xe chuyển động trên ray đặt sát tường nên đóng mở nhẹ nhàng, tiết kiệm diện tích.

Phía trên cửa có bố trí thiết bị tạo màn khí giảm tổn thất nhiệt. Khi mở cửa, động cơ quạt tự động hoạt động, tạo ra một màn khí thổi từ trên xuống dưới ngăn cản đối lưu không khí nóng bên ngoài với không khí lạnh trong buồng, giảm tổn thất nhiệt.

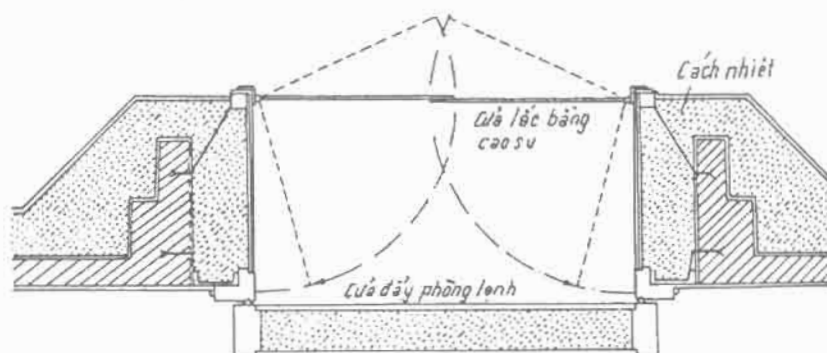


Hình 3-6. Cửa và thiết bị tạo màn khí.

Cửa có bề dày cách nhiệt 150 mm bằng bột polystirol hoặc polyurethane. Tấm kim loại ở hai phía cửa vừa làm khung chịu lực vừa có tác dụng chống ẩm. Phòng có nhiệt độ dưới 0°C thì viền quanh cửa được sưởi ấm bằng dây điện trở tránh đóng băng làm dính cửa.

Hệ số truyền nhiệt của cửa cách nhiệt là $k = 0,41 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Hình 3-7 mô tả một kiểu phòng đông. Cửa bên ngoài là cửa kéo còn bên trong có bố trí 2 cánh cửa lắc. Hai cánh này có thể mở ra phía ngoài hết cỡ ngay cả khi cửa phòng lạnh đóng. Các đệm cửa bằng cao su rất dễ bị đóng băng dính chặt vào thành cửa. Nếu phòng ngoài được điều tiết không khí như là một phòng đệm hoặc lối đi lại cho xe vận chuyển hàng hoá thì nguy cơ đóng băng ít hơn.



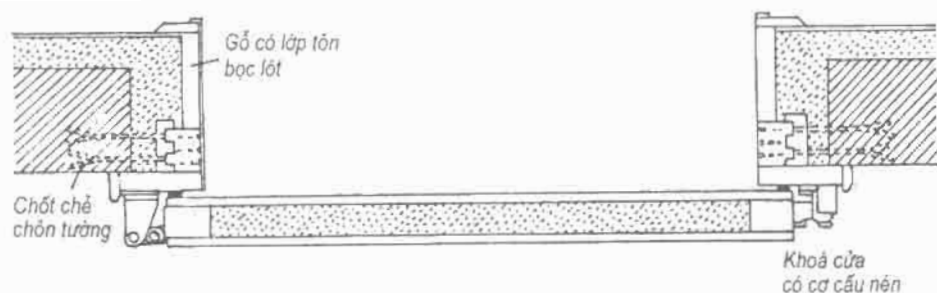
Hình 3-7. Cửa đẩy phòng lạnh với cửa lắc bằng cao su.

Gỗ làm khung cửa có thể dùng gỗ thông khô loại nhiều nhựa, các xà dọc có thể dùng gỗ sồi. Cánh cửa được đóng 1, 2 hoặc 3 dải dính cao su định hình có nhiều nếp gấp để đảm bảo kín khít với thành tường. Khoá cửa cần bố trí sao cho khi đóng cửa, cửa ép đều lên đệm cửa.

Các cửa nên được bọc bằng tôn kẽm hoặc thép không rỉ để cửa chắc hơn, để phòng bị xe kéo hoặc xe rùa vận chuyển hàng hoá xô phải.

Cửa bản lề nên chọn loại bản lề nghiêng. Khi mở ra khó khăn hơn vì phải nâng cửa lên, nhưng khi đóng lại, sức nặng của cửa sẽ đè lên đệm kín cao su để giữ kín đệm, cả ở cạnh phía dưới sàn cũng vậy.

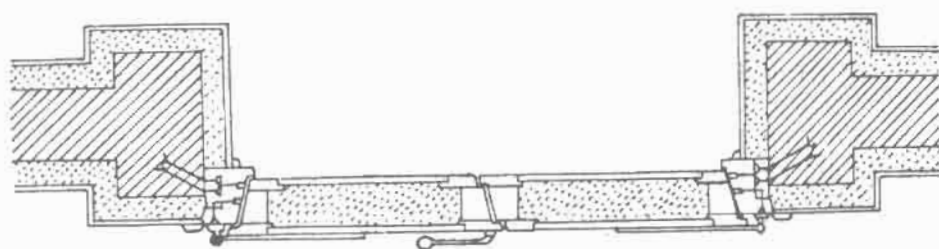
Các cửa quá nhỏ dễ bị các xe kéo, xe rùa va chạm vào cạnh cửa. Đối với xe vận chuyển rộng 1,2 m thì cửa ít nhất cũng phải rộng 1,6 m. Cửa một cánh chỉ nên sử dụng cho cửa rộng đến 1,3 m (hình 3-8) và đệm kín dùng loại phẳng là phù hợp đối với các phòng đông có nhiệt độ thấp.



Hình 3-8. Cửa phòng loại một cánh có bản lề.

Cửa loại 2 cánh (hình 3-9) có nhiều cạnh phải bố trí đệm kín và ở các điều kiện không thuận lợi có thể dẫn tới đóng băng, dính chặt cửa. Chính vì vậy khi chiều rộng cửa quá 1,3 m thường người ta làm cửa đẩy chứ không làm kiểu hai cánh. Cửa đẩy có ưu điểm là chiếm ít diện tích và do được treo trên ray nên việc đóng mở đỡ nặng nề.

Khi phòng đệm lạnh và ẩm, rất dễ có nguy cơ đóng băng đệm cửa. Để tránh đóng băng đệm cửa, có thể bố trí dây điện trở để sưởi đệm cửa.

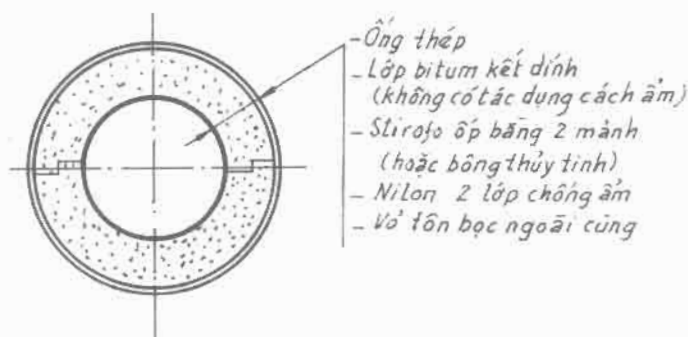


Hình 3-9. Cửa phòng lạnh loại hai cánh.

3.1.7 Đường ống

Cách nhiệt đường ống nên sử dụng các loại xốp cách nhiệt có hiệu quả cao để giảm chiều dày cách nhiệt. Hình 3-10 giới thiệu dạng cách nhiệt đường ống đơn giản nhất hiện nay. Trong cùng là ống thép nhiệt độ thấp cần được cách nhiệt. Lớp cách nhiệt có thể là stirôpô định hình 2 mảnh ốp vào

nhau cố vấu tránh cầu nhiệt. Lớp cách nhiệt cũng có thể là bông thủy tinh, bông khoáng. Lớp bitum trong cùng chỉ đơn giản làm nhiệm vụ kết dính. Để cách ẩm thường người ta dùng nilông quấn hai lớp bên ngoài liên tục đảm bảo kín ẩm. Lớp bảo vệ bọc ngoài cùng thường là tôn kẽm hoặc tôn thép không rỉ. Các đường ống và thiết bị chỉ được bọc cách nhiệt khi đã được thử kín, thử bền và làm sạch.



Hình 3-10.
Cách nhiệt đường ống đơn giản.

3.2 TÍNH TOÁN CÁCH NHIỆT KHO LẠNH TRUYỀN THỐNG

3.2.1 Vật liệu cách nhiệt

Cách nhiệt lạnh có nhiệm vụ hạn chế dòng nhiệt tổn thất từ ngoài môi trường có nhiệt độ cao vào buồng lạnh có nhiệt độ thấp qua kết cấu bao che. Chất lượng của vách cách nhiệt phụ thuộc chủ yếu vào tính chất của vật liệu cách nhiệt theo các yêu cầu dưới đây:

- hệ số dẫn nhiệt λ nhỏ ($\lambda \rightarrow 0$);
- khối lượng riêng nhỏ;
- độ thấm hơi nước nhỏ ($\mu \rightarrow 0$);
- độ bền cơ học và độ dẻo cao;
- bền ở nhiệt độ thấp và không ăn mòn các vật liệu xây dựng tiếp xúc, với nó;
- không cháy hoặc không dễ cháy;

- không bắt mùi và không có mùi lạ;
- không gây nấm mốc và phát sinh vi khuẩn, không bị chuột, sâu bọ đục phá;
- không độc hại đối với cơ thể con người;
- không độc hại đối với sản phẩm bảo quản, làm biến chất và giảm chất lượng sản phẩm;
- vận chuyển, lắp ráp, sửa chữa, gia công dễ dàng;
- rẻ tiền và dễ kiểm;
- không đòi hỏi sự bảo dưỡng đặc biệt.

Trên thực tế không có các vật liệu cách nhiệt lý tưởng đáp ứng đầy đủ các yêu cầu trên. Mỗi vật liệu cách nhiệt đều có ưu và nhược điểm cụ thể. Khi chọn một vật liệu cách nhiệt cho một trường hợp ứng dụng nào đó cần phải lợi dụng được triệt để các ưu điểm và hạn chế đến mức thấp nhất các nhược điểm của nó.

Yêu cầu quan trọng nhất đối với vật liệu cách nhiệt là hệ số dẫn nhiệt phải nhỏ. Vật liệu cách nhiệt phần lớn là các vật liệu phi kim loại vô cơ và hữu cơ ở dạng xốp ngậm các bọt không khí hoặc gậm các bọt khí nào đó.

Hệ số dẫn nhiệt λ của các vật liệu cách nhiệt có tính chất gần giống nhau và phụ thuộc vào:

- 1) khối lượng riêng;
- 2) cấu trúc của bọt xốp (kiểu, độ lớn, cách sắp xếp của các lỗ chứa khí, thành phần và cấu tạo của phần rắn và mối quan hệ qua lại của chúng);
- 3) nhiệt độ;
- 4) áp suất và chất khí ngậm trong bọt xốp;
- 5) độ ẩm và độ khuếch tán hơi nước và không khí trong thời gian sử dụng.

- Khối lượng riêng của vật liệu là khối lượng của 1 m^3 vật liệu tính cả phần rỗng chứa khí. Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu vô cơ và hữu cơ đặc tạo nên phần rắn của bọt xốp, khối lượng riêng càng bé, thể tích rỗng chứa khí càng lớn và hệ số dẫn nhiệt λ càng nhỏ. Tuy nhiên khối lượng riêng càng nhỏ độ bền cơ học càng thấp. Để đảm bảo độ bền cơ học, không thể giảm khối lượng riêng xuống tùy ý. Ví dụ polystirol cách nhiệt cần khối lượng riêng bằng hoặc lớn hơn 25 kg/m^3 .

- Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu cách nhiệt càng nhỏ khi các lỗ ngậm khí càng mịn, vì khi đó dòng nhiệt do đối lưu không khí trong các lỗ giảm.

- Hệ số dẫn nhiệt giảm khi nhiệt độ giảm.

- Áp suất của các chất khí chứa trong các lỗ xốp càng nhỏ, hệ số dẫn nhiệt càng nhỏ. Chân không có khả năng cách nhiệt tốt nhất nhưng khó thực hiện vì sự khuếch tán ẩm và không khí vào vật liệu. Chỉ có thể thực hiện được cách nhiệt chân không trong các bình hai vỏ bằng thủy tinh hoặc bằng thép (phích đá, phích nước, phích lưỡng tính, chai cryô...) chịu được áp lực không khí và chống được khuếch tán hơi nước và không khí.

Chất khí chứa trong các vật liệu phần lớn là không khí ở áp suất thường. Không khí ở áp suất khí quyển đứng im có hệ số dẫn nhiệt $\lambda = 0,025$ W/m.K. Đây cũng là hệ số dẫn nhiệt giới hạn mà một vật liệu xốp cách nhiệt ngậm không khí có thể có được. Để tạo ra các vật liệu có hệ số dẫn nhiệt nhỏ hơn cần phải tìm ra các chất khí có hệ số dẫn nhiệt nhỏ hơn. Thí dụ, hơi freôn R11 có hệ số dẫn nhiệt nhỏ hơn hệ số dẫn nhiệt của không khí do đó bột xốp polyurethan ngậm freôn R11 có hệ số dẫn nhiệt rất nhỏ đạt đến 0,023 W/m.K, nhỏ hơn hệ số dẫn nhiệt của không khí. Nhưng các loại bột xốp này dễ bị nhiễm ẩm và bị không khí khuếch tán vào do đó chúng thường được bọc ngay bằng các tấm kim loại ở hai phía để cách ẩm đồng thời dùng làm các tấm lấp ghép trong các kho lạnh lấp ghép. Ngày nay, người ta sử dụng cyclopentan thay R11 vì R11 phá huỷ tầng ôzôn, gây hiệu ứng lồng kính nên đã bị cấm sử dụng.

Bột polyurethane cũng có thể được phun trực tiếp vào khoang cách nhiệt của tủ lạnh.

- Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu cách nhiệt giảm rõ xuống rõ rệt khi vật liệu bị nhiễm ẩm, và bởi vì luôn luôn có dòng đi từ ngoài vào trong buồng lạnh do chênh lệch nhiệt độ do đó cách nhiệt lạnh bao giờ cũng đi đôi với cách ẩm.

Các vật liệu cách nhiệt là các chất vô cơ tự nhiên thường được gia công trước khi sử dụng như các loại sợi khoáng (bông thủy tinh, bông xỉ gia công và sản xuất từ việc nung chảy silicat) thủy tinh bọt, sợi amiăng hoặc sợi gốm.

Các vật liệu cách nhiệt làm từ các chất hữu cơ tự nhiên như bấc lie, trấu, xơ dừa... ngày càng mất ý nghĩa ứng dụng thực tế.

Ngược lại, các vật liệu cách nhiệt từ các chất hữu cơ nhân tạo ngày càng được sử dụng nhiều hơn. Chúng có tính chất cách nhiệt tốt, sản xuất với quy

mô công nghệ ổn định về chất lượng, kích thước, gia công dễ dàng, lắp ghép và kinh tế hơn. Các vật liệu có ý nghĩa nhất hiện nay thuộc loại này là polystirol (Stirôpo), polyurethane, polyetylen, polyvinylclorit, nhựa phenol và nhựa urê phormadêhit.

Hiện nay polystirol và polyurethane được sử dụng rộng rãi nhất để cách nhiệt các buồng lạnh. Polystirol được sản xuất bằng cách nổ hạt với chất sinh hơi khí được gia nhiệt ở nhiệt độ 100°C . Độ bền nén tương đối lớn từ 0,1 đến 0,2 N/mm². Nhiệt độ sử dụng không vượt quá 80°C . Thường bột polystirol dễ cháy nhưng cũng có loại không cháy do được pha trộn các phụ gia chống cháy. Polyurethane có ưu điểm lớn là tạo bọt không cần gia nhiệt nên dễ dàng tạo bọt trong các thể tích rỗng bất kỳ. Chính vì vậy polyurethane được sử dụng để phun cách nhiệt cho tủ lạnh gia đình, tủ lạnh thương nghiệp, cách nhiệt đường ống, chế tạo các tấm lắp ghép cho buồng lạnh lắp ghép, với hiệu quả cách nhiệt và hiệu quả kinh tế cao. Chất sinh hơi tạo bọt cho polyurethane thường là freon R11. Độ bền nén và tính dễ cháy giống như polystirol.

Tuy nhiên ở hai loại vật liệu trên, người ta quan sát thấy sự co rút kích thước do nhiệt độ thấp. Sự co rút này có thể làm hở các mối ghép. Để tránh các cầu nhiệt do co rút kích thước nên thực hiện ít nhất hai lớp cách nhiệt với mối ghép so le. Khối lượng riêng của vật liệu càng nhỏ sự co rút càng lớn.

Vật liệu cách nhiệt chủ yếu với các tính chất cơ bản giới thiệu ở bảng 3-1.

3.2.2 Vật liệu cách ẩm

Do có sự chênh lệch nhiệt độ ở môi trường bên ngoài và nhiệt độ buồng lạnh, xuất hiện độ chênh áp suất hơi nước giữa ngoài và trong buồng lạnh. Áp suất hơi nước ngoài môi trường lớn. Áp suất trong buồng lạnh nhỏ, do đó luôn có một dòng ẩm đi từ ngoài vào buồng lạnh. Gặp nhiệt độ thấp, ẩm ngưng đọng lại trong kết cấu cách nhiệt, phá huỷ khả năng cách nhiệt gây nấm mốc và thối rữa cho vật liệu cách nhiệt. Chính vì vậy cách nhiệt lạnh bao giờ cũng phải đi cùng với cách ẩm.

Qua thực tế vận hành, thử nghiệm và nghiên cứu người ta rút ra một số yêu cầu cần thiết sau đây với cách nhiệt và cách ẩm cho buồng lạnh.

1) Nếu tính từ phía nóng vào phía lạnh thì vị trí lớp cách nhiệt ở trong và lớp cách ẩm ở ngoài. Nếu có nhiều lớp cách nhiệt dán chồng lên nhau thì cũng chỉ bố trí một lớp cách ẩm đủ dày ở phía ngoài cùng.

Bảng 3-1. Vật liệu cách nhiệt, cách ẩm và xây dựng [9]

Vật liệu	Khối lượng riêng, kg/m ³	Hệ số dẫn nhiệt λ, W/m.K	Ứng dụng
VẬT LIỆU CÁCH NHIỆT			
Tấm polystirol	25 ÷ 40	0,047	Dùng để cách nhiệt tường bao, tường ngăn, cột; lớp phủ; trần; các tấm bê tông cốt thép định hình; đường ống, thiết bị và dụng cụ, các tấm ngăn, khung, giá
Tấm polyurethane cứng	100	0,041	
Tấm polyurethane rọt ngập	50	0,047	
Chất dẻo xốp	70 ÷ 100	0,035	
Polyvinilclorit	100 ÷ 130	0,047	
Bọt xốp phenolphormadehit	70 100	0,058 0,058	
Các tấm khoáng tấm bitum	250 ÷ 350	0,08 ÷ 0,093	Ống, thiết bị, tường ngăn Cách nhiệt tường bao, tường ngăn, kết cấu tấm ngăn, khung giá
Các tấm cách nhiệt than bùn	170 ÷ 220	0,08 ÷ 0,093	
Tấm lợp fibrô ximăng	300 ÷ 400	0,15 ÷ 0,19	
Tấm cách nhiệt bê tông xốp	400 ÷ 500	0,15	Mái kết cấu tấm ngăn và vành chống cháy
Tấm lợp từ hạt perlit	200 ÷ 250	0,076 ÷ 0,087	Kết cấu của vành chống cháy, cách nhiệt trần và kết cấu nền
Đất sét, sỏi	300 ÷ 350	0,17 ÷ 0,23	Để cách nhiệt trần, nền
Hạt perlit xốp	100 ÷ 250	0,058 ÷ 0,08	
Vật liệu chịu lửa xốp	100 ÷ 200	0,08 ÷ 0,098	
Xi lò cao	500	0,19	
Xi nói chung	700	0,29	
VẬT LIỆU CÁCH ẨM			
Nhựa đường trên nền	1800÷2000	0,75 ÷ 0,87	Cách ẩm nền, trần, tường và thiết bị, đường ống
Bitum dầu lửa	1050	0,18	
Bôrulin	700÷900	0,29 ÷ 0,35	
Bia amiăng	700÷900	0,29 ÷ 0,35	
Perganin và giấy dầu	600÷800	0,14 ÷ 0,18	
VẬT LIỆU XÂY DỰNG			
Các tấm cách nhiệt bê tông amiăng	350÷500	0,093 ÷ 0,13	Xây dựng kho lạnh kiểu truyền thống
Các tấm bê tông amiăng	1900	0,35	
Bê tông	2000÷2200	1,0 ÷ 1,4	
Bê tông cốt thép	2300÷2400	1,4 ÷ 1,6	
Tường xây bằng gạch	1800	0,82	
Tường xây đá hộc	1800÷2200	0,93 ÷ 1,3	
Đá vôi vò sò	1000 ÷ 1500	0,46 ÷ 0,7	
Đá tốp	1100÷1300	0,46 ÷ 0,58	
Bê tông xi	1200÷1500	0,46 ÷ 0,7	
Vữa trát ximăng	1700÷1800	0,88 ÷ 0,93	
Vữa trát khô từ tấm xơ gỗ	700	0,21	

2) Lớp cách ẩm không cần dây (2,5 ÷ 3 mm) nhưng phải liên tục, không nên đứt quãng hoặc tạo ra các vết nứt để làm cầu cho ẩm thấm vào buồng.

3) Nhất thiết không được bố trí bất kỳ một lớp cách ẩm nào phía trong lớp cách nhiệt. Lớp vữa trát xi măng trong cùng phải tạo độ xốp, có khả năng dẫn ẩm lớn để ẩm còn đọng trong vách cách nhiệt thoát vào buồng lạnh dễ dàng hơn. Trong hệ thống lạnh có nhiều thiết bị và đường ống lạnh cần cách nhiệt cần đặc biệt chú ý. Vỏ các thiết bị bằng thép hoặc kim loại là vật liệu cách ẩm hoàn toàn. Vỏ nằm ở phía lạnh, chính vì vậy việc cách ẩm cho đường ống và các thiết bị đòi hỏi rất nghiêm ngặt. Khi ẩm lọt được qua lớp cách ẩm bên ngoài, ẩm sẽ bị giữ lại trong vật liệu cách nhiệt vì ẩm không đi tiếp được vào môi trường lạnh. Cách ẩm thiết bị và đường ống do đó cần được đặc biệt chú ý. Khác với vách buồng lạnh, có thể cách ẩm nhiều lớp khi bố trí nhiều lớp cách nhiệt ngoài đường ống.

Vật liệu cách ẩm chủ yếu hiện nay là bitum. Trong kỹ thuật lạnh hiện nay dùng 3 + 4 mác bitum số 3, 4, 5 và 5K.

Người ta trát bitum nóng chảy lên bề mặt vài lớp để có độ dày từ 1 đến 5 mm. Bitum kỹ thuật lạnh nóng chảy ở nhiệt độ 90°C vì vậy phải đốt nóng lên 160 ÷ 170°C và giữ ở nhiệt độ đó trong khi thao tác phun phủ hoặc quét lên tường. Có thể dùng dung môi như xăng công nghiệp hoặc benzol để hoà nhưng như vậy sẽ tổn dung môi và rất dễ cháy.

Ngày nay, phương pháp rẻ tiền và an toàn nhất là tạo nhũ tương gồm bitum và nước lã trong thùng quay (50% bitum, 48% nước lã, 2% phụ gia như xà phòng và đất sét). Sau đó nhũ tương được phun lên tường. Nước bay hơi để lại một lớp bitum đều đặn. Lớp này khô có thể phun tiếp lớp khác. Để tránh rạn nứt, người ta dùng phụ gia để tạo nhũ tương bitum latex.

Sau bitum là giấy dầu. Giấy dầu thường được sử dụng cùng với bitum. Sau khi quét bitum người ta dán lên một lớp giấy dầu. Để tránh khe nứt, hở, phải dán giấy dầu chừa mép.

Cách ẩm đường ống và thiết bị thường sử dụng màng nilông hay màng nhựa tổng hợp PVC quấn 2 hay nhiều lớp sau đó quấn vải thuỷ tinh chống cháy và quét sơn hoặc bọc tôn bên ngoài.

Một số vật liệu cách ẩm khác cũng được giới thiệu ở bảng 3-1. Bảng 3-2 giới thiệu hệ số khuếch tán ẩm của một số vật liệu.

Bảng 3-2. Hệ số khuếch tán ẩm μ của một số vật liệu

Vật liệu	Hệ số thấm hơi μ	
	g/mh mmHg	g/mh MPa
XÂY DỰNG		
Bê tông	0,004	30
Gạch	0,014	105
Vữa thường	0,018	135
Vữa xi măng	0,012	90
CÁCH NHIỆT		
Tấm xơ gỗ thông	0,0082	62
Bông khoáng	0,025	188
Mípora	0,075	563
Bông thủy tinh	0,065	488
Bê tông bọt	0,0325	244
Polystirol	0,001	7,5
Polyurethan bọt	0,006	45
Lie	0,0055	41
CÁCH ẨM		
Màng nhôm	0,000 000 72	0,0054
Bitum	0,000 115	0,86
Borulin	0,000 144	1,08
Pergamin	0,000 16	1,20
Màng polyetylen	0,000 000 24	0,0018
Isol, brisol	0,000 165	1,238
Giấy dầu	0,000 180	1,350
Isol chống ẩm	0,000 183	1,375

3.2.3 Xác định chiều dày cách nhiệt

Chiều dày lớp cách nhiệt được xác định theo hai yêu cầu cơ bản:

1) Vách ngoài của kết cấu bao che không được phép đọng sương nghĩa là độ dày của lớp cách nhiệt phải đủ lớn để nhiệt độ bề mặt vách ngoài lớn hơn nhiệt độ đọng sương t_d (hình I-2).

2) Chọn chiều dày cách nhiệt sao cho giá thành một đơn vị lạnh (1000 kcal/h) là rẻ nhất, vì giá thành vật liệu cách nhiệt khá cao, chiếm tới 25 + 40 % tổng giá thành xây dựng.

Để tính chiều dày cách nhiệt, phải biết hệ số truyền nhiệt k . Hệ số truyền nhiệt k có thể lấy theo tiêu chuẩn của Nga (СНИП-II-150-74 (khu lạnh, tiêu chuẩn thiết kế) hoặc xác định từ điều kiện 1 và 2 đã nêu ở trên. Hệ số truyền nhiệt k theo tiêu chuẩn Nga giới thiệu trên bảng 3-3. Nếu trần kho

lạnh có mái che thì hệ số k lấy tăng 10% so với k của mái bằng. Hệ số k của các vách trong ngăn cách với các không gian không làm lạnh như hành lang, buồng đệm lấy theo nhiệt độ không khí trong buồng như bảng 3-4.

Hệ số k của các tường ngăn giữa các buồng lạnh cũng như giữa các tầng của kho lạnh nhiều tầng lấy theo bảng 3-5.

Hệ số truyền nhiệt k đối với nền có sườn trên nền đất lấy theo nhiệt độ không khí trong buồng lạnh giới thiệu trong bảng 3-6.

Bảng 3-3. Hệ số truyền nhiệt k vách ngoài phụ thuộc vào nhiệt độ buồng lạnh, $W/m^2.K$

Vách	Nhiệt độ, °C						
	-40 ÷ -30	-25 ÷ -20	-15 ÷ -10	-4	0	4	12
Vách bao ngoài	0.19	0.21	0.23	0.28	0.30	0.35	0.52
Mái bằng	0.17	0.20	0.23	0.26	0.29	0.33	0.47

Bảng 3-4. Hệ số k của tường ngăn với hành lang, buồng đệm

Nhiệt độ không khí trong buồng lạnh, °C	-30	-20	-10	-4	4	12
$k, W/m^2.K$	0,27	0,28	0,33	0,35	0,52	0,64

Bảng 3-5. Hệ số k của tường ngăn giữa các buồng lạnh

Vách ngăn giữa các buồng lạnh	$k, W/m^2.K$
Kết đông / gia lạnh	0,23
Kết đông / bảo quản lạnh	0,26
Kết đông / bảo quản đông	0,47
Bảo quản lạnh / bảo quản đông	0,28
Gia lạnh / bảo quản đông	0,33
Gia lạnh / bảo quản lạnh	0,52
Các buồng có cùng nhiệt độ	0,58

Bảng 3-6. Hệ số k của nền có sườn

Nhiệt độ không khí trong buồng lạnh	từ - 4 đến 4	-10	từ - 20 đến - 30
Hệ số truyền nhiệt $k, W/m^2.K$	0,41	0,29	0,21

Có thể dùng phương pháp nội suy để suy ra các hệ số truyền nhiệt cho các nhiệt độ không nêu trong bảng. Từ công thức tính hệ số truyền nhiệt k cho vách phẳng nhiều lớp:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{cn}}{\lambda_{cn}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (3-1)$$

có thể tính được chiều dày lớp cách nhiệt:

$$\delta_{cn} = \lambda_{cn} \left[\frac{1}{k} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2} \right) \right], \quad (3-2)$$

δ_{cn} - độ dày yêu cầu của lớp cách nhiệt, m;

λ_{cn} - hệ số dẫn nhiệt của vật liệu cách nhiệt (bảng 3-1), W/mK;

k - hệ số truyền nhiệt (bảng 3-3 ÷ 3-6);

α_1 - hệ số toả nhiệt của môi trường bên ngoài (phía nóng) tới tường cách nhiệt, W/m²K;

α_2 - hệ số toả nhiệt của vách buồng lạnh vào buồng lạnh;

δ_i - bề dày của lớp vật liệu xây dựng thứ i (đã cho), m;

λ - hệ số dẫn nhiệt của lớp vật liệu xây dựng thứ i (bảng 3-1), W/m²K.

Hệ số toả nhiệt bên ngoài vách (phía nóng) α_1 và bên trong vách (phía lạnh) α_2 phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như hiệu nhiệt độ giữa không khí và vách, đối lưu không khí tự nhiên hay cưỡng bức, tốc độ không khí...

Bảng 3-7 giới thiệu hệ số toả nhiệt của một số trường hợp dùng trong tính toán.

Sau khi tính được độ dày cách nhiệt δ_{cn} , ta phải chọn độ dày cách nhiệt theo tiêu chuẩn. Độ dày cách nhiệt chọn bao giờ cũng phải bằng hoặc lớn hơn độ dày cách nhiệt đã tính toán được. Nếu sử dụng tấm cách nhiệt lắp ghép polyurethane thì chọn chiều dày như đã giới thiệu ở phần 2.8.1.

Nếu sử dụng tấm cách nhiệt polystirol dài 1 m x rộng 0,5 m và dày 0,1 m thì nên chọn độ dày cách nhiệt theo từng bậc là bội số của chiều dày cách nhiệt cơ bản 0,05 m: 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; m, vì có thể xếp tấm quy chuẩn làm hai có bề dày 0,05 m.

Hệ số truyền nhiệt thực của vách khi đó tính theo biểu thức (3-1).

Bảng 3-7. Hệ số toả nhiệt α_1 và α_2

Bề mặt vách	Hệ số toả nhiệt, α , W/m ² K
Bề mặt ngoài của vách ngoài (tường bao) và mái	23,3
Bề mặt trong của buồng đối lưu tự nhiên	8
tường nền và trần	6 ÷ 7
Bề mặt trong buồng lưu thông không khí cưỡng bức vừa phải (bảo quản hàng lạnh)	9
Bề mặt trong buồng đối lưu cưỡng bức mạnh (buồng gia lạnh và kết đông)	10,5

3.2.4 Tính kiểm tra động sương trên bề mặt ngoài vách cách nhiệt

Hình 3-11 mô tả quá trình truyền nhiệt qua vách phẳng.

Mật độ dòng nhiệt có thể tính theo nhiều cách trong đó có hai cách sau đây:

$$q = k (t_1 - t_2) \quad (3-3)$$

và
$$q = \alpha_1 (t_1 - t_{w1}) \quad (3-4)$$

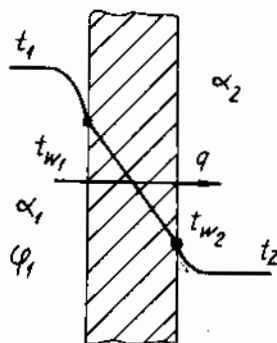
Từ (3-3) và (3-4) ta có:

$$k = \alpha_1 \frac{t_1 - t_{w1}}{t_1 - t_2}, \quad (3-5)$$

Điều kiện không đọng sương là t_{w1} phải lớn hơn nhiệt độ đọng sương t_s . Nếu thay t_s vào (3-5) ta có:

$$k < \alpha_1 \frac{t_1 - t_s}{t_1 - t_2} \quad (3-6)$$

Nhiệt độ đọng sương t_s tra theo t_1 và φ_1 trên đồ thị hình 1-1 có tính tới an toàn, thực tế người ta lấy hệ số truyền



Hình 3-11. Truyền nhiệt qua vách phẳng;
 t_1 - nhiệt độ không khí bên ngoài;
 t_2 - nhiệt độ không khí bên trong buồng lạnh; t_{w1} - nhiệt độ vách ngoài;
 t_{w2} - nhiệt độ vách trong

nhệt động sương làm chuẩn là:

$$k_s = 0,95\alpha_1 \frac{t_1 - t_s}{t_1 - t_2}, \quad (3-7)$$

Khi tính kiểm tra, điều kiện để vách ngoài không đọng sương sẽ là:

$$k \leq k_s \quad (3-8)$$

$k_s = k_{\max}$ - hệ số truyền nhiệt lớn nhất cho phép để tường ngoài không bị đọng sương.

3.2.5 Tính kiểm tra đọng ẩm trong cơ cấu cách nhiệt

Điều kiện để ẩm không đọng lại làm ướt sũng cơ cấu cách nhiệt là áp suất riêng phần hơi nước thực tế luôn luôn phải nhỏ hơn phân áp suất bão hoà hơi nước ở mọi điểm trong cơ cấu cách nhiệt:

$$p_x < p_{hmax}$$

nghĩa là đường p_x không được cắt p_{hmax} mà phải luôn nằm phía dưới đường p_{hmax} . Đường áp suất riêng phần hơi nước p_x và đường phân áp suất bão hoà p_{hmax} có thể xác định được nhờ trường nhiệt độ ổn định trong vách cách nhiệt. Trường nhiệt độ trong vách được xác định từ nhiệt độ của các lớp vách nhờ các biểu thức xác định mật độ dòng nhiệt khác nhau:

$$q = k\Delta t = \alpha_i \Delta t_f = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \Delta t_w$$

Phương pháp tính toán cụ thể trình bày trong thí dụ 3-1.

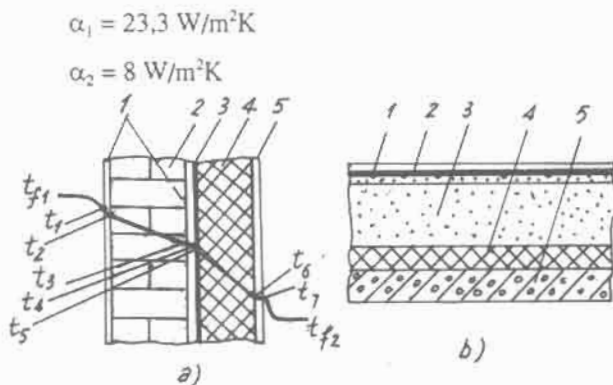
Thí dụ 3-1. Xác định chiều dày lớp cách nhiệt tường bao phòng bảo quản đông của kho lạnh xây dựng tại Hà nội.

Giải:

Cấu trúc xây tường ngoài của kho lạnh biểu diễn trên hình 3-12. Tường gạch dày 380 mm hai mặt phủ bằng vữa xi măng dày 20 mm. Lớp cách ẩm dày 7 mm gồm hai lớp bitum và một lớp giấy dầu. Lớp cách nhiệt là xốp polystirol (stirôpo) và lớp trong cùng là lớp vữa trát xi măng có lưới thép dày 20 mm. Theo bảng 3-3, tra được hệ số truyền nhiệt của vách từ ngoài không khí vào buồng bảo quản đông (-20°C) là:

$$k = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$$

và hệ số toả nhiệt tra theo bảng 3-7:



Hình 3-12. Cấu trúc tường bao và mái kho lạnh:

- a) Tường bao: 1. Lớp vữa ximăng; 2. Tường gạch; 3. Lớp cách ẩm; 4. Lớp cách nhiệt; 5. Lớp vữa trát và lưới thép.
 b) Mái: 1. Lớp phủ mái đồng thời là lớp cách ẩm; 2. Lớp bê tông giăng; 3. Lớp cách nhiệt điển dầy; 4. Tấm cách nhiệt; 5. Các tấm bê tông cốt thép của mái.

Hệ số dẫn nhiệt, dẫn ẩm của các vật liệu xây dựng và cách nhiệt tra theo bảng 3-1 và 3-2:

của lớp vữa ximăng	$\delta = 0,02 \text{ m}$;	$\lambda_1 = 0,88 \text{ W/mK}$;	$\mu = 90 \text{ g/mhMPa}$
của lớp gạch đỏ	$\delta = 0,38 \text{ m}$;	$\lambda_2 = 0,82 \text{ W/mK}$;	$\mu = 105 \text{ g/mhMPa}$
của lớp cách ẩm	$\delta = 0,004 \text{ m}$;	$\lambda_3 = 0,3 \text{ W/mK}$;	$\mu = 0,86 \text{ g/mhMPa}$
của lớp xốp polystirol	$\delta = 0,2 \text{ m}$;	$\lambda_4 = 0,047 \text{ W/mK}$;	$\mu = 7,5 \text{ g/mhMPa}$.

a) *Xác định chiều dày cách nhiệt*

Chiều dày cách nhiệt cần thiết tính theo công thức (3-2):

$$\delta_{cn} = 0,047 \left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{23,3} + 3 \frac{0,02}{0,88} + \frac{0,38}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{1}{8} \right) \right] =$$

$$\delta_{cn} = 0,190 \text{ m.}$$

Chiều dày cách nhiệt thực phải chọn lớn hơn hoặc bằng chiều dày đã xác định được. Ở đây, chọn chiều dày tổng là 200 mm với 4 lớp x 50 mm hoặc 2 lớp x 100 mm. Hệ số truyền nhiệt thực được tính theo (3-1):

$$k_1 = \frac{1}{0,712 + \frac{0,2}{0,047}} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K.}$$

b) *Kiểm tra động sương:*

Theo bảng 1-1: nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất tại Hà nội $t_1 = 37,2^\circ\text{C}$; độ ẩm $\varphi_{1,3} = 83\%$. Tra đồ thị $h-x$ (hình 1-1) ta được: $t_s = 34,6^\circ\text{C}$.

Nhiệt độ buồng lạnh $t_2 = -20^\circ\text{C}$, α_1 theo bảng 3-7 là $23,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Theo biểu thức (3-7) ta có:

$$k_s = 0,95 \cdot 23,3 \cdot \frac{37,2 - 34,6}{37,2 - (-20)}$$

$$k_s = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K} > k_1 = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Như vậy vách ngoài không bị đọng sương.

c) Kiểm tra đọng ẩm trong cơ cấu cách nhiệt

- Mật độ dòng nhiệt qua kết cấu cách nhiệt:

$$q = k\Delta t = 0,20 (37,2 + 20) = 11,44 \text{ W/m}^2$$

- Xác định nhiệt độ bề mặt các lớp vách (hình 3-12 a):

$$q = \alpha_1 (t_{t1} - t_1)$$

$$\text{vậy } t_2 = t_1 - \frac{q\delta_1}{\lambda_1} = 36,71 - \frac{11,44 \cdot 0,02}{0,88} = 36,45^\circ\text{C}$$

$$\text{Tương tự } t_3 = t_2 - \frac{q\delta_2}{\lambda_2} = 36,45 - \frac{11,44 \cdot 0,38}{0,82} = 31,15^\circ\text{C}$$

$$t_4 = t_3 - \frac{q\delta_3}{\lambda_3} = 31,15 - \frac{11,44 \cdot 0,02}{0,88} = 30,89^\circ\text{C}$$

$$t_5 = t_4 - \frac{q\delta_4}{\lambda_4} = 30,89 - \frac{11,44 \cdot 0,004}{0,3} = 30,73^\circ\text{C}$$

$$t_6 = t_5 - \frac{q\delta_5}{\lambda_5} = 30,73 - \frac{11,44 \cdot 0,02}{0,047} = -18,29^\circ\text{C}$$

$$t_7 = t_6 - \frac{q\delta_6}{\lambda_6} = -18,29 - \frac{11,44 \cdot 0,02}{0,88} = -18,55^\circ\text{C}$$

$$q = \alpha_2 (t_7 - t_{t2})$$

$$\text{vậy } t_{t2} = t_7 - \frac{q}{\alpha_2} = -18,55 - \frac{11,44}{8} = -20,00^\circ\text{C}$$

Từ nhiệt độ tính toán được, một mặt tra được áp suất bão hoà p_x , mặt khác tính được phân áp suất thực p_x . So sánh các giá trị p_x và p_x ở các bề mặt vách nếu p_x luôn nhỏ hơn p_x thì vách cách nhiệt không bị đọng ẩm. Nếu phát hiện thấy bất kỳ một giá trị p_x nào lớn hơn p_x thì phải tăng chiều dày cách ẩm hoặc sử dụng vật liệu cách ẩm hiệu quả hơn. Cũng có

thể dựng đồ thị p_x và p_x để trực quan hơn. Hai đường p_x và p_x không được cắt nhau và p_x phải nằm phía dưới p_x .

Tra bảng "Tính chất vật lý của không khí ẩm" (bảng 7-10 tài liệu tham khảo [17] "Môi chất lạnh") ta được bảng áp suất hơi bão hoà 3-8:

Bảng 3-8. Áp suất hơi

Vách	1	2	3	4	5	6	7
Nhiệt độ $t, ^\circ\text{C}$	36,71	36,45	31,15	30,89	30,73	- 18,29	- 18,55
Áp suất $p_{h\max}, \text{Pa}$	6177	6090	4530	4464	4424	121	118

Tính phân áp suất thực của hơi nước:

- Dòng hơi thẩm thấu qua kết cấu bao che:

$$\omega = \frac{p_{h1} - p_{h2}}{H}$$

p_{h1} và p_{h2} - phân áp suất hơi của không khí bên ngoài và trong phòng:

$$p_{h1} = p_x(t = 37,2^\circ\text{C}) \cdot \varphi_{13} = 6344 \cdot 83\% = 5265,5 \text{ Pa} = 5265,5 \cdot 10^{-6} \text{ MPa}$$

$$p_{h2} = p_x(t = - 20^\circ\text{C}) \cdot \varphi_2 = 103 \cdot 90\% = 93 \text{ Pa}$$

H - trở kháng thẩm hơi của kết cấu bao che:

Phương án A - Phương án cách ẩm với $\delta_4 = 4 \text{ mm}$

$$H = \sum \frac{\delta_i}{\mu_i}, \text{ m}^2\text{hMPa/g}$$

$$= 3 \cdot \frac{0,02}{90} + \frac{0,38}{105} + \frac{0,2}{7,5} + \frac{0,004}{0,86} = 0,0356 \text{ m}^2\text{hMPa/g}$$

$$\omega = \frac{(5265,5 - 93) \cdot 10^{-6} \text{ MPa} \cdot \text{g}}{356 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ h} \cdot \text{MPa}} = 0,1453 \text{ g/m}^2\text{h}$$

- Phân áp suất thực của hơi nước trên các bề mặt:

$$p_{x2} = p_{h1} - \omega \frac{\delta_1}{\mu_1} = 5265,5 - 0,1453 \cdot \frac{0,02}{90} \cdot 10^6 = 5233,2 \text{ Pa}$$

$$p_{x3} = p_{x2} - \omega \frac{\delta_2}{\mu_2} = 5233,2 - 0,1453 \cdot \frac{0,038}{105} \cdot 10^6 = 4707,4 \text{ Pa}$$

$$p_{x4} = p_{x3} - \omega \frac{\delta_3}{\mu_3} = 4707,4 - 0,1453 \cdot \frac{0,02}{90} \cdot 10^6 = 4675,1 \text{ Pa}$$

$$p_{x5} = p_{x4} - \omega \frac{\delta_4}{\mu_4} = 4675,1 - 0,1453 \cdot \frac{0,004}{0,86} \cdot 10^6 = 3999,3 \text{ Pa}$$

$$p_{x6} = p_{x5} - \omega \frac{\delta_5}{\mu_5} = 3999,3 - 0,1453 \cdot \frac{0,2}{7,5} \cdot 10^6 = 124,6 \text{ Pa}$$

$$p_{x7} = p_{x6} - \omega \frac{\delta_6}{\mu_6} = 124,6 - 0,1453 \cdot \frac{0,02}{90} \cdot 10^6 = 92,3 \text{ Pa}$$

Phương án này không đạt yêu cầu vì $p_{x3} > p_{x3'}$; $p_{x4} > p_{x4'}$; $p_{x6} > p_{x6'}$.

Phương án B – Bổ sung 1 lớp cách âm ở vị trí 2' dày 3 mm, tăng lớp cách âm lên 5 mm

$$H = \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 3 \cdot \frac{0,02}{90} + \frac{0,38}{105} + \frac{0,2}{7,5} + \frac{0,003}{0,86} = 0,04025 \text{ m}^2\text{hMPa/g}$$

$$\omega = \frac{(5265,5 - 93)10^{-6}}{0,04025} = 0,1285 \text{ g/m}^2\text{h}$$

$$p_{x2} = 5265,5 - 0,1285 \cdot (0,02/90) \cdot 10^6 = 5236,9 \text{ Pa}$$

$$p_{x2'} = 5236,9 - 0,1285 \cdot (0,003/0,86) \cdot 10^6 = 4788,6 \text{ Pa}$$

$$p_{x3} = 4788,6 - 0,1285 \cdot (0,38/105) \cdot 10^6 = 4323,6 \text{ Pa}$$

$$p_{x4} = 4323,6 - 0,1285 \cdot (0,02/90) \cdot 10^6 = 4295,0 \text{ Pa}$$

$$p_{x5} = 4295,0 - 0,1285 \cdot (0,005/0,86) \cdot 10^6 = 3547,9 \text{ Pa}$$

$$p_{x6} = 3547,9 - 0,1285 \cdot (0,02/7,5) \cdot 10^6 = 121,2 \text{ Pa}$$

$$p_{x7} = 121,2 - 0,1285 \cdot (0,02/90) \cdot 10^6 = 92,6 \text{ Pa}$$

Phương án này không đạt yêu cầu vì $p_{x6} > p_{x6'}$.

Phương án C - $\delta_2 = 4 \text{ mm}$, $\delta_4 = 5 \text{ mm}$

$$H = \sum \frac{\delta_i}{\mu_i} = 3 \cdot \frac{0,02}{90} + \frac{0,38}{105} + \frac{0,2}{7,5} + \frac{0,005}{0,86} + \frac{0,004}{0,86} = 0,04141 \text{ m}^2\text{hMPa/g}$$

$$\omega = \frac{(5265,5 - 93)10^{-6}}{0,04141} = 0,1249 \text{ g/m}^2\text{h}$$

$$p_{x2} = 5265,5 - 0,1249 \cdot (0,02/90) \cdot 10^6 = 5237,7 \text{ Pa}$$

$$p_{x2'} = 5237,7 - 0,1249 \cdot (0,004/0,86) \cdot 10^6 = 4656,8 \text{ Pa}$$

$$p_{x3} = 4656,8 - 0,1249 \cdot (0,38/105) \cdot 10^6 = 4204,8 \text{ Pa}$$

$$p_{s4} = 4204,8 - 0,1249 \cdot (0,02/90) \cdot 10^6 = 4177,0 \text{ Pa}$$

$$p_{s5} = 4177,0 - 0,1249 \cdot (0,005/0,86) \cdot 10^6 = 3450,8 \text{ Pa}$$

$$p_{s6} = 3450,8 - 0,1249 \cdot (0,20/7,5) \cdot 10^6 = 120,2 \text{ Pa}$$

$$p_{s7} = 120,2 - 0,1249 \cdot (0,02/90) \cdot 10^6 = 92,3 \text{ Pa}$$

Phương án đạt yêu cầu vì $p_{s6} < p_{s6'}$.

Phương án D - Thay đổi vật liệu cách âm $\delta_2 = 0,1$ mm màng polyetylen, $\delta_4 = 0,1$ mm màng polyetylen (chỉ sử dụng bitum để dán).

$$H = 3 \cdot \frac{0,02}{90} + \frac{0,38}{105} + \frac{0,2}{7,5} + 2 \cdot \frac{0,0001}{0,0018} = 0,14206 \text{ m}^2 \text{hMPa/g}$$

$$\omega = \frac{(5265,5 - 93)10^{-6}}{0,14206} = 0,03641 \text{ g/m}^2 \text{h}$$

$$p_{s2} = 5265,5 - 0,03641 \cdot (0,02/90) \cdot 10^6 = 5257,4 \text{ Pa}$$

$$p_{s2'} = 5257,4 - 0,03641 \cdot (0,0001/0,0018) \cdot 10^6 = 3234,6 \text{ Pa}$$

$$p_{s3} = 3234,6 - 0,03641 \cdot (0,38/105) \cdot 10^6 = 3102,8 \text{ Pa}$$

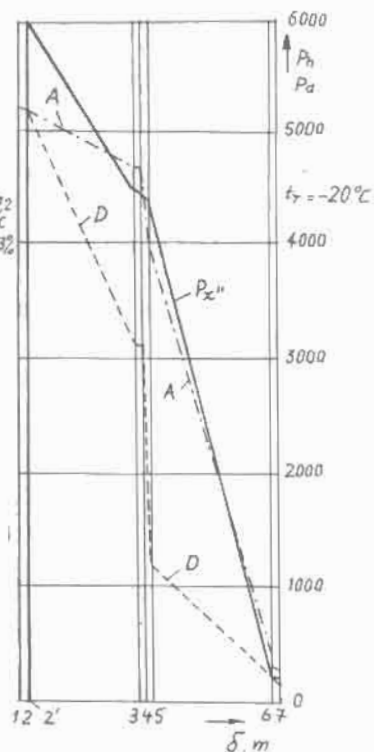
$$p_{s4} = 3102,8 - 0,03641 \cdot (0,02/90) \cdot 10^6 = 3094,7 \text{ Pa}$$

$$p_{s5} = 3094,7 - 0,03641 \cdot (0,001/0,0018) \cdot 10^6 = 1071,9 \text{ Pa}$$

$$p_{s6} = 1071,9 - 0,03641 \cdot (0,20/7,5) \cdot 10^6 = 101,0 \text{ Pa}$$

$$p_{s7} = 101,0 - 0,03641 \cdot (0,02/90) \cdot 10^6 = 92,9 \text{ Pa}$$

Phương án đạt yêu cầu vì tất cả phân áp suất thực nhỏ hơn áp suất bão hoà. Có thể sử dụng chương trình trên máy tính để tính δ_{2min} và δ_{4min} cho các loại vật liệu khác nhau. Hình 3-13 giới thiệu kết quả tính toán.



Hình 3-13. Kết quả tính toán áp suất riêng phần hơi nước theo chiều dày vách $p_h - \delta$:

$p_{s'}$ - áp suất hơi nước bão hoà
A - p_x với chiều dày bitum 4 mm
D - p_x với chiều dày polyetylen 0,1 và 0,1 mm.

Thí dụ 3-2. Hãy xác định chiều dày cách nhiệt của buồng bảo quản lạnh của kho lạnh.

Giải: Kết cấu tường bao giống như biểu diễn trên hình 3-12 a. Nhiệt độ bảo quản trong buồng bảo quản lạnh thay đổi từ -1 đến 4°C. Lấy nhiệt độ tính toán là 0°C.

Từ bảng 3-3 có $k = 0,30 \text{ W/m}^2 \text{K}$.

Từ bảng 3-7 có $\alpha_1 = 23,3 \text{ W/m}^2 \text{K}$.

$\alpha_2 = 9 \text{ W/m}^2 \text{K}$.

Chiều dày cách nhiệt:

$$\delta_{\text{en}} = 0,047 \left[\frac{1}{0,30} - \left(\frac{1}{23,3} + 3 \frac{0,02}{0,88} + \frac{0,38}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{1}{9} \right) \right]$$

$\delta_{\text{en}} = 0,124$ m. Chọn chiều dày cách nhiệt 150 mm.

Hợp lý nhất là sử dụng hai lớp cách nhiệt, mỗi lớp dày 50 mm và một lớp dày 25 mm với tổng chiều dày là 125 mm. Như vậy chiều dày cách nhiệt thực tế lớn hơn chiều dày yêu cầu.

Hệ số truyền nhiệt thực tế tính theo (3-1) sẽ nhỏ hơn chút ít so với hệ số truyền nhiệt yêu cầu, thỏa mãn yêu cầu bài toán để ra.

Thí dụ 3-3. Xác định chiều dày cách nhiệt của mái kho lạnh một tầng tại Hà Nội. Kết cấu mái che theo kiểu mái bằng biểu diễn trên hình 3-9 b. Chiều dày và hệ số dẫn nhiệt của các lớp vật liệu như sau:

1) Lớp phủ đồng thời là lớp cách ẩm bằng vật liệu xây dựng và bitum:

$$\delta_1 = 12 \text{ mm}; \lambda_1 = 0,3 \text{ W/m.K.}$$

2) Lớp bê tông giăng có cốt: $\delta_2 = 40 \text{ mm}; \lambda_2 = 1,4 \text{ W/m.K.}$

3) Lớp cách nhiệt điển dầy: $\delta_3 = ? \text{ mm}; \lambda_3 = 0,2 \text{ W/m.K.}$

Chiều dày δ_3 cần phải tính. Lớp cách nhiệt này gồm có sỏi, đất sét xốp.

4) Tấm cách nhiệt bằng xốp stirôpô, $\lambda = 0,047 \text{ W/mK}$

Cho buồng bảo quản đông: $\delta_4 = 100 \text{ mm.}$

Cho buồng bảo quản lạnh: $\delta_4 = 50 \text{ mm.}$

5) Lớp bê tông cốt thép chịu lực $\delta_5 = 220 \text{ mm}; \lambda = 1,5 \text{ W/mK.}$

Giải:

a) Tính chiều dày cách nhiệt δ_3 cho buồng bảo quản đông:

Tra bảng $k = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\alpha_1 = 23,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha_2 = 7 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\delta_3 = 0,2 \left[\frac{1}{0,2} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,012}{0,3} + \frac{0,04}{1,1} + \frac{0,05}{0,047} + \frac{0,22}{1,5} + \frac{1}{7} \right) \right]$$

$\delta_3 = 0,494$ m. Chọn $\delta_3 = 0,5$ m.

Như vậy chiều dày cách nhiệt của cả lớp stirôpô và lớp điển dầy là 0,6 m trên mái buồng bảo quản đông.

b) Tính chiều dày cách nhiệt δ_3 cho buồng bảo quản lạnh:

Tra bảng $k = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\alpha_1 = 23,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha_2 = 9 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\delta_1 = 0,2 \left[\frac{1}{0,29} - \left(\frac{1}{23,3} + \frac{0,012}{0,3} + \frac{0,04}{1,1} + \frac{0,05}{0,047} + \frac{0,22}{1,5} + \frac{1}{9} \right) \right]$$

$$\delta_{cn} = 0,403 \text{ m. Chọn } \delta_1 = 0,41 \text{ m.}$$

Như vậy chiều dày cách nhiệt tổng cộng của mái trên buồng bảo quản lạnh là $0,41 \text{ m} + 0,05 \text{ m} = 0,46 \text{ m}$. Chiều dày mái của buồng bảo quản đông lớn hơn của buồng bảo quản lạnh đến $0,60 - 0,46 = 0,14 \text{ m}$. Thực tế người ta không làm mái bậc như vậy mà làm mái có chiều dày giống nhau. Chiều dày lấy bằng chiều dày lớn nhất đã tính toán được. Vậy lớp cách nhiệt điển đầy trên buồng bảo quản lạnh không phải là $0,41 \text{ m}$ mà là $0,55 \text{ m}$.

Trường hợp cách nhiệt bố trí phía dưới lớp bê tông cốt thép chịu lực thì có thể chọn chiều dày cách nhiệt theo số liệu tính toán. Trần loại này dùng cho các kho lạnh nhỏ. Các lớp từ trên xuống như sau:

- 1) lớp phủ cách âm bằng bitum hay màng polyetylen và các loại vật liệu cách âm khác;
- 2) lớp bê tông cốt thép chịu lực;
- 3) lớp bitum và giấy dầu cách âm $2 \div 5 \text{ mm}$ hoặc màng polyetylen $0,1 \div 0,2 \text{ mm}$ (xem thí dụ 3-1);
- 4) lớp cách nhiệt bằng stirôpo;
- 5) lớp lưới thép và nẹp có vữa trát ximăng 20 mm .

Lưới thép để làm cốt cho lớp vữa trát. Sau khi dán cách nhiệt và chằng lưới thép xong người ta dùng nẹp dây thép $\Phi 8$ hoặc nẹp gỗ ép lưới thép lên và dùng các râu bằng thép $2 \div 3 \text{ li}$ đã cố định trước vào trần buộc và cố định nẹp. Như vậy cách nhiệt và lớp vữa trát được cố định tốt lên trần.

Thí dụ 3-4. Xác định chiều dày cách nhiệt của nền buồng kết đông thịt trong kho lạnh một tầng. Nhiệt độ không khí trong buồng -30°C , không khí lưu thông cưỡng bức mạnh. Cấu trúc nền buồng biểu diễn trên hình 3-5 a. Chiều dày và hệ số dẫn nhiệt của các lớp vật liệu như sau:

- nền nhân bằng các tấm bê tông lát: $\delta_1 = 40 \text{ mm}$; $\lambda_1 = 1,4 \text{ W/mK}$;
- lớp bê tông: $\delta_2 = 100 \text{ mm}$; $\lambda_2 = 1,4 \text{ W/mK}$;
- lớp cách nhiệt sỏi và đất sét xộp $\delta_3 = ? \text{ mm}$; $\lambda_3 = 0,2 \text{ W/mK}$;
- lớp bê tông có sườn điện $\delta_4 = 100 \text{ mm}$;
- lớp cách âm;
- lớp bê tông đá dăm làm kín nền đất.

Khi tính toán nền có sườn bằng điện, bằng nước nóng hoặc không khí nóng ta chỉ cần tính các lớp phía trên lớp có sườn.

Tra bảng 3-6 có $k = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tra bảng 3-7 $\alpha_2 = 10,5 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Chiều dày cách nhiệt theo yêu cầu của lớp cách nhiệt:

$$\delta_3 = 0,2 \left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{0,04}{1,4} + \frac{0,1}{1,4} + \frac{1}{10,5} \right) \right]$$

$$\delta_3 = 0,913 \text{ m.}$$

Chiều dày của lớp cách nhiệt có thể chọn 0.95 hoặc 1 m.

Thí dụ 3-5. Xác định chiều dày cách nhiệt của tường ngăn giữa các buồng bảo quản lạnh.

Giải: Các tường ngăn giữa các buồng có cùng nhiệt độ và độ ẩm (ở đây giữa bảo quản lạnh và bảo quản đông) thường được xây dựng bằng bê tông bọt như biểu diễn trên hình 3-3 b tài liệu [22].

Tra bảng 3-5 có $k = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Tra bảng 3-7 có $\alpha_1 = \alpha_2 = 9 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Hệ số dẫn nhiệt của bê tông bọt $\lambda = 0,15 \text{ W/mK}$;

Chiều dày tường là:

$$\delta_{\text{an}} = 0,15 \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{-2}{9} \right) \right]$$

$$\delta_3 = 0,225 \text{ m.}$$

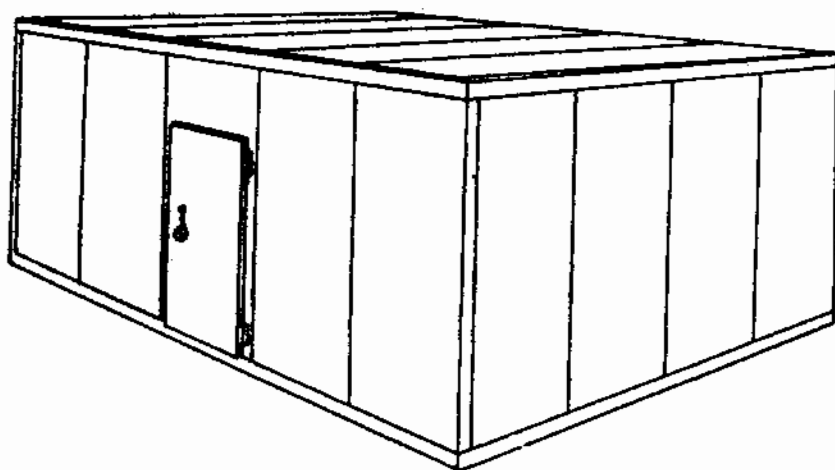
Chọn $\delta_1 = 0,25 \text{ m}$. với $k_1 = 0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.3 KHO LẠNH LẮP GHÉP

Ngày nay kho lạnh lắp ghép được sử dụng rất rộng rãi do kết cấu đơn giản, có thể lắp ráp nhanh chóng và khi cần có thể tháo ra di chuyển đến địa điểm khác. Kho lạnh lắp ghép ngày nay rất đa dạng từ một vài mét khối đến hàng chục ngàn mét khối, chứa được vài ba tấn hàng đến hàng chục ngàn tấn.

Trước đây, kho lạnh lắp ghép được sử dụng chủ yếu cho ngành thương nghiệp, nhưng ngày nay đã được sử dụng ở hầu hết các ngành kinh tế khác nhau như chế biến thủy sản, sữa, bia, rượu vang, nước giải khát, nhà hàng; khách sạn, y tế, bệnh viện, dược phẩm, thực phẩm, rau quả...

Về kết cấu, kho lạnh lắp ghép được lắp từ các tấm panel tiêu chuẩn (tấm sàn, tấm trần, tấm sườn, tấm góc và tấm cửa). Các tấm này có kích thước và chiều dày tiêu chuẩn do nhà sản xuất quy định để có thể đáp ứng được nhu cầu rất đa dạng về kích cỡ cũng như nhiệt độ trong kho của các ngành kinh tế khác nhau. Hình 3-14 giới thiệu hình dáng bên ngoài một kho lạnh lắp ghép của CHLB Đức.



Hình 3-14. Hình dáng bên ngoài kho lạnh lắp ghép Teledoor (CH LB Đức).

3.3.1 Yêu cầu đối với kho lạnh lắp ghép

Cũng gần giống như các thiết bị lạnh thương nghiệp và các kho lạnh khác, kho lạnh lắp ghép có những yêu cầu sau:

- Kho cần được lắp đặt ở vị trí thuận tiện làm việc hiệu quả, đưa hàng vào và lấy hàng ra nhanh chóng.

- Nên bố trí đáy ngang bằng mặt sàn để có thể sử dụng xe đẩy bốc xếp hoặc phương tiện cơ giới bốc xếp hàng. Nếu sử dụng cơ giới cần đảm bảo tải trọng của nền.

- Cần có giá treo và giá hàng phù hợp cho các hàng nặng như bò nửa con, lợn cả con..

- Cần dự trữ diện tích thao tác, bốc xếp trong kho, tuy nhiên không để mất diện tích bảo quản.

- Chiều cao ít nhất phải đạt 2,4 m để bố trí giá treo và dàn bay hơi thuận lợi.

- Cần phải vệ sinh tẩy rửa dễ dàng, các tấm bên trong không được han rỉ và phải có chỗ thoát nước mà không ảnh hưởng đến cách nhiệt. Phải có dự trù để có thể phun nước tẩy rửa vệ sinh được, đặc biệt khi sử dụng cho thực phẩm, thịt, cá...

- Vách không được đọng sương (đủ chiều dày cách nhiệt).

- Kho phải duy trì được phạm vi nhiệt độ yêu cầu, ngoài ra là độ ẩm và tốc độ gió phù hợp cho hàng bảo quản. Cần bố trí sưởi mùa đông khi nhiệt độ bên ngoài thấp hơn nhiệt độ yêu cầu của kho lạnh. Cần bố trí trao đổi không khí (lấy gió tươi) phù hợp cho các sản phẩm thờ.

- Đặc biệt chú ý chống ẩm vào cách nhiệt qua các khe hở giữa các panel cách nhiệt, vì khi bị ẩm vật liệu mất hoặc giảm khả năng cách nhiệt, máy lạnh phải làm việc liên tục và tiêu tốn điện năng tăng. Ẩm rất dễ ngấm qua các khe ghép giữa các panel khi silicon làm kín khe không liên tục hoặc bị hư hại rách thủng...

- Cần đảm bảo các quy tắc an toàn phòng cháy, chữa cháy và bảo hộ lao động.

3.3.2 Ưu nhược điểm so với kho lạnh truyền thống

- Tất cả các chi tiết của kho lạnh lắp ghép là các panel tiêu chuẩn chế tạo sẵn nên có thể vận chuyển dễ dàng đến nơi lắp ráp một cách nhanh chóng trong một vài ngày so với kho truyền thống phải xây dựng trong nhiều tháng, có khi nhiều năm.

- Có thể tháo lắp và di chuyển đến nơi mới khi cần thiết.

- Có thể lắp đặt ngay trong phân xưởng có mái che nhưng cần lưu ý với máy lạnh có dàn ngưng giải nhiệt gió thì thể tích phòng đặt kho không được nhỏ hơn 20 m³ cho 1 kW năng suất lạnh của máy. Khoảng cách tối thiểu từ vách kho lạnh đến các tường là 1 m.

- Tổ hợp lạnh không cần có buồng máy mà có thể đặt ở vị trí nào thuận lợi nhất. Trường hợp mái nhà xưởng cao có thể đặt máy lạnh ngay trên nóc kho, treo cạnh sườn hoặc ở phía sau.

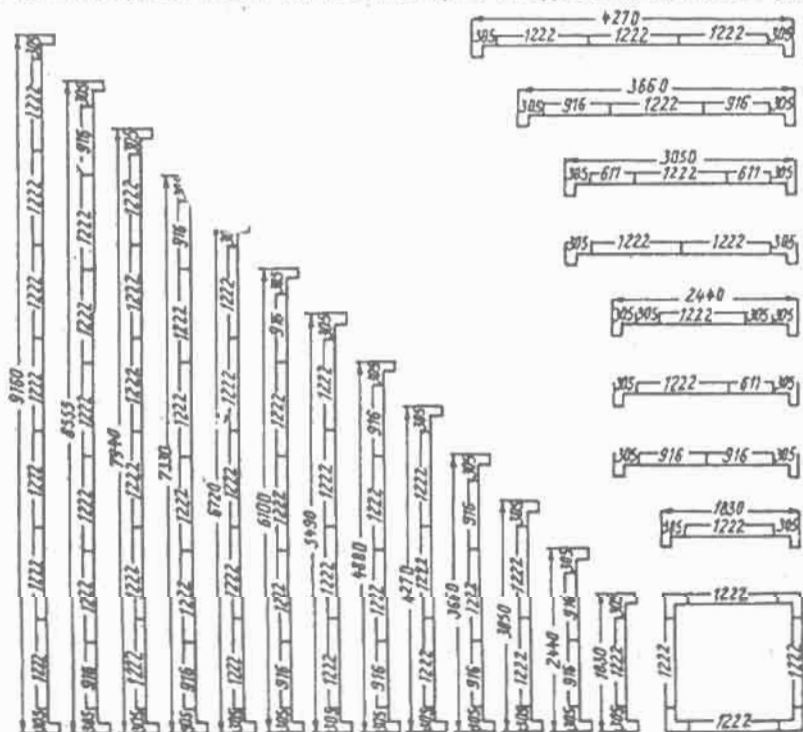
- Không cần đến vật liệu xây dựng trừ nền có con lươn đặt kho nên công việc xây dựng đơn giản hơn nhiều.

- Cách nhiệt là polyurethane có hệ số dẫn nhiệt thấp.
- Tấm bọc ngoài của panel đa dạng từ chất dẻo đến nhôm tấm hoặc thép không gỉ...
- Nhược điểm cơ bản là giá thành cao hơn khá nhiều so với kho lạnh truyền thống (cao hơn 3 ÷ 4 lần).

3.2.3 Cấu tạo kho lạnh lắp ghép

Kho lạnh tiêu chuẩn được lắp ghép từ các tấm tiêu chuẩn sau:

- Các tấm sàn
- Các tấm trần
- 4 tấm góc
- Các tấm sườn
- 1 tấm cửa (hoặc 2 nếu có thêm cửa phụ dạng cửa sổ tiết kiệm lạnh).



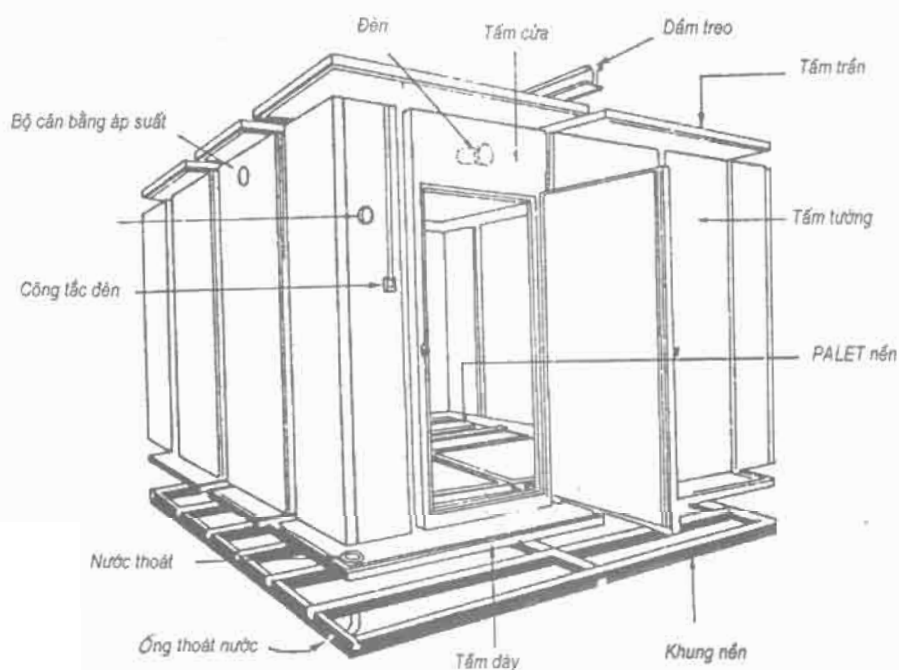
Hình 3-15. Các tấm sườn và tấm góc tiêu chuẩn cũng như khả năng lắp ghép chúng thành các kho có kích cỡ khác nhau của hãng Tyler (Mỹ).

Hình 3-15 giới thiệu các tấm sườn và góc tiêu chuẩn cũng như khả năng mở rộng kho lắp ghép của hãng Tyler của Mĩ. Các tấm có bố trí cơ cấu khoá cam (cam lock) để lắp ghép. Thường dùng chìa 6 cạnh để khoá hoặc mở khi vặn theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược lại.

Như vậy kho nhỏ nhất có diện tích mặt bằng là $1,830 \times 1,830 = 3,35 \text{ m}^2$ và kho lạnh lớn nhất là $9160 \times 4270 = 39,1 \text{ m}^2$. Chiều ngang của kho không vượt quá 4270 mm là do kích thước của tấm trần và tấm nền.

Về chiều cao, đối với các buồng lạnh nhỏ của Mĩ, người ta chọn chiều cao 2,4 m. Tuy nhiên nhiều hãng chọn chiều cao khác nhau như hãng Bally Pevsylvania sử dụng 3 loại chiều cao tiêu chuẩn là 2,59 m (8'6"); 2,29 m (7'6"); 1,98 m (6'6"). Hãng Tyler chọn chiều cao phủ bì bên ngoài là 2,67 m và chiều cao bên trong là 2,35 m.

Ngày nay với nhu cầu ngày càng cao và đa dạng của kho lạnh lắp ghép cỡ lớn và do các tiến bộ vượt bậc về kỹ thuật nên chiều dài và rộng của kho hầu như không bị hạn chế, chiều cao kho có thể lên tới 12 m. Các tấm trần dài đến 5 m chưa cần phải đỡ. Khi dài hơn 5 m người ta bố trí dầm đỡ phía dưới hoặc treo bằng khung thép hàn phía trên.



Hình 3-16. Kết cấu 1 kho lạnh lắp ghép.

Hình 3-16 giới thiệu kết cấu của kho lạnh lắp ghép của công ty kỹ nghệ Searefico thuộc Seaprodex Thành phố Hồ Chí Minh. Theo Searefico, kích thước của panel không phải cố định (tiêu chuẩn) mà có thể thay đổi theo yêu cầu thiết kế, kết cấu cứng vững và lâu bền, liên kết chắc chắn nhờ khoá cam lock thiết bị đóng gói hiện đại giúp cho việc vận chuyển được dễ dàng và an toàn, lắp đặt nhanh chóng dễ dàng, chiều cao panel đến 12 m, chiều dày đến 20 mm thích hợp cho các kho cao có bố trí kệ di động, đáp ứng các tiêu chuẩn vệ sinh được phẩm FDA/HACCP.

Các tấm dáy được thiết kế đặc biệt để không bị thấm nước làm hỏng cách nhiệt, có bố trí ống thoát nước để nước dễ dàng chảy ra ngoài.

3.3.4 Cấu tạo panel

a. Độ dày panel và hệ số truyền nhiệt

Bảng 3-9 giới thiệu độ dày panel tiêu chuẩn, hệ số truyền nhiệt và lĩnh vực ứng dụng của kho lạnh:

Bảng 3-9. Độ dày panel, hệ số k và lĩnh vực ứng dụng của kho lạnh

STT	Chiều dày mm	Hệ số truyền nhiệt K, W/m ² K	Lĩnh vực ứng dụng của kho
1	50	0,43	Điều hoà không khí ở các khu vực công nghiệp, nhiệt độ trong phòng 20°C
2	75	0,3	Kho lạnh nhiệt độ dương 0 đến 5°C Vách ngăn kho lạnh -18°C
3	100	0,22	Kho lạnh -18°C Vách ngăn kho lạnh -25°C
4	125	0,18	Kho lạnh -20 đến -25°C Vách ngăn kho lạnh -35°C
5	150	0,15	Kho lạnh -25 đến -30°C Vách ngăn kho lạnh -40°C
6	175	0,13	Kho lạnh (phân phối) đến -35°C
7	200	0,11	Kho lạnh đông sâu đến -60°C

b. Vật liệu

Vật liệu bề mặt phủ 2 bên panel là vật liệu hoàn toàn cách ẩm, có thể là nhựa, nhôm lá hoặc thép lá cán có tuổi thọ ngang với tuổi thọ của kho lạnh. Những vật liệu hay được sử dụng hiện nay là:

- Tôn mạ màu (color bond steel sheet) dày 0,5 mm.
- Tôn phủ lớp PVC (PVC coated steel sheet) dày 0,6 mm và
- Tôn inox (Stainless steel sheet) dày 0,5 mm.

Các tấm có thể ở dạng phẳng nhưng cũng có thể cán sóng để tăng thêm cường độ cứng vững cho panel.

Vật liệu cách nhiệt là polyurethane phun. Khối lượng riêng $38 \div 40 \text{ kg/m}^3$, cường độ chịu nén 0,20 đến 0,29 MPa, tỷ lệ diện tích bọt trong panel 95%; chất tạo bọt là R141B không phá huỷ ôzôn (chất tạo cũ là R11).

Chiều dài tối đa của panel là 12 m

Chiều rộng tối đa của panel là 1,2 m

Chiều rộng tiêu chuẩn là 300, 600, 900 và 1200 mm

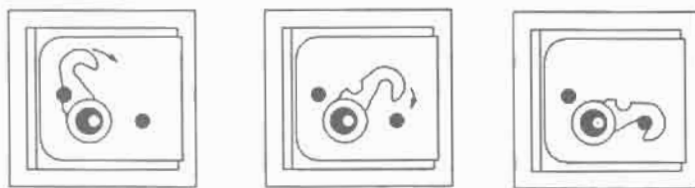
Chiều dày tiêu chuẩn là 50, 70, 100, 125, 150 và 175 mm.

Phương pháp lắp ghép: mộng âm dương hoặc cam lock.

3.3.5 Chi tiết lắp ghép

a. Khoá cam (cam lock)

Hình 3-17 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của khoá cam. Cơ cấu móc bên trái nằm ở mép một panel, chốt ngang nằm ở vị trí tương ứng ở mép panel cần ghép nối. Khi đặt 2 panel cạnh nhau, dùng chìa khoá (thường là loại khoá chìm 6 cạnh) quay theo chiều kim đồng hồ 1/4 vòng thì móc đã ăn khớp vào chốt của panel đối diện (quay đến khi chặt) thì cơ cấu cam kéo chốt về bên trái siết chặt 2 tấm panel vào với nhau.

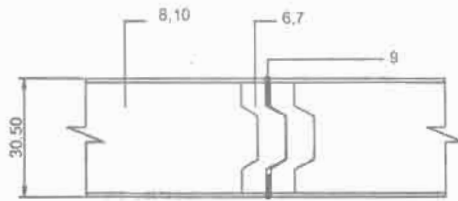


Hình 3-17. Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của khoá cam.

b. Mộng âm dương

Mộng âm dương thường được sử dụng kết hợp với khoá cam để tăng hiệu quả cách nhiệt. Nguyên tắc cấu tạo là một cạnh panel bố trí lõm khe

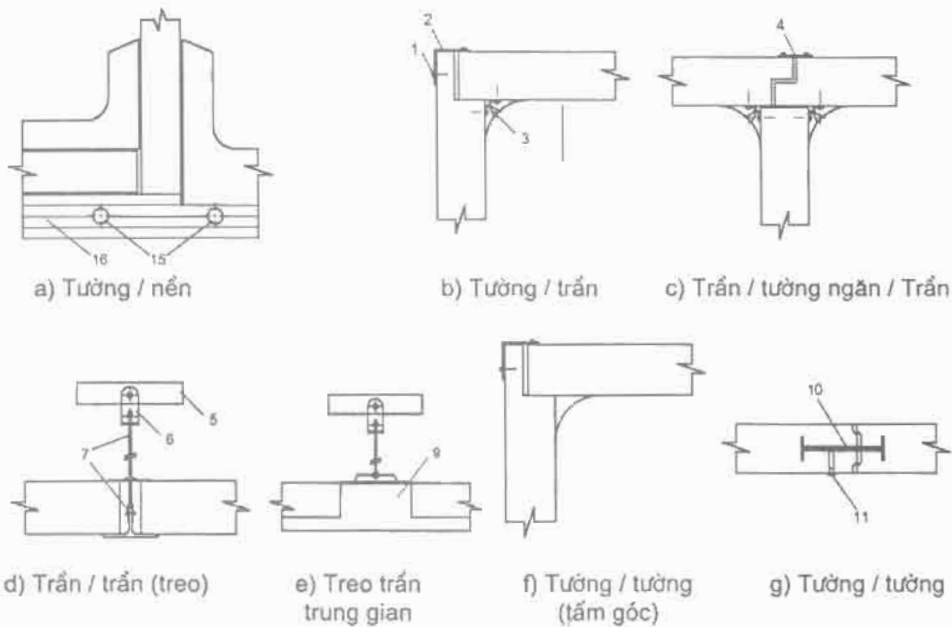
còn cạnh tương ứng của panel ghép có vấu lồi để ăn khớp hoàn toàn với nhau (xem hình 3-18), qua đó tránh được khe hở ở mỗi ghép panel với nhau, với trần, nền...



Hình 3-18. Mộng âm dương cho panel.

c. Các chi tiết lắp ghép khác

Các chi tiết lắp ghép khác được biểu diễn trên hình 3-19.



Hình 3-19. Các chi tiết lắp ghép

1. Tán rivê; 2. Thành nhôm hình L; 3. Thanh nhựa profil hình cung; 4. Miếng che mối ghép bằng thép; 5. Khung dầm thép treo mái; 6. Tấm treo; 7. Thanh treo trần có tăng đỡ; 8. Tấm nhựa ốp chữ T; 9. Tấm đệm treo; 10. Khoá cam; 11. Nút che lỗ khoá cam; 12. Nền bê tông kho lạnh; 13. Cách nhiệt nền kho; 14. Lớp cách ẩm (bitum + giấy dầu); 15. ống thông hơi nền kho; 16. lớp bê tông lót; 17. Thanh thép hình chữ U định vị.

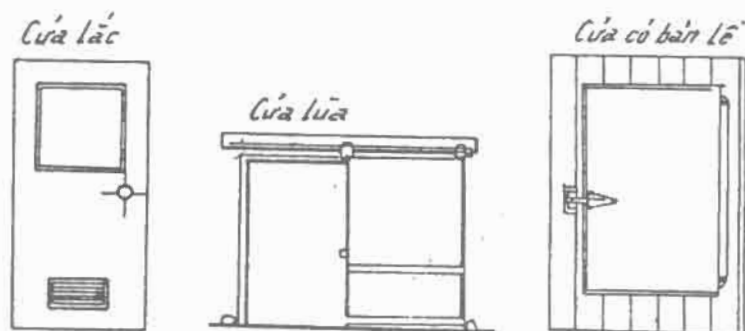
3.3.6 Cửa kho lạnh

Cửa kho lạnh cũng là một chi tiết có nhiều yêu cầu đặc biệt:

- Cửa phải có cách nhiệt đủ dày để mặt ngoài không bị đọng sương;
- Cửa phải đóng mở nhẹ nhàng, kín khít;
- Cửa phải giữ được lạnh, không để cho khí nóng lọt vào và tổn thất lạnh khi mở cửa;
- Khoá cửa và tay nắm phải làm việc tốt, nhẹ nhàng, không han rỉ và phải mở được cả phía trong (cơ cấu chống bị nhốt do vô ý);
- Cửa phải đóng mở nhẹ nhàng ngay cả khi có băng giá đóng vào cửa.

Thường người ta bố trí sợi đốt điện để sưởi cửa để phòng băng dính chặt. Để chống tổn thất nhiệt, nhiều khi người ta làm cửa khổ lớn chùm lên lối vào và còn bố trí thêm cửa treo ở phía trong.

Searefico chế tạo ba loại cửa buồng lạnh là: cửa lắc, cửa lùa và cửa có bản lề (hình 3-20), nhưng thông dụng nhất là cửa có bản lề với kiểu bản lề tự đóng. Khi mở ra cửa bị nâng lên theo chiều vít xoắn lên. Khi thả cửa ra, do sức nặng cửa tự trượt xuống và tự đóng lại.



Hình 3-20. Cửa lắc, cửa lùa và cửa có bản lề của kho lạnh lắp ghép.

TÍNH NHIỆT KHO LẠNH

4.1 ĐẠI CƯƠNG

Tính nhiệt kho lạnh là tính toán các dòng nhiệt từ môi trường bên ngoài đi vào kho lạnh. Đây chính là dòng nhiệt tổn thất mà máy lạnh phải có đủ công suất để thải nó trở lại môi trường nóng, đảm bảo sự chênh lệch nhiệt độ ổn định giữa buồng lạnh và không khí bên ngoài.

Mục đích cuối cùng của việc tính toán nhiệt kho lạnh là để xác định năng suất lạnh của máy lạnh cần lắp đặt.

Nếu kho lạnh dùng máy lạnh cục bộ (mỗi buồng lạnh hoặc một cụm buồng lạnh có cùng nhiệt độ được bố trí một máy lạnh riêng) thì tính toán từng buồng lạnh để chọn máy và thiết bị phù hợp.

Trường hợp kho lạnh có chung một hệ thống lạnh trung tâm thì phải tính toán tổn thất nhiệt cho toàn bộ kho lạnh để thiết kế hệ thống lạnh phù hợp. Khối lượng tính toán ở đây khá lớn và người ta thường sử dụng các bảng biểu tổng kết các kết quả tính toán để dễ bao quát và tránh nhầm lẫn.

Dòng nhiệt tổn thất vào kho lạnh Q , được xác định bằng biểu thức:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, \text{ W} \quad (4-1)$$

Q_1 - dòng nhiệt đi qua kết cấu bao che của buồng lạnh;

Q_2 - dòng nhiệt do sản phẩm toả ra trong quá trình xử lý lạnh;

Q_3 - dòng nhiệt từ không khí bên ngoài do thông gió buồng lạnh;

Q_4 - dòng nhiệt từ các nguồn khác nhau khi vận hành kho lạnh;

Q_5 - dòng nhiệt từ sản phẩm toả ra khi sản phẩm hô hấp (thờ) chỉ có ở các kho lạnh bảo quản rau quả đặc biệt hoặc trong các buồng lạnh bảo quản hoa quả của kho lạnh phân phối. Dòng nhiệt tổn thất $Q = \sum Q_i$ tại một thời điểm nhất định được gọi là phụ tải nhiệt của thiết bị lạnh.

Đặc điểm của các dòng nhiệt là chúng thay đổi liên tục theo thời gian. Q_1 phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ bên ngoài, Q_1 thay đổi theo giờ trong ngày và theo mùa trong năm... Q_2 phụ thuộc vào thời vụ. Q_3 phụ thuộc vào loại hàng bảo quản: sản phẩm không hô hấp và sản phẩm sống có hô hấp (rau, hoa, quả, trứng). Q_4 phụ thuộc vào quy trình công nghệ chế biến, bảo quản hàng và Q_5 phụ thuộc vào biến đổi sinh hoá của sản phẩm, "hô hấp".

Năng suất lạnh của hệ thống lạnh được thiết kế theo phụ tải nhiệt lớn nhất Q_{max} mà ta ghi nhận được ở một thời điểm nào đó trong cả năm.

Nhưng cần lưu ý rằng không phải Q_{max} bằng tổng của các phụ tải max thành phần vì các phụ tải max thành phần không trùng pha với nhau vào một thời điểm. Hình 4-1 mô tả sơ đồ tính phụ tải cho máy nén, thí dụ, từ hai phụ tải thành phần:

$$Q = f(\tau) = Q_A + Q_B$$

Phụ tải nhiệt của máy nén bằng Q tại mỗi thời điểm τ .

Cần phải chọn máy nén có năng suất lạnh bằng phụ tải nhiệt lớn nhất để đáp ứng mọi phụ tải ở bất kỳ thời điểm nào. Ở đây phải chọn $Q_{MN} = (Q_A + Q_B)_{max}$. Không nên chọn tổng của nhiệt tải thành phần lớn nhất $Q_{Amax} + Q_{Bmax}$, vì như vậy là quá dư thừa.

Trường hợp một máy lạnh phục vụ cho nhiều buồng thì có sự khác nhau giữa phụ tải của máy nén và phụ tải của thiết bị. Cũng dùng đồ thị hình 4-1 và giả sử Q_A là phụ tải nhiệt của buồng lạnh A và Q_B là của buồng B thì trong khi phụ tải của máy nén $(Q_A + Q_B)_{max}$, phụ tải của thiết bị (dàn bay hơi) buồng A là Q_{Amax} và buồng B là Q_{Bmax} ; tổng phụ tải thiết bị sẽ là $Q_{Amax} + Q_{Bmax}$.

4.2 DÒNG NHIỆT QUA KẾT CẤU BAO CHE Q_1

Dòng nhiệt đi qua kết cấu bao che được định nghĩa là tổng các dòng nhiệt tổn thất qua tường bao, trần và nền do sự chênh lệch nhiệt độ giữa môi trường bên ngoài và bên trong kho lạnh cộng với các dòng nhiệt tổn thất do bức xạ mặt trời qua tường bao và trần.

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12}$$

Q_{11} - dòng nhiệt qua tường bao, trần và nền do chênh lệch nhiệt độ;

Q_{12} - dòng nhiệt qua tường bao và trần do ảnh hưởng của bức xạ mặt trời;

Q_{11} - được xác định từ biểu thức:

$$Q_{11} = k_1 F (t_1 - t_2) \quad (4-2)$$

k_1 - hệ số truyền nhiệt thực của kết cấu bao che xác định theo chiều
dây cách nhiệt thực;

F - diện tích bề mặt của kết cấu bao che, m^2 ;

t_1 - nhiệt độ môi trường bên ngoài, $^{\circ}C$;

t_2 - nhiệt độ trong buồng lạnh, $^{\circ}C$.

Để tính toán diện tích bề mặt tường bao ngoài người ta sử dụng:

a) Kích thước chiều dài tường ngoài:

- đối với buồng ở cạnh kho lạnh lấy chiều dài từ giữa các trục tâm;

- đối với buồng góc kho: lấy chiều dài từ mép tường ngoài đến trục tâm
tường ngăn.

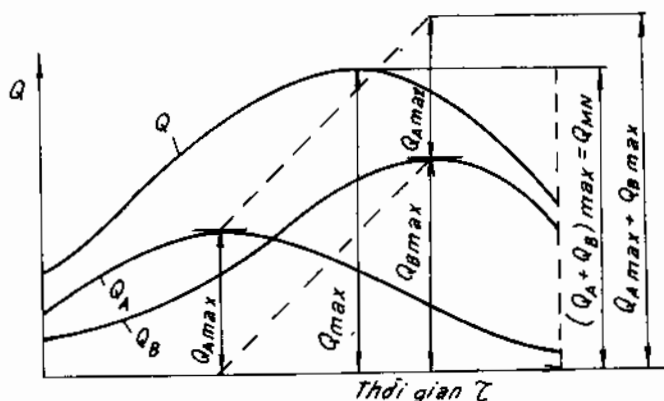
b) Kích thước
chiều dài tường trong
(tường ngăn): từ bề
mặt trong của tường
ngoài đến tâm tường
ngăn.

c) Chiều cao
tường: từ mặt nền đến
mặt trên của trần.

Diện tích của trần
và của nền được xác
định từ chiều dài và
chiều rộng. Chiều dài
và chiều rộng lấy từ tâm của các tường ngăn hoặc từ bề mặt trong của tường
ngoài đến tâm của tường ngăn.

Nhiệt độ không khí bên trong buồng lạnh lấy theo yêu cầu của đầu bài,
theo yêu cầu công nghệ hoặc theo mục 2.3.

Nhiệt độ bên ngoài là nhiệt độ trung bình cộng của nhiệt độ trung bình
cực đại tháng nóng nhất và nhiệt độ cực đại ghi nhận được trong vòng 100
năm gần đây (ở đây đã tính toán sẵn và cho ở bảng 1-1).



Hình 4-1. Sơ đồ tính phụ tải cho máy nén.

Đối với các tường ngăn mở ra hành lang buồng đệm... không cần xác định nhiệt độ bên ngoài. Hiệu nhiệt độ giữa hai bên vách lấy định hướng theo 1.5.

Dòng nhiệt qua sàn lững tính như dòng nhiệt qua vách ngoài.

Dòng nhiệt qua sàn bố trí trên nền đất có sườn xác định theo biểu thức:

$$Q_{11} = k_1 F (t_n - t_2), W \quad (4-3)$$

t_n - nhiệt độ trung bình của nền khi có sườn.

Nếu nền không có sườn, dòng nhiệt qua sàn có thể xác định theo biểu thức:

$$Q_{11} = \sum k_q F (t_1 - t_2) \cdot m, \quad (4-4)$$

k_q - hệ số truyền nhiệt quy ước tương ứng với từng vùng nền;

F - diện tích tương ứng với từng vùng nền;

t_1 - nhiệt độ không khí bên ngoài, °C;

t_2 - nhiệt độ không khí bên trong buồng lạnh, °C;

m - hệ số tính đến sự gia tăng tương đối trở nhiệt của nền khi có lớp cách nhiệt.

Để tính toán dòng nhiệt vào qua sàn, người ta chia sàn ra các vùng khác nhau có chiều rộng 2 m mỗi vùng tính từ bề mặt tường bao vào giữa buồng.

Giá trị của hệ số truyền nhiệt quy ước k_q , W/m²K, lấy theo từng vùng là:

- vùng rộng 2 m dọc theo chu vi tường bao: $k_q = 0,47$;

- vùng rộng 2 m tiếp theo về phía tâm buồng: $k_q = 0,23$;

- vùng rộng 2 m tiếp theo: $k_q = 0,12$;

- vùng còn lại ở giữa buồng lạnh: $k_q = 0,07$.

Riêng diện tích của vùng một rộng 2 m cho góc của tường bao được tính hai lần, vì được coi là có dòng nhiệt đi vào từ hai phía: $F = 2(a + b)$ trong đó a, b là hai cạnh của buồng lạnh.

Hệ số m đặc trưng cho sự tăng trở nhiệt của nền khi có lớp cách nhiệt:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right)}, \quad (4-5)$$

δ - chiều dày của từng lớp của kết cấu nền, m;

λ - hệ số dẫn nhiệt của vật liệu, W/mK.

Nếu nền không có cách nhiệt thì $m = 1$.

Bề mặt tường ngoài của mái kho lạnh chịu ảnh hưởng trực tiếp của bức xạ mặt trời thì dòng nhiệt do bức xạ mặt trời được tính như sau:

$$Q_{12} = k_1 F \cdot \Delta t_{12}, \quad (4-6)$$

k_1 - hệ số truyền nhiệt thực của vách ngoài;

F - diện tích nhận bức xạ trực tiếp của mặt trời;

Δt_{12} - hiệu nhiệt độ dư, đặc trưng ảnh hưởng của bức xạ mặt trời vào mùa hè, $^{\circ}\text{C}$.

Dòng nhiệt do bức xạ mặt trời phụ thuộc vào vị trí của kho lạnh nằm ở vĩ độ địa lý nào, hướng của các tường ngoài cũng như diện tích của nó.

Hiện nay chưa có những nghiên cứu về dòng nhiệt do bức xạ mặt trời đối với các buồng lạnh ở Việt nam, vĩ độ địa lý từ 10 đến 25 $^{\circ}$ vĩ Bắc. Trong tính toán có thể lấy một số giá trị định hướng sau đây:

- Đối với trần: màu xám (bê tông, xi măng hoặc lớp phủ) lấy $\Delta t_{12} = 19^{\circ}\text{C}$; màu sáng lấy 16°C .

- Đối với các tường: hiệu nhiệt độ dư lấy định hướng theo bảng 4-1.

Bảng 4-1. Hiệu nhiệt độ dư phụ thuộc hướng và tính chất bề mặt tường

Hướng Vĩ độ	Nam			Đông Nam	Tây Nam	Đông	Tây	Tây Bắc	Đông Bắc	Bắc
	10 $^{\circ}$	20 $^{\circ}$	30 $^{\circ}$	Từ 10 $^{\circ}$ đến 30 $^{\circ}$						
Bê tông	0	2	4	10	11	11	13	7	6	0
Vữa thấm màu	0	1,6	3,2	8	10	10	12	6	5	0
Vôi trắng	0	1,2	2,4	5	7	7	8	4	3	0

Với mỗi buồng lạnh, người ta chỉ tính dòng nhiệt do bức xạ mặt trời qua mái và qua một bức tường nào đó có tổn thất bức xạ lớn nhất (thí dụ có hiệu nhiệt độ dư lớn nhất-(hướng Tây) hoặc có diện tích lớn nhất), bỏ qua các bề mặt tường còn lại.

Đối với kho lạnh có những buồng cần tính dòng nhiệt bức xạ cho từng buồng riêng biệt. Do kết cấu tường và mái của mỗi buồng khác nhau, để tránh nhầm lẫn, nên thành lập bảng như hình 4-2 để tổng hợp các kết quả tính toán dòng nhiệt do bức xạ mặt trời.

Thứ tự	Vách	$k_1, \text{W/m}^2\text{K}$	F, m^2	$\Delta t_{12}, ^\circ\text{C}$	Q_{12}, W

Hình 4-2. Bảng tổng hợp kết quả tính toán dòng nhiệt do bức xạ mặt trời.

Mỗi buồng được xác định dòng tổng thể và sau đó đưa vào bảng tổng hợp. Số liệu này là một bộ phận của Q_1 dùng để xác định nhiệt tải của thiết bị và máy nén.

Trong kho lạnh có nhiều buồng với nhiệt độ khác nhau. Khi tính nhiệt cho buồng có nhiệt độ cao bố trí ngay cạnh buồng có nhiệt độ thấp hơn ta gặp trường hợp, dòng nhiệt tổn thất là âm vì nhiệt không truyền vào buồng mà lại truyền từ buồng ra ngoài (sang buồng có nhiệt độ thấp hơn). Trong trường hợp này ta lấy tổn thất nhiệt của vách bằng 0 để tính phụ tải nhiệt của thiết bị và lấy đúng giá trị âm để tính phụ tải cho máy nén. Như vậy dàn bay hơi vẫn đủ diện tích để làm lạnh buồng trong khi buồng bên lạnh hơn ngừng hoạt động.

4.3 DÒNG NHIỆT DO SẢN PHẨM TOẢ RA Q_2

Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra khi xử lý lạnh (gia lạnh, kết đông, hạ nhiệt độ tiếp trong buồng bảo quản đông) được tính theo biểu thức:

$$Q_{12} = M(h_1 - h_2) \frac{1000}{24.3600}, \text{ kW} \quad (4-7)$$

h_1, h_2 - entanpi của sản phẩm trước và sau khi xử lý lạnh, kJ/kg (bảng 4-2);

M - công suất buồng gia lạnh, công suất buồng kết đông hoặc lượng hàng nhập vào buồng bảo quản lạnh hoặc buồng bảo quản đông, t/ngày đêm;

1000: (24.3600) hệ số chuyển đổi từ t/ngày đêm ra đơn vị kg/s;

Q_{12} - dòng nhiệt do sản phẩm toả ra, kW.

Dòng nhiệt Q_{12} có thể tính theo những số liệu cụ thể do đầu bài cho. Nếu không, có thể lấy các số liệu định hướng như sau để tính toán:

Khối lượng hàng nhập vào buồng bảo quản lạnh trong một ngày đêm, khi tính phụ tải nhiệt cho máy nén:

$$M_1 = \frac{E_1 \cdot B \cdot m}{365} = 0,025E_1 \quad (4-8)$$

M_1 - khối lượng hàng nhập vào buồng bảo quản lạnh, t/24h;

E_1 - dung tích buồng bảo quản lạnh, t;

m - hệ số nhập hàng không đồng đều (đối với kho lạnh phân phối $m = 1,5$);

365 - số ngày kho lạnh nhập hàng trong một năm;

B - hệ số quay vòng hàng, đối với kho lạnh phân phối $B = 5 \div 6$ lần/năm.

Bảng 4-2. Entanpi của sản phẩm phụ thuộc vào nhiệt độ, °C, kJ/kg

Nhiệt độ	-20	-18	-15	-12	-10	-8	-5	-3	-2	-1	0	1
Sản phẩm												
Thịt bò, gia cầm	0	4,6	13,0	22,2	30,2	39,4	57,3	57,3	98,8	185,5	232,2	235,5
Thịt cừu	0	4,6	12,6	21,8	29,8	38,5	55,6	74,0	95,8	179,5	224,0	227,0
Thịt lợn	0	4,6	12,2	21,4	28,9	34,8	54,4	73,3	91,6	170,0	211,8	214,7
Sản phẩm phụ thịt	0	5,0	13,8	24,4	33,2	43,1	62,8	87,9	109,6	204,0	261,0	264,5
Cá gầy	0	5,0	14,3	24,8	33,6	43,5	64,0	88,4	111,6	212,2	265,8	269,5
Cá béo	0	5,0	14,3	24,4	32,7	42,3	62,5	85,5	106,2	199,8	249,0	252,0
Trứng	-	-	-	-	-	-	-	227,4	230,2	233,8	237,0	240,0
Mỡ động vật	0	3,8	10,1	17,6	23,5	29,3	40,6	50,5	60,4	91,6	95,0	98,8
Sữa nguyên chất	0	5,5	14,3	25,2	32,7	42,3	62,8	88,7	111,2	184,2	317,8	322,8
Sữa chua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,2
Kem chua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,8
Phomat tươi	-	9,4	26,8	41,2	53,2	63,7	85,9	103,0	-	192,6	299,1	302,0
Kem	0	7,1	19,7	34,8	46,9	62,4	105,3	178,8	221,0	224,4	227,4	230,8
Nho, mơ, anh đào	0	7,5	20,6	36,5	49,8	66,5	116,0	202,2	229,0	232,6	235,8	239,5
Quả các loại	0	6,7	17,2	29,8	38,5	51,0	82,9	139,0	211,0	267,9	271,7	274,3

Nhiệt độ	2	4	8	10	12	15	20	25	30	35	40
Sản phẩm											
Thịt bò, gia cầm	238,2	245,5	248,2	264,5	270,8	280,4	296,8	312,0	329,0	345,0	361,0
Thịt cừu	230,0	236,3	249,0	255,3	261,4	271,2	386,7	310,8	314,0	334,0	349,8
Thịt lợn	217,8	224,0	235,8	241,7	248,2	256,8	272,5	287,7	301,8	317,8	332,2
Sản phẩm phụ thịt	268,3	274,3	289,2	296,0	302,2	312,8	330,6	348,0	366,0	348,0	401,0
Cá gầy	272,9	280,0	293,9	301,0	308,0	314,4	336,0	353,6	371,0	388,0	406,0
Cá béo	256,0	262,6	277,0	283,0	290,0	300,4	317,4	334,4	351,5	369,0	385,0
Trứng	243,3	249,8	262,4	268,7	274,3	284,4	300,0	316,2	331,5	247,5	362,7
Mỡ động vật	101,4	106,5	121,4	129,8	138,6	155,3	182,8	204,2	221,4	240,0	253,6
Sữa nguyên chất	326,8	334,4	350,7	358,5	366,0	378,0	398,0	418,0	437,0	458,0	477,0
Sữa chua	8,0	15,9	31,4	39,4	47,3	59,0	78,6	98,4	118,0	-	-
Kem chua	5,9	13,0	29,3	36,8	44,4	55,2	73,7	95,8	110,6	-	-
Phomat tươi	205,5	313,0	326,9	334,0	344,3	351,3	369,4	387,2	404,7	-	-
Kem	243,0	240,9	254,4	264,0	267,9	277,8	294,8	311,0	328,0	344,6	361,4
Nho, mơ, anh đào	242,9	250,2	264,5	271,8	278,6	289,6	307,0	325,5	343,0	360,5	387,0
Quả các loại	274,0	286,7	302,0	308,8	317,0	328,0	346,5	365,6	384,8	403,0	421,0

Khối lượng hàng nhập vào buồng bảo quản đông trong một ngày đêm dùng để xác định phụ tải nhiệt cho máy nén:

$$M_d = \frac{E_d \cdot \psi \cdot B \cdot m}{365} = (0,027 \div 0,035) E_d \quad (4-9)$$

M_d - khối lượng hàng nhập vào buồng bảo quản đông, t/24h;

E_d - dung tích buồng bảo quản đông;

ψ - tỉ lệ hàng có nhiệt độ không cao hơn -8°C , đưa trực tiếp vào buồng bảo quản đông. Trong thời gian bảo quản lượng hàng này sẽ được hạ nhiệt độ đến nhiệt độ buồng.

Đối với kho lạnh phân phối:

$$\psi = 0,65 \div 0,85$$

$$m = 2,5; B = 5 \div 6 \text{ lần/năm.}$$

Khối lượng hàng nhập vào buồng kết đông trong một ngày đêm được tính theo biểu thức:

$$M_{kd} = \frac{E_{kd}(1-\psi)B \cdot m}{365} \quad (4-10)$$

$(1-\psi)$ - tỉ lệ hàng có nhiệt độ cao hơn -8°C , được đưa vào buồng kết đông trước khi đưa sang buồng bảo quản. Các hệ số B và m lấy như chú thích ở biểu thức (4-9).

Khi tính Q_2 cho phụ tải thiết bị, lấy khối lượng hàng nhập trong một ngày đêm vào buồng bảo quản lạnh và buồng bảo quản đông bằng 8% dung tích buồng nếu dung tích buồng nhỏ hơn 200t và bằng 6% nếu dung tích buồng lớn hơn 200t.

Vì hoa quả có thời vụ, nên đối với kho lạnh xử lý và bảo quản hoa quả, khối lượng hàng nhập vào trong một ngày đêm tính theo biểu thức:

$$M = \frac{E \cdot B \cdot m}{120} \quad (4-11)$$

M - lượng hàng nhập vào trong một ngày đêm, t/24h;

E - dung tích kho lạnh;

B - hệ số quay vòng hàng, $B = 8 \div 10$;

m - hệ số nhập hàng không đồng đều, $m = 2 \div 2,5$;

120 - số ngày nhập hàng trong một năm.

Theo biểu thức (4-11), $M = 10 \div 15\%$ dung tích kho lạnh. Đối với kho lạnh trung chuyển cá, khối lượng hàng nhập trong một ngày đêm bằng 10% dung tích buồng.

Đối với kho lạnh của nhà máy liên hợp thịt, khối lượng hàng nhập vào kho lạnh trong một ngày đêm bằng công suất của nhà máy liên hợp.

Để xác định được entanpi của sản phẩm trước và sau khi xử lý lạnh cần phải biết được nhiệt độ cụ thể hoặc nhiệt độ trung bình của sản phẩm trước và sau khi xử lý lạnh.

Nhiệt độ của sản phẩm vào kho lạnh phụ thuộc vào loại kho lạnh, đặc tính của sản phẩm cũng như quá trình xử lý lạnh. Thí dụ, hàng nhập vào kho lạnh chế biến và bảo quản tạm thời cao hơn nhiệt độ của hàng nhập vào kho lạnh phân phối hoặc thương nghiệp...

Đối với kho lạnh phân phối, nhiệt độ hàng nhập vào lấy bằng $5 \div 6^{\circ}\text{C}$. Các sản phẩm này được làm lạnh tiếp ngay trong buồng bảo quản. Nếu kho lạnh có buồng gia lạnh sơ bộ thì sản phẩm được làm lạnh sơ bộ xuống đến nhiệt độ bảo quản ở phòng gia lạnh sơ bộ và dòng nhiệt Q_2 không tính cho buồng bảo quản lạnh. Nhiệt độ của sản phẩm chưa được làm lạnh sơ bộ khi nhập vào kho lạnh bằng nhiệt độ $5 \div 8^{\circ}\text{C}$ thấp hơn nhiệt độ không khí môi trường.

Các sản phẩm lạnh đông, bị nóng lên hơn $- 8^{\circ}\text{C}$ trên đường vận chuyển (khoảng $15 \div 35\%$ tổng khối lượng nhập vào kho lạnh) sẽ được chuyển vào buồng kết đông. Ở buồng kết đông nhiệt độ của chúng được hạ xuống đến nhiệt độ bảo quản $- 20^{\circ}\text{C}$. Số sản phẩm có nhiệt độ thấp hơn $- 8^{\circ}\text{C}$ ($65 \div 85\%$ khối lượng hàng nhập vào kho) sẽ được đưa thẳng vào buồng bảo quản đông, ở đây các hàng này sẽ được hạ nhiệt độ xuống đến nhiệt độ bảo quản $- 20^{\circ}\text{C}$. Bởi vậy, nhiệt độ của hàng nhập vào buồng kết đông lấy là $- 6^{\circ}\text{C}$ và hàng nhập vào buồng bảo quản đông lấy từ $- 8^{\circ}\text{C}$ đến $- 10^{\circ}\text{C}$.

Nhiệt độ sản phẩm xuất ra lấy bằng nhiệt độ buồng lạnh nếu thời gian bảo quản đủ dài (từ 4 đến 5 ngày trở lên). Nhiệt độ buồng bảo quản lạnh lấy là 0°C và nhiệt độ buồng bảo quản đông lấy $- 20^{\circ}\text{C}$.

Hàng thực phẩm nhập vào một số kho lạnh thương nghiệp nhỏ có nhiệt độ từ $- 12$ đến $- 15^{\circ}\text{C}$.

Lượng hàng xuất ra khỏi kho lạnh không cần để tính phụ tải nhiệt mà để tính công suất của các phương tiện vận tải.

$$M = \frac{E.B.m}{265}, \text{ t/ngày} \quad (4-12)$$

265 - số ngày xuất hàng trong một năm. Các hệ số B và m lấy theo biểu thức (4-8).

Khi tính toán dòng nhiệt do sản phẩm toả ra, cần phải lưu ý một điều là rất nhiều sản phẩm được bảo quản trong bao bì, do đó phải tính cả tải nhiệt do bao bì toả ra khi làm lạnh sản phẩm.

Dòng nhiệt toả ra từ bao bì:

$$Q_{2b} = M_b \cdot C_b (t_1 - t_2) \frac{1000}{24.3600} \quad (4-13)$$

M_b - khối lượng bao bì đưa vào cùng sản phẩm, t/ngày đêm;

C_b - nhiệt dung riêng của bao bì;

1000: (24.3600) = 0,0116 - hệ số chuyển đổi từ t/24h sang kg/s;

t_1 và t_2 - nhiệt độ trước và sau khi làm lạnh của bao bì, °C.

Khối lượng bao bì chiếm tới 10 ÷ 30% khối lượng hàng, đặc biệt bao bì thuỷ tinh chiếm tới 100%. Bao bì gỗ chiếm 20% khối lượng hoa quả (cứ 100kg hoa quả cần 20 kg bao bì gỗ).

Nhiệt dung riêng của bao bì lấy như sau:

bao bì gỗ	2,5 kJ/kgK;
bìa cactông	1,46 kJ/kgK;
kim loại	0,45 kJ/kgK;
thuỷ tinh	0,835 kJ/kgK.

Trong các kho lạnh thương nghiệp và đời sống, sản phẩm chỉ được làm lạnh, do đó dòng nhiệt Q_2 có thể tính toán theo biểu thức:

$$Q_2 = 0,0116 (M.C + M_b.C_b) (t_1 - t_2) \quad (4-14)$$

M - khối lượng hàng nhập kho, t/24 h;

C - nhiệt dung riêng của hàng;

M_b và C_b - khối lượng và nhiệt dung riêng bao bì;

0,0116 - hệ số chuyển đổi từ t/ngày đêm ra kg/s.

Khối lượng hàng M nhập vào kho lạnh thương nghiệp và đời sống phụ thuộc vào số ngày bảo quản trong kho. Nếu bảo quản 1 ÷ 2 ngày lấy $M = E$

dung tích của kho, bảo quản 3 ÷ 4 ngày $M = 50\% E$ và nếu bảo quản từ 5 ngày trở lên $M = 30\% E$.

Nhiệt dung riêng của sản phẩm lấy theo bảng 4-3.

Nhiệt độ t_1 lấy bằng $5 + 8^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ t_2 lấy bằng nhiệt độ bảo quản của buồng. Trong trường hợp quãng đường vận chuyển xa, nhiệt độ sản phẩm tăng nhiều hơn, hoặc sản phẩm chưa được gia lạnh thì phải lấy nhiệt độ tương ứng khi nhập vào kho.

Bảng 4-3. Nhiệt dung riêng của một số sản phẩm

Sản phẩm	C, kJ/kgK	Sản phẩm	C, kJ/kgK
Thịt bò	3,44	Sữa	3,94
Thịt lợn	2,98	Váng sữa	3,86
Thịt cừu	2,89	Kem, sữa chua	3,02
Cá gáy	3,62	Phomat	2,10 ÷ 2,52
Cá béo	2,94	Trứng	3,35
Hàng thực phẩm	2,94 ÷ 3,35	Rau quả	3,44 ÷ 3,94
Dầu động vật	2,68	Bia, nước quả	3,94

4.4 DÒNG NHIỆT DO THÔNG GIÓ BUỒNG LẠNH Q_3

Dòng nhiệt tổn thất do thông gió buồng lạnh chỉ tính toán cho các buồng lạnh đặc biệt bảo quản rau hoa quả và các sản phẩm hô hấp. Dòng nhiệt chủ yếu do không khí nóng ở bên ngoài đưa vào buồng lạnh thay thế cho không khí lạnh trong buồng để đảm bảo sự hô hấp của các sản phẩm bảo quản.

Dòng nhiệt Q_3 được xác định qua biểu thức:

$$Q_3 = M_k (h_1 - h_2), \quad (4-15)$$

M_k - lưu lượng không khí của quạt thông gió, m^3/s ;

h_1 và h_2 - entanpi của không khí ở ngoài và ở trong buồng, kJ/kg; xác định trên đồ thị h-x theo t và φ tương ứng.

Lưu lượng quạt thông gió M_k có thể xác định theo biểu thức:

$$M_k = \frac{V \cdot \rho_k}{24.3600}, \text{ kg/s} \quad (4-16)$$

V - thể tích buồng bảo quản cần thông gió, m^3 ;

a - bội số tuần hoàn hay số lần thay đổi không khí trong một ngày đêm, lần/24 h;

ρ_k - khối lượng riêng của không khí ở nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí trong buồng bảo quản.

Trong các kho lạnh thương nghiệp và đời sống, các buồng bảo quản rau hoa quả và phế phẩm được thông gió.

Các buồng bảo quản hoa quả trang bị quạt thông gió hai chiều đảm bảo bội số tuần hoàn bốn lần thể tích buồng trong 24 h.

Các buồng bảo quản phế phẩm dùng quạt thổi ra đảm bảo bội số tuần hoàn 10 lần thể tích buồng trong 1 h.

Dòng nhiệt Q_3 tính cho tải nhiệt của máy nén cũng như của thiết bị.

4.5 CÁC DÒNG NHIỆT VẬN HÀNH Q_4

Các dòng nhiệt do vận hành Q_4 gồm các dòng nhiệt do đèn chiếu sáng Q_{41} , do người làm việc trong các buồng Q_{42} , do các động cơ điện Q_{43} và do mở cửa Q_{44} . Các dòng nhiệt do vận hành được tính riêng. Tổng của chúng sẽ được tính vào phụ tải nhiệt của máy nén và thiết bị.

1. Dòng nhiệt do chiếu sáng buồng Q_{41}

Q_{41} được tính theo biểu thức:

$$Q_{41} = AF, W \quad (4-17)$$

F - diện tích của buồng, m^2 ;

A - nhiệt lượng toả ra khi chiếu sáng $1 m^2$ diện tích buồng hay diện tích nền, W/m^2 ; đối với buồng bảo quản $A = 1,2 W/m^2$; đối với buồng chế biến $A = 4,5 W/m^2$.

2. Dòng nhiệt do người toả ra Q_{42}

Dòng nhiệt người toả ra xác định theo biểu thức:

$$Q_{42} = 350n, W \quad (4-18)$$

n - số người làm việc trong buồng;

350 - nhiệt lượng do một người thải ra khi làm công việc nặng nhọc, 350 W/người.

Số người làm việc trong buồng phụ thuộc vào công nghệ gia công, chế biến, vận chuyển, bốc xếp. Nếu không có số liệu cụ thể có thể lấy các số liệu định hướng sau đây theo diện tích buồng. Nếu buồng nhỏ hơn 200 m², $n = 2 \div 3$ người, nếu buồng lớn hơn 200 m², $n = 3 \div 4$ người.

3. Dòng nhiệt do các động cơ điện Q_{43}

Dòng nhiệt do các động cơ điện làm việc trong buồng lạnh (động cơ quạt dàn lạnh, động cơ quạt thông gió, động cơ các máy móc gia công chế biến, xe nâng vận chuyển...) có thể xác định theo biểu thức:

$$Q_{43} = 1000N, W \quad (4-19a)$$

N - công suất của động cơ điện, kW;

1000 - hệ số chuyển đổi từ kW ra W.

Tổng công suất của động cơ điện lắp đặt trong buồng lạnh lấy theo thực tế thiết kế. Nếu không có các số liệu trên có thể lấy giá trị định hướng sau đây:

buồng bảo quản lạnh	$N = 1 \div 4$ kW;
buồng gia lạnh	$= 3 \div 8$ kW;
buồng kết đông	$= 8 \div 16$ kW.

Buồng có diện tích nhỏ lấy giá trị nhỏ và buồng có diện tích lớn lấy giá trị lớn.

Khi bố trí động cơ ngoài buồng lạnh (quạt thông gió, quạt dàn lạnh đặt ở ngoài có ống gió...) tính theo biểu thức:

$$Q_{43} = 1000 \cdot N \cdot \eta, W \quad (4-19b)$$

η - hiệu suất động cơ.

4. Dòng nhiệt khi mở cửa Q_{44}

Để tính toán dòng nhiệt khi mở cửa, sử dụng biểu thức:

$$Q_{44} = B \cdot F, W \quad (4-20)$$

B - dòng nhiệt riêng khi mở cửa, W/m²;

F - diện tích buồng, m².

Dòng nhiệt riêng khi mở cửa phụ thuộc vào diện tích buồng và chiều cao buồng 6 m lấy theo bảng 4-4.

Bảng 4-4. Dòng nhiệt riêng khi mở cửa theo chiều cao của buồng là 6 m và diện tích buồng

Tên buồng	B, W/m ² , đối với F, m ²		
	đến 50 m ²	50 ÷ 150 m ²	> 150 m ²
Gia lạnh, trữ lạnh và bảo quản lạnh cá	23	12	10
Bảo quản lạnh	29	15	12
Kết đông	32	15	12
Bảo quản đông	22	12	8
Xuất nhập	78	38	20

Dòng nhiệt B ở bảng 4-4 cho buồng có chiều cao 6 m. Nếu chiều cao buồng khác đi, B cũng phải lấy khác đi cho phù hợp.

Dòng nhiệt do mở cửa buồng không chỉ phụ thuộc vào tính chất của buồng và diện tích buồng mà còn phụ thuộc vào sự vận hành của cửa. thợ chuyên môn bậc cao vận hành tốt hơn có thể giảm đáng kể dòng nhiệt do mở cửa, ngay cả việc bố trí ra vào hợp lý làm cho số lần đóng mở giảm và qua đó dòng nhiệt do mở cửa cũng giảm.

Dòng nhiệt vận hành Q_4 là tổng các dòng nhiệt vận hành thành phần:

$$Q_4 = Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} \quad (4-21)$$

Đối với các kho lạnh thương nghiệp và đời sống, dòng nhiệt vận hành Q_4 có thể lấy như sau:

- đối với các buồng bảo quản thịt, gia cầm, đồ ăn chín, mỡ, sữa, rau quả, cá, đồ uống, phế phẩm thực phẩm lấy 11,6 W/m²;

- đối với các buồng bảo quản thức ăn chế biến sẵn, đồ ăn, bánh kẹo là 29 W/m².

Trong một số trường hợp, đối với các kho lạnh thương nghiệp và đời sống người ta tính gần đúng dòng nhiệt vận hành bằng 10 ÷ 40% dòng nhiệt qua kết cấu bao che Q_1 và dòng nhiệt do thông gió Q_3 :

$$Q_4 = (0,1 \div 0,4) (Q_1 + Q_3). \quad (4-22)$$

4.6 DÒNG NHIỆT DO HOA QUẢ HÔ HẤP Q_5

Dòng nhiệt Q_5 chỉ xuất hiện ở các kho lạnh bảo quản hoa rau quả hô hấp đang trong quá trình sống, dòng nhiệt Q_5 xác định theo biểu thức:

$$Q_5 = E (0,1q_n + 0,9q_{bq}), W \quad (4-23)$$

E - dung tích kho lạnh;

q_n và q_{bq} - dòng nhiệt toả ra khi sản phẩm có nhiệt độ nhập vào kho lạnh và sau đó là có nhiệt độ bảo quản trong kho lạnh, W/t; được tra theo bảng 4-5.

Dòng nhiệt dạng này được tính theo dung tích toàn bộ của buồng.

4.7 BẢNG TỔNG HỢP CÁC KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Đối với những kho lạnh nhiều buồng có chế độ nhiệt khác nhau, để tiện theo dõi và tính toán, các kết quả nên đưa vào bảng tổng hợp như hình 4-3.

Bảng 4-5. Dòng nhiệt toả ra khi sản phẩm "hồ hấp", W/t, ở nhiệt độ khác nhau

Thứ tự	Rau hoa quả	Nhiệt độ, °C				
		0	2	5	15	20
1	Mơ	18	27	50	154	199
2	Chanh	9	13	20	46	58
3	Cam	11	13	19	56	69
4	Đào	19	22	41	131	181
5	Lê xanh	20	27	46	161	178
6	Lê chín	11	21	41	126	218
7	Táo xanh	19	21	31	92	121
8	Táo chín	11	14	21	58	73
9	Mận	21	35	65	184	232
10	Nho	9	17	24	49	78
11	Hành	20	21	26	31	58
12	Cải bắp	33	36	51	121	195
13	Khoai tây	20	22	24	36	44
14	Cà rốt	28	34	38	87	135
15	Dưa chuột	20	24	34	121	175
16	Salat	38	44	51	188	340
17	Củ cải đỏ	20	28	34	116	214
18	Rau spinat	83	19	199	524	900

Nhiệt tải cho thiết bị (dàn bay hơi hoặc dàn nước muối) ở trong buồng được ghi vào cột thiết bị, còn nhiệt tải cho máy nén sẽ được ghi vào cột máy nén.

Thứ tự	Buồng	Nhiệt độ buồng	Q_1		Q_2		Q_3	Q_4		Q_5	ΣQ	
			Thiết bị	Máy nén	Thiết bị	Máy nén		Thiết bị	Máy nén		Thiết bị	Máy nén
	Bảo quản 1											
	Bảo quản 2											
	Bảo quản 3											

Hình 4-3. Bảng tổng hợp kết quả tính nhiệt

Nếu các buồng có nhiệt độ giống nhau thì có thể bỏ cột nhiệt độ buồng. Nếu có nhiều buồng có nhiệt độ khác nhau thì phân thành từng nhóm buồng theo nhiệt độ vì bình thường máy lạnh một cấp chỉ phục vụ cho một chế độ nhiệt độ bay hơi và máy lạnh hai cấp chỉ có hai chế độ nhiệt độ bay hơi. Tất nhiên có một số trường hợp, một máy nén có thể phục vụ nhiều buồng với các chế độ bay hơi khác nhau nhưng khi đó phải có thiết bị đặc biệt hỗ trợ, ngoài ra người ta còn phải tính tới tính kinh tế của nó.

Thông thường một kho lạnh chỉ có bốn loại buồng với ba chế độ nhiệt độ, đó là:

- buồng bảo quản lạnh 0°C
- buồng gia lạnh 0°C
- buồng bảo quản đông nhiệt độ từ -18 đến -20°C
- buồng kết đông nhiệt độ từ -30 đến -25°C.

Đối với mỗi nhóm buồng có nhiệt độ giống nhau, người ta chọn một phương pháp làm lạnh buồng phù hợp với nhiệt độ sôi môi chất phù hợp.

4.8 XÁC ĐỊNH TẢI NHIỆT CHO THIẾT BỊ VÀ CHO MÁY NÉN

Tải nhiệt cho thiết bị dùng để tính toán diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết cho thiết bị bay hơi (dàn tường, dàn trần không khí đối lưu tự nhiên, dàn quạt đối lưu cưỡng bức hoặc dàn lạnh nước muối). Để đảm bảo được nhiệt độ trong buồng ở những điều kiện bất lợi nhất, người ta phải tính toán tải nhiệt cho thiết bị là tổng các tải nhiệt thành phần có giá trị cao nhất, như biểu thức (4-1) đã nêu:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, W$$

Tất nhiên, Q_3 và Q_5 chỉ xuất hiện ở các kho lạnh bảo quản rau quả hoặc đối với các buồng bảo quản rau quả trong kho lạnh phân phối.

Tải nhiệt của máy nén cũng được tính toán từ tất cả các tải nhiệt thành phần nhưng tùy theo từng loại kho lạnh có thể chỉ lấy một phần tổng của tải nhiệt đó. Toàn bộ dòng nhiệt qua cấu trúc bao che Q_1 của kho lạnh phân phối và kho lạnh bảo quản được tính cho nhiệt tải máy nén.

Đối với kho lạnh của nhà máy liên hợp thịt và cá, theo "Quy chuẩn thiết kế công nghệ kho lạnh" của Nga thì nhiệt tải cho máy nén chỉ lấy 80% Q_{1max} cho các kho lạnh nhiệt độ - 20°C và 60% Q_{1max} cho kho lạnh có nhiệt độ 0°C.

Tuy nhiên có một số tài liệu lại lấy theo tiêu chuẩn ngành công nghiệp thịt "Гипромясо" như sau: dòng nhiệt Q_1 không phụ thuộc vào nhiệt độ buồng lạnh lấy bằng 85 ÷ 90% của giá trị cao nhất đối với kho lạnh một tầng và 75 ÷ 90% giá trị cao nhất đối với kho lạnh nhiều tầng.

Đối với kho lạnh công nghiệp cá, các số liệu thực tế đã cho không khác nhiều với những số liệu định hướng của "Tiêu chuẩn thiết kế công nghệ kho lạnh". Tải nhiệt máy nén tính với 100% giá trị lớn nhất Q_1 đối với kho lạnh trung chuyển ở cảng và tính với 85% Q_{1max} đối với kho lạnh chế biến.

Trong giáo trình này, chúng ta chỉ lấy các giá trị định hướng theo "Tiêu chuẩn thiết kế công nghệ kho lạnh" của Nga để dễ theo dõi các thí dụ tính toán.

Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra Q_2 tính theo các biểu thức từ (4-8) đến (4-11).

Nhiệt tải cho máy nén lấy 100% Q_2 đã tính toán được đối với các kho lạnh thịt và cá.

Đối với kho lạnh bảo quản hoa quả thì tải nhiệt chủ yếu rơi vào thời gian thu hoạch, còn thời gian bảo quản có thể coi $Q_2 = 0$. Dòng nhiệt Q_3 và Q_5 đặc trưng cho quá trình bảo quản lạnh các sản phẩm "hồ hấp" được tính đầy đủ cho tải nhiệt của máy nén.

Nhiệt tải của máy nén từ dòng nhiệt do vận hành được tính bằng 50 ÷ 75% giá trị lớn nhất.

Với những giá trị định hướng về tải nhiệt của máy nén từ các dòng nhiệt thành phần như vậy, ta có thể ghi vào bảng tổng hợp nhiệt tải máy nén cho từng cụm buồng có nhiệt độ giống nhau.

Khi xác định năng suất lạnh của máy nén cần phải tính đến thời gian làm việc của thiết bị và các tổn thất trong các thiết bị, đường ống của hệ thống lạnh, do hiệu nhiệt độ thực tế giữa buồng lạnh và nhiệt độ sôi của môi chất hoặc giữa nhiệt độ buồng lạnh và nước muối.

Năng suất lạnh của máy nén đối với mỗi nhóm buồng có nhiệt độ sôi giống nhau xác định theo biểu thức:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{MN}}{b}, \quad (4-24)$$

k - hệ số lạnh tính đến tổn thất trên đường ống và thiết bị của hệ thống lạnh;

b - hệ số thời gian làm việc;

ΣQ_{MN} - tổng nhiệt tải của máy nén đối với một nhiệt độ bay hơi (lấy từ bảng tổng hợp).

Hệ số tính đến tổn thất lạnh trên đường ống và trong thiết bị của hệ thống lạnh làm lạnh trực tiếp phụ thuộc vào nhiệt độ bay hơi của môi chất lạnh trong dàn làm lạnh không khí:

$t_0, ^\circ\text{C}$	- 40	- 30	- 10
k	1,1	1,07	1,05

Đối với hệ thống lạnh gián tiếp (qua nước muối) lấy $k = 1,12$.

Hệ số thời gian làm việc ngày đêm của các kho lạnh lớn (dự tính là làm việc 22 h trong ngày đêm) $b = 0,9$.

Hệ số thời gian làm việc của các thiết bị lạnh nhỏ không lớn hơn 0,7.

Đối với các kho lạnh nhỏ thương nghiệp và đời sống, nhiệt tải thành phần của máy nén lấy bằng 100% tổng các dòng nhiệt thành phần tính toán được.

Để ước đoán năng suất lạnh cần thiết để chọn máy nén có thể sử dụng một vài giá trị định hướng sau đây:

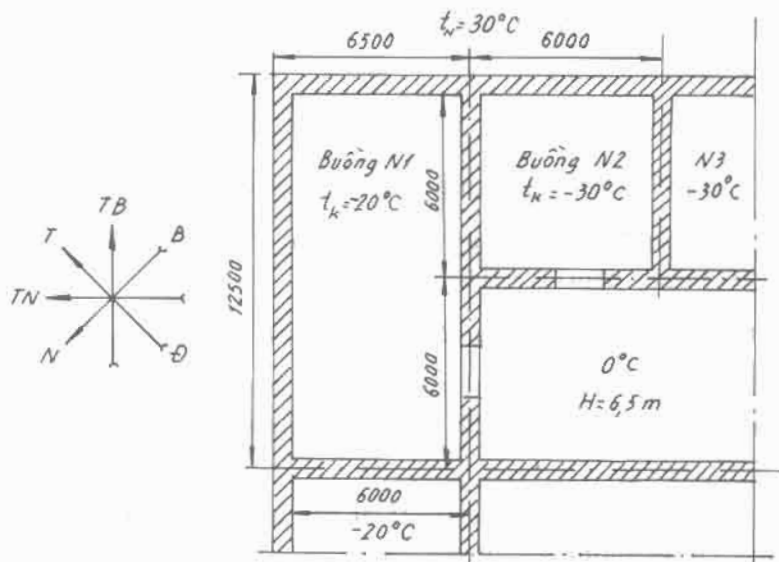
- để sản xuất một kg nước đá cần 650 kJ/kg;
- tủ lạnh có nhiệt độ trong tủ là 5°C cần 260 W/1 m³;
- quầy hàng thương nghiệp 220 W/m chiều dài quầy;
- tủ kính lạnh thương nghiệp 170 W/m chiều dài quầy;
- kho lạnh nhỏ dưới tầng hầm 100 ÷ 110 W/m² diện tích kho;
- kho lạnh nhỏ thương nghiệp và đời sống trên mặt đất 120 ÷ 130 W/m² diện tích kho;
- buồng bảo quản lạnh của các kho lạnh lớn 110 W/m²;
- buồng bảo quản đông kho lạnh lớn 170 W/m²;
- buồng kết đông 660 W/m²;
- buồng bảo quản đông có kết đông bổ sung 270 W/m²;

(Các giá trị trên đã lấy tăng 10% để áp dụng cho khí hậu Việt nam so với các giá trị lấy từ [5] + [9]).

4.9 THÍ DỤ TÍNH TOÁN

Thí dụ 4-1. Hãy tính dòng nhiệt qua kết cấu bao che của hai buồng kho lạnh một tầng. Các số liệu cũng như cách bố trí buồng biểu diễn trên hình 4-4.

Giải. Dòng nhiệt qua các kết cấu bao che được tính toán theo các biểu thức (4-2), (4-3), (4-4) và (4-6) và được đưa vào bảng tổng hợp các kết quả tính toán (bảng 4-6).



Hình 4-4. Các số liệu, cách bố trí buồng cho thí dụ 4-1.

Thí dụ 4-2. Xác định dòng nhiệt vào buồng bảo quản đông của kho lạnh phân phối. Buồng bố trí ở góc kho lạnh phân phối dung tích 2000t có một tường giáp với hiên ôtô (hình 2-1).

Diện tích buồng 302 m² (22,4 x 12,4 m), chiều cao đến rầm ngang của mái là 6 m. Chiều cao tính toán của tường cách nhiệt là 7,7 m. Chiều dài của tường ngoài buồng là 24,88 m và 12,88 m. Dung tích quy ước của buồng $E = 470t$.

Nhiệt độ không khí trong buồng $t_2 = -20^{\circ}\text{C}$. Không khí trong buồng đối lưu tự nhiên, thiết bị bay hơi là các dàn trần và dàn tường. Kho lạnh xây dựng tại Hà nội hoạt động quanh năm.

Giải:

Kho lạnh được xây dựng tại Hà nội, nhiệt độ bên ngoài dùng cho tính toán là $t_1 = 37,2^{\circ}\text{C}$.

Cũng như thí dụ trên, ở đây không tính chiều dày cách nhiệt và coi hệ số truyền nhiệt thực bằng hệ số truyền nhiệt yêu cầu.

Bảng 4-6. Bảng tổng hợp kết quả tính dòng nhiệt qua kết cấu bao che

Bao che	Hướng	Kích thước bao che				t_i °C	t_e °C	Q_1, W		Q_{12}, W		Q_1, W	
		đài, m	rộng, m	cao, m	diện tích, m ²			k , W/m ² K	$\Delta t, K$	Q_{TB}	Q_{IMN}	$\Delta t_{12}, K$	Q_{12} W
Buồng số 1													
Tường ngoài	TN	12,5	-	6,5	81,25	30	-20	50	853	10	171	1024	1024
Tường ngoài	TB	6,5	-	6,5	42,25	30	-20	50	444	6	-	444	444
Tường ngăn với buồng 2	-	6,0	-	6,5	39,00	-30	-20	-10	-183	-	-	-	183
Tường ngăn với buồng đệm	-	6,0	-	6,5	39,00	0	-20	20	218	-	-	218	218
Tường ngăn với buồng 4	-	6,0	-	6,5	39,00	-20	-20	0	-	-	-	-	-
Nền	-	12,0	6	-	72,00	3	-20	23	348	-	-	348	348
Trần	-	12,0	6	-	72,00	30	-20	50	720	19	274	994	994
Cộng	-											3028	3211
Buồng số 2													
Tường ngăn buồng 1	-	6	-	6,5	39,00	-20	-30	10	183	-	-	183	183
Tường ngoài	TB	6	-	6,5	39,00	30	-30	60	445	6	45	490	490
Tường ngăn buồng 3	-	6	-	6,5	39,00	-30	30	0	-	-	-	-	-
Tường ngăn buồng đệm	-	6	-	6,5	39,00	-	-30	-30	316	-	-	316	316
Nền	-	6	6	-	36,00	3	-30	33	302	-	-	250	250
Trần	-	6	6	-	36,00	30	-30	60	367	19	116	483	483
Cộng	-											1722	1722

Theo mục 3.2.3 ta có hệ số truyền nhiệt cho các cơ cấu bao che như sau:

	$k, \text{W/m}^2\text{K}$
Tường ngoài	0,21
Mái	0,20
Tường ngăn - 20/ -20°C	0,58
Tường ngăn - 20°C hành lang	0,28
Nền có sười	0,21

a) Dòng nhiệt qua kết cấu bao che tính theo các biểu thức (4-2), (4-3), (4-4) và (4-6).

Dòng nhiệt bức xạ mặt trời đối với trần lấy $\Delta t_{12} = 19 \text{ K}$. Vì hiện ở hướng Bắc nên lấy bức tường hồi hướng đông với $\Delta t_{12} = 10 \text{ K}$. Kết quả tính toán tập hợp trong bảng 4-7.

Bảng 4-7. Kết quả tính toán Q_1 của thí dụ 4-2

Bao che	$k, \text{W/m}^2\text{K}$	F, m^2	$\Delta t, \text{K}$	Q_1, W
Tường ngoài phía Bắc	0,21	192	57,2	2306
Tường ngoài phía Đông (phần do bức xạ)	0,21	100	57,2 10	1201 210
Tường ngăn với buồng -20°C	0,58	188	0	0
Tường ngăn với hành lang	0,28	96	35	941
Mái	0,20	302	57,2	3455
Mái (phần do bức xạ)	0,20	302	19	1148
Nền	0,21	302	23	2459
Tổng ΣQ_1				11720

b) Dòng nhiệt từ sản phẩm tính theo biểu thức (4-7)

Sản phẩm nhập vào buồng lạnh đông trong một ngày đêm bằng 6% dung tích buồng:

$$M = 470t \cdot 6\% = 28,2 \text{ t/ngày đêm}$$

Nhiệt độ sản phẩm nhập vào buồng - 8°C, xuất khỏi buồng - 20°C. Entanpi tương ứng với nhiệt độ - 8°C là $h_1 = 39,4 \text{ kJ/kg}$ và - 20°C: $h_2 = 0$ (bảng 4-2).

Thời gian hạ nhiệt độ, tính là 24h.

Dòng nhiệt toả ra từ sản phẩm theo biểu thức (4-7):

$$Q_2 = \frac{28,2 \cdot 39,4 \cdot 1000 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 12860 \text{ W}$$

Cần chú ý đến thứ nguyên khi tính toán.

c) Dòng nhiệt $Q_3 = 0$ vì buồng bảo quản đông không có thông gió.

d) Dòng nhiệt do vận hành Q_4 tính theo các biểu thức (4-19) đến (4-21).

$$Q_{41} = A.F = 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot 302 \text{ m}^2 = 362 \text{ W}$$

$$Q_{42} = 350n = 350 \cdot 4 \text{ người} = 1400 \text{ W}$$

$$Q_{43} = 1000N = 0 \text{ W}$$

$$Q_{44} = B.F = 8 \text{ W/m}^2 \cdot 302 \text{ m}^2 = 2416 \text{ W}$$

$$Q_{44} = 362 + 1400 + 0 + 2416 = 4178 \text{ W}$$

$Q_{43} = 0$ vì buồng được làm lạnh bằng các dàn tường và dàn trần đối lưu không khí tự nhiên, không có động cơ quạt gió. Động cơ của các phương tiện bốc dỡ hàng coi như không đáng kể nên bỏ qua.

e) Nhiệt tải của thiết bị:

$$Q_{\text{TB}} = \sum Q = 11720 + 12860 + 4178 = 28758 \text{ W}$$

f) Nhiệt tải máy nén:

$$Q_{\text{MN}} = 100\% Q_1 + 60\% Q_2 + 75\% Q_4 = 22570 \text{ W}$$

(Cũng có thể xác định $Q_{2\text{MN}}$ từ các biểu thức (4-8), (4-9), (4-10) đối với các trường hợp tương ứng).

Thí dụ 4-3. Xác định dòng nhiệt từ sản phẩm của buồng bảo quản hoa quả. Dung tích buồng là 240t cả bì nghĩa là 200t hoa quả và 40t bao bì gỗ. Nhiệt độ hoa quả nhập và buồng phụ thuộc vào thời gian thu hoạch. Đối với táo vụ đông có thể lấy nhiệt độ nhập vào buồng $t_1 = 20 \div 25^\circ\text{C}$. Khối lượng hoa quả nhập vào buồng một ngày lấy bằng 10% dung tích buồng theo biểu thức (4-11).

Nhiệt độ buồng: 0°C .

Giải:

- Lấy nhiệt độ hoa quả nhập buồng là 20°C thì $h_1 = 346,5 \text{ kJ/kg}$. Nhiệt độ buồng 0°C thì $h_2 = 271,7 \text{ kJ/kg}$ (theo bảng 4-2), vậy:

$$Q_{21} = \frac{20(346,5 - 271,7) \cdot 1000 \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 17300 \text{ W.}$$

- Hoa quả được bảo quản trong bì gỗ. Nhiệt lượng do bao bì tỏa ra:

$$Q_{2b} = \frac{4 \cdot 2500(20 - 0) \cdot 1000}{24 \cdot 3600} = 2300 \text{ W}$$

- Nhiệt lượng tổng do sản phẩm và bao bì tỏa ra là:

$$Q_2 = Q_{21} + Q_{2b} = 19600 \text{ W}$$

- Hoa quả tỏa nhiệt khi hô hấp. Q_5 tỏa ra do sản phẩm hô hấp xác định theo biểu thức (4-23). q_n và q_{hq} xác định cho táo chín ở bảng 4-5:

$$Q_5 = 200(0,1 \cdot 73 + 0,9 \cdot 11) = 3500 \text{ W}$$

Ở chế độ bảo quản lâu dài không trong thời gian thu hoạch:

$$Q_5 = 200 \cdot 11 = 2200 \text{ W}$$

Thí dụ 4-4. Xác định dòng nhiệt khi thông gió buồng bảo quản hoa quả, có kích thước xây dựng: dài 18,4 m, rộng 12,4 m, cao (tính cả rầm trần) 7,2 m.

Kho lạnh đặt ở Nha Trang, nhiệt độ tính toán cho không khí bên ngoài $t_1 = 36,6^\circ\text{C}$, độ ẩm tương đối $\varphi_1 = 79\%$ (bảng 1-1). Nhiệt độ không khí trong buồng $t_2 = 0^\circ\text{C}$, độ ẩm tương đối $\varphi_2 = 90\%$.

Giải:

Tra đồ thị $h-x$ (hình 1-1) ta có: $h_1 = 118 \text{ kJ/kg}$

$$h_2 = 8,5 \text{ kJ/kg}$$

Khối lượng riêng của không khí trong buồng $\rho_2 = 1,29 \text{ m}^3/\text{kg}$ (tra theo đồ thị $h-x$ hoặc tra bảng không khí ẩm).

Bội số tuần hoàn của không khí $a = 3$.

Thể tích thông gió của buồng:

$$V = 18,4 \cdot 12,4 \cdot 7,2 = 1643 \text{ m}^3$$

Theo biểu thức (4-16), lưu lượng gió cần thiết là:

$$M = \frac{1643 \cdot 3 \cdot 1,29}{24 \cdot 3600} = 0,0735 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dòng nhiệt tổn thất do không khí nóng đưa vào theo biểu thức (4-15):

$$Q_3 = M\Delta h = 0,0735 (118 - 8,5) = 8,05 \text{ kW}$$

Thí dụ 4-5. Hãy xác định dòng nhiệt qua nền cách nhiệt của buồng bảo quản lạnh của kho lạnh tại Hà nội. Buồng lạnh ở góc kho lạnh, kích thước dài 24 m, rộng 12 m.

Giải: Vì ở góc kho lạnh nên buồng hai tường bao. Diện tích vùng rộng 2 m thứ nhất dọc theo 2 tường bao ở góc kho lạnh: $24,2 + 12,2 = 72 \text{ m}^2$.

Diện tích vùng rộng 2 m tiếp theo: $22 \cdot 2 + 10 \times 2 = 64 \text{ m}^2$

Diện tích vùng thứ 3: $20 \cdot 2 + 8 \cdot 2 = 56 \text{ m}^2$

Diện tích vùng còn lại: $24 \cdot 12 - (72 + 64 + 56) = 96 \text{ m}^2$

Hệ số truyền nhiệt quy ước cho từng vùng là:

$$k = 0,47; 0,23; 0,12 \text{ và } 0,07 \text{ W/m}^2\text{K.}$$

Vậy nhiệt lượng truyền qua nền cách nhiệt vào buồng lạnh là:

$$Q_1 = (0,47 \cdot 72 + 0,23 \cdot 64 + 0,12 \cdot 56 + 0,07 \cdot 96) \cdot (23,4 - 0)$$

$$Q_1 = 1451 \text{ W}$$

trong đó 23,4 là nhiệt độ nền bằng nhiệt độ trung bình năm tại Hà nội.

SƠ ĐỒ HỆ THỐNG LẠNH CƠ BẢN

5.1 ĐẠI CƯƠNG

5.1.1. Sơ đồ và tiêu chuẩn ISO

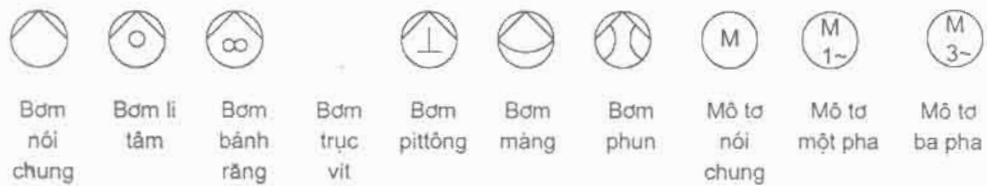
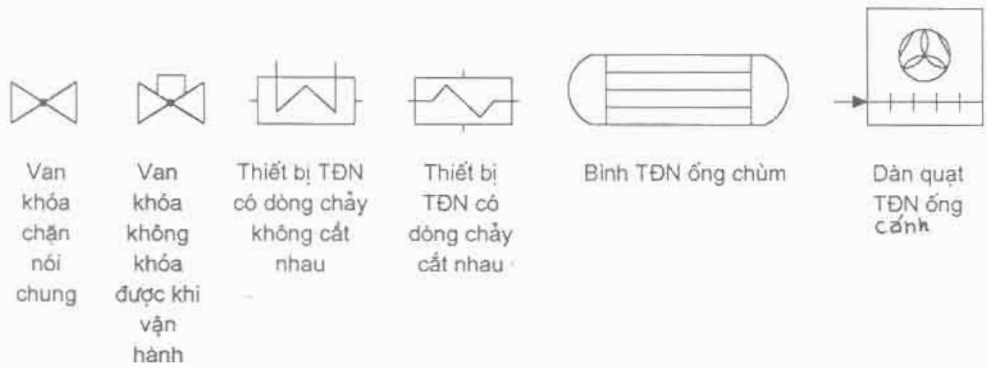
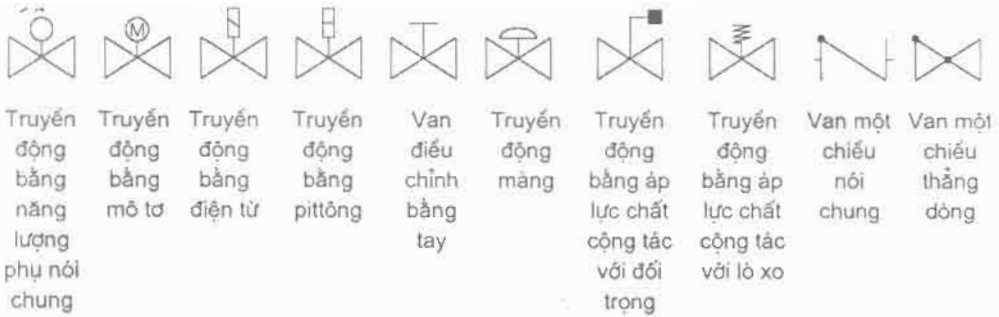
Sơ đồ hệ thống lạnh là sự thể hiện đơn giản một hệ thống thiết bị và đường ống cho phép ta có thể hình dung tương đối cụ thể về máy móc, thiết bị, dụng cụ và mối liên hệ giữa chúng, cụ thể là các đường ống liên kết giữa chúng.

Tùy theo mức độ yêu cầu của công trình mà người ta có những sơ đồ khác nhau, ví dụ:

- *Sơ đồ nguyên lý*: (còn gọi là sơ đồ quá trình hay sơ đồ công nghệ) tương ứng tiếng Anh, Pháp, Nga là: Process flow sheet; Schéma de procédé; Технологическая Схема. Sơ đồ nguyên lý phải cung cấp đầy đủ các thông tin về thiết bị và đường ống nối giữa chúng, thí dụ tên gọi, kích thước, năng suất, tốc độ vòng quay, áp suất, nhiệt độ làm việc, vật liệu. Hình 5-1 giới thiệu một sơ đồ nguyên lý của hệ thống lạnh NH₃ 2 cấp nén làm lạnh phòng trực tiếp, nhiệt độ phòng -20°C.

- *Sơ đồ đường ống và dụng cụ*: (còn gọi là sơ đồ P + I hoặc sơ đồ tự động hoá) tương ứng tiếng Anh, Pháp, Nga là: Piping instrument flow sheet (P + I diagram); Schéma P+I; Схема Трубопроводов и приборов КИП. Sơ đồ P + I cho ta thêm các đặc tính vận hành tự động cũng như các thiết bị dụng cụ tự động trang bị cho các thiết bị của hệ thống như thế nào (hình 5-2).

- *Sơ đồ không gian*: Bên cạnh sơ đồ nguyên lý máy và sơ đồ P + I đôi khi người ta còn thiết lập sơ đồ không gian. Sơ đồ không gian có thể cho ta thấy rõ hơn về cách bố trí máy và thiết bị, cách lắp đặt các đường ống và dụng cụ... trong không gian cần thiết (hình 5-9, 5-11).



Hình 5-3. Một số ký hiệu tiêu chuẩn ISO của van, thiết bị trao đổi nhiệt, bơm, máy nén, mô tơ (động cơ)

Tùy theo yêu cầu của từng trường hợp người ta có thể chỉ lập sơ đồ nguyên lý, sơ đồ P+I hoặc sơ đồ không gian. Khi lập sơ đồ nguyên lý và sơ đồ P+I người ta có thể sử dụng các kí hiệu tiêu chuẩn quốc tế (tiêu chuẩn ISO) (xem hình 5-1 và 5-2), tuy nhiên trong một số trường hợp người ta có thể lựa chọn các kí hiệu truyền thống (cũ) để thể hiện (hình 5.6, 5.7, 5.8...). Khi đó có thể biểu diễn được cả độ dốc đường ống, phương pháp nối ống đẩy và ống hút từ ống gom về máy nén lạnh...

Hình 5-3 giới thiệu một số kí hiệu tiêu chuẩn của ISO. Các kí hiệu ISO đầy đủ được giới thiệu trong chương 12 của tài liệu [23].

a. Các sơ đồ nguyên lý phải cung cấp đầy đủ các thông tin cơ bản và các thông tin phụ kèm theo.

Các thông tin cơ bản có thể bao gồm:

- Toàn bộ các máy và thiết bị cần thiết cho quá trình công nghệ và các đường ống chính nối giữa chúng.
- Ký hiệu chất vào, chất ra (thí dụ: sản phẩm lạnh, nước làm mát..), ghi chú.
- Thông số của môi chất lạnh và chất tải lạnh.

Các thông tin phụ có thể là về các điều kiện cũng như đặc tính vận hành (có thể do thỏa thuận giữa bên chủ đầu tư và bên nhận thầu) sau đây:

- Đặt tên và ký hiệu các chất trong quy trình công nghệ, ghi chú về lưu lượng cũng như khối lượng.
- Các loại dụng cụ chủ yếu.
- Các yêu cầu về đo đếm, điều khiển, điều chỉnh, an toàn, bảo vệ,
- Các điều kiện vận hành phụ
- Các số liệu cơ bản và thông số kỹ thuật của mạng thiết bị, có cho trong bảng riêng kèm theo.

b. Các sơ đồ P+I: cần cung cấp các thông tin chính và phụ cũng như cần mô tả được trang thiết bị công trình.

Các thông tin chính:

- Toàn bộ máy và thiết bị kể cả các máy truyền động và các đường ống dẫn cũng như các đường vận chuyển, các dụng cụ và thiết bị an toàn.

- Kích thước danh nghĩa đường ống, đường kính, chiều dày, chiều dài ống.

- Biểu diễn cách nhiệt thiết bị, máy và dụng cụ, đường ống,

- Yêu cầu về đo, điều khiển, điều chỉnh và an toàn,

- Nêu ra các đại lượng và chỉ tiêu kỹ thuật của máy, thiết bị, nếu cần phải thống kê trong một bản riêng.

Các thông tin phụ (có thể được thoả thuận giữa chủ đầu tư và nhà thầu):

- Ghi chú môi chất lạnh, chất tải lạnh, lưu lượng, khối lượng...

- Các dụng cụ quan trọng trong hệ thống đo kiểm, điều khiển, điều chỉnh, an toàn,

- Các ghi chú và yêu cầu hướng dẫn lắp đặt thiết bị, đường ống, dụng cụ, cách nhiệt. Nếu cần, phải thống kê trong một bản danh sách riêng.

Trên hình 5-2 ta thấy các ký hiệu tự động hoá là các chữ và các con số trong các vòng tròn. Đó cũng là ký hiệu tự động hoá tiêu chuẩn ISO. Các ký hiệu này được giới thiệu đầy đủ ở chương 12 tài liệu [23]. Các vòng tròn có đường kính khoảng 10 mm, nét mảnh 0,25 mm, nếu không có gạch ngang là dụng cụ tự động lắp đặt tại chỗ còn có gạch ngang là chỉ báo ở trung tâm điều khiển. Các con số dưới gạch ngang là chỉ vị trí ở trung tâm.

Các chữ cái có các ý nghĩa khác nhau, sau đây là một số kí hiệu thường gặp:

PI - áp kế (Pressure Indicator)

TI - Nhiệt kế (Temperature Indicator)

LI - ống thủy, mức lỏng kế, bộ chỉ báo mức lỏng (Level Indicator)

PC - Rơle áp suất (Pressure Controller)

TC - Rơle nhiệt độ (Temperature Controller)

LC - Rơle mức lỏng (Level Controller)

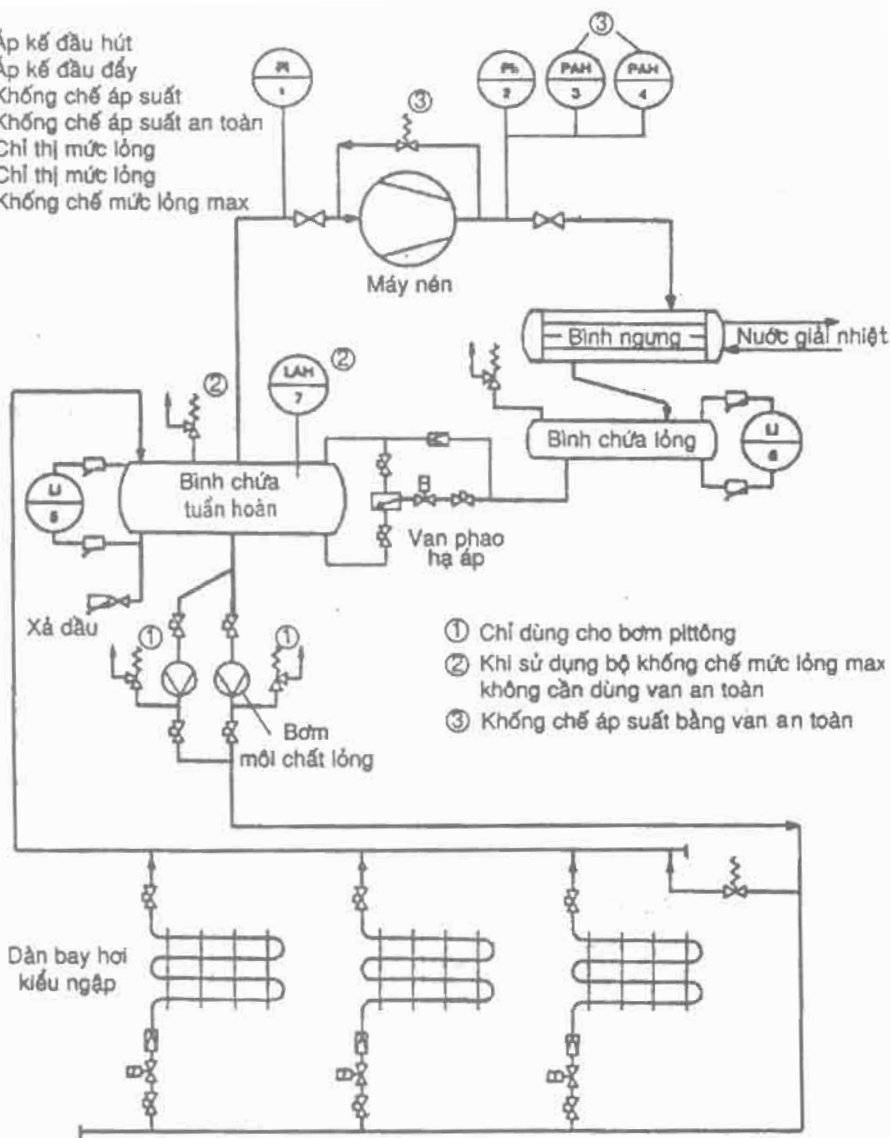
PIC - Rơle áp suất và áp kế

TIC - Rơle nhiệt độ và nhiệt kế

LIC - Rơle mức lỏng kèm chỉ báo mức lỏng

PDC - Rơle hiệu áp (dầu) (Pressure Difference Controller)

- PI 1 Áp kế đầu hút
- PI 2 Áp kế đầu đẩy
- PAH 3 Khống chế áp suất
- PAH 4 Khống chế áp suất an toàn
- LI 5 Chỉ thị mức lỏng
- LI 6 Chỉ thị mức lỏng
- LAH 7 Khống chế mức lỏng max

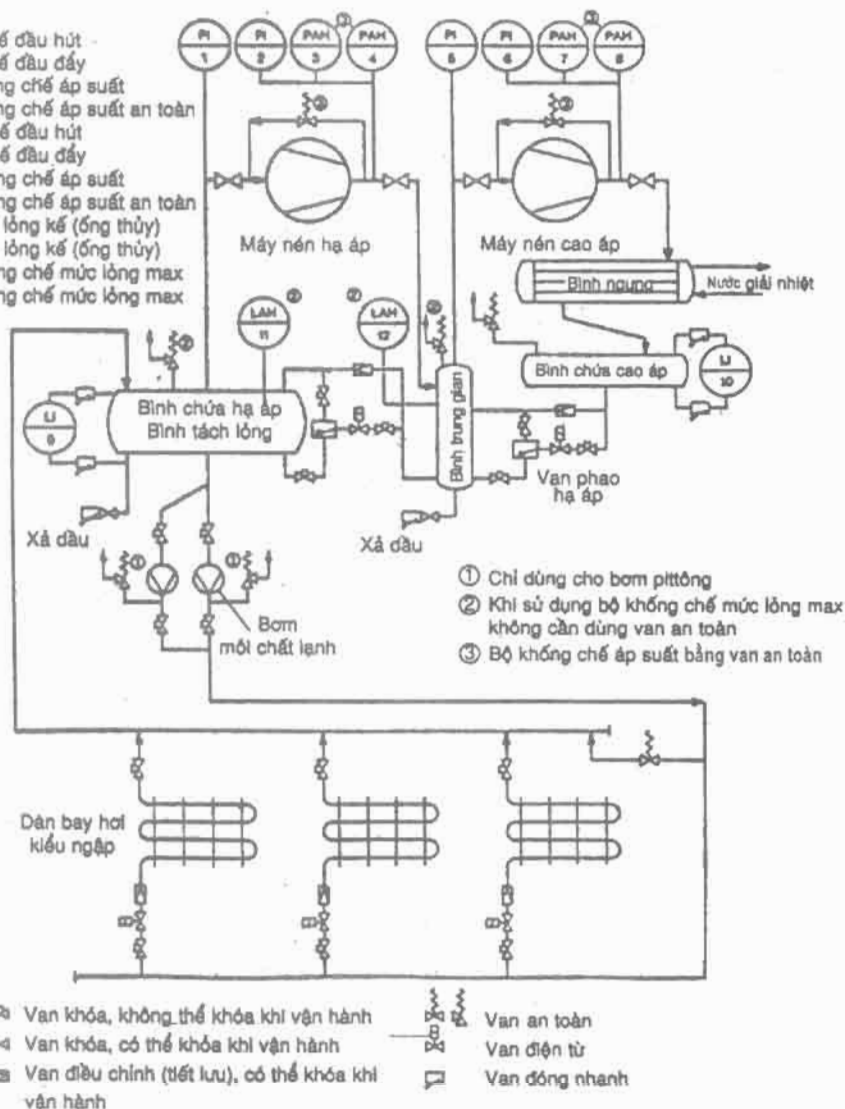


- ① Chỉ dùng cho bơm pittông
- ② Khi sử dụng bộ khống chế mức lỏng max không cần dùng van an toàn
- ③ Khống chế áp suất bằng van an toàn

- Van khóa, không thể khóa khi vận hành
- Van khóa, có thể khóa khi vận hành
- Van điều chỉnh (tiết lưu), có thể khóa khi vận hành
- Van an toàn
- Van điện từ
- Van đóng nhanh

Hình 5-4. Thi dụ ứng dụng trong kỹ thuật lạnh: Hệ thống lạnh cấp 1 có van phao điều chỉnh mức lỏng hạ áp và bơm tuần hoàn cho dàn bay hơi trực tiếp.

- PI 1 Áp kế đầu hút
- PI 2 Áp kế đầu đẩy
- PAH 3 Khống chế áp suất
- PAH 4 Khống chế áp suất an toàn
- PI 5 Áp kế đầu hút
- PI 6 Áp kế đầu đẩy
- PAH 7 Khống chế áp suất
- PAH 8 Khống chế áp suất an toàn
- LI 9 Mức lỏng kế (ống thủy)
- LI 10 Mức lỏng kế (ống thủy)
- LAH 11 Khống chế mức lỏng max
- LAH 12 Khống chế mức lỏng max



Hình 5-5. Thí dụ ứng dụng trong kỹ thuật lạnh: Hệ thống lạnh 2 cấp NH₃ có bình trung gian ống xoắn, van phao hạ áp và bơm tuần hoàn môi chất lạnh cho dàn bay hơi trực tiếp

PZA - Khống chế áp suất, ngắt mạch khẩn cấp và báo động (Alarm)

LZA⁺ - Khống chế mức lỏng max, ngắt mạch khẩn cấp và báo động

LZA⁻ - Khống chế mức lỏng min, ngắt mạch khẩn cấp và báo động

PAH - Khống chế áp suất có báo động, đóng mạch lại bằng tay (Hand)

LAH⁺ - Khống chế mức lỏng max có báo động, đóng mạch lại bằng tay...

Hệ thống kí hiệu tự động này được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành khác nhau từ hoá chất đến khai thác mỏ, xử lý nước... Hình 5-4 và 5-5 giới thiệu 2 ví dụ ứng dụng trong kỹ thuật lạnh. Máy nén 1 cấp ở hình 5-4 có 1 áp kế đường hút, 1 áp kế đường đẩy, 2 rơle áp suất để khống chế áp suất cao đều có đèn báo hiệu hoặc báo động khi rơle tác động và 1 rơle có cơ cấu an toàn chỉ khi nào người công nhân kiểm tra và ấn lại nút reset (tái cài đặt) của cơ cấu an toàn thì máy nén mới có thể hoạt động trở lại. Ở đây, máy nén không có rơle hiệu áp dầu. Bình chứa cao áp chỉ có 1 van an toàn và 1 ống thuỷ (bộ chỉ báo mức lỏng) LI. Bình chứa tuần hoàn đồng thời là bình tách lỏng có 1 bộ chỉ báo mức lỏng LI và 1 rơle mức lỏng để khống chế mức lỏng max có chức năng báo hiệu, báo động (Alarm) và sau khi tác động phải cho hoạt động lại bằng tay (sau khi kiểm tra, xử lý sự cố phải ấn nút reset). Tất cả các thiết bị đo kiểm và tự động báo hiệu bảo vệ được bố trí ở trung tâm điều khiển.

Sau đây chúng tôi sẽ lần lượt giới thiệu một số sơ đồ hệ thống lạnh cơ bản Freon và amoniác chu trình máy lạnh nén hơi. Vì khuôn khổ cuốn sách cũng như ít có ý nghĩa thực tế nên các chu trình máy lạnh nén khí, hấp thụ, ejector và các sơ đồ kết hợp nén hơi/ hấp thụ, ejector/ hấp thụ, nén hơi/ ejector không được giới thiệu.

5.1.2. Yêu cầu đối với sơ đồ hệ thống lạnh

Khi thành lập, sơ đồ hệ thống lạnh cần đáp ứng những yêu cầu sau:

- Phải đảm bảo duy trì được chế độ nhiệt độ đã cho trong buồng lạnh, vận hành dễ dàng, cần phải dự tính khả năng chuyển máy và thiết bị dự phòng vào làm việc một cách nhanh chóng, cho phép thay đổi các điều kiện làm việc, đảm bảo thay thế trong trường hợp có sự cố và sửa chữa.

- Cần phải đơn giản, tiện lợi cho việc lắp đặt vận hành, bảo dưỡng, không gây chi phí lớn.

- Cần có số lượng đường ống, chiều dài đường ống và các phụ tùng, dụng cụ là ít nhất.

- Đảm bảo an toàn cho công nhân vận hành.

- Đảm bảo độ tin cậy và tuổi thọ quy định của thiết bị.

- Cần lắp đặt sử dụng hiệu quả các thiết bị tự động báo hiệu, điều chỉnh, điều khiển và bảo vệ cho hệ thống.

Các hệ thống lạnh không cấu tạo từ các tổ hợp thường có yêu cầu chọn các thiết bị và đường ống phù hợp sẽ giới thiệu ở các chương sau.

5.1.3 Phân loại

Sơ đồ hệ thống lạnh có thể phân loại theo nhiều đặc điểm khác nhau như:

1. Theo năng suất lạnh của hệ thống có thể phân ra một cách tương đối hệ thống lạnh nhỏ, trung bình và lớn.

2. Theo quy cách sản phẩm, phương pháp lắp ráp có thể phân ra dạng tổ hợp (tổ ngưng tụ, tổ bay hơi, máy nguyên cụm...).

3. Theo phương thức làm lạnh sản phẩm có thể phân ra hệ thống lạnh trực tiếp và gián tiếp (xem phần 1.3).

4. Theo môi chất có thể phân ra hệ thống lạnh môi chất freon và amoniác. Do khác nhau cơ bản về tính chất nhiệt lạnh nên các hệ thống lạnh freon thường làm việc theo các chu kỳ hồi nhiệt, cấp lỏng bằng van tiết lưu nhiệt theo độ quá nhiệt cả I và 2 cấp nén, còn các máy lạnh amoniác luôn luôn phải có bình tách lỏng để đảm bảo hơi hút về máy nén là hơi bão hoà, đảm bảo nhiệt độ cuối tâm nén thấp.

Cũng do freon là môi chất đắt tiền lại gây ô nhiễm môi trường (phá huỷ tầng ozon và gây hiệu ứng lồng kính) nên các hệ thống lạnh freon lớn thường là loại gián tiếp. Môi chất chỉ tuần hoàn từ bình bay hơi làm lạnh nước hoặc nước muối, quay về máy nén và được nén vào thiết bị ngưng tụ nên dễ kiểm soát rò rỉ. Các hệ thống lạnh freon gián tiếp vì thế thường được chế tạo thành một tổ hợp hoàn chỉnh, chỉ cần đấu điện, nối với nguồn nước làm mát và hệ thống chất tải lạnh là có thể hoạt động được ngay. Ngay cả

PZA - Khống chế áp suất, ngắt mạch khẩn cấp và báo động (Alarm)

LZA⁺ - Khống chế mức lỏng max, ngắt mạch khẩn cấp và báo động

LZA⁻ - Khống chế mức lỏng min, ngắt mạch khẩn cấp và báo động

PAH - Khống chế áp suất có báo động, đóng mạch lại bằng tay (Hand)

LAH⁺ - Khống chế mức lỏng max có báo động, đóng mạch lại bằng tay...

Hệ thống kí hiệu tự động này được sử dụng rộng rãi trong nhiều ngành khác nhau từ hoá chất đến khai thác mỏ, xử lý nước... Hình 5-4 và 5-5 giới thiệu 2 ví dụ ứng dụng trong kỹ thuật lạnh. Máy nén 1 cấp ở hình 5-4 có 1 áp kế đường hút, 1 áp kế đường đẩy, 2 role áp suất để khống chế áp suất cao đều có đèn báo hiệu hoặc báo động khi role tác động và 1 role có cơ cấu an toàn chỉ khi nào người công nhân kiểm tra và ấn lại nút reset (tái cài đặt) của cơ cấu an toàn thì máy nén mới có thể hoạt động trở lại. Ở đây, máy nén không có role hiệu áp dầu. Bình chứa cao áp chỉ có 1 van an toàn và 1 ống thuỷ (bộ chỉ báo mức lỏng) LI. Bình chứa tuần hoàn đồng thời là bình tách lỏng có 1 bộ chỉ báo mức lỏng LI và 1 role mức lỏng để khống chế mức lỏng max có chức năng báo hiệu, báo động (Alarm) và sau khi tác động phải cho hoạt động lại bằng tay (sau khi kiểm tra, xử lý sự cố phải ấn nút reset). Tất cả các thiết bị đo kiểm và tự động báo hiệu bảo vệ được bố trí ở trung tâm điều khiển.

Sau đây chúng tôi sẽ lần lượt giới thiệu một số sơ đồ hệ thống lạnh cơ bản Freon và amoniác chu trình máy lạnh nén hơi. Vì khuôn khổ cuốn sách cũng như ít có ý nghĩa thực tế nên các chu trình máy lạnh nén khí, hấp thụ, ejector và các sơ đồ kết hợp nén hơi/ hấp thụ, ejector/ hấp thụ, nén hơi/ ejector không được giới thiệu.

5.1.2. Yêu cầu đối với sơ đồ hệ thống lạnh

Khi thành lập, sơ đồ hệ thống lạnh cần đáp ứng những yêu cầu sau:

- Phải đảm bảo duy trì được chế độ nhiệt độ đã cho trong buồng lạnh, vận hành dễ dàng, cần phải dự tính khả năng chuyển máy và thiết bị dự phòng vào làm việc một cách nhanh chóng, cho phép thay đổi các điều kiện làm việc, đảm bảo thay thế trong trường hợp có sự cố và sửa chữa.

các hệ thống lạnh freon trực tiếp cũng hay được chế tạo thành tổ hợp hoàn chỉnh để lắp đặt qua vách hoặc trần buồng lạnh giống như máy điều hoà nhiệt độ cửa sổ. Khi đó chỉ cần cắm điện là máy sẵn sàng hoạt động.

Ngược lại môi chất NH_3 là loại rẻ tiền, dễ kiếm nên phạm vi ứng dụng cho các hệ thống lớn là rộng rãi và đa dạng hơn rất nhiều, từ các tổ hợp hoàn chỉnh để làm lạnh chất tải lạnh (kiểu gián tiếp) hoặc làm lạnh trực tiếp buồng đến các hệ thống lạnh với hàng trăm dàn bay hơi trực tiếp cho các kho lạnh một hoặc nhiều tầng.

5. Theo phương pháp cấp lỏng cho dàn bay hơi chia ra loại có bơm và không bơm. Hệ thống có bơm là hệ thống tuần hoàn môi chất lạnh qua dàn bay hơi nhờ bơm môi chất lỏng. Tỉ số giữa lượng lỏng cấp trên lượng lỏng bay hơi được gọi là hệ số tuần hoàn. Ví dụ, lưu lượng bơm là 1000 l/h, lượng bay hơi là 400 l/h, vậy hệ số tuần hoàn $n = m_b/m_i = 1000/400 = 2,5$.

6. Hệ thống không bơm là hệ thống cấp lỏng do dàn bay hơi nhờ vào hiệu áp suất ngưng tụ và bay hơi. Hệ thống không bơm lại được chia ra hệ cấp trực tiếp cho các dàn nhờ hiệu áp và hệ cấp gián tiếp qua cột lỏng trong bình tách lỏng đặt trên cao (xem mục 6.3.5).

Theo phương pháp cấp lỏng còn chia ra hệ thống cấp lỏng từ trên xuống và từ dưới lên. Tùy từng trường hợp cụ thể người ta có thể chọn phương pháp cấp trên xuống hay dưới lên để đạt hiệu quả trao đổi nhiệt cao cũng như đặc điểm vận hành của hệ thống.

7. Theo phương pháp phá băng dàn lạnh chia ra hệ thống phá băng bằng điện trở, phá băng bằng dàn phun nước hoặc phá băng bằng hơi nóng.

- Phá băng bằng điện trở là phá băng nhờ nhiệt phát ra từ dây điện trở bố trí dọc theo các dàn ống xoắn và khay hứng nước ngưng, khi tách dàn ra khỏi hệ thống lạnh nhờ đóng các van tương ứng.

- Phá băng bằng dàn phun nước là tiến hành phá băng nhờ một ống phun đặt phía trên dàn bay hơi. Nước có nhiệt độ môi trường ($20 \div 30^\circ C$) được dùng để làm tan băng đóng trên dàn và trên khay. Khi dùng phương pháp này cần lưu ý để ống phun không bị đóng băng bịt kín các lỗ phun.

- Phá băng bằng hơi nóng là sử dụng hơi nóng ra từ đầu máy nén để phá băng trên dàn bay hơi. Khi sử dụng phương pháp này cần phải có thiết bị xử lý lỏng thoát ra từ dàn bay hơi. Đối với máy lạnh freon, người ta lắp một bình tích lạnh trên đường từ dàn bay hơi về cửa hút máy nén. Lỏng (và dầu) ra từ dàn bay hơi được giữ lại đây và được tiết lưu từ từ về máy nén tránh gây va đập thủy lực cho máy nén.

Đối với hệ thống lạnh amoniác, lỏng phun ra từ dàn bay hơi được đưa về bình chứa thu hồi (khi hệ thống lạnh làm việc bình thường, bình chứa thu hồi là rỗng). Sau khi phá băng, lỏng được đẩy về trạm tiết lưu hoặc bình chứa cao áp nhờ mở van với đường hơi nóng nối với bình.

8. Theo độ cao của bình tách lỏng so với dàn lạnh có thể phân ra hệ thống lạnh với bình tách lỏng đặt trên cao và bình tách lỏng đặt dưới thấp. Các hệ thống này chủ yếu sử dụng cho môi chất amoniác.

Khi bình tách lỏng đặt trên cao, việc cung cấp lỏng cho các dàn là nhờ độ chênh cột lỏng. Lỏng cao áp được tiết lưu trực tiếp vào bình tách lỏng, từ đây lỏng được phân phối cho các dàn, hơi ẩm từ các dàn lại quay trở lại bình, lỏng được tách ra để quay trở lại dàn còn hơi được đưa về các máy nén. Mức lỏng trong bình tách lỏng được khống chế nhờ role mức lỏng (van phao hạ áp, role kết hợp van điện từ đặt trên đường cấp lỏng ...). Để đề phòng tải nhiệt bất thường ở dàn bay hơi, lỏng phun về quá nhiều có thể sử dụng role bảo vệ mức lỏng hoặc bình chứa dự phòng. Trong trường hợp mức lỏng vượt mức cho phép role bảo vệ mức lỏng ngắt máy nén. Khi dùng bình chứa dự phòng, toàn bộ lỏng thừa sẽ tự động chảy xuống bình chứa dự phòng và lại được đưa về trạm tiết lưu hoặc bình chứa cao áp nhờ áp lực của hơi nóng.

Khi bình tách lỏng đặt dưới thấp, người ta sử dụng đồng thời với bình chứa dự phòng đặt phía dưới. Các dàn được cấp lỏng trực tiếp bằng van tiết lưu nhiệt. Nói chung hơi ra khỏi dàn không phải hơi ẩm mà là hơi quá nhiệt. Bình tách lỏng ở đây chỉ để đề phòng các trường hợp tải nhiệt bất thường của dàn có phun kèm lỏng. Khi đó lỏng được tách ra và chảy xuống bình chứa dự phòng, còn hơi được hút về máy nén.

9. Theo cấp nén có thể chia làm hệ thống lạnh 1 cấp nén, 2 cấp nén hoặc nhiều cấp nén. Số cấp nén phụ thuộc vào tỷ số nén $\pi = p_k/p_0$, loại môi chất sử dụng và kiểu loại máy nén. Người ta phải chuyển sang 2 cấp nén có làm mát trung gian vì 2 lý do chính là:

- Nhiệt độ cuối tâm nén khi đó quá cao làm cháy dầu, hỏng chi tiết máy nén, giảm tuổi thọ và độ tin cậy máy nén,

- Hiệu suất thể tích giảm quá mức.

Vì hệ thống lạnh 1 cấp là đơn giản về thiết bị, đơn giản cả về vận hành, bảo dưỡng sửa chữa nên chỉ chuyển sang 2 cấp khi đã có tính toán tối ưu về mặt kinh tế và khi π bằng hoặc vượt các giá trị sau:

- Đối với máy lạnh NH₃, máy nén piston $\pi \geq 9$
- Đối với máy lạnh freon, máy nén piston $\pi \geq 13$
- Đối với máy lạnh NH₃, Freon máy nén trục vít $\pi \geq 20$.

Ở đây chúng ta thấy rằng với cùng nhiệt độ ngưng tụ, nếu sử dụng Freon và máy nén trục vít thì tỉ số nén cho phép với máy lạnh 1 cấp cao hơn và tương ứng là nhiệt độ bay hơi đạt được thấp hơn. Chính vì vậy ở các tàu đánh cá, khi cần nhiệt độ đến -25°C thậm chí -30°C người ta vẫn sử dụng máy nén 1 cấp với máy nén trục vít để hệ thống đơn giản và gọn nhẹ.

10. Theo sự đa dạng về nhiệt độ bay hơi người ta có thể phân ra hệ thống 1 nhiệt độ bay hơi; hệ thống 2 hay nhiều nhiệt độ bay hơi. Trong các xí nghiệp chế biến thực phẩm, người ta cần nhiều nhiệt độ bay hơi khác nhau để duy trì nhiệt độ phòng lạnh 0°C, phòng bảo quản đông -20°C, làm nước đá -10°C, phòng kết đông -40°C... Nói chung với mỗi nhiệt độ bay hơi cần một (hoặc một cụm) máy nén. Tuy nhiên tùy từng trường hợp ứng dụng cụ thể có thể 1 máy nén phục vụ nhiều nhiệt độ bay hơi, ví dụ tủ lạnh gia đình. Chúng ta sẽ đi sâu phân tích ở các phần sau.

5.2 SƠ ĐỒ HỆ THỐNG LẠNH CỠ NHỎ

Máy lạnh cỡ nhỏ có năng suất lạnh đến 18 kW (15000 kcal/h). Môi chất lạnh chủ yếu là các loại freon làm lạnh trực tiếp. Máy nén lạnh gồm các loại kín, nửa kín và hở. Máy lạnh nhỏ sử dụng chủ yếu cho các tủ lạnh sinh hoạt, tủ và thiết bị lạnh thương nghiệp, các buồng lạnh lắp ghép và các kho lạnh nhỏ, máy điều hoà nhiệt độ. Nhiệt độ bay hơi từ + 10°C đến - 45°C, đôi khi - 100°C.

Thiết bị ngưng tụ có thể là loại làm mát bằng không khí cưỡng bức (dàn quạt) hoặc làm mát bằng nước (bình ngưng), ít khi làm mát bằng các dàn tưới.

Thiết bị bay hơi thường là các loại dàn làm lạnh không khí kiểu đối lưu tự nhiên hoặc cưỡng bức. Thiết bị tiết lưu thường là van tiết lưu cân bằng trong hoặc cân bằng ngoài. Các máy lạnh nhỏ như tủ lạnh gia đình và thương nghiệp sử dụng ống mao làm bộ phận tiết lưu.

Hình 5-6 giới thiệu sơ đồ hệ thống lạnh freon có máy nén kiểu kín, đặc biệt hay được sử dụng cho các thiết bị lạnh thương nghiệp như tủ lạnh, quầy lạnh, tủ kính lạnh... Hệ thống gồm máy nén kín (lốc) 1, dàn ngưng quạt 2,

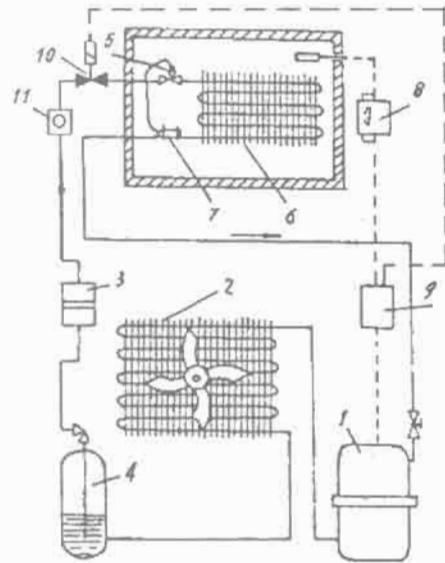
van tiết lưu nhiệt 5, dàn bay hơi 6 và các dụng cụ và thiết bị phụ. Nhiệt độ buồng lạnh được điều chỉnh qua thermostat. Khi đạt nhiệt độ, thermostat cho tín hiệu ngắt mạch máy nén và khi nhiệt độ lên cao vượt mức cho phép, thermostat lại cho tín hiệu để máy nén hoạt động lại.

Bình thường người ta còn lắp một van điện từ trước van tiết lưu để ngăn không cho môi chất lạnh lỏng dón về dàn bay hơi khi máy ngừng hoạt động. Trước và sau máy nén đều có van chặn và trên đường lỏng đến van tiết lưu và hơi về máy nén còn bố trí một hồi nhiệt để tăng hiệu quả lạnh.

Đa số các hệ thống loại này có role áp suất cao và thấp để bảo vệ máy nén khi áp suất quá cao và quá thấp. Nếu áp suất quá cao role áp suất cao ngắt mạch điện cho máy nén ngừng hoạt động, và nếu áp suất hút quá thấp (ảnh hưởng xấu đến bôi trơn máy nén và hiệu quả kinh tế) role áp suất thấp ngắt mạch điện cấp cho máy nén.

Một số hệ thống điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh qua role áp suất thấp, khi đó trước van tiết lưu nhất thiết phải có van điện từ. Khi nhiệt độ trong buồng lạnh đạt yêu cầu, thermostat ngắt dòng van điện từ, van điện từ đóng, ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi, áp suất bay hơi nhanh chóng tụt xuống dưới mức quy định, role áp suất thấp ngắt mạch cấp điện cho máy nén. Khi nhiệt độ buồng lên quá cao, thermostat nối mạch van điện từ, van điện từ mở cấp lỏng cho dàn bay hơi, áp suất bay hơi tăng lên, role áp suất thấp nối mạch lại cho động cơ máy nén hoạt động.

Hình 5-7 mô tả hệ thống lạnh nhỏ dùng máy nén hờ kiểu Φ AK của Nga. Hai hệ thống ở hình 5-6 và 5-7 chỉ khác nhau ở kiểu máy nén, còn nguyên lý hoạt động giống nhau. Với việc bố trí van điện từ trước van tiết lưu đảm bảo

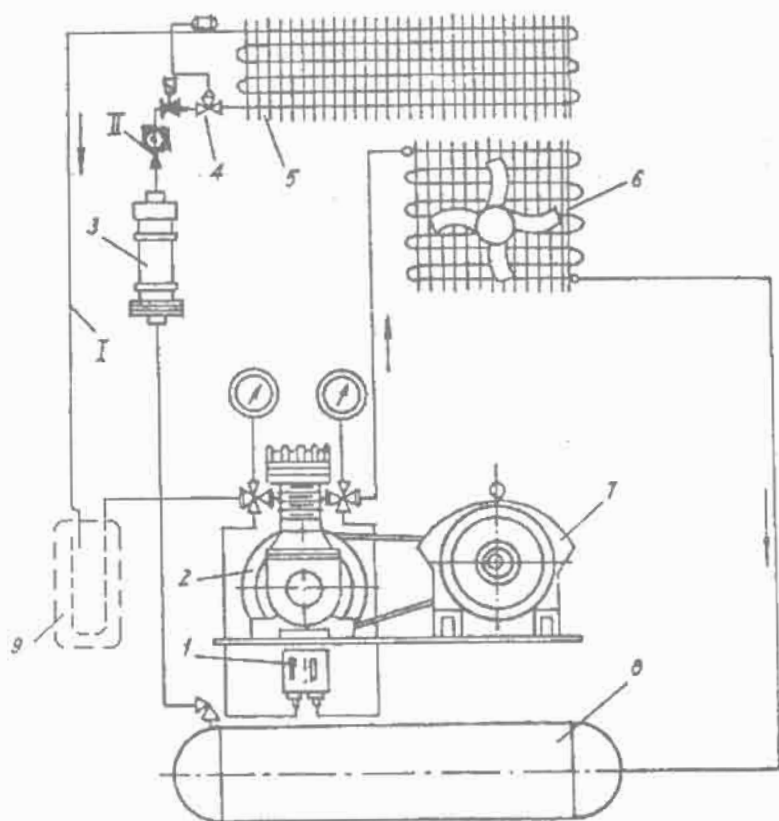


Hình 5-6.

Sơ đồ hệ thống lạnh trên máy nén kín:

1. Máy nén kín; 2. Dàn ngưng quạt;
3. Phin sấy lọc; 4. Bình chứa; 5. Van tiết lưu nhiệt; 6. Dàn bay hơi đối lưu tự nhiên;
7. Bầu cảm nhiệt của van tiết lưu;
8. Thermostat; 9. Khởi động từ;
10. Van điện từ; 11. Mắt ga.

máy hoạt động an toàn, ổn định không có hiện tượng đọng môi chất lạnh lỏng ở dàn bay hơi hoặc máy nén.



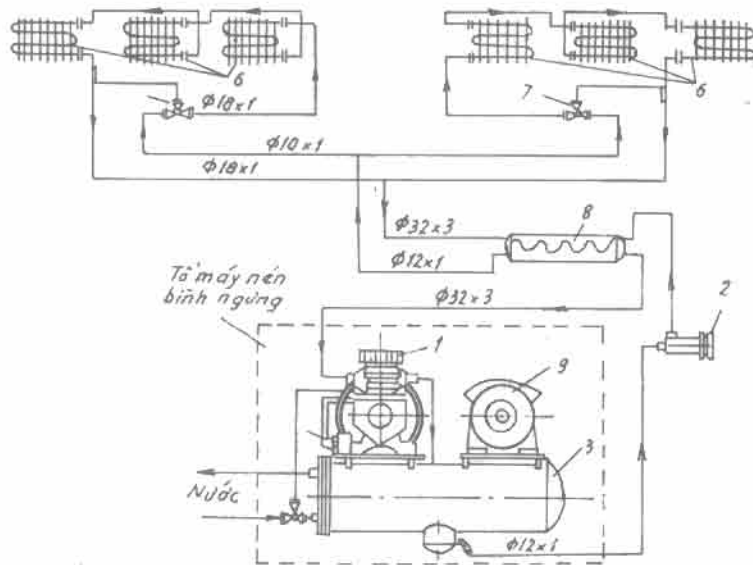
Hình 5-7. Sơ đồ hệ thống lạnh dùng máy nén hữ:

1. Rơle áp suất cao và thấp; 2. Máy nén hữ kiểu Φ AK (Nga); 3. Phin sấy lọc;
4. Van tiết lưu nhiệt; 5. Dàn bay hơi; 6. Dàn ngưng quạt; 7. Động cơ; 8. Bình chứa;
9. Bình tích lỏng; I- Đường hơi hút về máy nén; II- Đường lỏng cấp cho dàn bay hơi.

Hình 5-8 giới thiệu sơ đồ hệ thống lạnh kiểu hữ Φ B6 của Nga, môi chất lạnh R12, năng suất lạnh 7 kW (6000 kcal/h).

Hình 5-9 giới thiệu sơ đồ không gian của hệ thống lạnh AK- Φ B6 lắp đặt cụ thể cho buồng lạnh. Để đảm bảo cho lỏng khô khỏi chảy về máy nén và tuần hoàn dầu dễ dàng, với sáu dàn bay hơi, người ta có thể áp dụng phương pháp hỗn hợp để lắp đặt các dàn bay hơi nghĩa là bốn dàn cấp lỏng từ trên xuống và hai dàn cấp lỏng từ dưới lên. Nguyên lí hoạt động của hệ thống như sau. Hơi freon R12 sinh ra trong dàn bay hơi được máy nén hút về, nén lên áp suất cao và đẩy vào bình ngưng làm mát bằng nước. Ở trong bình ngưng, hơi

freon thải nhiệt cho nước, ngưng tụ lại thành lỏng. Lồng freon theo đường ống đi qua phin sấy lọc vào van tiết lưu nhiệt. Qua van tiết lưu freon lỏng có áp suất thấp và sôi trong dàn bay hơi ở nhiệt độ thấp, thu nhiệt của môi trường lạnh. Hơi lại được máy nén hút về, vòng tuần hoàn kín của môi chất lạnh được khép kín.



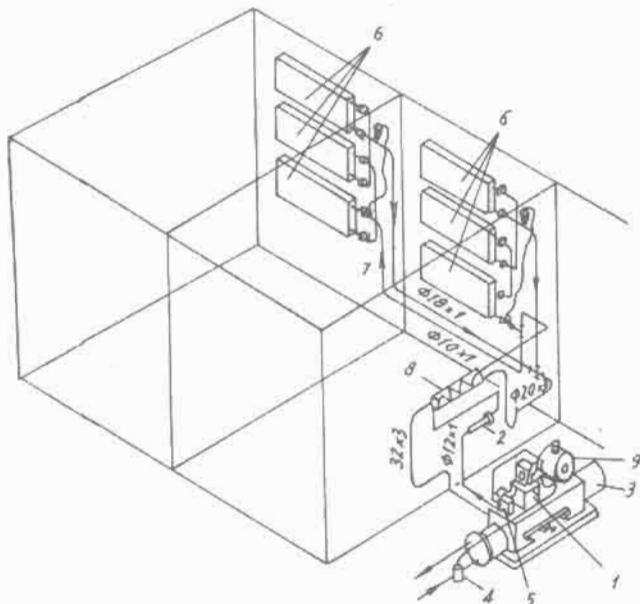
Hình 5-8. Sơ đồ nguyên lý máy lạnh AK - ΦB6:

1. Máy nén hơi; 2. Phin sấy lọc; 3. Bình ngưng làm mát bằng nước; 4. Van điều chỉnh nước làm mát nhờ tín hiệu áp suất đầu đẩy; 5. Rơle áp suất cao và thấp; 6. Dàn bay hơi tĩnh; 7. Van tiết lưu nhiệt; 8. Hối nhiệt; 9. Động cơ cơ.

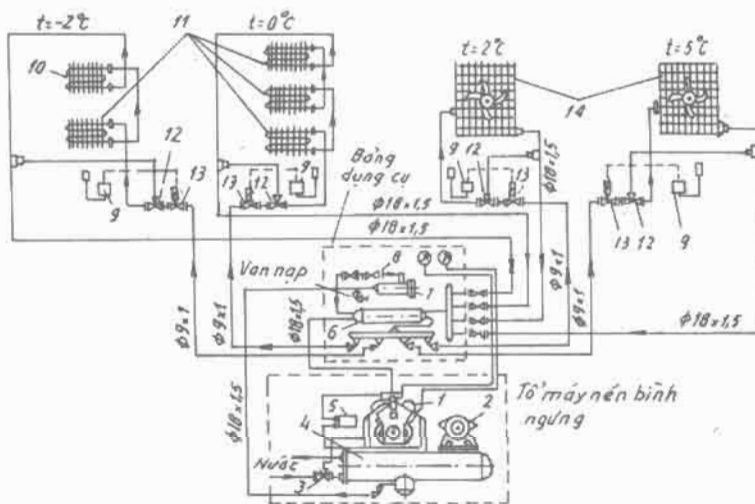
Nhiệt độ trong buồng lạnh được điều chỉnh nhờ đóng ngắt mạch của rơle áp suất thấp (pressostat). Áp suất ngưng tụ được điều chỉnh tự động nhờ van điều chỉnh nước làm mát vào bình ngưng tụ. Bảo vệ áp suất cao của máy nén nhờ rơle áp suất cao. Có thể điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh chênh nhau 45°C. Để máy gọn nhẹ và đỡ tốn vật liệu cho dàn lạnh, ngày nay, người ta sử dụng chủ yếu dàn lạnh có quạt và bố trí thêm van điện từ như hình 5-10.

Những hệ thống lạnh nhỏ năng suất lạnh từ 10 đến 14 kW có thể dùng để cấp lạnh cho bốn buồng lạnh của các cửa hàng thương nghiệp với nhiệt độ khác nhau trong mỗi buồng (hình 5-10). Trong trường hợp này từ bảng dụng cụ, phải có đường cấp lỏng và đường hơi hút riêng cho từng cụm dàn bay hơi của từng buồng. Trên đường cấp lỏng, trước van tiết lưu của mỗi cụm dàn của mỗi buồng người ta lắp một van điện từ. Thermostat 9 điều chỉnh nhiệt độ buồng qua việc đóng mở van điện từ 13. Khi nhiệt độ buồng

đạt đến mức yêu cầu, thermostat 9 ngắt mạch van điện từ. Van điện từ đóng ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi. Khi nhiệt độ xuống thấp quá mức quy



Hình 5-9. Sơ đồ không gian máy lạnh AK-Φ B6 (chú thích xem hình 5-8).



Hình 5-10. Sơ đồ nguyên lý máy lạnh XM-ΦY8:

1. Máy nén; 2. Động cơ; 3. Van điều chỉnh nước làm mát; 4. Bình ngưng; 5. Rơle áp suất; 6. Hồi nhiệt; 7. Phin sấy lọc; 8. Van điện từ; 9. Thermostat; 10. Dàn lạnh tinh PCH-12,5C; 12. Van tiết lưu nhiệt; 13. Van điện từ; 14. Dàn quạt.

định, thermostat đóng mạch van điện từ. Van điện từ mở, cấp lỏng cho dàn bay hơi. Trường hợp tất cả các van điện từ đều đóng (nghĩa là khi tất cả các buồng đều đủ lạnh) thì áp suất phía hút sẽ đột ngột giảm xuống dưới mức cho phép, role áp suất thấp sẽ tác động ngắt mạch cấp điện cho máy nén. Máy nén ngừng làm việc. Khi có một trong bốn buồng cần cấp lạnh, van điện từ buồng đó mở ra, lỏng tràn vào dàn, áp suất hút tăng lên và role áp suất lại tác động để đóng mạch cho máy nén hoạt động trở lại.

Nhiệt độ trong buồng lạnh được điều chỉnh nhờ đóng ngắt mạch của role áp suất thấp (pressostat). Áp suất ngưng tụ được điều chỉnh tự động nhờ van điều chỉnh nước làm mát vào bình ngưng tụ. Bảo vệ áp suất cao của máy nén nhờ role áp suất cao. Có thể điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh chênh nhau 45°C .

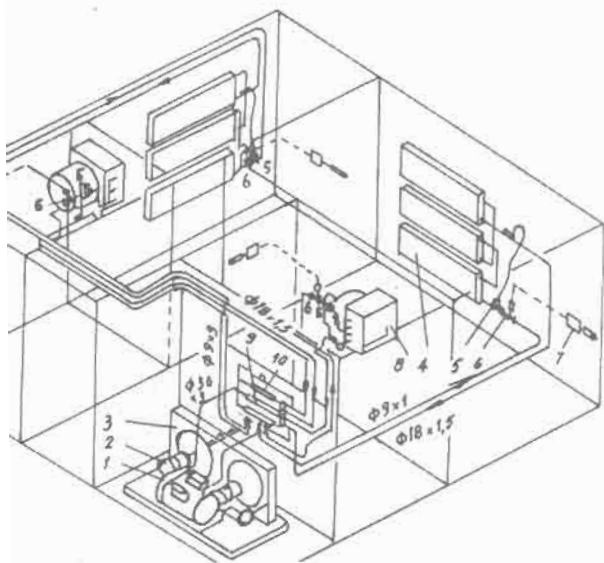
Những hệ thống lạnh nhỏ năng suất lạnh từ 10 đến 14 kW có thể dùng để cấp lạnh cho bốn buồng lạnh của các cửa hàng thương nghiệp với nhiệt độ khác nhau trong mỗi buồng (hình 6-5). Trong trường hợp này từ bảng dụng cụ, phải có đường cấp lỏng và đường hơi hút riêng cho từng cụm dàn bay hơi của từng buồng. Trên đường cấp lỏng, trước van tiết lưu của mỗi cụm dàn của mỗi buồng người ta lắp một van điện từ. Thermostat 9 điều chỉnh nhiệt độ buồng qua việc đóng mở van điện từ 13. Khi nhiệt độ buồng đạt đến mức yêu cầu, thermostat 9 ngắt mạch van điện từ. Van điện từ đóng ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi. Khi nhiệt độ buồng lên cao quá mức quy định, thermostat đóng mạch van điện từ. Van điện từ mở, cấp lỏng cho dàn bay hơi. Trường hợp tất cả các van điện từ đều đóng (nghĩa là khi tất cả các buồng đều đủ lạnh) thì áp suất phía hút sẽ đột ngột giảm xuống dưới mức cho phép, role áp suất thấp sẽ tác động ngắt mạch cấp điện cho máy nén. Máy nén ngừng làm việc. Khi có một trong bốn buồng cần cấp lạnh, van điện từ buồng đó mở ra, lỏng tràn vào dàn, áp suất hút tăng lên và role áp suất lại tác động để đóng mạch cho máy nén hoạt động trở lại.

Áp suất ngưng tụ của môi chất lạnh trong bình ngưng cũng được điều chỉnh nhờ van điều chỉnh nước. Van điều chỉnh lấy tín hiệu áp suất từ đầu dẫy. Khi áp suất đầu dẫy (áp suất ngưng tụ) quá cao, cửa van tự động mở to ra cho nước vào nhiều hơn. Khi áp suất đầu dẫy xuống quá thấp, cửa van tự động khép lại để nước vào ít hơn. Trong nhiều trường hợp, để tiết kiệm nước người ta còn lắp thêm một van điện từ trên đường cấp nước vào bình ngưng. Van điện từ mở đồng thời khi máy nén hoạt động và đóng khi máy nén nghỉ.

Trong hoàn cảnh Việt Nam, việc cung cấp nước thường xuyên cho máy nén nhiều khi gặp khó khăn. Nhiều cơ sở máy lạnh phải sử dụng nước tuần

hải có bể nước, tháp làm mát nước, bơm nước và hệ thống
un đi kèm. Đối với một máy lạnh nhỏ, điều đó gây tốn phí.
Thiết bị cơ sở lạnh đã chọn phương án dùng dàn ngưng quạt (dàn
ngưng gió) thay cho bình ngưng làm mát bằng nước. Tuy hiệu suất
thiết bị gọn nhẹ hơn, phù hợp với hoàn cảnh Việt Nam

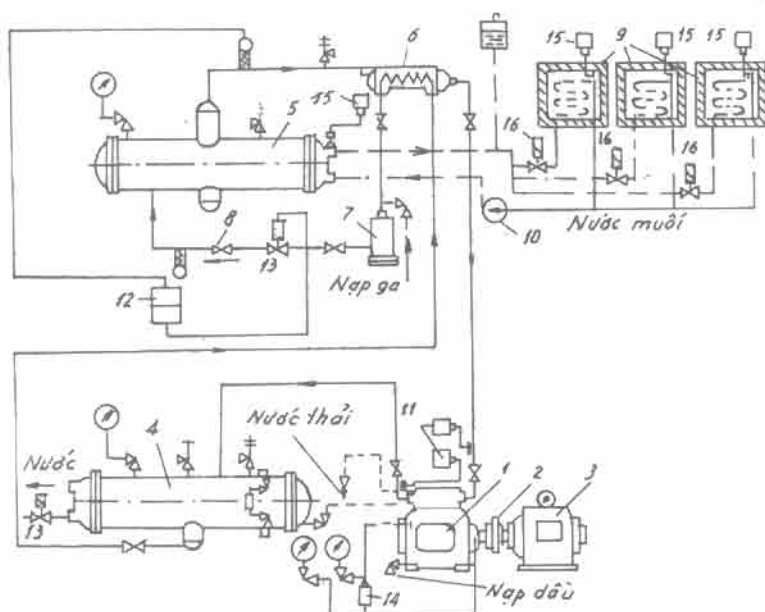
với thiếu sơ đồ không gian của máy lạnh XMBΦYBC-12 14
ngưng quạt. Máy cấp lạnh cho bốn buồng với bốn nhiệt độ
như trường hợp mô tả trên hình 5-10. Nguyên tắc hoạt động
-10 và 5-11 cũng giống nhau.



Có hai dạng tổ hợp hay gặp nhất là tổ máy nén bình ngưng là tổ hợp lạnh hoàn chỉnh làm lạnh trực tiếp và gián tiếp qua chất tải lạnh và nước muối hoặc nước. Các dạng tổ hợp đặc biệt được sử dụng khi các loại máy nén là loại đặc chủng như máy nén trục vít, máy nén li tâm.

Các tổ hợp lạnh trực tiếp thường là các loại máy lạnh dùng cho một hệ tiêu thụ lạnh như các tổ lạnh dùng trên ôtô, tàu hoả và tàu thuỷ lạnh. Các tổ hợp gián tiếp dùng cho nhiều hệ tiêu thụ lạnh như các kho lạnh hoặc hệ thống điều hoà không khí.

Hình 5-12 giới thiệu sơ đồ đặc trưng của hệ thống lạnh dùng chất tải lạnh, máy nén $\Phi B22$, $\Phi YY45$, $\Phi YY90$ của Nga năng suất lạnh 22000, 45000 và 90000 kcal/h với các thiết bị tự động điều khiển, điều chỉnh và bảo vệ, môi chất lạnh R22.



Hình 5-12. Hệ thống lạnh làm lạnh chất tải lạnh XM22 (hệ thống lạnh gián tiếp):

1. Máy nén; 2. Khớp nối; 3. Động cơ; 4. Bình ngưng; 5. Bình bay hơi; 6. Hối nhiệt;
7. Phin sấy lọc; 8. Van tiết lưu; 9. Buồng lạnh; 10. Bơm nước muối; 11. Rơle áp suất;
12. Bộ điều chỉnh cấp lỏng cho thiết bị bay hơi; 13. Van điện tử; 14. Rơle hiệu áp suất dầu;
15. Thermostat; 16. Van điện tử buồng lạnh (xem thêm hình 9.4 đến 9.10).

Nhiệt độ trong buồng lạnh được điều chỉnh theo cách thermostat đóng ngắt van điện tử cấp nước muối lạnh cho buồng lạnh. Các thermostat cùng điều khiển bơm nước muối hoạt động. Khi thermostat cuối cùng ngắt mạch

van điện từ thì ngắt mạch luôn bơm, và khi một thermostat nào đó đóng mạch mở van điện từ thì cũng đồng thời đóng mạch cho bơm nước muối 10.

Sự làm việc của máy nén cũng được điều khiển bằng thermostat bố trí trên trạm tiết lưu và trên lối ra của nước muối, lấy tín hiệu từ nhiệt độ nước muối ra. Khi bơm ngừng làm việc thì máy nén cũng ngừng làm việc, và khi bơm hoạt động trở lại thì máy nén cũng được đóng mạch để hoạt động trở lại.

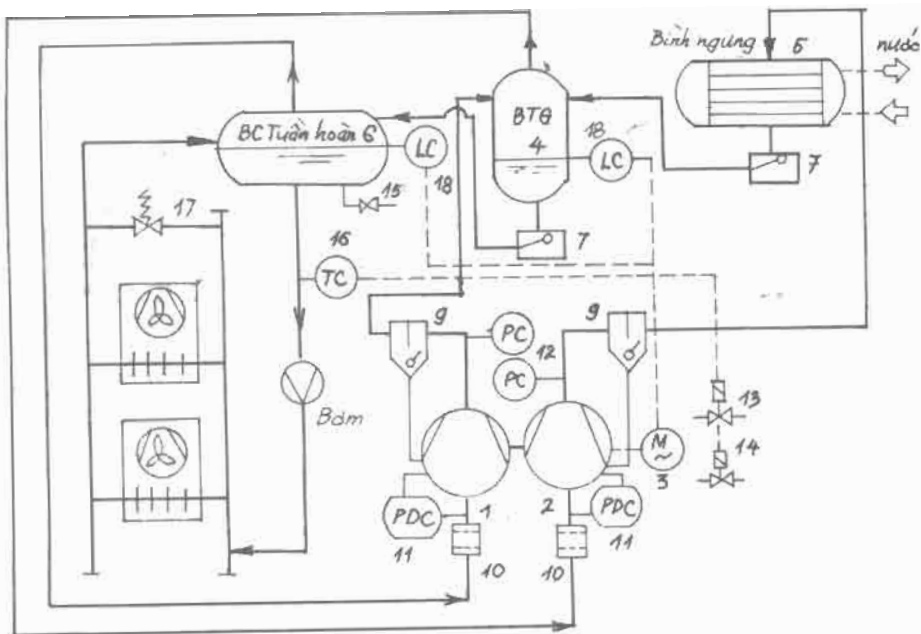
Môi chất lạnh freon được cấp vào bình bay hơi nhờ tổ hợp điều khiển nhiệt độ hai tiếp điểm bán dẫn vi sai và van điện từ. Tùy thuộc vào độ quá nhiệt của hơi môi chất lạnh hút về máy nén mà bộ điều khiển đóng ngắt van điện từ cấp lỏng hoặc ngừng cấp lỏng cho bình bay hơi. Van tiết lưu điều khiển bằng tay 8 lắp đặt phía sau van điện từ.

Role áp suất cao và thấp 11 bảo vệ máy nén khỏi áp suất quá cao phía đẩy và quá thấp phía hút. Trong các sơ đồ có bình bay hơi nước muối, role áp suất thấp rất quan trọng bảo vệ cho bình bay hơi không bị nước muối đóng băng trong các ống trao đổi nhiệt.

Hệ thống bôi trơn của máy nén được role hiệu áp suất dầu 19 kiểm tra và bảo vệ. Nếu hệ thống bôi trơn có trục trặc, áp suất dầu không đáp ứng yêu cầu bôi trơn thiết bị sẽ tác động ngừng máy nén.

Để tiết kiệm nước làm mát bình ngưng, người ta bố trí van điều chỉnh nước cùng van điện từ. Van điều chỉnh nước dùng để điều chỉnh áp suất ngưng tụ và van điện từ để đóng và mở nước đồng thời khi máy nén ngừng hoặc hoạt động trở lại.

Hình 5-13 giới thiệu sơ đồ của một hệ thống lạnh một cấp dùng cho điều hoà không khí trên tàu thủy do Kuehlautomat Berlin Đức chế tạo. Năng suất lạnh của máy $Q_0 = 150 \text{ kW}$, nhiệt độ không khí ra là 11°C và nhiệt độ ngưng tụ là 40°C . Máy nén pittông 1 được trang bị các thiết bị bảo vệ 12 đến 14 nén hơi môi chất lạnh vào bình ngưng 2. Áp suất ngưng tụ được giữ ổn định nhờ van điều chỉnh tự động nước 15. Nếu có thiết bị lắp song song có thể nối chung đường từ bình chứa ra qua van trên đường nối 16. Van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài điều chỉnh việc cấp lỏng cho dàn bay hơi. Để đạt được nhiệt độ ổn định của không khí lạnh ra người ta sử dụng bộ điều chỉnh áp suất hút gồm một van chính lắp trên đường hút và một van điều chỉnh lấy tín hiệu nhiệt độ không khí ra để điều chỉnh áp suất hút. Van điện từ 7 mở khi máy nén hoạt động và đóng khi máy nén ngừng hoạt động. Trên sơ đồ không

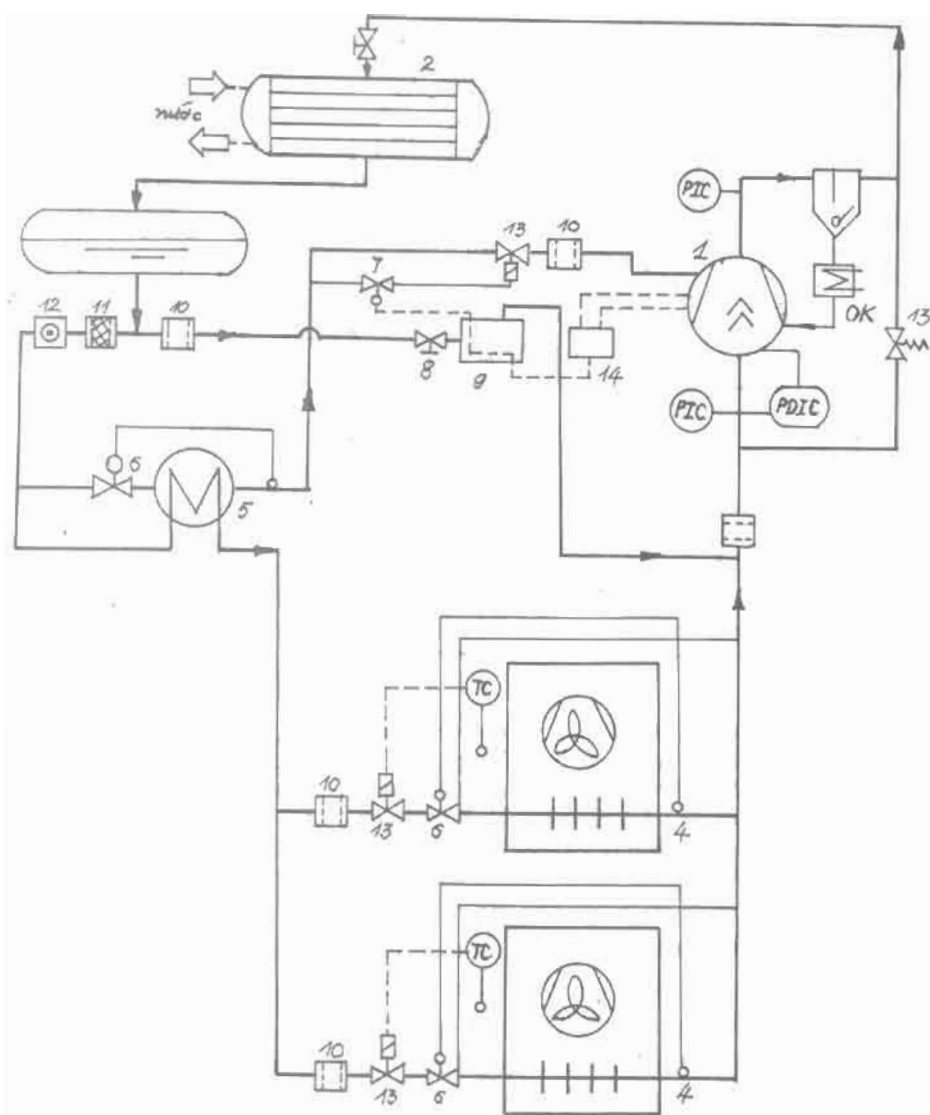


Hình 5-14. Sơ đồ đơn giản tổ hợp máy nén bình ngưng NH_3 , 2 cấp nén (Đức):

1. Máy nén hạ áp; 2. Máy nén cao áp; 3. Động cơ; 4. Bình trung gian; 5. Bình ngưng;
6. Bình tách lỏng; 7. Van tiết lưu kiểu phao áp suất cao; 8. Bơm tuần hoàn NH_3 ; 9. Bình tách dầu và thiết bị hồi dầu; 10. Phin lọc; 11. Rơle áp suất dầu; 12. Rơle áp suất cao;
13. Van khởi động; 14. Van điện tử để điều chỉnh năng suất lạnh; 15. Xả dầu và nạp ga;
16. Rơle nhiệt độ tác động van điện tử để điều chỉnh Q_0 ; 17. Van an toàn; 18. Rơle mức lỏng đóng ngắt trực tiếp động cơ máy nén.

Hình 5-15 giới thiệu sơ đồ máy lạnh trực vít của nhà máy Kuehlautomat Berlin dùng cho các tàu đánh cá lớn. Năng suất lạnh $Q_0 = 130 \text{ kW}$, nhiệt độ sôi -40°C , nhiệt độ ngưng tụ $+36^\circ\text{C}$, nhiệt độ môi chất ở bình quá lạnh từ -15 đến -20°C , nhiệt độ bay hơi ở bình quá lạnh -25°C . Nhiệt độ bay hơi thấp hơn nhiệt độ môi chất lỏng quá lạnh là 5 K .

Ở chế độ lạnh bình thường, môi chất lạnh sau khi qua máy nén sẽ đi vào bình ngưng 2, bình chứa 3, dàn lạnh 4. Năng suất của máy lạnh được điều chỉnh qua bình đo nhiệt độ (bình bay hơi phụ) 9, và bộ điều chỉnh nhiệt độ đi kèm 14. Ở bình đo nhiệt độ 9, có bố trí một đầu cảm nhiệt để nhận tín hiệu nhiệt độ tỷ lệ tương ứng với áp suất bay hơi. Bộ điều chỉnh ba điểm này điều khiển một hệ van trong hệ thống thủy lực điều chỉnh năng suất máy nén.



Hình 5-15. Máy lạnh có máy nén trục vít dùng cho tàu đánh cá R22 (Đức):

1. Máy nén trục vít với các thiết bị bảo vệ nhiệt độ dầu đẩy quá cao và quá thấp (P), hiệu áp suất dầu $\Delta P \approx 0,2$ MPa; Bình tách dầu/Bình làm mát dầu, OK và cơ cấu hồi dầu để bôi trơn ổ đỡ và để tràn dầu, đường chảy tràn với van an toàn kiểu lò xo; 2. Bình ngưng ống chùm; 3. Bình chứa; 4. Dàn lạnh quạt; 5. Bình quá lạnh; 6. Van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài; 7. Bộ điều chỉnh áp suất hút; 8. Van tiết lưu tay; 9. Bình đo nhiệt độ để tạo ra nhiệt độ tương ứng với áp suất hút; 10. Phin lọc; 11. Phin sấy; 12. Mắt gas có chỉ thị độ ẩm; 13. Van điện tử đóng khi hệ thống ngừng làm việc; 14. Bộ điều chỉnh điện tử.

Chỉ khi nhiệt độ bay hơi tăng lên, nghĩa là cần phải tăng năng suất lạnh của máy, thì thiết bị tiết lưu áp suất hút 7 bắt đầu điều khiển nâng tải máy nén (cho hút hơi ở áp suất trung gian). Qua đó lòng ngưng tụ ở bình trao đổi nhiệt 5 được quá lạnh. Bằng cách này, năng suất lạnh của máy lạnh có thể tăng lên đến 40%.

5.4 SƠ ĐỒ HỆ THỐNG LẠNH CƠ BẢN

Theo mục phân loại, chúng tôi sẽ đi sâu giới thiệu một số sơ đồ hệ thống lạnh cơ bản cho cả môi chất NH_3 và Freon cũng như cho cả cỡ nhỏ, trung bình và lớn.

5.4.1 Hệ thống lạnh 1 cấp

Hệ thống lạnh 1 cấp đã được giới thiệu trên hình 5-4. Máy nén hút hơi môi chất từ bình chứa tuần hoàn, nén lên áp suất cao để đẩy vào bình ngưng giải nhiệt bằng nước. Lòng ngưng chảy xuống bình chứa cao áp. Qua van phao hạ áp, lòng vào bình chứa tuần hoàn. Nhờ van phao hạ áp mức lòng trong bình chứa tuần hoàn được giữ không đổi. Nếu van phao hạ áp bị hỏng hóc, người ta có thể sử dụng van tiết lưu đặt phía trên để thay thế tạm thời. Lòng trong bình chứa tuần hoàn được bơm đến các dàn. Hỗn hợp lòng hơi ra từ dàn được đẩy trở lại bình chứa tuần hoàn. Hơi được hút về máy nén, còn lòng lại được bơm trở lại dàn. Bơm dịch là loại dễ hỏng nên cần có thêm một chiếc dự phòng. Mỗi phòng lạnh đều có 1 role nhiệt độ TC điều chỉnh nhiệt độ phòng. Khi thiếu lạnh (chưa đủ nhiệt độ lạnh), TC mở van điện từ cho lòng vào, khi đủ lạnh TC đóng van điện từ (ở đây chỉ biểu diễn cho 1 phòng lạnh). Ở đây không biểu diễn bình tách dầu cho máy nén.

5.4.2 Hệ thống lạnh 2 cấp

Hệ thống lạnh 2 cấp cũng đã được biểu diễn trên hình 5-5 và các hình 5-1 và 5-2. Hệ thống lạnh 2 cấp chỉ khác hệ thống lạnh 1 cấp là có thêm máy nén cấp cao áp. Phức tạp nhất ở hình 5-5 là bình trung gian. Trong trường hợp này người ta vẫn dùng van phao hạ áp để khống chế mức lòng với 1 van tiết lưu dự phòng. Lòng được quá lạnh bằng 1 ống nối trực tiếp với bình chứa cao áp. Cấp lòng vào bình chứa tuần hoàn cũng được thực hiện giống như với bình trung gian. ở bình trung gian cũng có thiết bị bảo vệ mức lòng max LAH có báo động và phải tái lập chế độ làm việc bằng tay sau khi role mức lòng tác động.

5.4.3 Sơ đồ cấp lỏng cho dàn bay hơi

Hệ thống dàn lạnh bay hơi trực tiếp là bộ phận thiết bị trực tiếp thực hiện việc cấp lạnh cho buồng. Giải pháp đúng cho cụm thiết bị này có ý nghĩa quan trọng trong việc đảm bảo sự hoạt động bình thường và hiệu quả của toàn hệ thống lạnh.

Sơ đồ cụm dàn lạnh cần đáp ứng các yêu cầu sau:

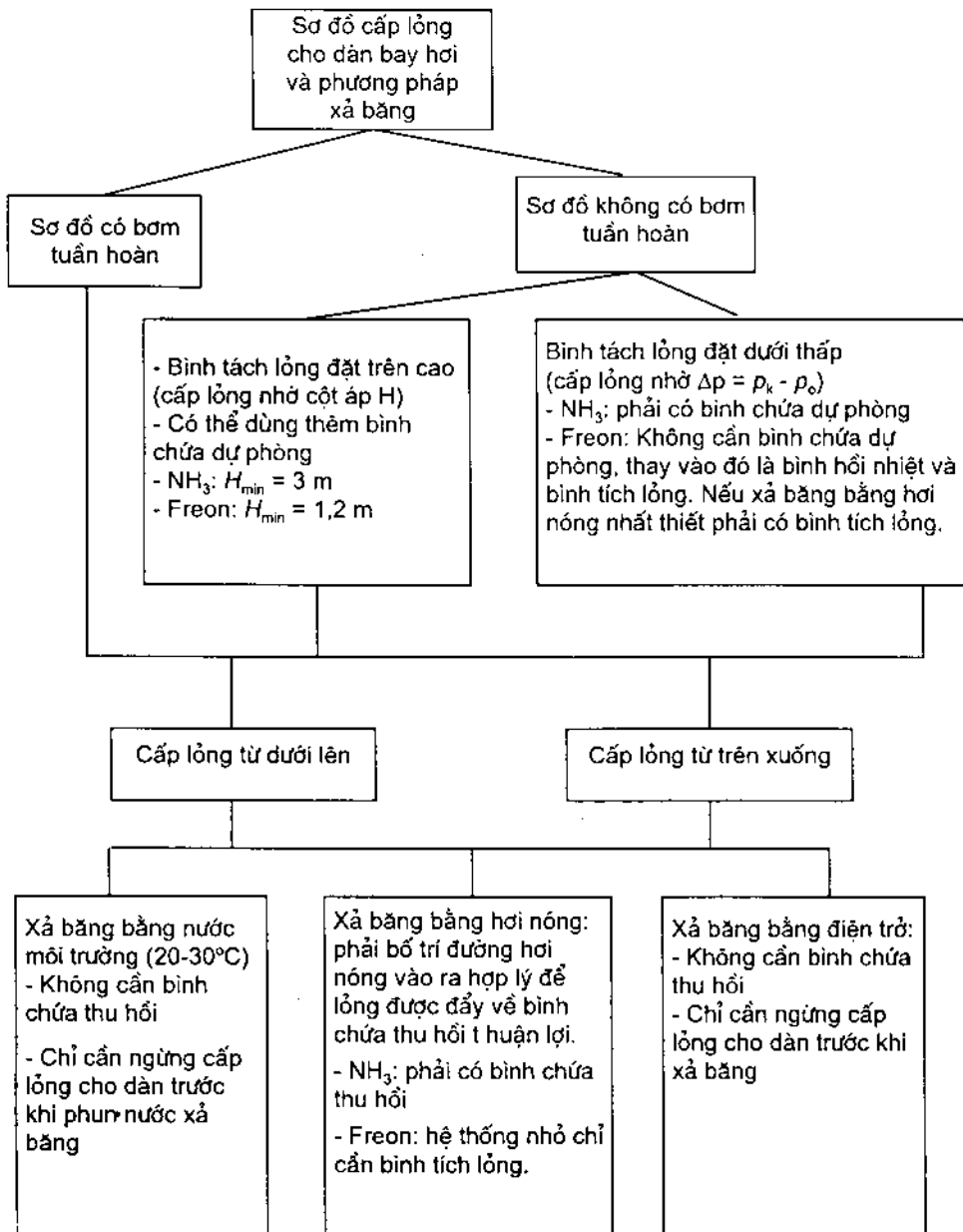
- an toàn tuyệt đối cho hệ thống không bị va đập thủy lực khi cấp lỏng cho hệ thống làm việc ở các chế độ tải nhiệt khác nhau, đặc biệt khi đầy tải hoặc quá tải;
- cấp lỏng đều cho các bề mặt trao đổi nhiệt, đảm bảo hiệu suất trao đổi nhiệt là lớn nhất;
- đảm bảo phân phối nhiệt độ đều đặn trong buồng;
- có khả năng tự động việc cấp lỏng cho dàn;
- thể tích chứa môi chất của hệ thống dàn là thấp nhất để tránh nguy hiểm do môi chất có thể gây ra;
- dễ dàng lắp ráp, vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa;
- dễ dàng xả dầu, vệ sinh, xả băng cho dàn;
- cột áp thủy tĩnh không được ảnh hưởng đến nhiệt độ sôi (hệ thống cấp lỏng nhờ cột lỏng, bình tách lỏng ở trên, kho lạnh nhiều tầng).

Hình 5-16 giới thiệu cách phân loại sơ đồ cấp lỏng cho dàn bay hơi, hình 5-17 giới thiệu ba sơ đồ cấp lỏng chủ yếu cho dàn bay hơi trực tiếp. Đó là:

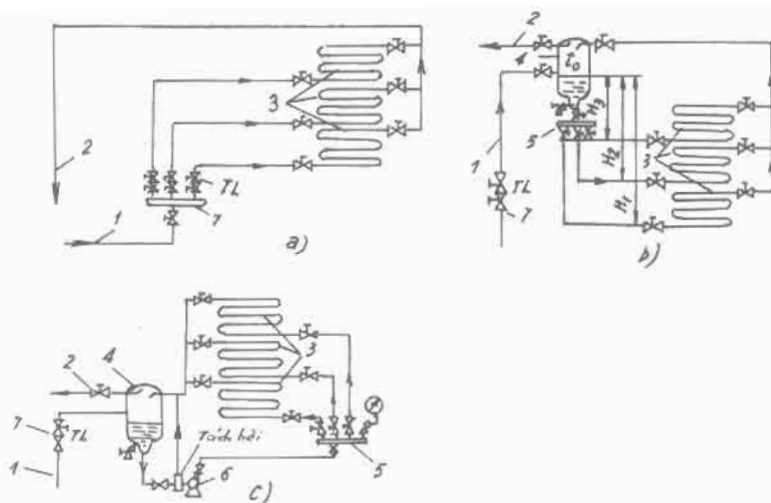
- a) cấp lỏng nhờ độ chênh áp suất giữa phía đẩy và phía hút $\Delta p = p_k - p_0$;
- b) cấp lỏng nhờ cột cấp lỏng H ;
- c) cấp lỏng nhờ bơm tuần hoàn;

Các kết quả nghiên cứu và thực nghiệm cho thấy, hiệu quả trao đổi nhiệt của dàn đạt cao nhất khi cấp lỏng từ dưới lên với điều kiện lỏng ngập trong dàn vừa phải.

Độ ngập lỏng của dàn được đánh giá qua độ quá nhiệt của hơi khi hút về máy nén. Độ ngập lỏng vừa phải có độ quá nhiệt hơi hút ổn định từ 5 đến 15 K. Nếu độ quá nhiệt quá nhỏ, dàn đã được cấp quá nhiều lỏng, nguy cơ va đập thủy lực có thể xảy ra. Nếu độ quá nhiệt quá lớn, dàn được cấp quá ít lỏng, một phần dàn chỉ có hơi, hiệu quả trao đổi nhiệt kém. Bởi vậy, tất cả các sơ đồ, đều theo hệ thống cấp lỏng từ dưới lên.



Hình 5-16. Phân loại sơ đồ cấp lỏng cho dàn bay hơi và phương pháp xả băng đi kèm.



Hình 5-17. Sơ đồ cấp lỏng cho dàn bay hơi:

- a) Nhờ độ chênh áp $p_k - p_0$; b) Nhờ cột lỏng H ; c) Nhờ bơm tuần hoàn.
 1. Đường lỏng cao áp; 2. Đường hút về máy nén; 3. Dàn bay hơi; 4. Bình tách lỏng;
 5. Ống góp của bộ phận phân phối lỏng; 6. Bơm tuần hoàn; 7. Van tiết lưu.

Từ bình chứa cao áp, lỏng theo ống 1 đến trạm tiết lưu. Do chênh lệch áp suất giữa hai phía đẩy và phía hút $\Delta p \approx 10 + 13$ bar, lỏng được phun vào dàn 3 (hình 5-17a), dù cho dàn được đặt ở các vị trí khác nhau trong buồng lạnh hay trong kho lạnh nhiều tầng. Hơi sinh ra ở dàn bay hơi sẽ theo đường 2 về máy nén. Trường hợp chỉ có một máy nén và một số dàn lạnh hạn chế có thể sử dụng phương pháp cấp lỏng này. Mỗi dàn lạnh có một van tiết lưu và có thể tự động hoá việc cấp lỏng nhờ tín hiệu quá nhiệt của hơi hút về máy nén. Cũng có thể sử dụng phương pháp tự động khác theo tín hiệu quá nhiệt.

Nếu cấp lỏng theo phương pháp 2 (hình 5-17b) thì lỏng được tiết lưu trực tiếp vào bình tách lỏng. Lỏng sẽ tự chảy vào bộ phận phân phối và chảy vào các dàn lạnh. Hơi tạo thành trong dàn sẽ kéo theo một phần lỏng chảy trở lại

bình tách lỏng. Phần hơi được hút về máy nén theo đường 2, phần lỏng sẽ rơi xuống đáy bình và chảy trở lại dàn lạnh. Để đảm bảo lỏng phân phối tốt trong dàn, bình tách lỏng phải đặt cao hơn dàn cao nhất từ 3 đến 5 m. Sơ đồ này thường được gọi là sơ đồ có bình tách lỏng đặt trên cao.

Sơ đồ này có nhược điểm là khi tải nhiệt thiết bị lớn, lỏng cuốn theo hơi lớn có thể gây va đập thủy lực cho máy nén. Để khắc phục nhược điểm này cần phải bố trí bình chứa dự phòng và nối một ống xả tràn từ bình tách lỏng tới bình chứa dự phòng.

Nhược điểm khác của sơ đồ này là nếu cột lỏng quá cao sẽ ảnh hưởng đến nhiệt độ bay hơi. Điều này dễ nhận ra ở phạm vi nhiệt độ thấp.

Đối với hệ thống lạnh lớn có nhiều hộ tiêu thụ lạnh (nhiều dàn), phương pháp cấp lỏng ở hình 5-17a, b đều tỏ ra có nhiều nhược điểm. Nhược điểm quan trọng là phân phối lỏng không đều cho các dàn. Khi đó người ta phải sử dụng sơ đồ có bơm tuần hoàn (hình 5-17c).

Sau khi đi qua van tiết lưu lỏng vào bình tách lỏng, sau đó được bơm tuần hoàn hút và đẩy vào ống phân phối cho các dàn lạnh. Hơi sinh ra ở dàn bay hơi kéo theo một phần lỏng quay trở lại bình tách lỏng. Ở bình tách lỏng, hơi theo đường 2 về máy nén còn lỏng theo bơm 6 quay trở lại các dàn lạnh.

Trong sơ đồ này, bình tách lỏng đặt ở phía dưới các dàn bay hơi, ở ngay trong gian máy và thiết bị. Bơm đặt thấp hơn bình tách lỏng ít nhất $1,5 \div 3$ m để đảm bảo tuần hoàn được môi chất lỏng. Để đề phòng cột lỏng quá nhỏ, hơi có thể lọt vào bơm làm gián đoạn sự hoạt động của bơm người ta bố trí thiết bị tách hơi 7 trước bơm.

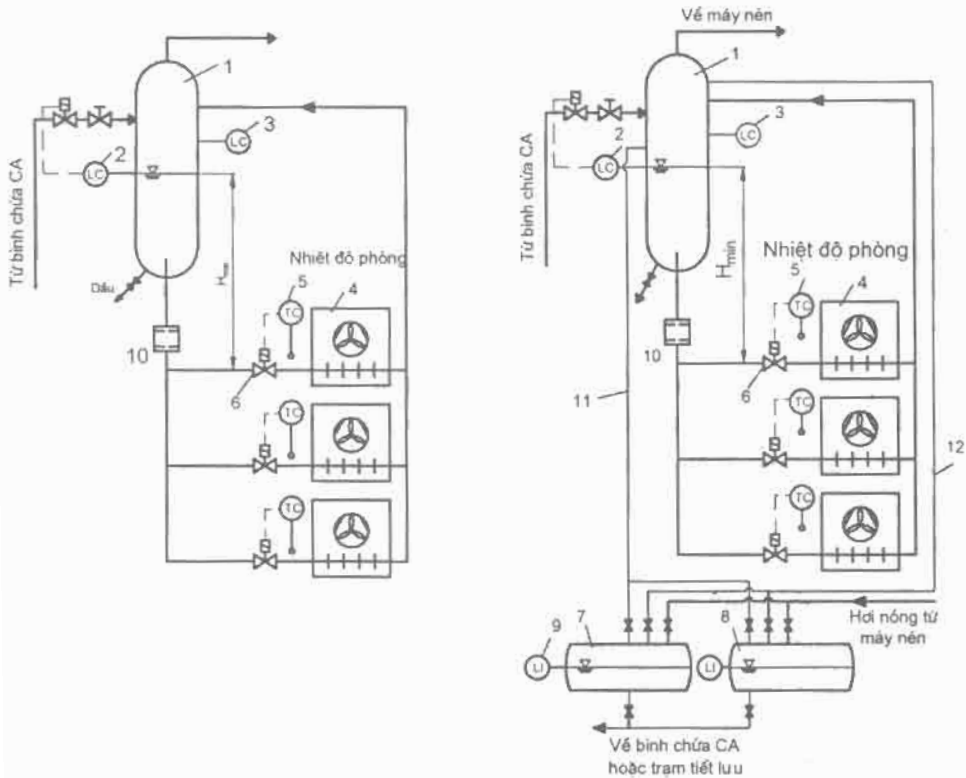
Ưu điểm của hệ thống có bơm tuần hoàn là :

- lỏng lưu động trong dàn với tốc độ lớn, tất cả bề mặt dàn được thấm ướt làm cho hiệu quả trao đổi nhiệt tăng;
- phân phối lỏng cho các dàn đồng đều hơn;
- giảm hiện tượng phun hơi và lỏng từ dàn khi tải nhiệt của dàn tăng đột ngột.

Nhược điểm của nó là thêm bơm và tiêu tốn thêm năng lượng cho bơm.

5.4.4 Sơ đồ bình tách lỏng đặt trên cao

Hình 5-18 giới thiệu sơ đồ bình tách lỏng đặt trên cao đơn giản không có bình chứa dự phòng và có bình chứa dự phòng. Do những nhược điểm đã nêu nên sơ đồ này chỉ sử dụng hạn chế cho các kho lạnh đến 600 tấn.



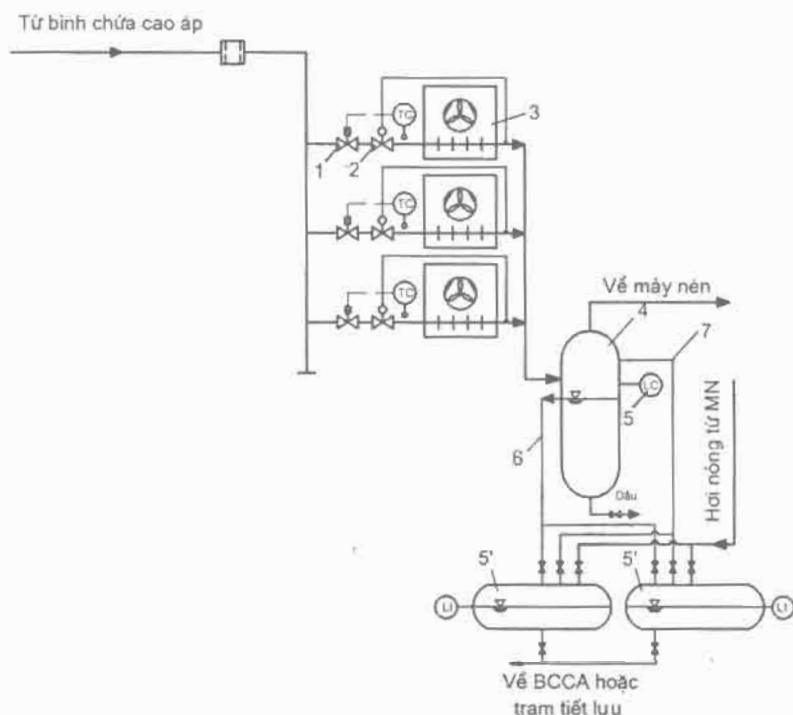
Hình 5-18. Sơ đồ bình tách lỏng đặt trên cao có và không có bình chứa dự phòng
 1. Bình tách lỏng; 2. Rơle mức lỏng khống chế mức lỏng trong bình;
 3. Rơle mức lỏng max trong bình; 4. Dàn lạnh; 5. Rơle nhiệt độ; 6. Van điện tử;
 7, 8. Bình chứa dự phòng; 9. Ống thủy (bộ chỉ báo mức lỏng); 10. Phin lọc;
 11. Ống chảy tuần hoàn; 12. Ống cân bằng hơi (xem thêm [22])

Ở đây, bố trí lỏng tiết lưu trực tiếp vào bình tách lỏng. Mức lỏng được khống chế nhờ rơle mức lỏng (có thể dùng van phao hạ áp). Lỏng tự chảy từ bình tách lỏng vào dàn bay hơi.

Trường hợp tải nhiệt của dàn lạnh tăng đột ngột, để bảo vệ máy nén không hút phải lỏng khí bình bị ngập lỏng, người ta bố trí rơle mức lỏng³, ngắt mạch máy nén. Ở các hệ thống lớn có thể bố trí thêm bình chứa dự phòng, khi mức lỏng tăng, lỏng chảy tràn về bình chứa dự phòng (luôn phải có 2 bình thay nhau làm việc, 1 làm việc, 1 đẩy lỏng về bình chứa cao áp). Ở điều kiện làm việc bình thường, bình chứa dự phòng rỗng. Nếu mức lỏng ở 1 bình chứa đạt mức tiêu chuẩn người ta chuyển bình kia làm việc còn lỏng trong bình đây sẽ dùng hơi cao áp từ máy nén đẩy về bình chứa cao áp, đôi khi đẩy qua van tiết lưu trở lại bình tách lỏng.

Nhược điểm cơ bản của sơ đồ này là bình tách lỏng phải đặt cao trên tất cả các thiết bị khác, khó khăn cho việc theo dõi, đặc biệt đối với kho lạnh nhiều tầng.

5.4.5 Sơ đồ bình tách lỏng đặt dưới thấp với bình chứa dự phòng



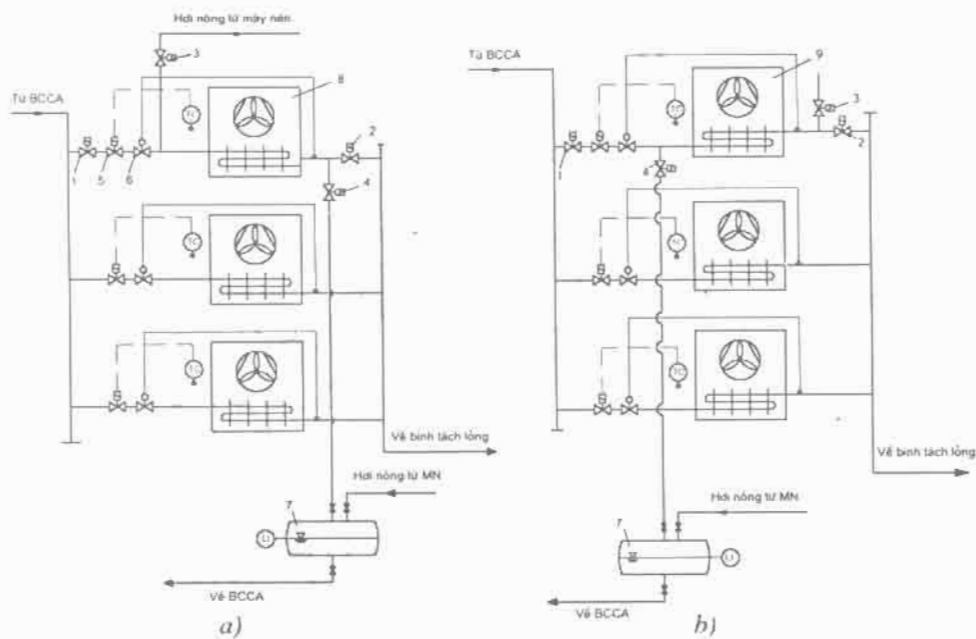
Hình 5-19. Sơ đồ bình tách lỏng đặt dưới thấp với bình chứa dự phòng:
 1. Van điện tử; 2. Van tiết lưu nhiệt; 3. Dàn bay hơi; 4. Bình tách lỏng;
 5. Rơle mức lỏng bảo vệ; 5'. Bình chứa dự phòng; 6. Ống chảy tràn;
 7. Ống cân bằng hơi (xem thêm [22]).

Để khắc phục nhược điểm trên, người ta sử dụng sơ đồ bình tách lỏng đặt dưới thấp. Đối với môi chất NH_3 , sơ đồ này bắt buộc phải có bình chứa dự phòng (hình 5-19). Đối với freon, người ta chỉ cần bố trí bình tích lỏng đặt phía sau dàn lạnh.

Cần lưu ý trong sơ đồ này: van tiết lưu cho các dàn bay hơi là van tiết lưu nhiệt, cố độ quá nhiệt $5 \div 15$ K. Bình tách lỏng luôn giữ mức lỏng ngang với ống chảy tràn đảm bảo độ quá nhiệt hơi hút về máy nén không quá cao (đặc biệt đối với NH_3). Hoạt động của bình chứa dự phòng giống như sơ đồ bình tách lỏng trên cao.

5.4.6 Sơ đồ xả băng với bình chứa thu hồi

Hệ thống amoniác xả băng bằng hơi nóng bắt buộc phải có bình chứa thu hồi. Hình 5-20 giới thiệu sơ đồ nguyên lý hệ thống dàn bay hơi với bình chứa thu hồi.



Hình 5-20. Sơ đồ xả băng với bình chứa thu hồi:

1, 2, 3, 4. Hệ van điện từ điều khiển xả băng; 5. Van điện từ điều chỉnh nhiệt độ phòng; 6. Van tiết lưu nhiệt; 7. Bình chứa thu hồi; 8. Dàn bay hơi cấp lỏng từ trên xuống (a); 9. Dàn bay hơi cấp lỏng từ dưới lên (b); Ghi chú: ở đây chỉ vẽ đường xả băng cho 1 dàn để đỡ rối.

Khi xả băng, đóng van điện từ 1 và 2 sau đó mở van điện từ 3 và 4. Hơi nóng từ đầu đẩy máy nén đi vào dàn, trong quá trình xả băng, lỏng bị đẩy

vào bình chứa thu hồi. Kết thúc quá trình xả băng, van điện từ 3 và 4 đóng lại, van 1 và 2 mở ra để quay về chu kỳ làm lạnh. Việc xả băng được tiến hành cho từng dàn một. Khi bình chứa thu hồi đạt mức lỏng tiêu chuẩn, người ta khoá van thu hồi, mở van lấy hơi nóng từ đầu đẩy về trạm tiết lưu.

5.4.7. Sơ đồ có bơm tuần hoàn

Sơ đồ có bơm tuần hoàn đã được giới thiệu trên hình 5-1 đến 5-4 và hình 5-17c và 5-21. Sơ đồ có bơm ngày càng được ứng dụng rộng rãi, đặc biệt cho các kho lạnh lớn làm lạnh trực tiếp có nhiều dàn bay hơi. So với sơ đồ không bơm, sơ đồ này có thêm bình chứa tuần hoàn. Sơ đồ hệ thống lạnh có bơm có thể chia ra một số loại sau:

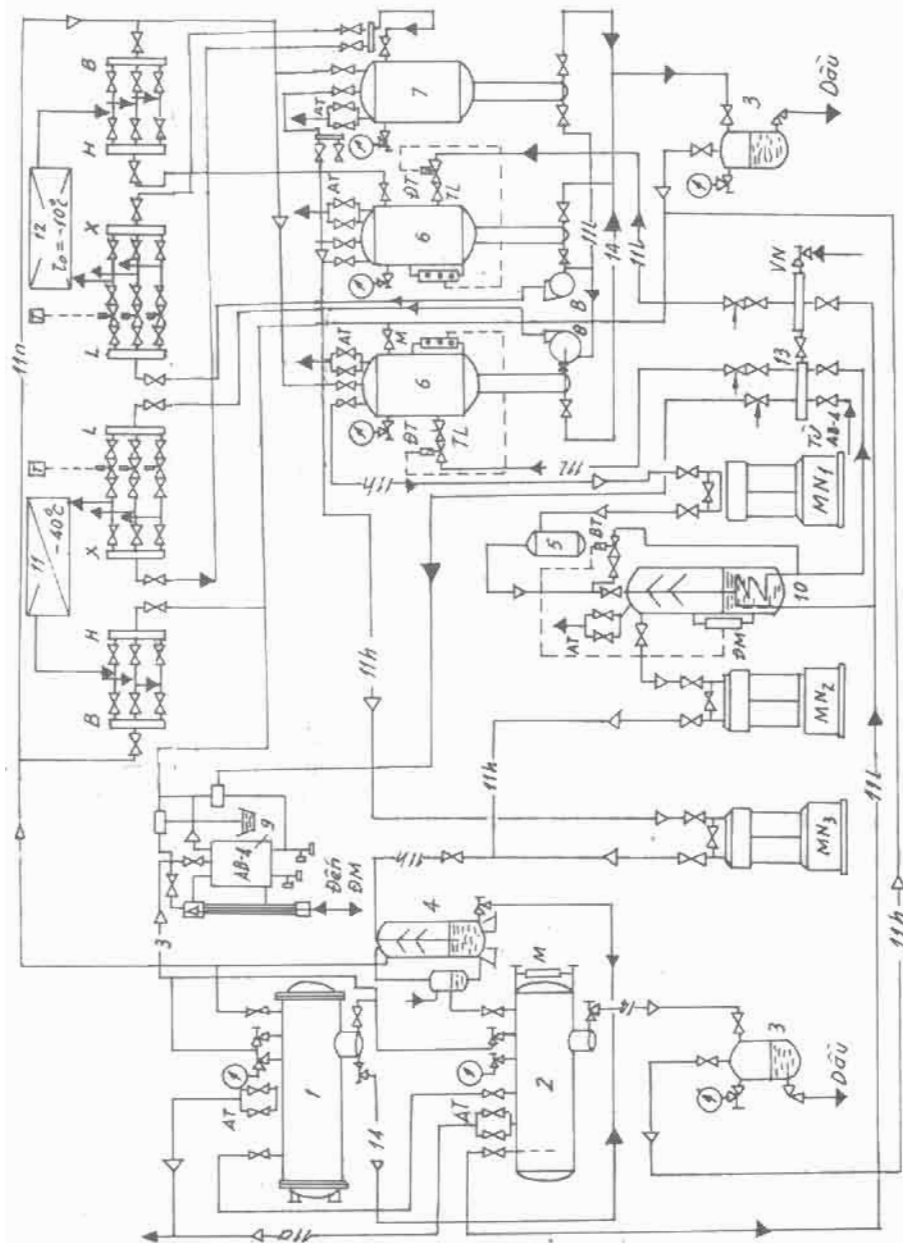
- Sơ đồ có bình chứa tuần hoàn đặt nằm ngang,
- Sơ đồ có bình chứa tuần hoàn đặt đứng,
- Sơ đồ cấp lỏng từ trên xuống,
- Sơ đồ cấp lỏng từ dưới lên.

Nếu chọn sơ đồ cấp lỏng từ trên xuống, cần phải chú ý đến việc xả môi chất lỏng về bình chứa tuần hoàn. Điều này đặc biệt quan trọng đối với kho lạnh một tầng vì hầu như tất cả các thiết bị đều có độ cao như nhau. Vì vậy đối với kho lạnh một tầng và tầng dưới của kho lạnh nhiều tầng không nên sử dụng sơ đồ cấp lỏng từ trên xuống.

Khi sử dụng bình chứa tuần hoàn nằm ngang, cần phải có thêm bình tách lỏng, trong khi bình chứa tuần hoàn đặt đứng đồng thời làm chức năng tách lỏng.

Hình 5-21 a, b giới thiệu sơ đồ hoàn chỉnh của một hệ thống lạnh hai nhiệt độ có bơm tuần hoàn cấp lỏng từ dưới lên.

Để phục vụ cho nhiệt độ sôi thấp -40°C người ta sử dụng hai máy nén M_1 (nén áp thấp) và M_2 (nén áp cao) với bình trung gian 10 có ống xoắn. Để phục vụ cho nhiệt độ sôi cao -10°C , người ta dùng một máy nén M_3 . Đường đẩy của máy nén M_2 (cao áp) hợp với đường đẩy của máy nén M_3 , đi qua van một chiều rồi vào bình tách dầu 4, sau đó vào bình ngưng 1. Hơi môi chất thải nhiệt cho nước làm mát, ngưng tụ lại trong bình ngưng rồi chảy xuống bình chứa 2. Từ bình chứa 2, lỏng được đưa đến trạm tiết lưu 13 bằng hai đường:



Hình 5-21 a. Sơ đồ hoàn chỉnh hệ thống lạnh hai nhiệt độ có bơm cấp lỏng từ dưới lên: MN₁, MN₂, MN₃. Máy nén; 1. Bình ngưng; 2. Bình chứa cao áp; 3. Bình chứa dầu; 4, 5. Bình tách dầu; 6. Bình chứa tuần hoàn; 7. Bình chứa thu hồi; 8. Bơm tuần hoàn; 9. Bình tách khí không ngưng; 10. Bình trung gian; 11. Dàn bay hơi -40°C; 12. Dàn bay hơi -10°C; 13. Trạm tiết lưu; B. Ống góp xả bằng; H- Ống góp xả hơi; X- Ống góp xả lỏng; L- Ống góp phân phối lỏng; AT- Van an toàn; TL- van tiết lưu; ĐT- Van điện tử; VN- Van nạp môi chất lạnh;

- trực tiếp đến trạm tiết lưu (lồng không được quá lạnh) để tiết lưu cho hệ thống bay hơi nhiệt độ cao -10°C ;

- gián tiếp qua ống xoắn bình trung gian (lồng được quá lạnh đến nhiệt độ trung gian) để tiết lưu cho hệ thống bay hơi nhiệt độ thấp.

Mỗi hệ thống nhiệt độ bay hơi có một bình chứa tuần hoàn, một bơm tuần hoàn riêng.

Từ trạm tiết lưu, lồng được tiết lưu trực tiếp vào bình chứa tuần hoàn qua van chặn, van điện từ và van tiết lưu. Mức lồng trong bình chứa tuần hoàn 6 được duy trì không đổi nhờ role mức lồng M kiểu phao kết hợp với van điện từ DT . Mức lồng xuống dưới mức quy định. M cho tín hiệu đóng van điện từ ngừng cấp lồng vào bình. Bơm tuần hoàn 8 đẩy lồng từ bình chứa tuần hoàn đến các ống góp lồng L của dàn lạnh tương ứng. Lồng từ ống góp L được phân phối vào các dàn nối song song. Hơi hình thành trong các dàn đi về ống góp hơi H rồi theo đường hơi quay lại bình chứa tuần hoàn. Lồng chưa kịp bay hơi cuốn theo hơi rơi xuống phía dưới, được bơm đẩy trở lại dàn còn hơi theo đường phía trên bình về máy nén tương ứng. Hơi từ bình chứa của hệ -40°C về máy nén hạ áp MN_1 , còn hơi từ bình chứa của hệ -10°C về máy nén MN_3 .

Phá băng cho dàn lạnh được tiến hành bằng hơi nóng như đã mô tả trong các sơ đồ trên.

Để tách khí không ngưng, sơ đồ này sử dụng bình tách khí không ngưng tự động 9 ký hiệu AB-4 [12]. Trên các thiết bị đều có bố trí van an toàn AT , áp kế và các dụng cụ cần thiết.

5.5 SƠ ĐỒ CHẤT TẢI LẠNH CỦA HỆ THỐNG LẠNH GIÁN TIẾP

Do các nhược điểm của hệ thống dùng chất tải lạnh lồng đã nêu ở chương 1, do sự hoàn thiện nhanh chóng của các hệ thống lạnh trực tiếp nên các hệ thống lạnh dùng chất tải lạnh trung gian ngày càng ít được sử dụng.

Ngày nay người ta chỉ sử dụng các hệ thống lạnh nước muối cho các kho lạnh nhỏ từ 15 đến 50 t, các hệ thống nước lạnh cho điều hoà không khí kiểu trung tâm, trong các máy lạnh chuyên dùng như máy kem, máy đá thực phẩm, trong các bể đá khối ...

Chất tải lạnh chủ yếu gồm :

- nước: cho nhiệt độ đến 5°C ;

- nước muối ăn cho nhiệt độ đến -16°C ;
- nước muối CaCl_2 cho nhiệt độ sôi đến -45°C ;
- một số loại dung dịch hữu cơ như metanol, etanol... cho các nhiệt độ sôi thấp hơn nữa.

Nước muối CaCl_2 được sử dụng rộng rãi nhất. Tính chất cơ bản của nó giới thiệu trong bảng 5-1. Ở hàm lượng 29,9 kg muối/100 kg dung dịch hoặc 42,7 kg muối/100 kg nước, dung dịch đạt nhiệt độ cùng tinh (eutectic) là nhiệt độ đóng băng thấp nhất.

Bảng 5-1. Tính chất nước muối CaCl_2

Khối lượng riêng ở 15°C , kg/l	Hàm lượng muối %		Nhiệt độ đóng băng, $^{\circ}\text{C}$	Nhiệt dung riêng kJ/kgK				
	trong dung dịch	trên 100 phần nước		0	-10	-20	-30	-40
1,00	0,1	0,1	0,0	4,20	-	-	-	-
1,05	5,9	6,3	-3,0	3,83	-	-	-	-
1,10	11,5	13,0	-7,1	3,50	-	-	-	-
1,15	16,8	20,2	-12,7	3,22	3,20	-	-	-
1,16	17,8	21,7	-14,2	3,17	3,15	-	-	-
1,17	18,9	23,3	-15,7	3,13	3,11	-	-	-
1,18	19,9	24,9	-17,4	3,09	3,06	-	-	-
1,19	20,9	26,5	-19,2	3,04	3,02	-	-	-
1,20	21,9	28,0	-21,2	3,00	2,98	2,95	-	-
1,21	22,8	29,6	-23,3	2,96	2,94	2,91	-	-
1,22	23,8	31,2	-25,7	2,93	2,91	2,88	-	-
1,23	24,7	32,9	-28,3	2,90	2,87	2,85	-	-
1,24	25,7	34,6	-31,2	2,87	2,84	2,82	2,79	-
1,25	26,6	36,2	-34,6	2,84	2,81	2,79	2,76	-
1,26	27,5	37,9	-38,6	2,81	2,78	2,76	2,73	-
1,27	28,4	39,7	-43,6	2,78	2,75	2,73	2,70	2,68
1,28	29,4	41,6	-50,1	2,75	2,73	2,70	2,68	2,65
1,286	29,9	42,7	-55,0	2,73	2,71	2,69	2,66	2,64

Nước muối gây ăn mòn rất mạnh nên người ta thường hoà thêm vào dung dịch muối các phụ gia kim hãm sự ăn mòn như các muối có các thành phần crôm và đưa độ pH của dung dịch về 7. Cũng có thể dùng các chất tải

lạnh ít ăn mòn khác như dung dịch nước ethylenglycol. Với ethylenglycol người ta có thể đạt nhiệt độ đông băng thấp hơn :

Nồng độ ethylenglycol, %	30	40	50	60	70
Nhiệt độ đông băng, °C	-16	-25,5	-37,2	-51	-67,2

Hệ thống nước muối còn được phân loại ra hệ thống kín và hệ thống hở. Hệ thống kín là nước muối không tiếp xúc với không khí và hệ thống hở là nước muối có bề mặt tiếp xúc với không khí.

Hệ thống hở chỉ sử dụng cho các hệ thống lạnh nhỏ.

Hệ thống kín sử dụng cho các hệ thống lạnh lớn vì độ ăn mòn thiết bị nhỏ hơn.

Do hơi nước trong không khí ngưng đọng vào nước muối hệ thống hở, nước muối nhanh chóng bị loãng và người ta phải định kỳ bổ sung thêm muối vào nước muối.

a) Sơ đồ hệ thống nước muối hở

Sơ đồ hệ thống nước muối hở biểu diễn trên hình 5-22.

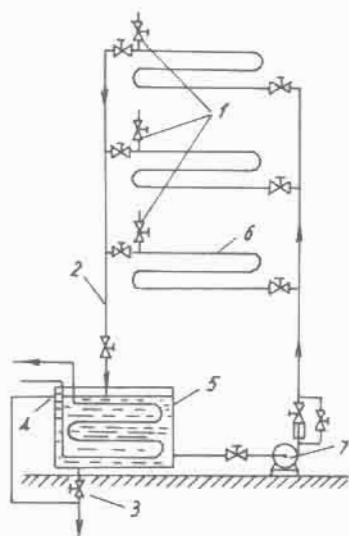
Nước muối được làm lạnh trong bể nước muối nhờ dàn lạnh bay hơi trực tiếp. Nước muối lạnh được bơm 7 bơm lên cấp vào các dàn lạnh từ dưới lên. Đi qua dàn lạnh, nước muối nóng lên vào ống 2 hồi về bể.

Các dàn đều có bố trí van xả khí ở phía trên dàn.

Đầu ống hồi cho ngập xuống để giảm khả năng lọt không khí vào nước muối gây ăn mòn.

Van 3 để xả nước muối ra khỏi bể và ống 4 để nước muối chảy tràn xả ra khỏi bể, tránh bể bị đầy ứ. Cấp nước muối cho dàn từ dưới lên để vị trí lắp đặt (chiều cao) của bể nước muối và dàn không phụ thuộc vào nhau.

Ưu điểm của hệ thống là không cần có bình dẫn nở, bề mặt tiếp xúc với không khí tương đối nhỏ, cấu tạo và vận hành đơn giản.



Hình 5-22.

Sơ đồ hệ thống nước muối hở:

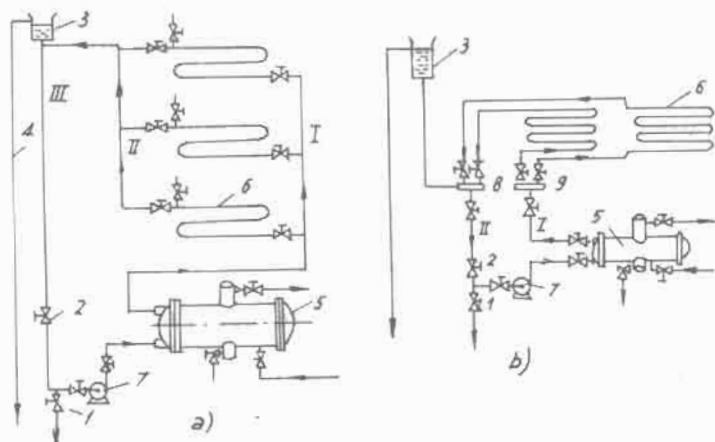
1. Van xả khí; 2. Ống hồi; 3. Van xả nước muối;
4. Ống xả tràn; 5. Dàn bay hơi trong bể nước muối; 6. Dàn lạnh nước muối;
7. Bơm tuần hoàn nước muối.

Tuy nhiên cần chú ý đến việc cấp nước muối đồng đều cho các dàn lạnh.

b) Sơ đồ hệ thống nước muối kín

Sơ đồ hệ thống nước muối kín được biểu diễn trên hình 5-23. Hệ thống nước muối kín được chia ra hai loại: loại ba ống và loại hai ống.

Hình 5-23a biểu diễn sơ đồ hệ thống ba ống: I - Ống cấp; II - Ống hồi; III - Ống bù (ống điều hoà). Bơm 7 bơm nước muối qua bình bay hơi ống chùm 5 để làm lạnh, đẩy vào ống I để cấp cho các dàn nối song song. Trong dàn, nước muối thu nhiệt của môi trường, nóng lên, ra khỏi dàn đi vào ống hồi II, sau đó theo ống bù III để về bơm. Sơ đồ ba ống có ưu điểm chính:



Hình 5-23. Sơ đồ hệ thống nước muối kín:

a) Hệ thống ba ống; b) Hệ thống hai ống:

1. Van xả; 2. Van chặn đường hồi; 3. Bình dẫn nở; 4. Ống xả tràn; 5. Bình bay hơi;
6. Dàn nước muối; 7. Bơm tuần hoàn nước muối; 8. Ống góp hồi; 9. Ống góp phân phối.

Chiều cao nước muối của các dàn đều bằng nhau vì ống II quay lên trên điểm cao nhất sau đó mới theo ống III đi xuống (không giống như cách bố trí trên hình 5-21), do đó việc cấp lỏng cho các dàn là đồng đều, phù hợp với kho lạnh nhiều tầng.

Điểm cao nhất của ống II được nối với ống bù III và bình dẫn nở 3. Bình giãn nở 3 để bù thể tích nước muối khi hạ nhiệt độ ở nhiệt độ thấp, thể tích nước muối giảm.

Nước muối chứa trong bình 3 sẽ bù cho hệ thống. Khi dừng máy, nhiệt độ nước muối tăng, nước muối nở ra, phần nước muối dư bị đẩy vào bình 3.

Nước muối trong bình đầy lên. Để tránh bình 3 quá đầy, người ta bố trí ống xả tràn 4. Van 1 nối hệ thống với thùng chứa nước muối. Khi muốn cấp thêm nước muối vào hệ thống, người ta khoá van 2 và mở van 1 hút nước muối lên cho đến khi nước muối trên bình 3 chảy tràn qua ống 4.

Ưu điểm của hệ thống kín là tiêu tốn năng lượng cho bơm nhỏ, thiết bị ít bị ăn mòn hơn, nước muối không bị giảm nồng độ do không tiếp xúc với không khí, xả khí tốt hơn (xả khí qua van xả và qua bình 3).

Các thiết bị của hệ thống kín không cần đặt vào một gian riêng mà có thể đặt trực tiếp ngay trong gian máy vì chúng không gây ảnh hưởng xấu đến các máy và thiết bị khác.

Ngày nay trong một vài kho lạnh còn sử dụng hệ thống kín hai ống (hình 5-22 b): ống I là ống phân phối và ống II là ống hồi với ống góp phân phối 9 và ống góp hồi 8. Nhược điểm của hệ thống là phân phối nước muối khó đồng đều trong dàn nên chỉ sử dụng cho các trường hợp các ống từ bình bay hơi đến các ống góp và các dàn không quá khác biệt.

Thể tích bình dẫn nở được xác định theo biểu thức :

$$V_{dn} = V \cdot \beta \cdot \Delta t, \text{ m}^3 \quad (5-1)$$

V - thể tích dung dịch nước muối chứa trong hệ thống, m^3 ;

β - hệ số dẫn nở thể tích do nhiệt độ, lấy $\beta = 0,0006 \text{ 1/K}$;

Δt - khả năng thay đổi nhiệt độ lớn nhất khi vận hành, K.

Cần bố trí các van xả không khí cho dàn, nắp đầy, lỗ thông khí và xả tràn cho bình dẫn nở.

c) Sơ đồ phá băng của các dàn nước muối

Sơ đồ xả băng dùng nước muối nóng được giới thiệu trong [22].

Nhưng theo chúng tôi, ở điều kiện Việt nam, để phá băng cho các dàn nước muối hợp lí nhất, người ta sử dụng nước môi trường phun lên dàn để xả băng.

MỘT SỐ HỆ THỐNG LẠNH CỤ THỂ

6.1 THIẾT BỊ KẾT ĐÔNG THỰC PHẨM

6.1.1 Đại cương

Kho lạnh bao giờ cũng được trang bị các thiết bị kết đông thực phẩm để hạ nhiệt độ sản phẩm xuống đến nhiệt độ bảo quản trước khi đưa vào buồng bảo quản.

Tuỳ theo nhiệt độ sản phẩm đưa vào chia ra kết đông 1 pha và 2 pha. Kết đông 1 pha là đưa nhiệt độ sản phẩm từ nhiệt độ môi trường xuống đến -12°C (đôi khi -18°C) và 8°C trên bề mặt sản phẩm. Kết đông 2 pha làm lạnh sơ bộ từ nhiệt độ môi trường xuống 4°C , sau đó mới kết đông đến nhiệt độ theo yêu cầu như trên.

Tuỳ theo tốc độ kết đông chia ra:

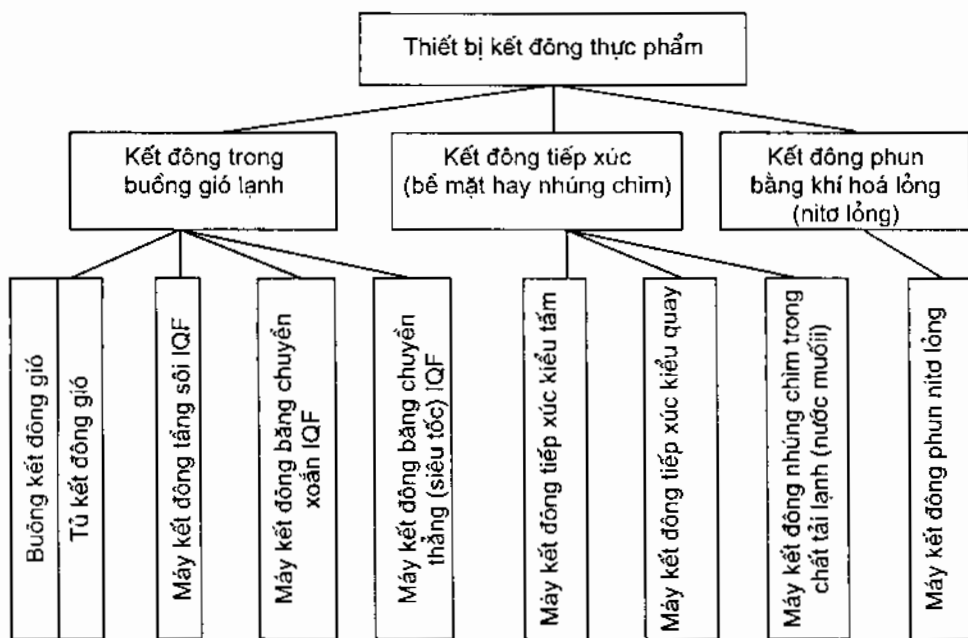
- Kết đông rất chậm, tốc độ kết đông dưới $0,1\text{ cm/h}$,
- Kết đông chậm, từ $0,1$ đến $0,5\text{ cm/h}$, nhiệt độ không khí -25°C , tốc độ 1 m/s ,
- Kết đông nhanh, từ $0,5$ đến 5 cm/h , nhiệt độ không khí -35°C , tốc độ $3 \div 5\text{ m/s}$,
- Kết đông rất nhanh, trên 5 cm/h ,
- Kết đông siêu nhanh, $300 + 600\text{ cm/h}$.

Kết đông siêu nhanh còn gọi là kết đông cực nhanh thường được tiến hành bằng cách nhúng hoặc phun nitơ lỏng sôi ở -196°C vào sản phẩm.

Tuỳ theo phương pháp kết đông có thể phân ra kết đông trong luồng không khí lạnh, kết đông tiếp xúc, kết đông phun khí hoá lỏng...

Tuỳ theo dạng sản phẩm chia ra kết đông cả con (bò, lợn cả con, $1/2$ con, $1/4$ con), dạng bánh, hộp tiêu chuẩn hoặc kết đông rời...

Mỗi loại sản phẩm yêu cầu một dạng thiết bị kết đông riêng. Thí dụ, bò, lợn 1/2 con được kết đông trong buồng, hầm lạnh kiểu tunnel; các loại tôm cá dạng bánh kết đông trong máy kết đông tiếp xúc còn tôm nguyên con, đậu, đỗ, bánh pizza, cá philê.. được kết đông trong tủ đông gió hoặc máy kết đông rời IQF. Hình 6-1 giới thiệu sơ đồ phân loại thiết bị kết đông.



Hình 6-1. Sơ đồ phân loại máy kết đông.

Điều kiện để có sản phẩm kết đông chất lượng cao:

- Chất lượng đầu vào của các sản phẩm
- Điều kiện vệ sinh gia công và chế biến
- Độ chín tới của thực phẩm (độ chín sinh học)
- Bao bì bảo quản
- Quá trình kết đông trong máy kết đông
- Quá trình bảo quản đông và độ ổn định nhiệt độ
- Quá trình tan giá để đưa ra sử dụng.

Hao hụt khối lượng và phương pháp giảm hao hụt:

Hao hụt sản phẩm là do ẩm trong sản phẩm bay hơi bám vào dàn lạnh dưới dạng băng tuyết. Sự vận chuyển này rất đặc trưng cho quá trình xử lý lạnh và kết đông thực phẩm. Tổn hao khối lượng phụ thuộc vào rất nhiều

yếu tố khác nhau như độ chênh nhiệt độ giữa sản phẩm và dàn lạnh, diện tích trao đổi nhiệt của sản phẩm và không khí lạnh, phương pháp kết đông, điều kiện kết đông. Bảng 6-1 giới thiệu hao hụt khối lượng ở các phương pháp kết đông khác đối với thịt lợn, bò 1/2 hoặc 1/4 con khối lượng 70 ÷ 100 kg.

Bảng 6-1. Một số thông số về kết đông thịt lợn, bò 1/2 hoặc 1/4 con khối lượng 70 ÷ 100 kg

Phương pháp kết đông		Nhiệt độ tâm thịt		Không khí trong buồng kết đông		Thời gian kết đông	Tổn hao khối lượng
		Vào	Ra	Nhiệt độ	Tốc độ		
		°C	°C	°C	m/s	h	%
2 pha	- Chậm	4	-8	-18	0,1 ÷ 0,2	40	2,58
	- Tăng cường	4	-8	-23	0,5 ÷ 0,8	26	2,35
	- Nhanh	4	-8	-35	3 ÷ 4	16	2,20
1 pha	- Chậm	37	-8	-23	0,1 ÷ 0,2	36	1,82
	- Tăng cường	37	-8	-30	0,5 ÷ 0,8	24	1,60
	- Nhanh	37	-8	-35	1 ÷ 2	20	1,2

Để giảm hao hụt như vậy nên sử dụng phương pháp kết đông 1 pha nhanh. Ngoài ra cần lưu ý:

- Bao gói sản phẩm bằng nilon và hút chân không để tránh tạo ra lớp cách nhiệt, thuận lợi đối với gà...
- Tạo lớp áo băng trên sản phẩm càng sớm càng tốt,
- Tránh băng sau khi kết đông,
- Xếp chặt trong kho bảo quản, có phủ vải bạt tránh băng...
- Nhiệt độ bảo quản càng thấp, hao hụt khối lượng càng nhỏ.

Thiết bị tái đông thực phẩm:

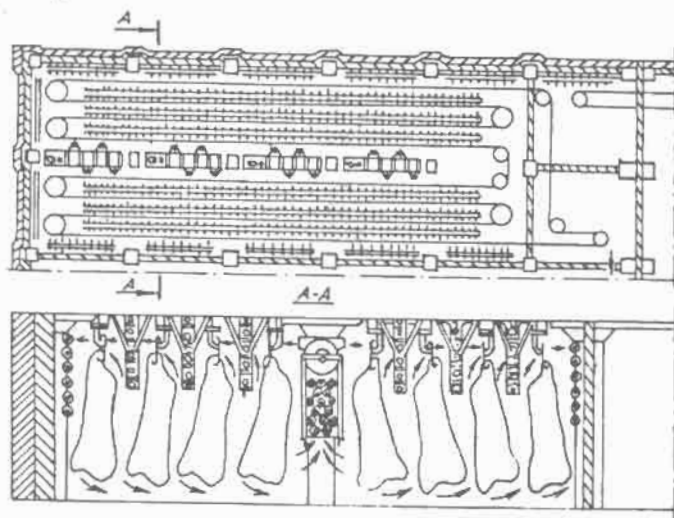
Thực phẩm sau khi kết đông được đưa qua các khâu như mạ băng, bao bì, đóng gói. Nhiệt độ sản phẩm có bị tăng lên chút ít. Để đảm bảo chất lượng sản phẩm tốt hơn, duy trì nhiệt độ ổn định hơn người ta cho sản phẩm qua thiết bị tái đông. Thiết bị tái đông là máy kết đông dạng thẳng nhưng có chiều dài ngắn hơn.

Sau đây là một số dạng thiết bị kết đông và tái đông thường gặp:

6.1.2 Buồng kết đông

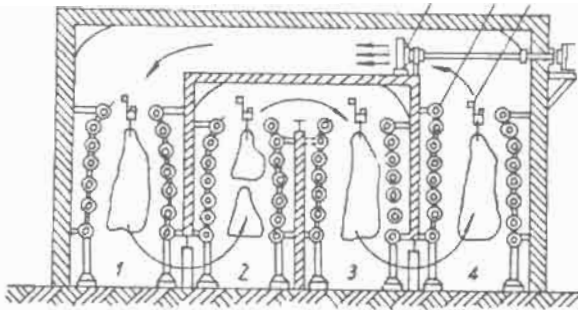
Buồng kết đông được trang bị các dàn lạnh ống cánh quạt gió cưỡng bức mạnh để tăng cường trao đổi nhiệt giữa sản phẩm không khí và dàn lạnh. Chế độ kết đông giới thiệu ở mục 1.3. Các dàn lạnh là các dàn trực tiếp, môi chất lạnh (frêon hoặc amôniac) sôi ở trong ống. Thịt bố trí trên giá treo hoặc bố trí trên xe goòng loại 1/2 hoặc 1/4 con. Nhiệt độ không khí đạt -35°C và tốc độ đạt 2 m/s.

Hình 6-2 mô tả buồng kết đông kiểu Gerasimov. Buồng được trang bị các dàn lạnh một hàng ống, bố trí không chỉ trên trần, trên tường mà còn bố trí ở giữa các dãy móc treo thịt. Ngoài ra, dọc theo chiều dài buồng, giữa các hàng cột người ta còn bố trí các dàn lạnh có quạt gió cưỡng bức đạt tốc độ gió lưu thông 2 m/s.



Hình 6-2. Buồng kết đông kiểu Gerasimov.

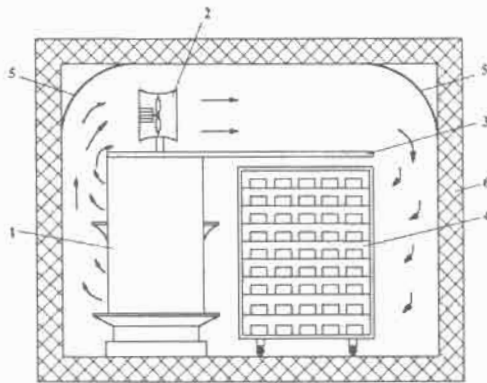
Hình 6-3 mô tả buồng kết đông kiểu Tunnel dùng để kết đông thịt nửa con (lợn) và 1/4 con (bò). Trên diện tích 6 x 6 m người ta bố trí bốn tunnel (đường hầm) có đường móc treo thịt. Chất tải và tháo tải được cơ khí hoá. Dọc theo tunnel người ta bố trí các dàn lạnh ống xoắn có cánh áp tường. Trên các vách ngăn giữa các tunnel người ta bố trí các khe lưu thông không khí. Quạt gió bảo đảm sự lưu thông gió cưỡng bức với tốc độ trung bình đạt $3 \div 3,5$ m/s. Năng suất lạnh kết đông mỗi buồng như vậy khoảng 10 t/ngày đêm.



Hình 6-3. Buồng kết đông kiểu Tunel (ВНИИХ- Nga)
1, 2, 3, 4. Tunel; 5. Quạt; 6. Dàn lạnh; 7. Đường móc treo.

Trong các kho lạnh chế biến và phân phối người ta sử dụng các buồng lạnh kết đông với hệ thống làm lạnh không khí dùng dàn lạnh tăng cường БОГ-230.

Đối với việc kết đông các sản phẩm có kích thước nhỏ hơn như cá, tôm, rau, hoa quả với kích thước tương đối đồng đều người ta có thể bố trí buồng kết đông như giới thiệu trên hình 6-4 với phương án dùng xe đẩy đặt sản phẩm.



Hình 6-4. Buồng kết đông dùng xe xếp sản phẩm
1. Dàn lạnh xả bằng băng nước; 2. Quạt gió; 3. Tấm ngăn;
4. Xe xếp sản phẩm; 5. Tấm dẫn hướng gió; 6. Vỏ cách nhiệt

Xe xếp sản phẩm có thể di động tự do trên mặt sàn hoặc trên đường ray bố trí trên sàn. Dàn bay hơi bố trí dọc theo xe sản phẩm. Để tuần hoàn không khí thuận lợi có thể bố trí dàn phía trên dàn lạnh, ngăn cách khoang trên và dưới buồng sấy bằng một tấm ngăn hướng gió. Tấm dẫn hướng 5 để giảm tổn thất áp suất do tạo dòng chảy rối. Người ta còn có thể bố trí các cánh dẫn hướng gió khác để phân phối đều gió lạnh cho sản phẩm được kết

đồng đều đặn. Số lượng quạt và công suất quạt được tính toán sao cho tốc độ gió đạt khoảng 5 m/s ở giai đoạn đầu và 3 m/s ở 1/3 chiều dài còn lại của buồng kết đông là tối ưu nhất. Như vậy ở giai đoạn đầu sản phẩm có thể được kết đông tức thời tránh hao hụt sản phẩm còn ở giai đoạn sau sản phẩm có thời gian kết đông dần vào tâm. Theo các nghiên cứu, tổn hao năng lượng khi đó đạt hiệu quả cao nhất.

Kích thước của buồng kết đông phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại sản phẩm, phương pháp bố trí dàn, quạt, số tầng của xe, kích thước của sản phẩm. Đối với kết đông cá thông thường có thể lấy theo các giá trị định hướng cho trong bảng 6-2.

Bảng 6-2. Kích thước định hướng buồng kết đông gió theo năng suất kg/m²

Năng suất buồng kết đông kg/m ²	Kích thước D × R × C mm	Dung tích m ³	Hệ số chất tải g _v kg/m ³
500	4500 × 2400 × 2800	22	46
2500	4500 × 4500 × 3000	48	104
3500	4500 × 4500 × 3000	58	120
5000	5400 × 5400 × 3000	70	140

Cách nhiệt buồng có thể là kiểu panel lắp ghép dày 150 mm bằng xốp polyurethane hệ số dẫn nhiệt 0,020 W/mK hai bên là lớp tôn mạ màu (color bond) dày 0,6 mm có cán sóng. Các panel được ghép với nhau bằng khóa cam lệch tâm (cam lock). Cách nhiệt buồng cũng có thể được làm theo phương pháp truyền thống là xây gạch, cách nhiệt, cách ẩm bằng polystilol và nhựa đường. Loại này hình thức không đẹp nhưng rẻ hơn.

Cách nhiệt nền cần lưu ý tới 3 điều kiện sau đây:

- Đảm bảo tải trọng yêu cầu.
- Chống được phồng nền do đóng băng
- Đủ độ dày cách nhiệt

Với kho lắp ghép bằng panel, để đảm bảo tải trọng cần phải bố trí một lớp bê tông chịu tải đủ dày. Để tránh đóng băng nền phải bố trí ống gió (Φ100 bằng ống nhựa di zizac và có 2 đầu thông ra ngoài để thông gió). Với kho xây dựng bằng gạch cũng phải có lớp bê tông chịu lực. Để cách nhiệt không bị bẹp, phải có các dầm gỗ sơn hắc ín đỡ, và để tránh đóng băng phải có ống thông gió.

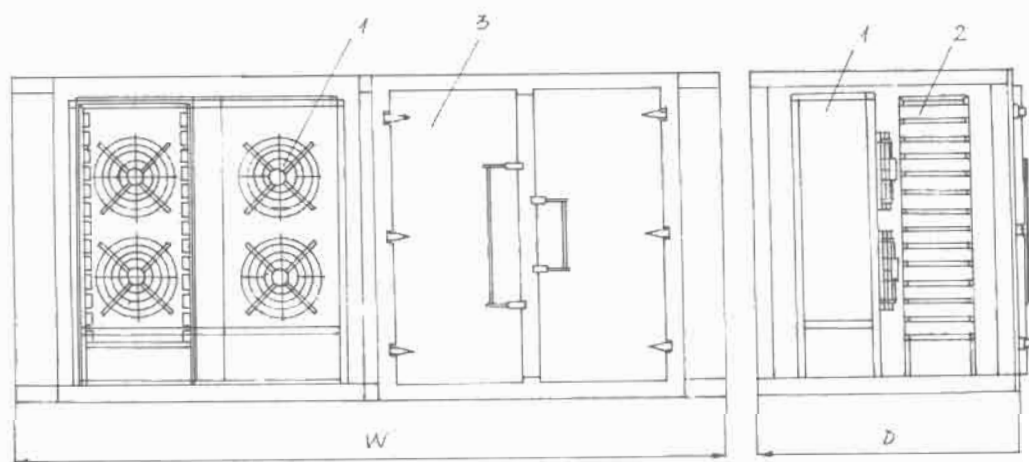
6.1.3 Tủ kết đông thổi gió

Tủ kết đông thổi gió (Air - blast freezer) là dạng máy kết đông có năng suất nhỏ, kết đông trong luồng gió lạnh, làm việc theo từng mẻ, sản phẩm đặt trên khay hoặc trên xe đẩy, theo kiểu rời, không đóng thành bánh hoặc khuôn định hình.

Tủ kết đông thổi gió do Searefico (Bộ Thủy Sản) chế tạo bao gồm một vỏ tủ cách nhiệt dày 150 mm bằng polyurethane, bên trong bố trí một hệ thống dàn lạnh với quạt gió cưỡng bức hiệu suất cao và giá đặt sản phẩm kết đông. Phòng kết đông sản phẩm được chia làm 2 ngăn loại 100/125 kg, 4 ngăn loại 200/250 kg, 6 ngăn loại 300 kg và 8 ngăn loại 400 kg, mỗi ngăn chứa 50 kg hoặc 62,5 kg có cửa riêng biệt.

Các ngăn kết đông được thiết kế độc lập nên có thể hoạt động riêng rẽ và có thể quay vòng sản phẩm, rất thích hợp cho các nhà máy ở vùng nguyên liệu không ổn định hoặc thường xuyên thay đổi sản phẩm với kích cỡ và chủng loại khác nhau.

Tủ có thể có hệ thống lạnh riêng hoặc mắc nối chung vào hệ thống lạnh có sẵn, môi chất lạnh R22 hoặc amoniác. Hình 6-5 giới thiệu hình dáng, kết cấu tủ và bảng 6-3 giới thiệu một số đặc tính kỹ thuật của tủ.



Hình 6-5. Tủ kết đông thổi gió của Searefico:

1. Dàn quạt lạnh;
2. Giá kết đông sản phẩm;
3. Cửa tủ và bản lề.

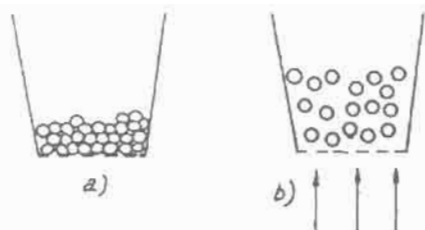
Bảng 6-3. Một số thông số kỹ thuật của tủ kết đông thổi gió của Searefico Bộ Thủy sản

Thông số	Đơn vị	Năng suất kết đông (kg/m ²)				
		100	200	300	400	
Kích thước phủ bì	Dài L	mm	2750	5450	8190	10865
	Rộng W	mm	1975	1975	1975	1975
	Cao H	mm	2300	2300	2300	2300
Chiều dày cách nhiệt vỏ PU	mm	150	150	150	150	
Cửa	kích thước	mm	800 × 1900			
	số lượng cửa	chiếc	2	4	6	8
Giá sản phẩm	kích thước	mm	730 × 510 × 1900			
	số lượng	chiếc	2	4	6	8
	bước giá	mm	70	70	70	70
	số tầng	-	25	50	75	100
Khay sản phẩm	kích thước	mm	750 × 500 × 60			
	số khay	chiếc	25	50	75	100
	vật liệu	-	nhôm			

6.1.4 Máy kết đông tầng sôi

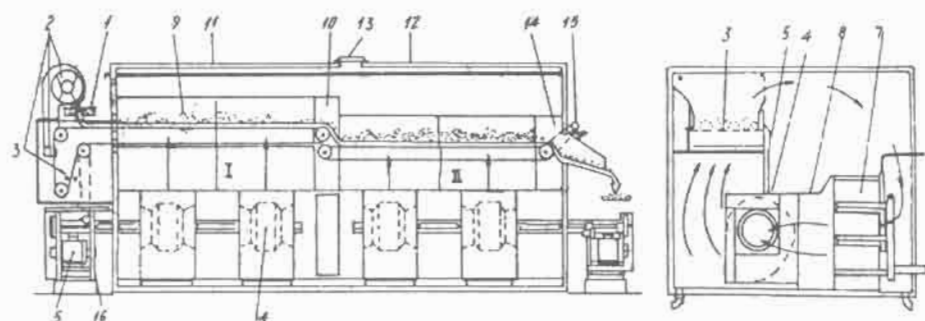
Các sản phẩm có kích thước nhỏ như đậu Hà Lan, cà rốt, su hào thái vuông, khoai tây rán, các loại quả dâu có thể dùng phương pháp tầng sôi. Nguyên tắc của phương pháp này là thực phẩm được đưa vào một kênh cố định bố trí theo chiều dọc hầm sấy, sau khi kết đông xong sẽ chảy ra phía bên kia. Dòng không khí được quạt thổi từ phía dưới lên. Các sản phẩm được nâng lên lơ lửng trong đệm khí. Do được tiếp xúc với dòng không khí lạnh từ nhiều phía nên sản phẩm kết đông rất nhanh. Một ưu điểm nổi bật của phương pháp này là các sản phẩm không bị vón cục và kết dính lại với nhau do đóng băng. Không khí lạnh vừa làm nhiệm vụ kết đông sản phẩm vừa làm nhiệm vụ vận chuyển sản phẩm từ cửa nạp đến cửa ra do tạo luồng không khí có định hướng do đó đơn giản được hầu hết các cơ cấu vận chuyển sản phẩm trong hầm đông, thường là các cơ cấu rất dễ hỏng hóc như băng chuyền, cơ cấu đẩy, cơ cấu nâng hạ, động cơ và hộp số.

Hình 6-6 mô tả nguyên lí kết đông kiểu tầng sôi.



Hình 6-6. Nguyên tắc kết đông nhanh kiểu tầng sôi:

- a) Sản phẩm ở trạng thái đứng im;
b) Sản phẩm trong quá trình kết đông nhanh kiểu tầng sôi.



Hình 6-7. Hầm kết đông kiểu tầng sôi (Samifi – Babcock)

1. Cơ cấu nạp sản phẩm với tấm rung điều chỉnh được độ rung theo sản phẩm nạp;
2. Cơ cấu rửa và sấy tự động cho băng thứ nhất;
3. Băng kết đông inox có các xích truyền động bên cạnh;
4. Quạt ly tâm điều chỉnh được tốc độ;
5. Động cơ quạt;
6. Cửa kiểm tra;
7. Dàn bay hơi tráng kèm có cánh;
8. Cấu kiểm tra;
9. Sản phẩm;
10. Đoạn chuyển tiếp giữa hai vùng I và II;
11. Xả băng bằng hơi nóng;
12. Bao che cách nhiệt;
13. Kính quan sát (tùy theo yêu cầu có thể lắp ở vị trí khác);
14. Cửa trượt sản phẩm ra ngoài bằng inox;
15. Động cơ và hộp số cho mỗi băng chuyển, tốc độ điều chỉnh được cho từng loại sản phẩm.

Hình 6-7 mô tả kết cấu của hầm kết đông kiểu tầng sôi của hãng Samifi - Babcock, năng suất kết đông đến 10 tấn/giờ sử dụng cho các loại sản phẩm nặng và rời như ngô bắp. Sản phẩm đi từ trái sang phải qua hết hầm kết đông bằng các băng vận chuyển. Luồng không khí lạnh vừa kết đông vừa tạo tấm đệm không khí cho sản phẩm. Vùng I bố trí dòng không khí yếu để bảo vệ sản phẩm đến điểm đóng băng, làm cứng bề mặt sản phẩm. Vùng II sản

phẩm được kết đông đến nhiệt độ yêu cầu với tốc độ không khí mạnh hơn. Một số kích thước cơ bản cho ở bảng 6-3.

Bảng 6-3. Máy kết đông theo hình 6.7

Kiểu	Năng suất, kg/h (đậu Hà lan)	Dài mm	Rộng mm	Cao mm
SBL 2L2	1900	7870	4600	4000
2L4	2900	9870	4600	4000
4L4	3800	11870	4600	4000
4L6	4800	13870	4600	4000
4L8	5600	15870	4600	4000
6L8	6600	18070	4600	4000
6L10	7500	20070	4600	4000
6L12	8400	22070	4600	4000

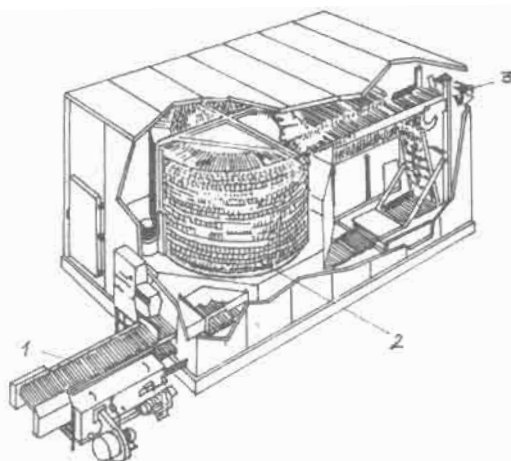
6.1.5 Máy kết đông băng chuyên xoắn

Máy kết đông băng chuyên xoắn làm việc theo phương pháp kết đông sản phẩm trong luồng gió lạnh. Các sản phẩm nằm riêng rẽ trên băng chuyên nên còn gọi là máy kết đông rời IQF (Individual Quick Freezer). Sản phẩm được đặt trên băng chuyên đan bằng dây thép không rỉ xoắn nhiều vòng, hai bên có vây ngăn sản phẩm rơi ra ngoài băng chuyên.

Nhiệt độ không khí đạt tới -40°C . Do yêu cầu năng suất trao đổi nhiệt lớn và hiệu quả nên thường cấp dịch cho dàn lạnh bằng bơm tuần hoàn. Tốc độ băng chuyên được điều chỉnh vô cấp phù hợp với thời gian cấp đông của từng loại sản phẩm. Để tránh sản phẩm dính vào nhau và dính vào băng tải có búa gõ làm rung.

Máy kết đông băng chuyên xoắn có kích thước nhỏ gọn chiếm ít diện tích lắp đặt nhưng công nghệ chế tạo cao, vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa phức tạp, giá thành đắt. Tuy nhiên với đội ngũ cán bộ khoa học trẻ năng động, Searefico đã chế tạo được những máy kết đông băng chuyên xoắn đầu tiên với chất lượng và giá thành phù hợp. Hiện nay máy kết đông băng chuyên xoắn đã được các nhà chế tạo Thụy Điển phát triển lên một thế hệ mới là băng chuyên xoắn tự hành không cần khung đỡ với nhiều ưu điểm vượt trội về vận hành cũng như khả năng vệ sinh tẩy rửa dễ dàng.

Hình 6-8 giới thiệu cấu tạo của một kiểu máy kết đông băng chuyên xoắn vô tận của hãng Frigoscandi Thụy Điển.



Hình 6-8. Máy kết đông Gyro Compact System 64 của hãng Frigoscandia Thụy Điển:
1. Cửa nạp sản phẩm; 2. Các tầng băng chuyển xoắn; 3. Cửa ra sản phẩm.

Máy kết đông Gyro Compact sử dụng cho nhiều loại sản phẩm khác nhau như cá, thịt, thức ăn đóng khuôn, khay ... có chiều dày tới 150 mm. Bảng 6-4 giới thiệu thông số kỹ thuật của hai kiểu 64 và 77.

Bảng 6-4. Thông số kỹ thuật của Gyro Compact System 64 và 77

Kiểu	64	77
Chiều rộng băng chuyển	640 mm	770 mm
Chiều dày sản phẩm tối thiểu min	45 mm	
Chiều dày sản phẩm tối đa max	105 mm	
Số tầng xoắn tối thiểu	15 tầng	
Số tầng xoắn tối đa	35 tầng	
Kích thước phủ bì: Dài	8400 mm	
Rộng	4900 mm	
Cao min	3510 mm	
Cao max	4410 mm	
Năng suất kết đông	700 đến 2500 kg/h	

Bảng 6-5 giới thiệu một số máy kết đông rời kiểu băng chuyển xoắn của Searefico Bộ Thủy Sản.

Bảng 6-5. Một số thông số kỹ thuật của máy kết đông băng chuyển xoắn kiểu IQF của Searefico Bộ Thủy Sản

Thông số	Đơn vị	S-IQF 500S	S-IQF 350S	S-IQF 250S
Năng suất kết đông	kg/mẻ	500	350	250
Năng suất lạnh yêu cầu	kW (kcal/h)	107 (92.000)	90 (77.000)	70 (60.000)
Sản phẩm kết đông	Tôm, cá, mực, sò			
Nhiệt độ sản phẩm vào/ra		+10/-18		
Nhiệt độ buồng	°C	-32 + -36°C		
Kiểu cấp dịch (môi chất lỏng)	-	bơm tuần hoàn		
Môi chất lạnh	-	amoniác hoặc R22		
Vật liệu băng chuyển	-	inox		
Chiều rộng băng chuyển	mm	457	406	356
Kích thước phủ bì				
Dài L	mm	6800	6100	5400
Rộng W	mm	3600	3200	2850
Cao H	mm	3600	3300	3100
Chiều dày panel cách nhiệt T	mm	150	150	150
Thời gian kết đông	phút	7 ÷ 45		
Phương pháp xả băng	-	bằng nước hoặc hơi nóng		
Nguồn điện	-	3 pha/380 V/50 Hz		

6.1.6 Máy kết đông băng chuyển thẳng

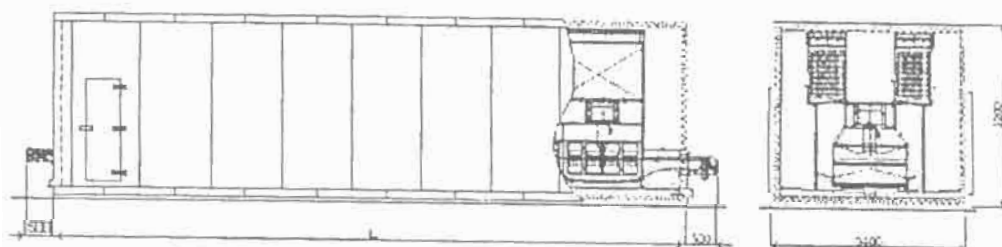
Máy kết đông băng chuyển xoắn đòi hỏi công nghệ chế tạo cao, giá thành đắt. Một dạng máy kết đông khác có công nghệ chế tạo phù hợp với Việt Nam và giá thành cũng phù hợp hơn với túi tiền của các doanh nghiệp Việt Nam là loại băng thẳng. Sản phẩm cấp đông của loại máy này cũng giống như của băng chuyển xoắn đó là tôm, cá phile và các sản phẩm có kích cỡ gần tương tự nhau. Tốc độ kết đông và thời gian kết đông phụ thuộc vào cỡ và hình dạng cũng như loại sản phẩm. Thời gian kết đông có thể được điều chỉnh qua tốc độ băng chuyển. Vì băng chuyển chỉ chuyển động theo một hướng nên chiều dài của máy lớn hơn loại xoắn để có thể kết đông đồng thời được nhiều sản phẩm. Nguyên tắc cấu tạo là sản phẩm được đặt lên băng tải và cho chuyển động qua luồng gió có nhiệt độ thấp (-45°C) và tốc độ đến 5 m/s. Để tăng hiệu quả kết đông và tiết kiệm năng lượng ta phải bố trí dàn lạnh, quạt gió, băng chuyển ra sao để đạt được các thông số tối ưu cả về kỹ thuật, chất lượng sản phẩm và chi phí năng lượng.

Công ty TNHH Năm Dững (35 Hồ Ngọc Lâm P.16 Q8 TP HCM) là công ty chuyên nghiên cứu chế tạo các loại thiết bị chế biến thủy sản bằng inox như máy phân cỡ, máy rửa, máy hấp, máy làm nguội, máy mạ băng... Công ty mới nghiên cứu chế tạo thành công các máy kết đông băng phẳng dạng phẳng và lưới IQF siêu tốc trên cơ sở các máy kết đông truyền thống. Qua những sáng tạo và cải tiến hợp lý, công ty đã đưa ra thị trường các mẫu máy với tính năng vượt trội so với các máy nhập ngoại truyền thống, thời gian cấp đông rút xuống chỉ còn $25 \div 65 \%$, kích thước (chiều dài máy) nhỏ hơn, gọn nhẹ hơn và trên hết là giá thành cũng chỉ còn bằng khoảng 1/4 so với máy nhập ngoại. Tất cả các chi tiết đều bằng inox với kết cấu đơn giản, chắc chắn và hợp lý giúp cho việc làm vệ sinh an toàn thực phẩm (HACCP/FDA) đáp ứng yêu cầu xuất khẩu tới các thị trường khó tính nhất.

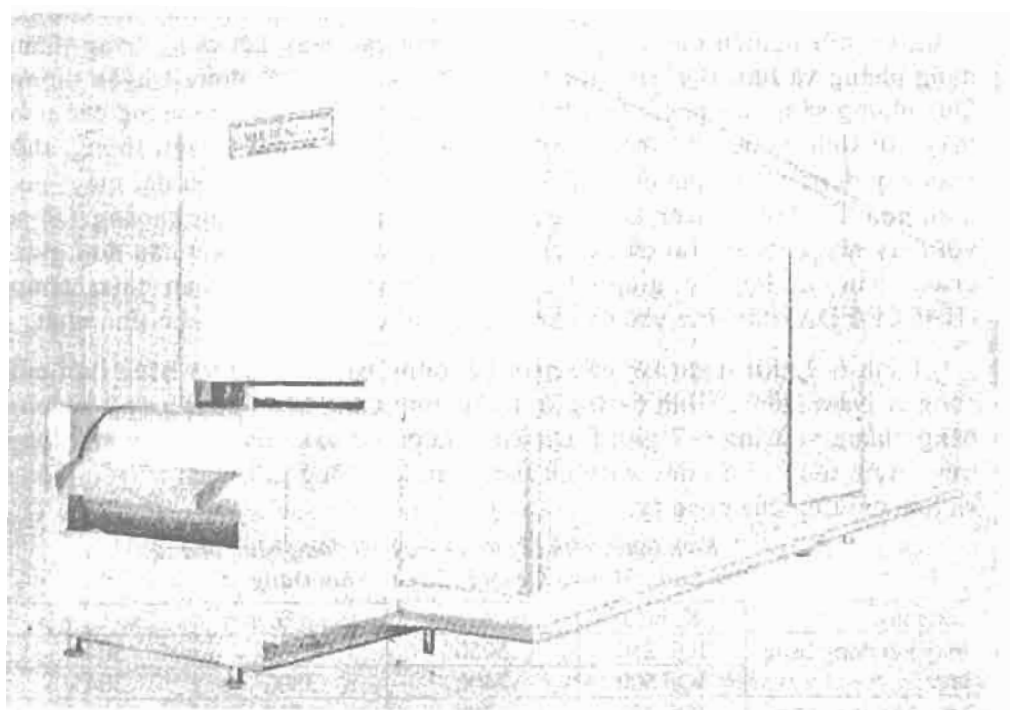
Hình 6-9 giới thiệu kết cấu máy kết đông băng phẳng và băng lưới của công ty Năm Dững. Hình 6-10 giới thiệu hình dáng bên ngoài máy kết đông băng phẳng và bảng 6-7 giới thiệu kích thước cơ bản của các máy kết đông trên. Hình 6-11 giới thiệu so sánh thời gian kết đông giữa loại truyền thống và loại cải tiến của công ty.

Bảng 6-7. Kích thước phủ bì một số máy kết đông băng phẳng và lưới IQF siêu tốc của của Cty Năm Dững

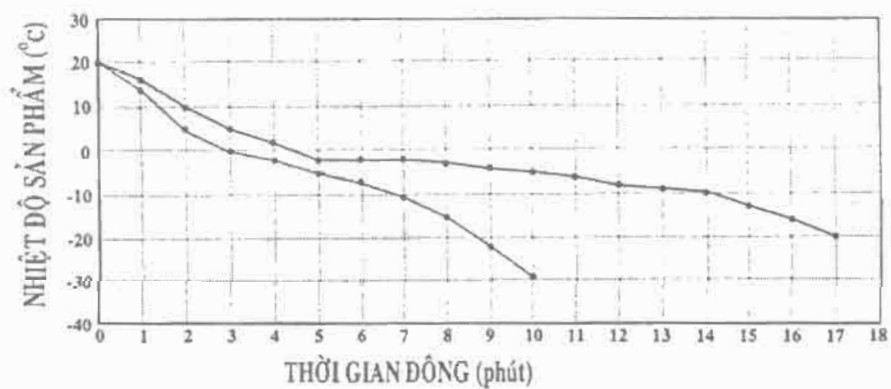
Tên máy	Kí hiệu	Dài A, mm	Rộng B, mm	Cao C, mm
Máy kết đông băng lưới	IQF 250	5050	3800	3045
	IQF 500	7400	3800	3045
Máy kết đông băng phẳng	IQF 250	9700	3600	3270
	IQF 500	15900	3600	3270
Máy tái đông cho băng lưới	IQF 250	3550	3800	3045
	IQF 500	5050	3800	3045
Máy tái đông cho băng phẳng	IQF 250	5400	3600	3045
	IQF 500	7400	3600	3045



Hình 6-9. Kết cấu máy kết đông băng phẳng IQFF Năm Dững.



Hình 6-10. Hình dáng máy kết đông băng thẳng và phẳng của công ty Năm Dũng.



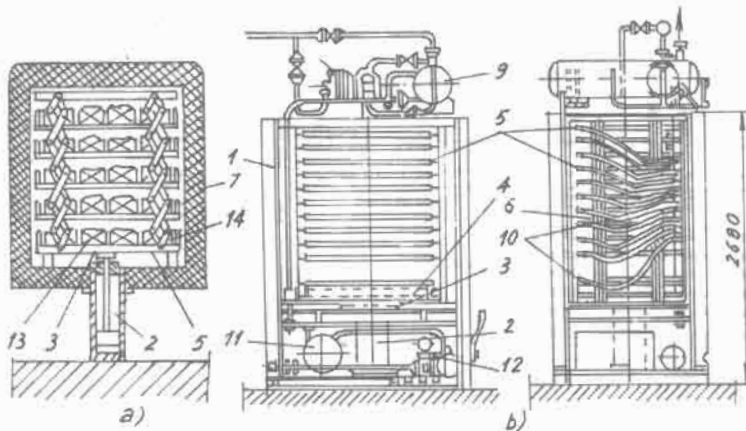
Hình 6-11. So sánh thời gian cấp đông giữa máy truyền thống và máy cải tiến của công ty Năm Dũng.

6.1.7 Máy kết đông tiếp xúc

Máy kết đông tiếp xúc là loại máy kết đông cho sản phẩm thường ở dạng bánh, khay hoặc có kích thước tiêu chuẩn tiếp xúc trực tiếp với bề mặt lạnh. Bề mặt lạnh có thể được làm lạnh bằng môi chất lạnh sôi trực tiếp hoặc bằng nước muối. Theo kết cấu có thể chia ra các loại máy kết đông tiếp xúc kiểu tấm đứng, tấm ngang hoặc kiểu trống quay.

a) Máy kết đông tiếp xúc kiểu tấm

Hình 6-12 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo và làm việc của máy kết đông tiếp xúc kiểu tấm nằm ngang.



Hình 6-12. Máy lạnh đông nhanh tiếp xúc kiểu tấm:

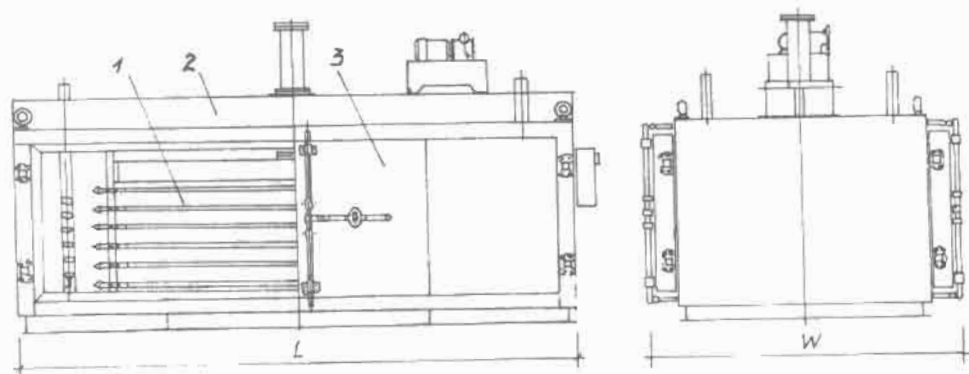
- a) Sơ đồ các tấm bố trí cơ cấu ép từ dưới lên. b) Thiết bị: 1. Khung; 2. Xilanh thuỷ lực; 3. Bàn nâng; 4. Bộ nâng; 5. Các tấm làm lạnh; 6. Thanh dẫn hướng của các tấm; 7. Cơ cấu định vị truyền động của tấm; 8. Van phao; 9. Bình tách lỏng; 10. Các ống cao su bọc dây thép để cấp môi chất lạnh cho dàn bay hơi; 11. Bình dầu; 12. Bơm dầu; 13. Sản phẩm kết đông; 14. Giá gỗ.

Sản phẩm được kết đông bằng cách cho tiếp xúc trực tiếp với các tấm kim loại. Bên trong các tấm kim loại là dàn bay hơi trực tiếp của môi chất lạnh. Sản phẩm được đông sẵn vào các khuôn có kích thước tiêu chuẩn, sau đó được sắp xếp vào giữa các tấm dàn bay hơi, tiếp theo, xilanh thuỷ lực bơm dầu từ bình vào xilanh thuỷ lực. Xilanh sẽ ép các tấm lại để sản phẩm tiếp xúc với cả bề mặt trên và bề mặt dưới, lực ép duy trì từ 1,5 đến 7 kPa. Sau khi ép xong, các dàn lạnh được cấp lỏng và bắt đầu hoạt động. Nhiệt độ sôi đạt -34°C . Sau khi kết đông xong dầu được xả trở lại bình thường, xilanh đi xuống, các tấm được tách ra và người ta có thể lấy sản phẩm ra dễ dàng.

Thiết bị làm việc theo từng mẻ. Chiều dày khuôn sản phẩm từ 25 đến 100 mm. Thời gian kết đông rút xuống đáng kể. Bề dày khuôn sản phẩm 90 mm thời gian kết đông khoảng hơn 3 h. Tuy nhiên thời gian kết đông còn phụ thuộc vào sản phẩm, sự tiếp xúc giữa các bề mặt sản phẩm trong khuôn và bao bì của khuôn.

Năng suất của các thiết bị đạt $3 + 25$ t /ngày đêm.

Hình 6-13 giới thiệu hình dáng, kết cấu tủ kết đông tiếp xúc của Searefico (Bộ Thủy sản) được thiết kế và chế tạo với các cụm thiết bị nhập ngoại kết hợp với các bộ phận sản xuất trong nước. Máy lạnh là loại 2 cấp amoniác hoặc freon R22, vỏ tủ được phun polyurethane trực tiếp dày 150 mm, thời gian kết đông bình thường $4 \div 5$ h, siêu nhanh $1,5 \div 2$ h, mặt trong và mặt ngoài tủ bọc bằng thép không gỉ, tấm lắc bằng hợp kim nhôm.



Hình 6-13. Hình dáng, kết cấu tủ kết đông tiếp xúc của Searefico (Bộ Thủy sản):

1. Các tấm lắc (tấm lạnh); 2. Vỏ tủ; 3. Cửa tủ.

Bảng 6-8 giới thiệu một số thông số kỹ thuật của tủ kết đông tiếp xúc Searefico.

Bảng 6-8. Một số thông số kỹ thuật tủ kết đông tiếp xúc Searefico

Năng suất (kg/m ²)		500	750	1000	1500	2000
Kích thước phủ bì	Dài L, mm	3300	3300	3300	3300	3480
	Rộng W, mm	1760	1760	1760	1760	1760
	Cao H, mm	1360	1740	1995	2755	2920
Kích thước tấm lắc (tấm tiếp xúc)	Dài L, mm	2020	2020	2020	2020	2400
	Rộng W, mm	1220	1220	1220	1220	1220
	Cao H, mm	22	22	22	22	22
Số lượng tấm lắc (chiếc)		6	9	11	17	18
Độ cao giữa hai tấm lắc, (mm)	min	50	50	50	50	50
	max	105	105	105	105	105
Công suất motor ben thủy lực (kW)		0,75	0,75	0,75	1,5	1,5

Bảng 6-9 giới thiệu thời gian kết đông của một số loại sản phẩm khác nhau.

Bảng 6-9. Thời gian kết đông của một số dạng sản phẩm

Dạng sản phẩm	SEA CF-500	SEA CF-1000	Thời gian kết đông sản phẩm từ 5°C xuống -25°C
Cá khay 2 kg	340 kg/m ³	680 kg/m ³	150 phút
Cá khay 10 kg	500 kg/m ³	1000 kg/m ³	180 phút
Tôm khay 2 kg	340 kg/m ³	680 kg/m ³	240 phút
Thịt khay 10 kg	500 kg/m ³	1000 kg/m ³	210 phút
Trái cây	340 kg/m ³	680 kg/m ³	120 phút

Bảng 6-10 giới thiệu thông số kỹ thuật của một số máy kết đông tiếp xúc của hãng MYCOM (Nhật).

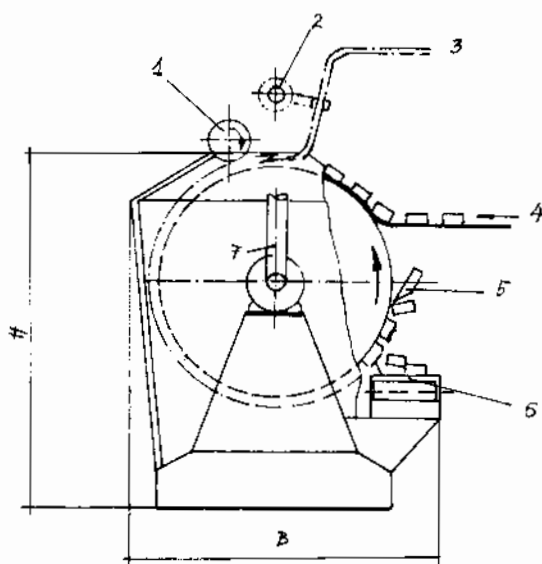
Bảng 6-10. Thông số kỹ thuật của một số máy kết đông tiếp xúc của hãng MYCOM (Nhật)

Thông số	Đơn vị	MCF-500FC	MCF-1000FC	MCF-1500FC
Môi chất lạnh	-	NH ₃ hoặc R22		
Năng suất kết đông	kg/m ³	500	1000	1500
Máy nén MYCOM	-	4WA hoặc 42 WA	8 WA hoặc 62 WA	6 WB hoặc 42 WB
Chiều rộng/chiều dài hiệu quả của tấm lác	mm	1220 (R) / 2020 (D)		
Số tầng tấm lác hiệu quả	-	5	10	15
Độ mở hiệu quả	mm	50 ~ 105		
Mô tơ bơm dầu	kW	0,75	0,75	1,5
Xilanh dầu ($\phi \times \phi \times$ khoảng chạy)	mm	125 × 56 × 275	125 × 56 × 550	180 × 80 × 825
Vật liệu vỏ và bề mặt cửa	-	Tấm hợp kim nhôm kẽm		
Dây sưởi cửa	-	Một pha 220 V × 300 W		
Khối lượng tịnh	kg	2700	3350	4200

b) Máy kết đông tiếp xúc kiểu thùng quay

Ngoài máy kết đông tiếp xúc kiểu tấm nằm ngang, còn có loại tấm thẳng đứng dùng để kết đông cá nhưng ít phổ biến.

Hình 6-14 giới thiệu nguyên lý cấu tạo và làm việc của máy kết đông tiếp xúc kiểu thùng quay Rota-Freeze của hãng Atlas Đan mạch.



Hình 6-14. Nguyên lý cấu tạo và làm việc của máy kết đông tiếp xúc kiểu thùng quay:

1. Trục lăn điều chỉnh độ dày lớp sản phẩm;
2. Bộ gạt để phân phối đều sản phẩm kết đông dạng lỏng cho thùng quay;
3. Sản phẩm dạng lỏng vào;
4. Thành phần sản phẩm vào;
5. Dao nạo;
6. Băng chuyển;
7. Môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh vào và ra.

Máy bao gồm một thùng quay bằng inox được làm lạnh trực tiếp hoặc gián tiếp từ -30 đến -50°C . Thực phẩm dạng lỏng, rắn hoặc có dạng khuôn hình tiêu chuẩn được kết đông qua một vòng quay của thùng quay và được dao nạo ra rơi xuống băng chuyển đi ra ngoài. Các sản phẩm nhão (crêm rau quả) hoặc lỏng như súp được nén thành bánh quả bằng hoặc khuôn tiêu chuẩn $1,5 \times 2 \times 3$ cm.

Bảng 6-11 giới thiệu năng suất một số cỡ máy Rota - Freeze.

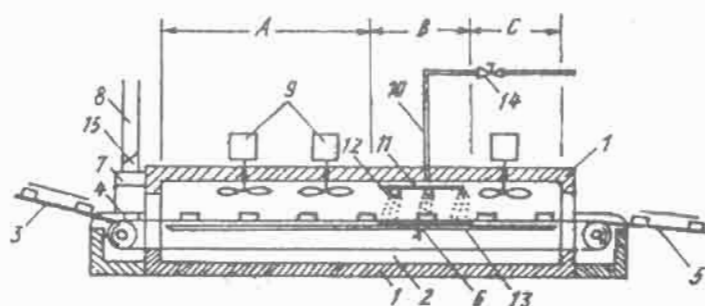
Bảng 6-11. Năng suất máy kết đông tiếp xúc thùng quay Rota - Freeze

Kiểu	Sản phẩm rắn hoặc cá khuôn (filê cá, thịt ...)	Sản phẩm nhão hoặc lỏng (crêm hoa quả, súp ...)	Năng suất lạnh yêu cầu, kW/t ₀	Bề mặt lạnh, m ²	Khối lượng, kg
H-300	80 ÷ 130 kg/h	khoảng 200 kg/h	37/-40°C	3	1700
H-600	160 ÷ 260 kg/h	~ 400 kg/h	74	6	3300
H-1200	320 ÷ 520 kg/h	~ 800 kg/h	185	12	6500

6.1.8. Một số phương pháp kết đông khác

1. Kết đông trong khí hoá lỏng Kết đông trong khí hoá lỏng thường được thực hiện với nitơ lỏng. Nitơ lỏng sôi ở nhiệt độ -196°C. Do có độ chênh nhiệt độ rất lớn giữa sản phẩm và nhiệt độ sôi nên sản phẩm được kết đông gần như tức thời. Năng suất lạnh của một kg nitơ lỏng là nhiệt ẩn hoá hơi ở -196°C và nhiệt hiện thu vào khí khí lạnh nâng nhiệt độ lên đến gần nhiệt độ kết đông sản phẩm. Nhiệt độ đó cao hay thấp tùy thuộc vào cách bố trí trao đổi nhiệt giữa hơi lạnh và sản phẩm có hiệu quả hay không.

Hình 6-15 giới thiệu sơ đồ nguyên tác của một hầm kết đông phun nitơ lỏng.



Hình 6-15. Sơ đồ nguyên tác của một hầm kết đông sử dụng nitơ lỏng phun (Cryogen - Rapid)

A - vùng kết đông sơ bộ; B - vùng phun nitơ lỏng; C - vùng cân bằng nhiệt độ;
 1 - Hầm cách nhiệt; 2 - Băng chuyển; 3 - Bàn nạp sản phẩm; 4 - Cửa nạp sản phẩm; 5 - Bàn tháo sản phẩm; 6 - Khay hứng có van xả; 7, 8 - Ống hút và quạt hút; 9 - Quạt khuấy; 10 - Ống dẫn nitơ lỏng; 11 - Ống phun với mũi phun và van giảm áp; 12 - Nitơ lỏng; 13 - Khí nitơ; 14 - Van; 15 - Tấm điều chỉnh lượng khí hút (tấm tiết lưu).

Sản phẩm được kết đông liên tục. Từ bàn nạp vào cửa nạp, sản phẩm được băng chuyên vô tận đưa vào vùng A đầu tiên để kết đông sơ bộ đến nhiệt độ đóng băng. ở đây, nhờ có quạt khuấy đảo mạnh khí nitơ lạnh mà sản phẩm được làm lạnh và kết đông sơ bộ. Sau đó, sản phẩm đi vào vùng B và được phun nitơ lỏng. Sản phẩm kết đông nhanh chóng do hiệu quả nitơ lỏng sôi trên bề mặt sản phẩm. Sau đó là vùng C, ở đây sản phẩm được ủ để nhiệt độ tâm sản phẩm đạt yêu cầu. Thường, để kết đông 1 kg sản phẩm cần 1 lít nitơ lỏng. Phương pháp này bởi vậy rất đắt tiền và chỉ có thể áp dụng cho các sản phẩm lạnh đông có giá trị kinh tế cao.

2. Kết đông trong chất lỏng lạnh

Khi nhúng sản phẩm trong nước muối lạnh hoặc trong chất lỏng lạnh (chuyển động), tốc độ kết đông sản phẩm rất cao do khả năng trao đổi nhiệt giữa chất lỏng và sản phẩm rất lớn tương đương với tấm tiếp xúc kim loại trong máy kết đông tiếp xúc. Do đó có thể so sánh phương pháp này với phương pháp kết đông tiếp xúc nhưng với ưu điểm là sản phẩm không cần có hình dáng, kích thước cố định. Phương pháp này rất thuận lợi cho việc kết đông gà và gia cầm các loại. Người ta cũng hay kết đông cá trong nước muối. Khi đó nước muối được giữ ở nhiệt độ đóng băng, muối sẽ không bị phân li để thấm vào sản phẩm. Tuy nhiên vì phải đưa liên tục sản phẩm nóng vào nên muối có thể khuếch tán vào sản phẩm làm ảnh hưởng đến mùi vị sản phẩm. Nước thừa đóng băng vào các dàn bay hơi ảnh hưởng đến quá trình trao đổi nhiệt. Để cải thiện tình trạng này có thể cho thêm khoảng 10% glycerin vào nước muối để mở rộng phạm vi nhiệt độ từ -15 đến -17°C. Sau khi kết đông có thể mạ băng cho cá để giảm hao ngót. Để tránh tác động xấu của muối, có thể sử dụng bao bì nilon kết hợp với hút chân không sản phẩm. Phương pháp này rất hiệu quả vừa đảm bảo hệ số trao đổi nhiệt cao vừa đảm bảo vệ sinh và chất lượng sản phẩm.

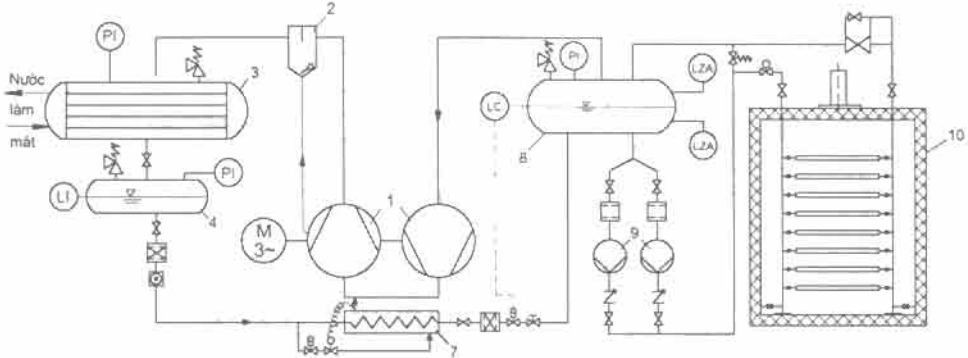
6.1.9 Sơ đồ hệ thống lạnh của máy kết đông

Do nhiệt độ yêu cầu ở dàn bay hơi thấp từ -35 đến -60°C nên nhất thiết hệ thống lạnh phải là loại 2 cấp đối với cả NH₃ và R22. Các máy kết đông yêu cầu cường độ trao đổi nhiệt lớn nên phương pháp cấp lỏng tốt nhất là bằng bơm tuần hoàn. Tuy nhiên vẫn có thể cấp lỏng cho dàn bay hơi nhờ tiết lưu hoặc nhờ bình tách lỏng đặt trên cao.

Đối với môi chất NH₃, có thể sử dụng sơ đồ 2 cấp biểu diễn trên hình 5-5 cho các loại máy kết đông khác nhau từ buồng, tủ kết đông gió đến máy

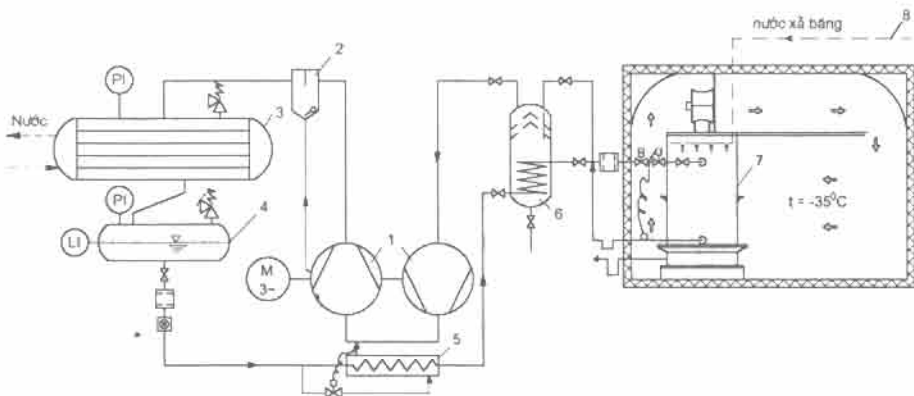
kết đông băng chuyển xoắn, thẳng hay tăng sồi. Điều cần lưu ý là các dàn bay hơi phải phù hợp. Riêng đối với máy kết đông tiếp xúc các dàn quạt được thay bằng dàn tấm lắc.

Hình 6-16 và 6-17 giới thiệu một sơ đồ hệ thống lạnh Freon (R22) 2 cấp máy nén có bơm tuần hoàn sử dụng cho một máy kết đông tiếp xúc và một tủ kết đông gió. Các dàn lạnh và tấm lắc được xả băng bằng cách phun nước có nhiệt độ môi trường từ hệ thống bể nước và bơm phun cũng như mũi phun đã bố trí sẵn trong dàn lạnh.



Hình 6-16. Sơ đồ hệ thống lạnh 2 cấp R22 (máy nén 2 cấp) dùng cho tủ kết đông tiếp xúc cấp dịch nhờ bơm tuần hoàn:

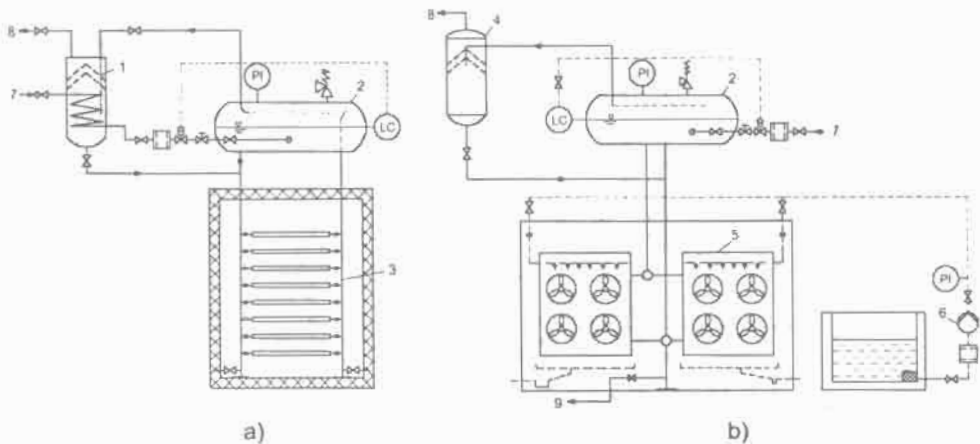
1. Máy nén 2 cấp; 2. Tách dầu; 3. Bình ngưng; 4. Bình chứa cao áp; 5. Phin lọc, sấy;
6. Mất gas; 7. Bình làm mát trung gian; 8. Bình chứa dầu tuần hoàn; 9. Bơm dịch;
10. Máy kết đông tiếp xúc.



Hình 6-17. Sơ đồ hệ thống lạnh buồng kết đông 2 cấp R22:

1. Máy nén; 2. Bình tách dầu; 3. Bình ngưng; 4. Bình chứa cao áp; 5. Bình chứa trung gian;
6. Bình hồi nhiệt và tách lỏng; 7. Dàn bay hơi có quạt tuần hoàn gió phía trên; 8. Hệ thống bể nước và bơm nước xả băng.

Như trên đã nói, phương pháp cấp dịch bằng bơm là hiệu quả nhất tuy nhiên vẫn có thể cấp dịch bằng phương pháp truyền thống như bình tách lỏng đặt trên cao. Hình 6-18 giới thiệu sơ đồ nguyên lý cấp lỏng từ kết đông tiếp xúc bằng bình tách lỏng phía trên. Phương pháp này cũng có thể dùng cho buồng, tủ cấp đông... có dàn bay hơi trực tiếp. Hiệu quả trao đổi nhiệt của phương pháp này kém xa so với cấp dịch bằng bơm nhưng nó lại có ưu điểm là đơn giản, rẻ tiền, ít phải bảo dưỡng, sửa chữa, vận hành tin cậy và tuổi thọ cao.



Hình 6-18. Sơ đồ cấp nguyên lý cấp dịch bằng bình tách lỏng đặt phía trên (nhờ cột lỏng) dùng cho NH₃ và freon

1. Bình tách lỏng bổ sung, hồi nhiệt, quá lạnh lỏng; 2. Bình tách lỏng đặt trên cao (bình chống tràn); 3. Dàn bay hơi tấm lắc; 4. Bình tách lỏng phụ; 5. Dàn bay hơi tủ gió;
6. Bể và bơm nước xả băng; 7. Đường dịch cấp từ bình chứa cao áp; 8. Đường hơi về máy nén; 9. Đường dầu về bình chứa dầu.

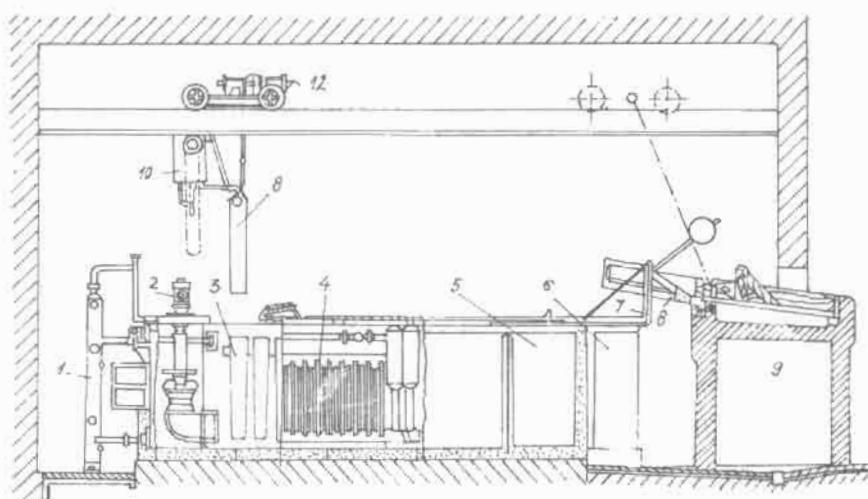
6.2 MÁY SẢN XUẤT NƯỚC ĐÁ

Trong kho lạnh thông thường đều có một phân xưởng sản xuất nước đá để phục vụ việc cấp lạnh, ướp lạnh ngay trong kho lạnh hoặc để đáp ứng nhu cầu nước đá cho sản xuất hoặc đời sống nhân dân xung quanh.

Các phương pháp sản xuất nước đá và các loại máy đá được trình bày trong chương 9 sách "Kỹ thuật lạnh ứng dụng" Nhà xuất bản Giáo Dục năm 2003. Ở đây chỉ giới thiệu một số máy với các đặc tính kỹ thuật cơ bản.

6.2.1 Bể đá khối (25 kg hoặc 50 kg) dùng nước muối tuy có nhiều nhược điểm là cồng kềnh, chiếm nhiều diện tích, nước muối gây han rỉ nhưng do công nghệ chế tạo dễ dàng, cây đá phù hợp với việc mang theo ra

tàu biển đánh bắt hải sản, lâu tan nên vẫn được sử dụng nhiều ở nước ta, đặc biệt dọc theo bờ biển Việt Nam. Nhà máy chế tạo thiết bị lạnh Long Biên Hà Nội chế tạo một loạt bể đá tiêu chuẩn với máy nén amôniac từ 3, 5, 10, 15, 20 tấn đá/ngày đêm. Khi ghép nối hoặc tổ hợp lại ta có thể đạt năng suất cao hơn nếu cần. Hình 6-19 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo và làm việc của một bể đá khối và thí dụ 6.1 giới thiệu sơ lược về cách tính toán thiết kế một bể đá khối.



Hình 6-19. Bể đá khối:

1. Ống cân bằng; 2. Bơm nước muối; 3. Khuôn đá; 4. Dàn bay hơi ống đứng; 5. Bể nước muối; 6. Bể tan giá; 7. Cơ cấu lật; 8. Linh đá; 9. Bàn trượt đá; 10. Máng rót nước; 11. Cầu trục chạy điện.

Thí dụ 6.1. Tính toán sơ bộ bể sản xuất nước đá khối 50 kg/cây cho đánh bắt hải sản, năng suất 30 tấn/ 24 h. Nhiệt độ nước vào 30°C , sau khi được làm lạnh sơ bộ nước rót vào khuôn là 15°C ; loại khuôn 50 kg, tiết diện trên 380×190 mm, tiết diện dưới 340×160 mm, bể làm việc 3 ca 24/24 h. Xác định năng suất lạnh yêu cầu và các thông số cơ bản của bể đá.

Giải:

a) Thời gian làm đá τ_0

Khuôn đá đã cho có tiết diện trên 380×190 mm và dưới 340×160 mm nên thời gian kết đông có thể xác định với $n = 2$ theo công thức:

$$\tau = \frac{A}{|t_m|} b_0 (b_0 + B)$$

trong đó:

τ - thời gian kết đông, h;

t_m - nhiệt độ nước muối trung bình trong bể, °C;

b_0 - chiều rộng khuôn (lấy cạnh ngắn của tiết diện trên khuôn đá), m;

A, B - các hệ số phụ thuộc vào tỉ số $n = a_0/b_0$:

nếu khuôn hình vuông $n = 1$ thì $A = 3120$ và $B = 0,036$

nếu khuôn chữ nhật $n = 2$ thì $A = 4540$ và $B = 0,026$.

Vậy:

$$\tau_0 = \frac{4540}{|-8|} \cdot 0,190 \cdot (0,190 + 0,026) = 17,7 \text{ h}$$

Nhưng tra theo đồ thị hình 9.7 "Kỹ thuật lạnh ứng dụng" có $\tau_0 = 22,8$ h.

Để an toàn, chọn $\tau_0 = 22,8$ h.

b) Số lượng khuôn đá yêu cầu:

$$z = \frac{30.000 \text{ kg} / 24\text{h} \cdot 22,8\text{h}}{50 \text{ kg} / \text{khuôn}} = 570 \text{ khuôn}$$

Có thể chia 570 khuôn đá thành 38 linh, mỗi linh 15 khuôn.

c) Xác định năng suất lạnh Q_0 yêu cầu:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, \text{ kW}$$

Q_1 - dòng nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che vào bể, ở đây là thành, đáy và nắp bể;

Q_2 - dòng nhiệt thu của nước làm đá từ 30°C xuống - 8°C;

Q_3 - dòng nhiệt do thông gió, ở đây bằng 0;

Q_4 - dòng nhiệt do vận hành như bơm khuấy nước muối, mở nắp bể để thao tác đưa khuôn đá vào ra,

- dòng nhiệt do tan giá để tháo khuôn

- lượng đá hao hụt khi tan giá

Q_5 - dòng nhiệt do sản phẩm hô hấp, ở đây bằng 0.

Ngoài 5 dòng nhiệt trên, nếu có thêm bộ phận làm lạnh nước sơ bộ hoặc kho bảo quản đá, cần phải tính riêng các năng suất lạnh yêu cầu đó để bổ sung vào kết quả cuối cùng:

$$Q_2 = m[C_{pw}(t_1 - 0^\circ\text{C}) + r + C_{pd}(0 - t_2)], \text{ kW}$$

trong đó:

m - năng suất đá yêu cầu $m = 30 \text{ tấn}/24 \text{ h} = 30.000/(24.3600) \text{ kg/s}$;

$C_{pw} = 4,18 \text{ kJ/kgK}$, nhiệt dung riêng của nước;

$r = 333,6 \text{ kJ/kg}$, nhiệt ẩn đông đặc của nước đá;

$C_{pd} = 2,09 \text{ kJ/kgK}$, nhiệt dung riêng của nước đá;

$t_1 = 30^\circ\text{C}$ - nhiệt độ nước vào;

$t_2 = -8^\circ\text{C}$ - nhiệt độ nước đá ra

Vậy:

$$Q_2 = 165,18 \text{ kW}$$

Do không xác định được Q_1 và Q_4 nên lấy tăng thêm $10 + 15\%$ năng suất lạnh tùy theo kết cấu và quy mô bể đá. Ở đây lấy $1,15\%$, do đó:

$$Q_0 = 1,15 \cdot Q_2 = 190 \text{ kW}$$

Do nhiệt độ bay hơi nằm trong khoảng -15°C nên có thể chọn máy lạnh amoniác 1 cấp nén trong nước hoặc nước ngoài. Nếu làm việc tại Hà Nội, làm mát bằng nước giếng khoan nhiệt độ ổn định 25°C , ta có $t_k = 35^\circ\text{C}$. Chọn nhiệt độ sôi -15°C để đạt nhiệt độ nước muối trung bình -8°C tra được ở bảng 7-7: Máy nén sản xuất trong nước chọn được 3 máy 6AV95 năng suất lạnh tiêu chuẩn $3 \times 75.000 \text{ kcal/h} = 261 \text{ kW}$ ở chế độ $t_k = 30^\circ\text{C}$, $t_0 = -15^\circ\text{C}$). Khi nhiệt độ ngưng tụ tăng 5K năng suất lạnh giảm khoảng 7,5% như vậy Q_0 ở chế độ $+35^\circ\text{C}$ và -15°C là $242 \text{ kW} > 190 \text{ kW}$ yêu cầu. Khi thiết kế trong đồ án môn học, sinh viên cần phải tính toán theo như đã hướng dẫn. Ở đây chỉ là phương pháp tính nhanh.

Nếu chọn máy MYCOM của Nhật theo bảng 7-2, ta đã có sẵn $t_k = 35^\circ\text{C}$, $t_0 = -15^\circ\text{C}$ nên không cần tính chuyển đổi năng suất lạnh. Ở đây ta chọn được 2 máy N6WA với $Q_0 = 2 \times 121,3 \text{ kW} = 242,6 \text{ kW} > 190 \text{ kW}$ nên thỏa mãn yêu cầu.

Ghi chú: Máy nén 6AV95 của Cơ khí Long Biên hoàn toàn giống như máy N6WA của MYCOM (6 xilanh, đường kính xilanh 95 mm, khoảng chạy pittông 76 mm) chỉ khác nhau số vòng quay. Máy MYCOM có $n = 1450 \text{ vg/ph}$ còn của Long Biên là 1000 vg/ph .

- Kết cấu bể đá khối:

Bể đá gồm một bể nước muối chia làm 2 ngăn, một ngăn đặt dàn lạnh còn một ngăn đặt các khuôn làm đá. Nước muối tuần hoàn trong bể nhờ bơm tuần hoàn. Nước muối từ trong ngăn cây đá được bơm đẩy vào ngăn có dàn bay hơi (dàn xương cá hoặc dàn ống đứng). Ở đây nước muối được làm lạnh và được đẩy vào ngăn cây đá. Các cây đá thường được bố trí thành linh đá, mỗi linh gồm từ 5 đến 10 cây tùy theo cỡ bể. Các linh đá chuyển động trong bể nhờ hệ thống vít đẩy và chuyển động ngược chiều với nước muối. Khi đã thành đá, cả linh đá được cầu trục nâng lên khỏi bể đưa sang nhúng vào bể

tan giá từ 2 đến 4 phút sau đó được đưa lên bàn lật để tháo khuôn. Đá được đưa vào kho còn linh đá được đưa đến hệ thống vòi rót tự động. Nước được đổ đầy 90% khuôn rồi linh đá được đưa vào đầu kia của bể. Khi chuyển động hết chiều dài các bể đá là đá sẵn sàng để ra khuôn.

Bể thường được xây bằng gạch đỏ sau đó cách ẩm, cách nhiệt bằng stirôpo và sau đó là một lớp thép tấm 5 + 6 mm. Nền bể cũng được xây như sau: dưới cùng là lớp bê tông gạch vỡ dầm kỹ, sau đó là lớp bê tông đá dăm M200 dày 150 + 200 mm, lớp cách ẩm bằng nhựa đường 1 mm, lớp giấy dầu 1 ÷ 2 mm, lớp cách nhiệt stirôpo 100 ÷ 200 mm, lớp giấy dầu 1 ÷ 2 mm, lớp bê tông cốt thép 60 ÷ 100 mm, lớp cát lót mỏng 10 ÷ 15 mm và cuối cùng là vỏ bể bằng thép tấm dày 5 ÷ 6 mm. Nắp bể thường được ghép bằng các tấm gỗ dày 30 mm để tiện ra đá, trên cùng là lớp vải bạt để giảm tổn thất nhiệt.

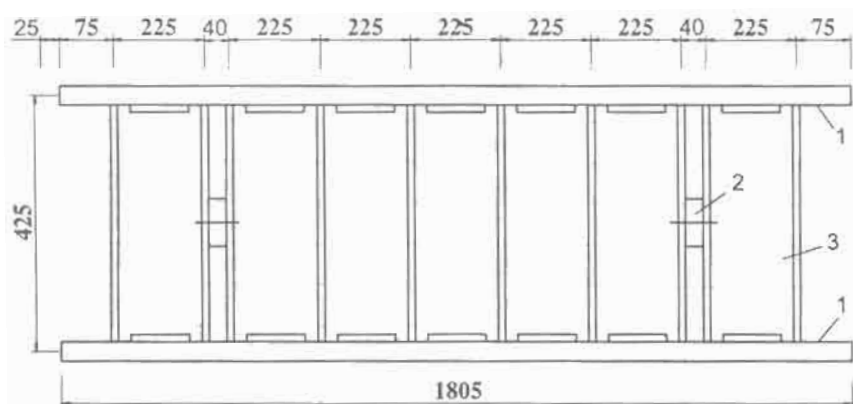
- **Khuôn đá** có kích thước tiêu chuẩn. Ở Việt Nam thường sử dụng các kích thước cho trong bảng 6-12.

Bảng 6-12. Kích thước khuôn đá

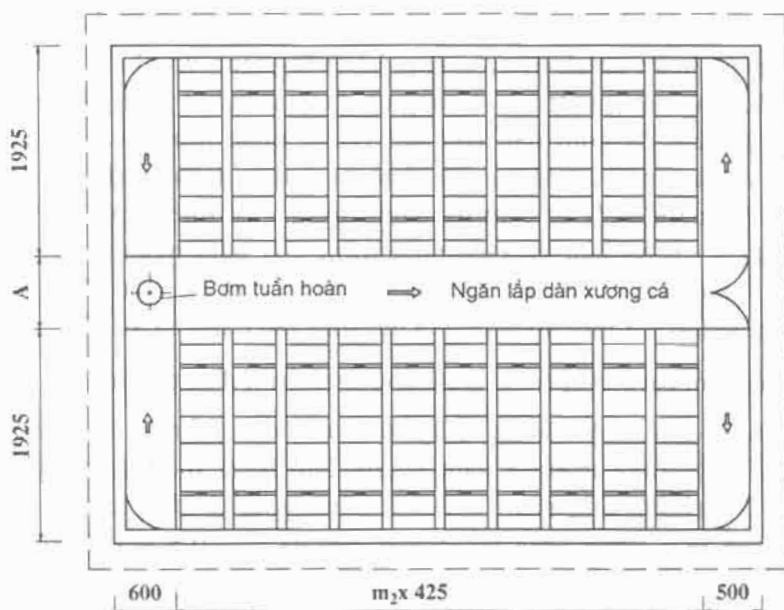
Khối lượng cây đá	Khối lượng khuôn	Kích thước khuôn			Thời gian đông đá
		Cao	Đáy lớn	Đáy bé	
kg	kg	mm	mm	mm	h
3,5	3	300	340 x 60	320 x 40	4
12,5	8,6	1115	190 x 110	160 x 80	8
25	11,5	1115	260 x 130	280 x 110	12
50	27,5	1115	380 x 190	340 x 160	16

- Linh đá:

Các bể đá có năng suất từ 5 tấn/24h trở lên đều dùng khuôn 50 kg. Các khuôn được bố trí thành linh. Hình 6-20 giới thiệu kích thước linh đá 7 cây x 50 kg/cây và hình 6-21 giới thiệu kết cấu một bể đá 20 tấn với 30 linh đá, mỗi linh 2 khuôn bố trí đối xứng hai bên ngăn dàn lạnh. Bảng 6-13 giới thiệu thông số định hướng cho các bể đá có năng suất khác nhau.



Hình 6-20. Kích thước linh đá có 7 khuôn 50 kg,
 dài 1805 mm, rộng 425 mm, cao 1150 mm
 1. Khung linh đá; 2. Vị trí móc cầu; 3. Khuôn đá 50 kg
 (25 mm 2 đầu là khoảng cách từ linh đá đến thành trong của bể)



Hình 6-21. Bể đá 10 tấn/24giờ (làm 2 ca) có 30 linh, mỗi linh 7 khuôn 50 kg
 A - Bể rộng ngăn làm lạnh xương cá

Bảng 6-13. Thông số định hướng của các bể đá cỡ khác nhau

Năng suất bể đá	Số khuôn đá	Số linh đá tổng	Số linh đá ở 1 bên	Bề rộng ngăn đàn lạnh A	Kích thước bể đá		
					Dài	Rộng	Cao
t: n/24giờ	chiếc	chiếc	chiếc	mm	mm	mm	mm
5	100	15	8	660	4.900	4.370	1.250
10	200	29	15	700	8.225	4.410	1.250
15	300	43	22	800	11.550	4.510	1.250
20	400	58	29	860	14.875	4.570	1.250
25	500	72	36	900	18.200	4.610	1.250
30	600	86	43	900	21.525	4.610	1.250
35	700	100	50	1000	24.850	4.710	1.250
40	800	115	58	1000	28.650	4.710	1.250

6.2.2 Máy đá vảy

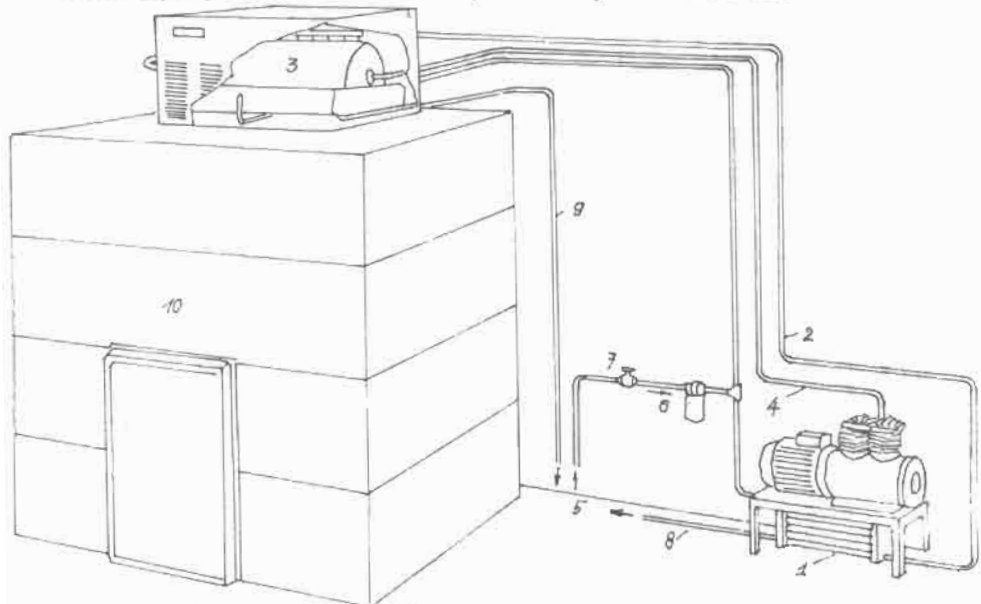
Nước đá vảy còn gọi là nước đá mảnh, đôi khi còn gọi là nước đá hạt, nước đá siêu hạt. Với các máy năng suất nhỏ, máy nước đá vảy thường được chế tạo ở dạng hoàn chỉnh nguyên cụm hệ thống lạnh với thiết bị đặc biệt để làm đá. Các máy năng suất lớn thường có dạng tách: hệ thống lạnh đặt riêng còn bộ phận làm đá gồm dàn bay hơi (hoặc nước muối lạnh), tang trống hoặc trục vít làm đá và với các bộ phận cấp, tháo nước, tháo đá đặt riêng. Kho chứa đặt nằm dưới bộ làm đá. Hình 6-22 giới thiệu một máy nước đá vảy kiểu tách với bộ làm đá kiểu tang trống đặt nằm ngang với 3 bộ phận chính: hệ thống lạnh, bộ làm đá vảy và kho chứa đá của hãng Scotsman (Mỹ) dùng để lắp đặt tại chỗ hoặc lắp đặt trên tàu đánh cá xa bờ.

Ưu điểm nổi bật so với bể đá là rất gọn nhẹ, tốn ít diện tích lắp đặt.

Bảng 6-14 giới thiệu thông số kỹ thuật của một số máy đá vảy của hãng Scotsman (Mỹ). Tang trống 3 nằm ngang làm bằng thép không gỉ, bề mặt bên trong bố trí dàn ống xoắn bay hơi, bên ngoài là khay nước. Khi trống quay, trên bề mặt trống hình thành một lớp đá dày 0,5 ÷ 1,5 mm và được một lưỡi dao đứng im nạo ra, rơi vào máng xuống buồng chứa đá. Độ dày đá được quyết định bởi nhiệt độ bay hơi và tốc độ quay của trống. Trống quay được nhờ một mô tơ kéo và hộp giảm tốc điều chỉnh tốc độ. Cụm máy lạnh gồm máy nén bình ngưng làm mát bằng nước hoặc máy nén dàn ngưng làm

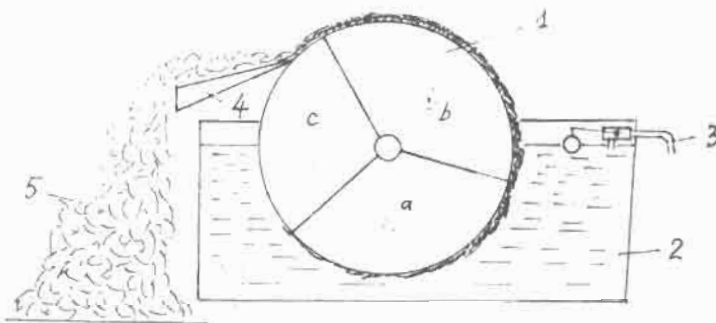
mát bằng không khí đặt cách xa bộ làm đá. Nối giữa hai phần là đường ống ga đi về và các thiết bị điện cũng như tự động điều khiển điều chỉnh máy đá.

Phương pháp sản xuất đá mảnh được trình bày trên hình 6-23.



Hình 6-22. Máy đá vảy của hãng Scotsman (Mỹ) kiểu tách:

1. Bình ngưng; 2. Ống gas lỏng đi; 3. Tang trống làm đá vảy; 4. Hơi gas về máy nén;
5. Ống cấp nước làm đá và làm mát bình ngưng; 6. Phin lọc nước; 7. Van nước;
8. Đường xả nước dàn ngưng; 9. Đường xả nước thừa; 10. Bể chứa đá vảy.



Hình 6-23. Nguyên tắc làm đá trên trống quay:

1. Trống quay bằng thép không rỉ có dàn ống xoắn bay hơi phía trong; 2. Bể nước; 3. Van phao điều chỉnh mức nước; 4. Dao nạo đá; 5. Đá vảy; a. Phần làm lạnh và kết đông nước trên bề mặt trống quay; b. Phần quả lạnh nước đá đã kết đông; c. Phần nhận nước và bắt đầu quá trình hình thành nước đá.

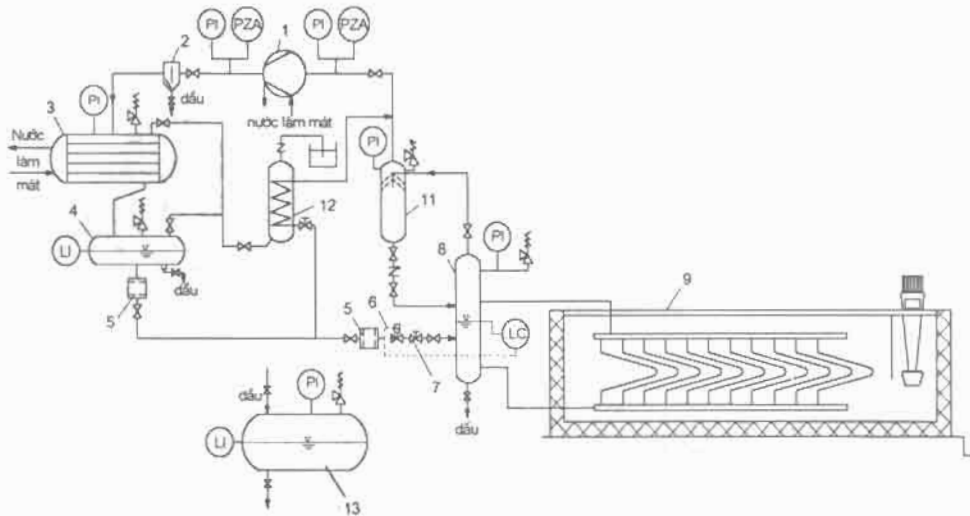
Bảng 6-14. Thông số kỹ thuật một số máy đá vảy kiểu MAR hãng Scotsman (Mỹ)

Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Kiểu máy MAR (AS - giải nhiệt gió, WS - giải nhiệt nước)							
		MAR 5AS	MAR 5WS	MAR 10AS	MAR 10WS	MAR 20SA	MAR 20WS	MAR 30AS	MAR 30WS
Năng suất tối đa	kg/24 h	380	400	680	750	1500	1700	2100	2500
Kích thước phủ bì D×R×C	mm	880 × 650 × 940		1073 × 650 × 940		1300 × 820 × 1060			1300 × 820 × 1060
Khối lượng máy	kg	216	213	250	250	400	380	455	420
Công suất động cơ máy nén	mã lực	2	2	3	3	5	5	15	15
Tổng công suất lắp đặt	kW	1,7	1,5	3,5	3	7	6	9	8
Lưu lượng nước làm đá	l/h	16	16	30	30	70	70	104	104
Lưu lượng nước giải nhiệt bình ngưng	l/h	-	260	-	480	-	1200	-	1600
Nguồn điện cấp		3 pha/380 V/50 Hz							
Vỏ bao che	-	thép không rỉ							
Điện tiêu thụ trong 24 h	kWh/24h	35	30	75	70	150	130	190	170

6.2.3. Sơ đồ hệ thống lạnh của máy làm nước đá

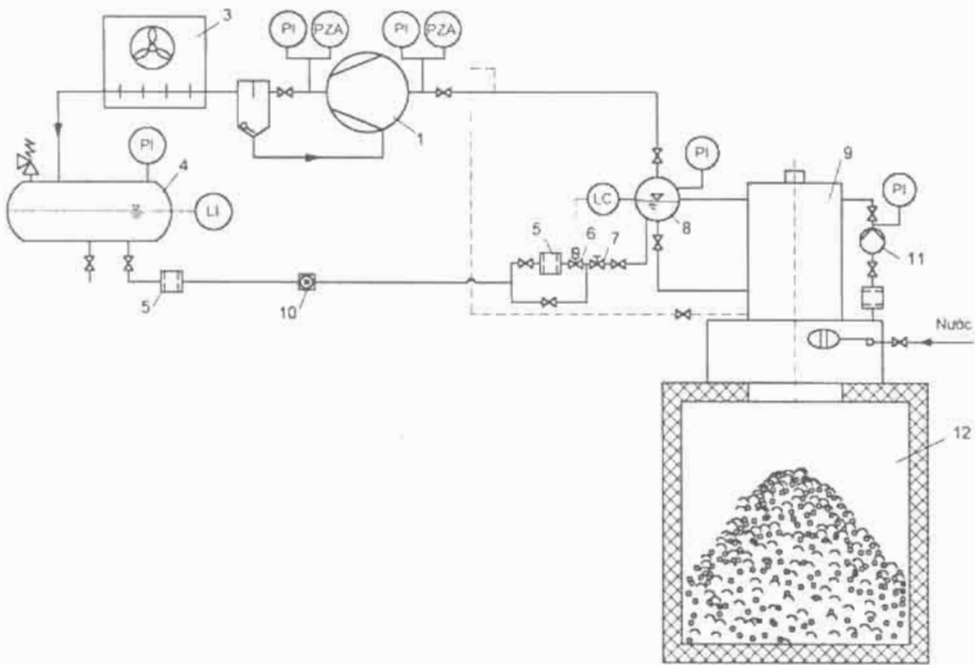
Về nguyên tắc, hệ thống lạnh dùng cho máy làm nước đá là loại 1 cấp. Với các bể đá năng suất lớn thường người ta dùng môi chất NH_3 . Nhiệt độ trung bình nước muối khoảng $-15^{\circ}C$. Đối với các bể đá nhỏ và các máy đá vảy thường dùng Freon 1 cấp. Nhiệt độ bay hơi của các máy đá vảy thấp hơn, đạt -25 , có khi là $-30^{\circ}C$.

Hình 6-24 giới thiệu một sơ đồ hệ thống lạnh NH_3 1 cấp dùng cho bể nước đá cây và hình 6-25 giới thiệu một sơ đồ hệ thống lạnh 1 cấp cho máy đá vảy.



Hình 6-24. Sơ đồ hệ thống lạnh NH_3 1 cấp dùng cho bể đá cây

1. Máy nén; 2. Bình tách dầu; 3. Bình ngưng; 4. Bình chứa cao áp;
5. Phin lọc; 6. Van điện tử kết hợp với rơle mức lỏng 10 để khống chế mức lỏng trong bình tách lỏng 8; 7. Van tiết lưu tay; 8. Bình tách lỏng;
9. Bể nước muối với dàn lạnh xương cá và máy khuấy; 10. Rơle;
11. Bình tách lỏng phụ; 12. Bình xả khí không ngưng;
13. Bình chứa dầu thu hồi định kỳ từ các thiết bị.



Hình 6-25. Sơ đồ hệ thống lạnh 1 cấp (NH₃ hoặc Freon) cho máy đá vẩy
 1. Máy nén; 2. Bình tách dầu; 3. Dàn ngưng; 4. Bình chứa; 5. Phin lọc;
 6. Van điện tử điều chỉnh mức lỏng; 7. Van tiết lưu tay; 8. Bình tách lỏng;
 9. Cối làm đá vẩy; 10. Mắt ga; 11. Bơm nước; 12. Bể chứa đá vẩy.

6.3 SƠ ĐỒ HỆ THỐNG LẠNH NHÀ MÁY CHẾ BIẾN THỰC PHẨM

6.3.1 Quy hoạch mặt bằng

Theo kinh nghiệm, hãng MYCOM (Nhật) đã đưa ra các số liệu định hướng về diện tích, chiều dày cách nhiệt, năng suất lạnh và máy nén lạnh MYCOM tương ứng như giới thiệu trong bảng 6-15. Bảng 6-16 giới thiệu về thông số bể đá đi kèm.

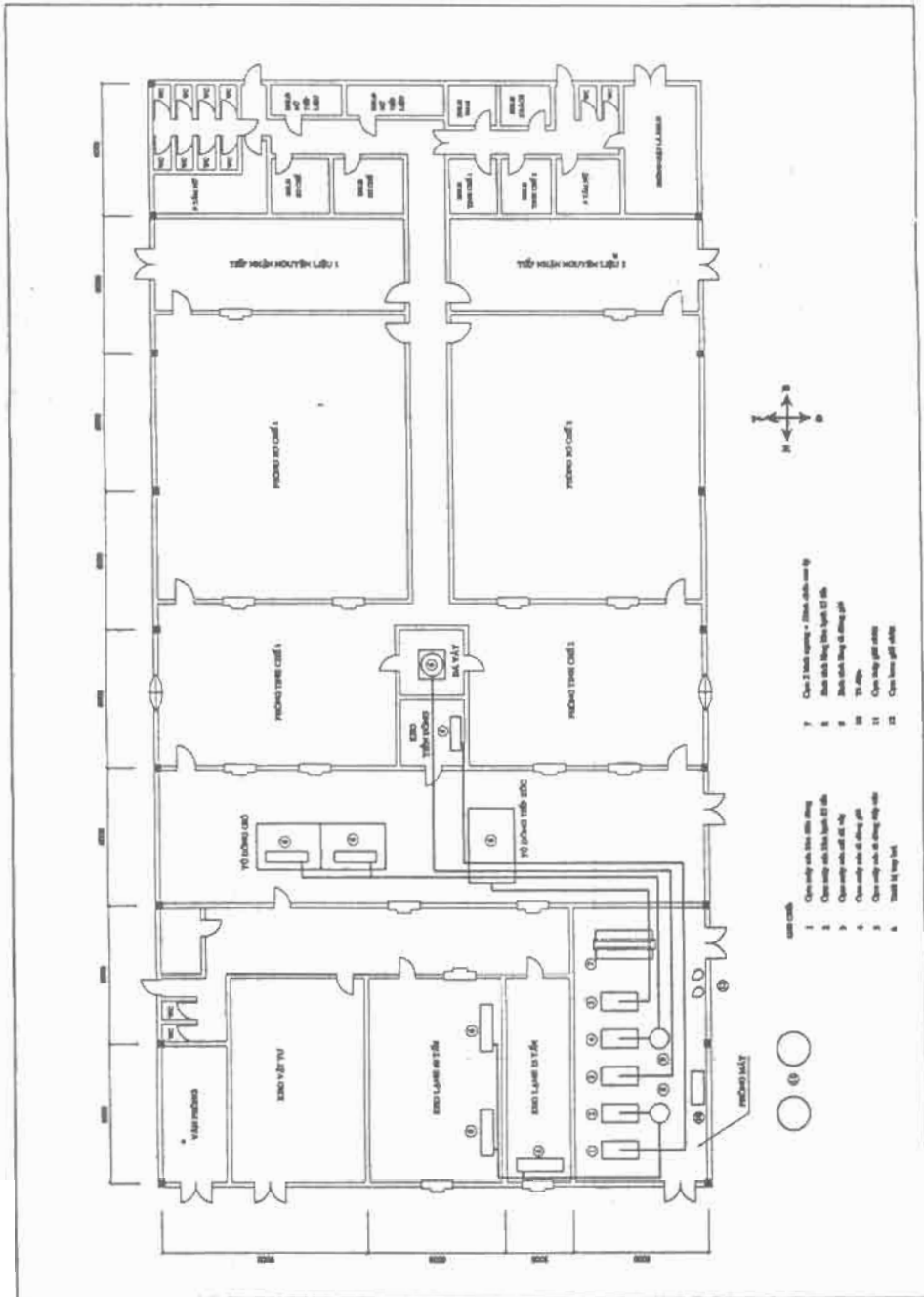
Bảng 6-15. Số liệu định hướng kho lạnh MYCOM

Dung tích, tấn		100	200	300	500	800	1000
Năng suất kết đông, tấn/ngày		-	5	10	15	20	20
Diện tích nền, m ²	- Kho lạnh	132	231,5	238,5	443,5	698,0	978,0
	- Phòng chờ	33,1	54,5	69,5	84,5	99,2	132,0
	- Buồng kết đông	-	23,2	40,5	63,6	89,3	89,3
	- Buồng chờ kết đông	-	-	23,2	36,4	39,7	39,7
	- Buồng máy	33,1	46,3	52,9	59,5	109,0	129,0
	- Buồng chế biến	49,6	66,1	66,1	92,5	158,5	158,5
	- Văn phòng	-	-	26,4	33,1	59,5	59,5
	- Phòng ăn nghỉ	-	-	21,5	24,8	44,6	44,7
<i>Tổng cộng</i>		<i>247,8</i>	<i>421,6</i>	<i>583,6</i>	<i>837,6</i>	<i>1297,8</i>	<i>1630,7</i>
Chiều dày cách nhiệt Styropo mm	- Kho lạnh	150	150	150	150	150	150
	- Buồng kết đông	200	200	200	200	200	200
	- Phòng chờ	100	100	100	100	100	100
Năng suất lạnh kW	- Kho lạnh	40,4	79,1	88,6	119,4	164,2	226,1
	- Buồng kết đông	-	51,3	102,7	154,4	206,8	206,8
	- Phòng chờ	3,2	4,6	8,8	9,1	12,0	13,4
<i>Tổng cộng</i>		<i>43,6</i>	<i>135,0</i>	<i>200,1</i>	<i>282,9</i>	<i>383,0</i>	<i>446,3</i>
Máy nén MYCOM	Máy nén piston	N4A 1 cụm	N4A 1 cụm	N6A 2 cụm	N8A 2 cụm	N4B N6B 2 cụm	N6B 2 cụm
	Máy nén trục vít	N100L 1 cụm	N125L 1 cụm	N160S 1 cụm	N125L 2 cụm	N160S 2 cụm	N160S N160L 2 cụm

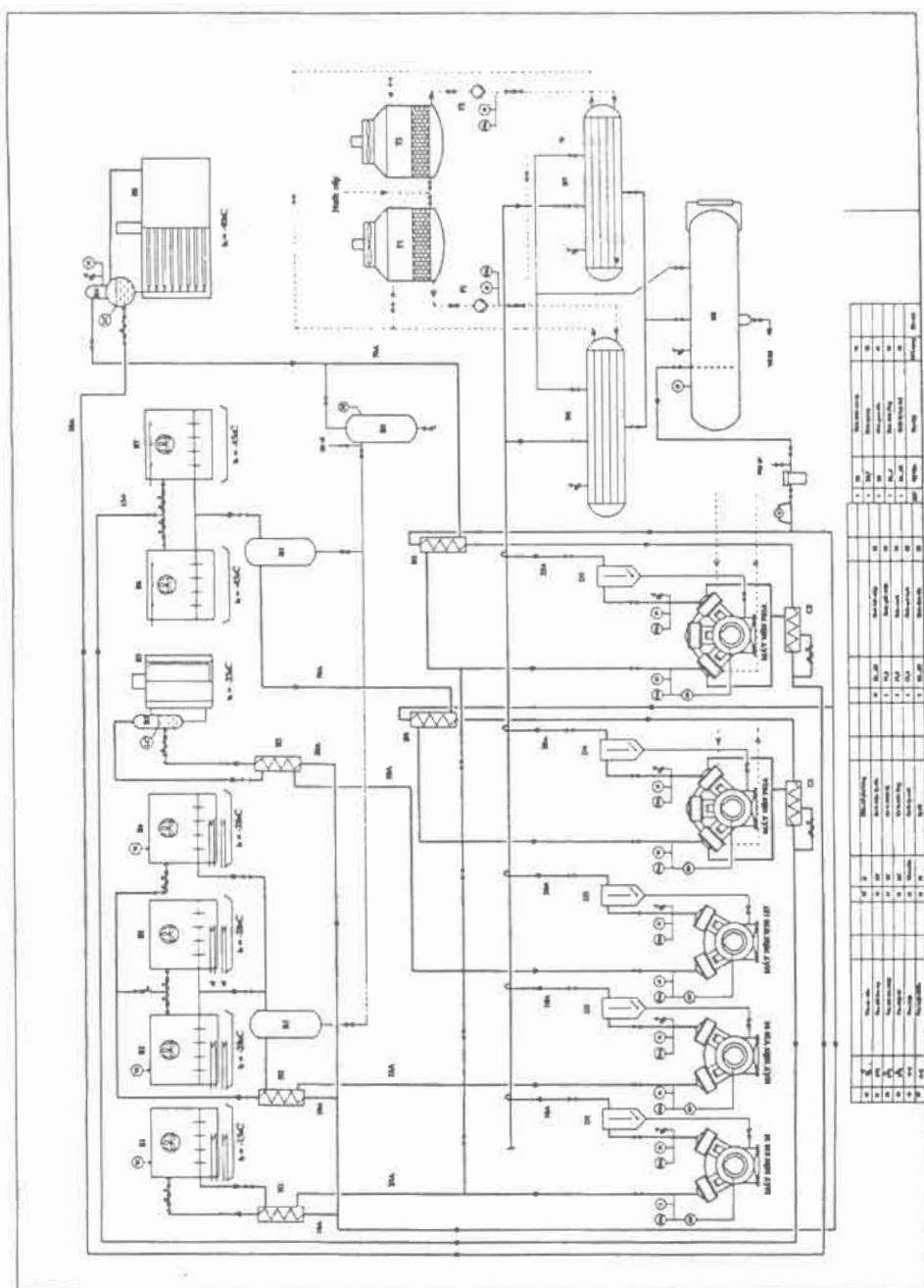
Bảng 6-16. Thông số định hướng bể đá MYCOM

Năng suất bể đá, tấn/ ngày		10	15	20	30	50	100
Kho bảo quản đá, tấn		600	700	1100	1500	2000	2800
Diện tích sàn, m ²	- Buồng sản xuất đá	87,0	148,5	178,5	131,0	377,0	755,0
	- Kho bảo quản đá	178,5	218,0	294,0	397,0	535,0	775,0
	- Phòng đợi bảo quản	49,6	26,8	33,1	33,1	39,7	99,0
	- Phòng máy	49,6	69,5	79,4	66,2	89,3	139,0
	- Trạm điện	-	-	-	-	19,8	33,1
	- Văn phòng	24,8	28,9	46,3	39,7	52,9	52,9
	- Nhà ăn nghỉ, hành lang	-	-	-	26,4	36,4	62,8
<i>Tổng cộng</i>		<i>359,7</i>	<i>491,3</i>	<i>631,3</i>	<i>793,4</i>	<i>1150,1</i>	<i>1917,0</i>
Chiều dày cách nhiệt, styropo, mm	- Bể đá	150	150	150	150	150	150
	- Kho bảo quản đá	100	100	100	100	100	100
Năng suất lạnh, kW	- Bể đá	67,2	99,2	131,5	235,9	324,9	649,8
	- Kho bảo quản đá	35,9	39,7	50,3	76,3	90,4	108,3
	<i>Tổng cộng</i>	<i>103,1</i>	<i>138,9</i>	<i>181,8</i>	<i>312,2</i>	<i>415,3</i>	<i>758,1</i>
Máy nén MYCOM	Máy nén pittông	N4A	N6A	N8A	N4B	2 máy N6B	2 máy N8B
	Máy nén trục vít	N125LU	N125LU	N160LSU	N160LU	N160SU	N200SU

Lưu ý: Khi sử dụng các thông số định hướng trên ta cần đặc biệt lưu ý về năng suất lạnh yêu cầu. Ở đây người ta đưa ra các thông số cho nhiệt độ môi trường thấp hơn ở Việt nam, tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che cũng nhỏ hơn, do đó cần phải tính nhiệt lại một cách cẩn thận. Theo kinh nghiệm, cần phải tăng thêm chiều dày cách nhiệt cũng như tăng năng suất lạnh yêu cầu từ 25 đến 35% nữa mới phù hợp với khí hậu Việt Nam và đảm bảo công suất thiết kế. Hình 6-26 giới thiệu mặt bằng nhà máy chế biến thủy sản xuất khẩu Quảng Phú, Quảng Ngãi.



Hình 6-26. Mặt bằng nhà máy chế biến thực phẩm xuất khẩu Quảng phú, Quảng Ngãi năng suất 1000 tấn/năm.



Hình 6-27. Sơ đồ hệ thống lạnh R22 nhà máy chế biến thực phẩm xuất khẩu Quảng phú, Quảng Ngãi năng suất 1000 tấn/năm.

6.3.2. Sơ đồ hệ thống lạnh

Về nguyên tắc, có thể thiết kế hệ thống lạnh riêng cho từng hộ tiêu thụ như kho lạnh riêng, máy kết đông riêng, máy đá riêng ... nhưng cũng có thể sử dụng kiểu hệ thống lạnh trung tâm. Hình 6-27 giới thiệu sơ đồ hệ thống lạnh trung tâm của nhà máy chế biến thủy sản xuất khẩu Quảng Phú, Quảng Ngãi, vẽ theo ký hiệu truyền thống gồm kho lạnh 60 tấn và 25 tấn, tủ đông tiếp xúc 750 kg/m², tủ đông gió 200 kg/m² và 1 máy đá vảy 5 tấn/24h. Kho lạnh đông có nhiệt độ - 20⁰C.

TÍNH TOÁN CHU TRÌNH LẠNH, TÍNH CHỌN MÁY NÉN

7.1 CHỌN CÁC THÔNG SỐ CỦA CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC

Chế độ làm việc của một hệ thống lạnh được đặc trưng bằng bốn nhiệt độ sau:

- nhiệt độ sôi của môi chất lạnh t_0 ;
- nhiệt độ ngưng tụ của môi chất t_k ;
- nhiệt độ quá lạnh của lỏng trước van tiết lưu t_{ql} ;
- nhiệt độ hơi hút về máy nén (nhiệt độ quá nhiệt) t_{qn} .

1. Nhiệt độ sôi của môi chất lạnh t_0 phụ thuộc nhiệt độ buồng lạnh.

Nhiệt độ sôi của môi chất lạnh dùng để tính toán thiết kế có thể lấy như sau:

$$t_0 = t_b - \Delta t,$$

t_b - nhiệt độ buồng lạnh;

Δt - hiệu nhiệt độ yêu cầu.

- Đối với dàn bay hơi trực tiếp, nhiệt độ bay hơi lấy thấp hơn nhiệt độ buồng 8 + 13°C. Để không phải đưa thêm nhiệt độ sôi bổ sung, đối với một số buồng riêng biệt (khi cần duy trì độ ẩm thấp) người ta lấy hiệu nhiệt độ đến 15°C. Nhưng cũng có trường hợp (khi cần duy trì độ ẩm cao trong buồng) hiệu nhiệt độ chỉ là 5 + 6°C. Hiệu nhiệt độ càng lớn độ ẩm tương đối trong buồng càng thấp. Đối với nhiệt độ sôi thấp hơn -25°C cũng có thể sử dụng hiệu nhiệt độ đó, kể cả buồng đặc biệt để bảo quản trứng và hoa quả. Khi bảo quản dài ngày hoa quả có thể cần hiệu nhiệt độ 3 + 4°C.

Đối với các thiết bị lạnh thương nghiệp và đời sống nên chọn hiệu nhiệt độ lớn hơn đến $15 \div 19^{\circ}\text{C}$ do diện tích bề mặt dàn bay hơi nhỏ, hệ số truyền nhiệt cũng nhỏ.

Ngày nay, hiệu nhiệt độ tối ưu được coi là $\Delta t_0 = 8 \div 13^{\circ}\text{C}$.

Trong các hệ thống lạnh gián tiếp, nhiệt độ sôi của môi chất lạnh lấy thấp hơn nhiệt độ nước muối $5 \div 6^{\circ}\text{C}$ và nhiệt độ nước muối lấy thấp hơn nhiệt độ buồng lạnh từ $8 \div 10^{\circ}\text{C}$.

2. **Nhiệt độ ngưng tụ t_k** phụ thuộc vào nhiệt độ của môi trường làm mát của thiết bị ngưng tụ. Nếu thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước thì:

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_k$$

t_{w2} - nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng;

Δt_k - hiệu nhiệt độ ngưng tụ yêu cầu, $\Delta t_k = 3 \div 5^{\circ}\text{C}$ có nghĩa là nhiệt độ ngưng tụ cao hơn nhiệt độ nước ra từ 3 đến 5°C (chọn 5°C).

- Trong một vài trường hợp người ta lấy chuẩn là nhiệt độ trung bình của nước khi vào và ra khỏi bình ngưng, hiệu nhiệt độ lấy bằng $4 \div 6^{\circ}\text{C}$ (chọn 5°C).

- Chọn hiệu nhiệt độ ngưng tụ thực ra là một bài toán tối ưu về kinh tế để đạt giá thành một đơn vị lạnh là rẻ nhất. Nếu hiệu nhiệt độ ngưng tụ nhỏ, nhiệt độ ngưng tụ thấp, năng suất lạnh tăng, điện năng tiêu tốn nhỏ nhưng tiêu hao nước nhiều và giá tiền chỉ cho tiêu tốn nước tăng lên. Nếu giá điện rẻ nhưng nước lại đắt thì có thể lấy hiệu nhiệt độ tăng lên đến $5 \div 6^{\circ}\text{C}$.

- Đối với máy lạnh freon nên chọn hiệu nhiệt độ lớn gấp hai lần đối với máy lạnh amoniắc.

- Nhiệt độ nước đầu vào và đầu ra chênh nhau $2 \div 6^{\circ}\text{C}$ và phụ thuộc vào kiểu bình ngưng:

$$t_{w2} = t_{w1} + (2 \div 6)^{\circ}\text{C}$$

t_{w2} - nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng;

t_{w1} - nhiệt độ nước vào bình ngưng.

Đối với bình ngưng ống vỏ nằm ngang chọn $\Delta t_w = 5 \text{ K}$ nghĩa là:

$$t_{w2} = t_{w1} + 5^{\circ}\text{C}.$$

- Đối với các thiết bị lạnh thương nghiệp và dân dụng, độ chênh nhiệt độ nước vào và ra lấy đến $8 \div 10^{\circ}\text{C}$.

- Nhiệt độ nước vào bình ngưng phụ thuộc vào điều kiện môi trường.

Khi sử dụng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt lấy nhiệt độ nước vào bình ngưng cao hơn nhiệt độ nhiệt kế ướt $3 \div 4^{\circ}\text{C}$.

Nước giếng và nước thành phố chỉ sử dụng một lần:

- Nước giếng khoan: lấy bằng nhiệt độ trung bình năm (cột 3 bảng 1-1).
- Nước thành phố lấy cao hơn nhiệt độ trung bình năm từ 3 đến 4°C , nếu là nước giếng ngầm; lấy bằng nhiệt độ nhiệt kế ướt nếu là nước mặt (sông hồ).

Đối với dàn ngưng giải nhiệt gió, hiệu nhiệt độ trung bình giữa môi chất lạnh ngưng tụ và không khí bằng $10 \div 15^{\circ}\text{C}$.

Nhiệt độ không khí vào và ra có độ chênh từ 6 đến 9°C đối với các dàn ngưng amoniác của các thiết bị lạnh lớn và từ 3 đến 4°C đối với máy lạnh freon nhỏ.

Ở các dàn ngưng tưới, nhiệt độ nước giữ nguyên và có thể lấy bằng nhiệt độ nước tuần hoàn (bằng t_w cộng thêm $3 \div 4^{\circ}\text{C}$).

Nhiệt độ ngưng tụ khi sử dụng dàn ngưng tưới phụ thuộc vào tải nhiệt của dàn ngưng và trạng thái không khí bên ngoài, đặc biệt là độ ẩm. Với tải nhiệt riêng của dàn ngưng $q_F = 1750 \div 2000 \text{ W/m}^2$ có thể lấy nhiệt độ ngưng tụ cao hơn nhiệt độ nước tuần hoàn từ 4 đến 6°C là phù hợp với khí hậu Việt nam.

Có thể chọn nhiệt độ ngưng tụ theo đồ thị sau (hình 7-1).

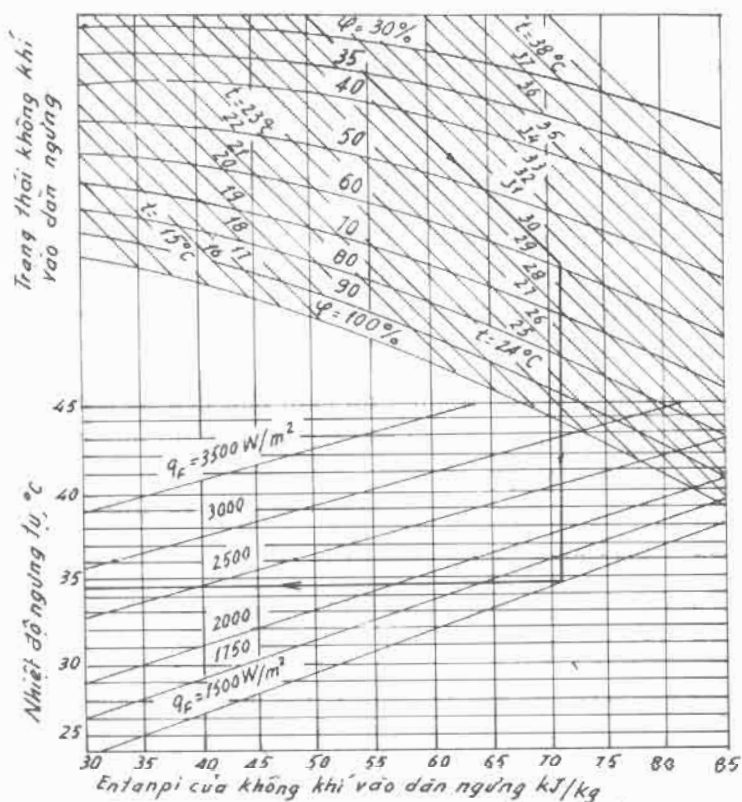
Thí dụ, từ nhiệt độ không khí 30°C và độ ẩm 60%, đóng xuống dưới gặp đường nhiệt tải riêng $q_F = 1500 \text{ W/m}^2$, đóng ngang ta sẽ tìm được nhiệt độ ngưng tụ $t_k = 34,6^{\circ}\text{C}$. Trường hợp các số liệu đã cho có điểm cắt nằm ngoài đồ thị, có thể dùng phương pháp nội suy để xác định t_k . Thuận tiện nhất là xác định entanpi của không khí theo đồ thị $h-x$ rồi kéo dài đường q_F để xác định t_k (xem thêm 1.1.2).

3. Nhiệt độ quá lạnh t_{q_l} là nhiệt độ môi chất lỏng trước khi đi vào van tiết lưu. Nhiệt độ quá lạnh càng thấp năng suất lạnh càng lớn, vì vậy người ta cố gắng hạ nhiệt độ quá lạnh xuống càng thấp càng tốt. Tuy nhiên, đối với máy lạnh một cấp không có hồi nhiệt (amoniác) nhiệt độ quá lạnh khi qua thiết bị trao đổi nhiệt ngược chiều cũng vẫn cao hơn nhiệt độ nước vào $3 \div 5^{\circ}\text{C}$.

$$t_{q_l} = t_{w1} + (3 \div 5)^{\circ}\text{C}.$$

Nước mới, đầu tiên được đưa qua thiết bị quá lạnh sau đó mới đưa vào dàn ngưng.

Ngày nay, do thiết bị quá lạnh làm cho máy lạnh thêm cồng kềnh, tiêu tốn vật tư tăng, giá thành tăng mà hiệu quả lạnh đem lại không cao, các máy lạnh hầu như không còn trang bị thiết bị quá lạnh. Trên thực tế nhiều cơ sở sử dụng lạnh cũng bỏ không sử dụng thiết bị quá lạnh nữa. Việc quá lạnh được thực hiện ngay trong thiết bị ngưng tụ bằng cách để mức lỏng ngập vài ống dưới cùng của dàn ống trong bình ngưng ống chùm. Nước cấp vào bình sẽ đi qua các ống này trước để quá lạnh lỏng sau đó mới đi lên các ống trên để ngưng tụ môi chất. Việc tính toán hiệu quả lạnh giữa hai phương án được trình bày kỹ trong thí dụ 7.6 tài liệu [12].



Hình 7-1. Đồ thị dùng để xác định nhiệt độ ngưng tụ cho dàn ngưng tưới.

Thiết bị lạnh freon cũng không được bố trí thiết bị quá lạnh. Việc quá lạnh ở đây được thực hiện trong bình hồi nhiệt, giữa môi chất lỏng nóng

trước khi vào van tiết lưu và hơi lạnh ở bình bay hơi ra trước khi về máy nén. Cách tính toán phân tích tỉ mỉ sẽ giới thiệu ở phần sau.

4. Nhiệt độ hơi hút t_h là nhiệt độ của hơi trước khi vào máy nén. Nhiệt độ hơi hút bao giờ cũng lớn hơn nhiệt độ sôi của môi chất.

Để đảm bảo máy nén không hút phải lỏng, người ta bố trí bình tách lỏng và phải đảm bảo hơi hút vào máy nén nhất thiết phải là hơi quá nhiệt. Độ quá nhiệt ở từng loại máy nén và đối với từng loại môi chất có khác nhau.

Với môi chất amoniác, nhiệt độ hơi hút cao hơn nhiệt độ sôi từ 5 đến 15°C, nghĩa là độ quá nhiệt hơi hút $\Delta t_h = 5 \div 15$ K là có thể đảm bảo độ an toàn cho máy khi làm việc:

$$t_h = t_0 + (5 \div 15)^\circ\text{C}$$

Sự quá nhiệt hơi hút của máy lạnh amoniác đạt được bằng ba cách:

- quá nhiệt ngay trong dàn lạnh khi sử dụng các loại van tiết lưu nhiệt;
- quá nhiệt nhờ hoà trộn thêm với hơi nóng trên đường về máy nén;
- quá nhiệt do tổn thất lạnh trên đường ống từ thiết bị bay hơi về máy nén.

Do nhiệt độ cuối tâm nén của amoniác rất cao nên lại cần phải giảm độ quá nhiệt càng nhỏ càng tốt. Trong điều kiện vận hành ở Việt nam nên chọn bình tách lỏng hiệu quả cao để giảm độ quá nhiệt hơi hút đến giới hạn thấp nhất.

Đối với máy nén freon do nhiệt độ cuối tâm nén thấp nên độ quá nhiệt hơi hút có thể chọn rất cao. Trong các máy freon, độ quá nhiệt hơi hút đạt được trong thiết bị hồi nhiệt.

Với môi chất freon R12, độ quá nhiệt hơi hút đến 30°C.

Với môi chất freon R22, khoảng 25°C.

Đặc biệt đối với môi chất freon R22 khi sôi ở nhiệt độ thấp không nên bố trí độ quá nhiệt quá lớn.

Trong những máy nén nửa kín và nửa kín, hơi freon hút về còn được quá nhiệt khi làm mát cho cuộn dây động cơ, ở đây không xét đến.

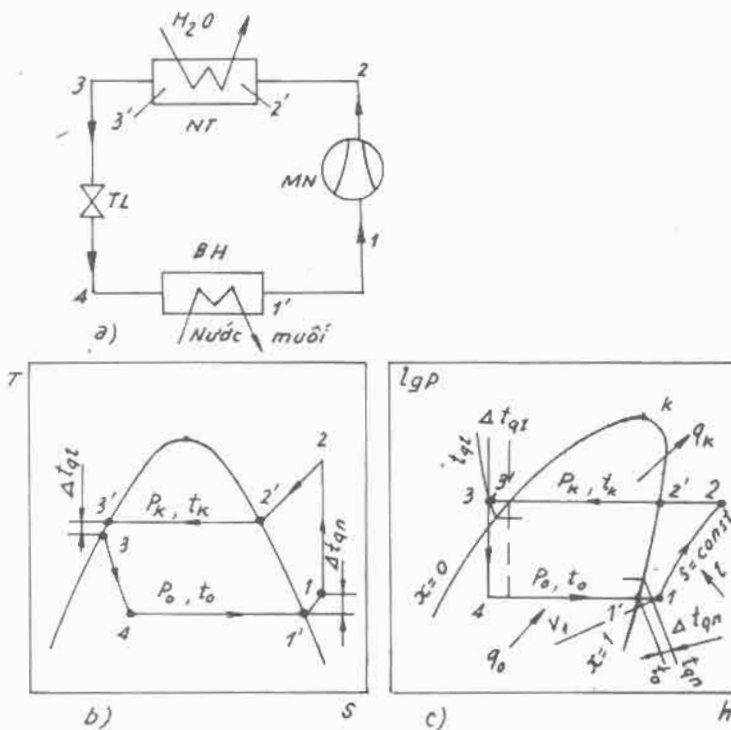
7.2 CHU TRÌNH MÁY LẠNH NÉN HƠI MỘT CẤP

Các chu trình máy lạnh nén hơi được giới thiệu và phân tích tỉ mỉ trong chương 7 tài liệu [12]. Ở đây chúng tôi giới thiệu các chu trình cơ bản ứng dụng trong thực tế, không đi sâu phân tích các chu trình.

7.2.1 Chu trình một cấp amoniác

a) Sơ đồ và chu trình biểu diễn trên đồ thị $T-s$ và $lgp-h$

Hình 7-2a mô tả sơ đồ thiết bị tối đơn giản của chu trình máy lạnh một cấp hay được sử dụng cho môi chất amoniác và chu trình lạnh biểu diễn trên đồ thị nhiệt độ - entropi $T-s$ và áp suất - entanpi $lgp-h$.



Hình 7-2. Chu trình một cấp amoniác:

- a) Sơ đồ: MN. Máy nén; NT. Bình ngưng tụ; TL. Van tiết lưu; BH. Bình bay hơi.
b) Chu trình biểu diễn trên đồ thị $T-s$; c) Chu trình biểu diễn trên đồ thị $lgp-h$.

Hệ thống lạnh hoạt động như sau: hơi môi chất sinh ra ở thiết bị bay hơi được máy nén hút về và nén lên áp suất cao đẩy vào bình ngưng tụ. Ở bình ngưng tụ hơi môi chất thải nhiệt cho nước và ngưng tụ thành lỏng. Lỏng có áp suất cao đi qua van tiết lưu vào bình bay hơi. Ở bình bay hơi, lỏng môi chất sôi ở áp suất thấp và nhiệt độ thấp thu nhiệt của môi trường lạnh. Hơi lại được hút về máy nén, như vậy vòng tuần hoàn của môi chất được khép kín.

Sự thay đổi trạng thái môi chất trong chu trình như sau:

$1'-1$ - quá nhiệt hơi hút;

$1-2$ - nén đoạn nhiệt hơi hút từ áp suất thấp p_0 lên áp suất cao $p_k, s_1 = s_2$;

$2-2'$ - làm mát đẳng áp hơi môi chất từ trạng thái quá nhiệt xuống trạng thái bão hoà;

$2'-3'$ - ngưng tụ môi chất đẳng áp và đẳng nhiệt;

$3'-3$ - quá lạnh môi chất lỏng đẳng áp;

$3-4$ - quá trình tiết lưu đẳng entanpi ở van tiết lưu $h_3 = h_4$;

$4-1'$ - quá trình bay hơi trong bình bay hơi đẳng áp và đẳng nhiệt $p_0 = \text{const}$ và $t_0 = \text{const}$.

Phương pháp xác định các điểm nút chu trình $1', 1, 2, 2', 3', 3, 4$ trên đồ thị $\lg p-h$ như sau:

Điểm $3'$ - giao điểm của p_k và $x = 0$ (bão hoà lỏng);

Điểm 3 - giao điểm của p_k và nhiệt độ quá lạnh t_{ql} ;

Điểm 4 - giao điểm của p_0 và h_3 vì quá trình tiết lưu $h_3 = h_4$;

Điểm $1'$ - giao điểm của p_0 và $x = 1$ (hơi bão hoà khô);

Điểm 1 - giao điểm của p_0 và t_{qn} (nhiệt độ quá nhiệt);

Điểm 2 - giao điểm của p_k và $s_1 = s_2$.

Như vậy tất cả các điểm nút chu trình đã được xác định.

Đặc điểm của các quá trình là:

- quá trình $4-1'$: bay hơi thu nhiệt của môi trường lạnh, sản xuất ra lạnh đáp ứng mục tiêu làm lạnh;

- quá trình $1'-1$ là quá trình quá nhiệt hơi hút do các nguyên nhân như đã nêu ở 7.1;

- quá trình $1-2$ là quá trình nén hơi môi chất trong máy nén quá trình nén tiêu thụ công nén do động cơ cung cấp;

- quá trình làm mát, ngưng tụ và quá lạnh $2-2'-3'-3$ xảy ra trong bình ngưng tụ kết hợp với việc thải nhiệt cho nước làm mát.

Tên gọi nhiệt độ ở các điểm nút như sau:

$t_1 = t_h$ - nhiệt độ hơi hút về máy nén, $t_1 = t_{qn}$;

$t_1 = t_0$ - nhiệt độ sôi của môi chất trong dàn bay hơi, $t_1 = t_4 = t_0$;

t_2 - nhiệt độ cuối tâm nén;

t_2 - nhiệt độ hơi bão hoà ở bình ngưng tụ $t_2 = t_k$;

t_3 - nhiệt độ lỏng bão hoà ở bình ngưng tụ $t_3 = t_k$;

t_3 - nhiệt độ quá lạnh lỏng $t_3 = t_{ql}$.

b) Xác định chu trình một cấp

Trước khi xác định các đại lượng của chu trình cần phải xác định được:

- môi chất lạnh sử dụng trong chu trình;

- thiết lập được chu trình trên đồ thị $lgp-h$ theo sơ đồ thích hợp.

Các đại lượng chính của chu trình cần xác định là:

1) Tất cả các thông số trạng thái cơ bản ở các điểm nút chu trình để có thể tính toán các đại lượng tiếp theo như nhiệt độ, áp suất, entanpi và thể tích riêng. Tốt nhất nên lập thành bảng để ghi các kết quả tra từ đồ thị hoặc từ bảng hơi áp suất bão hoà của môi chất như dưới đây:

Thông số Điểm nút	t , °C	p , MPa	h , kJ/kg	v , m ³ /kg
1'				
1				
2				
3'				
3				
4				

2) Năng suất lạnh riêng q_0 , kJ/kg là năng suất lạnh của một kg môi chất lạnh lỏng ở áp suất cao và nhiệt độ cao tạo ra sau khi qua van tiết lưu và bay hơi hết trong thiết bị bay hơi thành hơi bão hoà khô ở nhiệt độ bay hơi và áp suất bay hơi:

$$q_0 = h_1 - h_4, \text{ kJ/kg} \quad (7-1)$$

h_1 - entanpi của hơi (bão hoà) khi ra khỏi thiết bị bay hơi;

h_4 - entanpi của môi chất sau khi qua tiết lưu.

3) Năng suất lạnh riêng thể tích q_v , kJ/m³,

$$q_v = \frac{q_0}{v_1} \quad (7-2)$$

v_1 - thể tích riêng hơi hút về máy nén.

4) Công nén riêng l , kJ/kg là công lý thuyết mà máy nén phải sản ra để nén 1 kg hơi môi chất theo quá trình đoạn nhiệt từ áp suất p_0 lên áp suất p_k :

$$l = h_2 - h_1, \text{ kJ/kg} \quad (7-3)$$

h_1 - entanpi của hơi vào máy nén;

h_2 - entanpi của hơi quá nhiệt khi ra khỏi máy nén.

5) Năng suất nhiệt riêng q_k , kJ/kg là lượng nhiệt mà 1 kg môi chất thải nhiệt cho nước (hoặc không khí) làm mát để làm mát ngưng tụ và quá lạnh trong thiết bị ngưng tụ:

$$q_k = h_2 - h_3, \text{ kJ/kg} \quad (7-4)$$

h_3 - entanpi của lỏng khí ra khỏi bình ngưng;

h_2 - entanpi của hơi khí vào bình ngưng.

6) Hệ số lạnh của chu trình ε là tỉ số giữa năng suất lạnh đạt được trên công tiêu tốn cho chu trình:

$$\varepsilon = \frac{q_0}{l}, \quad (7-5)$$

7) Hiệu suất exergi của chu trình v :

$$v = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_c} = \varepsilon \frac{T_k - T_0}{T_0}, \quad (7-6)$$

ε_c - hệ số lạnh của chu trình Carnot, chu trình lý tưởng;

T_k - nhiệt độ ngưng tụ;

T_0 - nhiệt độ bay hơi tính theo nhiệt độ tuyệt đối.

7.2.2 Chu trình một cấp freôn

Chu trình máy lạnh freôn một cấp (hình 7-3) hoạt động như sau: hơi môi chất sinh ra ở thiết bị bay hơi được quá nhiệt sơ bộ (do van tiết lưu nhiệt), đi vào thiết bị hồi nhiệt, thu nhiệt của chất lỏng nóng, quá nhiệt đến t_1 rồi được hút vào máy nén. Qua máy nén hơi được nén đoạn nhiệt lên trạng thái 2 và được đẩy vào bình ngưng tụ. Trong bình ngưng tụ, hơi thải nhiệt cho nước làm mát, ngưng tụ lại thành lỏng và được quá lạnh chút ít. Độ quá lạnh ở đây rất nhỏ nên bỏ qua. Lỏng được dẫn vào bình hồi nhiệt. Trong bình hồi nhiệt, lỏng thải nhiệt cho hơi lạnh vừa từ bình bay hơi ra. Nhiệt độ hạ từ t_2 xuống t_3 . Sau đó lỏng đi vào van tiết lưu, được tiết lưu xuống trạng thái 4 và được đẩy vào thiết bị bay hơi. Trong thiết bị bay hơi, lỏng bay hơi, thu nhiệt của môi trường lạnh. Hơi lạnh được máy nén hút về sau khi qua thiết bị hồi nhiệt. Như vậy vòng tuần hoàn môi chất được khép kín.

Chu trình một cấp freôn biểu diễn trên đồ thị $lgp-h$ khác biệt duy nhất với chu trình môi chất amoniac là có sự quá lạnh và quá nhiệt xảy ra ở thiết

t_3 - nhiệt độ lỏng bão hoà ở bình ngưng tụ $t_3 = t_k$;

t_3 - nhiệt độ quá lạnh lỏng $t_3 = t_{q1}$.

b) Xác định chu trình một cấp

Trước khi xác định các đại lượng của chu trình cần phải xác định được:

- môi chất lạnh sử dụng trong chu trình;

- thiết lập được chu trình trên đồ thị $lgp-h$ theo sơ đồ thích hợp.

Các đại lượng chính của chu trình cần xác định là:

1) Tất cả các thông số trạng thái cơ bản ở các điểm nút chu trình để có thể tính toán các đại lượng tiếp theo như nhiệt độ, áp suất, entanpi và thể tích riêng. Tốt nhất nên lập thành bảng để ghi các kết quả tra từ đồ thị hoặc từ bảng hơi áp suất bão hoà của môi chất như dưới đây:

Điểm nút \ Thông số	t , °C	p , MPa	h , kJ/kg	v , m ³ /kg
1'				
1				
2				
3'				
3				
4				

2) Năng suất lạnh riêng q_0 , kJ/kg là năng suất lạnh của một kg môi chất lạnh lỏng ở áp suất cao và nhiệt độ cao tạo ra sau khi qua van tiết lưu và bay hơi hết trong thiết bị bay hơi thành hơi bão hoà khô ở nhiệt độ bay hơi và áp suất bay hơi:

$$q_0 = h_1 - h_4, \text{ kJ/kg} \quad (7-1)$$

h_1 - entanpi của hơi (bão hoà) khi ra khỏi thiết bị bay hơi;

h_4 - entanpi của môi chất sau khi qua tiết lưu.

3) Năng suất lạnh riêng thể tích q_v , kJ/m³,

$$q_v = \frac{q_0}{v_1} \quad (7-2)$$

v_1 - thể tích riêng hơi hút về máy nén.

4) Công nén riêng l , kJ/kg là công lý thuyết mà máy nén phải sản ra để nén 1 kg hơi môi chất theo quá trình đoạn nhiệt từ áp suất p_0 lên áp suất p_k :

$$l = h_2 - h_1, \text{ kJ/kg} \quad (7-3)$$

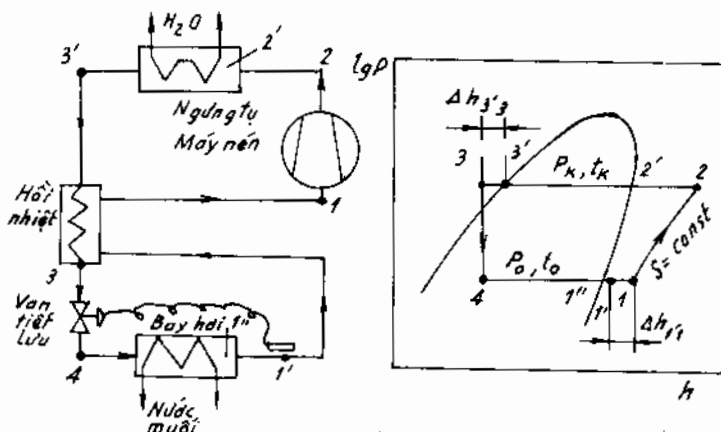
bị hồi nhiệt. Do hơi lạnh nhận toàn bộ nhiệt lượng do chất lỏng nóng tỏa ra nên:

$$h_1 - h_{1'} = h_3 - h_3$$

hoặc

$$\Delta h_{1'1} = \Delta h_{33}$$

Phương pháp xác định nhiệt độ t_1 và t_3 giới thiệu trong chương 7 tài liệu [12].



Hình 7-3. Sơ đồ có hồi nhiệt của chu trình lạnh freon một cấp và chu trình biểu diễn trên đồ thị $lg p-h$.

Nếu không cần tính toán chính xác, có thể lấy: độ quá nhiệt do van tiết lưu là 5°C . Độ quá nhiệt trong hồi nhiệt của hơi hút là $t_1 - t_{1'} = 25^{\circ}\text{C}$ đối với R12 và bằng 20°C đối với R22.

Sau khi xác định được $t_{1'}$ và t_1 có thể xác định được hiệu entanpi $\Delta h_{1'1}$, ta lấy $\Delta h_{3'3} = \Delta h_{1'1}$ về phía trái của $3'$ như vậy ta đã xác định nốt được trạng thái điểm $3'$ (t_3, p_3 và h_3).

Tất cả các phép tính khác để xác định các thông số của chu trình lạnh và các đại lượng tính nhiệt máy nén và chọn máy nén giống như đối với chu trình một cấp amoniác.

7.2.3 Tính nhiệt máy nén chu trình một cấp

Qua việc tính nhiệt kho lạnh ở chương 4, ta đã xác định được nhiệt tải Q_0 của máy nén. Đây cũng chính là năng suất lạnh mà máy nén phải đạt được để đảm bảo duy trì nhiệt độ lạnh yêu cầu trong buồng lạnh.

Sau đó ta cần phải xác định được môi chất lạnh sử dụng và chu trình lạnh theo mục 7.2.1 b.

Môi chất lạnh giới thiệu trong chương 3 tài liệu [12]. Ngày nay đối với những kho lạnh cỡ trung, cỡ lớn và rất lớn thường người ta sử dụng môi chất amoniác. Tuy amoniác độc hại, dễ gây cháy nổ nhưng rất rẻ tiền và có tính chất nhiệt động tốt phù hợp với chu trình lạnh. Các môi chất freon ít được sử dụng hơn vì đắt, dễ rò rỉ, ảnh hưởng xấu đến môi trường do freon phá huỷ ôzôn trong khí quyển. Freon, vì vậy, chỉ được sử dụng trong các máy lạnh nhỏ, rất nhỏ và trong các tổ hợp lạnh từ nhỏ đến lớn.

Từ năng suất lạnh Q_0 yêu cầu ta phải tính nhiệt để chọn máy nén theo các bước sau đây:

1) Năng suất lạnh riêng khối lượng theo biểu thức (7-1):

$$q_0 = h_1 - h_4, \text{ kJ/kg}$$

2) Năng suất khối lượng thực tế của máy nén (lưu lượng môi chất nén qua máy nén):

$$m_n = \frac{Q_0}{q_0}, \text{ kg/s} \quad (7-7)$$

3) Năng suất thể tích thực tế của máy nén:

$$V_n = m_n \cdot v_1, \text{ m}^3/\text{s} \quad (7-8)$$

4) Hệ số cấp của máy nén λ :

Hệ số cấp của máy nén là tỉ số giữa thể tích thực tế V_n và thể tích lý thuyết V_{ll} của máy nén. λ đặc trưng cho các tổn thất của quá trình nén thực so với quá trình nén lý thuyết.

Có rất nhiều phương pháp xác định λ :

a) Xác định λ theo các tổn thất thành phần [12]:

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_{t1} \cdot \lambda_k \cdot \lambda_w \cdot \lambda_r, \quad (7-9)$$

λ_c - hệ số tính đến thể tích chết;

λ_{t1} - hệ số kể đến tổn thất do tiết lưu;

λ_w - tổn thất do hơi hút vào xilanh bị đốt nóng;

λ_r - tổn thất do rò rỉ môi chất qua pittông, xilanh, secmăng và van từ khoang nén về khoang hút.

b) Xác định λ theo các công thức thực nghiệm do nhà chế tạo cho trong catalog máy. Ví dụ với máy nén amoniác chế tạo tại Halle (Đức) có thể xác định λ theo biểu thức sau:

$$\lambda = 0,093 - 0,06 (\Pi - 1) \quad (7-10)$$

$\Pi = p_k/p_0$ - tỉ số nén.

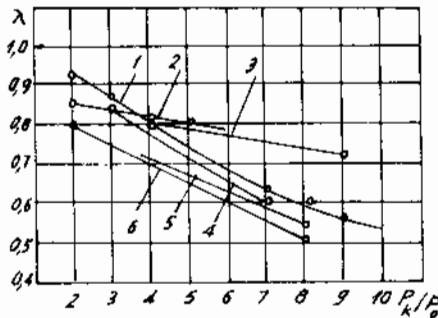
Đối với máy nén amoniác thẳng dòng của Nga kiểu đứng, chữ V, W có thể xác định λ gần đúng theo biểu thức của Badukes:

$$\lg \lambda = (0,0012 + 0,0437c) (1 - \Pi) \quad (7-11)$$

c - thể tích chết, %.

c) Xác định λ theo đồ thị đã cho của nhà chế tạo.

Hình 7-4 giới thiệu đồ thị λ của các loại máy nén khác nhau chế tạo tại Nga phụ thuộc vào tỉ số áp suất nén $\Pi = p_k/p_0$.



Hình 7-4. Hệ số cấp λ của máy nén (Nga) phụ thuộc vào Π :

1. Máy nén kiểu hiện đại; 2. Máy nén trục vít cao áp; 3. Máy nén trục vít;
4. Máy nén freôn 22; 5. Máy nén rôto;
6. Máy nén nhỏ R12.

d) Từ biểu thức (7-9) có thể rút gọn thành:

$$\lambda = \lambda_i \cdot \lambda_w, \quad (7-12)$$

trong đó:

$$\lambda_i = \lambda_c \cdot \lambda_H \cdot \lambda_k = \frac{p_0 - \Delta p_0}{p_0} - c \left[\left(\frac{p_k + \Delta p_k}{p_0} \right)^{\frac{1}{m}} - \frac{p_0 - \Delta p_0}{p_0} \right] \quad (7-13)$$

lấy $\Delta p_0 = \Delta p_k = 0,005 \div 0,01$ MPa

$m = 0,95 \div 1,1$ đối với máy nén amoniác;

$m = 0,90 \div 1,05$ đối với máy nén freôn;

c - tỉ số thể tích chất, $c = 0,03 \div 0,05$ tùy theo từng loại máy nén;

$$\lambda_w = \lambda_w \cdot \lambda_r.$$

Đối với máy nén amoniác thuận dòng $\lambda_w = \frac{T_0}{T_k}$ (7-14)

T_0 và T_k - nhiệt độ tuyệt đối sôi và ngưng của môi chất.

5) *Thể tích lý thuyết* (do pittông quét được)

$$V_H = \frac{V_H}{l}, \text{ m}^3/\text{s} \quad (7-15)$$

trong đó, thể tích lý thuyết của một máy nén lắp đặt:

$$V_{HMN} = \frac{\pi d^2}{4} S \cdot Z \cdot n, \text{ m}^3/\text{s} \quad (7-16)$$

d - đường kính pittông, m;

S - khoảng chạy pittông, m;

Z - số lượng pittông, chiếc;

n - số vòng quay, vg/s.

Số lượng máy nén yêu cầu:

$$Z_{MN} = \frac{V_H}{V_{HMN}}, \text{ chiếc} \quad (7-17)$$

6) *Hiệu suất nén:*

$$\eta = \eta_i \cdot \eta_c \cdot \eta_{td} \cdot \eta_{el} \quad (7-18)$$

η_i - hệ số kể đến tổn thất trong, η_i còn được gọi là hiệu suất chỉ thị của quá trình nén;

η_c - hệ số kể đến tổn thất ma sát của các chi tiết máy nén;

η_{td} - hệ số kể đến tổn thất do truyền động: khớp nối, đai truyền... Các máy nén kín và nửa kín có $\eta_{td} = 1$;

η_{el} - hiệu suất động cơ điện; $\eta_{el} = 0,8 \div 0,95$ tùy theo từng loại động cơ điện (xem hình 7-5).

7) *Công nén đoạn nhiệt:*

Công nén đoạn nhiệt của chu trình được tính theo biểu thức:

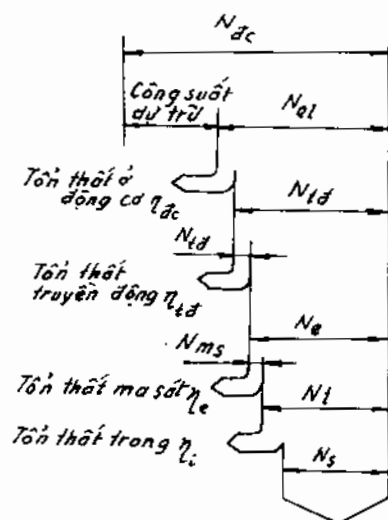
$$N_s = m \cdot l, \text{ kW} \quad (7-19)$$

N_s còn được gọi là công nén lý thuyết;

m - lưu lượng khối lượng qua máy nén, kg/s;

l - công nén riêng, kJ/kg, $l = h_2 - h_1$;

do đó: $N_s = m \cdot (h_2 - h_1)$



Hình 7-5. Các loại công nén và tổn thất năng lượng:

- N_{dc} - công suất động cơ lắp đặt
- N_{el} - công suất điện (đo được trên bảng đấu điện)
- N_{td} - công suất truyền động (đo được trên trục động cơ)
- N_e - công suất hiệu dụng (đo được trên trục khuỷu máy nén)
- N_l - công nén thực (có kể đến tổn thất trong)
- N_s - công nén đoạn nhiệt (lý thuyết).

8) Công nén chỉ thị N_i :

Công nén chỉ thị là công nén thực do quá trình nén lệch khỏi quá trình nén đoạn nhiệt lý thuyết:

$$N_i = \frac{N_s}{\eta_i}, \text{ kW} \quad (7-20)$$

trong đó η_i là hiệu suất chỉ thị. η_i có thể được xác định theo đồ thị cho trước của nhà chế tạo nhưng cũng có thể tính được theo biểu thức:

$$\eta_i = \lambda_w + b \cdot t_0 \quad (7-21)$$

trong đó $\lambda_w = T_0/T_k$;

$$b = 0,001;$$

t_0 - nhiệt độ sôi, °C.

Ví dụ $t_0 = -15^\circ\text{C}$: $\lambda_w = 258/303 + 0,001 \cdot (-15) = 0,836$.

9) Công nén hiệu dụng N_e :

Công nén hiệu dụng là công nén có tính đến tổn thất ma sát của các chi tiết máy nén như pittông-xilanh; tay biên-trục khuỷu-ác pittông... Đây chính là công đo được trên trục khuỷu máy nén.

$$N_c = N_i + N_{ms} \quad (7-22)$$

N_i đã biết còn N_{ms} có thể tính theo biểu thức:

$$N_{ms} = V_{tt} \cdot p_{ms}$$

V_{tt} - thể tích hút thực tế = $\lambda \cdot V_{lt}$;

V_{lt} - thể tích hút lý thuyết của máy nén = $\frac{\pi d^2}{4} S Z n$;

λ - hệ số cấp;

p_{ms} - áp suất ma sát riêng.

- đối với máy amoniác thẳng dòng = 0,049 ÷ 0,069 MPa;

- đối với máy nén freon thẳng dòng = 0,039 ÷ 0,059 MPa;

- đối với máy nén freon ngược dòng = 0,019 ÷ 0,034 MPa.

Cũng có thể tính N_c theo biểu thức:

$$N_c = \frac{N_i}{\eta_c} \quad (7-23)$$

trong đó η_c được cho trong các catalog của nhà chế tạo.

10) Công suất điện N_{el}

Công suất điện N_{el} là công suất do được trên bảng đấu điện có kể đến tổn thất truyền động khớp, đai... (nếu là máy nén kín nửa kín tổn thất này bằng 0) và hiệu suất của chính động cơ điện:

$$N_{el} = \frac{N_c}{\eta_{td} \cdot \eta_{el}} \quad (7-24)$$

Hiệu suất truyền động của khớp, đai... $\eta_{td} \approx 0,95$;

Hiệu suất động cơ $\eta_{el} = 0,80 \div 0,95$.

11) Công suất động cơ lắp đặt

Để đảm bảo an toàn cho hệ thống lạnh, động cơ lắp đặt phải có công suất lớn hơn N_{el} . Tùy theo tình hình cụ thể có thể chọn động cơ lắp đặt lớn hơn công suất tính toán từ 1,1 đến 2,1 lần. Đối với các máy lớn, làm việc trong điều kiện ổn định có thể chọn hệ số an toàn 1,1. Đối với các máy lạnh nhỏ, chế độ làm việc dao động lớn, điện lưới lên xuống pháp phù có thể chọn hệ số an toàn đến 2,1 hoặc lớn hơn.

$$N_{dc} = (1,1 \div 2,1) N_{ct}, \text{ kW} \quad (7-25)$$

Như vậy ta đã xác định được kích thước máy nén, số lượng máy nén yêu cầu. Công suất tiếp điện tính được sẽ chia đều cho số máy nén, qua đó ta biết được công suất động cơ của từng máy nén. Động cơ chọn thực tế phải có công suất dự trữ. Thường dự trữ từ 15 đến 20% nhưng cũng có trường hợp động cơ chọn lớn gấp đôi động cơ tính toán để đề phòng máy phải làm việc ở chế độ khắc nghiệt hơn.

Ở trên, ta đã chọn được máy nén với V_{li} cho trước. Nhưng nếu không biết V_{li} mà chỉ biết năng suất lạnh ở điều kiện tiêu chuẩn Q_{0TC} của máy nén chẳng hạn thì làm thế nào để chọn được máy nén thích hợp và số lượng máy nén thích hợp?

Trường hợp chỉ biết năng suất lạnh ở điều kiện tiêu chuẩn Q_{0TC} :

Sau khi tính toán đến bước 5 (biểu thức 7-15) xác định V_{li} tiến hành các bước tiếp theo như sau:

12) Xác định chu trình lạnh tiêu chuẩn

Chế độ tiêu chuẩn của hệ thống lạnh amoniác, freôn, một cấp, hai cấp và chế độ điều hoà được quy định như giới thiệu trên bảng 7-1. Do năng suất lạnh của một máy nén không phải giữ nguyên mà liên tục thay đổi theo nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ bay hơi [12] nên người ta phải quy định các chế độ tiêu chuẩn, để từ thông số này có thể tính toán được các thông số của chu trình lạnh.

Bảng 7-1. Một số chế độ lạnh tiêu chuẩn cơ bản

Nhiệt độ, °C	t_0	t_{qn}	t_k	t_{ql}
Chế độ tiêu chuẩn				
Chế độ tiêu chuẩn một cấp amoniác	-15	-10	30	25
freôn	-15	15	30	25
Chế độ điều hoà không khí	5	15	35	30
Chế độ lạnh đông (hai cấp)				
amoniác	-40	-30	35	30
freôn	-35	-20	30	25

Theo các thông số nhiệt độ của chu trình tiêu chuẩn trên ta có thể vẽ được chu trình tiêu chuẩn trên đồ thị $\lg p-h$ và xác định được các thông số còn lại của chu trình như p , Π , entanpi h , v_1 để tính toán các đại lượng yêu cầu:

13) Năng suất lạnh riêng khối lượng tiêu chuẩn:

$$q_{0TC} = h_{1TC} - h_{4TC}, \text{ kJ/kg}$$

14) Năng suất lạnh riêng thể tích tiêu chuẩn:

$$q_{vTC} = \frac{q_{0TC}}{v_{1TC}}, \text{ kJ/m}^3$$

15) Hệ số cấp ở điều kiện tiêu chuẩn λ_{TC} tính từ các λ thành phần tiêu chuẩn theo 4).

16) Năng suất tiêu chuẩn Q_{0TC} tính chuyển từ Q_0 ra:

$$Q_{0TC} = Q_0 \frac{q_{vTC} \cdot \lambda_{TC}}{q_v \cdot \lambda}, \text{ kW} \quad (7-26)$$

17) Số máy nén cần chọn:

$$Z_{MN} = \frac{Q_{0TC}}{Q_{0TCMN}}, \text{ chiếc}$$

Q_{0TCMN} - năng suất lạnh tiêu chuẩn của máy nén cụ thể, có thể tích hút lý

thuyết $V_{H} = \frac{\pi d^2}{4} S \cdot Z \cdot n$.

Tất nhiên cũng có thể tính chuyển đổi theo cách khác là từ Q_{0TCMN} ra năng suất lạnh của máy nén ở chế độ yêu cầu Q_{0MN} sau đó tính số lượng máy nén theo:

$$Z_{MN} = \frac{Q_0}{Q_{0MN}}, \text{ chiếc}$$

Trường hợp biết được thể tích hút lý thuyết của máy nén thì bỏ từ bước 12 mà xác định luôn số máy nén cần chọn theo biểu thức với V_H đã tính được theo (7-15):

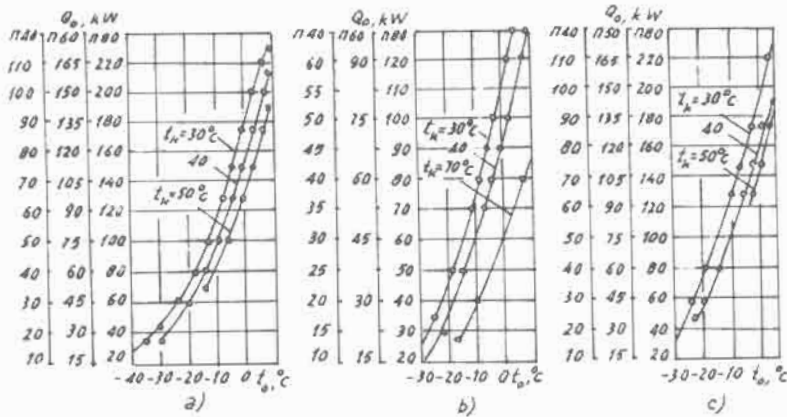
$$Z_{MN} = \frac{V_H}{V_{HMN}}, \text{ chiếc}$$

18) Ước lượng số máy nén cần thiết:

Có thể ước lượng số máy nén cần thiết theo đồ thị (hình 7-6 và 7-7) nếu nhà sản xuất cho biết trong catalog năng suất lạnh phụ thuộc vào nhiệt độ ngưng tụ và bay hơi ở chế độ bất kỳ. Hình 7-6 biểu diễn năng suất lạnh của ba loại máy nén П40, П60, П80 có năng suất trung bình của Nga theo nhiệt

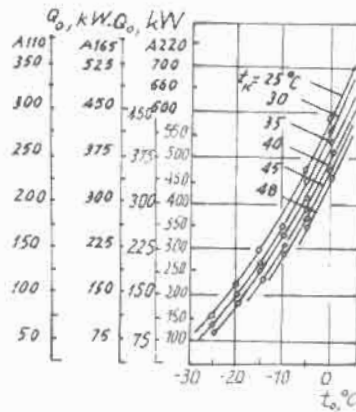
220

độ bay hơi và ngưng tụ với các môi chất khác nhau còn hình 7-7 mô tả năng suất lạnh của ba loại máy nén amoniác cỡ lớn A110, A165 và A220 cũng của Nga.



Hình 7-6. Năng suất lạnh của máy nén cỡ trung PI40, PI60 và PI80 phụ thuộc vào nhiệt độ ngưng tụ và bay hơi.
a) R22; b) R12; c) NH₃.

Khi đóng một đường nhiệt độ bay hơi $t_0 = -15^{\circ}\text{C}$ từ trục hoành lên, gặp đường $t_k = 30^{\circ}\text{C}$ và tạt ngang sang trái ta sẽ tìm được năng suất lạnh tiêu chuẩn của máy nén với các môi chất khác nhau. Thí dụ, máy nén PI40 có năng suất lạnh là 40 kW đối với R12, 30 kW đối với R12 và 50 kW đối với môi chất amoniác. Một số loại máy nén lạnh một cấp chế tạo trong nước của Nga giới thiệu trong [12]. Bảng 7-2, 7-3, 7-4, 7-5, 7-6 và 7-7 giới thiệu một số loại máy nén một cấp và hai cấp của Nga, MYCOM, hãng Mayekawa của Nhật và máy nén NH₃ chế tạo trong nước.



Hình 7-7. Sự phụ thuộc của năng suất lạnh máy nén cỡ lớn A110, A165 và A220 vào nhiệt độ ngưng tụ và bay hơi (môi chất amoniác).

Bảng 7-2. Máy nén piston MYCOM một cấp nén loại kí hiệu W (hãng Mayekawa Nhật)
Năng suất lạnh và công suất trên trục ở nhiệt độ ngưng tụ 35°C và nhiệt độ bay hơi khác nhau

Môi chất	Kí hiệu	Thể tích quét, m ³ /h	Q _h , kW					N _e , kW					t ₀ , °C	
			-25	-20	-15	-10	-5	0°C	-25	-20	-15	-10		-5
R717	N2WA	71,0	17,3	23,4	30,7	39,3	49,5	61,3	8,1	9,1	10,0	10,7	11,3	11,6
	N4WA	187,2	45,4	61,6	80,8	103,7	130,4	161,6	21,4	23,9	26,2	28,3	29,7	30,6
	N6WA	280,7	68,3	92,3	121,3	155,5	195,6	242,3	32,0	35,9	39,4	42,4	44,6	45,8
	N8WA	374,2	91,0	123,1	161,7	207,4	260,9	323,1	42,8	47,8	52,6	56,4	59,4	61,0
	N4WB	381,0	92,8	125,6	164,9	211,4	265,9	329,4	43,6	48,8	53,6	57,6	60,6	62,3
	N6WB	572,6	139,1	188,4	247,3	317,1	398,9	494,1	65,4	73,2	80,4	86,4	90,9	93,3
	N8WB	764,1	185,5	251,2	329,7	422,7	531,9	658,7	87,2	97,6	107,1	115,2	121,2	124
N12WB	954,3	231,9	313,9	412,2	528,4	664,8	823,4	109,0	122,1	133,9	144,0	151,5	155	
R22	F2WA2	71,0	19,3	25,4	32,6	41,1	50,9	62,1	8,4	9,3	10,2	10,9	11,5	11,9
	F4WA2	187,2	50,7	67,1	86,0	108,3	134,1	163,9	22,2	24,9	27,2	29,1	30,7	31,7
	F6WA2	280,7	76,1	100,5	129,1	162,6	201,2	245,8	33,4	37,2	40,7	43,7	46,0	47,5
	F8WA2	374,2	101,6	134,0	172,2	216,7	268,2	327,7	44,5	49,7	54,4	58,4	61,4	63,3
	F4WB2	381,0	107,8	140,3	178,5	223,1	274,7	334,2	44,6	50,7	56,3	61,2	65,3	68,4
	F6WB2	572,6	161,7	210,5	267,8	334,6	412,1	501,2	66,8	76,0	84,4	91,8	98,0	102,6
	F8WB2	764,1	215,6	280,6	357,1	446,2	549,4	688,3	89,1	101,3	112,5	122,4	130,7	136,8
F12WB2	954,3	269,4	350,8	446,3	557,8	686,8	835,4	114	126,7	140,7	153,0	163,3	171,1	
R502	F2WA5	71,0	19,5	25,7	33,1	41,6	51,6	63,1	9,0	10,0	10,9	11,7	12,2	12,5
	F4WA5	187,2	51,5	67,9	87,1	109,7	136,1	166,3	23,9	26,7	29,1	31,1	32,6	33,5
	F6WA5	280,7	77,2	101,7	130,7	164,7	204,0	249,4	35,9	40,0	43,6	46,6	48,9	50,3
	F8WA5	374,2	103,0	135,7	174,4	219,6	272,0	332,7	47,8	53,3	58,1	62,2	65,1	66,9
	F4WB5	381,0	109,1	142,0	180,7	225,9	278,5	339,1	49,0	55,3	61,1	66,2	70,3	73,4
	F6WB5	572,6	163,6	213,0	271,0	338,9	417,7	508,7	73,4	83,0	91,7	99,3	105,5	110,1
	F8WB5	764,1	218,2	284,0	361,4	451,9	557,0	678,3	97,9	110,6	122,2	132,4	140,7	146,8
F12WB5	954,3	272,8	354,9	451,8	564,8	696,3	847,8	122,4	138,3	152,8	165,4	175,8	183,5	

Bảng 7-3. Máy nén piston MYCOM hai cấp nén, năng suất lạnh và công suất trên trục ở nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ bay hơi khác nhau, môi chất lạnh NH₃

t _a , °C	Ký hiệu	Pítông φ và S, mm	Số xilanh	Tốc độ, vòng/ph	Thể tích quét m ³ /h	Q ₀ , 1000 kcal/h						N _c , kW, ở t _h									
						-60	-55	-45	-40	-35	-30	-60	-55	-45	-40	-35	-30				
						φ	x	φ	x	φ	x	φ	x	φ	x	φ	x	φ	x		
30	N42A	95 φ x 76 /	4 + 2	1000	193,9	5,4	7,7	10,8	14,7	19,7	25,9	33,5	8,1	9,2	10,4	11,8	13,1	14,9	16,6		
			6 + 2	1200	232,7	6,4	9,2	12,9	17,7	23,6	31,1	40,2	49,2	9,7	11,0	12,5	14,2	16,0	17,9	19,9	
	N62A	76 /	4 + 2	1000	258,6	7,4	10,8	14,6	19,8	26,3	34,4	44,3	10,8	11,9	13,6	15,5	17,6	19,8	22,2	24,6	
			6 + 2	1200	310,3	8,8	12,6	17,5	23,8	31,6	41,3	53,2	12,6	14,3	16,3	18,6	21,1	23,8	26,6	29,6	
	N42B	130 φ	x 100 /	4 + 2	900	430,1	11,9	17,1	23,9	32,6	43,7	57,4	74,3	18,0	20,4	23,1	26,2	29,5	33,1	36,8	40,9
				6 + 2	1000	477,8	13,2	19,0	26,5	36,3	48,6	63,8	82,6	20,0	22,6	25,7	29,1	32,8	36,8	40,9	45,7
N62B	x 100 /	100 /	4 + 2	900	573,4	16,3	23,3	32,3	43,9	58,4	76,4	98,3	23,2	26,5	30,2	34,4	39,0	44,0	49,2	54,7	
			6 + 2	1000	637,1	18,1	25,9	35,9	48,8	64,9	84,9	109,2	25,8	29,4	33,6	38,2	43,3	48,8	54,7	60,9	
N124B	x 100 /	100 /	12 + 4	870	1108,6	31,5	45,0	62,5	84,9	113,0	147,7	190,0	44,9	51,2	58,4	66,5	75,4	85,0	95,2	105,0	
			6 + 2	960	1223,3	34,8	49,7	69,0	93,7	124,6	162,9	209,6	49,6	56,5	64,4	73,4	83,2	93,8	105,0	117,0	
35	N42A	95 φ x 76 /	4 + 2	1000	193,9	5,2	7,5	10,5	14,4	19,3	25,4	32,9	8,5	9,6	10,9	12,4	14,0	15,8	17,6		
			6 + 2	1200	232,7	6,2	9,0	12,6	17,3	23,2	30,5	39,5	10,2	11,5	13,1	14,9	16,8	18,9	21,1		
	N62A	76 /	4 + 2	1000	258,6	7,1	10,2	14,2	19,4	25,8	33,8	43,5	10,9	12,4	14,2	16,2	18,4	20,9	23,5		
			6 + 2	1200	310,3	8,6	12,3	17,1	23,3	31,0	40,6	52,2	13,0	14,9	17,0	19,4	22,1	25,0	28,2		
	N42B	130 φ	x 100 /	4 + 2	900	430,1	11,5	16,6	23,3	31,9	42,8	56,4	73,0	18,8	21,3	24,2	27,5	31,1	35,0	39,1	
				6 + 2	1000	477,8	12,8	18,5	25,9	35,5	47,6	62,7	81,1	20,9	23,6	26,9	30,5	34,5	38,9	43,4	
N62B	x 100 /	100 /	4 + 2	900	573,4	15,8	22,7	31,6	43,0	57,3	75,0	96,5	24,1	27,5	31,4	35,9	40,9	46,3	52,0		
			6 + 2	1000	637,1	17,6	25,2	35,1	47,8	63,6	83,3	107,3	26,8	30,5	34,9	39,9	45,4	51,4	57,8		
N124B	x 100 /	100 /	12 + 4	870	1108,6	30,6	43,8	61,1	83,1	110,7	144,9	186,6	46,6	53,2	60,8	69,4	79,0	89,4	100,6		
			6 + 2	960	1223,3	33,8	48,4	67,4	91,7	122,2	159,9	206,0	51,4	58,7	67,1	76,6	87,2	98,7	111,0		
40	N42A	95 φ x 76 /	4 + 2	1000	193,9	5,0	7,3	10,2	14,1	18,9	24,9	32,3	8,8	10,0	11,4	13,0	14,7	16,6	18,7		
			6 + 2	1200	232,7	6,0	8,7	12,3	16,9	22,7	29,9	38,8	10,6	12,0	13,7	15,6	17,7	20,0	22,4		
	N62A	76 /	4 + 2	1000	258,6	6,9	9,9	13,9	18,9	25,3	33,2	42,7	11,3	12,9	14,7	16,9	19,3	21,9	24,7		
			6 + 2	1200	310,3	8,3	11,9	16,7	22,7	30,4	39,8	51,3	13,5	15,4	17,7	20,3	23,1	26,3	29,7		
	N42B	130 φ	x 100 /	4 + 2	900	430,1	11,1	16,1	22,7	31,2	42,0	55,3	71,7	19,6	22,2	25,3	28,8	32,6	36,9	41,4	
				6 + 2	1000	477,8	12,4	17,9	25,3	34,7	46,6	61,5	79,7	21,8	24,7	28,1	32,0	36,3	41,0	46,0	
N62B	x 100 /	100 /	12 + 4	870	1108,6	29,6	42,6	59,6	81,2	108,5	142,1	183,2	48,5	55,2	63,2	72,4	82,6	93,8	106,0		
			6 + 2	960	1223,3	32,7	47,0	65,7	89,6	119,7	156,8	202,2	53,3	60,9	69,8	79,9	91,2	103,5			

Bảng 7-4. Máy nén pittông MYCOM hai cấp nén, môi chất lạnh R22

t ₀ , °C	Ký hiệu	Pittông Ø và S, mm	Số xilanh	Tốc độ, vg/ph	Thể tích quét m ³ /h	Q _m , 1000 kcal/h						N _e , kW, ở t ₀							
						-60	-55	-50	-45	-40	-35	-30	-60	-55	-50	-45	-40	-35	-30
						30	F42A2	95 Ø x	4 + 2	1000	193,9	7,4	10,3	14,0	18,5	24,1	30,8	38,9	9,5
F62A2	76 /	6 + 2	1000	232,7	8,9		12,4	16,8	22,2	28,9	37,0	46,7	11,4	13,0	14,8	16,7	18,6	20,5	22,2
F42B2	130 Ø x	4 + 2	900	430,1	16,4		22,8	31,0	41,1	53,4	68,4	86,2	21,0	24,0	27,3	30,8	34,4	37,9	41,1
F62B2	100 /	6 + 2	1000	573,4	22,3		30,8	41,4	54,6	70,6	89,8	112,6	27,5	31,5	35,9	40,4	44,9	49,2	53,1
F124B2		12 + 4	870	1108,6	43,1		59,5	80,1	105,5	136,5	173,7	217,8	53,3	60,9	69,3	78,1	86,8	95,2	102,7
				960	1223,3		47,6	65,7	88,4	116,5	150,6	191,6	240,3	58,8	67,3	76,5	86,2	95,8	105,0
35	F42A2	95 Ø x	4 + 2	1000	193,9	7,1	10,0	13,6	18,0	23,5	30,1	38,0	10,0	11,4	13,0	14,7	16,4	18,1	19,7
	F62A2	76 /	6 + 2	1000	232,7	8,6	12,0	16,3	21,6	28,2	36,1	45,6	12,0	13,7	15,6	17,6	19,7	21,8	23,7
	F42B2	130 Ø x	4 + 2	900	430,1	15,8	22,1	30,1	40,0	52,1	66,7	84,2	22,2	25,3	28,8	32,5	36,4	40,2	43,8
	F62B2	100 /	6 + 2	1000	573,4	21,5	29,8	40,2	53,1	68,8	87,6	109,9	28,8	33,0	37,5	42,4	47,2	52,0	56,4
	F124B2		12 + 4	870	1108,6	41,6	57,6	77,8	102,6	132,9	169,3	212,5	55,7	63,7	72,6	81,9	91,3	100,5	108,9
					960	1223,3	45,9	63,6	85,8	113,3	146,7	186,8	234,5	61,5	70,3	80,1	90,3	100,8	110,9
40	F42A2	95 Ø x	4 + 2	1000	193,9	6,9	9,6	13,1	17,5	22,8	29,3	37,0	10,6	12,1	13,7	15,5	17,4	19,2	21,0
	F62A2	76 /	6 + 2	1000	232,7	8,2	11,6	15,8	21,0	27,4	35,2	44,4	12,7	14,5	16,5	18,6	20,8	23,1	25,2
	F42B2	130 Ø x	4 + 2	900	430,1	15,2	21,4	29,1	38,8	50,7	65,0	82,1	23,6	26,8	30,4	34,4	38,5	42,6	46,6
	F62B2	100 /	6 + 2	1000	573,4	20,7	28,8	39,0	51,6	66,9	85,3	107,1	30,2	34,5	39,3	44,4	49,6	54,8	59,6
	F124B2		12 + 4	870	1108,6	40,0	55,7	75,3	99,7	129,3	164,9	207,1	58,4	66,4	76,0	85,9	95,9	105,9	115,2
					960	1223,3	44,2	61,4	83,1	110,0	142,7	181,9	228,5	64,4	73,7	83,9	94,8	105,9	116,8

Bảng 7-5. Máy nén pittông của Nga theo ГОСТ 6492-76

Kí hiệu máy	Số xilanh	Vòng quay 1/s	Đường kính xilanh mm	V_{il} $10^2 \text{ m}^3/\text{s}$	Q_0 (R12 hoặc NH_3) kW	N_e^* (R12) hoặc NH_3 kW	Dài mm	Rộng mm	Cao mm	Khối lượng kg
ΦΓ2,8	2	24	50	0,38	3,15	1,3	400	390	410	60
ΦΓ5,6	4	24	50	0,76	6,3	2,6	420	420	520	90
2ΦB6 C4	2	16	67,5	0,57	5,2	2,2	595	370	590	130
ΦB6	2	24	67,5	0,855	7,5	2,5	368	324	392	48
2ΦB5C6	2	24	67,5	0,855	7,3	3,0	595	370	590	130
2ΦY6C9	4	16	67,5	1,14	10,7	4,2	730	540	515	220
ΦY12	4	24	67,5	1,71	14,9	5	484	530	490	90
ΦY6 C12	4	24	67,5	1,71	14,5	6,1	730	540	515	220
2ΦY6C18	8	16	67,5	2,28	21,0	9	860	620	620	340
ΦY25	8	24	67,5	3,42	29,7	10	745	640	690	190
2ΦY6 C25	8	24	67,5	3,42	29	13	860	620	620	355
ΦB20	2	24	101,6	2,72	26,6	8,66	810	1130	760	180
ΦY40	4	24	101,6	5,44	52	16,8	660	625	710	280
ΦY80	8	24	101,6	10,88	101	32,5	1100	910	820	400
AB22	2	24	82	1,79	28	8	810	1130	760	160
AY45	4	24	82	3,58	56	16	660	625	740	260
AY90	8	24	82	7,16	112	32	1100	910	820	420
AB100	2	16	150	7,35	116	33	1120	730	1190	930
AY200	4	16	150	14,7	232	66	1370	1320	1100	1400
AY400	8	16	150	29,4	464	133	1660	1550	1320	2500
A0600	2	8,35	280	440	670	190	4250	4020	1500	5800
A01200	4	8,35	280	880	1340	375	5700	5700	1700	10800

Φ: Cho môi chất freon A: Cho NH_3 B: Xilanh đặt đứng
 Y: Xilanh đặt hình chữ V YY: Xilanh đặt hình chữ VV 6C: Máy nén nửa kín (không kí hiệu 6C hoặc là Γ là máy nén hồ)
 O: Xilanh đặt kiểu đối lập - con số cuối cùng: chỉ năng suất lạnh tiêu chuẩn 1 cấp đơn vị nghìn kcal/h
 * Đối với máy kín và nửa kín N_{ei} ; đối với máy nén hồ N_e .

Bảng 7-6. Máy nén piston của Nga theo OCT 26.03-943-77

Kí hiệu	Số xilanh	Đường kính piston mm	Vòng quay vg/s	V_H $10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$	Dài mm	Rộng mm	Cao mm	Khối lượng kg	R22		R12		NH ₃	
									Q_{irc} kW	N_c^* kW	Q_{irc} kW	N_c^* kW	Q_{irc} kW	N_c^* kW
ΠΠ5	2	42	48	0,411	380	365	480	58	5,8	2,6	3,7	1,77	-	-
ΠΠ7	3	42	48	0,616	460	450	480	69	8,7	3,9	5,5	2,65	-	-
ΠΠ10	4	42	48	0,822	425	420	532	76	11,6	5,2	7,4	3,54	-	-
ΠΠ5	1	67,5	24	0,385	470	330	450	80	6,5	2,5	4,3	1,7	-	-
ΠΠ7	1	67,5	24	0,555	485	350	460	85	9,5	3,5	6,2	2,5	-	-
ΠΠ10	2	67,5	24	0,77	630	360	470	130	13	5	8,6	3,4	-	-
ΠΠ14	2	67,5	24	1,11	630	380	480	150	19	6,9	12,3	4,9	-	-
ΠΠ14	2	67,5	24	1,11	580	380	480	112	20,5	6,7	13,5	4,75	-	-
ΠΠ20	4	67,5	24	1,54	680	550	485	223	26,0	10	17,3	6,8	-	-
ΠΠ20	4	67,5	24	1,54	610	550	485	180	28,4	9,1	18,6	6,6	-	-
ΠΠ28	4	67,5	24	2,22	700	565	485	240	38	13,85	25	9,8	-	-
ΠΠ28	4	67,5	24	2,22	610	565	485	190	41	13,3	27	9,5	-	-
ΠΠ40	4	76	24	2,89	1020	620	580	365	42,5	14	27,6	9,5	-	-
ΠΠ40	4	76	24	2,89	850	620	580	280	44,2	13	28,8	8,8	-	-
ΠΠ60	6	76	24	4,33	1090	700	685	420	63,7	21	41,4	14,3	-	-
ΠΠ60	6	76	24	4,33	885	700	685	330	66,3	19,5	43	13,3	-	-
ΠΠ80	8	76	24	5,78	1120	755	650	480	85	28	55,2	19	-	-
ΠΠ80	8	76	24	5,78	930	755	650	375	88,4	26	57,6	17,6	-	-
ΠΠ110	4	115	24	8,35	1300	900	800	1000	128	41,5	83	28,2	-	-
ΠΠ110	4	115	24	8,35	950	900	800	770	134	39	87	26,6	-	-
ΠΠ165	6	115	24	12,5	1380	1035	885	1110	192	62,5	124	42,3	-	-
ΠΠ165	6	115	24	12,5	1030	1035	885	880	200	58,5	130	39,9	-	-
ΠΠ220	8	115	24	16,7	1460	1140	890	1220	256	83	166	56,4	-	-
ΠΠ220	8	115	24	16,7	1110	1140	890	1000	268	78	174	53,2	-	-

* Đối với máy nén nửa kín và kín N_{cl}

Π - Máy nén piston; Π' - Kín; Π - Nửa kín (không có kí hiệu Π' hoặc là B máy nén hở).

Bảng 7-7. Máy nén lạnh chế tạo trong nước

Tên gọi	Đơn vị	Thông số kỹ thuật							Nhà máy Cơ khí Duyên Hải Hải Phòng
		Long Biên Hà nội							
Đơn vị sản xuất		2AT80	4AV80	2AT150	4AV95	6AV95	2AT125	2A8	2A15
Kí hiệu máy nén		2AT80	4AV80	2AT150	4AV95	6AV95	2AT125	2A8	2A15
Số lượng xilanh	chiếc	2	4	2	4	6	2	2	2
Đường kính xilanh	mm	80	80	150	95	95	125	80	150
Hành trình pittông	mm	70	70	140	70	76	110	70	140
Năng suất lạnh tiêu chuẩn	KW	11,6	35	58	52	87	30	12,8	58
Vòng quay trục khuỷu	kcal/h	10000	30000	50000	45000	75000	26000	11000	50000
Công suất động cơ máy nén	vg/ph	600	960	480	960	1000	450	720	480
Công suất động cơ máy nén	KW	7	20	28	22	33	14	7	28
Điện áp	KW	1,7	2,8	2,8	2,8	2,8	1,7	1,7	2,8
Tốc độ, tần số	V	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380
Khối lượng nạp NH ₃	vg/ph, Hz	1440; 50	1440; 50	1440; 50	1440; 50	1440; 50	1440; 50	1440; 50	1440; 50
Dầu bôi trơn	kg	50	XA	XA	XA	XA	XA	XA	XA
Khối lượng dầu bôi trơn	kí hiệu	XA	XA	XA	XA	XA	XA	XA	XA
Năng suất làm đá	kg	6	3,5	5	5	7,5	3	1	5
Năng suất kem	tấn/24h	1							
Khối lượng thực phẩm bảo quản	que/ ngày đếm	8 ÷ 10000					25000	12000	20
	tấn	5	15	20	20	30	10	5	

19) Nhiệt thải ngưng tụ Q_k

Nhiệt thải ra ở thiết bị ngưng tụ Q_k , kW, là lượng nhiệt mà nước làm mát hoặc không khí làm mát phải lấy đi. Đại lượng này cần xác định để tính diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết của thiết bị ngưng tụ. Q_k đôi khi còn được gọi là năng suất nhiệt khi người ta sử dụng nó để đun nước nóng, sưởi... như nguồn nhiệt của bơm nhiệt.

$$Q_k = m \cdot q_k$$

$$Q_k = m \cdot (h_2 - h_3), \text{ kW} \quad (7-27)$$

Như vậy tất cả các thông số kỹ thuật cần thiết đã được xác định.

7.2.4 Thí dụ tính toán chu trình một cấp

Thí dụ 7-1. Hãy chọn chế độ làm việc đối với máy lạnh lắp đặt tại Tp. Hồ Chí Minh phục vụ việc làm lạnh thịt giai đoạn 1:

Các số liệu cho trước:

- các thông số khí tượng theo bảng 1-1;
- nhiệt độ không khí trong buồng $t_b = -12^\circ\text{C}$;
- dàn ngưng tưới;
- môi chất NH_3 .

Giải:

Theo bảng 1-1, nhiệt độ không khí mùa hè tại Tp. Hồ Chí Minh $t_1 = 37,3^\circ\text{C}$. Độ ẩm tương đối $\varphi = 74\%$.

Theo đồ thị $h-x$ của không khí ẩm ta có $h = 116 \text{ kJ/kg}$ không khí ẩm.

Nhiệt độ ướt: $t_u = 33^\circ\text{C}$.

Chọn nhiệt độ nước tuần hoàn $t_{w1} = t_u + 4 = 33 + 4 = 37^\circ\text{C}$ cho dàn ngưng tưới.

Chọn chế độ làm việc của máy lạnh:

- Nhiệt độ sôi: $t_0 = t_b - 10 = -12 - 10 = -22^\circ\text{C}$.

- Nhiệt độ quá nhiệt (chọn $\Delta t_{qn} = 7^\circ\text{C}$): $t_{qn} = -22 + 7 = -15^\circ\text{C}$.

- Nhiệt độ ngưng tụ: dùng đồ thị hình 7-1 - với phép nội suy cho $h = 116 \text{ kJ/kg}$ không khí ẩm và $q_f = 1500 \text{ W/m}^2$ xác định được $t_k = 40^\circ\text{C}$.

- Nhiệt độ quá lạnh lỏng: lấy cao hơn nhiệt độ nước vào $3 \div 5^\circ\text{C}$. Nếu chọn 4°C thì $t_{ql} = t_k = 40^\circ\text{C}$.

Ở đây không có quá lạnh lỏng.

Thí dụ 7-2. Hãy xác định chu trình lạnh một cấp môi chất amoniác. $t_0 = -22^\circ\text{C}$, $t_k = 40^\circ\text{C}$, $t_{q0} = -15^\circ\text{C}$; $t_{q1} = 40^\circ\text{C}$.

Giải:

1. Vẽ chu trình trên đồ thị $lgp-h$ (phụ lục 3) chu trình đã cho (hình 7-2).

- Xác định các thông số trạng thái của các điểm 1', 1, 2, 3, 4 (các điểm 2' và 3' không cần xác định vì chúng ít có ý nghĩa đối với chu trình (bảng 7-8)).

Bảng 7-8. Các thông số trạng thái tại các điểm nút cơ bản của chu trình (thí dụ 7-2)

Điểm nút	$t, ^\circ\text{C}$	p, MPa	$h, \text{kJ/kg}$	$v, \text{m}^3/\text{kg}$	Trạng thái
1'	-22	0,17	1654	-	Hơi bão hoà
1	-15	0,17	1670	0,70	Hơi quá nhiệt
2	142	1,56	2000	-	Hơi quá nhiệt
3	40	1,56	608	-	Lông bão hoà
4	-22	0,17	608	-	Hơi ẩm

2. Năng suất lạnh riêng:

$$q_0 = 1654 - 608 = 1046 \text{ kJ/kg}$$

3. Năng suất lạnh riêng thể tích $q_v = q_0/v_1 = 1494 \text{ kJ/m}^3$

4. Công nén riêng:

$$l = 2000 - 1670 = 330 \text{ kJ/kg}$$

5. Năng suất nhiệt riêng:

$$q_k = 2000 - 608 = 1392 \text{ kJ/kg}$$

6. Hệ số lạnh của chu trình:

$$\varepsilon = \frac{1046}{330} = 3,17$$

7. Hiệu suất exergi:

$$\nu = 0,76.$$

Thí dụ 7-3. Hãy xác định chu trình lạnh, môi chất R12, $t_0 = -14^\circ\text{C}$, $t_k = 32^\circ\text{C}$, $t_{q0} = 16^\circ\text{C}$, độ quá nhiệt trong dàn bay hơi 5°C ($t_1 = -9^\circ\text{C}$).

Giải:

Để xác định nhiệt độ quá lạnh lỏng sau khi ra khỏi hồi nhiệt ta phải biết được hiệu entanpi $h_3 - h_1$. Giả sử bị tổn hao trên đường ống là 20% vậy:

$$h_3 - h_1 = 0,8.(h_1 - h_1')$$

1. Dựng chu trình trên đồ thị $lgp-h$ của freon R12 (phụ lục 1). Với t_0 và t_k xác định được $p_0 = 0,19$ MPa, $p_k = 0,78$ MPa, $t_{1''} = t_0 = -14^\circ\text{C}$, $t_1 = -9^\circ\text{C}$, $t_2 = 16^\circ\text{C}$. Từ đó có thể xác định được entanpi của các điểm $h_1 = 565$ và $h_3 = 549$ kJ/kg.

$$h_3 = 431 - 0,8 \cdot (565 - 549) = 418 \text{ kJ/kg}$$

Các thông số trạng thái của các điểm nút chu trình đọc được trên đồ thị (các điểm nằm trên đường bão hoà hơi và lỏng có thể tra ở bảng phụ lục) được tập hợp trên bảng 7-9.

Bảng 7-9. Các thông số trạng thái tại các điểm nút cơ bản của chu trình (thí dụ 7-3)

Điểm nút	$t, ^\circ\text{C}$	p, MPa	$h, \text{kJ/kg}$	$v, \text{m}^3/\text{kg}$	Trạng thái
1''	-14	0,19	546	-	Bão hoà khô
1'	-9	0,19	549	-	Hơi quá nhiệt
1	16	0,19	565	0,1	Hơi quá nhiệt
2	77	0,78	595	-	Hơi quá nhiệt
3'	32	0,78	431	-	Bão hoà lỏng
3	19	0,78	418	-	Lỏng quá lạnh
4	-14	0,19	418	-	Hơi ẩm

2. Năng suất lạnh riêng:

$$q_0 = 549 - 418 = 131 \text{ kJ/kg}$$

3. Năng suất lạnh riêng thể tích:

$$q_v = 131/0,1 = 1310 \text{ kJ/m}^3$$

4. Công nén riêng:

$$l = 595 - 565 = 30 \text{ kJ/kg}$$

6. Hệ số lạnh của chu trình:

$$\varepsilon = 131/30 = 4,4$$

7. Hiệu suất exergi:

$$v = \varepsilon \cdot \frac{T_k - T_0}{T_0} = 4,4 \cdot \frac{46}{259} = 0,78$$

Thí dụ 7-4. Cho $Q_0 = 200$ kW, $t_0 = -22^\circ\text{C}$, $t_k = 38^\circ\text{C}$, $t_{q1} = 38^\circ\text{C}$, $t_{q2} = -15^\circ\text{C}$, môi chất amoniác.

Hãy tính nhiệt và chọn máy nén, động cơ thích hợp.

Giải:

1. Năng suất lạnh riêng:

$$q_0 = 1654 - 599 = 1055 \text{ kJ/kg}$$

2. Lưu lượng môi chất qua máy nén:

$$m_{it} = Q_i/q_{0i} = 200 \text{ kW}/1055 \text{ kJ/kg} = 0,1896 \text{ kg/s}$$

3. Thể tích hút thực tế:

$$V_{it} = m_{it} \cdot v_1 = 0,1896 \text{ kg/s} \cdot 0,70 \text{ m}^3/\text{kg} = 0,1327 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Hệ số cấp λ :

Có thể tính λ theo biểu thức (7-13).

Ở đây ta chọn máy nén loại mới của Nga thẳng dòng, amoniác, có $\Pi = p_k/p_0 = 1,47/0,17 = 8,65$, tra đồ thị $\lambda = 0,56$.

5. Thể tích hút lý thuyết:

$$V_{lt} = \frac{V_{it}}{\lambda} = \frac{0,1327}{0,56} \text{ m}^3/\text{s} = 0,237 \text{ m}^3/\text{s}$$

6. Chọn máy nén ký hiệu П11 10 với $V_{lt} = 0,0835 \text{ m}^3/\text{s}$ (bảng 7-6).

7. Số lượng máy nén:

$$Z_{MX} = \frac{0,237}{0,0835} = 2,84$$

Chọn 3 máy.

8. Công nén đoạn nhiệt:

$$N_s = m_{it} \cdot l = 0,1896 \cdot (1990 - 1670) = 60,7 \text{ kW}$$

9. Hiệu suất chỉ thị (theo biểu thức 7-21):

$$\eta_i = \frac{T_0}{T_k} + b \cdot t_0$$

$$\eta_i = \frac{251}{311} + 0,001 \cdot (-22) = 0,788$$

10. Công suất chỉ thị:

$$N_i = N_s / \eta_i = 77,0 \text{ kW}$$

11. Công suất ma sát:

$$\begin{aligned} N_{ms} &= 0,059 \cdot 0,01327 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \\ &= 7,829 \cdot 10^3 \text{ N.m/s} = 7,829 \text{ kW} \end{aligned}$$

12. Công suất hữu ích:

$$N_e = N_i + N_{ms} = 84,9 \text{ kW}$$

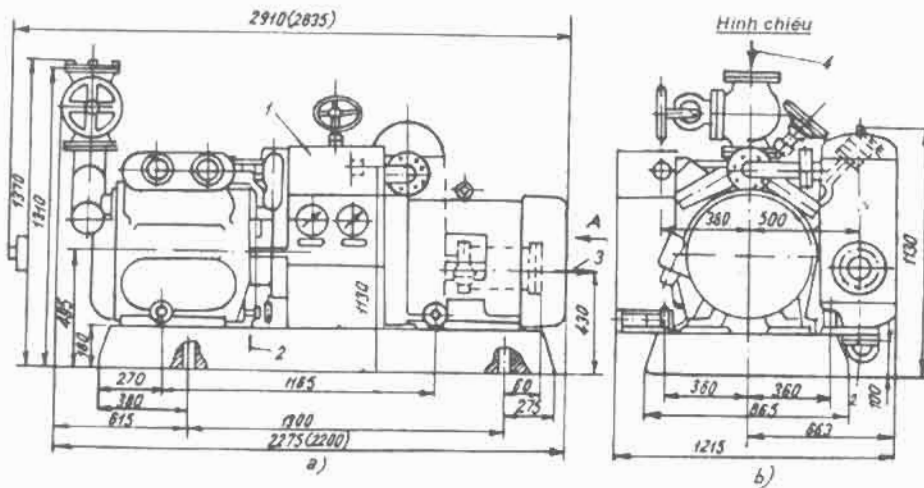
13. Công suất tiếp điện:

$$N_{el} = \frac{N_v}{\eta_{td} \cdot \eta_{el}} = \frac{84,9 \text{ kW}}{0,95 \cdot 0,85} = 105,1 \text{ kW}$$

Công suất tiếp điện mỗi động cơ là:

$$\frac{105,1}{3} = 35,03 \text{ kW}$$

Chọn tổ máy nén có động cơ lắp sẵn là 55 kW cho máy nén П110. Như vậy động cơ có 20 kW dự trữ (an toàn) (bảng 7-10, hình 7-8).



Hình 7-8. Tổ máy nén A110-7-0:

1. Tủ lắp đặt dụng cụ; 2. Van nạp dầu; 3. Đường đẩy Dy65; 4. Đường hút Dy100 (các kích thước trong ngoặc của tổ A110-7-2 và 1A110-7-2).

14. Nhiệt thải ra ở bình ngưng:

$$Q_k = Q_n + N_i = 200 + 77 = 277 \text{ kW}$$

Cũng có thể tính theo biểu thức:

$$Q_k = m_{ti} \cdot q_k = 0,1896 \cdot (1990 - 599) = 264 \text{ kW}$$

Khi chọn bình ngưng tụ nên chọn giá trị lớn vì cách tính bên dưới chưa bao quát được tổn thất trong, mà tổn thất trong này sẽ được thải ra dưới dạng nhiệt ở thiết bị ngưng tụ.

7.3 Chu trình máy lạnh nén hơi hai cấp

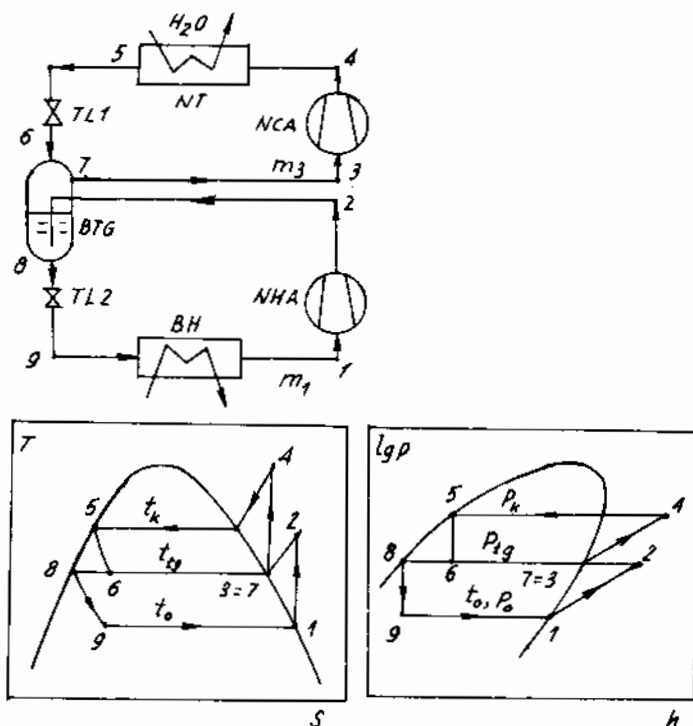
Các chu trình máy lạnh nén hơi hai hoặc nhiều cấp được giới thiệu và phân tích tỉ mỉ ở chương 7 tài liệu [12]. Ở đây chúng tôi chỉ giới thiệu những chu trình hai cấp cơ bản NH₃ hay được sử dụng nhất trong thực tế.

Mục đích của chu trình hai cấp là:

- Cải thiện hệ số cấp λ của máy nén khí tỉ số nén $\Pi \geq 9$.
- Giữ cho nhiệt độ cuối tầm nén không quá cao $t_2 < 160^\circ\text{C}$.
- Đạt được nhiệt độ sôi tương đối thấp -40°C có trường hợp cá biệt đến -60°C .

7.3.1 Chu trình hai cấp làm mát trung gian hoàn toàn

Hình 7-9 biểu diễn chu trình hệ thống lạnh hai cấp làm mát trung gian hoàn toàn. Đặc điểm của chu trình làm mát trung gian hoàn toàn là bình trung gian không có ống xoắn.



Hình 7-9. Chu trình lạnh hai cấp là mát trung gian hoàn toàn, có quá lạnh lỏng và quá nhiệt hơi hút.

BH - Bình bay hơi; NHA - Máy nén hạ áp; NCA - Máy nén cao áp; NT - Bình ngưng tụ; TL1, TL2 - Van tiết lưu 1 và 2; BTG - Bình trung gian.

Bảng 7-10. Thông số kỹ thuật một số tổ máy nén amoniác của CHLB Nga
Sử dụng máy nén П110, П165, П220

Thông số kỹ thuật	A110-7-0	A110-7-2	1A110-7-2	A165-7-0	A165-7-2	A220-7-0	A220-7-2
Năng suất lạnh $t_0 = -15^\circ\text{C}$; $t_k = 30^\circ\text{C}$, kW 1000 kcal/h	-	140	93	-	180	-	267
($t_0 = 5^\circ\text{C}$; $t_k = 35^\circ\text{C}$), kW 1000 kcal/h	-	120	80	-	155	-	230
Công suất hữu ích, kW	325	-	-	440	-	663	-
Thể tích lý thuyết, m^3/s	280	-	-	380	-	570	-
Tiêu tốn dầu, kg/h	53	39	26	75	52	112	78
Tiêu tốn nước, m^3/h	0,0836	0,0836	0,056	0,125	0,125	0,167	0,167
Động cơ điện, kiểu	301	301	200	450	450	602	602
công suất, kW	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,085	0,085
vòng quay, vg/s	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0
vg/ph	AOP2-91-4	AOP2-82-4	AOP2-82-6	AOP2-92-4	AOP2-91-4	A3-315S1-4	AOP2-92-4
Kích thước phủ bì, dài, mm	75	55	40	100	75	132	100
rộng, mm	24,7	24,5	16,3	24,7	24,7	24,5	24,7
cao, mm	1480	1470	980	1480	1480	1470	1480
Chiều dài lắp đặt, mm	2275	2200	2200	2320	2330	2365	2390
Đường kính ống hút, mm	1215	1215	1215	1215	1215	1215	1215
đầy, mm	1370	1370	1370	1300	1300	1560	1560
	2910	2835	2835	3000	3010	3075	3100
	100	100	100	100	100	100	100
	65	65	65	100	100	100	100

Ghi chú: 1. Các tổ máy nén tương ứng môi chất R22 có kí hiệu A110-2-0; A110-2-2; A220-2-0; A220-2-2. Khi sử dụng R22, năng suất lạnh bằng khoảng 90% so với NH_3 , công suất hữu ích bằng 95%.

2. Đường kính xilanh 115 mm, khoảng chạy 82 mm. Số xilanh П110: 4; П165: 6 và П200: 8.

Chu trình hoạt động như sau:

Hơi môi chất lạnh hình thành ở bình bay hơi *BH* được máy nén hạ áp *NHA* hút vào và nén từ trạng thái 1 có áp suất p_0 và nhiệt độ t_0 lên trạng thái 2 có áp suất trung gian p_1 và nhiệt độ cao t_2 , sau đó được đẩy vào bình trung gian *BTG*. Miệng ống đẩy sục xuống dưới mức lỏng do đó hơi được làm mát xuống đến trạng thái bão hoà (làm mát hoàn toàn chính là làm mát đến trạng thái bão hoà). Hơi ở trạng thái 3 được máy nén cao áp hút và nén lên trạng thái 4 có áp suất ngưng tụ và nhiệt độ cao t_4 rồi được đẩy vào thiết bị ngưng tụ. Trong bình ngưng tụ, hơi được làm mát và ngưng tụ lại thành lỏng nhờ thải nhiệt cho nước làm mát, sau đó đưa qua van tiết lưu *TL1* vào bình trung gian. Phần hơi hình thành sau tiết lưu được máy nén cao áp hút về còn phần lỏng đi vào van tiết lưu *TL2* để vào thiết bị bay hơi. Trong thiết bị bay hơi, lỏng môi chất bay hơi thu nhiệt của môi trường. Hơi hình thành được máy nén hạ áp hút về. Như vậy, vòng tuần hoàn của môi chất lạnh đã khép kín.

Để làm mát hơi môi chất từ trạng thái 2 xuống trạng thái 3, một lượng lỏng nhỏ môi chất sau tiết lưu 1 sẽ phải bay hơi trong bình trung gian.

Để chu trình đơn giản và dễ hiểu, ở đây không biểu diễn độ quá nhiệt hơi hút cũng như độ quá lạnh lỏng.

a) Các quá trình:

1-1 quá nhiệt hơi hút hạ áp;

1-2 nén đoạn nhiệt cấp hạ áp $s_1 = s_2$;

2-3 làm mát hơi cấp thấp trong bình trung gian nhờ bay hơi một lượng lỏng trong bình trung gian;

3-4 nén đoạn nhiệt cấp cao áp $s_3 = s_4$;

4-5 làm mát và ngưng tụ trong thiết bị ngưng tụ đẳng áp và đẳng nhiệt;

5-6 tiết lưu đẳng entanpi từ áp suất ngưng tụ xuống áp suất trung gian $h_5 = h_6$; phần hơi có entanpi h_7 được hút về máy nén cao áp còn lỏng có entanpi h_8 được tiết lưu đợt 2 xuống p_0 .

8-9 tiết lưu cấp 2 đẳng entanpi từ áp suất trung gian xuống áp suất bay hơi p_0 : $h_8 = h_9$;

9-1 bay hơi đẳng áp và đẳng nhiệt trong thiết bị bay hơi để thu nhiệt của môi trường lạnh.

b) Xác định chu trình hai cấp:

1) Thông số trạng thái của các điểm nút của chu trình.

Từ nhiệt độ ngưng tụ và bay hơi ta xác định được áp suất ngưng tụ và bay hơi.

Áp suất trung gian:

$$p_{tg} = \sqrt{p_k \cdot p_0} \quad (7-28)$$

Từ các điều kiện đã cho ta có thể xác định được các thông số của chu trình hai cấp và trước hết là các thông số của các điểm nút của chu trình, lập bảng cho tất cả các điểm từ 1 đến 9.

2) Năng suất lạnh riêng:

$$q_0 = h_{1'} - h_9, \text{ kJ/kg}$$

3) Năng suất lạnh riêng thể tích:

$$q_v = q_0/v_1, \text{ kJ/m}^3$$

4) Công nén riêng

Ở đây ta phải tính công nén cho cả hai cấp cao áp và hạ áp.

Giả sử m_1 là lưu lượng môi chất qua máy nén hạ áp và m_3 qua máy nén cao áp; l_1 , l_2 là công nén riêng hạ áp và cao áp; cân bằng entanpi ở bình trung gian ta có:

entanpi vào bình = entanpi ra khỏi bình

$$m_3 \cdot h_6 + m_1 \cdot h_2 = m_1 \cdot h_8 + m_3 \cdot h_7$$

$$\frac{m_3}{m_1} = \frac{h_2 - h_8}{h_7 - h_6}$$

Công nén riêng

$$l = \frac{m_1 \cdot l_1 + m_3 \cdot l_2}{m_1}$$

$$l = l_1 + \frac{m_3 \cdot l_2}{m_1}$$

$$l = l_1 + \frac{h_2 - h_8}{h_7 - h_6} l_2, \text{ kJ/kg}$$

5) Năng suất nhiệt riêng:

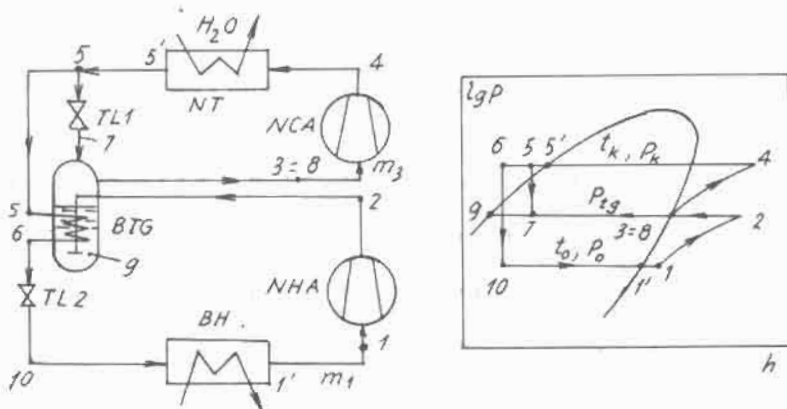
$$q_k = (h_4 - h_5) \frac{m_3}{m_1}$$

6) Hệ số lạnh:
$$\varepsilon = \frac{q_0}{l} = \frac{q_0}{l_1 + \frac{h_2 - h_8}{h_7 - h_6} l_2}$$

7.3.2 Chu trình hai cấp nén bình trung gian có ống xoắn

Hình 7-10 mô tả chu trình hai cấp nén bình trung gian có ống xoắn. Sự khác biệt cơ bản của chu trình này với chu trình làm mát trung gian hoàn toàn là:

- Môi chất lạnh lỏng được quá lạnh trong ống xoắn. Nhiệt độ không hạ được đến nhiệt độ trung gian vì tồn tại hiệu nhiệt độ trao đổi nhiệt không thuận nghịch của ống xoắn. Nhiệt độ quá lạnh lớn hơn nhiệt độ trung gian $3 \div 5^\circ\text{C}$.



Hình 7-10. Chu trình hai cấp nén bình trung gian có ống xoắn.
(chú thích xem hình 7-9).

- Lượng lỏng qua van tiết lưu TL1 chỉ vừa đủ để làm mát hơi nóng ở trạng thái 2 từ máy nén hạ áp xuống đến trạng thái hơi bão hòa.

- Lồng có áp suất p_k được tiết lưu thẳng qua TL2 xuống p_0 , không qua áp suất trung gian.

So với chu trình làm mát trung gian hoàn toàn, chu trình này có các ưu nhược điểm sau:

- Lồng vào bình bay hơi không bị lẫn dầu của hơi do máy nén hạ áp đem tới. Đây là ưu điểm rất lớn về vận hành vì tránh được dầu ở cấp hạ áp quánh đặc do nhiệt độ thấp bám trên bề mặt làm giảm hiệu suất trao đổi nhiệt đáng kể của bình bay hơi.

- Tiết lưu từ p_k xuống p_0 nên có thể đưa đi xa vì hiệu áp lớn.

Nhược điểm là năng suất lạnh riêng nhỏ hơn vì hiệu nhiệt độ quá lạnh không đạt được đến nhiệt độ trung gian.

a) Các quá trình của chu trình

1'-1: quá nhiệt hơi hút;

1-2: nén đoạn nhiệt cấp hạ áp từ p_0 lên p_{1g} ;

2-3: làm mát hơi quá nhiệt hạ áp xuống đường hơi bão hoà $x = 1$;

3-4: nén đoạn nhiệt cấp cao áp từ p_{1g} lên p_k ;

4-5: làm mát ngưng tụ và quá lạnh lỏng trong bình ngưng;

5-7: tiết lưu từ áp suất p_k vào bình trung gian;

5-6: quá lạnh lỏng đẳng áp trong bình trung gian;

6-10: tiết lưu từ áp suất p_k xuống p_0 ;

10-1': bay hơi thu nhiệt của môi trường lạnh.

b) Xác định chu trình hai cấp bình trung gian ống xoắn

i) Xác định thông số trạng thái các điểm nút chu trình, thành lập bảng ghi các thông số. Khi thành lập lấy nhiệt độ $t_6 = t_0 + (3 \div 5)^\circ\text{C}$.

Các mục: 2) Năng suất lạnh riêng q_0 .

3) Năng suất lạnh riêng thể tích q_v .

5) Năng suất nhiệt riêng q_k giống mục 7.3.1.

4) Công nén riêng:
$$l = l_1 + \frac{m_3 \cdot l_2}{m_1}$$

Cân bằng entanpi ở bình trung gian ta có:

$$m_1 \cdot h_5 + (m_3 - m_1) \cdot h_7 + m_1 \cdot h_2 = m_3 \cdot h_3 + m_1 \cdot h_6$$

$$m_3 \cdot (h_3 - h_7) = m_1 \cdot (h_5 - h_7 - h_6 + h_2)$$

$$\frac{m_3}{m_1} = \frac{h_2 + h_5 - h_7 - h_6}{h_3 - h_7}$$

$$l = l_1 + \frac{h_2 + h_5 - h_7 - h_6}{h_3 - h_7} l_2$$

l_1, l_2 - công nén riêng cấp hạ áp và cấp cao áp xác định trên đồ thị $l\text{g}p$ - h và do $h_5 = h_7$

$$l = (h_2 - h_1) + \frac{(h_2 - h_6) \cdot (h_4 - h_3)}{h_3 - h_7}$$

6) Hệ số lạnh: $\varepsilon = \frac{q_0}{l}$

Nói chung, trong chu trình hai cấp nén người ta ít quan tâm đến hệ số lạnh, đặc biệt trong trường hợp có nhiều nhiệt độ bay hơi.

7.3.3 Tính nhiệt máy nén chu trình hai cấp

Tính nhiệt để chọn máy nén cho chu trình hai cấp như sau: trước hết phải tiến hành tính toán cho cấp thấp riêng sau đó tính cho cấp cao riêng và tiến hành cân bằng chất cũng như entanpi của bình trung gian để xác định lưu lượng môi chất tuần hoàn trong mỗi cấp. Trường hợp có bố trí bình bay hơi nhiệt độ trung gian (hệ thống lạnh hai cấp, hai nhiệt độ) ta cũng coi bình bay hơi này thuộc cấp cao.

a) *Tính toán cấp hạ áp* (bình trung gian ống xoắn)

Năng suất lạnh Q_0 ở cấp hạ áp (từ -30 đến -40°C) đã được xác định qua tính nhiệt kho lạnh. Mục đích của tính nhiệt cấp hạ áp là chọn được máy nén và số máy nén thích hợp cùng với công suất động cơ yêu cầu cho cấp hạ áp.

1) Năng suất lạnh riêng:

$$q_0 = h_1 - h_{10}, \text{ kJ/kg}$$

2) Lưu lượng hơi thực tế nén qua máy nén hạ áp:

$$m_1 = \frac{Q_0}{q_0}, \text{ kg/s}$$

3) Thể tích hút thực tế của máy nén hạ áp:

$$V_{\text{HHA}} = m_1 \cdot v_1$$

4) Hệ số cấp máy nén có thể tra đồ thị theo $\Pi = p_{\text{ig}}/p_0$ (hình 7-4).

Hoặc tính toán trực tiếp qua việc kết hợp hai biểu thức (7-13) và (7-14):

$$\lambda_{\text{HA}} = \left\{ \frac{p_0 - \Delta p_0}{p_0} - c \left[\left(\frac{p_{\text{ig}} + \Delta p_{\text{ig}}}{p_0} \right)^{\frac{1}{n}} - \frac{p_0 - \Delta p_0}{p_0} \right] \right\} \cdot \frac{T_0}{T_{\text{ig}}} = \lambda_i \cdot \lambda_\omega$$

$m = 0,95 \div 1,1$ đối với máy nén amoniac

$m = 0,90 \div 1,05$ đối với máy nén freôn.

5) Thể tích hút lý thuyết (thể tích quét pittông)

$$V_{\text{hít}} = V_{\text{h}}/\lambda$$

6) Số lượng máy nén cấp hạ áp

$$Z_{\text{MNHA}} = \frac{V_{\text{h}}}{V_{\text{hMN}}}$$

7) Công nén đoạn nhiệt

$$N_s = m_1 \cdot I_1$$

8) Hiệu suất chỉ thị

$$\eta_i = \lambda \omega' + b t_0$$

9) Công suất chỉ thị

$$N_i = \frac{N_s}{\eta_i}$$

10) Công suất ma sát $N_{\text{ms}} = V_{\text{h}} \cdot p_{\text{ms}}$

11) Công suất hữu ích $N_c = N_i + N_{\text{ms}}$

12) Công suất tiếp điện:

$$N_{\text{cđHA}} = \frac{N_c}{\eta_{\text{đđ}} \cdot \eta_{\text{đđ}}}$$

Tuỳ theo số máy nén, tính được số động cơ và công suất động cơ.

b) *Tính toán cấp cao áp* (Bình trung gian ống xoắn)

1) Lưu lượng hơi thực tế qua máy nén cấp cao áp, do $h_5 = h_7$ nên:

$$m_3 = m_1 \frac{h_2 - h_6}{h_3 - h_7}$$

Trường hợp có thiết bị bay hơi mắc thêm vào bình trung gian với lưu lượng m_0 nào đó, ta chỉ việc cộng thêm vào lưu lượng trên.

2) Thể tích hút thực tế:

$$V_{\text{licA}} = m_3 \cdot v_3$$

3) Hệ số cấp của máy nén có thể tra đồ thị theo $\Pi = p_k/p_{\text{tg}}$ hoặc tính theo các biểu thức sau:

$$\lambda = \lambda_i \cdot \lambda_{\omega'}$$

$$\lambda_i = \frac{p_{\text{tg}} - \Delta p_{\text{tg}}}{p_{\text{tg}}} - c \left(\frac{p_k + \Delta p_k}{p_{\text{tg}}} - \frac{p_{\text{tg}} - \Delta p_{\text{tg}}}{p_{\text{tg}}} \right)$$

$$\lambda_{\omega'} = \frac{T_{\text{tg}}}{T_k}$$

4) Thể tích hút lý thuyết cao áp

$$V_{\text{licA}} = V_{\text{licA}}/\lambda, \text{ m}^3/\text{s}$$

5) Số lượng máy nén cao áp

$$Z_{\text{MNCA}} = \frac{V_{\text{licA}}}{V_{\text{liMN}}}$$

6) Công nén đoạn nhiệt cao áp

$$N_s = m_3 \cdot l_2$$

7) Hiệu suất chỉ thị $\eta_i = \lambda \omega' + bt_{\text{tg}}$

8) Công suất chỉ thị $N_i = \frac{N_s}{\eta_i}$

9) Công suất ma sát $N_{\text{ms}} = V_{\text{li}} \cdot P_{\text{ms}}$

10) Công suất hữu ích $N_c = N_i + N_{\text{ms}}$

11) Công suất tiếp điện

$$N_{\text{elCA}} = \frac{N_c}{\eta_{\text{id}} \cdot \eta_{\text{el}}}$$

7.3.4 Thí dụ tính toán chu trình hai cấp

Thí dụ 7-5. Xác định chu trình hai cấp, bình trung gian có ống xoắn, môi chất amoniác, $t_0 = -40^\circ\text{C}$, $t_1 = 35^\circ\text{C}$, $t_{\text{q1}} = 30^\circ\text{C}$, $t_{\text{q2}} = -30^\circ\text{C}$.

Giải:

Theo bảng hơi bão hòa ta xác định được:

$$p_0(t_0 = -40^\circ\text{C}) = 0.072 \text{ MPa}$$

$$p_k(t_k = 35^\circ\text{C}) = 1.35 \text{ MPa}$$

Nếu vẽ chu trình một cấp với điều kiện trên lên đồ thị $\lg p-h$ ta thấy $t_2 > 160^\circ\text{C}$ do đó phải sử dụng chu trình hai cấp.

$$\text{Áp suất trung gian } p_{02} = \sqrt{p_0 \cdot p_k} = 0.31 \text{ MPa suy ra } t_{02} = -8^\circ\text{C}$$

$$\Pi_2 = 435/0.31 = 4.35$$

Chọn nhiệt độ quá lạnh lỏng trong ống xoắn bình trung gian $t_b = -5^\circ\text{C}$ cao hơn nhiệt độ trong bình trung gian 3°C .

Thông số trạng thái của các điểm nút chu trình được xác định trên đồ thị và trong bảng áp suất hơi bão hòa được tập hợp trong bảng 7-11 (các điểm nút lấy theo hình 7-10).

Bảng 7-11. Các thông số trạng thái tại các điểm nút cơ bản của chu trình (thí dụ 7-5)

Điểm nút	$t, ^\circ\text{C}$	p, MPa	$h, \text{kJ/kg}$	$v, \text{m}^3/\text{kg}$
1'	-40	0.072	1626	-
1	-30	0.072	1650	1.62
2	70	0.31	1860	-
3=8	-8	0.31	1673	0.39
4	100	1.35	1890	-
5'	35	1.35	583	-
5	30	1.35	560	-
6	-5	1.35	369	-
7	-8	0.31	560	-
9	-8	0.31	382	-
10	-40	0.072	396	-

1. Năng suất lạnh riêng:

$$q_0 = h_1 - h_{10} = 1626 - 396 = 1230 \text{ kJ/kg}$$

2. Năng suất lạnh riêng thể tích:

$$q_v = 1230/1.62 = 759 \text{ kJ/m}^3$$

3. Công nén riêng:

$$l = (1860 - 1650) + \frac{(1860 - 396) \cdot (1890 - 1673)}{1673 - 560}$$

$$l = 495.4 \text{ kJ/kg}$$

4. Năng suất nhiệt riêng:

$$q_k = (h_4 - h_5) \frac{m_3}{m_1} = (1890 - 560) \cdot 1.315 = 1749 \text{ kJ/kg}$$

5. Hệ số lạnh:

$$\varepsilon = \frac{q_{11}}{l} = \frac{1230}{495,4} = 2,48$$

Thí dụ 7-6. Hãy tính nhiệt máy lạnh và chọn máy nén. Cho biết $Q_0 = 290 \text{ kW}$, $t_0 = -40^\circ\text{C}$, $t_{0n} = -30^\circ\text{C}$; $t_k = 35^\circ\text{C}$; $t_{k1} = 30^\circ\text{C}$.

Môi chất amoniác (giống thí dụ 7-5).

Giải:

Do $\Pi > 9$ và $t_2 > 160^\circ\text{C}$ do đó phải sử dụng máy lạnh hai cấp. Các thông số trạng thái giống như thí dụ 7-5 (bảng 7-11).

Trình tự tính nhiệt máy lạnh và chọn máy nén như sau:

a) Tính cấp áp thấp

1. Năng suất lạnh riêng: $q_0 = 1230 \text{ kJ/kg}$

2. Lưu lượng hơi thực tế:

$$m_1 = \frac{290}{1230} = 0.236 \text{ kg/s}$$

3. Thể tích hút thực tế của máy nén:

$$V_{\text{thực}} = 0.236 \cdot 1.62 = 0,382 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Hệ số cấp máy nén hạ áp:

$\lambda_{\text{hạ}} = f(\Pi = p_{\text{hạ}}/p_0)$ tra đồ thị hình 7-4: $\lambda_{\text{hạ}} = 0.81$ nếu dùng máy nén trục vít và $\lambda_{\text{hạ}} = 0.78$ nếu dùng máy nén thẳng dòng kiểu hiện đại.

Tính $\lambda_{\text{hạ}}$:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_{\text{hạ}}$$

$$\lambda_{\text{hạ}} = \left\{ \frac{p_0 - \Delta p_0}{p_0} - c \left[\left(\frac{p_{\text{hạ}} + \Delta p_{\text{hạ}}}{p_{11}} \right) - \frac{p_{11} - \Delta p_0}{p_0} \right] \right\} \cdot \frac{T_0}{T_{\text{hạ}}}$$

$$\lambda_{\text{hạ}} = \left\{ \frac{72 - 5}{72} - 0.04 \left[\frac{310 + 10}{72} - \frac{72 - 5}{72} \right] \right\} \cdot \frac{233}{265}$$

$$\lambda_{\text{hạ}} = 0.7894 \cdot 0.879 = 0.694$$

Hệ số cấp hạ áp nhỏ hơn khá nhiều so với tra từ đồ thị.

5. Thể tích hút lý thuyết cấp hạ áp:

$$V_{\text{hít}} = \frac{0,382}{0,694} = 0,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

6. Số lượng máy nén cấp hạ áp.

Phương án 1: Nếu chọn từng máy nén riêng lẻ để lắp thành hệ thống thì có thể chọn theo các bảng từ 7-2 đến 7-7 một loại máy nén nào đó. Thí dụ:

Nếu chọn máy nén П200 có $V_{\text{hít}} = 0,167 \text{ m}^3/\text{s}$ thì số lượng máy là: 3,3 chiếc; chọn 4 chiếc.

Phương án 2: Nếu chọn máy nén hai cấp (có hai cấp nén trên cùng một máy như ДАУ80) thì phải quy đổi năng suất lạnh đầu bài cho ra năng suất lạnh tiêu chuẩn để chọn. Ở đây chế độ đầu bài ra tương ứng với chế độ lạnh tiêu chuẩn nên không cần quy đổi.

$$Q_0 = 290 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{0MN}} = 80000 \text{ kcal/h} = 93 \text{ kW}$$

$$Z_{\text{MN}} = 290 : 93 = 3,1$$

Chọn 4 máy ДАУ80.

Phương án 3: Chọn tổ máy nén hai cấp. Thí dụ chọn tổ ДАУ90-3 có máy nén hạ áp là máy nén kiểu rôto, máy nén cao áp là П110 (bảng 7-12).

$$V_{\text{hít}} = 0,179 \text{ m}^3/\text{s}$$

Số tổ cần thiết:

$$Z_{\text{MN}} = \frac{0,55}{0,179} = 3,07 ; \text{ chọn 4 tổ.}$$

7. Công nén đoạn nhiệt:

$$N_s = m_1 \cdot I_1 = 0,236 \text{ kg/s} \cdot 210 = 49,6 \text{ kW}$$

8. Hiệu suất chỉ thị:

$$\eta_i = \frac{T_0}{T_{\text{q}}} + 0,001 \cdot (-40) = \frac{233}{265} - 0,04 = 0,84$$

9. Công suất chỉ thị:

$$N_i = N_s / \eta_i = 59,0 \text{ kW}$$

10. Công suất ma sát:

$$N_{\text{ms}} = V_{\text{hít}} \cdot p_{\text{ms}} = 0,382 \cdot 59 = 22,5 \text{ kW}$$

11. Công suất hữu ích (trên trục máy nén):

$$N_e = 59,0 + 22,5 = 81,5 \text{ kW}$$

12. Công suất tiếp điện cấp hạ áp:

$$N_{\text{ct}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{đ}} \cdot \eta_{\text{ct}}} = \frac{81,5}{0,95 \cdot 0,96} = 89,4 \text{ kW}$$

Có thể chọn theo ba cách:

Cách 1: $3,3 \text{ máy } \Pi 200, 89,4 : 3,3 = 27 \text{ kW}$ một máy nén.

Cách 2: Công suất tính toán được sẽ cộng với công suất cấp cao áp để chọn động cơ cho máy nén hai cấp.

Cách 3: Nếu chọn động cơ lắp riêng cho từng máy nén thì tính như cách 1.

Nếu động cơ lắp chung cho cả máy cấp hạ áp và cao áp thì tính toán như cách 2.

b) Tính cấp cao áp

1. Lưu lượng thực tế qua máy nén cao áp

$$m_3 = 1,315 \cdot m_1 = 1,315 \cdot 0,236 = 0,310 \text{ kg/s}$$

2. Thể tích hút thực tế cấp cao áp

$$V_{ncA} = 0,310 \cdot 0,39 = 0,121 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Hệ số cấp của máy nén

Tính toán:

$$\lambda_{cA} = \left\{ \frac{p_{ig} - \Delta p_{ig}}{p_{ig}} - c \left[\left(\frac{p_k + \Delta p_k}{p_{ig}} \right) - \frac{p_{ig} - \Delta p_{ig}}{p_{ig}} \right] \right\} \cdot \frac{T_{ig}}{T_0}$$

$$\lambda_{cA} = \left\{ \frac{310 - 5}{310} - 0,04 \left[\frac{350 + 10}{310} - \frac{310 - 5}{310} \right] \right\} \cdot \frac{265}{308}$$

$$\lambda_{cA} = 0,73 \text{ (nếu tra đồ thị } \lambda_{cA} = 0,78)$$

4. Thể tích hút lý thuyết cao áp

$$V_{lCA} = 0,121 : 0,73 = 0,166 \text{ m}^3/\text{s}$$

5. Số lượng máy nén cao áp

Có ba cách chọn:

Cách 1: Chọn một máy nén một cấp đơn để lắp thành bộ:

Chọn máy $\Pi 100$ số vòng quay $24,5 \text{ vg/s}$, $V_{lMN} = 0,0836 \text{ m}^3/\text{s}$.

Số lượng máy sẽ là $Z_{MN} = \frac{0,166}{0,0836} = 1,99$ chiếc.

Chọn 2 máy + 1 máy dự phòng.

Cách 2: Chọn máy nén hai cấp: 4 máy $\Delta AY 80$ như trên.

Cách 3: Chọn tổ $A_1 \Gamma 90-3$: máy nén cao áp là $\Pi 100$ (hình 7-11).

Số tổ là: $\frac{0,166}{0,0836} = 1,99$

Khi tính cấp áp thấp đã chọn 4 tổ vậy năng suất lạnh đảm bảo có dự trữ.

6. Công nén đoạn nhiệt

$$N_c = m_3 \cdot l_2 = 0,310 \cdot (1890 - 1673) = 67,27 \text{ kW}$$

7. Hiệu suất chỉ thị:

$$\eta_i = \frac{T_{ig}}{T_k} + 0,001 \cdot (-8) = \frac{265}{308} - 0,008 = 0,852$$

8. Công suất chỉ thị

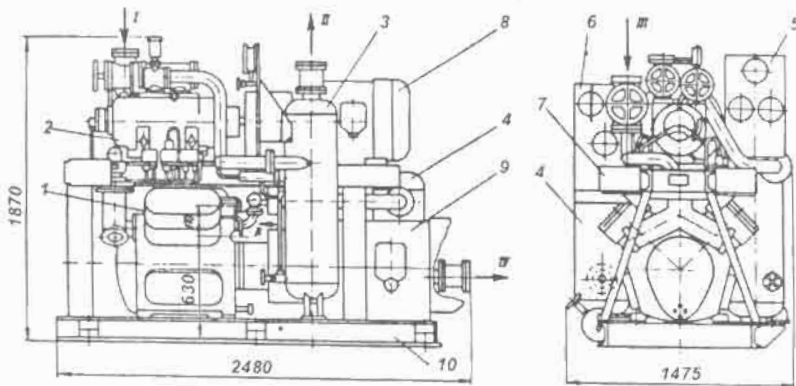
$$N_i = N_c / \eta_i = 67,27 / 0,852 = 79,0 \text{ kW}$$

9. Công suất ma sát

$$N_{ms} = V_{11} \cdot p_{ms} = 0,121 \cdot 59 = 7,14 \text{ kW}$$

10. Công suất hữu ích

$$N_c = 79,0 + 7,14 = 86,14 \text{ kW}$$



Hình 7-11. Tổ máy nén hai cấp A190.

- I - Đường hút vào máy nén rôto hạ áp РБ90; II - Đường đẩy vào bình trung gian;
 III - Đường hút vào máy nén pittông cao áp III10; IV - Đường đẩy vào thiết bị ngưng tụ.
 1. Máy nén pittông III10; 2. Máy nén rôto РБ90; 3. Bình tách dầu cấp áp thấp; 4. Bình
 tách dầu cấp áp cao; 5. Bảng lắp dụng cụ cấp áp thấp; 6. Bảng lắp dụng cụ cấp áp cao;
 7. Hộp dụng cụ điều khiển, bảo hiệu, kiểm tra và tự động bảo vệ; 8.9 Động cơ.

11. Công suất tiếp điện của máy nén cao áp

$$N_{ct} = 86,14 : (0,95 \cdot 0,96) = 94,5 \text{ kW}$$

/: Công suất mỗi máy nén cao áp

$$N_{chkc} = \frac{94,5}{1,99} = 47,5 \text{ kW}$$

: Công suất tổng cao áp và hạ áp

$$94,5 + 89,4 = 183,9 \text{ kW}$$

Nếu chọn LA80, công suất tiếp điện là $\frac{183,9}{3,1} = 59,3$ kW.

Cách 3: Nếu chọn tổ A190-3

Công suất tiếp điện mỗi tổ là: $\frac{183,9}{1,99} = 92,4$ kW.

Thực tế công suất lắp đặt là 115 kw (bảng 7-12) ta thấy còn 22,6 kW để dự trữ.

Trong khi đó công suất lắp đặt của LA80 là 55 kW, theo tính toán lý thuyết là thiếu. Tuy nhiên ta đã chọn 4 máy với tổng công suất điện lắp đặt là 4×55 kW = 220 kW nên có thể chấp nhận được.

12. Nhiệt thải ra ở bình ngưng:

$$Q_k = m_3 t_3 = 0,31 \cdot (1890 - 560) = 412,3 \text{ kW}$$

Nếu tính thêm tổn thất trong ta có:

$$Q_k = 412,3 + (N_1 - N_2)_{CA} = 424,0 \text{ kW.}$$

Bảng 7-12. Một số máy nén và tổ máy nén hai cấp của Nga

Thông số kỹ thuật	LA50		LA80		A1130-7-4		A190-3	
	hạ áp	cao áp	hạ áp	cao áp	hạ áp	cao áp	hạ áp	cao áp
Năng suất lạnh, kW (-40°C, 35°C), kcal/h	61 50000		93 80000		157 135000		110 95000	
Công suất yêu cầu ở chế độ TC, kW					90		65,5	
Công suất lắp đặt, kW	34		55		135		115 (40) (75)	
Kí hiệu máy nén hoặc tổ hợp	LA50		LA80		Tổ AH 130-7-6	Tổ AΠ0-1	MN rôto P1390	MN pitông P1110
Thể tích pittông quét V_{ph} , m ³ /s	0,1100	0,0370	0,169	0,0564	0,238	0,0836	0,179	0,0836
Số vòng quay, vg/s	16	16	12	12	50	25	25	25
Tiêu tổn dầu bôi trơn XA-30 hoặc XA-23, kg/h					0,1	0,06	0,3	0,06
Tiêu tổn nước làm mát máy nén, m ³ /h					8,0	1,0	1,5	1,0

Ghi chú:

1. Các tổ máy nén A1130-7-4 và A190-3 có lắp đặt kèm bình trung gian СПА600 và bảng điều khiển tự động.

2. Máy nén rôto chỉ làm việc ở điều kiện hiệu áp giữa bên đẩy và bên hút nhỏ hơn 0,3 MPa và tỉ số nén Π không lớn hơn 6.

TÍNH CHỌN THIẾT BỊ

Chương 5 và 6 tài liệu [12] đã đi sâu phân tích, đánh giá các loại thiết bị như thiết bị ngưng tụ, bay hơi, trao đổi nhiệt, các loại bình chứa, bình trung gian, tách lỏng cùng cách tính toán các thiết bị đó. Ở đây chúng tôi chỉ giới thiệu sơ lược các loại thiết bị quan trọng hay được sử dụng, các bảng biểu cũng như cách tính toán để chọn các loại thiết bị đó.

8.1 THIẾT BỊ NGƯNG TỤ

Có nhiều loại thiết bị ngưng tụ làm việc theo nguyên tắc khác nhau và có kết cấu khác nhau. Sau đây là một số loại thiết bị ngưng tụ chính:

1) Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước (giải nhiệt nước):

- bình ngưng ống vỏ nằm ngang NH_3 và freôn;
- bình ngưng phần tử nằm ngang NH_3 và freôn;
- bình ngưng ống vỏ NH_3 đặt đứng.

2) Thiết bị ngưng tụ kiểu kết hợp (giải nhiệt nước và gió):

- dàn ngưng tưới;
- tháp ngưng tụ (có quạt hay dàn ngưng tụ bay hơi);

3) Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí (giải nhiệt gió):

- dàn ngưng cưỡng bức;
- dàn ngưng tự nhiên;
- dàn ngưng kiểu tấm.

Trong các hệ thống lạnh trung bình và lớn amoniác, thường người ta chỉ sử dụng loại làm mát bằng nước và kết hợp.

Nước có thể sử dụng một lần hoặc tuần hoàn.

Các loại hay được sử dụng nhất trong thực tế là:

- bình ngưng ống vỏ nằm ngang các loại kết hợp với tháp giải nhiệt;

- tháp ngưng tụ (hay dàn ngưng tụ bay hơi).

Các tiêu chuẩn để chọn thiết bị ngưng tụ là:

- tải nhiệt đã tính toán được ở chương 7, Q_k ;

- các điều kiện thực tế ở nơi sử dụng: nước làm mát một lần hoặc tuần hoàn, điều kiện nước, điều kiện môi trường, thí dụ, nước rất nhiều nhưng chất lượng không cao có thể sử dụng bình ngưng ống vỏ kiểu đứng. Nước hiếm nhưng chất lượng cao: dùng bình ngưng ống chùm nằm ngang, nước tuần hoàn. Nước hiếm, độ ẩm không khí nhỏ nên dùng tháp ngưng tụ... các dàn ngưng không khí chỉ nên sử dụng cho các loại thiết bị lạnh nhỏ. Đối với các thiết bị lạnh trung bình và lớn chỉ nên dùng khí nhiệt độ không khí tính toán dưới 30°C .

Các thông số và đặc tính kỹ thuật của các bình ngưng ống vỏ nằm ngang amoniác giới thiệu trong bảng 8-1, ống chùm thẳng đứng amoniác - bảng 8-2, ống vỏ nằm ngang freon - bảng 8-3 và 8-4, dàn ngưng không khí amoniác - bảng 8-5.

Bảng 8-1. Bình ngưng ống vỏ nằm ngang amoniác (hình 8-1a)

Ký hiệu bình ngưng	Diện tích bề mặt, m^2	Kích thước phù bì, mm				Số ống	Kích thước ống nối, mm			Thể tích giữa các ống m^3	Khối lượng kg
		đường kính D	dài L	rộng B	cao H		hơi d	lông d1	nước d2		
KTF-10	9	408	1880	535	760	99	50	10	11/4TP	0,16	555
KTF-20	20	500	2930	810	910	144	50	20	70	0,32	995
KTF-25	25	500	3430	810	910	144	50	20	70	0,39	1140
KTF-32	32	500	4430	810	910	144	50	20	70	0,52	1440
KTF-40	40	600	3520	910	1000	216	70	25	80	0,53	1550
KTF-50	50	600	4520	910	1000	216	70	25	80	0,7	1980
KTF-65	65	600	5520	910	1000	216	80	25	100	0,885	2430
KTF-90	90	800	4640	1110	1230	386	80	32	125	1,26	3300
KTF-110	110	800	5640	1110	1230	386	80	32	125	1,58	4000
KTF-140	140	1000	4750	1330	1670	614	100	40	200	2,5	5330
KTF-180	180	1000	5750	1330	1670	614	100	40	200	2,0	6450
KTF-250	250	1200	5845	1520	1940	870	125	50	250	3,5	9360
KTF-300	300	1200	6845	1520	1940	870	125	50	250	4,1	10920

Ghi chú:

1. Ống thép trong bình ngưng $\phi 25 \times 2,5$ mm từ thép 10.
2. Số lối: 8 riêng KTF-10: 10 lối.
3. Van an toàn cho các bình ngưng đến KTF-65 có đường kính danh nghĩa Dy 15; số còn lại là Dy 25.

8.1.1 Bình ngưng ống vỏ amoniắc

Bình ngưng ống vỏ sử dụng cho môi amoniắc có hai loại đặt nằm ngang và đặt thẳng đứng. Hình 8-1a mô tả cấu tạo của bình ngưng ống vỏ nằm ngang. Bình ngưng gồm một vỏ hình trụ, bên trong bố trí một chùm ống, hai đầu có hai mặt sàng. Hai phía có hai nắp. Hơi amoniắc trong không gian giữa các ống ngưng tụ trên bề mặt các chùm ống. Nước vào theo đường ống bố trí trên một nắp, đi phía trong chùm ống theo các lối đã bố trí sẵn rồi ra theo ống nối phía trên.

Bảng 8-2. Bình ngưng ống chùm thẳng đứng (hình 8-2)

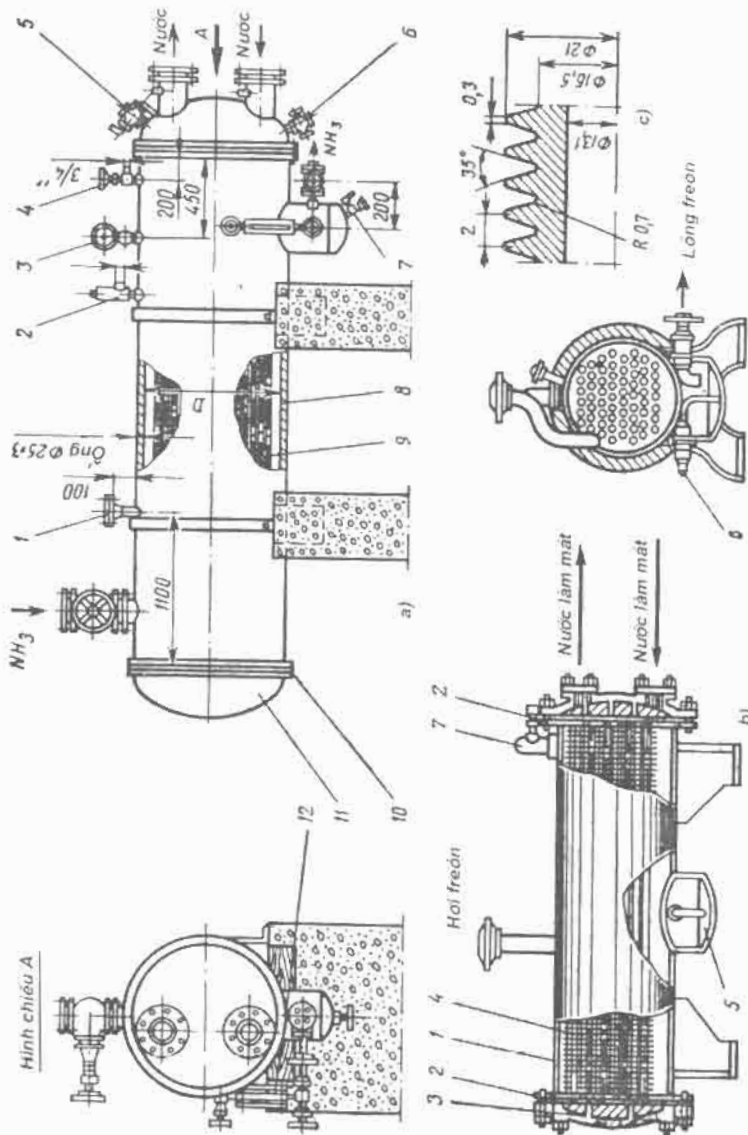
Ký hiệu bình ngưng	Diện tích bề mặt, m ²	Kích thước phủ bì, mm			Số ống	Ống nối, mm		Thể tích không gian giữa các ống m ³	Khối lượng kg
		đường kính D	rộng B	cao H		hơi	lông		
50 KB	50	700	920	5500	64	70	32	1.12	2490
75 KB	75	800	1020	5500	96	70	32	1.27	3350
100 KB	100	1000	1220	5000	150	80	40	1,8	4650
125 KB	125	1000	1220	6000	150	80	40	2,2	5590
150 KB	150	1200	1450	5000	240	100	50	2,64	6625
150 KB	250	1400	1650	5500	312	125	50	3,64	10605

Ghi chú:

1. Ống $\Phi 57 \times 3,5$ mm thép 10 chế tạo theo phương pháp nấu làng (không nấu sôi).
2. Van an toàn Dy 15 cho 50 KB, Dy 25 cho tất cả số còn lại.

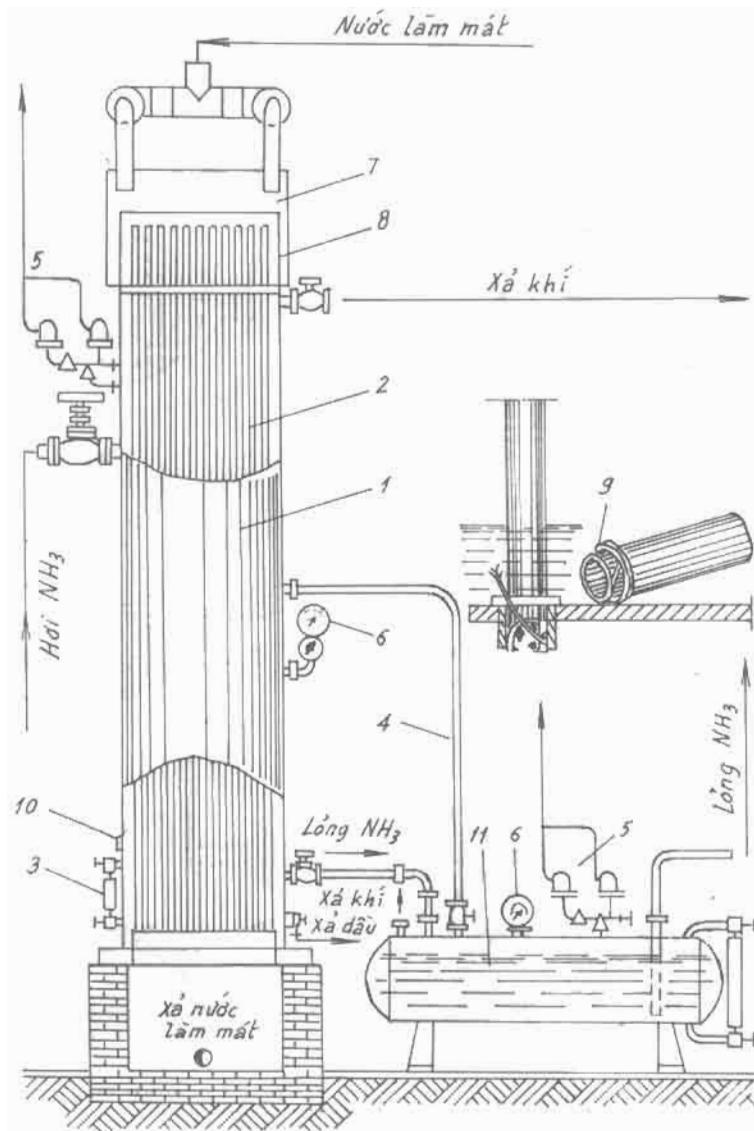
Bảng 8-3. Bình ngưng ống chùm nằm ngang, freôn (ống cánh lân hoa bằng đồng $\Phi 20 \times 3$ mm) (hình 8-3)

Bình ngưng	Diện tích bề mặt ngoài, m ²	Đường kính ống vỏ, mm	Chiều dài ống, m	Số ống	Tải nhiệt max. kW	Số lối
KTP-4	4,8	194	1,0	23	15,4	4:2
KTP-6	6,8	219	1,5	29	21,5	4:2
KTP-12	12,8	377	1,2	86	43,3	4:2
KTP-18	18	377	1,8	86	62,8	4:2
KTP-25	30	404	1,5	135	105	4
KTP-35	40	404	2,0	135	140	4
KTP-50	49,6	404	2,5	135	178	4
KTP-65	62	500	2,0	210	216	4:2
KTP-85	92,5	500	3,0	210	322	4:2
KTP-110	107	600	2,5	293	373	4
KTP-150	150	600	3,5	293	523	2
KTP-200	200	800	3,0	455	698	4:2
KTP-260	260	800	4,0	455	1360	2



Hình 8-1. Bình ngưng ống vỏ nằm ngang:

- a) Bình ngưng ống vỏ nằm ngang amoniác: 1. Ống nối đường cân bằng hơi; 2. Van an toàn; 3. Áp kế; 4. Ống nối xả khí không ngưng; 5. Van xả khí phía nước; 6. Van xả nước; 7. Van xả dầu; 8. Vỏ thép hình trụ; 9. Ống trao đổi nhiệt $\phi 25 \times 3$; 10. Màng sàng; 11. Nắp; 12. Mức lỏng kế (ống thủy).
- b) Freôn; c) Profil cánh ống: 1. Vỏ; 2. Màng sàng; 3. Nắp; 4. Ống trao đổi nhiệt có cánh; 5. Bầu gom lỏng; 6. Van xả; 7. Van an toàn.



Hình 8-2. Bình ngưng ống vỏ amoniác thẳng đứng:

1. Vỏ; 2. Ống trao đổi nhiệt $\Phi 57 \times 3$ mm; 3. Ống thủy; 4. Ống cân bằng;
5. Van an toàn; 6. Áp kế; 7. Bộ phân phối nước; 8. Bể và ống phân phối nước;
9. Ống tạo xoáy nước; 10. Cửa xả khí; 11. Bình chứa cao áp.

Ống chùm là ống thép $\Phi 25 \times 3$ trơn không có cánh vì hệ số toả nhiệt của nước phía trong ống và hệ số toả nhiệt khi ngưng của amoniác gần bằng nhau.

Bình ngưng ống chùm nằm ngang là thiết bị ngưng tụ gọn nhẹ, chắc chắn, hệ số truyền nhiệt cao ($k = 800 \div 1000 \text{ W/m}^2\text{K}$), ít tốn kim loại, ít tốn diện tích lắp đặt nên rất hay được sử dụng trong các hệ thống lạnh cỡ trung và cỡ lớn (bảng 8-1).

Bảng 8-4. Bình ngưng ống chùm nằm ngang, freôn
(ống cánh làn hoa đặc biệt, ưu tiên sử dụng trong thiết bị lạnh tàu thủy)

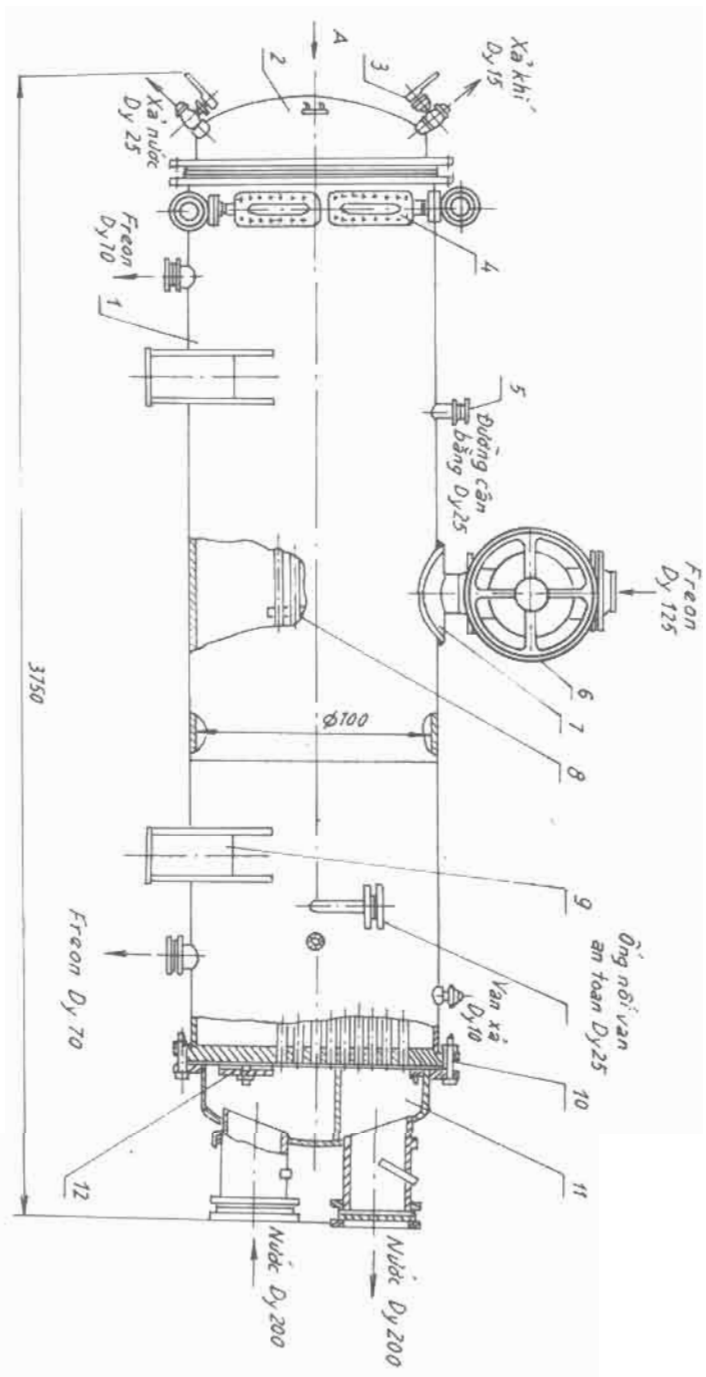
Bình ngưng	Diện tích bề mặt ngoài, m^2	Đường kính vỏ, mm	Chiều dài ống, mm	Số ống	Ống nối, mm			Kích thước phủ bì, mm			Thể tích không gian giữa các ống, m^3
					hơi	lông	nước	dài	rộng	cao	
MKTHP-10	10	325	1500	60	25	20	50	1850	530	665	0,0885
MKTHP-16	16	325	1500	90	40	20	65	1850	530	665	0,0795
MKTHP-25	25	377	2000	110	40	32	65	2450	600	700	0,142
MKTHP-40	40	426	2000	174	50	40	100	2500	640	790	0,185
MKTHP-50	50	426	2500	174	50	40	125	3000	640	790	0,2325
MKTHP-63	63	426	2500	218	55	30	125	3000	535	790	0,2125
MKTHP-80	80	530	2000	358	65	50	150	2530	700	930	0,265
MKTHP-100	100	530	2500	358	80	65	150	3050	700	930	0,335
MKTHP-125	125	530	3000	358	80	65	200	3550	700	930	0,411
MKTHP-160	160	600	2500	530	100	80	200	3150	800	1020	0,430
MKTHP-200	200	600	3000	530	100	80	200	3650	800	1020	0,620
MKTHP-250	250	700	3000	730	125	100	250	3650	870	1155	0,850
MKTHP-315	315	700	3500	730	125	100	250	4150	870	1155	0,990

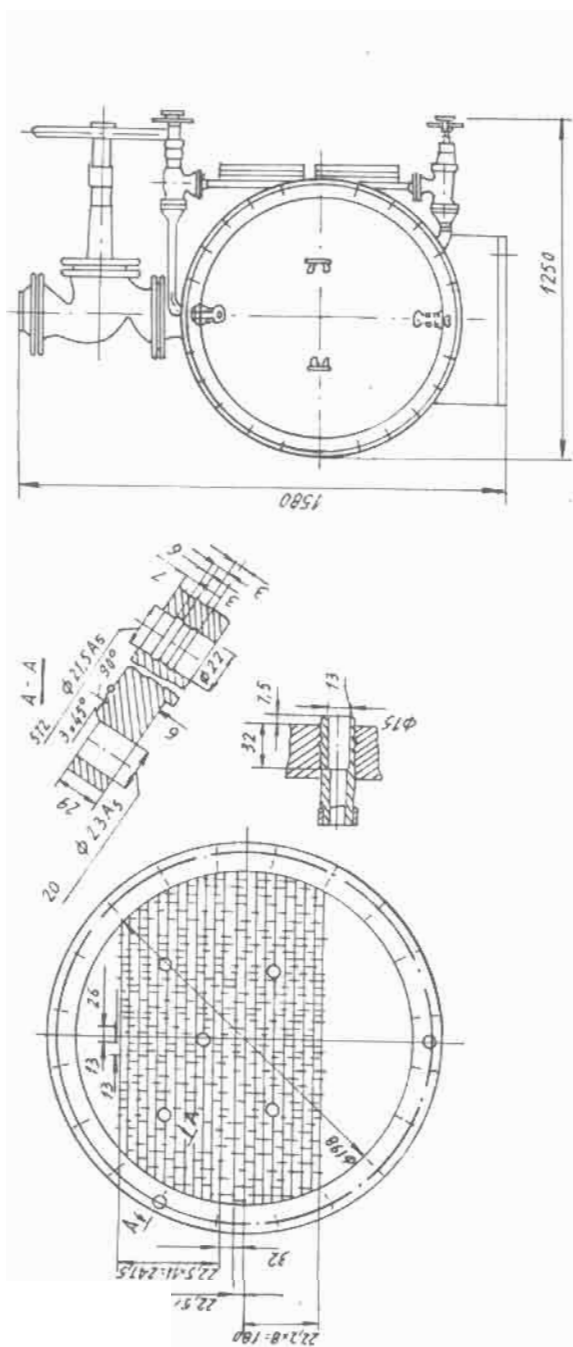
Bình ngưng ống vỏ thẳng đứng (hình 8-2) gần giống như bình ngưng ống vỏ nằm ngang nhưng được lắp đặt theo chiều thẳng đứng. Nắp trên được thay bằng hệ thống cấp nước và phân phối nước xoáy theo bề mặt trong của chùm ống từ trên xuống dưới. Nắp dưới được thay bằng một bể chứa nước thải. Môi chất vẫn ngưng tụ phía ngoài của các ống nhỏ. Lông ngưng được đưa thẳng xuống bình chứa đặt dưới thấp.

Hệ số truyền nhiệt của bình ngưng ống vỏ thẳng đứng thấp hơn chút ít ($k = 700 \div 900 \text{ W/m}^2\text{K}$). Bình ngưng ống vỏ thẳng đứng cũng có các ưu điểm như trên và hay được sử dụng trong các hệ thống lạnh lớn amoniác.

8.1.2 Bình ngưng ống vỏ freôn

Bình ngưng ống vỏ freôn khác biệt với bình ngưng ống vỏ amoniác như sau:





Hình 8-3. Bình ngưng ống vỏ freôn nằm ngang:

Áp suất làm việc trong ống 4 bar, giữa các ống 16 bar, diện tích trao đổi nhiệt 250 m²; khối lượng 3720 kg, làm mát bằng nước.
 1. Thân CT; 2. Nắp trái CT; 3. Van xả khí; 4. Ống thủy; 5. Ống nối đường cân bằng; 6. Van chân; 7. Vỏ gia cường; 8. Tấm đỡ;
 9. Chân; 10. Mặt sáng; 11. Nắp phải; 12. Tấm bảo vệ; 13. 572 ống đóng lãn hoa $d = 13,1$ - đường kính chân cánh 16,5 - đường kính
 đỉnh cánh 21 - bước cánh 2 mm (hình 8-1c).

- Chùm ống có thể bằng thép có thể bằng đồng.

- Ống được tạo cánh về phía freôn do hệ số toả nhiệt khi ngưng của freôn nhỏ hơn hệ số toả nhiệt của nước khá nhiều. Cánh của ống có thể là cánh ép hoặc gắn lên ống (cánh cũng có thể được tạo bằng cách lăn hoa).

Bình ngưng ống vỏ freôn R12 được biểu diễn trên hình 8-1b, ký hiệu KTP12, diện tích trao đổi nhiệt $12,8 \text{ m}^2$, hệ số truyền nhiệt $460 \div 580 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, hệ số cánh 3,5.

Hình 8-3 biểu diễn bình ngưng ống vỏ freôn nằm ngang, diện tích trao đổi nhiệt 250 m^2 .

Do dầu hoà tan vào môi chất nên không có bầu gom dầu và van xả dầu. Dầu tuần hoàn cùng với môi chất. Phía dưới bình ngưng là phần gom lỏng do đó không cần bố trí thêm bình chứa cao, áp. Van an toàn sẽ xả hơi về phía áp thấp hoặc xả hơi trực tiếp ra ngoài không khí khi áp suất trong bình vượt $1,85 \text{ MPa}$. Van xả 6 sẽ xả freôn ra ngoài trong trường hợp áp suất tăng đột ngột trong bình để tránh nổ bình.

Bình ngưng ống vỏ freôn do Nga sản xuất có diện tích bề mặt trao đổi nhiệt từ 2 đến 315 m^2 (bảng 8-3 và 8-4). Loại MKTHP sử dụng rất thích hợp cho hệ thống lạnh trên tàu thuỷ.

Bình ngưng ống vỏ freôn cỡ nhỏ được biểu diễn trên hình 8-4.

8.1.3 Dàn ngưng tưới

Cấu tạo của dàn ngưng tưới biểu diễn trên hình 8-5. Dàn bao gồm một dàn ống xoắn có nối với ống góp hơi và ống góp lỏng, xả dầu. Toàn bộ bề mặt ngoài của dàn trao đổi nhiệt được tưới nước bằng một hệ thống tưới nước tuần hoàn. Nước được bơm từ khay hứng nước phía dưới đẩy lên xả vào thùng phân phối. Thùng phân phối nước có các máng rãnh của và nước chảy tự do tưới đều cho các ống. Nước tưới bổ sung qua vòi 9 và nước thừa chảy qua phễu chảy tràn 2 ra ngoài.

Hơi amoniác đi từ phía dưới lên. Phần lỏng ngưng tụ được đẩy vào ống góp lỏng. Phần hơi còn lại đi tiếp lên phía trên. Khí không ngưng được lấy ra ở vị trí cao nhất của dàn qua van 7.

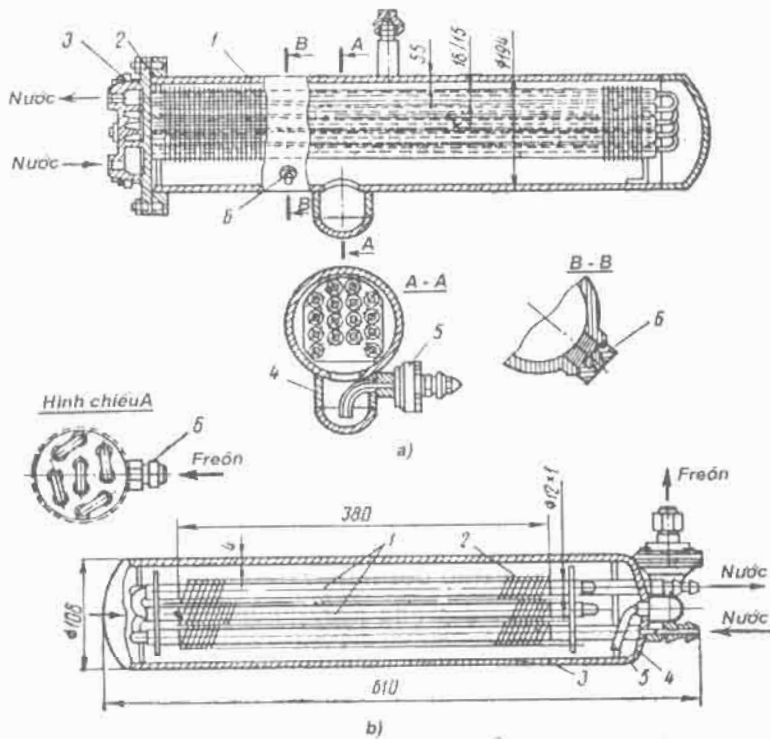
Các tổ dàn được đặt song song với nhau. Mỗi tổ dàn có 14 ống $\Phi 57 \times 3 \text{ mm}$ theo chiều cao và cứ bốn ống lại có một ống nối với ống góp lỏng.

Để làm mát nước có thể làm dàn gỗ phía trên, tăng bề mặt trao đổi nhiệt và chất với không khí để có thể giảm lượng nước tưới bổ sung do tăng nhiệt độ.

Hệ số truyền nhiệt dàn ngưng tưới đạt $700 \div 900 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, dàn ngưng tưới thường được sử dụng cho các hệ thống lạnh amoniac lớn. Dàn được lắp đặt ở ngoài trời, cạnh buồng máy hoặc trên trần nhà. Để hạn chế tiêu hao nước do các hạt nước nhỏ bị gió cuốn có thể bố trí các cửa chớp chung quanh.

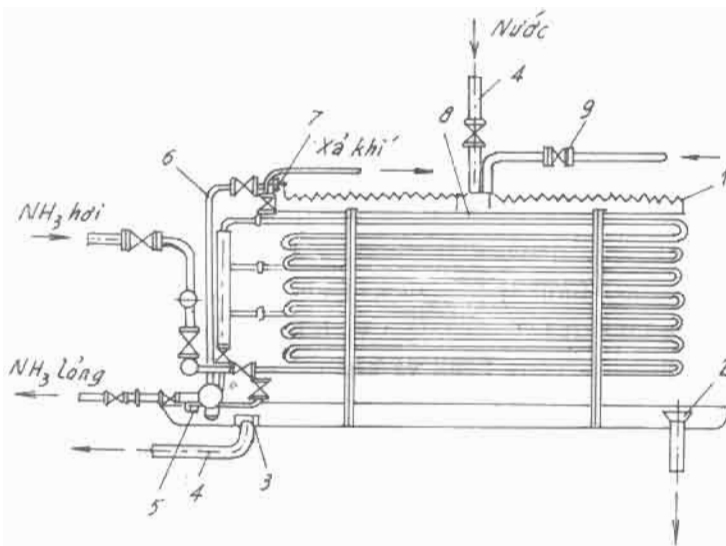
Ưu điểm của dàn ngưng tưới: tỉ lệ tiêu hao nước tưới tương đối nhỏ (bằng khoảng 30% lượng nước tuần hoàn), làm sạch bề mặt ngoài tương đối dễ dàng. Nhưng nhược điểm là công kênh và không có khả năng quá lạnh lỏng.

Dàn ngưng tưới sử dụng thuận lợi ở những nơi thiếu nước hoặc nguồn nước bị cứng hoặc bị nhiễm bẩn nặng.



Hình 8-4. Bình ngưng ống vỏ freôn cỡ nhỏ:

- a) Với nắp chia lối nước làm mát: 1. Vỏ; 2. Mặt sàng; 3. Nắp; 4. Bầu gom lỏng; 5. Van lấy lỏng; 6. Nút an toàn.
- b) Với vỏ không hàn nắp: 1. Ống trao đổi nhiệt có cánh; 2. Cánh tản nhiệt; 3. Vỏ; 4. Vỏ hàn vào ống xoắn; 5. Lồng freôn ra; 6. Hơi freôn vào.



Hình 8-5.

Dàn ngưng tưới:

1. Máng rãnh cửa phân phối nước;
2. Phễu chảy tràn;
3. Miệng hồi nước;
4. Ống hơi nước;
5. Van xả về bình chứa dầu;
6. Đường cân bằng;
7. Van xả khí không ngưng;
8. Thùng phân phối nước;
9. Vòi tưới nước bổ sung.

8.1.4 Tháp ngưng tụ (dàn ngưng bay hơi nước)

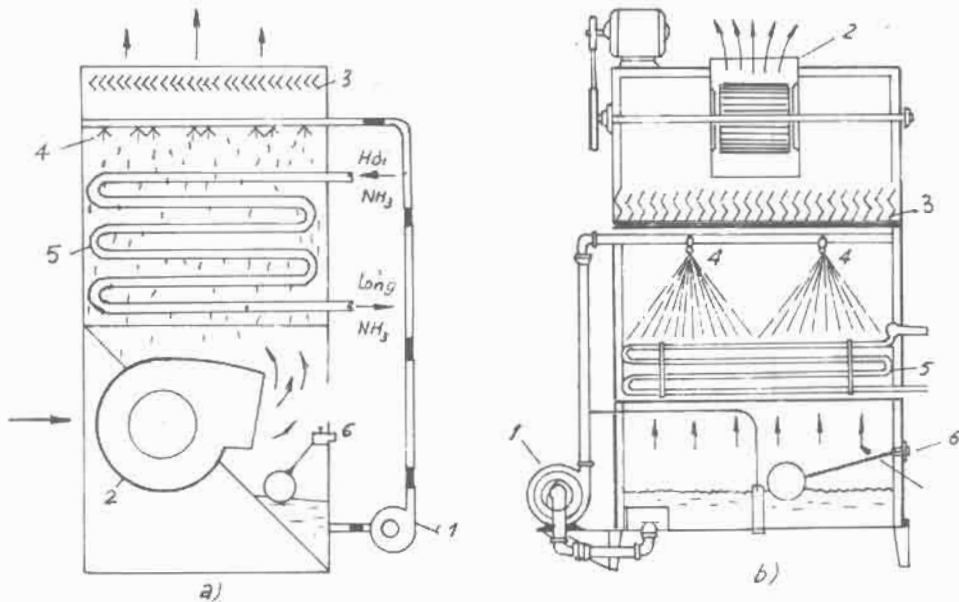
Tháp ngưng (hình 8-6) cũng dùng phương pháp làm mát kết hợp nước và không khí nhưng nước phun vào dàn còn không khí chuyển động cưỡng bức bằng quạt gió. Toàn bộ thiết bị có vỏ bao che chỉ trừ lối vào và ra cho không khí.

Tháp ngưng IIIK-125 của Nga bao gồm một dàn ống xoắn trơn bằng thép diện tích 130 m^2 với dàn ngưng phụ kiểu ống góp với diện tích bề mặt 32 m^2 bằng ống có cánh, hai quạt gió năng suất $7,92 \text{ m}^3/\text{s}$ ($28500 \text{ m}^3/\text{h}$). Dàn ngưng phụ đặt phía trên thiết bị chắn nước (không biểu diễn trên hình 8-6) để tận dụng không khí làm mát trước khi thổi ra ngoài.

Để tăng cường quá trình trao đổi nhiệt, trao đổi chất trong tháp ngưng người ta có thể bố trí giữa các dãy ống xoắn những thanh gỗ, lưới bằng chất dẻo hoặc bằng các vật liệu khác.

Để giảm tiêu tốn nước do các bụi nước bị cuốn theo gió quạt, người ta bố trí thiết bị chắn nước bằng các tấm kim loại mỏng cuốn theo hình chữ S và đặt song song. Các hạt bụi nước đập vào các tấm này đọng lại và chảy xuống dưới. Dàn ngưng IIIK-125 có công suất 315 kW với tải nhiệt riêng $q_F = 2300 \text{ W/m}^2$. Lưu lượng nước tuần hoàn $30 \text{ m}^3/\text{h}$. Tiêu tốn nước bay hơi $0,6$

m³/h. Kích thước phủ bì dài x rộng x cao 4380 x 4560 x 5720 mm, khối lượng 6970 kg.



Hình 8-6. Tháp ngưng tụ:

a) Quạt gió kiểu thổi. b) Quạt gió kiểu hút.

1. Bơm nước tuần hoàn; 2. Quạt gió; 3. Thiết bị chắn nước; 4. Vòi phun nước;
5. Dàn ngưng ống tròn; 6. Van phao duy trì mức nước trong bể.

8.1.5 Dàn ngưng không khí (giải nhiệt gió)

Dàn ngưng không khí là dàn ngưng làm mát bằng không khí tự nhiên hoặc cưỡng bức (dàn ngưng không khí đối lưu tự nhiên chỉ sử dụng cho tủ lạnh gia đình), dùng cho môi chất freon và amoniác từ cỡ nhỏ đến cỡ trung và cỡ lớn, đặc biệt cho các hệ thống điều hoà không khí. Dàn ngưng không khí có các ưu điểm: tiết kiệm nước, không làm ô nhiễm sông hồ và các nguồn nước, không cần tháp giải nhiệt làm mát nước tuần hoàn, bề mặt ít bị bám bẩn. Nhược điểm cơ bản là gây tiếng ồn do quạt, phụ tải nhiệt thấp $q = 140 \div 230 \text{ W/m}^2$, hệ số truyền nhiệt nhỏ $k = 23 \div 35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, hiệu nhiệt độ lớn $\Delta t = 8 \div 15^\circ\text{C}$.

Bảng 8-5 giới thiệu thông số kỹ thuật chính của một số dàn ngưng không khí cưỡng bức (dàn ngưng quạt) do Nga sản xuất.

Bảng 8-5. Dàn ngưng quạt

Kiểu	Số dây ống	Chiều dài ống, m	Số ống, chiếc	Diện tích, m ²	Năng suất quạt, m ³ /s	Số quạt, chiếc
ABM (dàn ngưng quạt loại nhỏ)	4	1,5	94	105	7	1
	4	3	94	220	14	2
	6	1,5	141	160	6	1
	6	3	141	325	12	2
	8	1,5	188	210	5,5	1
	8	3	188	440	11	2
AB1 (dàn ngưng quạt kiểu nằm ngang)	4	4	282	875	39 hoặc	1
	4	8	282	1770	75	2
	6	4	423	1320	33 hoặc	1
	6	8	423	2640	70	2
	8	4	564	1740	28 hoặc	1
	8	8	564	3500	67	2
Dàn ngưng quạt kiểu zigzác	4	6	564	2650	180 ÷ 220	1
	6	6	846	400		1
	8	6	1126	5300		1

8.1.6 Tính thiết bị ngưng tụ (TBNT)

Có hai bài toán tính TBNT là:

- Tính toán thiết kế (cho Q_k , xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt F).
- Tính kiểm tra (có sẵn TBNT, xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt F có đủ hay không).

Như vậy cả hai bài toán đều là xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt F theo các dữ kiện đã cho như: Q_k , loại TBNT, điều kiện môi trường để làm mát ở địa phương lắp đặt hệ thống lạnh.

Ngoài ra việc tính toán TBNT còn cần thiết để xác định các thiết bị phụ như bơm, quạt cho hệ thống.

Tính TBNT theo các bước:

- 1) Chọn kiểu loại TBNT.
- 2) Xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của TBNT theo phương trình truyền nhiệt:

$$Q_k = kF\Delta t_{tb} \quad (8-1)$$

Q_k - phụ tải nhiệt của TBNT, kW;

F - diện tích bề mặt trao đổi nhiệt, m^2 ;

Δt_{tb} - hiệu nhiệt độ trung bình logarit, K.

a) Xác định hiệu nhiệt độ trung bình logarit theo biểu thức:

$$\Delta t_{tb} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} \quad (8-2)$$

Δt_{max} - hiệu nhiệt độ lớn nhất (ở phía nước vào);

Δt_{min} - hiệu nhiệt độ bé nhất (ở phía nước ra).

Hình 8-7 giới thiệu toán đồ tra nhanh hiệu nhiệt độ trung bình logarit Δt_{tb} .

Trong thực tế nhiệt độ trong TBNT giảm từ t_2 xuống t_k , giữ nguyên t_k trong quá trình ngưng tụ nhưng lại giảm khi quá lạnh. Nhưng khi tính toán coi nhiệt độ trong TBNT là không đổi và bằng t_k . Do đó:

$$\Delta t_{max} = t_k - t_{w1}$$

$$\Delta t_{min} = t_k - t_{w2}$$

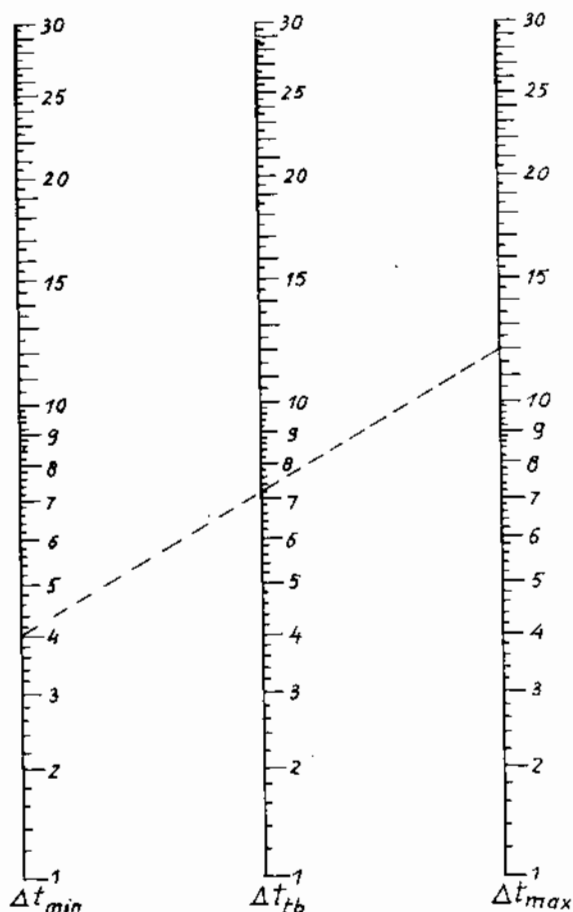
t_{w1} - nhiệt độ nước vào;

t_{w2} - nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng.

Khi tính gần đúng có thể sử dụng hiệu nhiệt độ trung bình số học:

$$\Delta t_{tb} = [t_k - (t_{w1} + t_{w2})]/2$$

- Khi sử dụng tháp ngưng, coi nhiệt độ nước không thay đổi:



Hình 8-7. Toán đồ tra nhanh hiệu nhiệt độ trung bình logarit.
Thí dụ $\Delta t_{min} = 4$ K; $\Delta t_{max} = 12$ K; $\Delta t_{tb} = 7,15$ K.

$$t_{w1} = t_{w2} = t_w$$

khí đó:

$$\Delta t_{tb} = t_k - t_w \quad (8-3)$$

b) Mật độ dòng nhiệt còn gọi là phụ tải nhiệt riêng q_F :

$$q_F = k \cdot \Delta t_{tb}, \text{ W/m}^2 \quad (8-4)$$

và diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết có thể tính từ biểu thức:

$$F = Q_k / q_F$$

Đối với tháp ngưng $q_F = 1750 \div 2300 \text{ W/m}^2$.

c) Xác định hệ số truyền nhiệt k

Hệ số truyền nhiệt k có thể xác định dựa theo kinh nghiệm hoặc theo tính toán lý thuyết.

- Theo kinh nghiệm, hệ số truyền nhiệt k có các giá trị giới thiệu trong bảng 8-6.

- Có thể xác định k theo lý thuyết. Trường hợp trao đổi nhiệt giữa hai môi chất lỏng qua vách ống:

$$k = \frac{\pi}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_{n+1}}}, \text{ W/m.K} \quad (8-5)$$

$$\text{Mật độ dòng nhiệt: } q_1 = k \cdot \Delta t, \text{ W/m}^2; \quad (8-6)$$

$$\text{Dòng nhiệt: } Q_k = k \cdot l \cdot \Delta t, \text{ W} \quad (8-7)$$

d_1 - đường kính trong, m;

d_2 - đường kính ngoài, m;

d_{n+1} - đường kính ngoài cùng, m;

d_{i+1} - đường kính ngoài lớp thứ i , m;

d_i - đường kính trong lớp ống thứ i , m;

α_1 - hệ số toả nhiệt của chất lỏng phía trong ống, $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$;

α_2 - hệ số toả nhiệt của chất lỏng phía ngoài ống, $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$;

λ_i - hệ số dẫn nhiệt của lớp ống thứ i .

Vấn đề cơ bản ở đây là xác định α_1 và α_2 . Khi thiết kế đồ án môn học hoặc tốt nghiệp cần phải tính toán theo phương pháp này [12]. Do khuôn khổ sách có hạn chúng tôi không giới thiệu ở đây.

Bảng 8-6. Giá trị kinh nghiệm của hệ số truyền nhiệt k , $W/m^2.K$

Kiểu thiết bị ngưng tụ	k , $W/m^2.K$	q_t , W/m^2	Δt (thí dụ)
Bình ngưng ống vỏ			
nằm ngang amoniác	700 ÷ 1000	3500 ÷ 5200	5 ÷ 6
thẳng đứng amoniác	800	4200	5 ÷ 6
nằm ngang freôn	700	3600	5 ÷ 6
Dàn ngưng tưới	700 ÷ 930	3500 ÷ 4650	5 ÷ 6
Tháp ngưng	500 ÷ 700	1500 ÷ 2100	3
Dàn ngưng không khí	30	240 ÷ 300	8 ÷ 10

d) Lượng nước làm mát cung cấp cho TBNT:

$$V_n = \frac{Q_k}{C \cdot \rho \cdot \Delta t_w}, \text{ m}^3/\text{s} \quad (8-8)$$

Q_k - tải nhiệt của TBNT (đã cho), kW;

C - nhiệt dung riêng của nước = 4,19 kJ/kg.K;

ρ - khối lượng riêng của nước = 1000 kg/m³;

Δt_w - độ tăng nhiệt độ trong TBNT, K.

Ngoài lưu lượng, cần phải tính được chiều cao cột nước cần thiết để chọn bơm.

e) Lưu lượng không khí qua dàn ngưng tụ cũng được xác định theo biểu thức (8-8) với:

C - nhiệt dung riêng của không khí = 1 kJ/kg.K;

ρ - khối lượng riêng của không khí = 1,15 ÷ 1,2 kg/m³ ở 20 ÷ 32°C.

8.1.7 Thí dụ tính toán

Thí dụ 8-1. Xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của tháp ngưng:

Cho $Q_0 = 200$ kW, $t_0 = -22^\circ\text{C}$, $t_k = 38^\circ\text{C}$; $t_{q1} = 38^\circ\text{C}$; $t_{q2} = -15^\circ\text{C}$.

$Q_k = 277$ kW, môi chất amoniác (giống thí dụ 7-4).

Giải: Chọn $q_t = 2000$ W/m² (bảng 8-6).

$$F = \frac{Q_k}{q_t} = \frac{277 \cdot 1000}{2000} = 138,3 \text{ m}^2$$

Có thể chọn tháp ngưng tụ IIIK-125 có diện tích trao đổi nhiệt 130 m². Do thiếu diện tích bề mặt trao đổi nhiệt nên nhiệt độ ngưng tụ có thể tăng lên 39 hoặc 40°C.

Tiêu tốn nước do bay hơi:

$$m_n = \frac{Q_k}{r} = \frac{277}{539 \cdot 4,18} = 0,1229 \text{ kg/s} = 443 \text{ kg/h}$$

Đồ hiệu suất chần nước < 1 nên mỗi giờ tổn thất nước tăng thêm khoảng 150 ÷ 200 kg/h.

Tiêu tốn nước tổng $\approx 0,6 + 0,65 \text{ m}^3/\text{h}$.

Thí dụ 8-2. Hãy xác định tháp ngưng tụ (dàn ngưng bay hơi), cho biết:

- Hệ thống lạnh lắp đặt tại Hà nội;
- Môi chất lạnh NH_3 ;
- Công suất nhiệt $Q_k = 354 \text{ kW}$.

Giải: Thí dụ này được tính toán lý thuyết mà không dựa theo k và q_f kinh nghiệm.

1 - Thông số khí hâu tại Hà nội (bảng 1-1)

Nhiệt độ: $t_1 = 37,2^\circ\text{C}$

Độ ẩm: $\varphi_1 = 83\%$.

Nhiệt độ nhiệt kế ướt $t_u = 34^\circ\text{C}$ (tra đồ thị hình 1-1).

2 - Nhiệt độ nước tuần hoàn trong tháp $t_w = t_u + (4 \div 8\text{K})$ chọn 38°C .

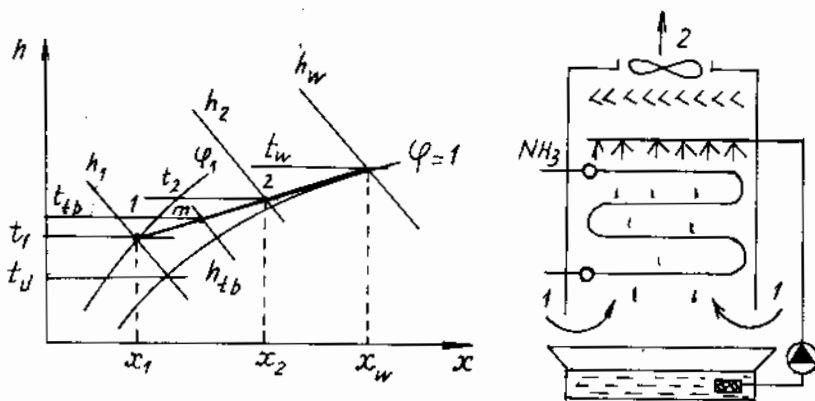
3 - Nhiệt độ ngưng tụ $t_k = t_w + \Delta t = 42^\circ\text{C}$

4 - Bề mặt trao đổi nhiệt: bề mặt nhẵn của ống thép trơn để chế tạo dàn ngưng amoniác: A25 với đường kính ngoài, trong và chiều dày:

$$d_o = 32 \text{ mm}$$

$$d_i = 27,5 \text{ mm}$$

$$s = 2,25 \text{ mm}$$



Hình 8-8. Nguyên lý cấu tạo tháp ngưng và trạng thái không khí vào (1) và ra (2) biểu diễn trên đồ thị $h-x$.

5 - Giới hạn làm lạnh: $t_{gh} = 34^{\circ}\text{C} = t_u$

6 - Lưu lượng không khí:

$$m_{kk} = 3,25 \cdot \rho_{kk} \cdot Q_{kk} \cdot 10^{-2} \text{ kg/s}$$

Khối lượng riêng của không khí:

$$\rho_{kk} = \frac{p_1 \cdot (1 + x_1)}{RT_1 \cdot (1 + 1,61 \cdot x_1)}, \text{ kg/m}^3$$

$x_1 = 0,0269$ kg hơi nước/ kg không khí khô;

$$p_1 = 9,81 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2;$$

$$R = 287 \text{ J/kg.K};$$

$$T_1 = t_1 + 273,15 = 310,36 \text{ K};$$

$$\rho_{kk} = \frac{9,81 \cdot 10^4 \cdot (1 + 0,0269)}{287 \cdot 310,36 \cdot (1 + 1,61 \cdot 0,0269)} = 1,084 \text{ kg/m}^3$$

vậy

$$m_{kk} = 3,25 \cdot 1,084 \cdot 354 \cdot 10^{-2} \text{ kg/s} = 12,47 \text{ kg/s}$$

7 - Entanpi của không khí ra:

$$h_2 = h_1 + \frac{Q_k}{m_{kk}}, \text{ kJ/kg}$$

Tra bảng $h_1 = 126$ kJ/kg

vậy
$$h_2 = 126 + \frac{354}{12,47} = 154 \text{ kJ/kg}$$

8 - Hệ số tỏa nhiệt phía ngoài

$$\alpha_1 = 0,85 \cdot 9750 \cdot m_1^{1/3}, \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Trong đó:

0,85 - hệ số tưới không đều;

9750 - hệ số thực nghiệm;

$m_1 = 0,05$ kg/m.s - lưu lượng nước tưới trên 1 m chiều dài ống theo kính nghiệm;

$$\alpha_1 = 0,85 \cdot 9750 \cdot 0,05^{1/3} = 3056 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

9 - Xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt F_a

Bề mặt trao đổi nhiệt theo diện tích bề mặt ngoài của ống F_a được xác định theo phương pháp tính lặp. Trước hết chọn sơ bộ mật độ dòng nhiệt q_a và tìm F_a theo điều kiện truyền nhiệt từ amoniác tới nước, sau đó xác định các thông số của nước, không khí và giá

trị F_s theo điều kiện truyền nhiệt truyền chất. Nếu hai giá trị F_s nhận được sai khác nhau quá 5% thì phải chọn lại q_a và tính lại.

Các phép tính cụ thể được thực hiện như sau:

- Xác định hệ số toả nhiệt về phía amoniác:

$$\alpha_i = 9733 \cdot q_i^{-0,2} \cdot d_i^{-0,3}, \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Để tính được α_i cần thiết chọn sơ bộ mật độ dòng nhiệt q_a về phía nước, theo kinh nghiệm:

$$q_a = 1400 \div 2300 \text{ W/m}^2$$

Chọn sơ bộ $q_a = 1650 \text{ W/m}^2$, khi đó q_i về phía amoniác có thể được xác định như sau:

$$q_i = q_a \frac{d_a}{d_i} = 1650 \frac{0,032}{0,0275} = 1920 \text{ W/m}^2$$

vậy $\alpha_i = 9733 \cdot 1920^{-0,2} \cdot 0,0275^{-0,3} = 6306 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

- Xác định hệ số truyền nhiệt k qua vách ống:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} \frac{d_a}{d_i} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_a}}$$

với $\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ là tổng nhiệt trở của vách ống:

$$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{\delta_d}{\lambda_d} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_s}{\lambda_s} + \frac{\delta}{\lambda}, \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

ở đây: $\delta_d = 0,06 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ - là bề dày lớp dầu;
 $\lambda_d = 0,12 \text{ W/m.K}$ - hệ số dẫn nhiệt của dầu;
 $\delta_c = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ - bề dày lớp cấu cặn;
 $\lambda_c = 1,5 \text{ W/m.K}$ - hệ số dẫn nhiệt của lớp cấu cặn;
 $\delta_s = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ - bề dày lớp sơn chống rỉ;
 $\lambda_s = 0,58 \text{ W/m.K}$ - hệ số dẫn nhiệt của sơn chống rỉ;
 $\delta = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ - chiều dày vách ống thép;
 $\lambda = 45,3 \text{ W/m.K}$ - hệ số dẫn nhiệt của thép.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{6306} \frac{32}{27,5} + 10^{-3} \left(\frac{0,06}{0,12} + \frac{0,6}{1,5} + \frac{0,1}{0,58} + \frac{2,5}{45,3} \right) + \frac{1}{3056}}$$

$$k = 610 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

- Nhiệt độ của nước trong tháp ngưng tụ t_w được xác định từ phương trình truyền nhiệt:

$$q_a = k \cdot (t_k - t_w), \text{ W/m}^2$$

$$t_w = t_k - \frac{q_a}{k} = 42 - \frac{1650}{610} = 39,3^\circ\text{C}$$

- Entanpi của không khí bão hoà ở nhiệt độ t_w tra ở đồ thị $h-x$ của không khí ẩm trạng thái W có $t = t_w$ và $\varphi = 100\%$: $h_w = h'' = 160 \text{ kJ/kg}$.

- Entanpi trung bình của không khí h_{th} xác định theo công thức:

$$h_w - h_{th} = \frac{h_2 - h_1}{\ln \frac{h_w - h_1}{h_w - h_2}}$$

$$h_{th} = h_w - \frac{h_2 - h_1}{\ln \frac{h_w - h_1}{h_w - h_2}} = 160 - \frac{154 - 126}{\ln \frac{160 - 126}{160 - 154}} = 144 \text{ kJ/kg}$$

- Tra trên đồ thị $h-x$, đường $h_{th} = \text{const}$ cắt đường nối qua hai điểm 1 và W tại m có giá trị nhiệt độ $t_{th} = 38^\circ\text{C}$. Các thông số vật lý của trạng thái không khí tại đây là:

Nhiệt dung riêng	$C_{pkk} = 1,005 \text{ kJ/kg.K}$
Khối lượng riêng	$\rho_{kk} = 1,1363 \text{ kg/m}^3$
Hệ số dẫn nhiệt	$\lambda_{kk} = 0,027398 \text{ W/m.K}$
Độ nhớt động	$\nu_{kk} = 16,6348 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
Trị số Prandtl	$Pr = 0,7$

- Diện tích bề mặt ngoài của dàn ống ngưng tụ yếu cầu là:

$$F_a = \frac{Q_k}{q_a} = \frac{354 \cdot 10^3}{1650} = 215 \text{ m}^2$$

- Tính kiểm tra F_a theo điều kiện truyền nhiệt truyền chất giữa nước và không khí:

$$F_a = \frac{m_{kk}}{A \cdot \delta \cdot \beta} \cdot \ln \frac{h_w - h_1}{h_w - h_2}$$

Trong đó:

A - hệ số phụ thuộc vào nhiệt độ t_w :

$t_w, ^\circ\text{C}$	10	15	20	25	30	35	40
A	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93

$t_w = 38^\circ\text{C}$ lấy $A = 0,934$

β - hệ số kể đến sự tăng diện tích mặt ngoài của màng nước do tạo thành tia và giọt lấy trong khoảng 1,5 + 2 chọn $\beta = 1,6$.

σ - hệ số lưu lượng (còn gọi là hệ số bay hơi) là lưu lượng không khí tương ứng với 1 m^2 bề mặt màng nước bay hơi đưa không khí tới trạng thái bão hoà.

$$\sigma = \frac{\alpha_{kk}}{C_{pkk}}, \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$$

Xác định hệ số toả nhiệt α_{kk} từ bề mặt chùm ống bố trí sole tới không khí: giá trị số Nusselt trong trường hợp này có dạng:

$$Nu = C \cdot Re^m \cdot Pr^n \cdot \varepsilon_z$$

Để xác định giá trị số Reynolds Re , phải chọn tốc độ không khí qua chùm ống w_{kk} . Theo các số liệu thực nghiệm thì $w_{kk} = 3 \div 6$ m/s. Ở đây chọn $w_{kk} = 6$ m/s.

$$Re = \frac{w_{kk} \cdot d_a}{\nu_{kk}} = \frac{6 \cdot 0,032}{16,6348 \cdot 10^{-6}} = 11542$$

$$10^3 < Re < 2 \cdot 10^5$$

Chọn tỷ số bước ống theo chiều ngang S_2 và theo chiều đứng S_1 (vuông góc hướng dòng chảy):

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{2}{\sqrt{3}} < 2 \text{ nên hệ số } C \text{ được tính theo quan hệ:}$$

$$C = 0,35 \cdot \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^{0,2} = 0,35 \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^{0,2} = 0,36$$

Các số mũ $m = 0,6$ và $n = 0,36$.

Chọn số hàng ống theo chiều chuyển động của không khí (phương thẳng đứng) $Z = 8$ thì hệ số hiệu chỉnh ảnh hưởng của số hàng ống Z theo chiều chuyển động của không khí $\varepsilon_z = 0,96$. Vậy:

$$Nu = 0,36 \cdot 11542^{0,6} \cdot 0,7^{0,36} \cdot 0,96 = 83,21$$

Và hệ số toả nhiệt về phía không khí:

$$\alpha_{kk} = \frac{Nu \cdot \lambda_{kk}}{d_a} = \frac{83,21 \cdot 0,027398}{0,032} = 71,24 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Hệ số lưu lượng σ khi đó là:

$$\sigma = \frac{71,24}{1,005 \cdot 10^3} = 0,071 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$$

Diện tích bề mặt ngoài của dàn ngưng là:

$$F_a = \frac{12,47}{0,934 \cdot 0,071 \cdot 1,6} \ln \frac{160 - 126}{160 - 154} = 204 \text{ m}^2$$

Sai số: $\Delta F = \frac{215 - 204}{215} = 5\%$, như vậy có thể chấp nhận được diện tích truyền nhiệt $F = 215 \text{ m}^2$.

10 - Lượng nước phun

Lượng nước phun m_{wp} được chọn theo kinh nghiệm, phụ thuộc vào phụ tải nhiệt Q_k . Theo kinh nghiệm, lượng nước phun cho mỗi 100 kW tải nhiệt là 2,3 kg/s. Vậy:

$$m_{wp} = 2,3 \frac{354}{100} = 8,142 \text{ kg/s} = 29,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

11 - Lượng nước bay hơi và bị cuốn theo gió

- Lượng nước bay hơi m_{wbh} :

$$m_{wbh} = m_{kk} (x_2 - x_1),$$

Tra đồ thị hình I-1:

$$x_1 = 34,5 \text{ g/kg không khí khô}$$

$$x_2 = 44,5 \text{ g/kg không khí khô}$$

$$\begin{aligned} m_{wbh} &= 12,47 (44,5 - 34,5) \cdot 10^{-3} = 0,124 \text{ kg/s} \\ &= 446,4 \text{ kg/h hay } 0,45 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

- Lượng nước cuốn theo: theo kinh nghiệm, lượng nước cuốn theo bằng lượng nước bay hơi:

$$m_{wc} = m_{wbh} = 450 \text{ kg/h}$$

Tổng lượng nước phải bổ sung là: $m_{wt} = 900 \text{ kg/h}$

12 - Các kích thước cơ bản của tháp ngưng:

- Tổng chiều dài một hàng ống trên mặt cắt ngang của tháp:

$$L = \frac{m_{wp}}{2m_1} = \frac{8,142}{2 \cdot 0,05} = 81,4 \text{ m}$$

Số ống trên mặt cắt ngang của thiết bị Z khi chọn chiều dài mỗi ống thẳng $l = 2,8 \text{ m}$:

$$Z = \frac{L}{l} = \frac{81,4}{2,8} = 29,07 \text{ chọn } Z = 29$$

Bề rộng tháp: $B = Z \cdot S_2 = 29 \cdot 0,0704 = 2 \text{ m}$

Số ống trong một đơn nguyên (2 dãy sole thẳng đứng):

$$n_{dn} = \frac{F_a}{\pi \cdot d_a \cdot l \cdot Z} = \frac{215}{\pi \cdot 0,032 \cdot 2,8 \cdot 29} = 26,3 \text{ chọn } 27 \text{ ống}$$

Chiều cao dàn H:

$$H = S_1 \cdot n_{dn} = 0,0609 \cdot 27 = 1,644 \text{ m}$$

Tiết diện tự do để không khí đi qua:

$$F_{kk} = l \cdot (B - d_a \cdot Z) = 2,8 \cdot (2 - 0,032 \cdot 29) = 3 \text{ m}^2$$

Tốc độ thực tế của không khí trong tháp:

$$\omega_{kk} = \frac{m_{kk}}{\rho_{kk} \cdot F_{kk}} = \frac{12,47}{1,075 \cdot 3} = 3,87 \text{ m/s}$$

Tổng số ống n (mỗi ống có chiều dài 2,8 m)

$$n = n_d \cdot Z = 27 \cdot 29 = 783 \text{ ống}$$

- Dàn phun nước:

Diện tích mặt cắt ngang của thiết bị:

$$S = B \cdot l = 2 \cdot 2,8 = 5,6 \text{ m}^2$$

Mật độ mũi phun: 20 mũi/1 m²

Số mũi phun: $N = 20 \cdot 5,6 = 112$ mũi.

Hình VIII-9 giới thiệu tháp ngưng của Nga ký hiệu IIIK-60, diện tích trao đổi nhiệt 60 m². Nhiệt độ làm việc đến 50°C, áp suất làm việc 20 bar, môi chất NH₃, khối lượng toàn bộ 2800 kg.

Thí dụ 8-3. Hãy xác định diện tích bề mặt truyền nhiệt và chọn TBNT cho máy lạnh freôn R12 (thí dụ 7-3); $Q_0 = 100 \text{ kW}$, $t_0 = -14^\circ\text{C}$, $t_k = 32^\circ\text{C}$; $t_{qm} = 16^\circ\text{C}$, $t_1 = -9^\circ\text{C}$.

Giải:

$$q_0 = 549 - 418 = 131 \text{ kJ/kg}$$

$$m = Q_0 / q_0 = 0,7634 \text{ kg/s}$$

$$q_k = 595 - 418 = 177 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_k = m \cdot q_k = 135,1 \text{ kW}$$

Nước sử dụng cho thiết bị ngưng tụ là nước lấy từ giếng khoan có nhiệt độ vào là 25°C, chọn nhiệt độ nước ra là 28°C.

Hiệu nhiệt độ trung bình logarit:

$$\Delta t_{tb} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}};$$

$$\Delta t_{max} = 32 - 25 = 7 \text{ K}$$

$$\Delta t_{min} = 32 - 28 = 4 \text{ K}$$

$$\Delta t_{th} = \frac{7 - 4}{\ln \frac{7}{4}} = 5,4 \text{ K}$$

Diện tích bề mặt truyền nhiệt của bình ngưng ống vỏ nằm ngang là (k lấy theo bảng 8-6):

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Delta t_{th}} = \frac{135,1 \cdot 1000}{5,4 \cdot 700} = 35,74 \text{ m}^2$$

Chọn bình ngưng ống vỏ nằm ngang KTP-35 có diện tích trao đổi nhiệt bên ngoài là 40 m^2 .

Nước tiêu tốn:

$$V_n = \frac{135,1}{4,19 \cdot 1000 \cdot (28 - 25)} = 0,011 \text{ m}^3/\text{s} = 38,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Chọn bơm 3L-T6 năng suất $50 \text{ m}^3/\text{h}$; động cơ $4,5 \text{ kW}$, tốc độ 1440 vg/ph .

Thí dụ 8-4. Hãy xác định diện tích bề mặt truyền nhiệt của TBNT và chọn TBNT cho máy lạnh amoniác: $t_{01} = -40^\circ\text{C}$; $t_k = 35^\circ\text{C}$; $t_h = -30^\circ\text{C}$; $Q_{01} = 290 \text{ kW}$; $Q_k = 424 \text{ kW}$ (điều kiện giống thí dụ 7-6).

Giải:

a) Trường hợp chọn bình ngưng ống vỏ nằm ngang nước giếng khoan, có nhiệt độ vào $t_{w1} = 25^\circ\text{C}$; nhiệt độ nước ra $t_{w2} = 30^\circ\text{C}$.

Hiệu nhiệt độ trung bình logarit:

$$\Delta t_{th} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} = \frac{(35 - 25) - (35 - 30)}{\ln \frac{(35 - 25)}{(35 - 30)}} = 7,2 \text{ K}$$

Hệ số truyền nhiệt $k = 800 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (bảng 8-6).

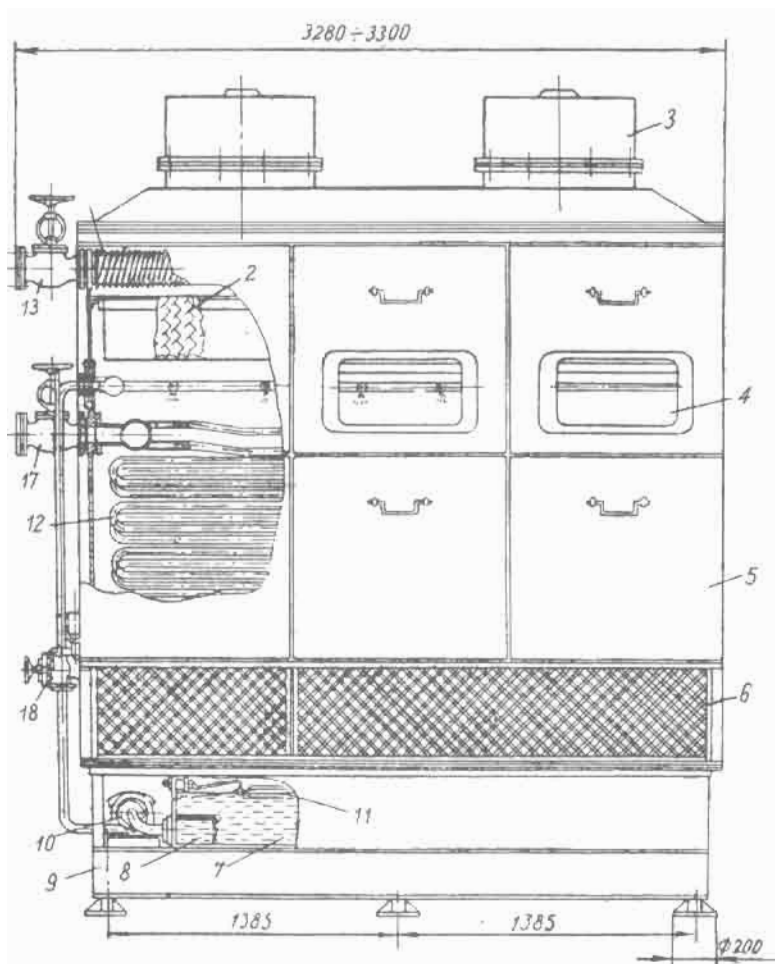
Diện tích bề mặt truyền nhiệt:

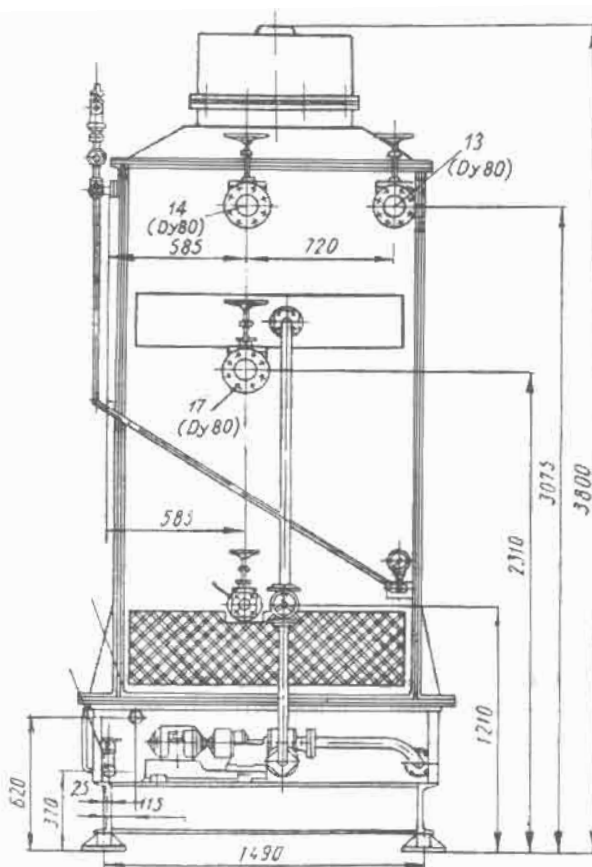
$$F = \frac{424 \cdot 1000}{800 \cdot 7,2} = 73,6 \text{ m}^2$$

Theo bảng 8-1 ta chọn bình ngưng ống vỏ nằm ngang KTT-90 có diện tích bề mặt trao đổi nhiệt 90 m^2 .

Nước tiêu tốn là n mát bình ngưng:

$$V_n = \frac{424}{4,19 \cdot 1000 \cdot 5} = 0,0202 \text{ m}^3/\text{s} = 72,9 \text{ m}^3/\text{h}$$





Hình 8-9. Tháp ngưng HIK-60, diện tích trao đổi nhiệt 60 m^2 dùng cho amoniác, áp suất làm việc 2 MPa, khối lượng 2800 kg, có bộ ngưng tụ sơ bộ;

1. Bộ ngưng tụ sơ bộ; 2. Bộ chấn nước; 3. Quạt hướng trục; 4. Cửa quan sát; 5. Tấm nắp;
6. Lưới bảo vệ cửa lấy gió; 7. Bể nước; 8. Phin lọc; 9. Khung tháp; 10. Bơm nước; 11. Phao khống chế mức nước trong bể; 12. Dàn ngưng; 13. Ống hơi NH_3 vào bộ ngưng sơ bộ;
14. Ống hơi NH_3 ra và được dẫn đến bình tách dầu; 15. Cấp nước; 16. Ống xả nước;
17. Hơi NH_3 từ bình tách dầu vào; 18. Lồng vào bình chứa.

Có thể chọn ba bơm 3K-9 (Nga) nâng suất mỗi 0,011 m³/s trong đó hai bơm chạy, một bơm dự phòng.

b) Trường hợp chọn dàn ngưng không khí:

Vì hiệu nhiệt độ trung bình logarit của dàn ngưng không khí phải đạt $8 \div 10$ K nên $t_2 = 35^\circ\text{C}$ và nhiệt độ không khí ra $t_1 = 28^\circ\text{C}$.

$$\Delta t_{\text{tb}} = \frac{10 - 7}{\ln \frac{10}{7}} = 8,4 \text{ K}$$

Theo bảng 8-6: $k = 30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

$$F = \frac{424 \cdot 1000}{30 \cdot 8,4} = 1683 \text{ m}^2$$

Theo bảng 8-5 chọn dàn ABF có diện tích trao đổi nhiệt 1770 m², gồm 4 dãy ống, 282 ống dài 8 m.

Lưu lượng không khí:

$$V_{\text{kk}} = \frac{424}{1,12 \cdot (28 - 25)} = 117,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Từ lưu lượng không khí trên ta phải chọn quạt tương ứng. Tuy nhiên ở điều kiện khí hậu Việt nam vào mùa hè không thể thiết kế với nhiệt độ không khí vào là 25°C. Để đảm bảo hệ thống lạnh làm việc được trong điều kiện khắc nghiệt mùa hè, phải chọn nhiệt độ không khí theo bảng 1-1. Thí dụ Hà nội $t_1 = 37,2^\circ\text{C}$ như vậy nhiệt độ ngưng tụ là $47 \div 52^\circ\text{C}$ và cần phải tính lại toàn bộ chu trình lạnh.

Thí dụ 8-5. Hãy xác định diện tích bề mặt truyền nhiệt của bình ngưng ống vỏ nằm ngang cho biết $Q_x = 424 \text{ kW}$, môi chất lạnh NH₃, lắp đặt tại Hà nội, nước giải nhiệt dùng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt.

Giải:

Điều kiện khí hậu tại Hà nội:

$$t_N = t_1 = 37,2^\circ\text{C}$$

$$\varphi_N = \varphi_1 = 83\%$$

Nhiệt độ $t_w = 34,6^\circ\text{C}$, như vậy có thể xác định tạm thời:

- Nhiệt độ nước vào bình ngưng chọn: $t_{w1} = 38^\circ\text{C}$

- Nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng: $t_{w2} = 43^\circ\text{C}$

- Nhiệt độ ngưng tụ $t_k = 46^\circ\text{C}$

- Hiệu nhiệt độ nước làm mát: $\Delta t_w = t_{w2} - t_{w1} = 43 - 38 = 5 \text{ K}$.

- Hiệu nhiệt độ trung bình logarit với $\Delta t_{\text{max}} = 46 - 38 = 8 \text{ K}$; $\Delta t_{\text{min}} = 46 - 44 = 3 \text{ K}$.

$$\Delta T_{\text{th}} = \frac{8}{\ln \frac{3}{2}} = 2,1 \text{ K}$$

- Lưu lượng nước qua bình ngưng:

$$m_k = \frac{Q_k}{C_p \cdot \Delta T_w} = \frac{424}{4,18 \cdot 5} = 20,29 \text{ kg/s}$$

- Chọn ống trao đổi nhiệt cho bình ngưng:

$$d_a = 25 \text{ mm}$$

$$d_i = 20 \text{ mm}$$

$$s = 2,5 \text{ mm}$$

Diện tích tính cho 1 m chiều dài ống $f_a = 0,0785 \text{ m}^2/\text{m}$; $f_i = 0,0628 \text{ m}^2/\text{m}$.

- Chọn tốc độ nước trong bình ngưng $\omega_w = 1,5 \text{ m/s}$.

- Số ống trong một lối của bình ngưng:

$$n_l = \frac{4 m_w}{\pi \cdot d_l^2 \cdot \rho_w \cdot \omega_w}$$

Các thông số vật lý của nước làm mát bình ngưng (tra ở bảng 6.1 tài liệu [17] "Môi chất lạnh"):

- Nhiệt độ trung bình $t_w = 40,5^\circ\text{C}$

$$\rho_w = 992,2 \text{ kg/m}^3 \quad \lambda = 0,627 \text{ W/m.K}$$

$$\nu = 0,659 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad Pr = 4,36$$

$$n_l = \frac{4 \cdot 20,29}{\pi \cdot 0,02^2 \cdot 992,2 \cdot 1,5} = 43,4 \text{ ống}$$

chọn $n_l = 43$ ống, khi đó tốc độ nước sẽ là $\omega_w = 1,51 \text{ m/s}$

- Xác định hệ số toả nhiệt α_i từ vách trong của ống tới nước làm mát:

Trị số Reynolds:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_i}{\nu} = \frac{1,51 \cdot 0,02}{0,659 \cdot 10^{-6}} = 34901$$

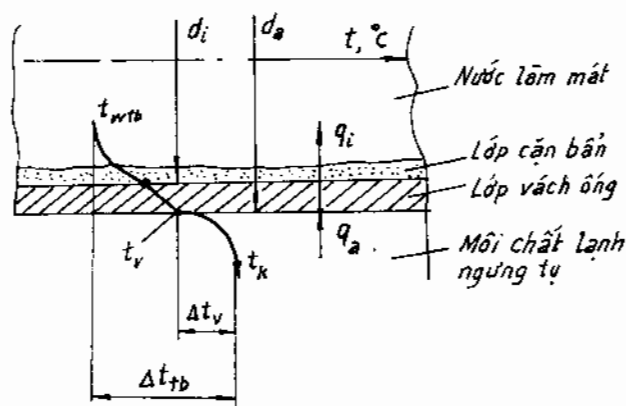
Đây là chế độ chuyển động rối nên Nu có dạng:

$$\begin{aligned} Nu &= 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \\ &= 0,021 \cdot 34901^{0,8} \cdot 4,36^{0,43} = 170,7 \end{aligned}$$

Vậy hệ số toả nhiệt phía nước là:

$$\alpha_i = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_i} = \frac{170,7 \cdot 0,627}{0,02} = 5353 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

- Xác định hệ số toả nhiệt α_n từ môi chất lạnh ngưng tới thành ống tính theo bề mặt trong của ống phải thực hiện bằng phương pháp đồ thị. Như ta đã biết, dòng nhiệt truyền từ môi chất lạnh ngưng vào nước làm mát khi đi từ môi trường ngưng tụ có nhiệt độ t_k (xem hình 8-10) đến vách có nhiệt độ t_v , phải bằng dòng nhiệt từ vách (t_v) vào đến nước làm mát.



Hình 8-10. Trường nhiệt độ trên ống ngưng tụ nằm ngang, nước làm mát đi trong ống.

Có thể gọi hiệu nhiệt độ trung bình logarit Δt_{tb} là hiệu nhiệt độ $t_k - t_{wtb}$ và gọi Δt_v là độ chênh nhiệt độ trung bình giữa nhiệt độ ngưng tụ và vách ngoài $\Delta t_v = t_k - t_v$ ta có:

$$t_v - t_{wtb} = \Delta t_{tb} - \Delta t_v$$

Như vậy có thể viết:

$$q_i = \frac{t_v - t_{wtb}}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}} = \frac{\Delta t_{tb} - \Delta t_v}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}} = A(\Delta t_{tb} - \Delta t_v)$$

trong đó: $\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ là tổng nhiệt trở của vách ống và cặn bẩn,

$$\text{lấy } \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,00026 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W};$$

$$A = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}} = \frac{1}{\frac{1}{6330} + 0,00026} = 2238$$

Như vậy:

$$q_i = 2362,5 (\Delta t_{tb} - \Delta t_v)$$

Để tính các bước tiếp theo, cần chọn một giá trị q_k để tính toán kết cấu bình ngưng, sau đó sẽ tính kiểm tra lại giá trị đã chọn xem có phù hợp không. Nếu không phù hợp phải tính lại.

Chọn $\Delta t_v = 0,3\Delta t_{th}$ vậy:

$$q_k = 2238.0,7\Delta t_{th} = 7989 \text{ W/m}^2$$

Các ống được bố trí trên mặt sàng theo đỉnh của tam giác đều, chùm ống có dạng hình lục giác với số ống đặt theo đường chéo lục giác lớn m xác định theo công thức:

$$m = 0,75 \sqrt{\frac{Q_k}{q_{ic} \cdot s \cdot d_i \cdot (l/D_i)}}$$

ở đây:

s - bước ống ngang; $s = 1,3 \cdot d_a = 1,3 \cdot 0,025 = 0,0325$

l/D_i - tỉ số giữa chiều dài ống và đường kính trong của thân, lấy $l/D_i = 8$.

$$m = 0,75 \sqrt{\frac{424 \cdot 10^3}{7989 \cdot 0,0325 \cdot 0,020 \cdot 8}} = 16,2$$

Chọn $m = 16$ ống.

Đây chính là số ống theo chiều ngang $n_z = m = 16$.

Hệ số toả nhiệt từ phía môi chất ngưng tụ tính theo bề mặt trong của ống α_a đối với hơi NH_3 ngưng trên ống trơn nằm ngang:

$$\alpha_a = 0,72 \sqrt[4]{\frac{\Delta h \cdot \rho^2 \cdot \lambda^3 \cdot g}{\mu \cdot d_a \cdot \Delta t_v}} \Psi_h$$

Δh là hiệu entanpi vào và ra của amoniác ở bình ngưng, ở đây lấy bằng r .

Các thông số vật lý của môi chất lạnh NH_3 khi ngưng tụ ở nhiệt độ 46°C là (tra theo bảng 7.21 "Môi chất lạnh" [17]);

$$C_p = 4,95 \text{ kJ/kg.K}$$

$$\lambda = 0,4273 \text{ W/m.K}$$

$$\mu = 112,1 \cdot 10^{-6} \text{ N.s/m}^2$$

$$r = 1076,0 \text{ kJ/kg (tra bảng hơi bão hoà } \text{NH}_3 \text{ [17])}$$

$$\rho = 569,6 \text{ kg/m}^3 \text{ (tra } \nu \text{ rồi lấy giá trị nghịch đảo trong bảng hơi bão hoà } \text{NH}_3 \text{ [17])}$$

Ψ_h - hệ số hiệu chỉnh do sự thay đổi vận tốc dòng hơi và màng lỏng từ trên xuống dưới. $\Psi_h = (n/Z)^{-0,167}$ vì ống bố trí so le.

$$\alpha_a = 0,72 \sqrt[4]{\frac{1076 \cdot 10^3 \cdot 569,6^2 \cdot 0,4473^3 \cdot 9,81}{112,1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,025 \cdot \Delta t_v}} \cdot 8^{-0,167}$$

$$\alpha_a = 8939,9 \cdot \Delta t_v^{-0,25}$$

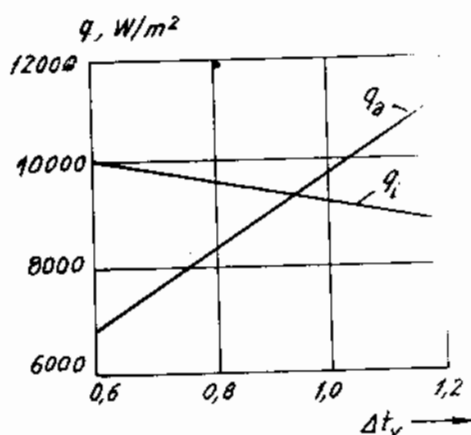
Mật độ dòng nhiệt về phía môi chất

$$q_a = \alpha_a \cdot \Delta t_v = 8939,9 \cdot \Delta t_v^{0,75}$$

Như vậy ta đã được một hệ phương trình xác định mật độ dòng nhiệt tính theo bề mặt trong của ống:

$$\begin{cases} q_i = 2238(5,1 - \Delta t_v) \\ q_a = 8939,9 \cdot \Delta t_v^{0,75} \end{cases}$$

Giải hệ phương trình trên bằng phương pháp đồ thị, có thể tìm được $q = q_i = q_a$ một cách nhanh chóng. Vì q_i là tuyến tính nên chỉ cần hai điểm, còn q_a có thể tính nhiều điểm để vẽ được đồ thị hình 8-11.



Hình 8-11. Giải hệ phương trình q_i và q_a bằng đồ thị.

$\Delta t_v, K$	0,6	0,8	1,0	1,2
$q_i = 2238 \cdot (5,1 - \Delta t_v)$	10071	9623	9176	8728
$q_a = 8939,9 \cdot \Delta t_v^{0,75}$	8708	8324	9840	11282

Theo các giá trị tính toán được, xây dựng các hàm q_i và q_a theo Δt_v , ta sẽ tìm được $q = 9320 \text{ W/m}^2$, $\Delta t_v = 0,93 \text{ K}$.

Ta đã chọn số ống theo hàng ngang của đường chéo lớn là 16 trong lục giác đều, vậy tổng số ống sẽ là:

$$n = 0,75 \cdot m^2 + 0,25 = 0,75 \cdot 16^2 + 0,25 = 192 \text{ ống}$$

Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết (tính theo bề mặt trong ống):

$$F_1 = \frac{Q_k}{q_i} = \frac{424000}{9230} = 45,94 \text{ m}^2$$

Tổng chiều dài ống trao đổi nhiệt:

$$L = \frac{F_1}{f_i} = \frac{45,94}{0,0628} = 731,5 \text{ m}$$

Chiều dài ống trong bình ngưng:

$$l = \frac{L}{n} = \frac{731,5}{192} = 3,81 \text{ m}$$

Chọn $l = 4 \text{ m}$ như vậy tổng diện tích bề mặt trao đổi nhiệt thực sẽ là: $48,2 \text{ m}^2$ tăng khoảng 5% để dự trữ (xem hình 8-12).

8.2 THIẾT BỊ BAY HƠI (TBBH)

TBBH có thể phân ra nhiều loại khác nhau:

1. Dựa vào trạng thái của môi trường làm lạnh, người ta phân ra:

- Bình bay hơi làm lạnh chất tải lạnh lỏng (nước, nước muối...)

- Dàn bay hơi làm lạnh không khí. Dàn bay hơi làm lạnh không khí cũng lại được chia làm hai loại: dàn lạnh tĩnh và dàn lạnh quạt. Dàn lạnh tĩnh là dàn lạnh không khí đối lưu tự nhiên và dàn quạt là dàn lạnh không khí đối lưu cưỡng bức nhờ quạt gió.

2. Theo mức độ choán chỗ của môi chất lạnh lỏng trong thiết bị, chúng được chia thành loại ngập và không ngập. Ở loại bình bay hơi kiểu ngập, môi chất lạnh lỏng NH_3 , freon bao phủ toàn bộ bề mặt trao đổi nhiệt (thường là loại cấp lỏng từ dưới lên) và ở loại dàn bay hơi kiểu không ngập thì môi chất lạnh lỏng không bao phủ toàn bộ bề mặt trao đổi nhiệt, một phần bề mặt trao đổi nhiệt dùng để quá nhiệt hơi hút về máy nén, thường là loại cấp lỏng từ trên xuống (xem [12]).

8.2.1 Bình bay hơi làm lạnh chất tải lạnh lỏng

Hệ thống lạnh sử dụng chất tải lạnh lỏng (nước muối) còn gọi là hệ thống lạnh gián tiếp. Hệ thống lạnh gián tiếp cũng được chia ra làm hai loại: loại kín và loại hở. Bình bay hơi ống vỏ nằm ngang dùng cho hệ thống lạnh gián tiếp kiểu kín và dàn bay hơi kiểu tấm (panel) dùng cho hệ thống lạnh gián tiếp kiểu hở.

Giống thiết bị ngưng tụ, cũng có hai bài toán cho TBBH là:

- Tính toán thiết kế: cho biết năng suất lạnh Q_0 , kiểu loại TBBH, xác định diện tích trao đổi nhiệt F (theo diện tích trong F_i hoặc ngoài F_a của ống trao đổi nhiệt

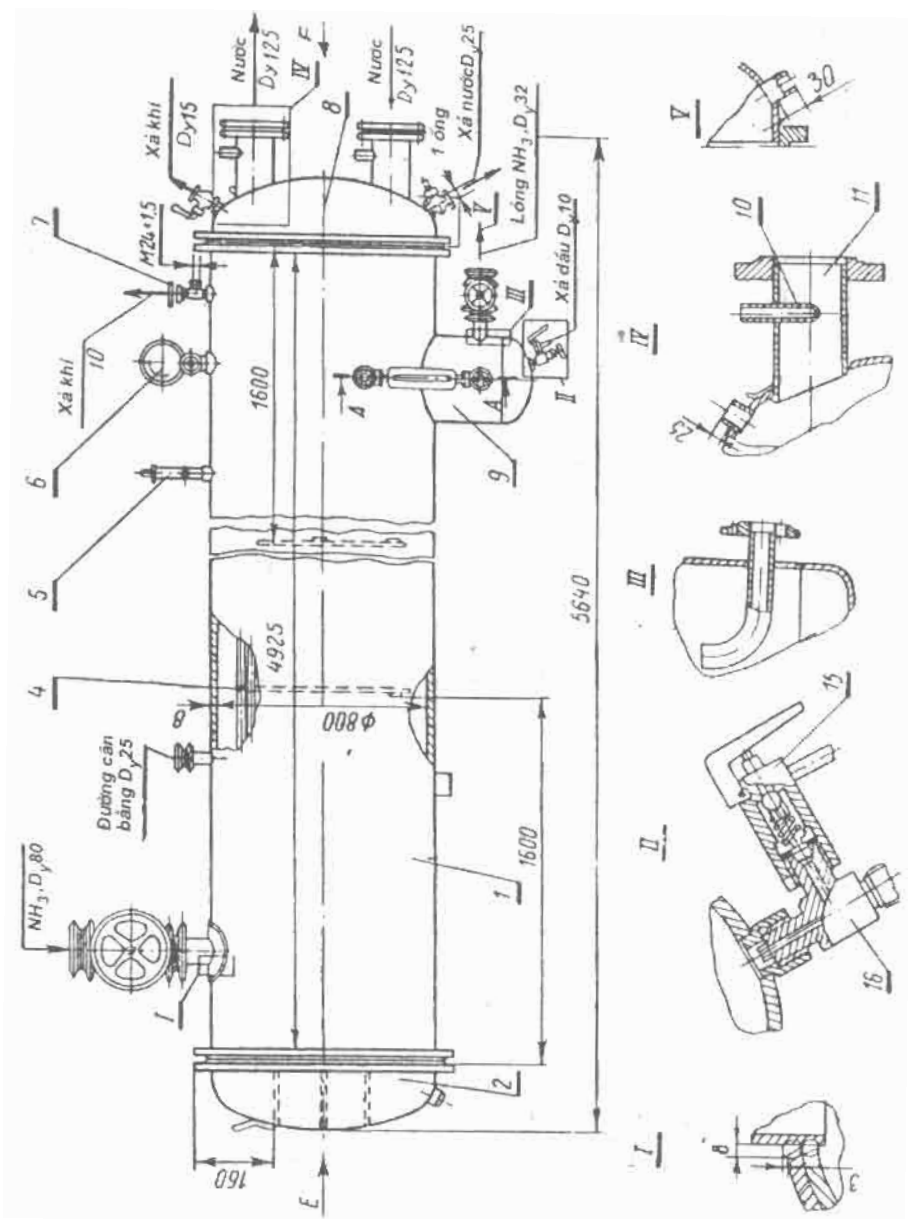
- Tính kiểm tra: đã có sẵn TTBH, căn cứ vào chế độ làm việc, xác định xem diện tích bề mặt trao đổi nhiệt có đủ hay không.

Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt được xác định theo biểu thức:

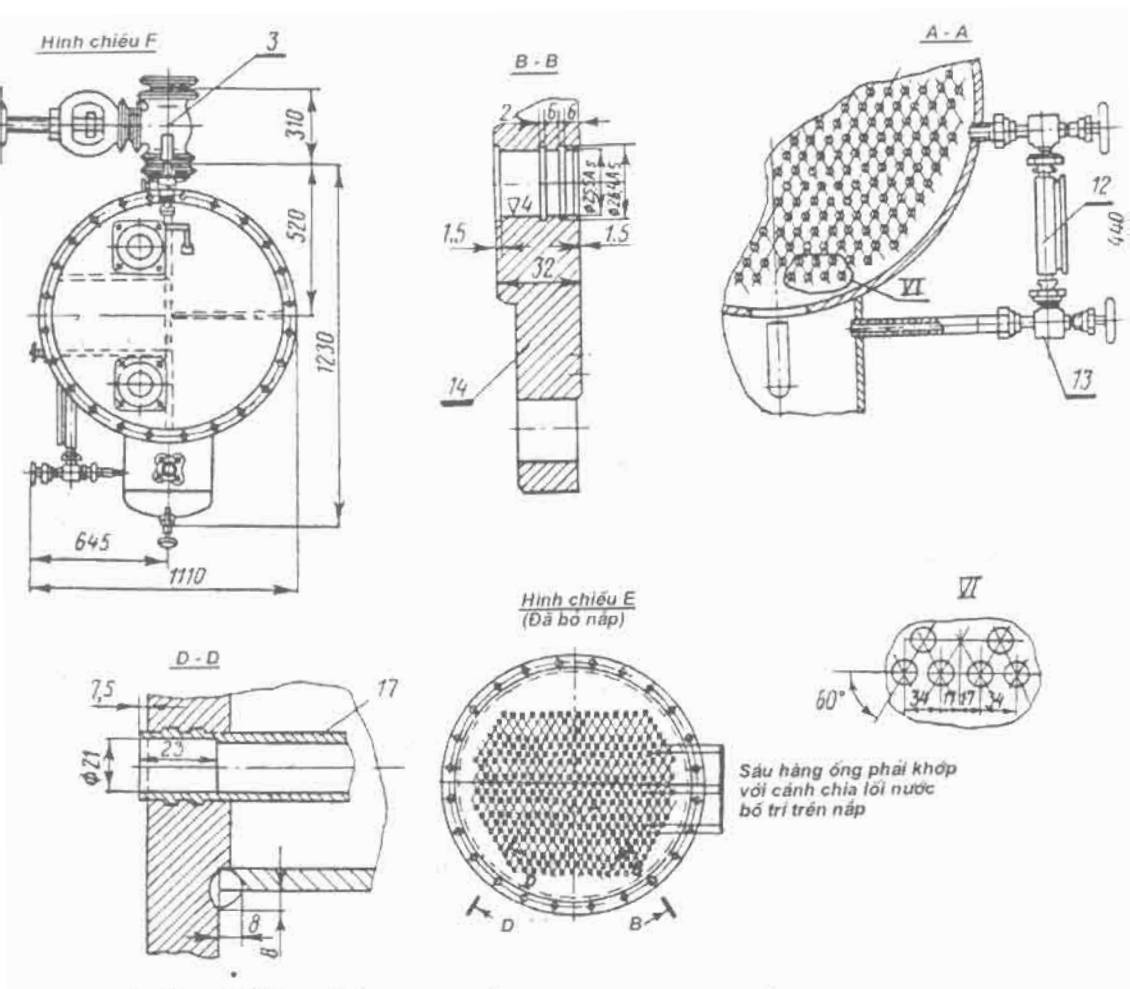
$$F = \frac{Q_0}{k \cdot \Delta t} \quad (8-9)$$

Q_0 - năng suất lạnh hoặc nhiệt tải của TBBH, thường đã cho trước hoặc tính toán theo chu trình lạnh, W;

$$Q_0 = q_0 \cdot m = m (h_1 - h_4)$$



Hình 8-12. Bình ngưng ống vỏ NH_3 nằm ngang KTI', diện tích bề mặt trao đổi nhiệt phía trong ống 119 m^2 , áp suất làm việc $2,0 \text{ MPa}$, thể tích không gian giữa các ống $\sim 4 \text{ m}^3$, thể tích không gian trong ống $0,4 \text{ m}^3$, khối lượng 4000 kg , chất tải nhiệt: nước.



- 1. Thân; 2. Nắp trái; 3. Van; 4. Tấm đỡ; 5. Van an toàn; 6. Áp kế; 7. Van xả khí;
- 8. Nắp phải; 9. Bầu dầu; 10. Ống cảm nhiệt kế; 11. Ống nước; 12. Mức lỏng kế;
- 13. Van; 14. Mặt sàng; 15. Van; 16. Van; 17. Ống trao đổi nhiệt
 $\phi 25 \times 2,5$ dài 5000 mm , số ống 380.

k - hệ số truyền nhiệt, xác định bằng lý thuyết hoặc kinh nghiệm, phụ thuộc vào loại TBBH và điều kiện chế tạo và vận hành, $W/m^2.K$;

Δt_{tb} - hiệu nhiệt độ trung bình logarit giữa chất tải lạnh (nước muối) và môi chất lạnh sôi:

$$\Delta t_{tb} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} = \frac{(t_{n1} - t_0) - (t_{n2} - t_0)}{\ln \frac{(t_{n1} - t_0)}{(t_{n2} - t_0)}}$$

t_{n1} và t_{n2} - nhiệt độ nước muối vào và ra khỏi bình bay hơi.

Đối với bình bay hơi amoniác $\Delta t_{tb} = 4 \div 6^{\circ}C$

Đối với bình bay hơi ống vỏ freôn $\Delta t_{tb} = 8 \div 10^{\circ}C$

Đối với bình bay hơi ống xoắn, freôn sôi trong ống $\Delta t_{tb} = 8 \div 10^{\circ}C$

Khi qua bình bay hơi, nước muối hạ nhiệt độ xuống $2 \div 3^{\circ}C$.

Để tính toán sơ bộ thiết bị bay hơi có thể lấy hệ số truyền nhiệt kinh nghiệm k theo bảng 8-7.

Bảng 8-7. Hệ số truyền nhiệt k đối với một số TBBH làm lạnh nước muối

TBBH làm lạnh nước muối	k , $W/m^2.K$	Ghi chú
Bình bay hơi ống vỏ NH_3	460 ÷ 580	với $\Delta t = 5^{\circ}C$
Bình bay hơi ống vỏ R12	230 ÷ 350	k tính theo bề mặt có cánh
Bình bay hơi ống vỏ R22	350 ÷ 400	
Bình bay hơi ống xoắn	290 ÷ 1000	k tính theo bề mặt nhãn phía trong ống
Dàn bay hơi kiểu panel	460 ÷ 580	với $\Delta t = 5^{\circ}C$

Các thiết bị bay hơi làm lạnh nước muối sản xuất ở Nga với các thông số kỹ thuật chính giới thiệu trong bảng 8-8, 8-9 và 8-10.

Lưu lượng chất tải lạnh lỏng (nước muối) có thể xác định theo biểu thức:

$$V_n = \frac{Q_0}{C_n \cdot \rho_n \cdot \Delta t_n} \quad (8-8)$$

V_n - lưu lượng nước muối, m^3/s ;

Q_0 - năng suất lạnh hoặc tải lạnh của TBBH, kW;

C_n - nhiệt dung riêng nước muối, kJ/kg.K;

ρ_n - khối lượng riêng nước muối, kg/m^3 ;

Δt_n - hiệu nhiệt độ nước muối vào và ra khỏi TBBH, K;

$$\Delta t_n = t_{n1} - t_{n2}$$

**Bảng 8-8. Bình bay hơi ống vỏ nằm ngang amoniác và freôn
(hình 8-13 và 8-14)**

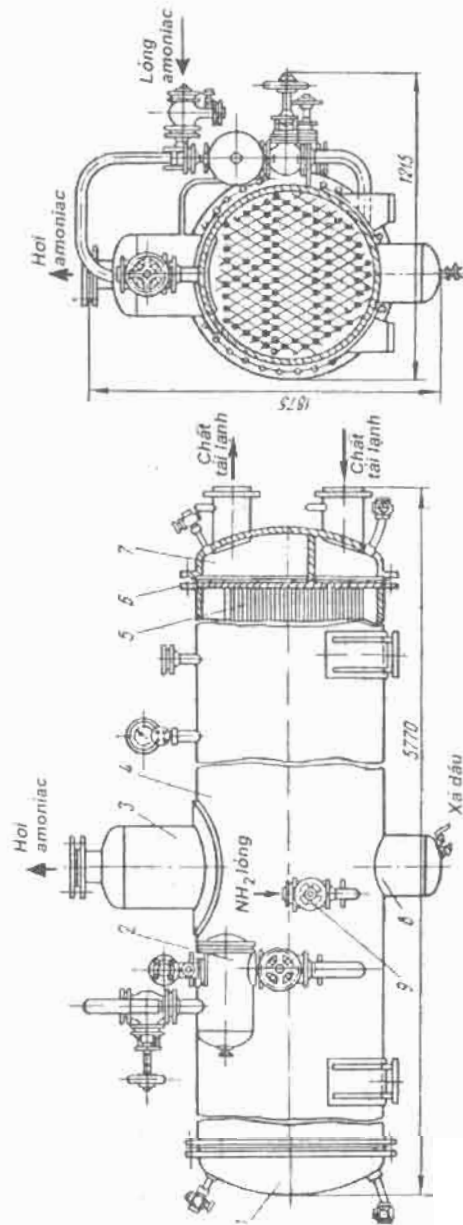
Thiết bị bay hơi	Diện tích bề mặt, m ²	Đường kính, mm	Kích thước phủ bì, mm			Số lượng ống	Thể tích không gian giữa các ống, m ³
			dài	rộng	cao		
ИКТ-40	40,7	600 x 8	3580	1075	1590	216	0,52
ИКТ-50	54	600 x 8	4580	1075	1590	216	0,7
ИКТ-65	67,8	600 x 8	5580	1075	1590	216	0,885
ИКТ-90	96,8	800 x 8	4670	1310	1950	386	1,14
ИКТ-110	121	800 x 8	5670	1310	1950	386	1,58
ИКТ-140	154	1000 x 10	4800	1493	2270	616	2,1
ИКТ-180	193	1000 x 10	5800	1493	2270	616	2,64
ИКТ-250	273	1200 x 12	5920	1788	2670	870	3,8
ИКТ-300	327	1200 x 12	6920	1788	2670	870	4,5

Ghi chú: Số lối của ИКТ-250 và ИКТ-300 là 4 còn lại số lối là 8.

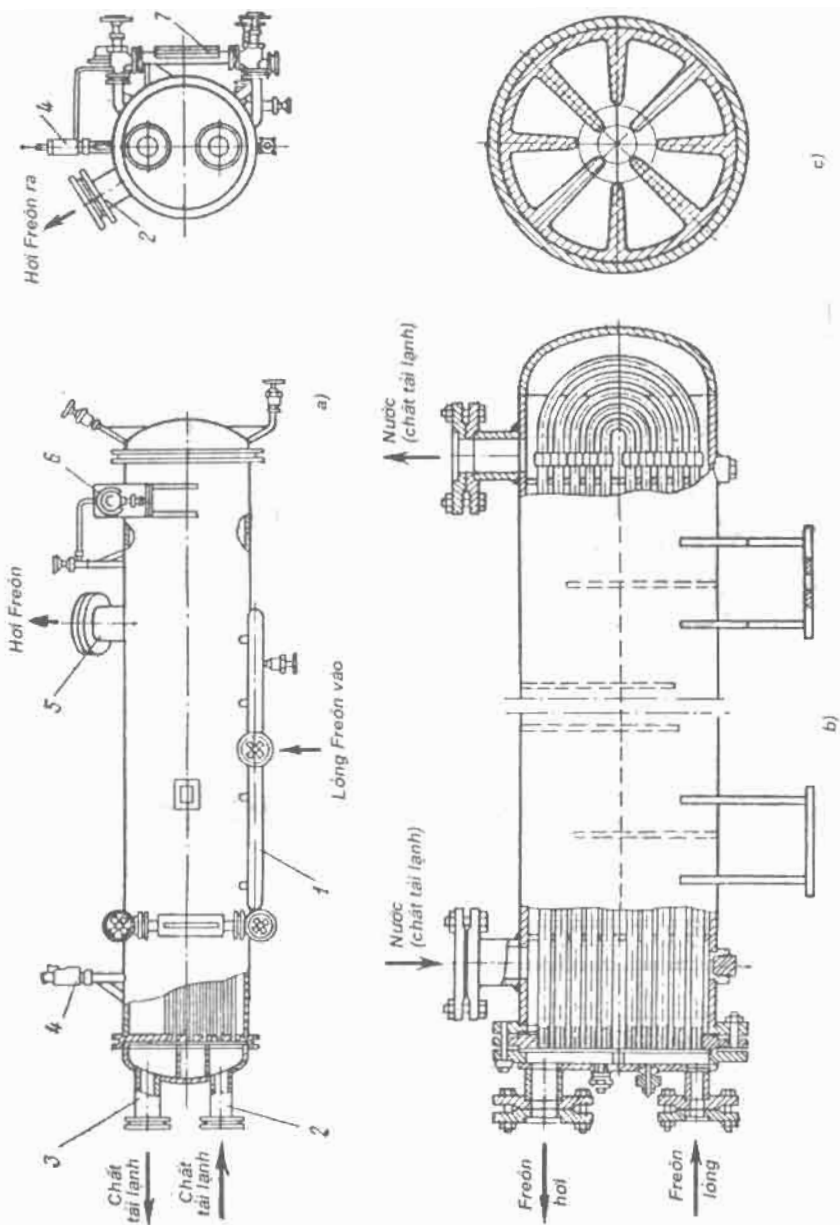
Bảng 8-9. Bình bay hơi ống vỏ freôn sôi trong ống

Thiết bị bay hơi	Diện tích bề mặt, m ²	Đường kính, mm	Chiều dài, mm	Số lượng ống	Số lối	Sức chứa, m ³
ИТВР-5	5	273	1500	64	26	0,0054
ИТВР-6,3	6,3	273	2000	64	28	0,0072
ИТВР-8	8	325	1500	98	20	0,0087
ИТВР-10	10	325	2000	98	22	0,0110
ИТВР-12,5	12,5	325	2500	98	20	0,0146
ИТВР-16	16	325	3000	98	22	0,0175
ИТВР-20	20	426	2000	184	14	0,0216
ИТВР-25	25	426	2500	184	14	0,027
ИТВР-31,5	31,5	426	3000	184	14	0,0324
ИТВР-40	40	530	2500	282	12	0,0412
ИТВР-50	50	530	3000	282	10	0,0495
ИТВР-63	63	600	2500	416	10	0,061
ИТВР-80	80	600	3000	416	8	0,072
ИТВР-100	100	700	3000	568	6	0,1
ИТВР-125	125	700	3500	568	6	0,117
ИТВР-160	160	800	3500	750	6	0,154
ИТВР-200	200	800	4000	750	6	0,176

Ghi chú: Loại ИТВР-5 đến ИТВР-16 có 1 mặt sàng, ống hình chữ U, các loại còn lại có 2 mặt sàng.

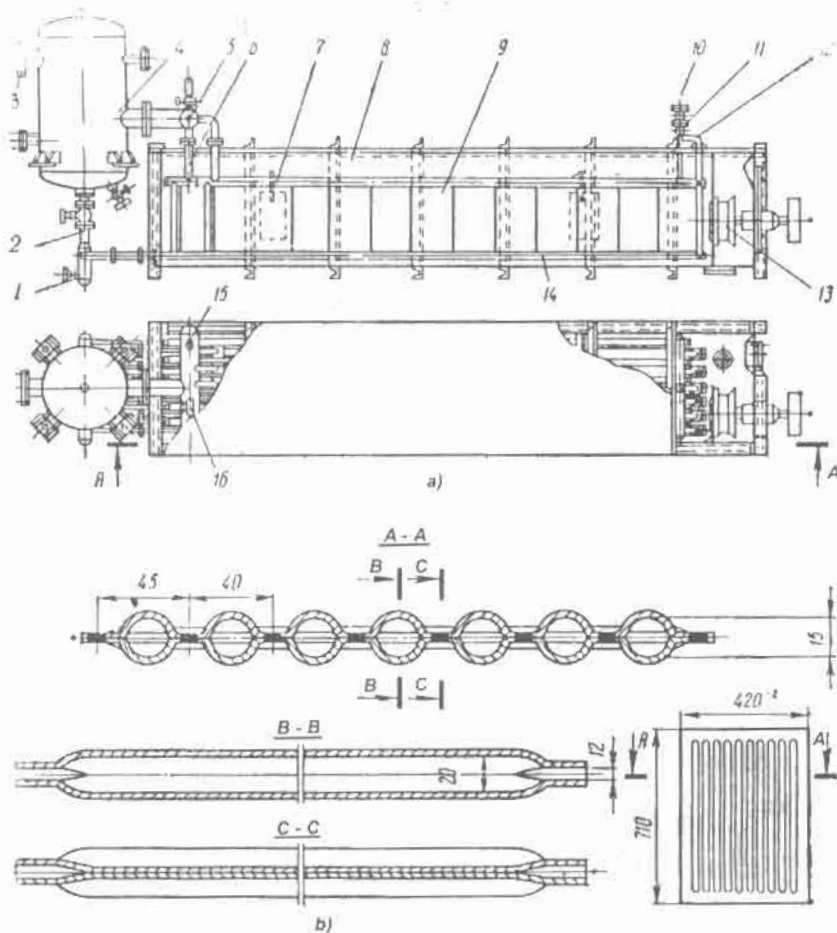


Hình 8-13. Bình bay hơi ống vỏ amoniác kiểu đóm hơi:
 1. Nắp trái; 2. Bộ điều chỉnh mức lồng kiểu phao; 3. Đóm hơi; 4. Vỏ; 5. Ống ($\phi 25 \times 3$) trao đổi nhiệt; 6. Mặt sáng; 7. Nắp phải; 8. Bảu dầu; 9. Ống nối lồng NH_3 vào.



Hình 8-14. Bình bay hơi ống vỏ freôn nằm ngang làm lạnh chất tải lạnh:

- a) Kiểu ngập (freôn sôi ngoài ống): 1. Ống phân phối lồng vào; 2. Ống chất tải lạnh vào; 3. Ống chất tải lạnh ra; 4. Van an toàn; 5. Hơi freôn về máy nén; 6. Áp kế; 7. Ống thủy.
- b) Kiểu ống hình chữ U (freôn sôi trong ống).
- c) Ống trao đổi nhiệt hình chữ U có cánh phía trong bằng 2 vỏ kim loại, bên ngoài là đồng - niken, trong là nhôm.



Hình 8-15. Dàn bay hơi kiểu panel:

- a) Dàn bay hơi: 1. Cửa xả dầu; 2. Ống hồi lỏng; 3. Hơi NH_3 về máy nén; 4. Bình tách lỏng; 5. Ống góp hơi; 6. Ống hồi lỏng; 7. Ống góp hơi nằm ngang; 8. Khung đỡ; 9. Panel; 10. Van dẫn lỏng NH_3 vào bộ phân phối; 11. Bộ phân phối; 12. Ống nối bộ phân phối với ống góp nằm ngang phía dưới; 13. Cánh khuấy; 14. Ống góp nằm ngang phía dưới; 15. Van an toàn. 16. Áp kế.
- b) Panel được dập hình và hàn từ các tấm thép thường hoặc thép không gỉ để tạo rãnh cho môi chất lạnh sôi:

Đối với các thiết bị bay hơi lấy $\Delta t_n = 2 \div 3 \text{ K}$;

Đối với các thiết bị làm lạnh buồng $\Delta t_n = 2 \div 3 \text{ K}$;

Đối với các thiết bị công nghệ $\Delta t_n = 4 \div 6 \text{ K}$;

Đối thiết bị kết đông nhanh kiểu màng $\Delta t_n = 1 \text{ K}$.

Khi đã xác định được lưu lượng V_n có thể chọn bơm nước muối và cột nước cần thiết của bơm.

Bảng 8-10. Thiết bị bay hơi kiểu tấm (panel) (hình 8-15)

Thiết bị bay hơi	Diện tích bề mặt, m ²	Số lượng tổ dàn	Kích thước phủ bì, mm			Sức chứa amoniác, m ³
			dài	rộng	cao	
30HP	30	6 x 5	3470	575	1050	0,169
40HP	40	8 x 5	3470	735	1050	0,223
60HP	60	12 x 5	3670	1060	1050	0,332
90HP	90	18 x 5	3670	1045	1050	0,497
120HP	120	12 x 10	6100	1115	1200	0,501
180HP	180	18 x 10	6100	1625	1200	0,744
240HP	240	24 x 10	6100	2135	1200	1,008
320HP	320	32 x 10	6100	2815	1200	1,34

Đối với các hệ thống lạnh nước muối dùng cho cơ sở thương nghiệp và đời sống, cần phải xác định hệ số thời gian làm việc và khối lượng nước muối tuần hoàn. Người ta chọn máy lạnh theo năng suất lạnh tổng thể sau đó trừ đi các tổn thất khác nhau (tổn thất trên đường ống, tổn thất do tăng nhiệt độ ngưng tụ, giảm nhiệt độ bay hơi...). Có thể chọn năng suất lạnh theo đồ thị $Q_0 = f(t_k, t_0)$.

Thí dụ 8-6. Thiết lập chế độ làm việc, chọn hàm lượng muối và chọn thiết bị bay hơi để làm lạnh buồng kho lạnh bảo quản hoa quả. Nhiệt độ buồng $-0,5^\circ\text{C}$. Tải lạnh của TBBH là $Q_0 = 250 \text{ kW}$.

Giải: Đối với buồng bảo quản hoa quả, nhiệt độ nước muối nên chọn thấp hơn nhiệt độ buồng lạnh khoảng $5 \div 10^\circ\text{C}$.

Nhiệt độ nước muối vào dàn lạnh trong buồng là -7°C , thu nhiệt của buồng lạnh nóng lên đến -5°C và ra khỏi buồng. Vậy nhiệt độ nước muối vào TBBH là -5°C và ra khỏi TBBH là -7°C .

Nhiệt độ amoniác sôi chọn thấp hơn nhiệt độ nước muối 5°C vậy nhiệt độ sôi của môi chất lạnh:

$$t_0 = -7 - 5 = -12^\circ\text{C}$$

Để đảm bảo nước muối không bị đóng băng trong ống trao đổi nhiệt của TBBH chọn nhiệt độ đóng băng của nước muối thấp hơn nhiệt độ sôi của môi chất từ 8 đến 10°C. Như vậy nhiệt độ đóng băng nước muối đảm bảo nhỏ hơn hoặc bằng -21°C. Theo bảng 6-1, nước muối CaCl₂ với nhiệt độ đóng băng -21,2°C có các thông số kỹ thuật sau: nồng độ muối 21,9%, khối lượng riêng 1,2 kg/l, nhiệt dung riêng trung bình ở -6°C: 2,99 kJ/kg.K.

Hiệu nhiệt độ trung bình giữa nước muối và môi chất lạnh sôi:

$$\Delta t = \frac{-7 - 5}{2} - (-12) = 6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Chọn bình bay hơi ống vỏ amoniác.

Theo bảng 8-7, chọn $k = 520 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

$$q_1 = 520 \cdot 6 = 3120 \text{ W/m}^2$$

Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt sẽ là:

$$F = 250000 : 3120 = 80,1 \text{ m}^2$$

Theo bảng 8-8 có thể chọn bình bay hơi ống vỏ nằm ngang HKT-90 với diện tích bề mặt trao đổi nhiệt 96,8 m².

Lưu lượng nước muối tuần hoàn:

$$V_n = \frac{250}{2,99 \cdot 1200 \cdot 2} = 0,034 \text{ m}^3/\text{s} = 125 \text{ m}^3/\text{h}$$

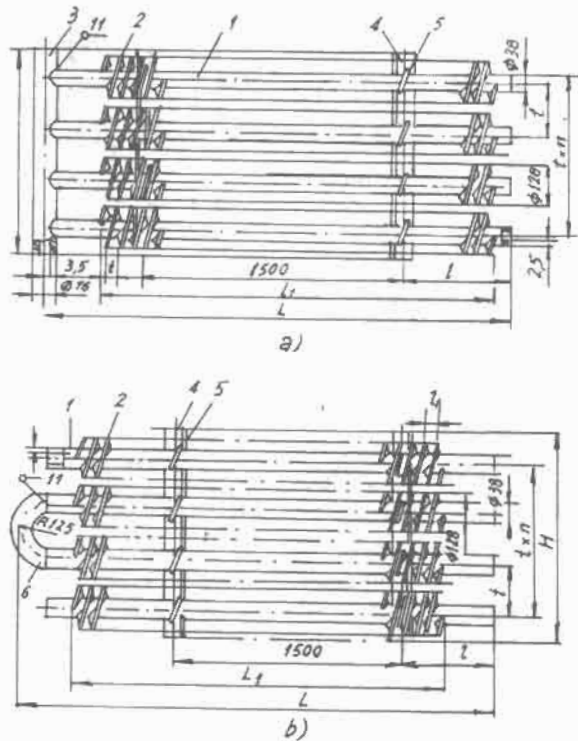
Có thể chọn bộ bơm 3K6 (Nga) năng suất 65 m³/h một chiếc (hai chiếc làm việc, một chiếc dự phòng) hoặc ba chiếc 3LT6 năng suất 50 m³/h mỗi chiếc (nhà máy chế tạo thiết bị lạnh Hà Nội).

8.2.2 Dàn lạnh không khí tĩnh

Dàn lạnh không khí tĩnh là các dàn lạnh làm lạnh không khí lắp đặt trong buồng lạnh. Dàn lạnh không khí chia ra làm hai loại: trực tiếp và gián tiếp. Dàn lạnh trực tiếp là dàn lạnh có môi chất lạnh bay hơi bên trong, dàn lạnh gián tiếp là dàn lạnh có nước muối lạnh. Loại dàn lạnh gián tiếp còn được chia ra kiểu khô và kiểu ướt. Kiểu khô là không khí và nước muối trao đổi nhiệt qua vách ống còn kiểu ướt là không khí tiếp xúc trực tiếp với nước lạnh hoặc nước muối lạnh phun thành hạt mịn hoặc cho chảy trên các bề mặt của khối đệm. Các dàn lạnh công nghiệp giới thiệu trong [12], các dàn lạnh của thiết bị lạnh nhỏ giới thiệu trong [13]. Do khuôn khổ sách có hạn, ở đây chúng tôi chỉ giới thiệu một số dàn lạnh thông dụng đối lưu không khí tự nhiên (dàn lạnh tĩnh) và đối lưu không khí cưỡng bức (dàn lạnh quạt). (Xem hình 8-16 đến 8-20).

Ở các kho lạnh lớn, bảo quản hàng đông lạnh không bao gói thường người ta sử dụng dàn trần và dàn áp tường ống trơn hoặc có cánh, đôi khi người ta sử dụng cả dàn kiểu panel.

Dàn ống trơn thường dùng ống $\Phi 57 \times 3,5$ mm với bước ống từ 180 đến 300 mm, $k = 7 \div 10$ W/m².K. Dàn ống cánh chế tạo theo tiêu chuẩn CHLB Nga ГOCT 17645 - 78 "Tổ dàn ống cánh bằng thép của thiết bị lạnh". Các dàn chế tạo từ ống đường kính 38 x 2,5 mm. Cánh tản nhiệt chế tạo bằng cách chun xoắn các lá thép dày 0,8 ÷ 1 mm trên bề mặt ngoài của ống. Chiều rộng lá thép là 45 mm. Bước cánh $t_1 = 20$ mm cho các buồng lạnh chứa sản phẩm đóng gói và $t_1 = 30$ mm cho các buồng lạnh chứa sản phẩm không đóng gói. Dàn áp tường có $k = 3 \div 4,5$ W/m².K và dàn trần $k = 4 \div 5,5$ W/m².K theo diện tích bề mặt ngoài có cánh.



Hình 8-16. a) Dàn ống một ống gộp CK;
b) Dàn ống xoắn đầu C3T;

1. Ống thép; 2. Lá thép làm cánh tản nhiệt;
3. Ống gộp; 4. Thép góc làm giá đỡ;
5. Nẹp ống; 6. Đoạn cắt ống.

Các tổ dàn cánh áp trần và áp tường được chế tạo từ 6 kiểu dàn ống: CK - dàn ống có một ống gộp; C3T - dàn ống xoắn đầu; C3X - dàn ống xoắn đuôi; CC - dàn ống ở giữa; C3 - dàn ống xoắn; C2K - dàn ống có 2 ống gộp.

Kết cấu của các loại dàn ống biểu diễn trên hình 8-16 và 8-17. Một số thông số kỹ thuật của các dàn tập hợp trong bảng 8-11.

Phải lắp ghép các tổ dàn với nhau để được các dàn theo ý muốn, phù hợp với buồng lạnh sẵn có, với chiều dài và bề mặt trao đổi nhiệt tùy ý.

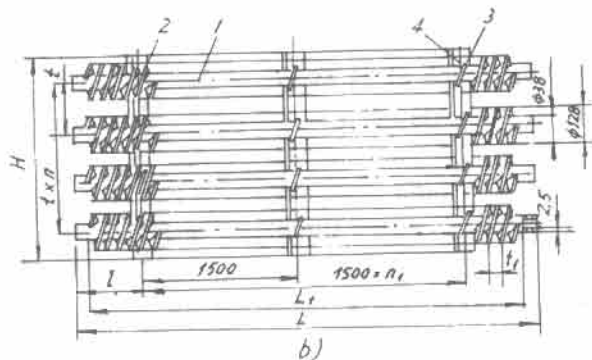
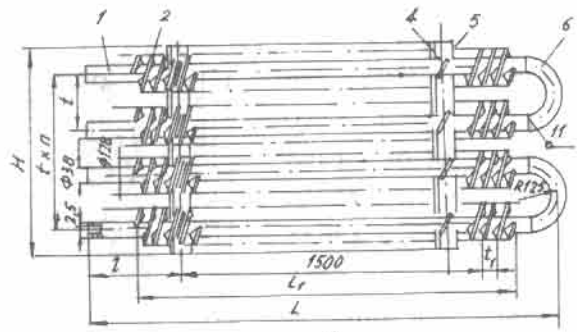
Bề mặt trao đổi nhiệt của dàn tính theo biểu thức:

$$F = \frac{Q_{0TB}}{k \cdot \Delta t} \quad (8-11)$$

Q_{0TB} - tải lạnh của thiết bị (đã được tính toán ở chương 4);

k - hệ số truyền nhiệt của dàn lạnh, $W/m^2.K$;

Δt - hiệu nhiệt độ giữa không khí trong buồng lạnh và môi chất lạnh sôi trong ống, hoặc hiệu nhiệt độ trung bình giữa không khí trong buồng lạnh và nước muối trong dàn lạnh. Khi tính toán thiết kế sơ bộ các dàn lạnh có thể lấy hệ số truyền nhiệt theo bảng 8-12.

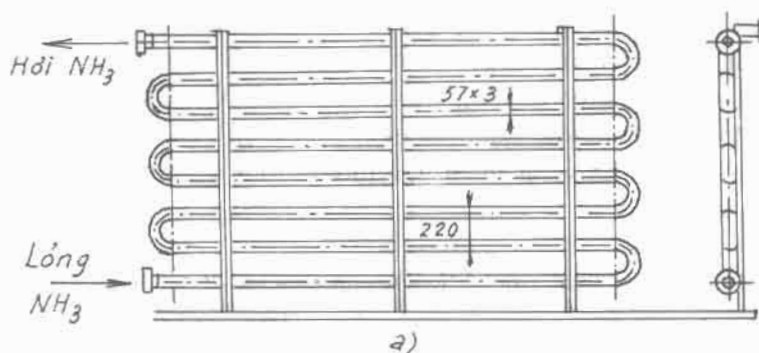


Hình 8-17. a) Dàn ống xoắn đuôi;
b) Dàn ống trung gian (chú thích như hình 8-16).

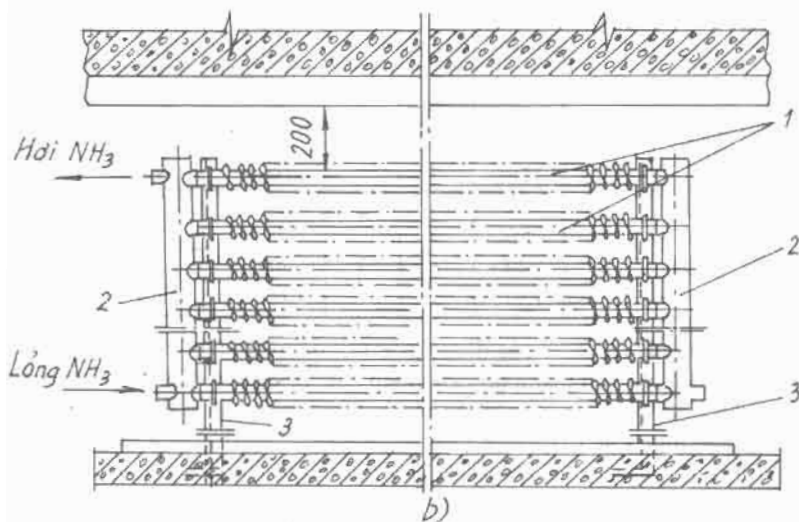
Dàn ống có bước cánh 30 mm lấy giá trị lớn hơn và dàn ống có bước cánh 20 mm lấy giá trị nhỏ hơn. Khi dàn ống chế tạo từ các ống $\Phi 57 \times 3,5$ mm bước cánh 35,7 mm lấy hệ số truyền nhiệt giống như dàn có bước cánh 30 mm. Đối với dàn cấp lỏng từ trên xuống, lấy k nhỏ hơn 10% so với giá trị cho trong bảng.

Khi tính dàn cho buồng lạnh, đầu tiên nên tính dàn lắp đặt trên toàn bộ diện tích trần, tuy nhiên phải chừa lại ít nhất là 1 m từ mép tường đến đầu mút của các dàn lạnh.

Khi tính xong dàn trần, nếu thấy còn thiếu diện tích trao đổi nhiệt thì tiếp tục tính dàn áp tường cho đến khi nào đủ thì thôi.



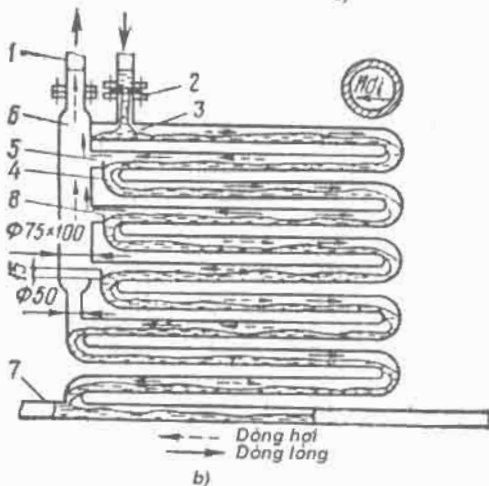
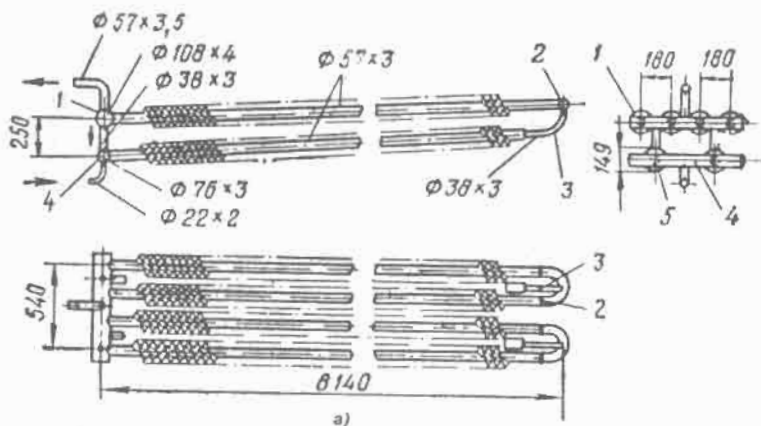
a)



b)

Hình 8-18. Dàn lạnh tinh amoniác áp tương:

- a) Kiểu ống trơn $\Phi 57 \times 3$ mm, $k = 7 \div 10$ W/m².K, một hoặc hai hàng.
 b) Kiểu ống có cánh, $k = 3 \div 4,5$ W/m².K theo diện tích cánh, nếu áp trần có thể đạt $k = 4 + 5,5$ W/m².K: 1. Ống $\Phi 57 \times 3$; cánh bằng thép chiều rộng 46 mm, dày 1 mm xoắn, bước cánh 35,7 mm;
 2. Ống góp đứng; 3. Giá đỡ.



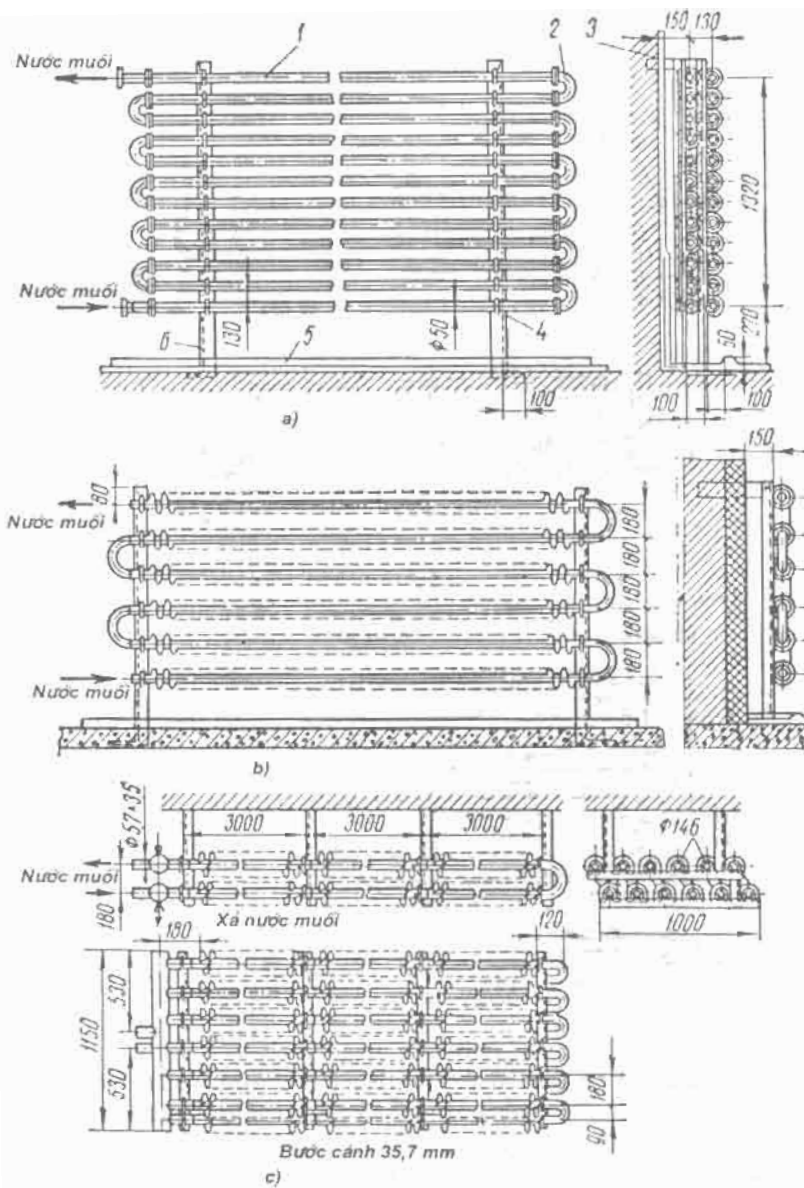
Hình 8-19. Dàn bay hơi trực tiếp loại nhỏ đối lưu tự nhiên:

a) Dàn ống cánh tự tuần hoàn kiểu 3 ống nghiêng (hoặc 6, 9 ống...):

1. Ống góp hơi nằm ngang hàng trên phía ống hút về máy nén; 2. Ống góp hơi nằm ngang phía cuối dàn; 3. Ống cong; 4. Ống góp lỏng; 5. Ống dưới;

b) Dàn ống kiểu ghép tầng loại nhỏ (giảm lượng nạp NH_3 đến 20%):

1. Ống hút về máy nén; 2. Bích nối ống cấp NH_3 ; 3. Ống trao đổi nhiệt nằm ngang; 4. Dòng lỏng; 5. Cửa thoát hơi; 6. Ống góp hơi; 7. Ống xả; 8. Cửa chặn lỏng không cho lỏng đi vào ống góp hơi.



Hình 8-20. Dẫn lạnh nước muối:

- a) Dẫn ống trơn áp tường, ống nối bích: 1. Ống trơn; 2. Cút 180°;
 3. Giá đỡ; 4. Đai kẹp; 5. Máng hứng nước ngưng; 6. Thanh đỡ bằng thép góc;
 b) Dẫn ống có cánh áp tường; c) Dẫn ống có cánh áp trần, hai hàng ống.

8.2.3 Dàn lạnh quạt

Dàn lạnh quạt là dàn lạnh trao đổi nhiệt bằng đối lưu cưỡng bức không khí. Ngày nay, dàn quạt được sử dụng rất rộng rãi vì chúng có nhiều ưu điểm so với dàn tĩnh:

- có thể bố trí ở trong buồng hoặc ngoài buồng lạnh;
- ít tổn thất tích bảo quản sản phẩm;
- nhiệt độ đồng đều; hệ số trao đổi nhiệt lớn;
- ít tổn nguyên vật liệu.

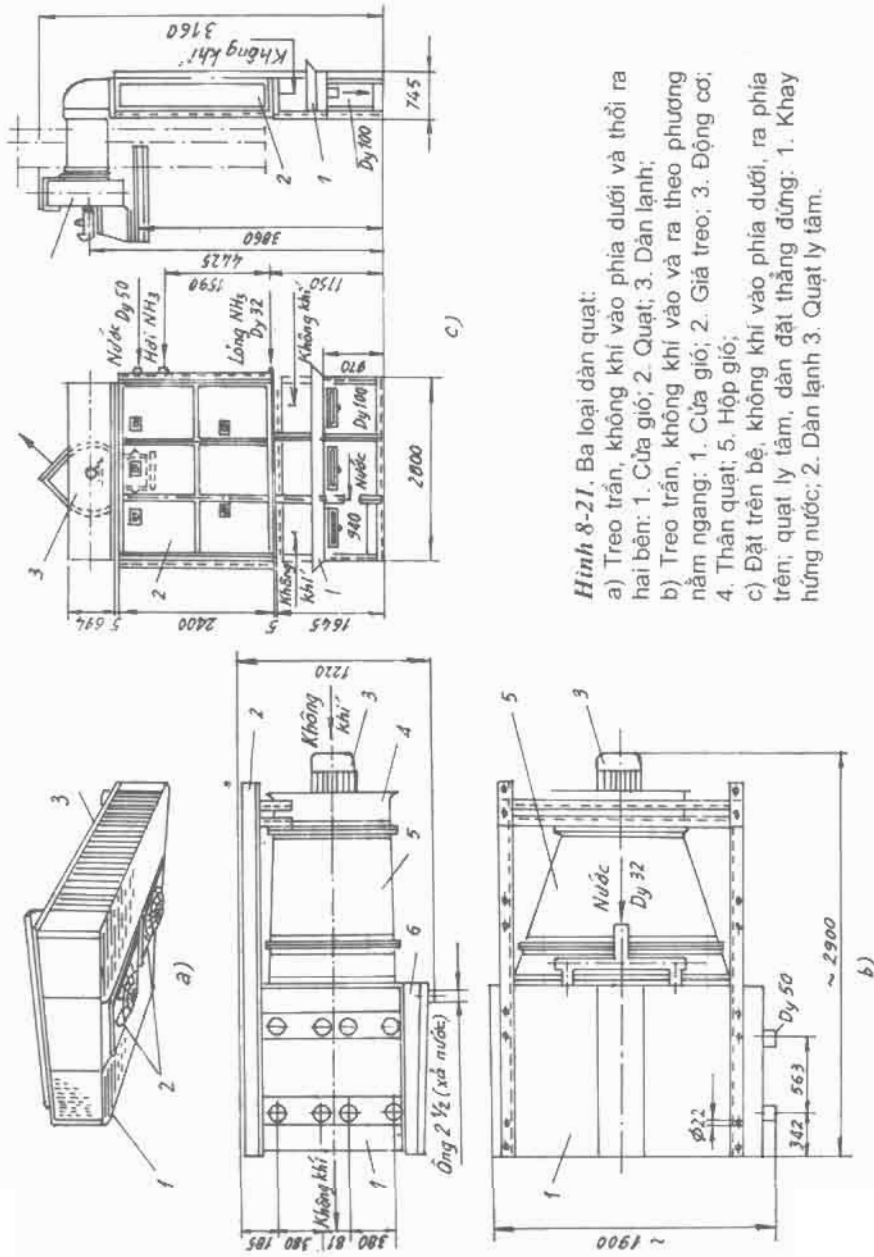
Nhưng chúng cũng có nhược điểm là ồn và tốn thêm năng suất lạnh cho động cơ quạt gió. Độ ẩm trong buồng lạnh thấp, kho duy trì độ ẩm cao theo yêu cầu bảo quản; độ khô hao sản phẩm tăng lên do nhiệt độ bay hơi thấp.

Bảng 8-13 giới thiệu thông số kỹ thuật của một số loại dàn amoniác sản xuất tại Nga.

Bảng 8-13. Thông số kỹ thuật của một số dàn quạt amoniác

Dàn quạt	Diện tích bề mặt, m ²	Tải nhiệt khí $\Delta t = 10 \text{ K}$, W	Bước cánh	Quạt					Công suất sưởi điện, kW	Sức chứa NH ₃ , t
				số lượng	đường kính	vòng quay vg/ph	công suất, kW	lưu lượng, m ³ /s		
BOП-50	50	6000	13.4	2	400	16,7	0,4	0,67	8,68	22
						25	0,6	0,95		
BOП-75	75	9000	8.6	2	400	16,7	0,4	0,67	8,68	22
						25	0,6	0,95		
BOП-100	100	1200	17.5	2	600	16,7	1,1	1,38	12	30
						25	1,5	2,07		
BOП-150	150	1800	11.3	2	600	16,7	1,1	1,38	12	30
						25	1,5	2,07		
BOП-100	100	12000	17.5	2	600	16,7	1,1	1,82	12	30
						25	1,5	2,72		
BOП-230	230	27000	17.5	1	800	25	4,0	4,7	25	60

Trong các dàn quạt BOП-50, BOП-75, BOП-100 và BOП-230 (hình 8-21 b) không khí được hút vào và đẩy ra theo phương nằm ngang nhờ quạt đẩy hướng trục 3.



Hình 8-21. Ba loại dàn quạt:

- a) Treo trần, không khí vào phía dưới và thổi ra hai bên: 1. Cửa gió; 2. Quạt; 3. Dàn lạnh;
- b) Treo trần, không khí vào và ra theo phương nằm ngang: 1. Cửa gió; 2. Giá treo; 3. Động cơ; 4. Thân quạt; 5. Hộp gió;
- c) Đặt trên bề, không khí vào phía dưới, ra phía trên; quạt ly tâm, dàn đặt thẳng đứng: 1. Khay hứng nước; 2. Dàn lạnh; 3. Quạt ly tâm.

Dàn được gắn lên trần nhờ giá đỡ 2. Quạt gồm động cơ 3, ống gió 4. Ống khuếch tán 5. Dàn lạnh có vỏ 1 và khay hứng nước 6. Dàn quạt БОП-100 (hình 8-21a) hút gió vào nhờ hai quạt 2 và phân phối theo hướng nằm ngang ra hai bên theo cửa gió 3.

Hình 8-21c mô tả kiểu dàn quạt đặt ngay trên bệ hoặc trên sàn, dùng quạt ly tâm, hút không khí vào phía dưới và đẩy ra ở phía trên.

Trong tất cả các thiết bị làm lạnh không khí kiểu dàn quạt thường người ta sử dụng các ống đường kính 25 x 2,5 mm hoặc 25 x 2 mm, riêng các loại đặt trên sàn hoặc trên bệ dùng ống đường kính 38 x 3 mm và cánh bằng thép lá rộng 30 dày 0,8 mm, chun xoắn bước cánh 13,3 mm. Dàn quạt dùng cho môi chất freon dùng ống đồng đường kính 10 ÷ 18 mm, dày 0,5 ÷ 1,5 mm cánh nhôm dày 0,3 mm.

Việc phá băng của các dàn có nhiệt độ không khí trong buồng lớn hơn 2°C thực hiện nhờ không khí. Nếu nhiệt độ không khí thấp hơn thì dùng hơi NH₃ nóng, nước nóng hoặc dây điện trở.

Một số loại dàn quạt nhỏ dùng cho thiết bị lạnh thương nghiệp và đời sống giới thiệu trong bảng 8-14. Các dàn cho nhiệt độ không khí lớn hơn 2°C không có dây điện trở. Các dàn khác được trang bị dây điện trở để phá băng.

Bảng 8-14. Dàn quạt freon nhỏ

Dàn quạt	Diện tích bề mặt, m ²	Tải nhiệt khí $\Delta t = 10 \text{ K}$, W	Số lượng quạt	Công suất quạt, W	Kích thước phủ bì, mm		
					dài	rộng	cao
2B07	6,5	815	1	50	555	445	465
2B09	9,6	1160	1	50	530	445	465
2B014	13,6	1630	2	100	555	765	465
2B020	20	2320	2	100	630	765	465

Đối với các thiết bị lạnh lớn các dàn lạnh không khí cũng được chế tạo hàng loạt theo tiêu chuẩn. Môi chất lạnh được phân phối nhờ một ống phân phối cho 18 nhánh ống xoắn song song. Tất cả các dàn quạt đều có chung kích thước phủ bì 1960 x 970 x 320. Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt thay đổi do thay đổi bước cánh tản nhiệt (xem bảng 8-15).

Bề mặt trao đổi nhiệt của dàn tính theo biểu thức (8-11). Hệ số truyền nhiệt k của dàn quạt ống cánh phụ thuộc vào nhiệt độ sôi của amoniắc hoặc nước muối:

$t, ^\circ\text{C}$	-40	-20	-15	0 và lớn hơn
$k, \text{W/m}^2\cdot\text{K}$	11,6	12,8	14,0	17,5

Bảng 8-15. Dàn quạt amoniác lớn

Kí hiệu dàn lạnh	Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt ngoài, m^2	Bước cánh, mm
BO-80	82	10
BO-100	105	7,5
BO-150	155	5
BQ-300	301	2,5

Đối với dàn quạt amoniác ống trơn $k = 35 + 43 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Đối với dàn quạt freon khí hiệu nhiệt độ trung bình giữa freon lỏng sôi trong dàn và không khí bên ngoài là $\Delta t = 10 \text{ K}$ thì $k = 12 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Hiệu nhiệt độ càng lớn k càng lớn và ngược lại.

Khi tính được bề mặt trao đổi nhiệt ta có thể chọn một dàn duy nhất hoặc nhiều dàn cho một buồng, miễn sao tải lạnh của các dàn phải bằng và lớn hơn tải lạnh của thiết bị buồng đã tính toán ở chương 4. Điều kiện khác là tốc độ không khí không được vượt mức cho phép. Hiệu nhiệt độ của không khí và môi chất sôi hoặc chất tải lạnh tính theo phần 7.1.

Lưu lượng không khí phải được tính kiểm tra lại:

$$V_k = \frac{Q_{\text{m}}}{\rho_k \cdot (h_1 - h_2)} \quad (8-12)$$

Q_{m} - tải lạnh thiết bị đã cho hoặc tính được trong chương 4;

ρ_k - khối lượng riêng của không khí;

h_1 và h_2 - entanpi của không khí vào và ra khỏi dàn;

ρ_k, h_1 và h_2 - xác định trên đồ thị $h-x$ của không khí ẩm. Mức độ giảm nhiệt độ của không khí trong dàn quạt phụ thuộc vào chức năng của buồng lạnh và vào loại sản phẩm bảo quản hoặc xử lý. Trong các buồng bảo quản, không khí được làm lạnh trong dàn xuống $2 + 3^\circ\text{C}$; trong các buồng xử lý lạnh $5 + 10^\circ\text{C}$ và trong một vài trường hợp khác đến 15°C .

Khi điền các số liệu đã cho vào các công thức tính toán cần đặc biệt chú ý đến thứ nguyên của chúng.

Để tính toán lưu lượng nước muối có thể lấy độ tăng nhiệt độ của nước muối khi qua dàn lạnh từ 2 đến 3°C.

Khi thiết kế và chọn các dàn lạnh của buồng gia lạnh và buồng kết đông cần phải lưu ý rằng tải lạnh của thiết bị khi mới cho sản phẩm vào là rất lớn (thường gọi là tải lạnh cao điểm hay tải lạnh đỉnh). Để cân bằng với tải lạnh cao điểm đó cần phải tăng diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của dàn lạnh lên đến 30% so với giá trị tính toán.

Thí dụ 8-7. Xác định sơ bộ diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của bình bay hơi làm lạnh nước muối kiểu ống vò nằm ngang, năng suất lạnh $Q_0 = 400$ kW, nhiệt độ nước muối vào và ra -10 và -13°C.

Giải:

Để xác định sơ bộ diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của bình bay hơi ống vò nằm ngang amoniác/nước muối, có thể dựa vào những giá trị kinh nghiệm: $k = 460 \div 580$ W/m².K và $\Delta t \approx 5$ K.

Chọn $k = 500$ W/m².K và $\Delta t = 5$ K.

Như vậy

$$F = \frac{Q_0}{k \cdot \Delta t_k} = \frac{400 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}}{500 \cdot 5 \text{ W} \cdot \text{K}} = 160 \text{ m}^2$$

Chọn bình bay hơi HKT 180, diện tích trao đổi nhiệt $F = 193$ m², đường kính 1000 mm x 10 mm, kích thước phủ bì D 5920 x R 1788 x C 2670, số lượng ống 870, thể tích không gian giữa các ống 3,8 m³.

Nếu chọn nhiệt độ nước muối vào $t_{n1} = -10^\circ\text{C}$, ra $t_{n2} = -13^\circ\text{C}$, nhiệt độ sôi có thể tính như sau:

Hiệu nhiệt độ trung bình:

$$\Delta t_{tb} = \frac{Q_0}{k \cdot F} = \frac{400 \cdot 10^3}{500 \cdot 193} = 4,15 \text{ K}$$

Đồng thời:

$$\Delta t_{tb} = \frac{(t_{n1} - t_0) - (t_{n2} - t_0)}{\ln \frac{t_{n1} - t_0}{t_{n2} - t_0}} = \frac{t_{n1} - t_{n2}}{\ln \frac{t_{n1} - t_0}{t_{n2} - t_0}} = \frac{\Delta t_n}{\ln \frac{t_{n1} - t_0}{t_{n2} - t_0}}$$

Đặt hiệu nhiệt độ nước muối $\Delta t_n = 3$ K = y và hiệu nhiệt độ trung bình logarit $\Delta t_{tb} = 4,15$ K và giải theo t_0 ta có:

$$x = \frac{y}{\ln \frac{t_{n1} - t_0}{t_{n2} - t_0}} \rightarrow \ln \frac{t_{n1} - t_0}{t_{n2} - t_0} = \frac{y}{x}$$

$$\frac{t_{n1} - t_0}{t_{n2} - t_0} = e^{\frac{y}{x}}$$

$$t_0 = \frac{e^{\frac{y}{x}} \cdot t_{n2} - t_{n1}}{e^{\frac{y}{x}} - 1} = \frac{e^{\frac{3}{4,15}} \cdot (-13) - 10}{e^{\frac{3}{4,15}} - 1} = -15,83^{\circ}\text{C}$$

Thí dụ 8-8. Một xưởng bia hơi năng suất 40.000 lít/ngày (10 triệu lít/năm) lắp đặt tại Hà nội cần một hệ thống lạnh có năng suất $Q_0 = 559 \text{ kW}$ ở nhiệt độ sôi $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$. Hệ thống lạnh dự định sử dụng 3 máy nén MYCOM N4WB, động cơ lắp đặt 75 kW mỗi chiếc, thiết bị ngưng tụ kiểu thấp (dàn ngưng bay hơi), thiết bị bay hơi là bình bay hơi ống vỏ nằm ngang kiểu ngáp (có bình tách lỏng nằm ngang) để làm lạnh chất tải lạnh. Chất tải lạnh là êtylen glycol 35%. Êtylen glycol được làm lạnh trong bình bay hơi từ -1°C xuống -6°C , sau đó đưa vào bình chứa êtylen glycol để đưa đến các hộ tiêu thụ lạnh như thiết bị sản xuất nước 1°C cho công đoạn lạnh nhanh dịch bia, áo lạnh, tăng lên men, tăng flotation, tăng bia thành phẩm, các phòng lọc bia, bảo quản nguyên liệu và phòng gầy rửa men... Hãy tính diện tích trao đổi nhiệt của bình bay hơi ống vỏ nằm ngang làm lạnh cồn 35% và hãy tính sơ bộ các thông số kỹ thuật chính của bình.

Giải:

Trong những năm gần đây, người ta không dùng nước muối làm chất tải lạnh mà thay thế bằng êtylen glycol, công thức hoá học $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$. Đây là chất tải lạnh có nhiều ưu điểm, đặc biệt là không gây ăn mòn thiết bị. Tuy nhiên êtylen glycol có nhược điểm là đắt nên nhiều cơ sở đã sử dụng cồn (êtanol) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ để thay thế vì cồn rẻ hơn glycol khá nhiều mà các tính chất vật lý cũng gần giống nhau. Cồn bay hơi mạnh trong không khí nên phải sử dụng vòng tuần hoàn kín để tránh tổn thất cồn và nồng độ dung dịch bị giảm do mất cồn.

Thí dụ này vẫn tính toán cho êtylen glycol nhưng có thể áp dụng cho cồn.

1) Để tính toán bình bay hơi ống vỏ nằm ngang NH_3 làm lạnh dung dịch êtylen glycol cho công nghệ sản xuất bia chọn:

Nhiệt độ êtylen glycol vào bình bay hơi: $t_{c1} = -1^{\circ}\text{C}$

Nhiệt độ êtylen glycol ra khỏi bình bay hơi: $t_{c2} = -6^{\circ}\text{C}$

Độ chênh nhiệt độ êtylen glycol: $\Delta t_c = 5\text{K}$

Nhiệt độ bay hơi của NH_3 : $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$

2) Hiệu nhiệt độ trung bình logarit:

$$\Delta t_{\text{tb}} = \frac{\Delta t_{\text{max}} - \Delta t_{\text{min}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{max}}}{\Delta t_{\text{min}}}} = \frac{(-1 + 10) - (-6 + 10)}{\ln \frac{(-1 + 10)}{(-6 + 10)}} = 6,17 \text{ K}$$

3) Thông số vật lý của dung dịch êtylen glycol 35% ở nhiệt độ trung bình:

$$t_c = \frac{t_{c1} + t_{c2}}{2} = \frac{-1 + (-6)}{2} = -3,5^{\circ}\text{C} \text{ là (bảng 6.10 [17]):}$$

- Khối lượng riêng $\rho = 1045 \text{ kg/m}^3$
- Nhiệt dung riêng $C = 3,56 \text{ kJ/kg.K}$
- Hệ số dẫn nhiệt $\lambda = 0,46 \text{ W/m.K}$
- Độ nhớt động $\nu = 5,61 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

- Độ nhớt động lực $\mu = 5.86.10^{-3} \text{ N.s/m}^2$
- Trị số Prandtl $Pr = 42.5$

4) Xác định các kích thước cơ bản của bề mặt truyền nhiệt của bình bay hơi:

Ống chùm là loại ống thép trơn Dy 25 với kích thước cụ thể:

- Đường kính ngoài $d_o = 32 \text{ mm}$;
- Đường kính trong $d_i = 27.5 \text{ mm}$;
- Chiều dày thành ống $\delta = 2.25 \text{ mm}$.

5) Xác định tốc độ chất tải lạnh đi trong ống:

Chọn sơ bộ tốc độ chất tải lạnh $\omega_c = 1.5 \text{ m/s}$, từ đó xác định được số ống trong 1 lối:

$$n_1 = \frac{4V_c}{\omega_c \cdot \pi \cdot d_i^2} = \frac{4Q_0}{\omega_c \cdot \pi \cdot d_i^2 \cdot C \cdot \rho \cdot \Delta t_c}$$

$$n_1 = \frac{4.559}{1.5 \cdot \pi \cdot 0.0275^2 \cdot 3.56 \cdot 1045.5} = 33.73 \text{ ống}$$

Chọn $n_1 = 33$ ống, khi đó $\omega_c = 1.53 \text{ m/s}$.

6) Xác định tiêu chuẩn Reynolds:

$$Re = \frac{\omega_c \cdot d_i}{\nu} = \frac{1.53 \cdot 0.0275}{5.61 \cdot 10^{-6}} = 7519$$

Vì Re nằm trong vùng $2000 \div 10.000$ nên chế độ chảy là quá độ.

7) Xác định tiêu chuẩn Nusselt:

Với chế độ chảy quá độ Nu xác định theo biểu thức:

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot \varepsilon_{qd}$$

trong đó $\varepsilon_{qd} = 0.94$.

$$Nu = 0,021 \cdot 7519^{0,8} \cdot 42.5^{0,43} \cdot 0,94 = 124,88$$

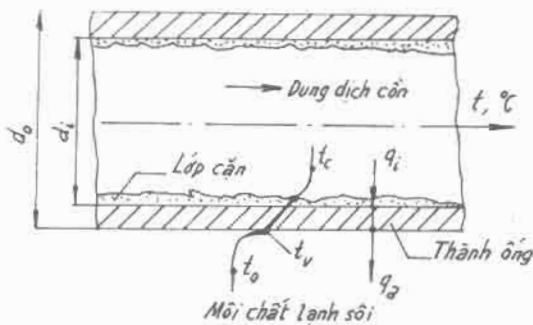
8) Xác định hệ số toả nhiệt về phía dung dịch êtylen glycol tính theo bề mặt trong của ống:

$$\alpha_i = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_i} = \frac{124.88 \cdot 0.46}{0.0275} = 2089 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

9) Xác định mật độ dòng nhiệt về phía chất tải lạnh là dung dịch êtylen glycol theo diện tích bề mặt trong của ống:

$$q_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}} (t_c - t_v)$$

trong đó: t_c - nhiệt độ trung bình của dung dịch êtylen glycol;
 t_v - nhiệt độ vách ngoài ống (hình 8-22).



Hình 8-22. Cơ chế truyền nhiệt.

$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ là tổng nhiệt trở của vách ống và các lớp cấu bản.

$\delta_1 = 0,06 \text{ mm}$, $\lambda_1 = 0,14 \text{ W/m.K}$ - chiều dày và hệ số dẫn nhiệt của lớp dầu bám;

$\delta_2 = 2,25 \text{ mm}$, $\lambda_2 = 45,3 \text{ W/m.K}$ - chiều dày và hệ số dẫn nhiệt của vách ống trao đổi nhiệt;

$\delta_3 = 0,5 \text{ mm}$, $\lambda_3 = 2,3 \text{ W/m.K}$ - chiều dày và hệ số dẫn nhiệt của căn bản phía dung dịch êtylen glycol.

Thay vào ta được:

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \left(\frac{0,06}{0,14} + \frac{2,5}{45,3} + \frac{0,5}{2,3} \right) \cdot 10^{-3} = 0,6956 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Theo kinh nghiệm đối với bình bay hơi ống vỏ NH_3 chọn $\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = (0,6 + 0,9)$.

Vậy

$$q_i = \frac{1}{\frac{1}{2098} + 0,6956 \cdot 10^{-3}} (-3,5 - t_v) = -851,6 \cdot (t_v + 3,5) \text{ W/m}^2$$

10) Mật độ dòng nhiệt về phía môi chất lạnh NH_3 sôi tính theo diện tích bề mặt trong của ống:

$$q_a = \alpha_a (t_v - t_o)$$

hay
$$q_a = 580 \cdot (t_v - t_o)^{1,667} \cdot \frac{d_a}{d_i} \text{ (Phương trình 5.39 [12])}$$

$$q_a = 580 \cdot \frac{32}{27,5} \cdot (t_v - t_o)^{5/3}$$

$$q_a = 674,91 \cdot (t_v + 10)^{5/3}$$

11) Xác định mật độ dòng nhiệt bằng phương pháp đồ thị từ hệ phương trình:

$$q_a = q_i$$

$$q = q_i = -851,6 (t_v + 3,5) \quad (1)$$

$$q_a = 674,91 \cdot (t_v + 10)^{0,73} \quad (2)$$

Phương trình (1) là tuyến tính nên chỉ cần 2 điểm, phương trình (2) cần nhiều điểm để có thể vẽ được chính xác.

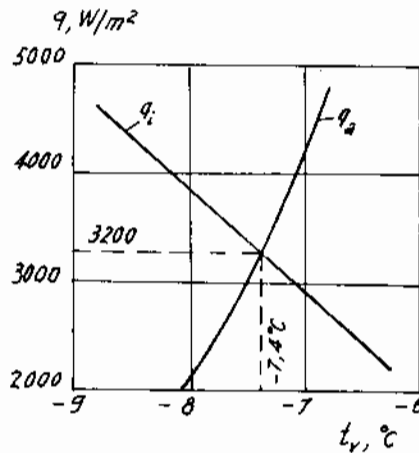
$t_v, ^\circ\text{C}$	-7,0	-7,3	-7,4	-7,5	-7,6	-8
q_i	2980	-	-	-	-	3832
q_a	4212	3533	3318	3108	2904	2134

Trên đồ thị (hình 8-23) tìm được giao điểm có $t_v = -7,4^\circ\text{C}$ và $q = 3320 \text{ W/m}^2$.

12) Xác định diện tích truyền nhiệt tính theo bề mặt trong ống trao đổi nhiệt:

$$F_i = \frac{Q_0}{q} = \frac{559 \cdot 10^3}{3320} = 168,4 \text{ m}^2$$

Hình 8-23.
Giải hệ phương trình bằng đồ thị.



13) Xác định tổng chiều dài ống truyền nhiệt:

$$L = \frac{F_i}{\pi \cdot d_i} = \frac{168,4}{\pi \cdot 0,0275} = 1949,2 \text{ m}$$

14) Bố trí ống trong bình bay hơi:

Các ống được bố trí trên đỉnh của các tam giác đều và toàn bộ chùm ống bố trí trên mặt sàng có hình một lục giác đều. Bước ống được xác định theo kinh nghiệm:

$$S = (1,24 + 1,45) d_o$$

$$\text{Chọn } S = 1,4 d_o = 1,4 \cdot 0,032 = 0,0448 \text{ m}$$

$$\text{Chọn } S = 0,045 \text{ m} = 45 \text{ mm.}$$

- Khoảng cách giữa các hàng ống theo chiều đứng là:

$$S_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} S = 38,97 \text{ mm}$$

- Số ống bố trí trên đường chéo lớn nhất của lục giác ngoài cùng trên mặt sàng m :

$$m = \sqrt{\frac{n-1}{0,75}} + 1 \text{ ống}$$

n - tổng số ống trong bình.

$$n = n_1 \cdot Z$$

Z - số lối của chất tải lạnh, thường chọn $Z = 4 \div 12$ trên cơ sở tốc độ chất tải lạnh phù hợp đã chọn. Ở phần 5) đã chọn $n_1 = 33$. Nếu chọn $Z = 4$ ta có tổng số ống:

$$n = 33 \cdot 8 = 264 \text{ ống}$$

$$m = \sqrt{\frac{264-1}{0,75}} + 1 = 18,75 \text{ ống}$$

chọn $m = 19$ ống.

15) Đường kính trong của bình bay hơi:

- Đường kính mặt sàng:

$$D_s = m \cdot S = 19 \cdot 45 = 855 \text{ mm.}$$

- Đường kính trong của bình phải chọn lớn hơn khoảng 20 mm để bố trí cánh và gioăng của nắp tạo lối cho chất tải lạnh chuyển động qua lại trong bình bay hơi. Ở đây chọn đường kính thân bình:

$$D_i = 880 \text{ mm}$$

$$D_a = 900 \text{ mm}$$

chiều dày $\delta = 10 \text{ mm.}$

16) Chiều dài ống trao đổi nhiệt:

$$l = \frac{L}{n} = \frac{1949,2}{264} = 7,4 \text{ m}$$

Trường hợp chỉ có ống dài 6 m, ta phải tăng Z hoặc tăng số ống trong một lối. Ví dụ tăng n_1 lên 41 ống và số ống sẽ là $n = 41 \cdot 8 = 328$; $m = 21$, đường kính mặt sàng $D_s = 945 \text{ mm}$; $D_i = 970 \text{ mm}$; $D_a = 990 \text{ mm.}$

17) Xác định thể tích không gian giữa các ống:

$$V = V_b - V_\delta = \frac{\pi \cdot l}{4} (D_i^2 - d_a^2) = \frac{\pi \cdot 7,4}{4} (88^2 - 0,032^2)$$

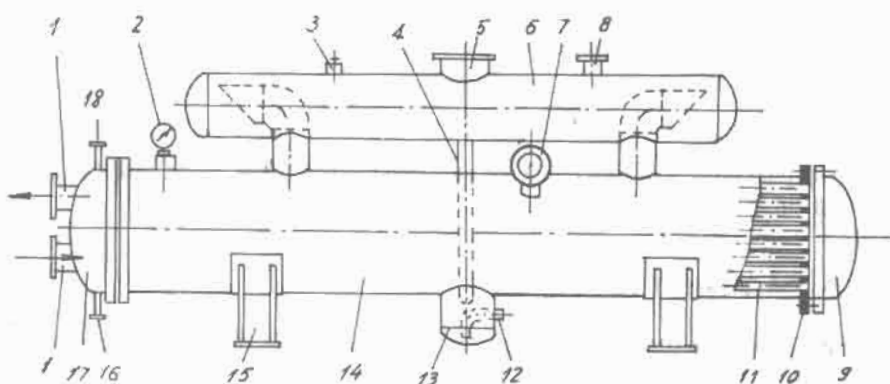
$$V = 4,49 \text{ m}^3$$

18) Kết cấu của bình bay hơi được biểu diễn sơ bộ trên hình 8-24.

Thí dụ 8-9. Xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt dàn lạnh buồng bảo quản đông có nhiệt độ không khí trong buồng $t_b = -20^\circ\text{C}$, $Q_{\text{trb}} = 29 \text{ kW}$, kích thước buồng 24 x 12 m.

Giải: Dàn trần nên bố trí giữa các xà, vậy chiều dài dàn không quá 10 m, vì phải chừa lại mỗi phía tường 1 m. Dàn được ghép từ các tổ dàn tiêu chuẩn (bảng 8-11). Ta sử dụng hai tổ có ống góp CK có sáu ống nhỏ và một tổ dàn trung gian CC dài 4500 mm. Tổng chiều dài của dàn là $(2 \times 2750) + 4500 = 10000$ mm. Dàn gồm 6 ống nên chiều rộng là 1500 mm (bước ống 300). Sử dụng tổ dàn bước cánh 30 mm, diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của một dàn:

$$F_d = (2 \cdot 21,5) + 35,7 = 78,7 \text{ m}^2$$



Hình 8-24. Bình bay hơi ống vỏ kiểu nắp bình tách lỏng nằm ngang:

1. Chất tải lạnh vào và ra; 2. Áp kế; 3. Xả khí không ngưng; 4. Ống hồi lỏng;
5. Ống hơi về máy nén; 6. Bình tách lỏng; 7. Ống lỏng vào; 8. Ống nối van an toàn;
9. Nắp sau; 10. Mặt sàng; 11. Chùm ống; 12. Ống xả dầu; 13. Bầu dầu; 14. Vỏ bình;
15. Chân đỡ; 16. Ống xả chất tải lạnh lỏng; 17. Nắp trước; 18. Ống xả khí.

Diện tích trao đổi nhiệt yêu cầu của buồng là:

$$F = \frac{29 \cdot 1000}{4,7 \cdot 10} = 617 \text{ m}^2$$

trong đó $4,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ là hệ số truyền nhiệt k và 10 K là hiệu nhiệt độ trung bình giữa không khí trong buồng và nhiệt độ sôi của môi chất trong dàn ống.

Số lượng dàn là:

$$n = \frac{617}{78,7} = 7,8$$

Chọn 8 dàn, mỗi gian bố trí 2 dàn treo trần.

Thí dụ 8-10. Xác định diện tích trao đổi nhiệt của dàn lạnh buồng bảo quản hoa quả $t_b = 0^\circ\text{C}$, $Q_{\text{mTB}} = 23 \text{ kW}$.

Giải: Chọn loại dàn quạt bay hơi trực tiếp, nhiệt độ bay hơi của amoniac $t_0 = -5^{\circ}\text{C}$; $k = 16 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Nhiệt độ không khí vào $+1^{\circ}\text{C}$, ra -1°C . Tra đồ thị $h-x$ của không khí ẩm với $\varphi = 90\%$, $h_1 = 10 \text{ kJ/kg}$; $h_2 = 6,9 \text{ kJ/kg}$, $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$.

Diện tích yêu cầu của dàn quạt:

$$F = \frac{23000}{16 \cdot 5} = 287,5 \text{ m}^2$$

chọn 3 dàn quạt kí hiệu БОП-100 (bảng 8-13).

Lưu lượng không khí của mỗi dàn quạt:

$$V_k = \frac{23000}{1,29 \cdot (10 - 6,9) \cdot 1000 \cdot 3} = 1,92 \text{ m}^3/\text{s}$$

Như vậy phải dùng loại БОП-100 hai quạt công suất 1,5 kW, vòng quay 25 vg/s, lưu lượng không khí 2,07 m³/s.

8.3 CHỌN CÁC THIẾT BỊ PHỤ

Các thiết bị phụ được giới thiệu chi tiết ở [12]. Ở đây chúng tôi chỉ giới thiệu cách tính để chọn.

8.3.1 Bình chứa

1. Bình chứa cao áp

Theo quy định về an toàn thì bình chứa cao áp phải chứa được 30% thể tích của toàn bộ hệ thống dàn bay hơi (tất cả các dàn tĩnh và dàn quạt) trong hệ thống lạnh có bơm cấp môi chất lỏng từ trên và 60% thể tích dàn trong hệ thống lạnh cấp lỏng từ dưới lên. Khi vận hành mức lỏng của bình cao áp chỉ được phép choán 50% thể tích bình.

Sức chứa bình chứa cao áp tính theo công thức:

- đối với hệ thống cấp môi chất từ trên:

$$V_{CA} = \frac{0,3V_d}{0,5} \cdot 1,2 = 0,7V_d \quad (8-13)$$

- đối với hệ thống cấp lỏng môi chất từ dưới:

$$V_{CA} = \frac{0,6V_d}{0,5} \cdot 1,2 = 1,45V_d \quad (8-14)$$

V_{CA} - thể tích bình chứa cao áp;

V_d - thể tích hệ thống bay hơi (dàn tĩnh và dàn quạt);

1,2 - hệ số an toàn.

2. Bình chứa tuần hoàn

Bình chứa tuần hoàn lắp đặt phía hạ áp trong hệ thống có bơm tuần hoàn, dùng để chứa lỏng hạ áp trước khi bơm lên các dàn. Bình chứa tuần hoàn có hai loại dàn đặt nằm ngang và đặt đứng. Sức chứa không nhỏ hơn 30% toàn bộ thể tích môi chất lạnh trong các dàn bay hơi.

Thể tích của bình chứa tuần hoàn V_{TH} được xác định theo biểu thức:

$$V_{TH} = (V_{dt} \cdot k_1 + V_{dq} \cdot k_2) \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7, \text{ m}^3 \quad (8-15)$$

V_{dt} - thể tích dàn tĩnh;

V_{dq} - thể tích dàn quạt;

$k_1 \dots k_7$ theo bảng 8-16.

Bảng 8-16. Các hệ số k

Hệ số		Hệ thống có bơm cấp lỏng		Hệ thống không bơm
		dưới lên	trên xuống	
k_1	Sự diên đầy dàn tĩnh...	0,7	0,25	0,7
k_2	Sự diên đầy dàn quạt	0,7	0,5	0,7
k_3	Lượng lỏng trên khỏi dàn	0,3	-	0,3
k_4	Sức chứa ống góp và đường ống	1,2	1,2	1,1
k_5	Sự diên đầy lỏng khi bình chứa làm việc để đảm bảo bơm hoạt động			
	bình chứa nằm ngang	1,25	1,25	1,05
	bình chứa thẳng đứng	1,55	1,55	1,2
k_6	Mức lỏng cho phép trong			
	bình chứa nằm ngang	1,25	1,25	1,25
	bình chứa thẳng đứng	1,45	1,45	1,45
k_7	Hệ số an toàn	1,2	1,2	1,2

3. Bình chứa thu hồi

Bình chứa thu hồi dùng để chứa chất lỏng xả ra từ các dàn bay hơi khi tiến hành phá băng hơi nóng. Bình chứa thu hồi cũng có hai loại: bình hình trụ đặt ngang và đặt đứng.

Thể tích bình xác định theo biểu thức:

$$V_T = \frac{V_{dtmax} - V_{dqmax}}{0,8} \cdot 1,2 = 1,5(V_{dtmax} + V_{dqmax}) \quad (8-16)$$

V_T - thể tích bình chứa thu hồi;

V_{dtmax} - thể tích lớn nhất của một dàn lạnh tĩnh;

0,8 - mức chứa cho phép của bình thu hồi;
1,2 - hệ số an toàn.

Trong hệ thống lạnh có bơm tuần hoàn, thể tích bình chứa thu hồi có thể lấy theo sức chứa lớn nhất của bình chứa tuần hoàn (hình 8-25).

4. Bình chứa dự phòng

Bình chứa dự phòng được sử dụng trong hệ thống lạnh không có bơm, bình tách lỏng đặt phía dưới, để chứa môi chất lỏng từ các dàn lạnh phun ra trong trường hợp phụ tải nhiệt tăng. Khi bình chứa dự phòng đặt đứng thì nó đảm nhiệm luôn chức năng của bình tách lỏng. Thể tích của bình chứa dự phòng có thể tính theo biểu thức (8-15).

Cũng có thể tính như sau:

- Đối với bình chứa dự phòng nằm ngang:

$$V_{DP} = 0,35 (V_{dt} + V_{dq})$$

- Đối với bình chứa dự phòng đặt thẳng đứng:

$$V_{DP} = 0,45 (V_{dt} + V_{dq})$$

Ghi chú: Ở chế độ làm việc bình thường, bình chứa cao áp chứa 50% thể tích, bình chứa tuần hoàn chứa 30% dung tích còn bình chứa thu hồi và dự phòng để trống.

Tất cả các bình chứa đều phải trang bị van an toàn, áp kế, mức lỏng kế và các van chặn cũng như các thiết bị tự động cần thiết.

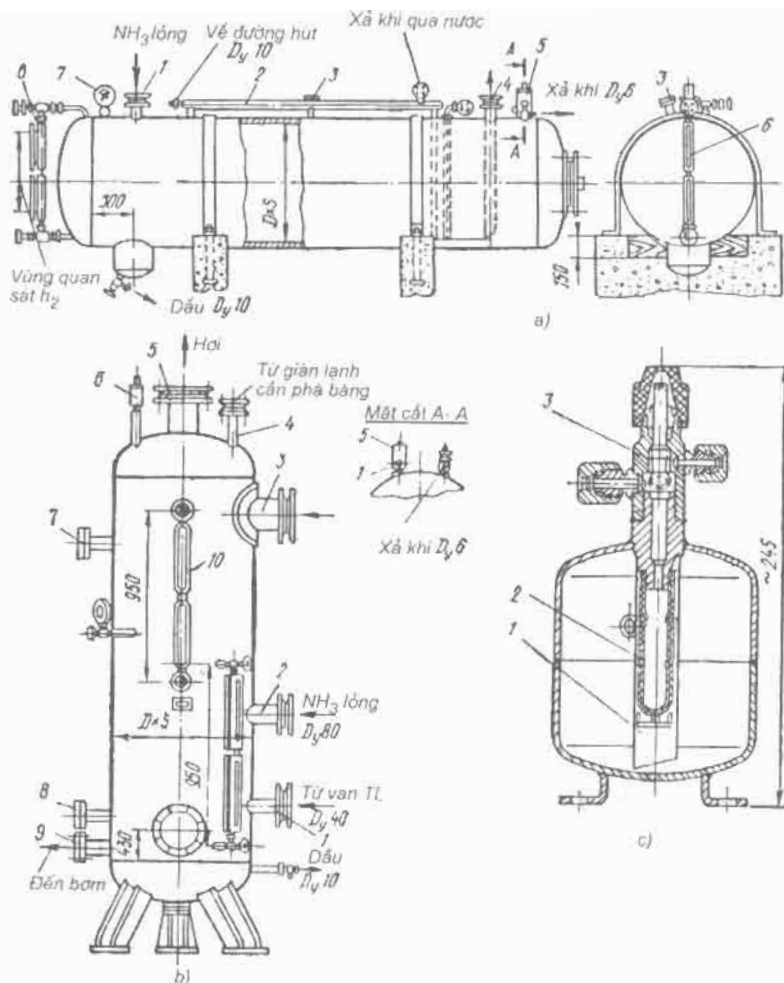
Nhà máy chế tạo thiết bị lạnh Hà Nội chế tạo bình chứa cao áp BTT-0,32 thể tích 0,32 m³ và bình chứa thu hồi BHT-0,32 cũng có thể tích 0,32 m³.

Bảng 8-17 giới thiệu một số loại bình do Nga chế tạo.

Bình chứa thu hồi nằm ngang và thẳng đứng có khả năng làm thêm cả nhiệm vụ tuần hoàn.

Bình chứa cao áp cần có thiết bị báo hiệu mức lỏng tối đa 80% dung tích và mức lỏng tối thiểu 20% dung tích bình. Áp suất cho phép 1,8 MPa, nhiệt độ từ -15°C đến 47°C có bình tách khí không ngưng.

Bình chứa thu hồi (bình chứa thu hồi tuần hoàn) có áp suất tối đa cho phép 1,5 MPa (15,3 at), nhiệt độ từ -50 đến 40°C, đường kính danh nghĩa van an toàn Dy 25 mm (trừ loại 1,5 PJB: Dy 15 mm).



Hình 8-25. Một số dạng bình chứa:

- a) Bình chứa cao áp amoniác nằm ngang: 1. NH₃ lỏng từ bình ngưng; 2. Bộ tách khí không ngưng; 3. Đường cân bằng; 4. Ống dẫn lỏng NH₃ tới van tiết lưu; 5. Van an toàn; 6. Ống thủy.
- b) Bình chứa tuần hoàn (thu hồi và dự phòng) amoniác đứng: 1. Ống lỏng từ van tiết lưu; 2. Ống lỏng NH₃ qua bơm và từ dàn bay hơi; 3. Hơi NH₃ từ dàn vế; 4. Ống lỏng và hơi từ dàn cân pha bằng khi làm nóng hoặc thổi từ các thiết bị bay hơi vế; 5. Hơi vế máy nén; 6. Van an toàn; 7-8. Ống nối dự phòng để lắp các thiết bị điều chỉnh hoặc báo hiệu mức lỏng từ xa; 9. Ống nối đến bơm tuần hoàn NH₃; 10. Ống thủy; c) Bình chứa cao áp đứng loại nhỏ (freôn): 1. Ống dẫn lỏng ra; 2. Lưới lọc cặn; 3. Van chặn đồng thời là van tạp vụ đường lỏng ra.

Bảng 8-17. Một số bình chứa các loại

Loại bình	Kích thước, mm			Dung tích, m ³	Khối lượng, kg
	<i>D</i> x <i>S</i>	<i>L</i>	<i>H</i>		
<i>Bình chứa cao áp nằm ngang</i>					
0,4PB	426 x 10	3620	570	0,4	410
0,75PB	600 x 8	3190	500	0,75	430
1,5PB	800 x 8	3790	810	1,5	700
2,5PB	800 x 8	5790	810	2,5	1035
3,5PB	1000 x 10	4890	950	3,5	1455
5PB	1200 x 12	5480	950	5	2225
<i>Bình chứa thu hồi nằm ngang tuần hoàn</i>					
0,75P,1	600 x 8	3000	500	0,75	430
1,5P,1	800 x 8	3600	810	1,5	700
2,5P,1	800 x 8	5730	810	2,5	1030
3,5P,1	1000 x 10	4825	950	3,5	1450
5P,1	1200 x 12	5340	950	5	2220
<i>Bình chứa thu hồi đứng</i>					
	<i>D</i> x <i>S</i>	<i>H</i>	<i>B</i>	m ³	kg
1,5P,1B	800 x 8	3880	1116	1,68	785
2,5P,1B	1000 x 10	3990	1320	2,70	1285
3,5P,1B	1200 x 12	3565	1524	3,41	1645
5P,1B	1200 x 12	4560	1524	4,55	2000

8.3.2 Bình tách lỏng

Bình tách lỏng bố trí trên đường hút máy nén để bảo vệ máy nén không hút phải lỏng. Trong các hệ thống lạnh hiện đại, bình tách lỏng được trang bị các thiết bị tự động ngắt mạch, ngừng máy nén khi mức lỏng trong bình lên đến mức nguy hiểm. Trong hệ thống lạnh có bơm tuần hoàn và không bơm tuần hoàn khi cấp lỏng cho các dàn lạnh bằng tín hiệu hơi quá nhiệt thì trong bình tách lỏng không có lỏng vì toàn bộ lỏng rơi vào bình sẽ chảy về bình chứa.

Người ta chọn bình tách lỏng theo ống nối vào đường hút của máy nén. Mỗi một chế độ nhiệt độ cần ít nhất một bình tách lỏng. Cấu tạo của bình xem trong [12].

Áp suất tối đa cho phép của bình tách lỏng là 1,5 MPa, nhiệt độ từ -50 ÷ +0°C.

Một số bình tách lỏng của Nga giới thiệu trên bảng 8-8 và hình 8-26.

Bảng 8-18. Thông số của một số bình tách lỏng

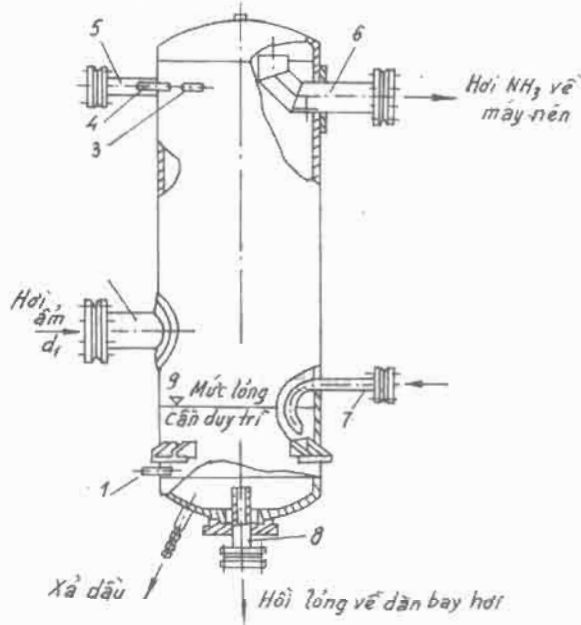
Bình tách lỏng	Kích thước, mm				Khối lượng, kg
	$D \times S$	d	B	H'	
70-07K ^T	426 x 10	70	890	1750	210
100-07K ^T	500 x 8	100	980	2060	244
125-07K ^T	600 x 8	125	1080	2100	313
150-07K ^T	800 x 8	150	1280	2710	543
200-07K ^T	1000 x 10	200	1430	2815	946
250-07K ^T	1000 x 10	250	1564	2870	926
300-07K ^T	1200 x 12	300	1772	2975	1370

8.3.3 Bình trung gian

Bình trung gian được sử dụng trong máy lạnh hai và nhiều cấp. Bình trung gian dùng để làm mát hơi môi chất sau khi nén cấp áp thấp và để quá lạnh lỏng môi chất trước khi vào van tiết lưu bằng cách bay hơi một phần lỏng ở áp suất và nhiệt độ trung gian. Có hai loại bình trung gian có ống xoắn và không có ống xoắn.

Hình 8-26. Bình tách lỏng:

1-4. Ống nối dự phòng để lắp thiết bị điều chỉnh và bảo hiệu mức lỏng từ xa; 2. Ống dẫn hơi ẩm từ dàn bay hơi về; 3. Ống nối áp kế; 5. Ống cân bằng hơi; 6. Hơi về máy nén; 7. Lồng từ van tiết lưu đến; 8. Ống hồi lỏng về dàn bay hơi; 9. Mức lỏng cân duy trì trong bình tách lỏng.



Bình trung gian được chọn theo đường kính ống hút vào máy nén cấp áp cao. Khi đó tốc độ hơi trong bình theo tiết diện ngang không quá 0,5 m/s, tốc độ lỏng trong ống xoắn từ 0,4 đến 0,7 m/s, hệ số truyền nhiệt của ống xoắn $580 \div 700 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Bảng 8-19 giới thiệu thông số kỹ thuật của một số bình trung gian kiểu ПС₃ của Nga sản xuất. Bình ПС₃ là một bình hình trụ hàn đặt đứng có các ống nối phù hợp cho môi chất vào và ra, có đường cân bằng và được trang bị các thiết bị tự động cũng như van an toàn. Áp suất cao nhất cho phép 1,5 MPa, nhiệt độ từ -30 đến 40°C, nhiệt độ ống xoắn từ -30 đến 47°C. Tất cả các bình trung gian đều lắp van an toàn Dy 25mm.

Tổ máy nén hai cấp А,П30-7-4 và А,П90-3 được lắp đặt bình trung gian kí hiệu СПА600 có $D \times S = 600 \times 8$ mm, $H = 2200$.

Bảng 8-19. Thông số kỹ thuật của một số bình trung gian

Bình trung gian	Kích thước, mm			Diện tích bề mặt ống xoắn, m ²	Thể tích bình, m ³	Khối lượng, kg
	$D \times S$	d	H			
40ПС ₃	426 x 10	70	2390	1,75	0,22	330
60ПС ₃	600 x 8	150	2800	4,3	0,67	570
80ПС ₃	800 x 8	150	2920	6,3	1,15	800
100ПС ₃	1000 x 10	200	2940	8,6	1,85	1230
120ПС ₃	1200 x 12	300	3640	10	3,3	1973

8.3.4 Bình tách dầu

Bình tách dầu lắp vào đường đẩy máy nén amoniác để tách dầu ra khỏi dòng hơi nén trước khi vào bình ngưng tự. Có nhiều loại bình tách dầu khác nhau. Các bình tách dầu sản xuất tại Nga có ký hiệu MOB là loại bình tách dầu làm mát bằng nước, OMM là loại làm mát bằng lỏng amoniác (hơi nén cho sục qua một lớp lỏng amoniác). Nhưng hay được sử dụng nhất hiện nay là loại dòng xoáy cyclon ký hiệu MO.

Ký hiệu các bình tách dầu thường bắt đầu bằng một số sau đó đến chữ, thí dụ 65-MO, 100-MO, 80-OMM, 100-OMM. Chữ số chỉ đường kính ống nối vào đường đẩy máy nén, còn chữ chỉ loại bình.

8.3.5 Bình chứa dầu

Bình chứa dầu dùng để gom dầu từ các bình tách dầu, từ các bầu dầu của các thiết bị. Bình chứa dầu có dạng hình trụ đặt đứng, có đường nối với đường xả dầu của các thiết bị, đường nối với ống hút về máy nén và đường xả dầu được trang bị áp kế. Dầu được xả về bình nhờ chênh lệch áp suất. Áp suất trong bình hút giảm xuống khi mở van trên đường nối với ống hút. Khi xả dầu ra ngoài áp suất trong bình chỉ được phép cao hơn áp suất khí quyển

chút ít. Áp suất cao nhất cho phép của bình là 1,8 MPa, nhiệt độ từ -40 đến 150°C.

Số lượng bình chứa dầu xác định theo số lượng và kích thước các thiết bị. Trong các hệ thống lạnh lớn, nên bố trí một bình chứa dầu cho mỗi hệ thống dàn bay hơi.

Thông số kỹ thuật của bình chứa dầu mác CM giới thiệu trong bảng 8-20.

Bảng 8-20. Thông số kỹ thuật của một số bình chứa dầu

Bình chứa dầu	Kích thước, mm			Thể tích, m ³	Khối lượng, kg
	D x S	B	H		
150 CM	159 x 4,5	600	770	0,008	18,5
300 CM	325 x 9	765	1270	0,07	92
500 CM	516 x 8	960	1870	-	-

8.3.6 Van một chiều

Theo quy định an toàn, trong các máy lạnh lớn phải lắp van một chiều trên đường đẩy để đề phòng khả năng amoniác ở dàn ngưng quay về máy nén trường hợp máy nén bị hỏng.

Ngoài các van một chiều lắp trên đường đẩy của mỗi máy nén, người ta còn lắp một van một chiều chung cho toàn bộ hệ thống ngay trước thiết bị ngưng tụ.

CHLB Nga sản xuất các loại van một chiều ký hiệu KH, đường kính danh nghĩa 100, 125 và 200 mm, áp suất tối đa 1,8 MPa. Các van ký hiệu OKД có cơ cấu khử rung, đường kính danh nghĩa 70 và 100 mm.

8.3.7 Các thiết bị khác

Do khuôn khổ sách có hạn, một số thiết bị không thông dụng (thiết bị quá lạnh lỏng, thiết bị hồi nhiệt...) hoặc các dụng cụ (van chặn, van tiết lưu, van điện từ...) không được giới thiệu ở đây. Khi thiết kế hệ thống lạnh có thể sử dụng tài liệu [12] và các tài liệu chuyên ngành khác để có thể chọn được các thiết bị, dụng cụ phù hợp.

8.4 TÍNH CHỌN THÁP GIẢI NHIỆT

Sơ đồ tháp giải nhiệt thông dụng được giới thiệu trên hình 8-27.

Nhiệm vụ của tháp giải nhiệt là thải toàn bộ lượng nhiệt do môi chất lạnh ngưng tụ tỏa ra. Lượng nhiệt này được thải ra môi trường nhờ chất tải nhiệt trung gian là nước. Nước vào bình ngưng tụ có nhiệt độ t_{w1} , nhận nhiệt ngưng tụ tăng lên khoảng $4 \div 5^{\circ}\text{C}$, ra khỏi bình ngưng có nhiệt độ t_{w2} . Nước nóng t_{w2} được đưa sang tháp giải nhiệt và phun thành các giọt nhỏ. Nước nóng chảy theo khối đệm xuống, trao đổi nhiệt và chất với không khí đi ngược dòng từ dưới lên trên nhờ quạt gió cưỡng bức. Quá trình trao đổi nhiệt và chất chủ yếu là quá trình bay hơi một phần nước vào không khí. Nhiệt độ nước giảm đi $4 \div 5^{\circ}\text{C}$ và nguội xuống nhiệt độ ban đầu t_{w1} .

Phương trình cân bằng nhiệt có thể viết dưới dạng:

$$Q_k = C \cdot \rho \cdot V \cdot (t_{w2} - t_{w1}) = V_k \cdot \rho_k \cdot (h_{k2} + h_{k1})$$

Q_k - nhiệt lượng thải ra ở bình ngưng tụ, kW;

V - lưu lượng nước, m^3/s ;

t_{w1} và t_{w2} - nhiệt độ nước vào và ra khỏi bình ngưng tụ hay nhiệt độ nước ra và vào tháp giải nhiệt, $^{\circ}\text{C}$;

C - nhiệt dung riêng của nước, kJ/kg.K;

ρ - khối lượng riêng của nước, kg/m^3 ;

V_k - lưu lượng không khí qua tháp giải nhiệt, m^3/s ;

ρ_k - khối lượng riêng của không khí, kg/m^3 ;

h_{k1} và h_{k2} - entanpi của không khí vào và ra khỏi tháp giải nhiệt, kJ/kg không khí khô.

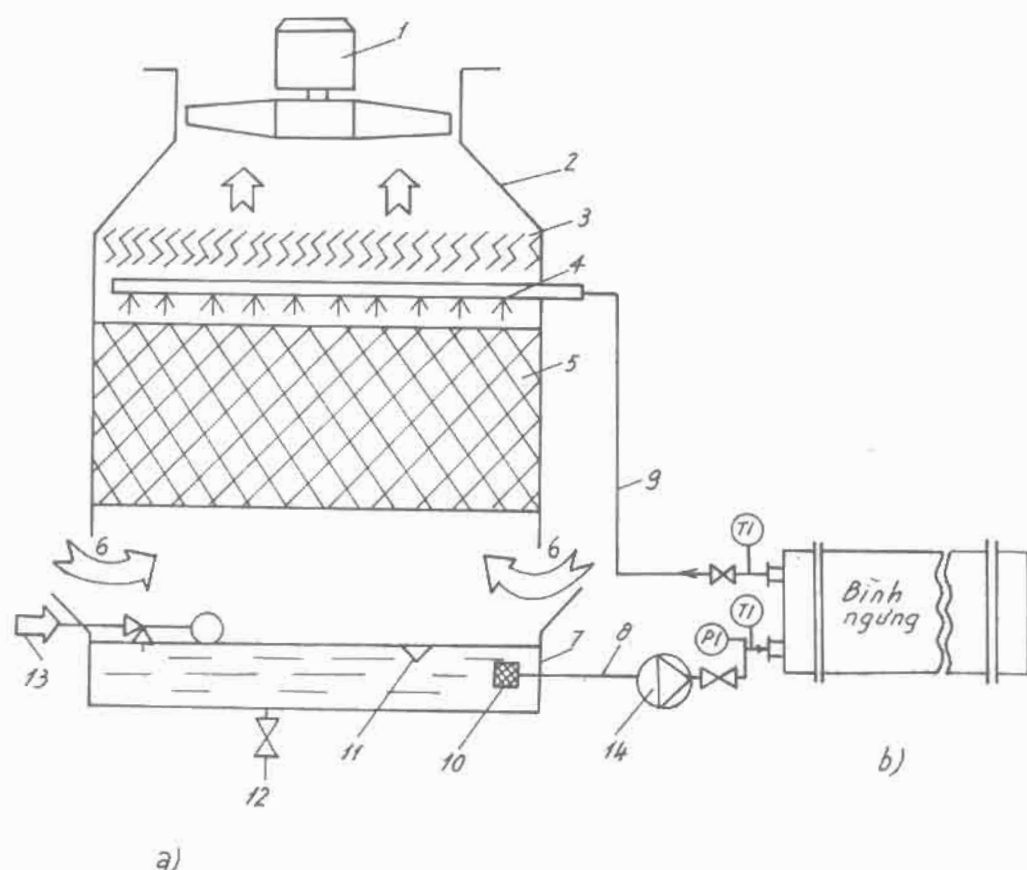
Tổn thất nước cho tháp giải nhiệt không lớn, chỉ bằng $3 \div 10\%$ lượng nước tuần hoàn. Tháp cần bổ sung liên tục từ đường nước thành phố bù vào lượng nước bay hơi và tổn thất do bụi cuốn theo gió quạt. Nước bổ sung vào qua van phao 13. Khi mở van 12 có thể xả toàn bộ nước khỏi tháp khi cần vệ sinh hoặc tiến hành sửa chữa.

Lưu lượng nước tuần hoàn có thể xác định theo biểu thức:

$$V = \frac{Q_k}{C \cdot \rho \cdot (t_{w2} - t_{w1})} ; \text{m}^3/\text{s}$$

Nhiệt độ nước ra khỏi tháp giải nhiệt t_{w1} phụ thuộc vào trạng thái không khí vào (nhiệt độ và độ ẩm), tốc độ không khí, bề mặt trao đổi nhiệt ẩm giữa nước và không khí. Nếu diện tích bề mặt trao đổi nhiệt là vô hạn thì t_{w1} bằng

nhệt độ nhiệt kế ướt. Nhiệt độ nhiệt kế ướt cũng được coi là giới hạn làm mát của tháp. Thực tế diện tích trao đổi nhiệt là hữu hạn do đó t_{w1} thường cao hơn nhiệt độ nhiệt kế ướt từ 3 đến 5^oC.



Hình 8-27. Nguyên tắc cấu tạo của tháp giải nhiệt:

a) Tháp giải nhiệt; b) Bình ngưng tụ của máy lạnh:

1. Động cơ quạt gió; 2. Vỏ tháp; 3. Chắn bụi nước; 4. Dàn phun nước; 5. Khối đệm;
6. Cửa không khí vào; 7. Bể nước; 8. Đường nước lạnh cấp để làm mát bình ngưng;
9. Đường nước nóng từ bình ngưng ra đưa vào dàn phun để làm mát xuống nhờ không khí đi ngược chiều từ dưới lên; 10. Phin lọc nước; 11. Phểu chảy tràn; 12. Van xả đáy;
13. Đường cấp nước với van phao; 14. Bơm nước.

PI - Áp kế (Pressure Indicator); TI - Nhiệt kế (Temperature Indicator).

Tỉ số giữa hiệu nhiệt độ thực và hiệu nhiệt độ lý tưởng gọi là hiệu suất của tháp giải nhiệt:

$$\eta = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{t_{w2} - t_u} \quad (8-17)$$

Bảng 8-21 giới thiệu một số giá trị định hướng hiệu suất của một số loại tháp giải nhiệt khác nhau.

Bảng 8-21. Hiệu suất một số loại tháp giải nhiệt

Phương pháp giải nhiệt	Tải nhiệt riêng q_{T_1} , kW/m ²	Trở lực riêng, 10 ³ N.m ³ /m ² .s	Hiệu suất giải nhiệt
Bồn nước phun	2,5 ÷ 6,5	0,2 ÷ 0,3	0,35 ÷ 0,40
Tháp giải nhiệt			
- phun nước kiểu hở	8,0 ÷ 20	0,7 ÷ 1,0	0,45 ÷ 0,55
- phun giọt kiểu hở	10 ÷ 30	0,8 ÷ 1,4	0,60 ÷ 0,75
- có quạt gió	40 ÷ 50	1,0 ÷ 2,5	0,75 ÷ 0,85

Từ bảng 8-21 ta thấy tháp giải nhiệt có quạt gió đạt hiệu suất lớn nhất. Chính vì vậy tháp giải nhiệt có quạt gió (hình 8-27) được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay.

Bảng 8-22 giới thiệu các đặc tính kỹ thuật cơ bản của tháp giải nhiệt RINKI, ký hiệu FRK một trong các thành viên của CTI (Cooling Tower Institute). Bảng 8-23 giới thiệu các đặc tính cơ bản về vật liệu chế tạo tháp. Hình 8-28 giới thiệu hình dáng tháp FRK60. Ký hiệu của tháp gồm hai phần chữ và số, ví dụ FRK60. Phần chữ FRK chỉ nhà chế tạo, thành viên CTI. Phần số 60 chỉ năng suất lạnh của máy lạnh (máy điều hoà): là 60 tấn lạnh Mỹ = 60 . 3024 = 181400 kcal/h. Muốn tính năng suất nhiệt thực tế phải nhân với 3900. Ví dụ Tháp FRK 60 có năng suất giải nhiệt thực tế là 60 . 3900 = 234000 kcal/h.

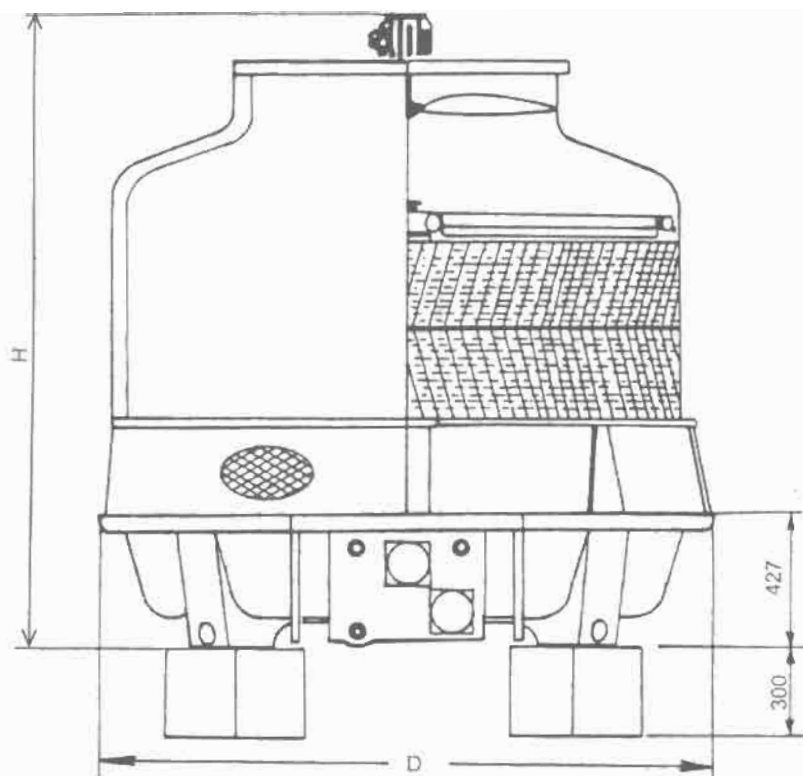
Thí dụ 8-9. Hãy tính tháp giải nhiệt cho biết $Q_k = 250$ kW.

Giải:

Việc tính nhanh tháp giải nhiệt có thể thực hiện như sau:

Quy năng suất nhiệt ra tồn. Theo tiêu chuẩn CTI 1 tồn nhiệt tương đương 3900 kcal/h vậy:

$$Q_k = 250 \text{ kW} \approx 215000 \text{ kcal/h} = 215000/3900 = 55,13 \text{ tồn}$$



Hình 8-28. Hình dáng tháp giải nhiệt FRK60

Tra bảng 8-22 chọn tháp giải nhiệt FRK60 với các thông số kỹ thuật chính như sau:

Lưu lượng nước định mức	13,0 l/s
Chiều cao tháp	2417 mm
Đường kính tháp	1910 mm
Đường kính ống nối nước vào	100 mm
Đường kính ống nối nước ra	100 mm
Đường chảy tràn	25 mm
Đường kính ống van phao	20 mm
Lưu lượng quạt gió	420 m ³ /ph
Đường kính quạt gió	1200 mm
Mô tơ quạt	1,5 kW
Khối lượng tĩnh	238 kg
Khối lượng khi vận hành	770 kg (có nước)
Độ ồn của quạt	57,0 dB.

Bảng 8-22. Các đặc tính kỹ thuật cơ bản tháp RINKI

Kiểu FRK	Lưu lượng	Kích thước, mm		Kích thước ống nối, mm						Quạt gió		Mô-tơ quạt	Khối lượng, kg		Độ ồn
	l/s	H	D	in	out	of	dr	fv	qs	m ³ /ph	Φmm	KW	khô	ướt	dB(A)
8	1,63	1600	930	40	40	25	25	15		70	530	0,20	40	130	46,0
10	2,17	1735	930	40	40	25	25	15		85	630	0,20	44	140	50,0
15	3,25	1665	1170	50	50	25	25	15		140	630	0,37	52	165	50,5
20	4,4	1845	1170	50	50	25	25	15		170	760	0,37	58	185	54,0
25	5,4	1932	1400	80	80	25	25	15		200	760	0,75	97	290	55,0
30	6,5	2032	1400	80	80	25	25	15		230	760	0,75	105	315	56,0
40	8,67	2052	1580	80	80	25	25	15		290	940	1,50	128	384	57,0
50	10,1	2067	1910	80	80	25	25	15		330	940	1,50	214	640	57,5
60	13,0	2417	1910	100	100	25	25	20		420	1200	1,50	238	770	57,0
80	17,4	2487	2230	100	100	25	25	20		450	1200	1,50	420	1260	58,5
90	19,5	2487	2230	100	100	25	25	20		620	1200	2,25	546	1638	59,5
100	21,7	2875	2470	125	125	50	50	20		680	1500	2,25	575	1710	61,0
125	27,1	3030	2900	125	125	50	50	20		8330	1500	2,25	589	1767	60,5
150	32,4	3030	2900	150	150	50	50	20		950	1500	2,25	605	1820	61,0
175	38,0	3100	3400	150	150	50	50	25	25	1150	1960	3,75	753	2260	61,5
200	43,4	3200	3400	150	150	50	50	25	25	1250	1960	3,75	778	2350	62,5
225	48,5	3200	3400	150	150	50	50	25	25	1350	1960	3,75	810	2430	62,5
250	54,2	3760	4030	200	200	80	80	32	32	1750	2400	5,50	990	2970	56,5
300	65	3860	4030	200	200	80	80	32	32	2200	2400	7,50	1040	3140	57,5
350	76	4160	4760	200	200	80	80	32	32	2200	2400	7,50	1750	3705	61,0
400	86,7	4300	4760	200	200	80	80	32	32	2600	3000	11,00	2080	4100	61,0
500	109	4650	5600	250	250	100	100	50	50	2600	3000	11,00	2850	7360	62,5
600	130	5360	6600	250	250	100	100	50	50	3750	3400	15,00	4325	10735	66,0
700	152	5360	6600	250	250	100	100	50	50	3750	3400	15,00	4410	10950	66,0
800	174	6280	7600	300	300	100	100	80	80	5000	3700	22,00	6580	15300	74,0
1000	217	6280	7600	300	300	100	100	80	80	5400	3700	22,00	6700	15680	74,0

Chú thích:

H - chiều cao tháp (cả mô-tơ)
 D - đường kính ngoài của tháp
 of - đường chảy tràn
 fv - van phao

in - đường nước vào
 out - đường nước ra
 dr - đường xả
 qs - cấp nước nhanh

Lưu lượng nước là lưu lượng định mức. Thí dụ: với tháp FRK60 lưu lượng định mức là 13,0 l/s cho 1 tấn lạnh.

Bảng 8-23. Vật liệu tiêu chuẩn chế tạo tháp giải nhiệt FRK

Kiểu FRK	8 ÷ 25	30 ÷ 50	60 ÷ 90	100 ÷ 150	175 ÷ 225	250 ÷ 300	350 ÷ 500	600 ÷ 1000
Kiểu truyền động	trực tiếp					đai thang		hộp số
Cánh quạt	PC		FPR hợp kim					
Mô tơ	TEFC 380 V/3 ph/50 Hz							
Giá đỡ mô tơ	thép mạ kẽm							
Bảo vệ mô tơ			thép mạ kẽm					
Vỏ tháp	FRP							
Bồn nước	FRP							
Tăng hút							FRP	
Dàn phun	polycarbonat/PVC		hợp kim nhôm và PVC					
Cánh chặn	FRP (polyester gia cường bằng sợi thủy tinh)							
Lưới gió	FRP và PVC							
Chân đỡ tháp	FRP						thép mạ kẽm	
Thang			thép mạ kẽm					
Lỗ nối ống	ống PVC							
Giá đỡ khối đệm	PC	PC và GI		thép mạ kẽm				
Khối đệm	màng PVC cứng, dập định hình, hiệu suất cao							
FRP: Polyester gia cường bằng sợi thủy tinh; PC: Polycarbonat								

Thí dụ 8-12. Hãy tính tháp giải nhiệt, cho biết $Q_0 = 250$ kW

- Máy làm lạnh nước cho hệ thống điều hoà không khí (Water cooled - Water Chiller).

Giải:

Đối với các máy làm lạnh nước có thể tính năng suất lạnh ra tồn lạnh như sau:

$$Q_0 = 250 \text{ kW} = 215000 \text{ kcal/h} = \frac{215000}{3204} = 66,35 \text{ tấn}$$

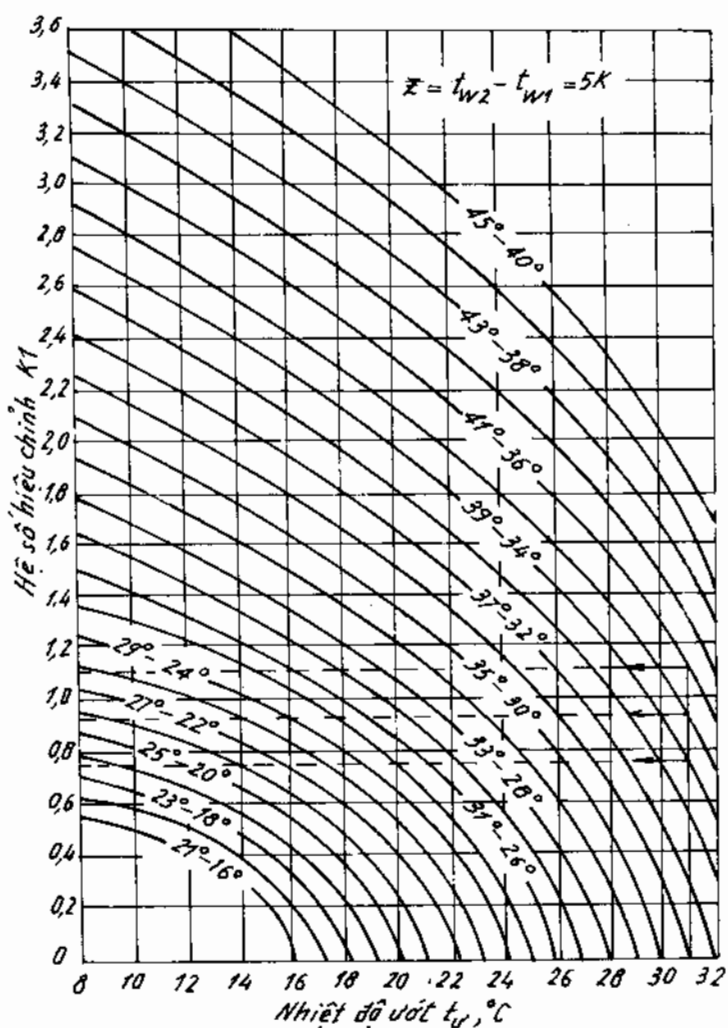
Vậy phải chọn tháp giải nhiệt FRK80.

Chú ý: Đối với các máy lạnh sâu (nhiệt độ bay hơi thấp ($< 0^\circ\text{C}$) và nhiệt độ ngưng tụ cao cần phải xác định chính xác Q_k sau đó tính nhanh như thí dụ 8-11).

Thí dụ 8-13. Hãy tính tháp giải nhiệt cho biết $Q_k = 250$ kW. Hệ thống lạnh lắp đặt tại Hà Nội. Xác định nhiệt độ vận hành với điều kiện vận hành tốt nhất, chấp nhận chi phí đầu tư cao cho tháp giải nhiệt.

Giải:

Điều kiện thời thiết tại Hà Nội theo chương 1:



Hình 8-29. Hệ số hiệu chỉnh k_1 phụ thuộc vào $Z = t_{w2} - t_{w1} = 5 \text{ K}$ và nhiệt độ ướt t_u .

$$t_1 = t_N = 37,2^\circ\text{C}$$

$$\varphi_1 = \varphi_N = 83\%$$

tra đồ thị $h-x$ (hình 1-1 hoặc hình 1-2b) được $t_u = 34,6^\circ\text{C}$.

Nếu chọn điều kiện vận hành tốt nhất thì nhiệt độ nước vào bình ngưng tụ là:

$$t_{w1} = t_u + 3,4^\circ\text{C} = 38^\circ\text{C}$$

$$t_{w2} = t_{w1} + \Delta t_w = 43^\circ\text{C}$$

Nhiệt độ ngưng tụ của môi chất lạnh sẽ là:

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_{\min} = 48^{\circ}\text{C}$$

Năng suất làm mát cần thiết:

$$Q = \frac{Q_k}{k}$$

Hệ số k tra trên đồ thị hình 8-29 được $k = 0,73$

$$Q = \frac{250 \text{ kW}}{0,73} = 342,5 \text{ kW}$$

Tính chuyển đổi sang tấn lạnh:

$$Q = 342,5 \cdot 860 = 294520 \text{ kcal/h} = \frac{294520}{3900} = 75,5 \text{ tấn}$$

Vậy có thể chọn tháp giải nhiệt FRK80.

Thí dụ 8-14. Hãy tính chọn tháp giải nhiệt, cho biết $Q_k = 250 \text{ kW}$. Tháp lắp đặt tại Hà Nội với điều kiện vận hành và đầu tư trung bình cho tháp.

Giải: Theo thí dụ 8-13 có:

$$t_1 = t_N = 37,2^{\circ}\text{C}$$

$$\varphi_N = 83\%$$

$$t_u = 34,6^{\circ}\text{C}$$

Với điều kiện vận hành trung bình lấy $t_{w1} = t_u + 4,4^{\circ}\text{C} = 39^{\circ}\text{C}$

Nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng là:

$$t_{w2} = t_{w1} + \Delta t_w = 44^{\circ}\text{C}$$

Nhiệt độ ngưng tụ sẽ là:

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_{\min} = 49^{\circ}\text{C}$$

Hệ số hiệu chỉnh $k = 0,92$

vậy:
$$Q_k = \frac{250}{0,92} = 271,7 \text{ kW}$$

Tính chuyển: $Q_k = 59,92 \text{ tấn}$.

Chọn tháp giải nhiệt FRK60.

Thí dụ 8-15. Hãy tính chọn tháp giải nhiệt, cho biết $Q_k = 250 \text{ kW}$. Tháp lắp đặt tại Hà Nội, điều kiện vận hành khác nghiệt, tiết kiệm vốn đầu tư cho tháp.

Giải: Theo thí dụ 8-13 có:

$$t_1 = t_N = 37,2^{\circ}\text{C}$$

$$\varphi_N = 83\%$$

$$t_u = 34,6^{\circ}\text{C}.$$

Với điều kiện vận hành khắc nghiệt, có thể lấy

$$\text{Nhiệt độ nước ra khỏi tháp: } t_{w1} = t_u + 5,4^{\circ}\text{C} = 40^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Nhiệt độ nước vào tháp là: } t_{w2} = t_{w1} + \Delta t_w = 45^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Nhiệt độ ngưng tụ lên tới: } t_k = t_{w2} + \Delta t_{\text{min}} = 50^{\circ}\text{C}$$

Hệ số hiệu chỉnh tra đồ thị $k = 1,1$.

Tải nhiệt:

$$Q = \frac{Q_k}{1,1} = 227,3 \text{ kW}$$

Tính đối: $Q = 50,1$ tấn.

Như vậy có thể chọn tháp FRK50.

Từ 3 thí dụ 8-13, 8-14 và 8-15 ta thấy, nếu chọn tháp FRK-50, máy lạnh sẽ làm việc rất nặng nề nhưng tháp giải nhiệt nhỏ, đầu tư ban đầu ít. Nếu chọn tháp FRK80, điều kiện làm việc của máy lạnh nhẹ nhàng hơn, điện năng tiêu tốn ít hơn nhưng đầu tư ban đầu lớn hơn và nếu cải thiện hơn nữa điều kiện vận hành của máy lạnh (máy làm việc nhẹ nhàng, năng suất lạnh tăng, công nén giảm, tiêu tốn điện năng giảm) thì chọn FRK80 như thí dụ 8-13. Khi đó vốn đầu tư lại cao. Ở điều kiện thời tiết Hà nội nên chọn tháp giải nhiệt lớn như thí dụ 8-13.

TÍNH CHỌN MÁY LẠNH MỘT CẤP

9.1 ĐẠI CƯƠNG

Như đã giới thiệu ở chương 7, để tạo điều kiện thuận lợi cho người sử dụng máy và thiết bị lạnh cũng như để tạo điều kiện thuận lợi cho việc bảo trì, vận chuyển, bảo quản, lắp ráp, sửa chữa, thay thế và vận hành, các máy và thiết bị lạnh càng ngày càng được cung cấp nhiều hơn dưới dạng tổ hợp hoặc máy lạnh hoàn chỉnh.

Ngày nay, phần lớn các máy lạnh nhỏ và trung bình đều được cung cấp dưới dạng hoàn chỉnh như tủ lạnh gia đình và thương nghiệp, các máy lạnh phục vụ cho các buồng lạnh của các cơ sở thương nghiệp và đời sống, các máy lạnh trên ô tô, tàu hỏa và tàu thủy. Ngay cả một số máy lạnh cỡ lớn và rất lớn dùng cho kho lạnh hoặc cho các hệ thống điều hoà không khí cũng được cung cấp dưới dạng hoàn chỉnh: máy sản xuất nước muối lạnh hoặc máy sản xuất nước lạnh, năng suất lạnh đến hàng triệu kcal/h, khối lượng đến hàng chục tấn.

Ngoài các máy lạnh hoàn chỉnh, máy và thiết bị lạnh còn được cung cấp dưới dạng tổ hợp như: tổ máy nén một cấp, hai cấp, tổ máy nén bình ngưng, tổ máy nén dàn ngưng...

Bởi vậy, nhiều khi không cần phải tính chọn máy từng thiết bị riêng lẻ để lắp ráp thành hệ thống mà ta chỉ cần chọn một máy lạnh hoàn chỉnh hoặc vài ba tổ phù hợp để ghép lại thành một hệ thống hoàn chỉnh.

Tiến hành tính chọn máy lạnh hoặc tổ máy nén ngưng tụ theo một trong ba phương pháp sau:

1) theo thể tích hút lý thuyết (thể tích pittông quét được) của máy nén trong hệ thống máy lạnh hoặc tổ hợp;

2) theo đồ thị năng suất lạnh mà nhà chế tạo cung cấp trong catalog của máy $Q_0 = f(t_0, t_k)$;

3) theo bảng giá trị năng suất lạnh của máy hoặc của tổ hợp do nhà chế tạo cung cấp theo catalog hoặc lý lịch máy.

Phương pháp thứ nhất chính là phương pháp tính toán nhiệt máy nén như đã giới thiệu trong chương 7.

Phương pháp này đáng tin cậy nhất. Khi tính toán hệ số cấp λ cần biết chính xác các thông số của máy nén như thể tích chết, các kích thước hình học của xilanh, pittông, số vòng quay động cơ...

Phương pháp thứ hai cũng đã được giới thiệu ở chương 7. Các đồ thị năng suất lạnh biểu diễn trên hình VII-6 và VII-7 cho một số máy nén П40, 60, 80 và А110, 165 và 220. Độ chính xác của phương pháp này không cao, vì các kết quả biểu diễn trên đồ thị là giá trị trung bình của các kết quả thử nghiệm nhiều lần các thiết bị trên tại nhà máy. Phương pháp này đảm bảo dự toán nhanh chóng cỡ máy, số lượng máy cần sử dụng.

Khi chỉ biết năng suất lạnh tiêu chuẩn, phải biết sử dụng biểu thức (7-26) để tính năng suất lạnh Q_0 ở chế độ thực. Như vậy cần phải xác định cả chu trình tiêu chuẩn và chu trình thực tế để tính q_v , q_{vTC} , λ và λ_{TC} .

Phương pháp thứ ba cũng tương tự như phương pháp đồ thị. Điều khác biệt duy nhất là các giá trị Q_0 phụ thuộc vào nhiệt độ ngưng tụ và bay hơi không biểu diễn trên đồ thị mà ghi trong bảng, cho từng cặp t_k và t_0 thay đổi. Nếu không tìm được cặp t_k và t_0 đúng với chế độ cần thiết kế phải dùng phương pháp nội suy để tính ra Q_0 .

Trong các bảng và đồ thị các giá trị đều tính theo nhiệt độ quá nhiệt và quá lạnh tiêu chuẩn. Nếu các nhiệt độ này ở chế độ thực không tương ứng với chế độ tiêu chuẩn thì kết quả có thể có sai số. Việc kiểm tra và dự tính sai số tương đối khó khăn. Bởi vậy, phương pháp thứ nhất vẫn là phương pháp tính toán chính xác, còn các phương pháp khác chỉ nên dùng để tham khảo và để dự tính nhanh máy và hệ thống lạnh.

9.2 TÍNH CHỌN MÁY LẠNH NHỎ

Cũng như các máy lạnh lớn, để chọn được các máy lạnh nhỏ trước hết phải xác định được tải nhiệt của máy nén:

$$Q_{OMN} = \Sigma Q_i,$$

ΣQ_i - tổng các dòng nhiệt tổn thất của buồng lạnh.

Để đảm bảo máy lạnh làm việc có hệ số an toàn cao, có thể chọn máy lạnh có năng suất lạnh lớn hơn 25 đến 30% giá trị tính toán, vì hệ số làm việc không nên vượt quá 0,7.

Các tủ lạnh, quầy lạnh, buồng lạnh nhỏ có thể sử dụng các máy lạnh kiểu kín có năng suất lạnh tiêu chuẩn từ 0,4 đến 3,3 kW, công suất động cơ có từ 0,2 đến 1,4 kW ký hiệu BC và BH sử dụng máy nén kín kiểu $\Phi\Gamma$ do Nga sản xuất. Cũng có thể sử dụng các loại máy nén hở kiểu ΦAK , năng suất lạnh tiêu chuẩn 700, 1100 và 1500 kcal/h, công suất động cơ 0,6; 1,1 và 1,7 kW.

Nếu kho lạnh lớn hơn, có một vài buồng lạnh với các nhiệt độ giống nhau có thể sử dụng các máy ИФ-49, AK-ФВ4М, ИФ-56М và AK-ФВ6. Các máy này phục vụ cho các kho lạnh có các buồng lạnh nhỏ giống nhau, tuy nhiên chúng không có các thiết bị đặc biệt để khống chế nhiệt độ chính xác trong các buồng. Nhiệt độ của các buồng có thể khác nhau chút ít và tùy thuộc vào nhiệt tải buồng, diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của dàn bay hơi...

Bảng 9-1 giới thiệu một số thông số kỹ thuật của các loại máy lạnh nhỏ này. Hình 9-1 và 9-2 giới thiệu sự phụ thuộc của năng suất lạnh và công suất hữu ích vào nhiệt độ bay hơi và nhiệt độ không khí trường hợp máy có dàn ngưng làm mát bằng không khí.

Nếu kho lạnh yêu cầu có ba đến bốn buồng lạnh với diện tích tổng thể từ 30 đến 50 m³, các buồng lạnh không cần giữ nhiệt độ chính xác thì có thể sử dụng các máy lạnh ký hiệu XM1-6, XMB1-6, XM1-9 và XMB1-9. Các máy lạnh này có thể tạo nhiệt độ buồng lạnh khác nhau bởi vì chúng được trang bị các thiết bị tự động để khống chế nhiệt độ yêu cầu trong buồng lạnh, thermostat cho tín hiệu ngắt mạch van điện từ. Van điện từ đóng lại, ngừng cấp môi chất lạnh lỏng cho dàn bay hơi của buồng đó. Khi nhiệt độ tăng vượt quá mức cho phép, thermostat cho tín hiệu đóng mạch van điện từ. Van điện từ mở ra để môi chất đi vào dàn lạnh. Để có thể duy trì áp suất hút trong giới hạn tối ưu khi có được nhiệt độ cần thiết có thể chỉ ngắt nửa số dàn bay hơi bằng van điện từ, còn nửa kia vẫn cấp lỏng. Để đảm bảo áp suất hút không bị tụt xuống dưới mức tiêu chuẩn, cần bố trí role áp suất thấp phía hút. Ưu điểm của máy lạnh có nhiều chế độ là tiết kiệm diện tích buồng máy, thí dụ, thay vì phải dùng ba máy ИФ-49 cho ba buồng lạnh có nhiệt độ khác nhau, ta chỉ cần một máy AK1-9.

Nhược điểm của loại máy này là độ tin cậy thấp vì quá nhiều thiết bị tự động để trực trực và năng suất lạnh phải thay đổi nhiều trong quá trình làm việc. Do nhiều thiết bị tự động nên giá thành cũng tăng.

Bảng 9-1. Thông số kỹ thuật của một số máy lạnh nhỏ

Thông số kỹ thuật	ИФ-49М	ИФ56М	АК-ФВ4М	АК-ФВ6	ХМ1-9	ХМБ1-6	ХМ1-9	ХМБ1-9
Số buồng lạnh	1 ÷ 2	1 ÷ 2	1 ÷ 2	1 ÷ 2	3	3	4	4
Năng suất lạnh, kW	3,5	3,4	3,5	7,0	7,0	7,0	10,5	10,5
(TC) kcal/h	3 000	2 900	4 600	6 000	6 000	6 000	9 000	9 000
Công suất yêu cầu, kW	1,7	1,8	2,3	3,2	3,0	3,5	4,5	5,3
Khối lượng môi chất, kg	10	10	15	28	2,5	30	35	40
Khối lượng dầu, kg	3	3	3	4	5	5	8	8
Khối lượng máy, kg	300	365	390	450	850	850	1 500	1 450
Tổ máy nén + ngưng tụ								
Ký hiệu	Ф-00А	ИФ-00	АК-ФВ4М	АКФВ-6	АК1-6М	АКВ1-6	АК1-9	АКВ1-9
Công suất động cơ, kW	2,8	2,2	3,0	3,0	-	-	-	-
Máy nén								
Ký hiệu	ФВ4	ФВ4	ФВ4	ФВ6	2ФВБС6	2ФВБС6	2ФУБС9	2ФУБС9
Số xilanh	2	2	2	2	2	2	4	4
Đường kính xilanh	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5
Hành trình pittông	50	50	50	50	50	50	50	50
Vòng quay, vg/ph	650	650	960	1440	1440	1440	960	960
$V_n, 10^{-3} m^3/s$	3,83	3,83	5,75	8,41	8,61	8,61	11,5	11,5
Công suất động cơ, kW	-	-	-	-	3,1	3,1	5,0	5,0
Thiết bị ngưng tụ								
Làm mát bằng	Nước	Không khí	Nước	Nước	Nước	Không khí	Nước	Không khí
Diện tích bề mặt ngoài, m ²	3,0	14,0	2,0	2,7	2,7	40	4,3	70
Thiết bị bay hơi								
Ký hiệu	ИРСН-10	ИРСН-10	ИРСН-12,5	ИРСН-12,5	ИРСН-12,5	ИРСН-12,5	ИРСН-12,5	ИРСН-12,5
Số lượng	4	4	4	6	12	12	20	20
Diện tích bề mặt, m ²	10	10	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Khối lượng	29	29	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6
Kích thước	1670 x 160 x 450	1670 x 160 x 450	2040 x 160 x 450	2040 x 160 x 450	2040 x 160 x 450	2040 x 160 x 450	2040 x 160 x 450	2040 x 160 x 450
Số lượng van tiết lưu nhiệt	2	2	2	2	6	6	10	10

Sau khi tính toán nhiệt máy lạnh, căn cứ vào các thông số và đặc tính kỹ thuật của máy lạnh ta có thể chọn được một máy phù hợp với năng suất lạnh yêu cầu. Căn cứ vào số buồng cần lắp đặt và số dàn bay hơi cung cấp theo thiết bị mà bố trí bao nhiêu dàn cho buồng nào. Đây là vấn đề khá nan giải vì số lượng dàn bay hơi ít, tải nhiệt của các buồng lại không đều nhau nên dẫn đến trường hợp buồng thì thừa, buồng thì thiếu diện tích trao đổi nhiệt. Khi đó tùy vào tính chất sử dụng hoặc tính chất quan trọng của các buồng mà sắp xếp các dàn bay hơi sao cho hợp lý nhất.

Diện tích yêu cầu của bề mặt truyền nhiệt được xác định theo biểu thức:

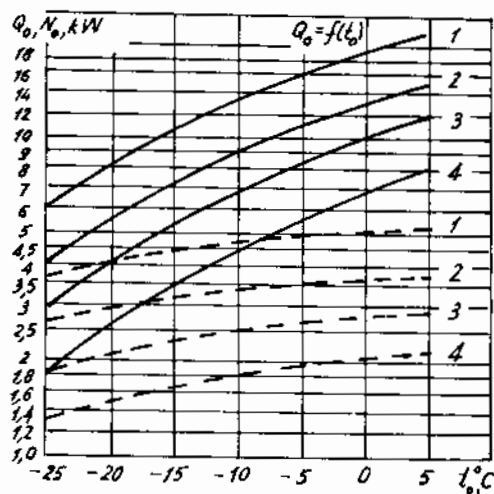
$$F = \frac{Q_{\text{trb}}}{k \cdot \Delta t},$$

Q_{trb} - tải nhiệt thiết bị, W;

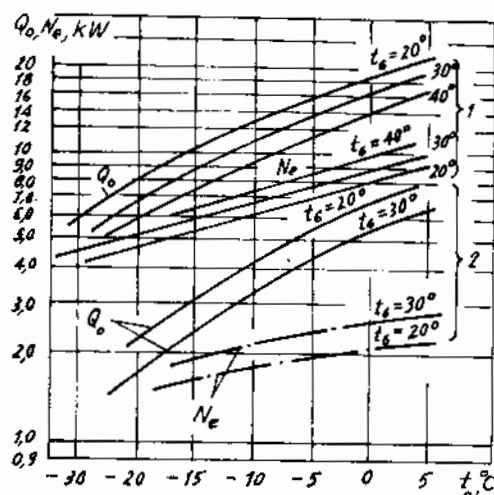
k - hệ số truyền nhiệt, W/m²K;

Δt - hiệu nhiệt độ trung bình giữa không khí trong buồng và nhiệt độ sôi, K;

Lấy $k = 1,5 \div 2,5$ W/m².K cho dàn tĩnh có cánh và bằng $12 \div 14$ W/m².K cho dàn quạt có cánh. Hiệu nhiệt độ Δt cho dàn tĩnh là $14 \div 16^{\circ}\text{C}$ và cho dàn quạt là $9 \div 11^{\circ}\text{C}$.



Hình 9-1. Đặc tính máy lạnh nhỏ làm mát bằng nước
1. ARФУ-8; 2. ARФВ6; 3. ARФИ-4M; 4. HФ-49



Hình 9-2. Đặc tính máy lạnh nhỏ làm mát bằng không khí:
1. ARФВ1-6; 2. HФ-56M.

9.3 TÍNH KIỂM TRA THIẾT BỊ LẠNH

Sau khi đã chọn được thiết bị lạnh, chọn được số dàn bay hơi lắp đặt cho từng buồng ta có thể tính kiểm tra lại thiết bị lạnh. Mục đích là xác định lại nhiệt độ thiết lập trong các buồng khi máy lạnh làm việc liên tục (hệ số thời gian làm việc $b = 1$), hệ số thời gian làm việc là tỉ số của thời gian làm việc trong một chu kỳ trên tổng thời gian nghỉ và làm việc của chu kỳ. Mục đích thứ hai là xác định thời gian làm việc và nhiệt độ sôi để đạt được nhiệt độ cho trước trong buồng khi diện tích bề mặt dàn bay hơi lắp đặt thiếu so với tính toán.

Đầu tiên ta xét trường hợp khi máy lạnh phục vụ cho một buồng lạnh duy nhất:

Các thông số đã biết:

1) Nhiệt độ bên ngoài t_n , dòng nhiệt tổn thất vào buồng lạnh Q , bao gồm hai dòng nhiệt thành phần chính là Q_1 nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che và Q_2 là dòng nhiệt do sản phẩm toả ra.

2) Tổn thất nhiệt riêng qua kết cấu bao che kF (tích của hệ số truyền nhiệt qua kết cấu bao che và diện tích kết cấu bao che).

3) Tải nhiệt riêng của dàn lạnh $k_d \cdot F_d$.

4) Đặc tính của máy nén, nghĩa là sự phụ thuộc của năng suất lạnh máy nén vào nhiệt độ t_0 :

$$Q_{OMN} = f(t_0).$$

Trước hết cần xác định nhiệt độ thiết lập trong buồng lạnh trước khi máy lạnh làm việc liên tục ($b = 1$).

Khi phân tích nhiệt độ thiết lập trong buồng có thể tìm được biểu thức cân bằng nhiệt:

$$a) Q = Q_d \text{ nên } kF + MC (t_1 - t_b) = k_d \cdot F_d (t_b - t_0)$$

$$b) Q_{OMN} = Q_d; f(t_0) = k_d \cdot F_d (t_b - t_0)$$

M - lượng hàng nhập vào buồng lạnh, kg/s;

C - nhiệt dung riêng của sản phẩm, kJ/kgK;

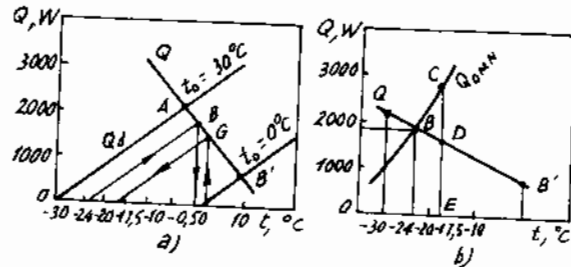
t_1 - nhiệt độ sản phẩm khi đưa vào buồng lạnh;

t_b - nhiệt độ buồng lạnh.

Có thể dùng phương pháp đồ thị để giải phương trình trên như sau:

Cần phải dựng hai đồ thị (hình 9-3 a và 9-3 b):

1) Nhiệt tải phụ thuộc vào nhiệt độ trong buồng t_b . Nhiệt tải trên đồ thị này gồm nhiệt tải buồng Q ở chế độ nhiệt độ đã cho trước. Q chỉ có một đường duy nhất phụ thuộc vào t_b vì các giá trị khác đã cho và coi là không đổi:



Hình 9-3. Xác định nhiệt độ thiết lập trong buồng lạnh bằng phương pháp đồ thị.

$$Q = kF(t_n - t_b) + MC(t_1 - t_b).$$

Ở đây t_n và t_1 là cố định. Ta có thể biến đổi phương trình trên thành phương trình bậc nhất:

$$Q = kFt_n + MCt_1 - (kF + MC)t_b.$$

Hàm Q là một đường thẳng, ta có thể tính toán với những số liệu đã cho được hai điểm bất kỳ và dựng đồ thị của Q qua hai điểm đó.

Q_d - nhiệt độ dàn là các đường song song và cũng được xác lập qua hai điểm với $t_0 = \text{const}$ và t_b thay đổi. Với mỗi $t_0 = \text{const}$ ta có một đường Q_d (hình 9-3a).

2) Trên hình 9-3b là đồ thị $Q-t_0$: nhiệt tải (và năng suất lạnh) phụ thuộc vào nhiệt độ bay hơi của môi chất lạnh trong dàn.

Với t_n không đổi đã cho, ta dựng được một đường biến thiên của năng suất lạnh máy lạnh vào nhiệt độ sôi t_0 : $Q_{0MN} = f(t_0)$.

Với các điểm cắt của Q và Q_d trên hình 9-3a xác định được Q ở các nhiệt độ sôi khác nhau, thí dụ ở -30°C : điểm A, ở 0°C : điểm B'. Từ hai điểm trên ta có thể dựng được quan hệ $Q = f(t_0)$ trên đồ thị 9-3b.

Điểm cắt của Q và Q_{0MN} , tìm được điểm B. Dóng xuống trục hoành tìm được nhiệt độ sôi của môi chất khi máy lạnh làm việc liên tục (hệ số thời gian làm việc $b = 1$). Dóng sang trục tung ta xác định được năng suất lạnh của máy lạnh cũng như tải lạnh Q của buồng.

Với tải lạnh Q vừa tìm được xác định điểm B trên đồ thị hình 9-3a. Có nhiều cách xác định B: đơn giản nhất là qua giá trị Q , hoặc từ t_0 (thí dụ bằng -24°C) kẻ đường song song với Q_d . Từ B trên hình 9-3a dóng xuống trục hoành, tìm được nhiệt độ trong buồng khi máy làm việc liên tục.

Sử dụng hình 9-3 a, b cũng có thể tính toán được hệ số làm việc của máy lạnh khi nhiệt độ buồng đã cho trước. Từ nhiệt độ buồng đã cho dựng một đường thẳng đứng trên hình 9-3a, gặp Q tại G . Từ G kẻ đường song song với Q_d . Điểm cắt với trục hoành cho nhiệt độ bay hơi. Từ nhiệt độ bay hơi vừa tìm được kẻ một đường vuông góc với trục hoành trên hình 9-3b gặp Q ở D và Q_{OMN} tại C . Đoạn ED chính là tải lạnh của buồng ở chế độ đã cho và EC là năng suất lạnh của máy nén. Tỷ số ED/EC chính là hệ số làm việc của máy lạnh ở nhiệt độ buồng đã cho.

Nếu như một máy lạnh phục vụ cho hai buồng lạnh, thì nhiệt độ xác lập trong mỗi buồng cũng có thể được xác định bằng phương pháp đồ thị. Chỉ cần lưu ý rằng điểm cắt cần tìm giữa đường $Q_{OMN} = f(t_b)$ và $Q = f(t_b)$ là điểm cắt của đường đặc tính máy nén Q_{OMN} và Q là tổng của dòng nhiệt vào cả hai buồng.

Thí dụ 9-1. Máy lạnh HΦ-49M làm lạnh buồng bảo quản hàng của nhà ăn tập thể diện tích 20 m^2 .

Dòng nhiệt riêng qua kết cấu bao che $q_t = k.F = 50 \text{ W/K}$. Khối lượng hàng đưa vào buồng là $1,5 \text{ t/ngày}$ đêm. Nhiệt dung riêng trung bình $C = 4 \text{ kJ/kgK}$, nhiệt độ bên ngoài là 28°C .

Hãy xác định nhiệt độ trong buồng khi máy lạnh làm việc liên tục và hệ số thời gian làm việc khi nhiệt độ trong buồng lạnh là 2°C .

Giải:

Trên đồ thị $Q - t_b$ cần phải xác định được quan hệ phụ thuộc của dòng nhiệt vào buồng phụ thuộc vào nhiệt độ buồng.

Lượng sản phẩm đưa vào buồng $M = 1,5 \text{ t}/24 \text{ h} = 0,0173 \text{ kg/s}$. Nhiệt độ ban đầu của sản phẩm đưa vào buồng lấy $t_1 = 5^\circ\text{C}$. Bởi vì máy lạnh được trang bị bốn dàn bay hơi với diện tích mỗi dàn 10 m^2 nên:

$$k_d \cdot F_d = 2 \cdot 4 \cdot 10 = 80 \text{ W/K}, (k_d = 2 \text{ W/m}^2\text{K}; F_d = 4 \cdot 10 \text{ m}^2).$$

$$Q = (50 \cdot 28 + 0,0173 \cdot 4000 \cdot 5) - (50 + 0,0173 \cdot 4000) t_b$$

$$Q = 1746 - 119 t_b.$$

Đường thẳng Q được xác định trên hình 9-3a qua hai điểm:

$$t_b = -10^\circ\text{C} \rightarrow Q = 1746 + 119 \cdot 10 = 2936 \text{ W}$$

$$t_b = 10^\circ\text{C} \rightarrow Q = 1746 - 119 \cdot 10 = 556 \text{ W}$$

Vẽ trên hình 9-3a các đường đặc tính của dàn lạnh như sau:

Khi $t_b = -30^\circ\text{C}$ xác định $Q_d (t_b = -30^\circ\text{C})$ qua hai điểm:

$$t_b = -30^\circ\text{C} \rightarrow Q_d = 0$$

$$t_h = 30^{\circ}\text{C} \rightarrow Q_d = 80(t_h - t_0) = 80 \cdot 30 = 2400 \text{ W}.$$

Khi $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ xác định Q_d qua một điểm:

$$t_h = 0^{\circ}\text{C} \rightarrow Q_d = 0$$

Chỉ cần xác định một điểm vì tất cả các đường Q_d ở các nhiệt độ sôi khác nhau đều chạy song song với nhau. Từ điểm $(t_h = 0, Q_d = 0)$, kẻ đường thẳng song song với Q_d ($t_0 = -30^{\circ}\text{C}$).

Để vẽ được đường tải nhiệt phòng $Q = f(t_0)$ trên đồ thị $Q - t_0$ (hình 9-3b) cần phải xác định được hai điểm cần thiết: ở đây chọn hai điểm: A và B'. Điểm A có nhiệt độ $t_0 = -30^{\circ}\text{C}$, Q bằng đoạn từ trục hoành đến A. B' có nhiệt độ $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ và Q bằng đoạn từ trục hoành đến B'.

Sau đó vẽ đường $Q_{0MN} = f(t_0)$ theo các giá trị đã cho ở catalog máy lạnh.

Điểm cắt của hai đường trên hình 9-3b là B. Dóng xuống trục hoành ta tìm được $t_0 = -24^{\circ}\text{C}$. Vậy khi máy lạnh làm việc liên tục, nhiệt độ bay hơi đạt $t_0 = -24^{\circ}\text{C}$. Quay lại đồ thị 9-3a, kẻ một đường thẳng song song với Q_d đi qua nhiệt độ -24°C , đường này cắt Q tại B. Từ B dóng xuống trục hoành ta tìm được nhiệt độ trong buồng $t_h = -0,5^{\circ}\text{C}$.

Vậy khi máy lạnh làm việc liên tục nhiệt độ trong buồng đạt $-0,5^{\circ}\text{C}$.

Trường hợp nhiệt độ trong buồng là 2°C , muốn xác định hệ số thời gian làm việc ta làm như sau:

Trên hình 9-3a từ $t_0 = 2^{\circ}\text{C}$, trên trục hoành dóng lên gặp Q ở G. Từ G kẻ đường song song với Q_d gặp trục hoành ở $-17,5^{\circ}\text{C}$. Vậy nhiệt độ $t_0 = -17,5^{\circ}\text{C}$. Với giá trị này ta giống một đường vuông góc từ trục hoành lên gặp Q ở D và gặp Q_{0MN} ở C.

Hệ số thời gian làm việc:

$$b = \frac{DE}{CE} = \frac{1500 \text{ W}}{2900 \text{ W}} = 0,52$$

9.4 CHỌN MÁY LẠNH CỖ TRUNG VÀ LỚN

Máy lạnh và các tổ máy cỡ trung sử dụng cho các kho lạnh dung tích $12 \div 150\text{t}$.

Trong các kho lạnh sử dụng máy lạnh trực tiếp có thể dùng tổ máy nén bình ngưng amoniác AK-AB22/A2, AK-AB22/A1, AK-AY45/A1, AK-AY45/A2, AK-AYY90/A2 và AK-AYY90/A1. Các tổ máy nén bình ngưng bao gồm: máy nén, động cơ, bình ngưng, bình tách dầu, bảng dụng cụ, bảng điều khiển. Các thông số kỹ thuật cơ bản của tổ máy nén bình ngưng loại này giới thiệu trong bảng 9-2. Những tổ trên khi lắp hoàn chỉnh với bình bay hơi làm lạnh nước muối thành các máy lạnh hoàn chỉnh: XM-AB22/A2,

XM-AB22/A1, XM-AY45/A1, XM-AY45/A2, XM-AYY90/A2 và XM-AYY90/A1 (xem hình 9-4).

Các chữ AK để chỉ tổ máy nén bình ngưng, XM để chỉ máy lạnh hoàn chỉnh, AB, AY, AYY để chỉ kiểu máy nén amoniác, xanh bố trí đứng, chữ V và chữ W. Tất cả các máy lạnh làm việc tự động làm lạnh nước muối. Nhiệt độ bay hơi của amoniác từ -30 đến 0°C tương ứng với nhiệt độ nước làm mát bình ngưng từ +1 đến +30°C. Có thể dùng tổ máy nén bình ngưng với các dàn lạnh trực tiếp để tạo ra hệ thống lạnh trực tiếp.

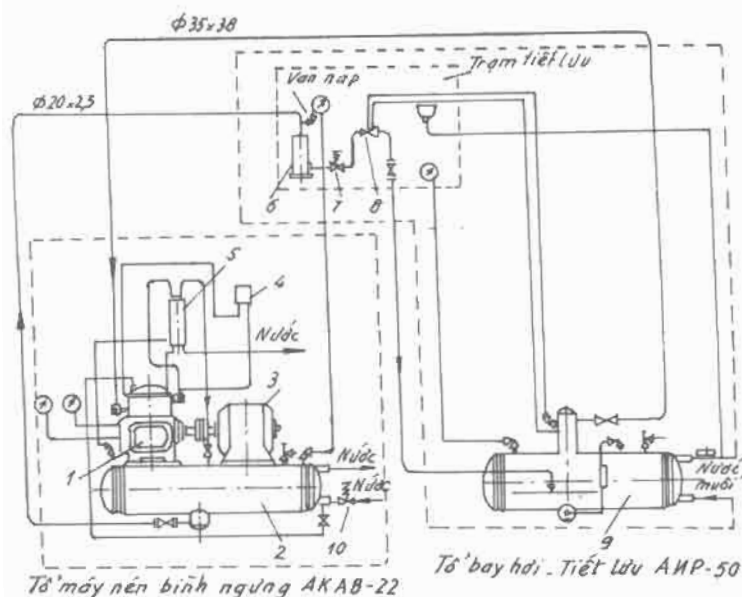
Bảng 9-2. Máy lạnh amoniác cỡ trung (Tổ máy nén bình ngưng)

Thông số kỹ thuật	XM-AB 22/A2	XM-AB 22/A1	XM-AY 45/A2	XM-AY 45/A1	XM-AYY 90/A2	XM-AYY 90/A1
Năng suất lạnh ở $t_0 = -15^{\circ}\text{C}$, $t_k = 30^{\circ}\text{C}$, Kw	19	27	38	54	75	110
Công suất điện yêu cầu ở điều kiện đã cho, kW	4,6	8,0	9,8	15,6	21,3	36,0
Kiểu máy nén	AB22	AB22	AY45	AY45	AYY90	AYY90
Thể tích nén lý thuyết, m ³ /s	0,0118	0,0178	0,0236	0,0356	0,0472	0,0712
Công suất động cơ lắp đặt, kW	10	13	22	30	40	55
Thiết bị ngưng tụ	KTT-4	KTT-6	KTT-9	KTT-13	KTT-18	KTT-26
Tiêu tốn nước làm mát TBNT						
- Nước một lần, m ³ /h	5	7	10	14	20	28
- Nước tuần hoàn, m ³ /h	10	14	20	28	40	56
Thiết bị bay hơi	HTE-6	HTE-9	HTE-13	HTE-18	HTE-26	HTE-36
Kích thước bao bì, mm						
đài	2750	2750	2750	2750	2750	2750
rộng	840	840	870	870	1030	1030
cao	1140	1140	1250	1250	1425	1425
Khối lượng (không dầu và môi chất), kg	940	940	1155	1155	2060	2060

Trong các hệ thống lạnh cỡ trung người ta cũng hay sử dụng các máy lạnh freon R22 và R12. Các máy lạnh làm lạnh nước muối môi chất lạnh R12 gồm: XMΦB-20, XMΦY-40 và XMΦYY-80 (hình 9-5); môi chất lạnh R22 gồm: XMΦB-22, XM22ΦY-45 và XM22ΦYY-90 (hình VI-7).

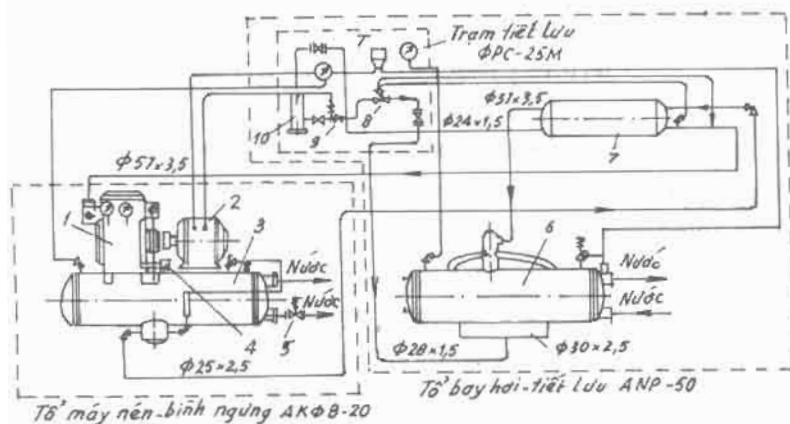
Các loại máy lạnh sử dụng môi chất lạnh freon R22 với các máy nén 22ΦB-22, 22ΦY-45 và 22ΦY-90 còn có ký hiệu ΦM22, ΦM45 và ΦM90.

Các máy lạnh loại này dùng để làm lạnh nước muối nhưng nếu sử dụng tổ máy nén bình ngưng với các dàn lạnh trực tiếp trong buồng ta cũng có thể tạo ra sơ đồ hệ thống lạnh trực tiếp.



Hình 9-4. Sơ đồ máy lạnh XMAB-22:

1. Máy nén AB-22; 2. Bình ngưng KTT-60; 3. Động cơ; 4. Rơle áp suất;
5. Bình tách dầu MOB-32M; 6. Phin ΦA-15; 7. Van điện tử; 8. Van tiết lưu tự động TPBA-40M; 9. Bình bay hơi ITI-9; 10. Van điện tử đường nước.



Hình 9-5. Sơ đồ máy lạnh cỡ trung freon R12 XMΦB-20:

1. Máy nén ΦB-20; 2. Động cơ điện; 3. Bình ngưng KTT12; 4. Rơle áp suất P1;
5. Van điện tử CBΦ40; 6. Bình ngưng ITP-25M; 7. Bình hồi nhiệt TΦ-50M; 8. Van tiết lưu nhiệt TPB-40; 9. Van điện tử CBΦ-25; 10. Phin sấy lọc OΦΦ-20M; T - Thermostat.

Bảng 9-3 giới thiệu đặc tính kỹ thuật của một số máy lạnh làm lạnh nước muối, môi chất lạnh R12 (đã ngừng chế tạo từ năm 1990) và bảng 9-4 giới thiệu đặc tính kỹ thuật của máy lạnh môi chất R22.

Bảng 9-3. Đặc trưng kỹ thuật của một số máy lạnh cỡ trung, môi chất lạnh R12

Đặc tính kỹ thuật	XMΦB-20Π	XMΦB-20I	XMΦY-40Π	XMΦY-40I	XMΦY-80Π	XMΦY-80I
Năng suất lạnh, kW $t_{n2} = -10^{\circ}\text{C}$ $t_{w1} = 22^{\circ}\text{C}$	16.6	25.5	32.5	50	65	98.5
Tổ máy nén bình ngưng	AKΦB-20Π	AKΦB-20I	AKΦY-40Π	AKΦY-40I	AKΦY-80Π	AKΦY-80I
Năng suất lạnh, kW $t_0 = -15^{\circ}\text{C}$ $t_{w1} = 22^{\circ}\text{C}$	17.5	27	35.5	54	70	105
Công suất điện yêu cầu, kW	6,0	8,6	10,0	17,5	23,0	35,0
Ký hiệu máy nén	ΦB-20	ΦB-20	ΦY-40	ΦY-40	ΦY-80	ΦY-80
Số vòng quay, v/gs	16	24	16,2	24,2	16,3	24,4
Công suất động cơ, kW	10	13	22	30	40	55
Điện áp, V	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380
Bình ngưng	KTP-9	KTP-12	KTP-18	KTP-25	KTP-35	KTP-50
Tổ bình bay hơi - Tiết lưu	AMP-32	AMP-50	AMP-60	AMP-100	AMP-130	AMP-200
Bình bay hơi	HTP-12	HTP-18	HTP-25	HTP-35	HTP-50	HTP-70

Đối với các kho lạnh lớn, người ta sử dụng các tổ hợp lạnh hoặc các máy lạnh lớn, ví dụ các tổ hợp và máy lạnh có máy nén Π110 và Π220 của Nga, môi chất amoniác hoặc freôn R22.

Các tổ máy nén bình ngưng amoniác AK110-72, AK220-72, AK220-7-3 và freôn R22 AK110-2-2, AK220-2-2, AK220-2-3 có thể sử dụng với các dàn lạnh trực tiếp để tạo thành hệ thống lạnh trực tiếp. Tổ máy nén bình ngưng gồm có máy nén, động cơ điện, bình ngưng và hệ thống điều khiển tự động. Trong các tổ máy nén bình ngưng amoniác, ngoài các thiết bị trên còn có thêm bình tách dầu. Bình ngưng là loại ống vò nằm ngang, môi chất lạnh ngưng tụ trong không gian giữa các ống. Trong bình ngưng amoniác, các ống trao đổi nhiệt là các ống thép trơn còn trong bình ngưng freôn là các ống đồng có cánh bên ngoài (phía freôn ngưng tụ). Những thông số kỹ thuật chính giới thiệu trong bảng 9-5 và trên hình 9-6 và hình 9-7.

Bảng 9-4. Đặc trưng kỹ thuật của một số máy lạnh cỡ trung, môi chất lạnh R22

Đặc tính kỹ thuật	XM22ФВ-22И	XM22ФВ-22І	XM22ФV-45И	XM22ФV-45І	XM22ФV-90И	XM22ФV-90І
Năng suất lạnh, kW $t_{n2} = -10^{\circ}\text{C}$ $t_{w1} = 22^{\circ}\text{C}$	17,5	25,3	35	52,5	70	105
Tổ máy nén bình ngưng	AK22ФВ-22И	AK22ФВ-22І	AK22ФV-45И	AK22ФV-45І	AK22ФV-90И	AK22ФV-90І
Năng suất lạnh, kW $t_0 = -15^{\circ}\text{C}$ $t_{w1} = 22^{\circ}\text{C}$	18,5	27,8	37	55	74	111,2
Công suất điện yêu cầu, kW	5,6	8,4	11,2	16,8	22,4	33,6
Ký hiệu máy nén	22ФВ-22	22ФВ-22	22ФV-45	22ФV-45	22ФV-90	22ФV-90
Số vòng quay, vg/s	16	24	16,2	24,2	16,3	24,5
Công suất động cơ, kW	10	13	22	30	40	55
Điện áp, V	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380
Bình ngưng	KTF-5	KTF-7	KTF-10	KTF-14	KTF-20	KTF-28
Bình bay hơi	HTF-7	HTF-10	HTF-14	HTF-20	HTF-28	HTF-40

Chú thích: t_{n2} - nhiệt độ nước muối ra khỏi bình bay hơi.

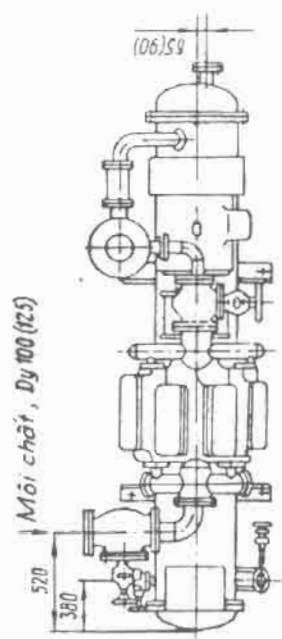
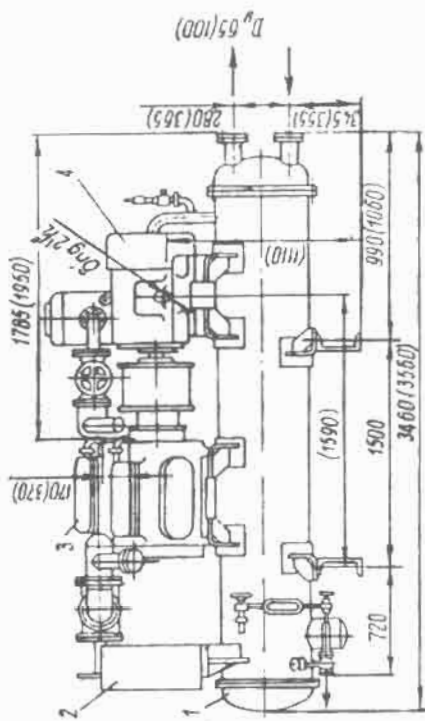
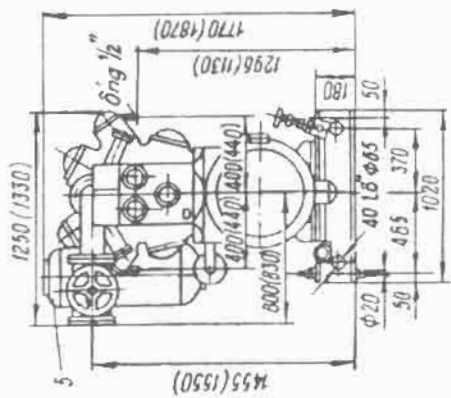
t_{w1} - nhiệt độ nước làm mát vào bình ngưng tụ.

t_0 - nhiệt độ bay hơi của freôn.

Các tổ máy nén-bình bay hơi AT110-2-1, AT220-2-0 và AT220-2-1 dùng để ghép với dàn bay hơi không khí, dùng để làm lạnh chất tải lạnh lỏng. Tổ bao gồm máy nén, động cơ, bình bay hơi và hệ thống tự động. Các đặc tính kỹ thuật của các tổ máy nén bình bay hơi này giới thiệu ở bảng 9-5.

Để làm lạnh nước muối và nước, Nga chế tạo các máy lạnh hoàn chỉnh môi chất lạnh MKT110-7-2, MKT110-7-3, MKT220-7-2, MKT220-7-3 và môi chất freôn R22: MKT110-2-1, MKT110-2-2, MKT220-2-0, MKT220-2-1, MKT220-2-2 và MKT220-2-3.

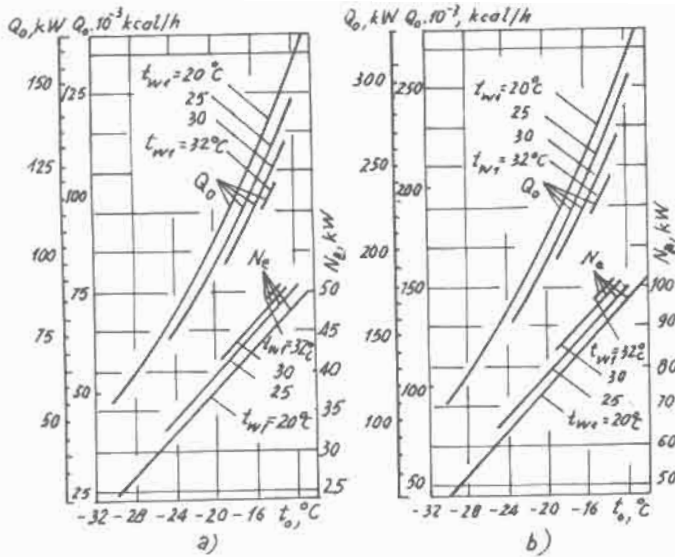
Bình ngưng của các máy lạnh là bình ngưng ống vỏ, đối với môi chất amoniác là các ống thép trơn, đối với freôn R22 là các ống đồng cánh nhôm. Bình bay hơi R22 cũng là các loại bình bay hơi ống vỏ nhưng là ống đồng và cánh nằm phía trong ống. Môi chất lạnh sôi trong ống còn chất tải lạnh đi bên ngoài trong không gian giữa các ống. Cấu trúc bình bay hơi kiểu này tránh được nguy cơ đóng băng chất tải lạnh trong ống trao đổi nhiệt.



Hình 9-6. Hình dáng và kích thước cơ bản tổ máy nén bình ngưng amoniac AK110 và AK220 (Các kích thước trong ngoặc của tổ AK220):
 1. Bình ngưng; 2. Bảng lắp dụng cụ; 3. Máy nén; 4. Động cơ; 5. Bình tách dầu.

Bảng 9-5. Một số tổ hợp lạnh có máy nén AK110 và AK220, AT110 và AT220

Thông số kỹ thuật	Tổ máy nén bình ngưng				Tổ máy nén bay hơi	
	AK-110-7-2	AK-220-7-2 AK-220-7-3	AK-110-2-2 AK-110-2-3	AK220-2-2 AK220-2-3	AT-110-2-1	AT-220 AT-220
Môi chất lạnh	NH ₃	NH ₃	R22	R22	R22	R22
Nhiệt độ ở chế độ đặc biệt, °C						
- chất tải lạnh ra						
khối TBBH	-	-	-	-	6	6
- nước làm mát vào						
TBNT	25	25	25	25	-	-
- sôi của môi chất	-15	-15	-15	-15	-	-
- ngưng tụ	-	-	-	-	40	40
Lưu lượng						
- chất tải lạnh, m ³ /s	-	-	-	-	0,0139	0,029
- nước làm mát, m ³ /h	25	50	50	90	-	-
Q ₀ ở chế độ đặc biệt, kW	125	250	99	198	201	402
N _c ở chế độ đặc biệt, kW	46	91,5	43	86	57,2	114,5
Khoảng nhiệt độ, °C						
- sôi	-12 ÷ -30	-15 ÷ -30	-15 ÷ -40	-15 ÷ -40	-	-
- nước làm mát (không lớn hơn)	32	32	30	30	-	-
- chất tải lạnh (nước)	-	-	-	-	2 ÷ 10	2 ÷ 10
- chất tải lạnh (nước muối)	-	-	-	-	-9 ÷ -10	-9 ÷ -10
Động cơ- kiểu АОП	2-82-4	2-92-4	2-82-4	2-92-4	2-91-4	A3-315-
- Công suất, kW	55	100	55	100	75	132
- Điện áp, V	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380	380/6
- Vòng quay, vg/s	24,5	24,6	24,5	24,6	24,6	24,
vg/ph	1470	1480	1470	1480	1480	1470
Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt bên ngoài, m ²						
- Bình bay hơi	-	-	-	-	22,2	30,6
- Bình ngưng	40	60	42,9	56	-	-
Khối lượng, kg						
- Môi chất lạnh nạp	-	-	-	-	-	-
- Dầu bôi trơn	18	20	18	20	18	20
Khối lượng tổ hợp (máy) không có dầu và môi chất	3000	4200	2400	3200	3360	5170



Hình 9-7. Các đường đặc tính máy nén, sự phụ thuộc của năng suất lạnh và công suất yêu cầu vào nhiệt độ bay hơi và nhiệt độ nước làm mát trước khi vào bình ngưng tụ t_{w1} :
a) Tổ AK110; b) Tổ AK220.

Các thông số kỹ thuật cơ bản của các loại máy lạnh có máy nén П110 và П220 giới thiệu trong bảng 9-6 và hình 9-8. Các kích thước phù bì cũng như các kích thước lắp ráp giới thiệu trên hình 9-9, 9-10 và bảng 9-7.

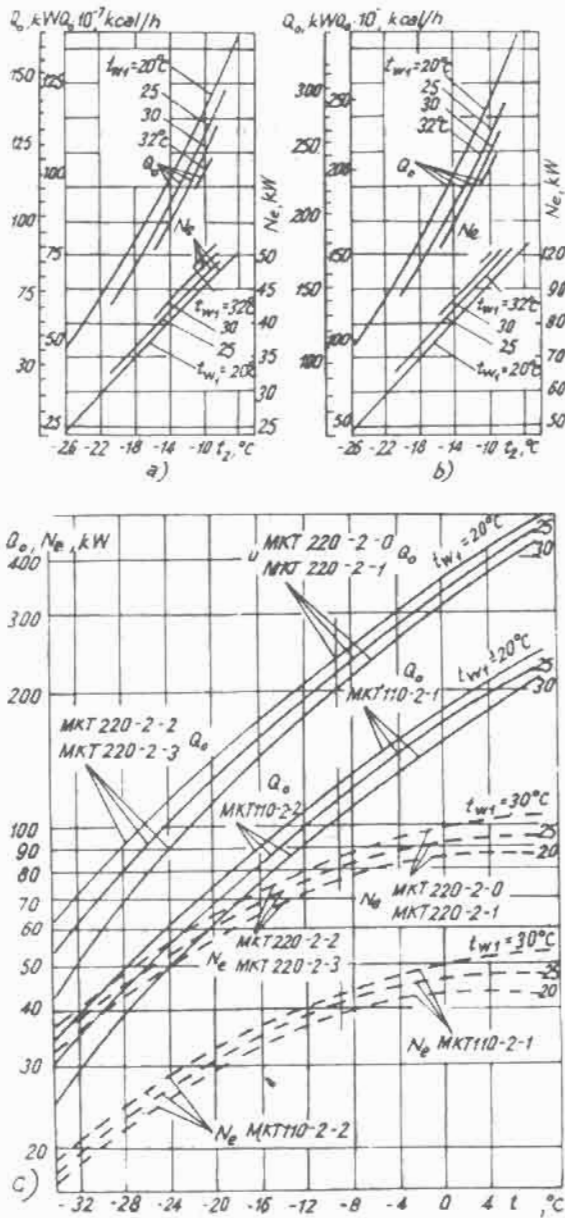
Tất cả các tổ và các máy lạnh có ký hiệu số 0 và 2 được điều chỉnh năng suất lạnh bằng rơle hai vị trí đóng và ngắt mạch máy nén. Nếu ký hiệu số 1 hoặc 3 thì năng suất lạnh có thể điều chỉnh được theo từng cấp 25, 50, 75 và 100% bằng cách nâng clapê hút nhờ lực điện từ.

Việc lựa chọn máy lạnh cỡ lớn và cỡ trung tiến hành theo một trong các phương pháp đã giới thiệu. Khi đã chọn xong cần tiến hành kiểm tra lại diện tích trao đổi nhiệt của TBNT và TBBH. Diện tích thực tế phải bằng hoặc lớn hơn giá trị tính toán.

Trường hợp sau khi tính kiểm tra phát hiện thấy thiếu diện tích bề mặt trao đổi nhiệt so với tính toán thì cần đưa ra giá trị hiệu nhiệt độ mới (thí dụ, nhiệt độ sôi thấp hơn nếu như thiếu diện tích bề mặt thiết bị bay hơi), sau đó kiểm tra lại năng suất lạnh của máy nén ở chế độ nhiệt độ mới xem năng suất lạnh của máy có đảm bảo hay không.

Bảng 9-6. Một số máy lạnh có máy nén П110 và П220

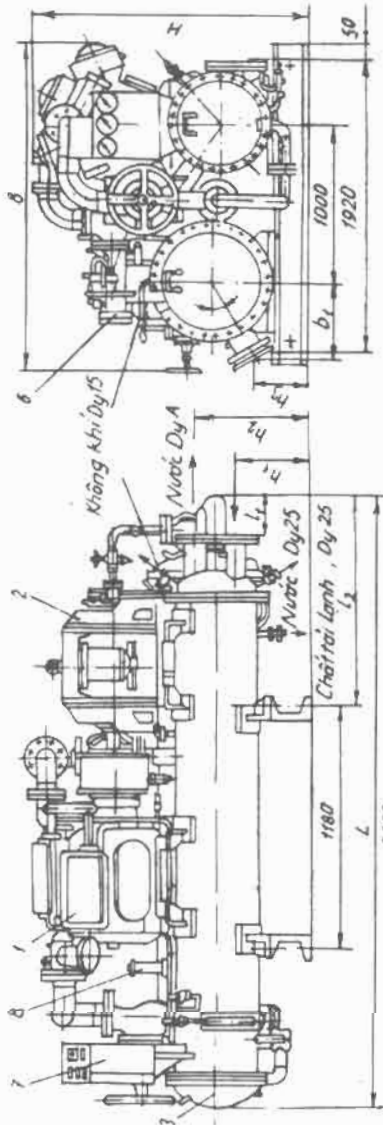
Thông số kỹ thuật	Máy lạnh kí hiệu MKT					
	110-7-2 110-7-3	220-7-2 220-7-3	110-2-1	220-2-0 220-2-1	110-2-2	220-2-2 220-2-3
Môi chất lạnh	NH ₃	NH ₃	R22	R22	R22	R22
Nhiệt độ ở chế độ, °C						
- chất tải lạnh ra khỏi TBBH	-11	-11	6	6	-10	-10
- nước làm mát vào TBNT	25	25	25	25	25	25
- sôi của môi chất	-	-	-	-	-	-
- ngưng tụ	-	-	-	-	-	-
Lưu lượng						
- chất tải lạnh, m ³ /h	35	70	50	105	40	80
- nước làm mát, m ³ /h	25	50	45	90	20	45
Năng suất lạnh Q ₀ , kW	123	246	215	430	109	219
1000 kcal/h	106	212	185	370	94	188
Công suất điện yêu cầu, kW, ở chế độ đã cho ở trên	45,8	91,2	48,7	97,4	40,5	81
Phạm vi nhiệt độ, °C						
- bay hơi	-	-	-	-	-	-
- nước làm mát (không lớn hơn)	32	32	30	30	30	30
- chất tải lạnh (nước)	-	-	2 ÷ 10	2 ÷ 10	-	-
- chất tải lạnh (nước muối)	-27 ÷ -11	-27 ÷ -11	-10 ÷ -9	-10 ÷ -9	-34 ÷ 9	-34 ÷ 9
Mác máy nén	П110	П220	П110	П220	П110	П220
Động cơ- kiểu АОП	2-82-4	2-92-4	2-91-4	A3-315-4	2-82-4	2-92-4
- Công suất, kW	55	100	75	132	55	100
- Điện áp, V	220/380	220/380	220/380	380/660	220/380	220/380
- Vòng quay, vg/s	24,5	24,6	24,6	24,5	24,5	24,5
vg/ph	1470	1480	1480	1470	1470	1470
Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt bên ngoài, m ²						
- Bình bay hơi	60	90	30,6	64,4	22,2	30,6
- Bình ngưng	40	60	56	113	42,9	56
Khối lượng, kg						
- Môi chất lạnh nạp	-	-	80	140	60	90
- Dầu	18	20	18	20	18	20
Khối lượng máy (không có dầu và môi chất lạnh)	4500	6800	4845	7030	4380	6150



Hình 9-8. Sự phụ thuộc của năng suất lạnh Q_o và công suất yêu cầu N_e vào nhiệt độ của chất tải lạnh khi ra khỏi thiết bị bay hơi t_2 và nhiệt độ nước làm mát khi vào bình ngưng t_{w1} :
a) Máy amoniác kí hiệu MKT110; b). Máy lạnh amoniác kí hiệu MKT220;
c) Máy lạnh freon kí hiệu MKT110 và MKT220.

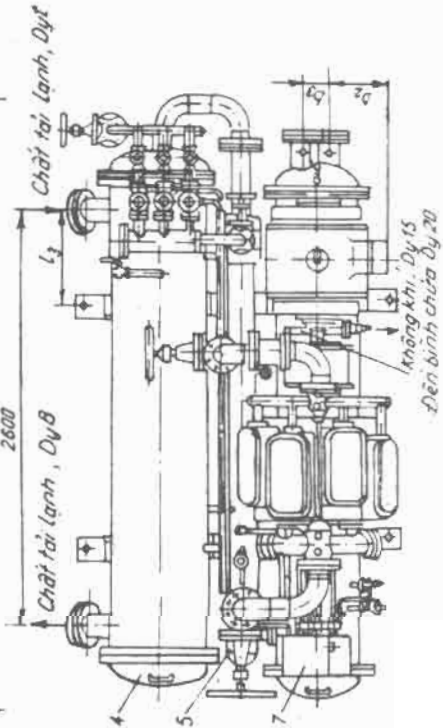
Bảng 9-7. Các kích thước (hình 9-9)

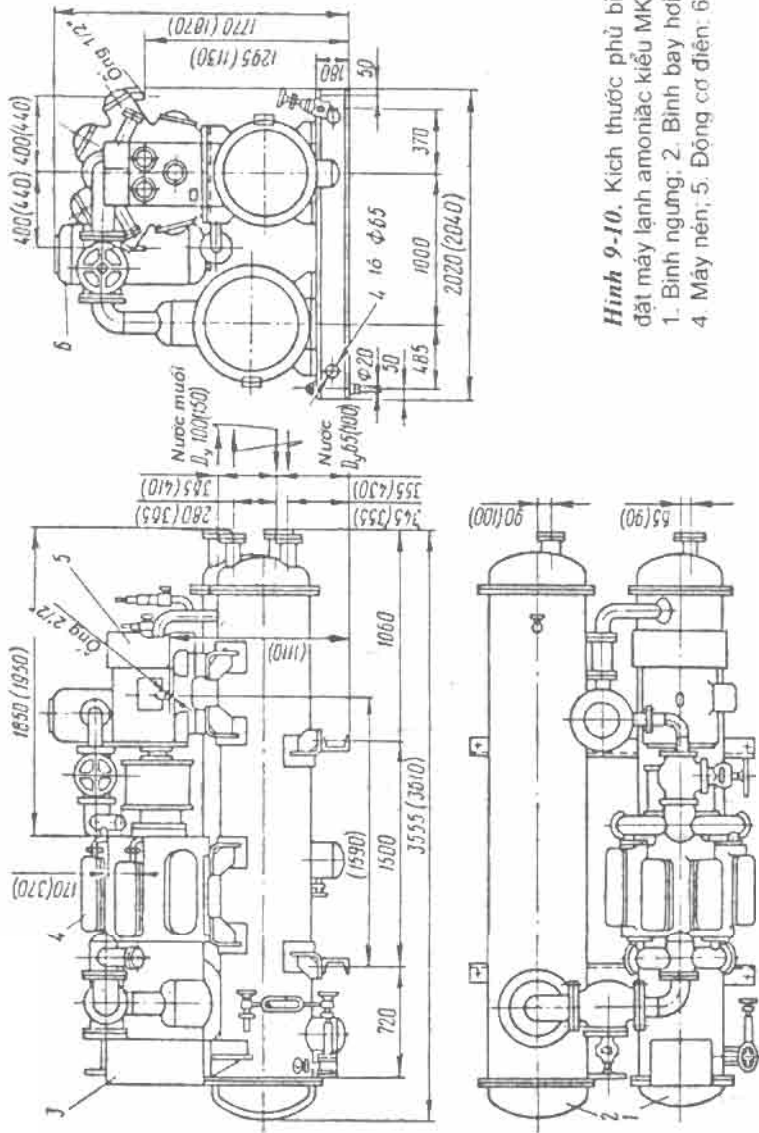
Kích thước, mm	MKT220-2-1	MKT110-2-2	MKT220-2-0 MKT220-2-1	MKT220-2-2 MKT220-2-3
Dài L	3725	3700	3870	3845
Rộng B	2020	2020	2060	2035
Cao H	1585	1585	1735	1645
l_1	260	250	290	345
l_2	1445	1435	1545	1545
l_3	770	770	785	785
b_1	380	360	475	445
b_2	415	415	390	415
b_3	190	190	240	190
h_1	370	370	415	380
h_2	490	490	575	520
h_3	290	275	330	295
D_A	100	100	125	100
D_B	100	100	150	125



Hình 9-9. Kích thước phủ bì và kích thước lắp ráp của máy lạnh freon kiểu MKT11- và MKT220 (các giá trị trong ngoặc của MKT220)

1. Máy nén; 2. Động cơ; 3. Bình ngưng; 4. Bình bay hơi; 5. Hối nhiệt; 6. Phin sấy lọc; 7. Bảng dụng cụ; 8. Van an toàn; Kích thước kí hiệu bằng chữ xem hàng 9-7





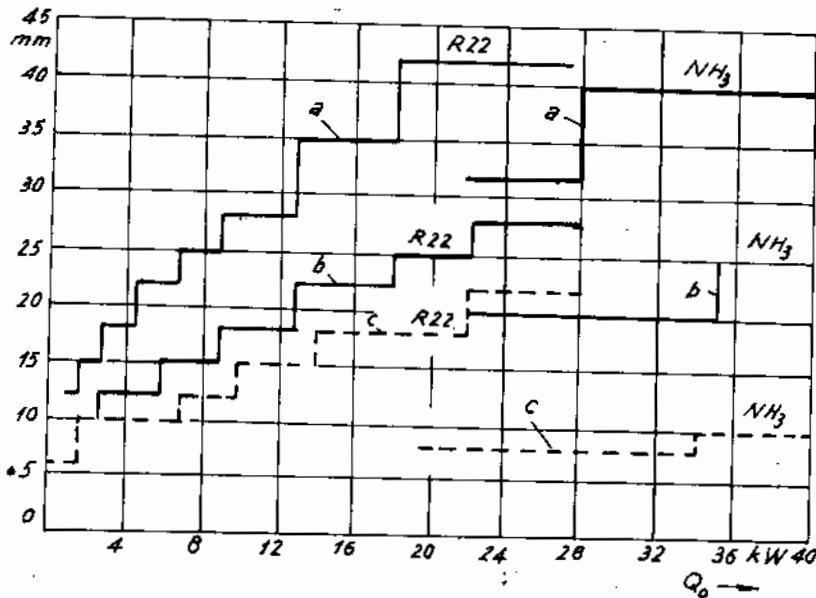
Hình 9-10. Kích thước phủ bì và kích thước lắp đặt máy lạnh amoniác kiểu MKT110 và MKT220:

1. Bình ngưng; 2. Bình bay hơi; 3. Bảng dụng cụ
4. Máy nén; 5. Động cơ điện; 6. Bình tách dầu.

TÍNH CHỌN ĐƯỜNG ỐNG, BƠM QUẠT

10.1 TÍNH CHỌN ĐƯỜNG ỐNG FREÔN VÀ AMONIAC

Việc lựa chọn đường kính ống là một bài toán tối ưu gần giống như các bài toán tối ưu khi thiết kế thiết bị trao đổi nhiệt hoặc lựa chọn chiều dày cách nhiệt cho buồng lạnh. Tiết diện ống lớn, tổn thất áp suất nhỏ (ưu), giá thành tăng (nhược). Nếu tính đến tất cả các hệ số ảnh hưởng, bài toán trở nên phức tạp nên khi thiết kế người ta chọn đường kính ống theo kinh nghiệm. Từ các số liệu ban đầu như: tốc độ cho phép của mỗi chất, lưu lượng, khối lượng riêng... ta có thể tính toán hoặc tra bảng, tra đồ thị được các giá trị cho đường kính ống. Hình 10-1 biểu diễn sự phụ thuộc của đường kính trong của ống vào năng suất lạnh Q_0 theo hãng DANFOSS Đan mạch.



Hình 10-1. Đồ thị chọn đường kính ống theo năng suất lạnh của máy nén:
a) Đường ống hút; b) Đường ống đẩy; c) Đường ống dẫn lỏng.

Ta có thể tính toán đường kính trong của ống dẫn theo biểu thức:

$$d_i = \sqrt{\frac{4m}{\rho \cdot \pi \cdot \omega}}, \text{ m} \quad (10-1)$$

d_i - đường kính trong của ống dẫn, m;

m - lưu lượng, kg/s;

ρ - khối lượng riêng của môi chất, kg/m³;

ω - tốc độ dòng chảy trong ống, m/s.

Tốc độ dòng chảy ω , m/s có thể lấy trong bảng 10-1.

Bảng 10-1. Tốc độ dòng chảy thích hợp ω

Trường hợp ứng dụng		ω , m/s
Đường hút máy lạnh nén hơi	NH ₃	15 ÷ 20
	R12	5 ÷ 10
	R22, R502	7 ÷ 12
Đường đẩy của máy lạnh nén hơi	NH ₃	15 ÷ 25
	R12	7 ÷ 12
	R22, R502	8 ÷ 15
Đường dẫn lỏng của máy lạnh nén hơi	NH ₃	0,5 ÷ 2
	R12, R22, R502	0,4 ÷ 1
Nước muối		0,3 ÷ 1
Nước		0,5 ÷ 2

Sau khi đã tính toán được đường ống theo các giá trị đã cho hoặc đã xác định được từ chu trình lạnh, cần chọn ống thích hợp theo tiêu chuẩn. Bảng 10-2 và 10-3 giới thiệu các loại ống thép và ống đồng cho môi chất lạnh amoniac và freon tiêu chuẩn.

Các đường ống cần được bố trí sao cho có đường đi ngắn nhất. Trên đường dẫn lỏng tránh tạo ra các túi khí và trên đường dẫn khí tránh tạo ra các túi lỏng, trừ túi dầu của máy lạnh freon. Để hồi dầu dễ dàng về máy nén freon, tốc độ trong ống đứng hướng lên không dưới 8 ÷ 10 m/s, trong ống nằm ngang không dưới 6 m/s.

10.2 TÍNH CHỌN ĐƯỜNG ỐNG NƯỚC VÀ NƯỚC MUỐI

Tính chọn đường ống nước và nước muối theo biểu thức (10-1). Tốc độ lấy theo bảng 10-1. Cần lưu ý đường kính ống nhỏ nên lấy những giá trị nhỏ

để tính toán, đường kính ống lớn có thể lấy những giá trị lớn của ω đã cho để tính toán. Bảng 10-4 giới thiệu đường kính ống nước và nước muối bằng thép theo tiêu chuẩn Nga. Sau khi tính toán xong phải chọn đường ống tiêu chuẩn có đường kính lớn hơn hoặc bằng giá trị tính toán.

Bảng 10-2. Các loại ống thép cho máy lạnh amoniác và freôn (FOCT-301-50)

Đường kính danh nghĩa D_n , mm	Đường kính ngoài D_o , mm	Đường kính trong D_i , mm	Chiều dày vách ống, mm	Tiết diện ống, 100 mm ²	Khối lượng 1m ống, kg
3	6	4	1	0,126	0,123
6	10	6	2	0,283	0,395
8	12	8	2	0,503	0,493
10	14	10	2	0,785	0,592
15	18	14	2	1,54	0,789
20	22	18	2	2,53	0,986
25	32	27,5	2,25	5,95	1,65
32	38	33,5	2,25	8,8	1,98
40	45	40,5	2,25	12,8	2,37
50	57	50	3,5	19,6	4,62
70	76	69	3,5	37,4	6,26
80	89	82	3,5	52,8	7,38
100		100	4,0	78,5	10,26
125	133	125	4,0	123	12,73
150	159	150	4,5	177	17,15
200	219	207	6,0	337	31,59

Bảng 10-3. Các loại ống đồng cho máy lạnh freôn (FOCT617-53)

Đường kính danh nghĩa D_n , mm	Đường kính ngoài D_o , mm	Đường kính trong D_i , mm	Chiều dày vách ống, mm	Tiết diện ống, 100 mm ²	Khối lượng 1 m ống, kg
3	6	4	1	0,125	0,140
6	9	7	1	0,385	0,224
8	10	8	1	0,505	0,252
10	12	10	1	0,785	0,307
15	18	15	1,5	1,76	0,692
20	24	21	1,5	3,46	0,943
25	28	25	1,5	4,91	1,111
32	36	32	2,0	8,05	1,900
40	45	40	2,5	12,5	2,969
50	55	50	2,5	19,6	3,668
70	75	70	2,5	38,48	5,056

Ta có thể tính toán đường kính trong của ống dẫn theo biểu thức:

$$d_i = \sqrt{\frac{4m}{\rho \cdot \pi \cdot \omega}}, \text{ m} \quad (10-1)$$

d_i - đường kính trong của ống dẫn, m;

m - lưu lượng, kg/s;

ρ - khối lượng riêng của môi chất, kg/m³;

ω - tốc độ dòng chảy trong ống, m/s.

Tốc độ dòng chảy ω , m/s có thể lấy trong bảng 10-1.

Bảng 10-1. Tốc độ dòng chảy thích hợp ω

Trường hợp ứng dụng		ω , m/s
Đường hút máy lạnh nén hơi	NH ₃	15 ÷ 20
	R12	5 ÷ 10
	R22, R502	7 ÷ 12
Đường đẩy của máy lạnh nén hơi	NH ₃	15 ÷ 25
	R12	7 ÷ 12
	R22, R502	8 ÷ 15
Đường dẫn lỏng của máy lạnh nén hơi	NH ₃	0,5 ÷ 2
	R12, R22, R502	0,4 ÷ 1
Nước muối		0,3 ÷ 1
Nước		0,5 ÷ 2

Sau khi đã tính toán được đường ống theo các giá trị đã cho hoặc đã xác định được từ chu trình lạnh, cần chọn ống thích hợp theo tiêu chuẩn. Bảng 10-2 và 10-3 giới thiệu các loại ống thép và ống đồng cho môi chất lạnh amoniac và freon tiêu chuẩn.

Các đường ống cần được bố trí sao cho có đường đi ngắn nhất. Trên đường dẫn lỏng tránh tạo ra các túi khí và trên đường dẫn khí tránh tạo ra các túi lỏng, trừ túi dầu của máy lạnh freon. Để hồi dầu dễ dàng về máy nén freon, tốc độ trong ống đúng hướng lên không dưới 8 + 10 m/s, trong ống nằm ngang không dưới 6 m/s.

10.2 TÍNH CHỌN ĐƯỜNG ỐNG NƯỚC VÀ NƯỚC MUỐI

Tính chọn đường ống nước và nước muối theo biểu thức (10-1). Tốc độ lấy theo bảng 10-1. Cần lưu ý đường kính ống nhỏ nên lấy những giá trị nhỏ

Bảng 10-4. Ống thép sử dụng cho ống nước

Đường kính danh nghĩa D_n , mm	Đường kính ngoài d_o , mm	Đường kính trong d_i , mm	Chiều dày vách ống s , mm	Tiết diện ống F_i , 100 mm ²	Khối lượng 1m ống, kg
10	17,0	12,6	2,2	1,25	0,8
15	21,3	15,7	2,8	1,93	1,28
20	26,8	21,2	2,8	3,62	1,66
25	33,5	27,1	3,2	5,76	2,39
32	42,3	35,9	3,2	11,1	3,09
40	48,0	41,0	3,5	13,2	3,84
50	60,0	53,0	3,5	22,1	4,88
70	75,5	63,5	4,0	31,6	7,05
80	88,5	80,5	4,0	50,8	8,34
90	101,3	93,3	4,0	68,5	9,60
125	114,0	105,0	4,5	86,5	12,15
150	140,0	131,0	4,5	134,5	15,04
200	165,0	156,0	4,5	191,0	17,81

Các kích thước cơ bản của các phụ tùng đi kèm đường ống được giới thiệu trong bảng 10-5.

10.3 BỐ TRÍ VÀ CỐ ĐỊNH ĐƯỜNG ỐNG

Đường ống của thiết bị lạnh có thể bố trí phía trên và phía dưới. Khi bố trí phía trên người ta cố định vào tường hoặc lên trần. Cách bố trí này được coi là hợp lý bởi vì việc cách nhiệt, kiểm tra và sửa chữa định kỳ thuận tiện.

Ngoài ra còn có một số phương pháp bố trí đường ống như bố trí dưới hầm... nhưng vì các phương pháp này không phù hợp với điều kiện và hoàn cảnh Việt Nam nên không ứng dụng.

Các đường ống dẫn nước hoặc nước muối có thể bố trí trong nền đất hoặc trong cống. Khi bố trí trong nền đất các ống có nhiệt độ dương có thể không cần cách nhiệt.

10.4 CHỌN BƠM NƯỚC VÀ BƠM NƯỚC MUỐI

Để tuần hoàn nước và nước muối trong hệ thống lạnh, cần phải sử dụng bơm li tâm.

Khi chọn bơm nước để làm mát bình ngưng hoặc bơm nước muối cho hệ thống tuần hoàn nước muối trước hết cần xác định được hai đại lượng cơ bản nhất đó là năng suất của bơm và cột áp.

Bảng 10-5. Các kích thước cơ bản của phụ tùng kèm theo đường ống

Phụ tùng	Đường kính danh nghĩa	Đường kính ren, in	Kích thước		Khối lượng, kg
			dài L	cao H	
Van chặn nối ren 15K48p	15	1/2	90	120	0,8
	20	3/4	100	132	1,1
	25	1	120	154	1,8
	32	1 1/4	140	167	2,9
	40	1 1/2	170	190	4,2
	50	2	200	210	6,5
Van chặn có mặt bích 15K449p	25	-	120	154	3,6
	32	-	140	166	5,7
	40	-	170	190	7,7
	50	-	200	210	10,8
Van thẳng có trục tháo được 3046cp	50	-	180	350	18,4
	80	-	210	483	32,5
	100	-	230	517	41,5
	125	-	255	630	60,0
	150	-	280	715	73,0
	200	-	330	897	125,0
Van thẳng có trục tháo được dẫn động bằng điện 304906cp	100	-	230	660	74,0
	125	-	255	742	90,0
	150	-	280	800	110,0
	200	-	330	1010	184,0
	250	-	450	1145	300,0
	300	-	500	1290	312,0
Van một chiều bích nâng lắp trên ống ngang 16K49cp	25	-	160	85	6,0
	32	-	180	88	7,0
	40	-	200	105	9,6
	50	-	230	105	11,7
	70	-	290	132	20,3
	80	-	310	132	23,5

Ngoài ra cần biết được đặc tính của bơm theo bảng (thí dụ bảng 10-6) hoặc theo đồ thị. Đặc tính của bơm là sự phụ thuộc của lưu lượng và hiệu suất của bơm vào cột áp, công suất, hiệu suất của bơm vào năng suất ở một tốc độ vòng quay nào đó. Hình 10-2 biểu diễn đường đặc tính của bơm 1,5K-6 và 2K-6.

Năng suất bơm. Năng suất hay lưu lượng của bơm là thể tích chất lỏng mà bơm cấp vào ống dẫn trong một đơn vị thời gian, kí hiệu là V , đơn vị là m^3/h , m^3/s hoặc l/s . Năng suất bơm nước muối xác định theo biểu thức:

$$V = \frac{Q_0}{\rho_n \cdot C_n (t_{n2} - t_{n1})} \quad (10-2)$$

V - năng suất của bơm, m³/s;

ρ_n - mật độ nước muối, kg/m³;

C_n - nhiệt dung riêng nước muối, kJ/kg.K;

t_{n1}, t_{n2} - nhiệt độ nước muối vào và ra khỏi bình bay hơi, °C;

Q_0 - năng suất lạnh của bình bay hơi.

Bảng 10-6. Bơm li tâm (chế tạo tại Nga)

Kí hiệu bơm	Đường kính bán công tác, mm	Năng suất, m ³ /h	Cột áp H , bar	Hiệu suất η , %	Công suất trên trục N , kW
1,5K-6b	105	9,4	1,16	49	0,6
1,5K-6a	115	10,0	1,40	51	0,9
1,5K-6	128	10,8	1,74	55	1,0
2K-9b	106	16,6	1,20	60	0,8
2K-9a	118	18,0	1,40	65	1,1
2K-9	128	19,8	1,80	68	1,6
2K-6b	132	19,8	2,00	65	1,8
2K-6a	148	22,4	2,50	66	2,5
2K-6	162	23,4	2,85	64	2,8
3K-9a	143	39,6	2,10	70	3,1
3K-9	168	50,4	2,8	72	5,5
4K-18a	136	65,0	1,85	78	4,5
4K-18	148	83,0	2,20	81	6,3

Biểu thức (10-2) tính cho trường hợp một bơm phục vụ cho một hệ thống lạnh có một bình bay hơi làm lạnh nước muối.

Năng suất bơm nước làm mát cho bình ngưng tụ xác định theo biểu thức (8-8).

Để tạo điều kiện dễ dàng cho việc lắp ráp, thay thế, sửa chữa nên chọn bơm nước và bơm dung dịch muối giống nhau, các bơm dự phòng cũng chọn cùng loại. Các bơm dự phòng được mắc song song vào bơm chính, có các van chặn hai phía để có thể đưa vào hoạt động thay thế bơm chính một cách nhanh chóng.

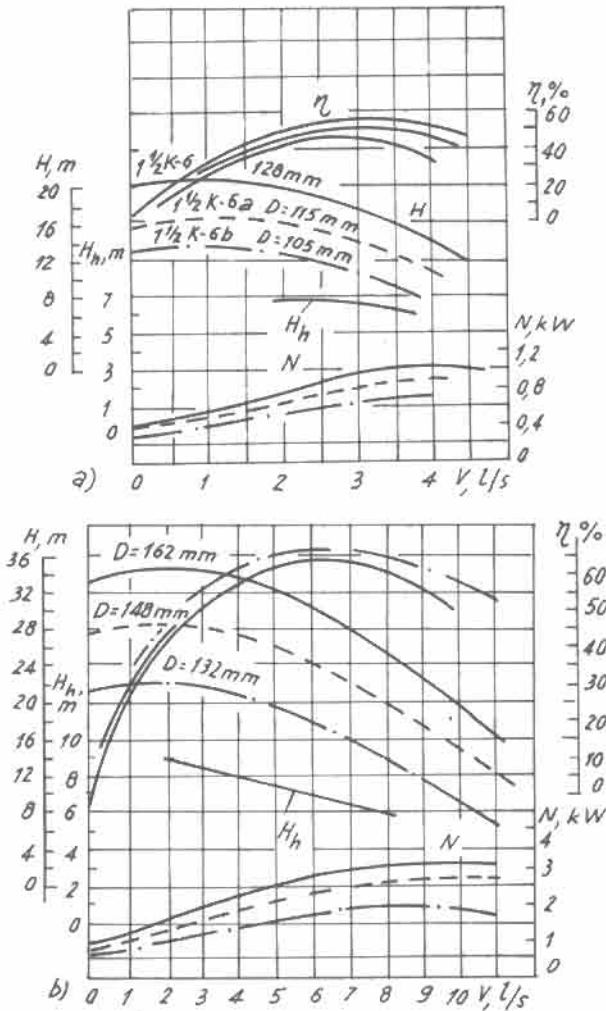
Cột áp. Cột áp của bơm còn được gọi là chiều cao áp lực hay lượng tăng năng lượng của chất lỏng khi đi từ miệng hút đến miệng đẩy của bơm và

thường được tính bằng mét cột chất lỏng, đôi khi tính bằng mét cột nước, kí hiệu là H .

$$H = H_h + H_d + h_h + h_d \quad (10-3)$$

H_h, H_d - chiều cao hút và chiều cao đẩy;

h_h, h_d - tổn thất áp suất trên đường ống hút và đường ống đẩy.



Hình 10-2. Các đường đặc tính của bơm li tam [Sự phụ thuộc của lưu lượng V , l/s vào cột áp H , m; cột áp hút cho phép H_h , m (cột áp chân không cho phép), công suất động cơ yêu cầu N , kW và hiệu suất η]:
 a) 1,5K-6; b) 2K-6 ở tốc độ vòng quay 2900 vg/ph.

Trường hợp bơm được đặt ở dưới mức lỏng thì chiều cao đẩy mang dầu dương còn chiều cao hút mang dầu âm.

Để các mũi phun nước trong tháp giải nhiệt làm việc bình thường, tổn thất áp suất trên đường đẩy phải cộng thêm giá trị trở lực của vòi phun h_f :

$$h_f = (0,5 \div 0,8) \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$h_f = 0,5 \div 0,8 \text{ bar}$$

Xác định được trở lực đường ống hút xem mục 10.6.

Công suất yêu cầu. Công suất của bơm xác định theo biểu thức:

$$N = \frac{VH}{\eta \cdot 1000}, \quad (10-4)$$

N - công suất yêu cầu, kW;

V - năng suất bơm (lưu lượng), m³/s;

H - tổng trở lực, Pa;

η - hiệu suất bơm, đối với bơm nhỏ $\eta = 0,6 \div 0,7$, bơm lớn: $\eta = 0,8 \div 0,9$.

Nếu bơm được nối với động cơ qua khớp nối thì công suất yêu cầu của động cơ tính theo biểu thức:

$$N_{dc} = k \cdot N, \quad (10-5)$$

k - hệ số an toàn của động cơ.

Khi $N \leq 2$ kW

$k = 1,5$

$N = 2 \div 5$ kW

$k = 1,25 \div 1,5$

$N = 5 \div 50$ kW

$k = 1,15 \div 1,25$

10.5 TÍNH CHỌN BƠM AMONIAC

Trong các hệ thống lạnh có bơm tuần hoàn người ta sử dụng bơm điện kiểu kín để tuần hoàn cưỡng bức môi chất lỏng amoniác qua dàn lạnh (bảng 10-7).

Bơm được lắp đặt càng gần bình chứa tuần hoàn càng tốt. Mục đích là tránh lỏng bay hơi, tạo nút hơi, gián đoạn lỏng trên đường ống hút.

Theo tiêu chuẩn CHLB Nga, tùy theo từng loại bơm, đường ống hút mà bơm amoniác phải lắp đặt thấp hơn mức lỏng trong bình chứa tuần hoàn như sau:

Bảng 10-7. Bơm amoniác kiểu kín chạy điện

Thông số kỹ thuật	1,25XГ-6-2,8 (ЦНГ-70M-1)	1,25XГ-6X2- 2,8-2 (ЦНГ-70M-2)	1,5XГ-6X3- 2,8-2 (ЦНГ-70M-3)	2XГ-5-4,5- 2(ЦНГ-68)
Năng suất, m ³ /h	5,5 ÷ 12	5,5 ÷ 12	5,5 ÷ 12	12 ÷ 28
Cột áp, m NH ₃ lỏng	15 ÷ 19	28 ÷ 38	45 ÷ 55	41 ÷ 48
Số cấp	1	2	3	1
Tốc độ vòng quay, 1/s	49,5	49,5	49,5	49,5
Công suất, kW	2,8	2,8	2,8	5,5

Đối với bơm ЦНГ-70M cột lỏng không nhỏ hơn 1,5 m NH₃ trong phạm vi năng suất từ 3 đến 12 m³/h ở nhiệt độ từ -40 đến 0°C.

Đối với bơm ЦНГ-68 cột lỏng không nhỏ hơn 1,5 m NH₃ trong phạm vi lưu lượng đến 20 m³/h ở nhiệt độ từ -40 đến 0°C. Ở lưu lượng từ 20 đến 28 m³/h, cột lỏng 1,5m chỉ áp dụng cho nhiệt độ sôi từ -20°C trở lên. Ở nhiệt độ thấp hơn, cột lỏng phải tăng lên đến 3,5 m.

Cột lỏng được tính từ đường tâm của ống hút của bơm đến mức lỏng thấp nhất cho phép của bình chứa tuần hoàn:

$$h = h_1 + h_2$$

h_1 - cột áp cần thiết phía hút;

h_2 - tổn thất áp lực trên đường ống.

Để giảm tổn thất áp lực trên đường ống đến mức thấp nhất cần phải chọn đường kính ống lớn, tốc độ lỏng không vượt quá 0,5 m/s. Chiều dài đường ống càng ngắn càng tốt. Số lượng van và các vị trí trở kháng thủy lực cần giảm đến mức thấp nhất.

Hình 10-3 giới thiệu sơ đồ lắp ráp bơm amoniác và bình chứa tuần hoàn. Bơm được trang bị một bình tách dầu đặt phía dưới ống hút.

Việc bôi trơn và làm mát bơm được thực hiện nhờ amoniác lỏng. Amoniác lỏng đi qua bơm ra nắp sau và theo ống Dy25 quay trở về ống hút.

Để đảm bảo đầy lỏng trong khoang bơm, người ta lắp role mức lỏng kiểu phao (ППВ) trên đường ra của chất lỏng từ nắp sau. Role mức lỏng sẽ ngắt mạch điện của bơm khi mức lỏng hạ xuống dưới mức cho phép.

Ngoài ra, để tránh cho bơm khỏi bị hỏng hóc do bôi trơn, người ta lắp đặt một role kiểm tra việc bôi trơn (PKC), làm việc theo hiệu áp suất. Hiệu

áp phải bằng 0,8 áp suất của cột lỏng. Rolé này còn kiểm tra hiệu áp suất giữa đường đẩy và đường hút!

10.6 TÍNH TOÁN TRỞ LỰC ĐƯỜNG ỐNG

Khi chất lỏng (nước, nước muối, môi chất lạnh, không khí) chảy trong ống, có hai dạng trở lực xuất hiện: ma sát theo chiều dài đường ống h_{ms} và trở kháng cục bộ h_{cb} (các điểm uốn, van, thay đổi tiết diện, phân nhánh...):

$$h = h_{ms} + h_{cb} \quad (10-6)$$

Tổn thất áp suất do ma sát tính như sau:

$$h_{ms} = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} \quad (10-7)$$

h_{ms} - tổn thất áp suất (độ giáng áp), Pa;

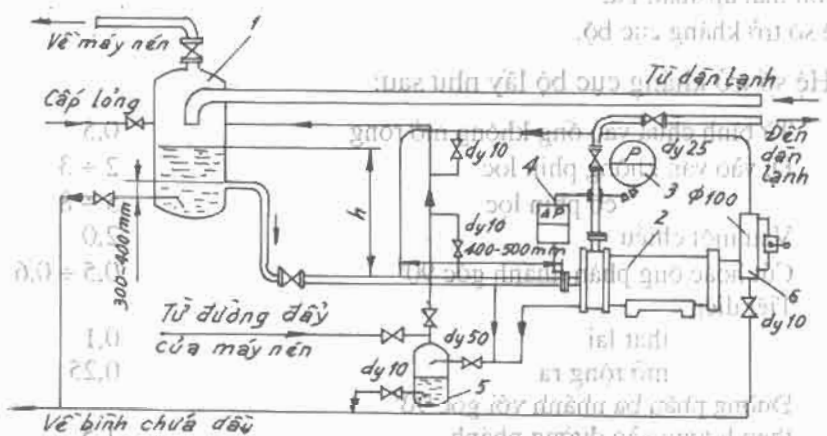
λ - hệ số trở kháng của ống, đại lượng không thứ nguyên;

l - chiều dài phần ống thẳng, m;

ρ - mật độ chất lỏng, kg/m^3 ;

ω - tốc độ chuyển động của chất lỏng, m/s;

d_i - đường kính trong của ống, m.



Hình 10-3. Sơ đồ lắp bơm amoniac vào bình chứa tuần hoàn:

1. Bình chứa tuần hoàn; 2. Bơm amoniac chạy điện; 3. Áp kế;
4. Rô-lê kiểm tra dầu bôi trơn; 5. Bình chứa và tách dầu; 6. Rô-lê mức lỏng kiểu phao.

Giá trị của hệ số trở kháng do ma sát phụ thuộc vào độ nhám bề mặt ống, vào chế độ dòng chảy (chảy tầng hay chảy rối). Khi tính toán thường giả thiết các ống là nhẵn thủy lực. Chế độ dòng chảy xác định theo tiêu chuẩn Re (Reynolds):

$$Re = \frac{\omega \cdot d_1 \cdot \rho}{\mu}, \quad (10-8)$$

μ - độ nhớt động lực, Pa.s.

Ở chế độ chảy tầng ($Re > 2320$), λ sẽ được tính như sau:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (10-9)$$

Ở chế độ chảy rối ($Re \geq 2320$), λ sẽ được tính như sau:

$$\lambda = \frac{1}{(1,82 \lg Re - 1,64)^2} \quad (10-10)$$

Tổn thất áp suất do trở kháng cục bộ xác định theo biểu thức:

$$h_{cb} = \xi \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} \quad (10-11)$$

h_{cb} - tổn thất áp suất, Pa;

ξ - hệ số trở kháng cục bộ.

Hệ số trở kháng cục bộ lấy như sau:

Từ bình chứa vào ống không mở rộng	0,5
Đi vào van không phin lọc	2 ÷ 3
có phin lọc	5 ÷ 8
Van một chiều	2,0
Cút hoặc ống phân nhánh góc 90°	0,5 ÷ 0,6
Tiết diện	
thắt lại	0,1
mở rộng ra	0,25
Đường phân ba nhánh với góc 90°	
theo hướng vào đường nhánh	1,5
Van	5
Van thẳng	0,5
Ống chữ U (ống nối quay 180°)	1,0
Bình ngưng và bình bay hơi ống vỏ nhiều lối	8 ÷ 10

Thí dụ 10-1. Hãy chọn bơm cho hệ thống nước muối kín (hình 10-4).

Tổng nhiệt tải $Q = 18000$ W. Tải nhiệt của buồng số 1: $Q = 6000$ W. Chiều dài và đường kính ống theo số liệu ghi trên sơ đồ. Nhiệt độ đông đặc của nước muối: -25°C .

Nước muối nóng lên 2°C khi đi qua dàn lạnh

$$\Delta t_n = t_{n2} - t_{n1} = 2^{\circ}\text{C}$$

Giải:

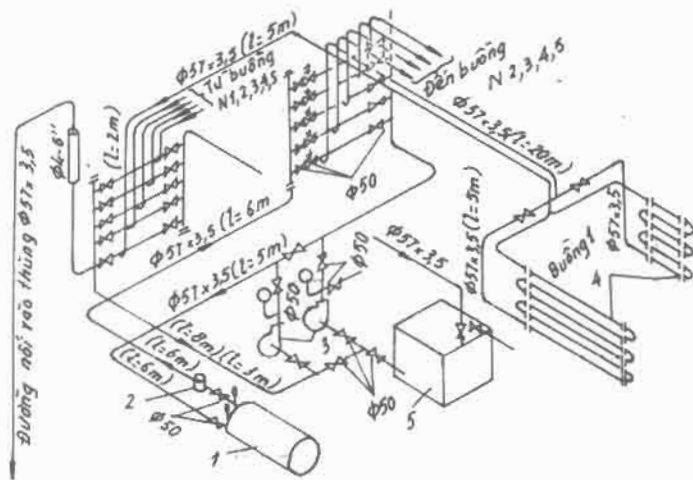
1. Theo biểu thức (10-2) xác định được năng suất bơm:

$$V = \frac{Q}{\rho \cdot C \cdot \Delta t_n} = \frac{18000}{1,22 \cdot 10^3 \cdot 2,93 \cdot 10^3 \cdot 2} = 2,51 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 2,51 \text{ l/s}$$

Các giá trị ρ và C tra ở bảng 6-1.

2. Xác định lượng nước muối tuần hoàn qua buồng 1:

$$V = \frac{6000}{1,22 \cdot 10^3 \cdot 2,93 \cdot 10^3 \cdot 2} = 0,84 \text{ l/s}$$



Hình 10-4. Sơ đồ hệ thống ống dẫn nước muối kín kiểu hệ thống hai ống:

1. Bình bay hơi;
2. Phin lọc nước muối;
3. Bơm li tâm;
4. Dàn lạnh nước muối;
5. Thùng pha nước muối.

3. Xác định tổn thất áp suất trên đoạn ống góp phân phối - buồng số 1 - ống góp hồi.

Tốc độ nước muối trong ống xác định theo biểu thức:

$$\omega = \frac{V}{f} = \frac{0,84 \cdot 10^{-3}}{1,96 \cdot 10^{-3}} = 0,43 \text{ m/s}$$

Diện tích tiết diện lấy từ bảng 10-2 cho ống 57 x 3,5.

$$Re = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{0,43 \cdot 0,05 \cdot 1,22 \cdot 10^3}{94,8 \cdot 10^{-4}} = 2770$$

Như vậy, đây là chế độ chảy rối.

Xác định λ theo biểu thức (10-10)

$$\lambda = \frac{1}{(1,82 \lg 2770 - 1,64)^2} = 0,047$$

Tổn thất áp suất do ma sát xác định theo biểu thức (10-9):

$$h_{ms} = \frac{0,047 (2 + 5 + 20 + 5 + 6 \cdot 4,5 + 5 + 20) \cdot 1,22 \cdot 10^3 \cdot 0,43^2}{0,05 \cdot 2} = 8,9 \text{ kPa}$$

Tổn thất áp suất do trở kháng cục bộ khi nước muối chuyển động qua một dàn (10 cột 90°, 2 phân nhánh, 3 van, 5 ống hình chữ U):

$$h_{ch} = \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \sum \xi = \frac{1,22 \cdot 10^3 \cdot 0,43^2}{2} \cdot (10 \cdot 0,5 + 2 \cdot 1,5 + 3 \cdot 0,5 + 5 \cdot 1) = 1,64 \text{ kPa}$$

4. Xác định tổn thất áp suất trên đoạn ống góp hồi - bình bay hơi - ống góp phân phối.

Tốc độ nước muối:

$$\omega = \frac{2,51 \cdot 10^{-3}}{1,96 \cdot 10^{-3}} = 1,28 \text{ m/s}$$

Tiêu chuẩn Reynolds:

$$Re = \frac{1,28 \cdot 0,05 \cdot 1,22 \cdot 10^3}{94,8 \cdot 10^{-4}} = 8210$$

Hệ số trở kháng:

$$\lambda = \frac{1}{(1,82 \cdot 3,94 - 1,64)^2} = 0,033$$

$$h_{ms} = \frac{0,033 (8 + 3 + 3 + 5 + 6 + 8 + 6) \cdot 1,22 \cdot 10^3 \cdot 1,28^2}{0,05 \cdot 2} = 25,7 \text{ kPa}$$

Trở lực cục bộ trên đoạn này (7 cột 90°, 3 van, 1 bình bay hơi):

$$h_{ch} = 1,0 \cdot 10^3 \cdot (7 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,5 + 1,8) = 13 \text{ kPa}$$

5. Cột áp của bơm:

$$H = \sum h = 8,9 + 1,64 + 25,7 + 13 = 49 \text{ kPa} = 4,9 \text{ m cột nước}$$

6. Theo bảng 10-6 ta chọn bơm có năng suất bằng hoặc lớn hơn $V = 2,51$ l/s còn cột áp lớn hơn 49 kPa.

Chọn bơm 1,5K-6b (1,5L-8/19b).

10.7 TÍNH TOÁN ĐƯỜNG ỐNG DẪN KHÔNG KHÍ

Trong các hệ thống điều hoà không khí và trong một số kho lạnh người ta sử dụng dàn quạt với hệ thống phân phối và thu hồi không khí lạnh (hình 5-7). Trước khi tiến hành tính toán đường ống cần phải vẽ phác các tuyến đường ống dẫn không khí lên mặt bằng buồng lạnh, sau đó thiết kế sơ đồ ống dẫn theo phép chiếu trục đo. Nếu cần có thể vẽ cả sơ đồ không gian ống dẫn không khí trong buồng lạnh. Mạng ống dẫn không khí được chia ra thành từng đoạn, mặt cắt của đoạn là không thay đổi, lưu lượng không khí và tốc độ không khí cũng không thay đổi. Mỗi đoạn nên ghi đầy đủ kích thước và đánh số thứ tự cũng như lưu lượng khí đi qua.

Diện tích mặt cắt được xác định theo biểu thức:

$$F = \frac{V}{\omega}$$

F - diện tích tiết diện đường ống dẫn, m²;

V - lưu lượng không khí trong đoạn ống, m³/s;

ω - tốc độ không khí, m/s.

Khi tính toán chi tiết các đoạn ống thổi không khí, đầu tiên phải xác định tốc độ không khí ở cửa ra của thiết bị phân phối không khí. Sau đó xác định tốc độ trong các đoạn ống. Tốc độ không khí tăng từng cấp khi tiến dần về phía quạt. Bảng 10-8 giới thiệu các giá trị định hướng về tốc độ không khí ở các miệng thổi.

Bảng 10-8. Tốc độ không khí ở miệng thổi

Vị trí bố trí miệng thổi so với khu vực làm việc	Hiệu nhiệt độ giữa gió lạnh và không khí trong phòng (đối với hệ thống điều hoà không khí), °C	Tốc độ không khí ω , m/s
Trong khu vực làm việc	0,3 ÷ 0,5	0,5 ÷ 0,75
Trong khu vực làm việc	4	0,3 ÷ 0,6
Trên cao 2 ÷ 3 m	7	2 ÷ 3
Trên cao 2 ÷ 3 m	10	1,5 ÷ 2
Trên cao từ 3 m trở lên	10	3 ÷ 4

Khi tính toán đường gió hồi, tốc độ không khí ở cửa vào mạng ống hút lấy bằng $5 \div 7$ m/s.

Nếu các đường ống dẫn không khí làm từ tôn tấm, tốc độ không khí có thể lấy từ 8 đến 10 m/s. Trong các nhà ở sinh hoạt, các đường ống dẫn không khí thường xây bằng gạch hoặc bê tông. Đối với các loại ống dẫn này, tốc độ không khí giới hạn trong khoảng từ 3 đến 7 m/s.

Từ diện tích mặt cắt F dễ dàng tính được các kích thước a, b của tiết diện hình chữ nhật hoặc đường kính d của tiết diện tròn của ống dẫn.

Đường kính được sử dụng tính tổn thất áp suất cho các kênh dẫn không khí có tiết diện chữ nhật, khi đó gọi là đường kính tương đương.

Kích thước tiêu chuẩn của đường ống tiết diện chữ nhật với giá trị đường kính tương đương giới thiệu trong bảng 10-9.

10.8 TÍNH CHỌN QUẠT GIÓ

Giống như chọn bơm, khi chọn quạt gió cũng cần biết năng suất quạt và cột áp. Cột áp của quạt phải lớn hơn toàn bộ trở kháng đường ống hút và đường ống đẩy của mạng ống gió cộng với tổn thất áp suất động khi không khí được thổi từ miệng thổi vào buồng.

$$H = \sum h_i + \frac{\rho \omega^2}{2} \quad (10-12)$$

Trở kháng của mạng ống dẫn gồm trở kháng do ma sát và trở kháng cục bộ.

$$h = h_{ms} + h_{cb}$$

Trở kháng do ma sát xác định theo biểu thức (10-7) giống như đối với đường ống nước. Riêng các hệ số tính toán cho không khí như sau:

Khi $Re \leq 100.000$ thì:

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} \quad (10-13)$$

Khi $Re > 100.000$ thì:

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{Re^{0,237}} \quad (10-14)$$

Bảng 10-9. Tiêu chuẩn đường ống tiết diện chữ nhật
(tỷ số là diện tích tiết diện ống, m^2 , mẫu số là đường kính tương đương mm)

$\frac{a, \text{ mm}}{b, \text{ mm}}$	150	200	250	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1400	1500
100	$\frac{0,015}{115}$	$\frac{0,020}{140}$											
150	$\frac{0,022}{150}$	$\frac{0,030}{165}$											
200		$\frac{0,040}{194}$	$\frac{0,050}{215}$	$\frac{0,060}{235}$	$\frac{0,080}{265}$								
250			$\frac{0,062}{235}$	$\frac{0,075}{265}$	$\frac{0,100}{320}$	$\frac{0,125}{320}$							
300				$\frac{0,090}{285}$	$\frac{0,120}{320}$	$\frac{0,150}{375}$	$\frac{0,180}{375}$						
400					$\frac{0,160}{375}$	$\frac{0,200}{440}$	$\frac{0,240}{495}$						
500						$\frac{0,250}{495}$	$\frac{0,300}{545}$	$\frac{0,350}{595}$					
600							$\frac{0,360}{595}$		$\frac{0,480}{600}$	$\frac{0,600}{775}$			
800									$\frac{0,640}{885}$	$\frac{0,800}{885}$	$\frac{0,960}{885}$		
1000										$\frac{1,000}{1025}$	$\frac{1,200}{1100}$	$\frac{1,400}{1200}$	
1200											$\frac{1,680}{1325}$	$\frac{1,800}{1325}$	
1500													$\frac{2,250}{1540}$

Nếu đường ống được xây bằng các vật liệu xây dựng có độ nhám lớn thì hệ số λ tính theo biểu thức (10-13) và (10-14) nhân thêm với hệ số sau:

- Xi thạch cao	2,0
- Gạch	2,5
- Vữa trát trên tấm lưới	3,0

Tổn thất áp suất cục bộ xác định theo biểu thức (10-11). Hệ số trở kháng cục bộ ξ lấy như sau:

Ống gió hút cố chụp	1
Ống gió thổi có cửa chớp	2,8
Miệng hút gắn ngang tường	0,5
Miệng hút có mép tròn	0,12
Miệng hút và thổi có cửa chớp động	
miệng hút	1,4
miệng thổi	3,5
Miệng hút và miệng thổi có cửa chớp cố định	
miệng hút	0,9
miệng thổi	2,7
Cút lượn 90°	0,5
Cút thẳng 90°	1,1
Cút 90° gồm hai đoạn thẳng 45°	0,4
Thất tiết diện đều theo đường kính	0,4
Thất tiết diện đều nhỏ hơn hai lần	0,2
Thất tiết diện đột ngột	0,4
Tăng tiết diện đột ngột	0,8 + 1
Miệng thổi tự do từ kênh dẫn	1
Chạc ba góc 90° trên đường đẩy	
trên kênh chính	1,0
trên đường nhánh	1,6
Chạc ba góc 90° trên đường hút	

Tài liệu này được biên soạn và in ấn theo yêu cầu của Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Mọi chi tiết xin liên hệ: Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Bộ Khoa học và Công nghệ, số 10, Đường Nguyễn Văn Linh, Quận Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh.

trên kênh chính 0,7

trên đường nhánh 1

Chạc ba góc 45° trên đường đẩy

trên kênh chính 0

trên đường nhánh 0,5

Chạc ba góc 45° trên đường hút

trên kênh chính 1

trên đường nhánh 0,7

Năng suất quạt có thể xác định theo hai cách:

- Theo bội số tuần hoàn của thể tích không khí yêu cầu, nghĩa là trong một đơn vị thời gian, quạt thay đổi thể tích không khí của buồng được bao nhiêu lần.

- Theo lượng nhiệt và lượng ẩm cần thải ra khỏi buồng (xem phần hướng dẫn thiết kế hệ thống điều hoà không khí).

Từ những số liệu đó ta có thể xác định được năng suất yêu cầu và cột áp của quạt. Từ các đặc tính đã biết có thể chọn được quạt và xác định được các đặc tính khác của quạt. Bảng 10-10 giới thiệu thông số kỹ thuật của quạt li tâm, kí hiệu 114-70 được dẫn động trực tiếp bằng động cơ điện. Bảng 10-11 giới thiệu đặc tính kỹ thuật của quạt hướng trục kí hiệu M11. Công suất động cơ yêu cầu của quạt xác định giống như của bơm theo biểu thức (10-2) và (10-3).

Bảng 10-10. Thông số kỹ thuật của quạt ly tâm ký hiệu 114-70
(Cột áp: 1 mm cột nước bằng 10 Pa)

N ^o quạt	Tốc độ		Năng suất		Cột áp		Hiệu suất η , %
	vg/s	vg/ph	m ³ /s	m ³ /h	Pa	mm H ₂ O	
2 1/2	24	1440	0,15	540	218	22	75
2 1/2	24	1440	0,25	900	167	17	75
4	16	960	0,25	900	246	25	65
3	24	1440	0,25	900	314	32	73
2 1/2	45	2700	0,25	900	837	85	70
3	24	1440	0,50	1800	167	17	60
4	16	960	0,50	1800	236	24	78
5	16	960	0,50	1800	373	38	65
5	16	960	0,50	1800	373	38	65
4	24	1440	0,50	1800	568	58	72
4	16	960	0,75	2700	177	28	72
5	16	960	0,75	2700	373	38	73
4	24	1440	0,75	2700	491	50	78
5	16	960	1,00	3600	373	38	78
6	16	960	1,00	3600	510	52	65
5	16	960	1,50	5400	246	25	70
6	16	960	1,50	5400	540	55	75
6	24	1440	1,50	5400	1080	110	70
8	12	720	2,00	7200	540	55	72
7	16	960	2,00	7200	735	75	75
10	12	720	3,00	11000	785	80	60
8	16	960	3,00	11000	981	100	72
8	12	720	4,00	14500	442	45	76
10	12	720	4,00	14500	835	85	72
8	16	960	4,00	14500	981	100	72
8	12	720	5,00	18000	294	30	60
10	12	720	5,00	18000	785	80	75

Bảng 10-11. Đặc tính của một số quạt hướng trục kí hiệu MIJ
(Cột áp: 1mm cột nước lấy bằng 10 Pa)

Số quạt MIJ	Tốc độ		Công suất		Cột áp		Hiệu suất η , %
	vg/s	vg/ph	m ³ /s	m ³ /h	Pa	mm H ₂ O	
4	24	1440	0,50	1800	59	6,0	37
6	16	960	0,50	1800	88	9,0	35
5	16	960	0,75	2700	51	5,2	45
6	16	960	0,75	2700	78	8,0	47
5	24	1440	0,75	2700	137	14,0	35
6	24	1440	0,75	2700	196	20,0	35
4	45	2700	0,75	2700	196	20,0	35
5	16	960	1,00	3600	35	3,6	55
6	16	960	1,00	3600	59	6,0	55
5	24	1440	1,00	3600	118	12,0	47
6	24	1440	1,00	3600	178	18,0	47
4	45	2700	1,00	3600	246	25,0	35
5	24	1440	1,50	5400	98	10,0	52
6	24	1440	1,50	5400	157	16,0	54
7	16	960	2,00	7200	98	10,0	50
7	24	1440	2,00	7200	246	25,0	30
7	16	960	3,00	11000	69	7,0	56
11	12	720	3,00	11000	118	12,0	35
7	24	1440	3,00	11000	246	25,0	40
8	16	960	4,00	14500	108	11,0	55
7	24	1440	4,00	14500	246	25,0	30
8	24	1440	4,00	14500	344	35,0	30
11	12	720	5,00	18000	118	12,0	50
10	16	960	5,00	18000	196	20,0	30
8	24	1440	5,00	18000	344	35,0	40

Bảng hơi bão hoà R12

Nhiệt độ °C	Áp suất tuyệt đối, MPa	Thể tích riêng		Enthalpi		Entropi	
		lỏng v' , l/kg	hơi v'' , m ³ /kg	lỏng h' , kJ/kg	hơi h'' , kJ/kg	lỏng s' , kJ/kg.K	hơi s'' , kJ/kg.K
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
-50	0.039	0.65	0.383	355	529	3.82	4.60
-48	0.043	0.65	0.348	356	530	3.82	4.60
-46	0.048	0.65	0.317	358	531	3.83	4.59
-44	0.053	0.65	0.289	360	532	3.84	4.59
-42	0.058	0.66	0.264	362	533	3.85	4.59
-40	0.064	0.66	0.242	363	534	3.86	4.59
-38	0.071	0.66	0.222	365	535	3.86	4.58
-36	0.077	0.66	0.204	367	535	3.87	4.58
-34	0.085	0.67	0.188	369	536	3.88	4.58
-32	0.092	0.67	0.173	370	537	3.89	4.58
-30	0.101	0.67	0.160	372	538	3.89	4.58
-28	0.110	0.67	0.147	374	539	3.90	4.57
-26	0.119	0.67	0.137	375	540	3.91	4.57
-24	0.129	0.68	0.127	378	541	3.92	4.57
-22	0.140	0.68	0.117	380	542	3.92	4.57
-20	0.151	0.69	0.109	381	543	3.93	4.57
-18	0.163	0.69	0.102	383	544	3.94	4.57
-16	0.176	0.69	0.095	385	544	3.94	4.57
-14	0.190	0.69	0.088	387	546	3.95	4.56
-12	0.204	0.70	0.082	389	547	3.96	4.56
-10	0.220	0.70	0.077	391	548	3.97	4.56
-8	0.236	0.70	0.072	392	548	3.97	4.56
-6	0.253	0.71	0.067	394	549	3.98	4.56

Tiếp phụ lục I

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
-4	0.271	0.71	0.063	396	550	3.99	4.56
-2	0.289	0.71	0.059	398	551	3.99	4.56
0	0.309	0.72	0.056	400	552	4.00	4.56
2	0.33	0.72	0.052	402	553	4.01	4.56
4	0.35	0.72	0.049	404	554	4.01	4.56
6	0.37	0.73	0.046	406	555	4.02	4.55
8	0.40	0.73	0.044	408	556	4.03	4.55
10	0.42	0.73	0.041	410	556	4.03	4.55
12	0.45	0.74	0.039	411	557	4.04	4.55
14	0.48	0.74	0.037	413	558	4.05	4.55
16	0.51	0.75	0.035	415	559	4.05	4.55
18	0.54	0.75	0.033	417	560	4.06	4.55
20	0.57	0.75	0.031	419	561	4.07	4.55
22	0.60	0.76	0.029	421	562	4.07	4.55
24	0.63	0.76	0.028	423	562	4.08	4.55
26	0.67	0.77	0.026	425	563	4.09	4.55
28	0.70	0.77	0.025	427	564	4.09	4.55
30	0.74	0.77	0.024	429	565	4.10	4.55
32	0.78	0.78	0.023	431	565	4.11	4.55
34	0.82	0.78	0.021	433	566	4.11	4.55
36	0.87	0.79	0.020	435	567	4.12	4.55
38	0.91	0.79	0.019	437	568	4.13	4.55
40	0.96	0.80	0.018	439	568	4.13	4.55
42	1.00	0.80	0.018	441	569	4.13	4.54
44	1.06	0.81	0.017	443	570	4.14	4.54
46	1.11	0.81	0.016	445	571	4.15	4.54
48	1.16	0.82	0.015	447	571	4.16	4.54
50	1.21	0.83	0.014	449	572	4.16	4.54

Bảng hơi bão hoà R22

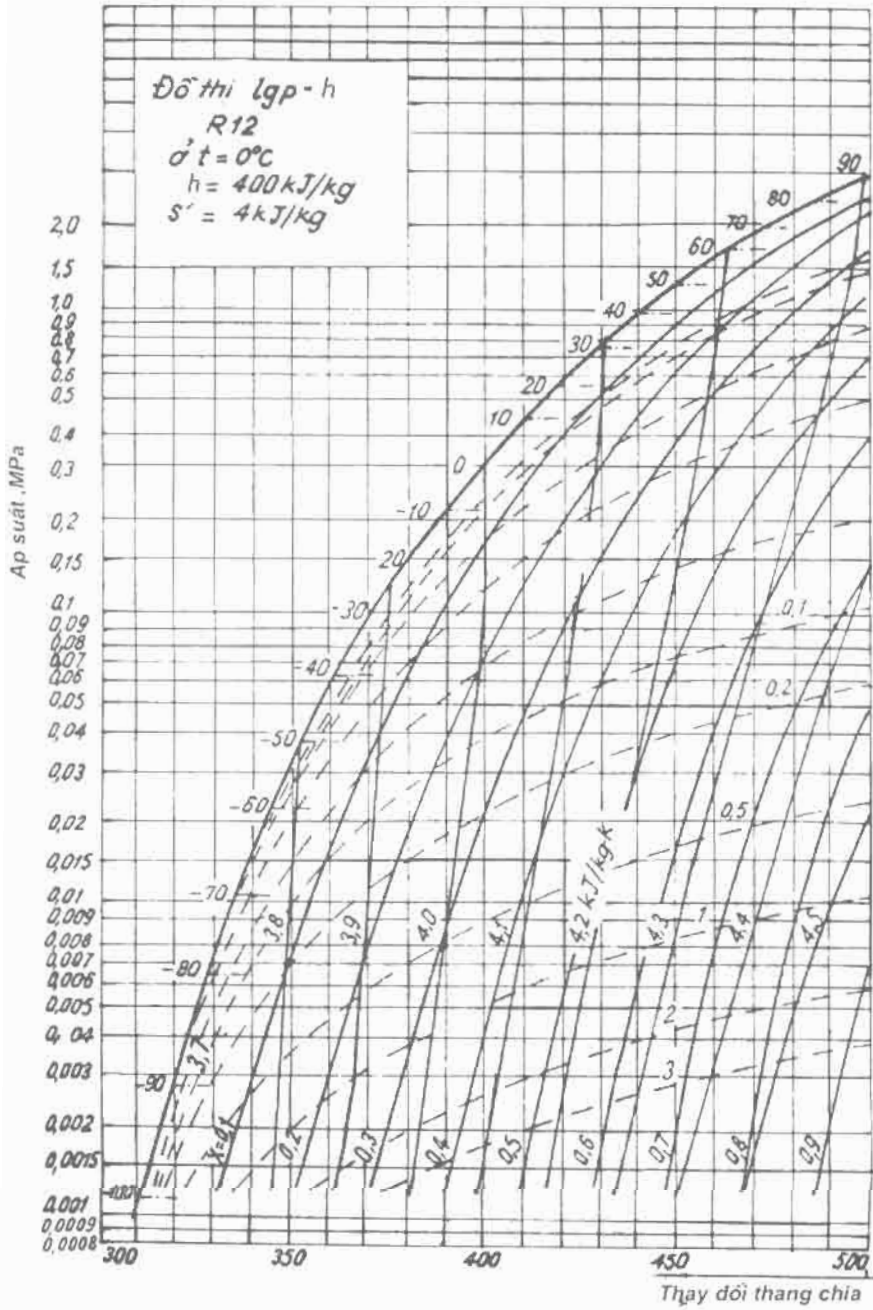
Nhiệt độ °C	Áp suất tuyệt đối, MPa	Thể tích riêng		Entanpi		Entropi	
		lỏng v' , l/kg	hơi v'' , m ³ /kg	lỏng h' , kJ/kg	hơi h'' , kJ/kg	lỏng s' , kJ/kg.K	hơi s'' , kJ/kg.K
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
-60	0.040	0.68	0.537	332	578	3.72	4.87
-58	0.042	0.69	0.483	335	579	3.73	4.87
-56	0.047	0.69	0.436	337	580	3.74	4.86
-54	0.052	0.69	0.394	339	581	3.75	4.86
-52	0.058	0.69	0.356	341	582	3.76	4.85
-50	0.065	0.70	0.323	343	583	3.77	4.84
-48	0.071	0.70	0.294	345	584	3.78	4.84
-46	0.079	0.70	0.268	347	585	3.79	4.83
-44	0.087	0.70	0.244	350	586	3.80	4.83
-42	0.096	0.71	0.223	352	586	3.81	4.82
-40	0.105	0.71	0.205	354	587	3.82	4.82
-38	0.116	0.71	0.188	356	588	3.82	4.82
-36	0.127	0.71	0.172	358	589	3.84	4.81
-34	0.138	0.72	0.159	361	590	3.85	4.81
-32	0.151	0.72	0.146	363	591	3.86	4.80
-30	0.164	0.72	0.135	365	592	3.87	4.80
-28	0.179	0.73	0.125	367	593	3.88	4.79
-26	0.194	0.73	0.115	370	594	3.88	4.79
-24	0.210	0.73	0.107	372	594	3.89	4.79
-22	0.228	0.74	0.099	374	595	3.90	4.78
-20	0.246	0.74	0.092	376	596	3.91	4.78
-18	0.265	0.74	0.085	379	597	3.92	4.78
-16	0.286	0.75	0.080	381	598	3.93	4.77
-14	0.308	0.75	0.075	384	599	3.94	4.77
-12	0.331	0.75	0.070	386	600	3.95	4.77

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
-10	0.356	0.76	0.065	388	600	3.96	4.76
-8	0.381	0.76	0.061	391	601	3.97	4.76
-6	0.408	0.77	0.057	393	602	3.974	4.756
-4	0.473	0.77	0.053	395	603	3.983	4.753
-2	0.467	0.77	0.050	398	603	3.991	4.750
0	0.499	0.78	0.047	400	604	4.000	4.748
2	0.532	0.78	0.044	402	605	4.009	4.745
4	0.567	0.79	0.041	405	606	4.017	4.742
6	0.603	0.79	0.039	407	606	4.026	4.739
8	0.641	0.79	0.037	410	607	4.034	4.737
10	0.681	0.80	0.035	412	608	4.043	4.734
12	0.723	0.80	0.033	414	608	4.051	4.731
14	0.767	0.81	0.031	417	609	4.059	4.729
16	0.812	0.81	0.030	419	610	4.068	4.726
18	0.860	0.82	0.027	422	610	4.076	4.724
20	0.910	0.82	0.026	424	611	4.084	4.721
22	0.961	0.83	0.025	427	612	4.093	4.719
24	1.015	0.83	0.023	429	612	4.100	4.716
26	1.071	0.84	0.022	432	613	4.109	4.714
28	1.130	0.85	0.022	434	613	4.117	4.712
30	1.190	0.85	0.020	437	614	4.126	4.710
32	1.253	0.86	0.019	439	614	4.134	4.707
34	1.319	0.86	0.018	442	615	4.142	4.704
36	1.387	0.87	0.017	444	615	4.150	4.702
38	1.457	0.87	0.016	447	615	4.158	4.699
40	1.530	0.88	0.015	450	616	4.166	4.697
42	1.606	0.89	0.014	452	616	4.174	4.694
44	1.685	0.90	0.014	455	616	4.183	4.692
46	1.766	0.91	0.013	457	617	4.191	4.689
48	1.851	0.91	0.012	460	617	4.199	4.687
50	1.938	0.92	0.012	463	617	4.207	4.684

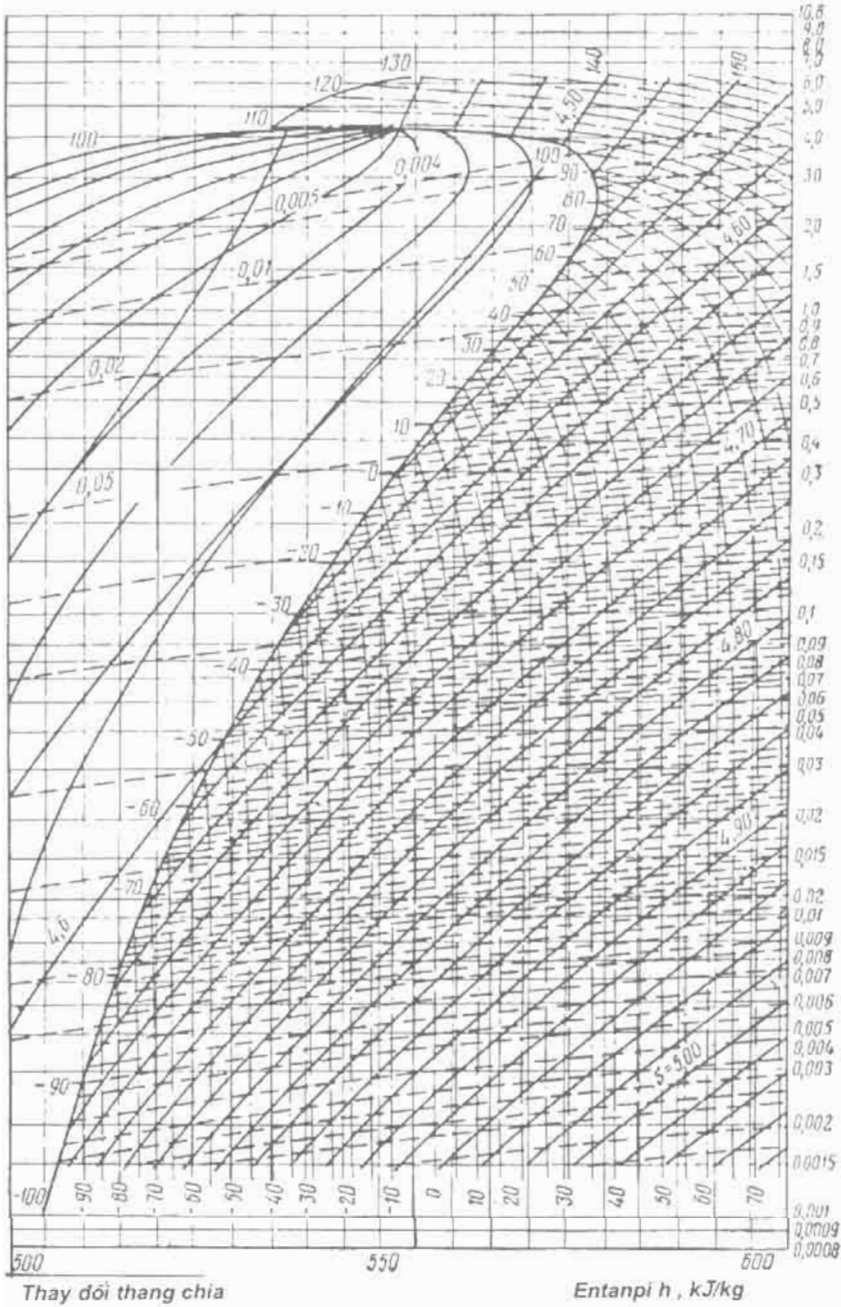
Bảng hơi bão hoà NH₃

Nhiệt độ °C	Áp suất tuyệt đối, MPa	Thể tích riêng		Entanpi		Entropi	
		lỏng v' , l/kg	hơi v'' , m ³ /kg	lỏng h' , kJ/kg	hơi h'' , kJ/kg	lỏng s' , kJ/kg.K	hơi s'' , kJ/kg.K
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
50	2.03	1.78	0.064	559	1712	4.99	8.25
48	1.93	1.77	0.067	550	1712	4.96	8.27
46	1.83	1.76	0.071	539	1712	4.92	8.29
44	1.74	1.75	0.075	529	1712	4.89	8.31
42	1.64	1.74	0.079	518	1711	4.86	8.33
40	1.56	1.73	0.083	509	1711	4.83	8.35
39	1.51	1.72	0.086	504	1711	4.82	8.36
38	1.47	1.72	0.088	500	1710	4.80	8.37
37	1.43	1.71	0.091	493	1710	4.79	8.38
36	1.39	1.71	0.093	488	1709	4.77	8.39
35	1.35	1.70	0.096	483	1709	4.75	8.40
34	1.31	1.70	0.099	479	1708	4.74	8.41
33	1.27	1.69	0.101	474	1708	4.72	8.42
32	1.24	1.69	0.104	469	1707	4.71	8.43
31	1.21	1.68	0.108	464	1707	4.69	8.45
30	1.17	1.68	0.111	460	1706	4.68	8.46
29	1.13	1.68	0.114	455	1706	4.66	8.47
28	1.10	1.67	0.117	451	1705	4.64	8.48
27	1.07	1.67	0.121	446	1705	4.63	8.49
26	1.03	1.66	0.125	441	1704	4.61	8.50
25	1.00	1.66	0.128	436	1704	4.60	8.51
24	0.97	1.65	0.132	431	1703	4.58	8.52
23	0.94	1.65	0.136	426	1702	4.56	8.53
22	0.91	1.65	0.141	422	1702	4.55	8.55
21	0.88	1.64	0.145	417	1701	4.53	8.56
20	0.85	1.64	0.149	412	1700	4.52	8.57
18	0.80	1.63	0.159	402	1699	4.48	8.59
16	0.75	1.62	0.169	392	1697	4.45	8.61
14	0.71	1.62	0.181	383	1696	4.42	8.64

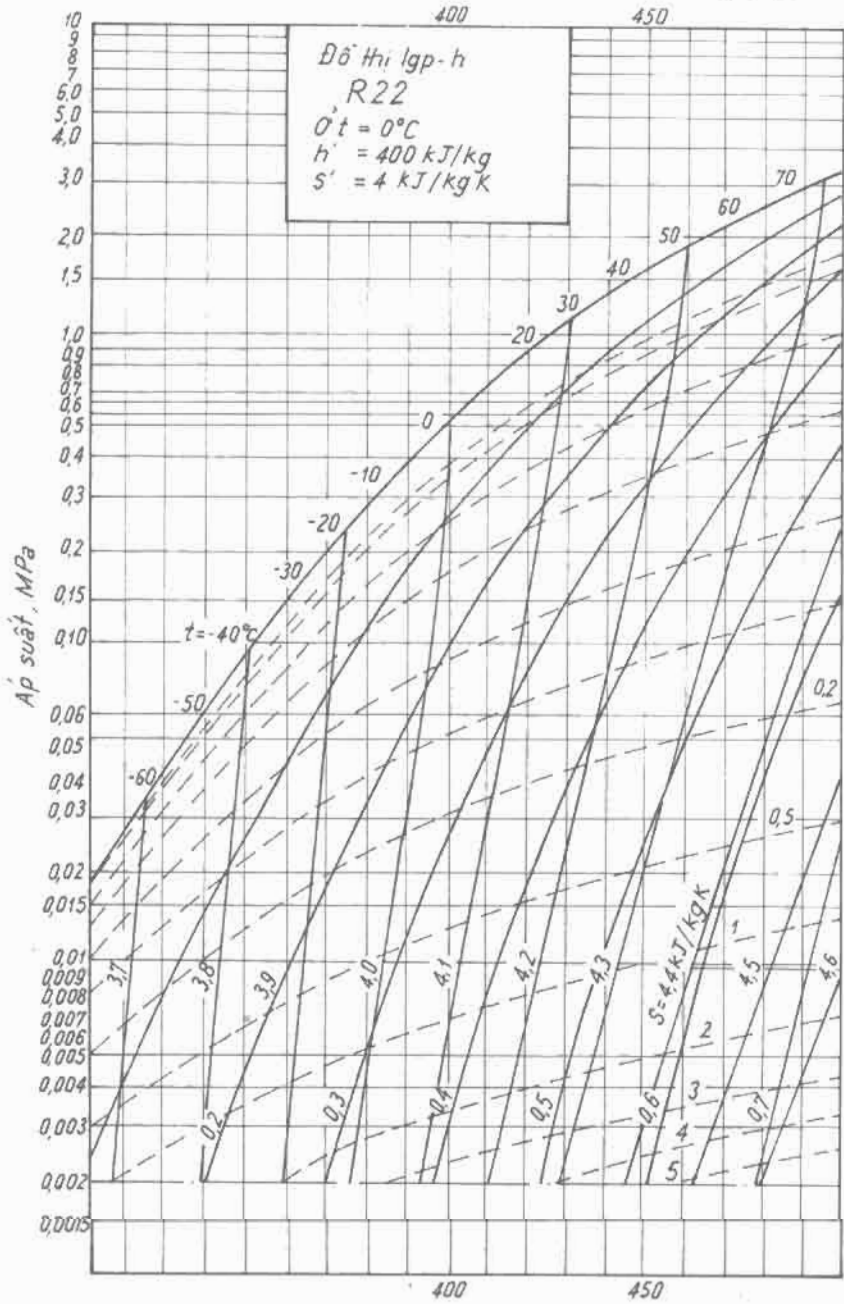
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
12	0.66	1.61	0.193	474	1694	4.39	8.66
10	0.62	1.60	0.206	465	1692	4.35	8.69
8	0.57	1.59	0.220	155	1689	4.32	8.71
6	0.54	1.59	0.235	446	1687	4.28	8.74
4	0.50	1.58	0.252	437	1685	4.25	8.76
2	0.46	1.57	0.270	428	1683	4.22	8.79
0	0.43	1.57	0.290	419	1682	4.19	8.81
-2	0.40	1.56	0.311	409	1680	4.15	8.84
-4	0.37	1.55	0.334	400	1678	4.12	8.87
-6	0.34	1.55	0.360	392	1675	4.09	8.89
-8	0.31	1.54	0.388	382	1673	4.05	8.92
-10	0.29	1.53	0.419	372	1671	4.02	8.95
-11	0.28	1.53	0.43	367	1669	4.00	8.96
-12	0.27	1.53	0.452	362	1668	3.98	8.98
-13	0.26	1.52	0.470	358	1667	3.96	8.99
-14	0.25	1.52	0.49	354	1666	3.95	9.01
-15	0.24	1.52	0.51	350	1664	3.93	9.02
-16	0.23	1.52	0.53	345	1663	3.91	9.04
-17	0.22	1.51	0.55	340	1662	3.89	9.05
-18	0.21	1.51	0.57	336	1660	3.88	9.07
-19	0.20	1.51	0.60	331	1658	3.86	9.08
-20	0.19	1.50	0.62	327	1657	3.84	9.10
-22	0.17	1.50	0.68	318	1654	3.81	9.13
-24	0.16	1.49	0.74	308	1651	3.77	9.16
-26	0.14	1.49	0.81	300	1648	3.73	9.19
-28	0.13	1.48	0.88	290	1645	3.70	9.22
-30	0.12	1.48	0.96	282	1642	3.66	9.26
-32	0.11	1.47	1.06	273	1640	3.62	9.29
-34	0.098	1.46	1.16	264	1636	3.59	9.33
-36	0.088	1.46	1.28	255	1633	3.55	9.36
-38	0.080	1.45	1.41	246	1630	3.51	9.40
-40	0.072	1.45	1.55	237	1626	3.47	9.44
-42	0.065	1.44	1.72	228	1623	3.43	9.47
-44	0.058	1.44	1.90	219	1620	3.40	9.51
-46	0.052	1.43	2.11	210	1617	3.36	9.55
-48	0.046	1.43	2.35	202	1613	3.32	9.59
-50	0.041	1.42	2.63	193	1610	3.28	9.63



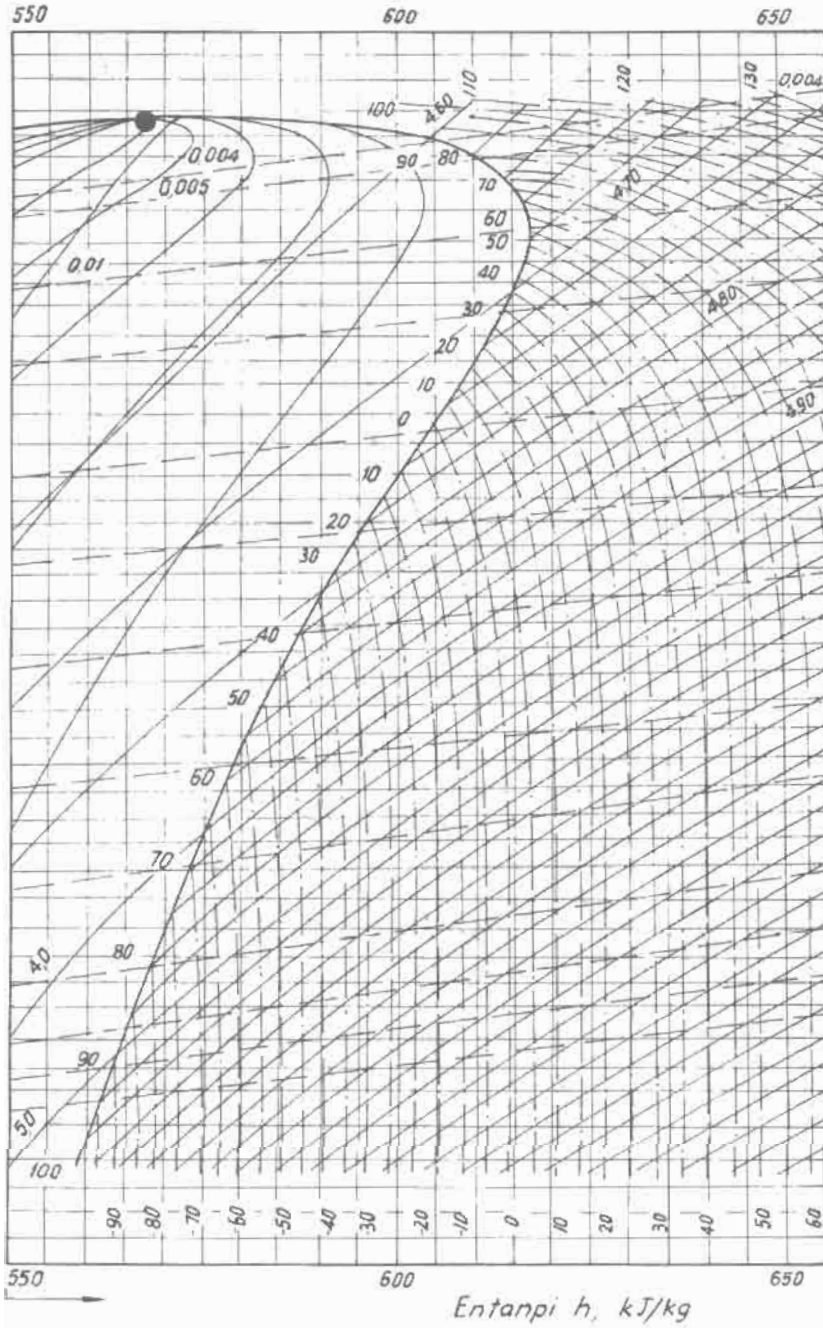
Tiếp phụ lục 4



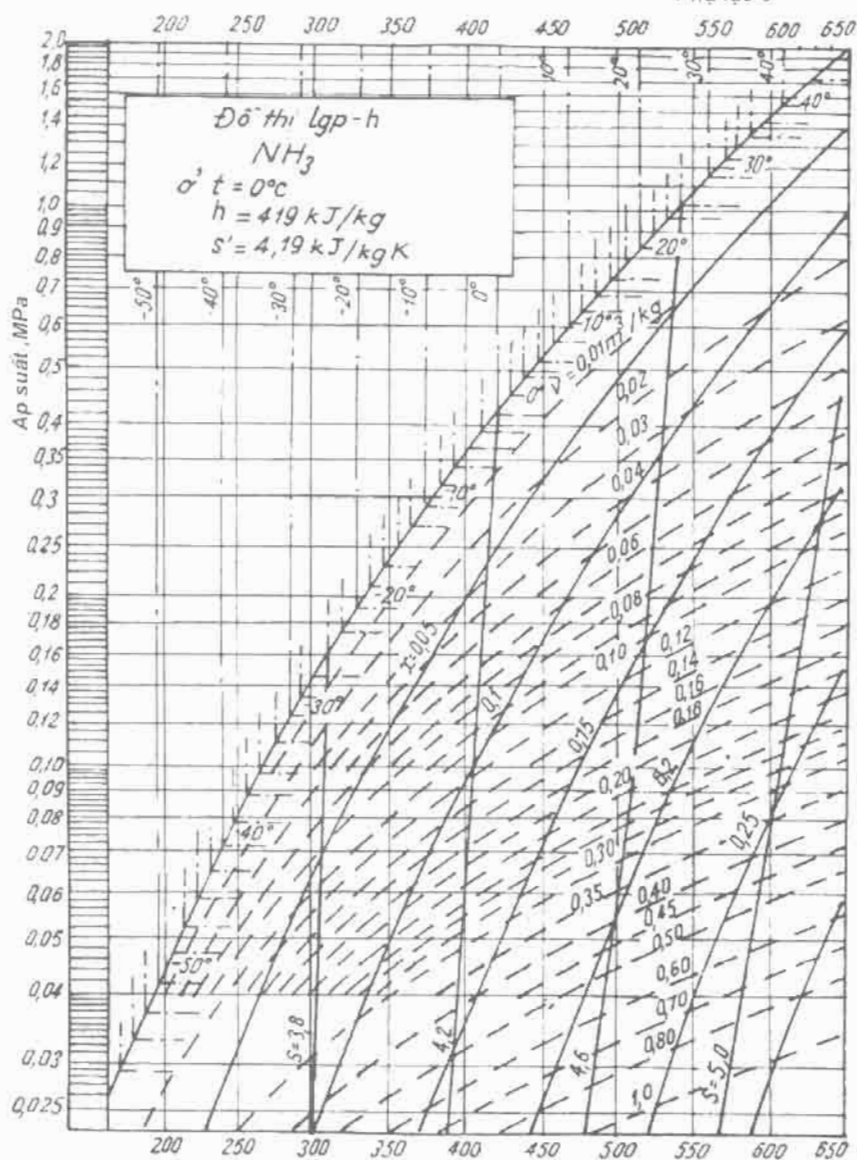
Phụ lục 5



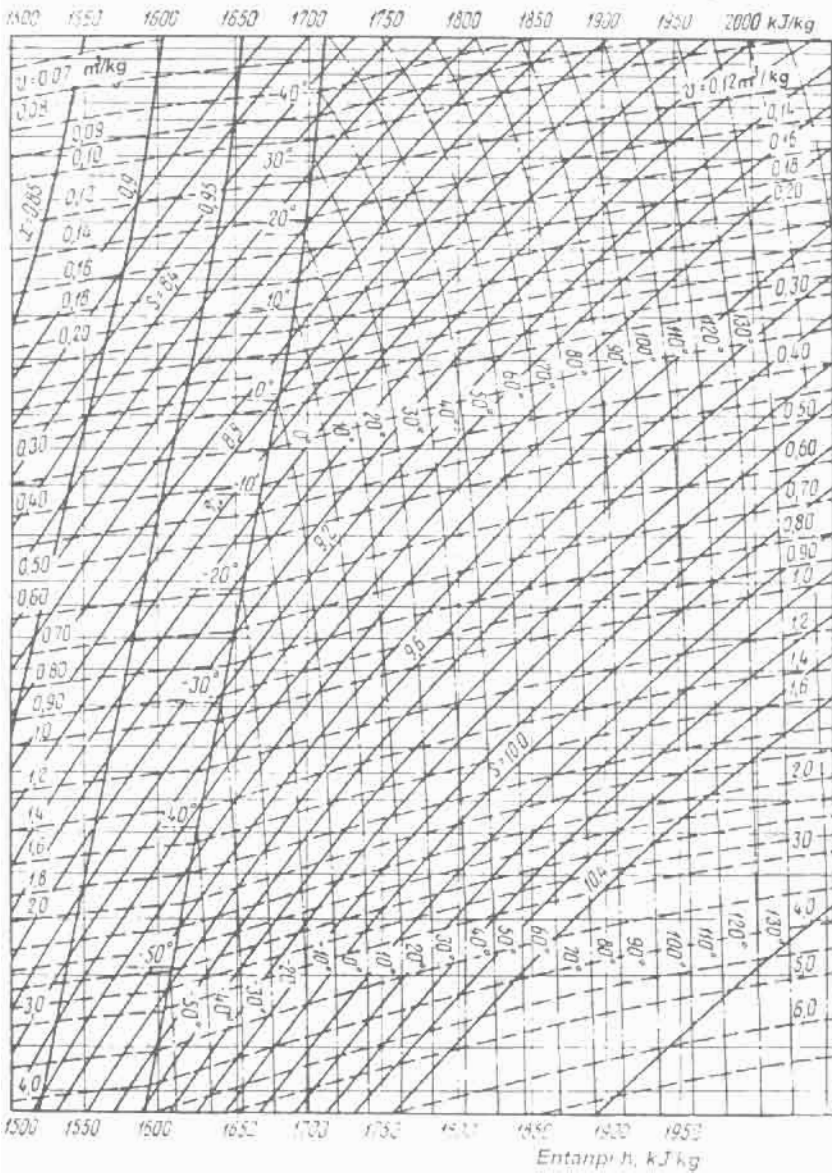
Tiếp phụ lục 5



Phụ lục 6



Tiếp phụ lục 6



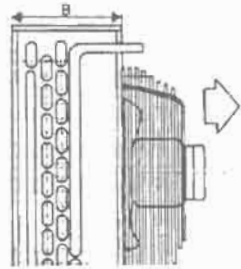
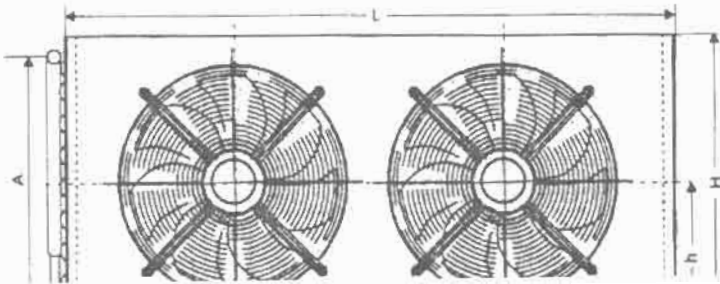
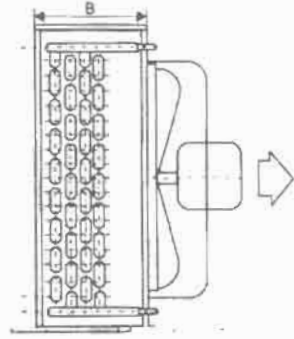
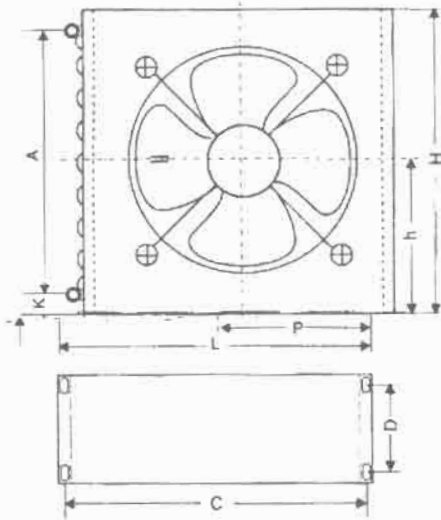
Dàn ngưng kiểu FNH, quạt thổi ngang của Hãng Gao Xiang Trung quốc

Chủng loại	Ký hiệu	Thông số chủ yếu		Thông số quạt điện					Đường kính ống vào	Đường kính ống ra
		Năng suất tải nhiệt	Diện tích trao đổi nhiệt	Số lượng	Đường kính quạt	Lưu lượng không khí	Công suất động cơ	Điện áp		
		W	m	N	Ømm	m ³ /h	W	V		
Tủ lạnh	FNH-1.1/4	1132	4.0	1	250	910	60	220	10	10
	FNH-2.5/8	2465	8.0	2	250	1820	160	220	10	10
	FNH-2.8/10	2810	10.0	2	250	1820	160	220	16	12
	FNH-4.8/16.4	4756	16.4	2	300	3060	160	220	16	12
	FNH-6.4/21.8	6380	21.8	2	300	3060	160	220	16	12
Buồng lạnh	FNH-1.8/6	1800	6.0	1	250	910	75	220	10	10
	FNH-0.6/2	581	2.0	1	200	430	35	220	10	10
	FNH-1.0/3.4	988	3.4	1	200	430	35	220	10	10
	FNH-1.2/4.0	988	4.0	1	200	430	35	220	10	10
	FNH-1.3/4	1279	4.4	1	250	910	60	220	10	10
	FNH-1.5/5.2	1512	5.2	1	300	1530	75	220	10	10
	FNH-2.0/7	2035	7.0	1	300	1530	75	220	16	12
	FNH-2.3/8	2326	8.0	1	350	1800	90	220	16	12
	FNH-3.5/12	3488	12.0	1	350	1800	120	220/380	16	12
	FNH-4.4/15	4360	15.0	1	350	1800	120	220/380	16	12
	FNH-5.2/18	5233	18.0	1	400	3000	120	220/380	16	12
	FNH-6.4/22A	6395	22.0	1	400	3000	120	220/380	16	12
	FNH-6.4/22B	6395	22.0	2	350	2x1800	2x120	220/380	16	12
	FNH-8.1/28	8139	28.0	2	350	2x1800	2x120	380	19	16
	FNH-9.6/33	9593	33.0	2	400	2x1800	2x120	380	19	16
	FNH-12.3/41	12300	41.0	2	400	2x3000	2x120	380	19	16
	FNH-14.7/49	14700	49.0	2	400	2x3000	2x120	380	19	16
	FNH-17/60	17400	60	4	4x350	2x3000	4x120	380	22	16
	FNH-20/70	20300	70	4	4x400	4x1800	4x120	380	22	16
	FNH-23/80	23200	80	4	4x400	4x3000	4x120	380	25	16
FNH-25/85	24650	85	4	4x400	4x3000	4x120	380	25	19	
FNH-27/93	26970	93	4	4x400	4x3000	4x120	380	25	19	
FNH-29/100	29000	100	4	4x400	4x3000	4x120	380	25	19	
FNH-17/60	17400	60	2	2x450	2x4500	2x180	380	22	16	
FNH-29/100	29000	100	4	4x400	4x3000	4x120	380	25	19	

Các thông số kích thước dàn ngưng FNH theo phụ lục 7a

Chung loại	Ký hiệu	Quạt gió ống đồng: Dài Rộng Cao					Kích thước lắp đặt			Kích thước ống ra vào				Kích thước bố trí quạt			
		Số lượng	Số hàng				C	D	d	ống hơi vào	ống lỏng ra	A	K	H	P	M	
		X	Y	I	B	H											
		Số đường kính	Số vòng xoắn	mm			mm		mm	mm	mm	mm		mm			
	NXO	NXW															
Tủ lạnh	FNH-1.1/4	1X250	3X5	360	120	395	350	80	6	16X10	16X10	250	24	140	180		
	FNH-2.5/8	2X250	3X5	750	120	785	740	80	6	16X10	16X10	250	24	140	200	350	
	FNH-2.8/10	2X250	3X5	850	120	885	840	80	6	16X10	16X10	250	24	140	145		
	FNH-4.8/16.4	2X300	4X6	755	195	335	770	155	8	16	12	290	25	167	198	360	
	FNH-6.4/21.8	2X300	4X6	995	195	335	1010	155	8	16	12	290	25	167	250	480	
Buồng lạnh	FNH-1.8/6	1X250	4X5	425	140	460	540	80	6	16X10	16X10	250	24	140	212.5		
	FNH-0.6/2	1X200	2X4	280	120	230	270	90	6	16X10	16X10	200	24	115	140		
	FNH-1.0/3.4	1X200	3X4	250	120	230	240	90	6	16X10	16X10	200	24	115	125		
	FNH-1.2/4.0	1X200	3X4.5	300	120	255	290	90	6	16X10	16X10	225	24	128	150		
	FNH-1.3/4.4	1X250	3X5	325	120	280	290	90	6	16X10	16X10	250	24	140	150		
	FNH-1.5/5.2	1X300	3X6	370	130	330	370	105	6	16X10	16X10	290	25	165	185		
	FNH-2.0/7	1X300	4X6	370	150	330	370	140	8	12	12	290	25	165	225		
	FNH-2.3/8	1X350	3X8	450	180	430	445	140	8	16X10	16X10	390	25	215	225		
	FNH-3.5/12	1X350	4X8	430	180	430	425	140	8	16	12	330	50	215	215		
	FNH-4.4/15	1X350	4X9	480	180	480	475	140	8	16	12	380	50	240	240		
	FNH-5.2/18	1X400	4X10	520	180	530	520	140	10	16	12	430	50	265	260		
	FNH-6.4/22A	1X400	5X10	520	200	530	520	160	10	16	12	430	50	250	260		
	FNH-6.4/22B	2X350	4X8	800	180	430	800	140	10	16	12	330	50	215	210	380	
	FNH-8.1/28	2X350	4X9	880	180	480	880	140	10	19	16	380	50	240	220	440	
	FNH-9.6/33	2X400	4X10	930	180	530	930	155	10	19	16	430	50	265	240	480	
	FNH-12/41	2X400	5X10	930	200	530	930	140	10	19	16	430	50	265	240	480	
	FNH-14/49	2X400	5X12	930	200	630	930	160	10	19	16	530	50	315	240	480	
	FNH-17/60	4X350	4X18	880	180	930	880	160	10	19	16	400	50	240	220	440	
	FNH-20/70	4X400	4X20	930	180	1030	930	140	10	22	16	500	50	260	240	480	
	FNH-23/80	4X400	5X18	930	200	930	930	140	10	22	16	400	50	240	220	440	
	FNH-25/85	4X400	5X20	930	200	1030	930	160	10	22	16	500	50	260	240	480	
	FNH-27/93	4X400	5x22	930	200	1130	930	160	10	25	19	550	50	260	240	480	
	FNH-29/100	4X400	6X20	930	220	1030	930	180	10	25	19	500	50	260	240	480	
FNH-17/60	2X450	5X12	1170	200	630	1170	160	10	19	16	530	50	315	295	580		
FNH-29/100	4X400	5X24	930	200	1230	930	160	10	25	19	530	50	315	240	480		

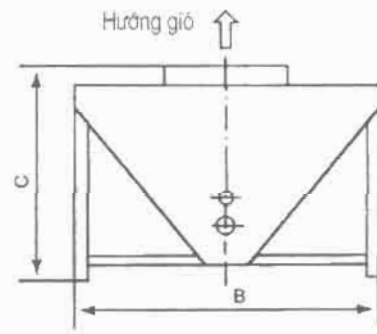
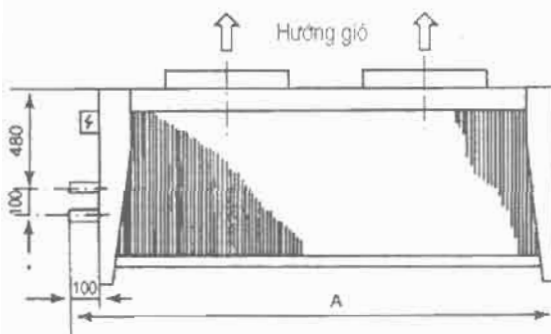
Hình dáng, kích thước dàn ngưng FHN (theo phụ lục 7a và 7b)



Dàn ngưng máy lạnh công nghiệp kiểu FNV
(Dàn bố trí hình chữ V, gió vào 2 bên và thổi lên phía trên)

Kiểu máy HP	Ký hiệu	Năng suất nhiệt tải danh nghĩa W	Diện tích trao đổi nhiệt m ²	Quạt gió					Đường kính ống hút vào Ømm	Đường kính ống lồng ra Ømm	Ghi chú
				Số lượng bộ	Đường kính quạt Ømm	Lưu lượng gió m ³ /h	Công suất W	Điện áp V			
7.5	FNV-16.2/56	16200	56	2	400	2x4000	2x250	380	22	16	
10	FNV-21/72	21000	72	2	400	2x4000	2x250	380	22	16	
12	FNV-25.2/87	25230	87	2	450	2x5000	2x250	380	22	16	
15	FNV-31/106	30740	106	2	500	2x7000	2x370	380	22	16	
20	FNV-37.7/130	37700	130	2	500	2x7000	2x370	380	22	16	
25	FNV-45/155	44950	155	2	600	2x9000	2x550	380	25	19	
30	FNV-53.6/185	53650	185	2	600	2x9000	2x550	380	25	19	

Ký hiệu Model	Kích thước bên ngoài			Kích thước lắp đặt	
	A	B	C	D	E
FNV-16.2/56	1150	620	650	1090	520
FNV-21/72	1400	620	650	1340	520
FNV-25.2/87	1450	740	720	1390	640
FNV-31/106	1450	850	760	1390	750
FNV-37.7/130	1600	850	760	1540	750
FNV-45/155	1750	950	900	1690	850
FNV-53.6/185	1800	950	950	1740	850



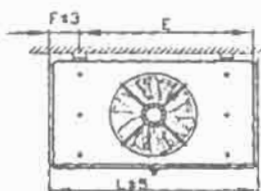
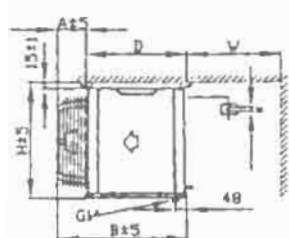
**Dàn bay hơi treo trần kiểu hút gió kiểu Âu – Mỹ
do hãng Gao Xiang Trung quốc sản xuất**

Ký hiệu	Năng suất lạnh ở $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$ kW	Diện tích trao đổi nhiệt m ²	Lưu lượng gió m ³ /h	Khoảng thời ống		Đường kính ống nối		Thông số quạt gió					Điện trở suất	
				m	đm ³	vào	ra	Số lượng	Đường kính	động suất tiêu thụ điện		mức điện công suất		
										φ-mm	bô		φ-mm	V/Hz
Bước cánh kiểu nhiệt độ cao: 4,5 mm (nhiệt độ buồng đến 0^oC)														
GX-HE301-150	2.84	13.5	1850	9	2.3	12	22	1	300	230-400/50	65	0.17	220/50	1.03
GX-HE252-200	3.90	18.6	2000	6	3.2	12	22	2	250	230-400/50	2X70	0.33	220/50	1.43
GX-HE302-300	4.90	23.3	3700	9	4.0	12	22	2	300	230-400/50	130	0.34	220/50	1.82
GX-HE302-400	7.10	33.7	3700	8	5.7	12	28	2	300	230-400/50	130	0.34	220/50	2.73
GX-HE303-500	10.30	49.0	5550	11	8.3	15	28	3	300	230-400/50	195	0.51	220/50	3.03
GX-HE402-750	12.30	67.0	8470	15	16.1	15	35	2	400	230-400/50	300	1.1	220/50	3.64
GX-HE403-1000	18.00	98.2	12705	15	23.6	22	42	3	400	230-400/50	450	1.65	220/50	4.84
GX-HE403-1500	24.0	131	12705	15	31.3	22	42	3	400	230-400/50	450	1.65	220/50	6.56
GX-HE404-2000	28.10	153.8	16940	18	36.9	22	42	4	400	230-400/50	600	2.2	220/50	7.25
Bước cánh kiểu nhiệt độ trung bình: 6,0 mm (nhiệt độ buồng đến -10^oC)														
GX-ME301-150	1.70	8.4	1850	9	1.9	12	22	1	300	230-400/50	65	0.17	220/50	1.63
GX-ME252-200	2.81	13.9	2X2000	6	3.2	12	22	2	250	230-400/50	2X70	0.33	220/50	2.22
GX-ME302-300	3.54	17.5	3700	9	4.0	12	22	2	300	230-400/50	130	0.34	220/50	3.13
GX-ME302-400	5.00	25.3	3700	9	5.7	12	28	2	300	230-400/50	130	0.34	220/50	3.93
GX-ME303-500	6.22	30.8	5550	11	7.0	15	28	3	300	230-400/50	195	0.51	220/50	4.04
GX-ME402-750	7.53	50.2	8470	15	16.1	15	35	2	400	230-400/50	300	1.1	220/50	4.54
GX-ME403-1000	11.1	73.8	12705	15	23.6	22	42	3	400	230-400/50	450	1.65	220/50	5.54
GX-ME403-1500	14.7	97.9	12705	15	31.3	22	42	3	400	230-400/50	450	1.65	220/50	7.96
GX-ME404-2000	17.30	115.3	16940	18	36.9	22	42	4	400	230-400/50	600	2.2	220/50	9.46
Bước cánh kiểu nhiệt độ thấp: 9,0 mm (nhiệt độ buồng đến -20^oC)														
GX-LE252-200	1.52	9.2	2X2000	6	3.2	12	22	2	250	230-400/50	2X70	0.33	220/50	2.73
GX-LE302-300	1.93	11.7	3700	8	4.0	12	22	2	300	230-400/50	130	0.34	220/50	2.73
GX-LE302-400	2.77	16.8	3700	8	5.7	12	28	2	300	230-400/50	130	0.34	220/50	3.03
GX-LE303-500	4.1	24.6	5550	11	8.3	15	28	3	300	230-400/50	195	0.51	220/50	4.84
GX-LE402-750	4.50	31.4	8470	15	11	15	35	2	400	230-400/50	300	1.1	220/50	5.44
GX-LE403-1000	6.60	45.8	12705	15	16.1	22	42	3	400	230-400/50	450	1.65	220/50	7.64
GX-LE403-1500	8.20	57.3	12705	15	20	22	42	3	400	230-400/50	450	1.65	220/50	9.96
GX-LE404-2000	13.3	82.7	16940	18	32.4	22	42	4	400	230-400/50	600	2.2	220/50	14.6

Kích thước dàn bay hơi GX theo phụ lục 9a

Ký hiệu	Số vòng dây ống	Kích thước ngoài (mm)									Ghi chú
	SXW	H	L	B	D	E	E	F	A	W	
Bước cánh kiểu nhiệt độ cao: 4,5 mm											
GX-HE301-150	6X6	425	800	415	400	510	/	145	35	300	
GX-HE252-200	5X5	370	1100	415	400	810	/	145	36	250	
GX-HE302-300	5X6	425	1300	415	400	1010	/	145	35	300	
GX-HE302-400	6X6	425	1500	415	400	1210	/	145	35	300	
GX-HE303-500	6X6	425	1800	415	400	1510	/	145	35	300	
GX-HE402-750	6X5	560	1900	505	460	1550	/	175	65	400	
GX-HE403-1000	6X5	560	2600	505	460	2250	/	175	65	400	
GX-HE403-1500	8X5	560	2600	565	520	2250	/	175	65	400	
GX-HE404-2000	7X5	560	3360	565	520	3010	1485	175	65	400	
Bước cánh kiểu nhiệt độ trung bình : 6,0 mm											
GX-ME301-150	5X6	425	800	415	400	510	/	145	35	300	
GX-ME252-200	5X5	370	1100	415	400	810	/	145	65	250	
GX-ME302-300	5X6	425	1300	415	400	1010	/	145	35	300	
GX-ME302-400	6X6	425	1500	415	400	1210	/	145	35	300	
GX-ME303-500	6X6	425	1800	415	400	1510	/	145	35	300	
GX-ME402-750	6X5	560	1900	505	460	1550	/	175	65	400	
GX-ME403-1000	6X5	560	2600	505	460	2250	/	175	65	400	
GX-ME403-1500	8X5	560	2600	565	460	2250	/	175	65	400	
GX-ME404-2000	7X5	560	3360	565	520	3010	1485	175	65	400	
Bước cánh kiểu nhiệt độ thấp: 9,0 mm											
GX-LE252-200	5X5	370	1100	415	400	810	/	145	65	350	
GX-LE302-300	5X6	425	1300	415	400	1010	/	145	35	300	
GX-LE302-400	6X6	425	1500	415	400	1210	/	145	35	300	
GX-LE303-500	6X6	425	1800	415	400	1510	/	145	35	400	
GX-LE402-750	4X5	560	1900	505	460	1550	/	175	65	400	
GX-LE403-1000	4X5	560	2600	505	460	2250	/	175	65	400	
GX-LE403-1500	5X5	560	2500	505	460	2250	/	175	65	400	
GX-LE404-2000	6X5	560	3360	565	520	3010	1485	175	65	400	

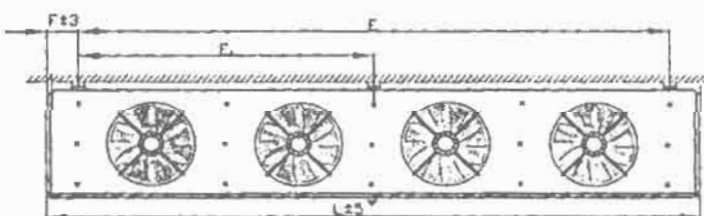
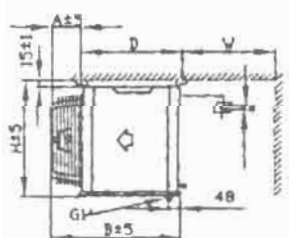
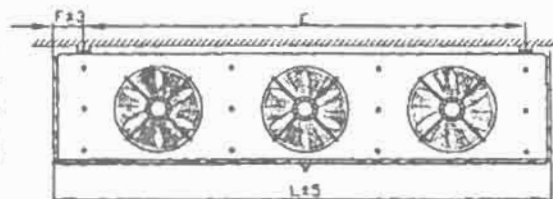
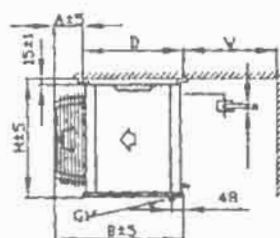
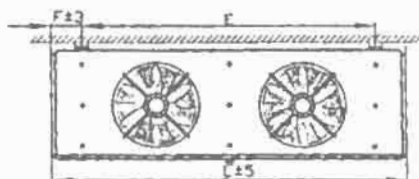
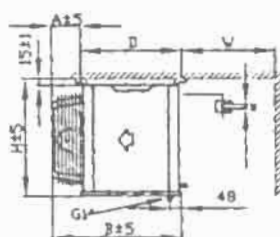
Hình dáng và kích thước dàn bay hơi GX
(theo phụ lục 9a và 9b)



Thuyết minh ký hiệu

GX - H E 30 1 - 150

- L công suất động cơ máy nén đi kèm 1,5 HP
- số quạt gió (1 chiếc)
- đường kính quạt ($\varnothing 300$ mm)
- động cơ quạt EBM của Đức
- phạm vi nhiệt độ H cao, M trung bình, L thấp
- dàn lạnh do Gao Xiang sản xuất



**Tổ ngưng tụ với máy nén kín TECUMSEH
dùng cho nhiệt độ trung bình và thấp (kiểu hút gió)**

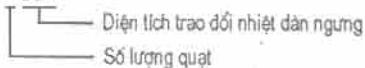
Ký hiệu	Máy nén		Năng suất lạnh danh nghĩa								220V 1 50 Hz	380V 3 50 Hz	Dàn ngưng	
	Công suất động cơ HP	Thể tích xi lanh cm ³	W										Lưu lượng gió m ³ /h	Ký hiệu
			Nhiệt độ bay hơi °C											
R12			-25	-20	-15	-10	-5	0	+7.5	15				
CAE 41ZF 11HR	1/4	8.85			363	421	501	596			•		340	FNH-102
CAE 4440 AHR	1/3	12.05			431	539	648	765			•		410	FNH-1034
CAE 4456 AHR	7/16	16			565	720	888	1069			•		800	FNH-1044
CAJ/TA 4461 AHR	1/2	18.3	447	575	730	887	1060	1249			•	•	800	FNH-1044
CAJ/TAJ 4492 AHR	3/4	25.95	588	789	989	1224	1491	1761			•	•	1130	FNH-1052
CAJ/TAJ 4511 AHR	1	32.7	772	1042	1316	1620	1917	2225			•	•	980	FNH-1070
CAH/TAH 4518 AHR	1-1/2	53.2			1855	2326	2880	4482			•	•	2300	FNH-1080

R22			-25	-20	-15	-10	-5	0	+7.5	15				
AEZ3440EHR	1/3	7.55			444	548	668	788			•		800	FNH-1034
AEZ9440TMHR	1/3	7.55	294	364	444	548	668	788			•		800	FNH-1034
CAE9460TMHR	1/2	11.3	410	520	653	808	976	1161			•		800	FNH-1044
CAJ/TAJ9480TMHR	5/8	15.2	576	746	946	1155	1394	1632			•	•	1130	FNH-1052
CAJ/TAJ9510TMHR	1	18.3	711	907	1126	1374	1643	1941			•	•	980	FNH-1070
CAJ/TAJ9513TMHR	1-1/8	24.2	806	1059	1348	1666	2013	2370			•	•	980	FNH-1070
FH/TFH4524FHR	2	43.5			2314	2910	3536	4200			•	•	2300	FNH-115
FH/TFH4531FHR	3	56.65			3611	4360	5200	6163			•	•	4600	FNH-122A
TFHS4540FHR	3 1/2	74.25			3922	4977	6060	7182			•		4600	FNH-222B
TAG4546THR	4	90.2	2347	3394	4486	5569	6998	8483			•		7000	FNH-228
TAG4561THR	5	112.5	3218	4486	5954	7470	8997	11447			•		6600	FNH-241
TAG4568THR	6	124.4	3320	4842	6579	8566	10664	12759			•		6000	FNH-249
TAG4573THR	6-1/2	134.8	4613	5521	7033	8739	10543	12634			•		6000	FNH-259

Năng suất lạnh danh nghĩa		Điều kiện sử dụng tối hạn			
Độ quá nhiệt hơi hút	11K	Nhiệt độ bay hơi	theo bảng trên	nhiệt độ bên ngoài	5-43°C
Độ quá lạnh lỏng	3K	Nhiệt độ ngưng tụ	max 55°C (2.4MPa)	Điện áp	(1/50Hz) -198-253V (3/50Hz) -340-440V
Nhiệt độ bên ngoài	32°C	Nhiệt độ bên ngoài	max 32°C		

Giải thích ký hiệu

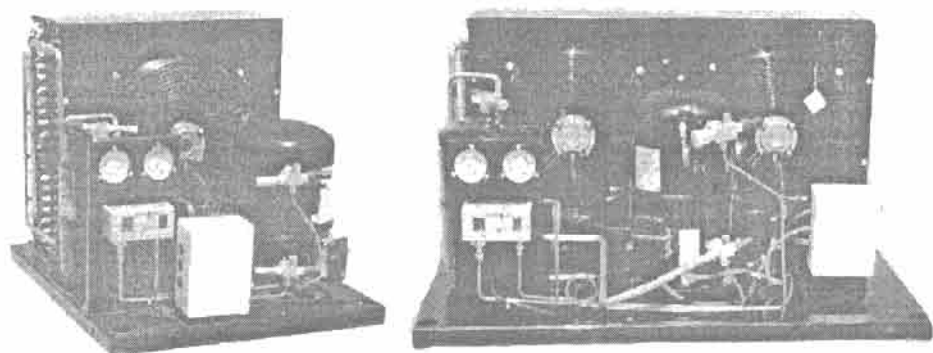
FNH-1034



Tổ ngưng tụ với máy nén kín TECUMSEH dùng cho nhiệt độ thấp

Ký hiệu	Thể tích xy lanh cm ³	Công suất động cơ HP	Môi chất lạnh	Năng suất lạnh (W) ở nhiệt độ bên ngoài 32°C							Nguồn điện (V)	
				Nhiệt độ bay hơi (°C)								
				-40	-35	-30	-23.3	-20	-15	-10	1~	3~
CAJ/TAJ2428LBR	15.2	5/8	R502	242	368	504	696	793	990	1070	220	380
CAJ2432LBR	18.3	3/4	R502	330	464	600	803	907	1070	1230	220	
CAJ/TAJ2446LBR	26.15	1	R502	542	696	908	1201	1370	1620	1890	220	380
CAJ/TAJ2464LBR	34.45	1-1/2	R502	648	928	1200	1611	1800	2110	2440	200	380
CAJ/TAJ2464ZBR	34.45	1-1/2	R404A	459	771	1080	1491	1692	1995	2296	220	380
TAH2480JBR	53.2	2	R502	861	1250	1676	2272	2576	3064	3537	220	380
TAH2511KBR	74.25	3	R502	1087	1619	2194	2982	3382	3994	4640		380
TFH2511ZBR	74.25	3	R404A	992	1520	2105	2892	3301	3895	4485		380
TAG2516KBR	112.5	4	R502	1631	2354	3146	4317	4940	5941	7011		380
TAG2516ZBR	112.5	4	R404A	1631	2354	3146	4317	4940	5941	7011		380
TAG2522KBR	134.5	6	R502	2146	3020	3971	5368	6170	7291	8553		380

Hình dạng tổ ngưng tụ có máy nén TECUMSEH (theo phụ lục 10a và 10b)



Một số tổ ngưng tụ giải nhiệt gió vừa và nhỏ của Bitzer (CHLB Đức), máy nén pittông một cấp; môi chất lạnh R22; truyền động đai; năng suất lạnh (kW) tính theo nhiệt độ hơi hút 25°C; có quá lạnh lỏng; tốc độ động cơ 1450 vg/min. Nhiệt độ môi trường không khí làm mát 36°C (nhiệt độ ngưng tụ 51°C)

Tổ ngưng tụ giải nhiệt gió Kiểu	Đường kính bánh đai động cơ, mm	Thể tích quét m ³ /h	Công suất động cơ, kW			Năng suất lạnh Q ₀ , kW ở nhiệt độ bay hơi, °C									
			H	M	L	H			M			L			
						10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
<i>Truyền động đai (max 4 tốc độ qua thay đổi, đường kính bánh đai động cơ)</i>															
L61/2T.2-S	190	15.7	5.5	4	3	15.5	13.4	11.4	9.6	8.0	6.5	5.3	4.2	3.2	2.3
	210	17.5	5.5	4	3	-	14.4	12.3	10.4	8.6	7.1	5.7	4.5	3.4	2.6
	230	19.6	5.5	5.5	4	-	15.5	13.2	11.2	9.3	7.7	6.2	4.9	3.8	2.8
	250	21.9	7.5	5.5	4	-	-	14.2	12.0	10.0	8.3	6.7	5.3	4.1	3.0
L61/2N.2-S	190	22.5	7.5	5.5	4	22.7	19.5	16.6	14.0	11.7	9.6	7.3	5.8	4.6	3.5
	210	25.0	7.5	5.5	5.5	24.5	21.1	18.0	15.2	12.7	8.5	7.9	6.3	5.0	3.8
L70/2N.2-S	230	28.0	11	7.5	5.5	26.5	22.9	19.6	16.5	13.8	11.4	8.6	6.9	5.4	4.1
	250	31.3	11	7.5	5.5	28.4	24.6	21.1	17.9	14.9	12.3	9.2	7.4	5.8	4.4
L543/4T.2-S	210	35.1	11	11	5.5	-	-	24.2	20.5	17.1	14.0	11.3	8.9	6.9	5.1
	230	39.3	15	11	7.5	-	-	26.0	22.0	18.4	15.2	12.3	9.7	7.5	5.5
L652/4P.2-S	210	42.0	15	11	7.5	42.9	36.8	31	24.4	20.5	16.9	13.8	11.0	8.6	6.5
L862/4P.2-S	230	47.1	15	15	11	46.5	40.0	34	26.4	22.2	18.4	15.0	12.0	9.1	7.1
L743/4N.2-S	210	50.1	15	15	11	49.7	42.8	36.5	29.3	24.5	20.3	16.5	13.2	10.3	7.8
L862/4N.2-S	230	56.1	18.5	15	11	53.9	46.4	39.6	31.7	26.6	22.0	18.0	14.4	11.2	8.5
<i>Truyền động qua khớp nối (50 Hz, n = 1450 vg/min)</i>															
L443/2T.2-KG		19.6	7.5	5.5	4	18.7	16.1	13.7	11.6	9.6	7.9	6.3	5.0	3.8	2.8
L543/2N.2-KG		28.0	11	7.5	5.5	26.5	22.9	19.6	16.6	13.8	11.4	9.3	7.4	5.7	4.4
L543/4T.2-KG		39.3	15	11	7.5	-	31.7	27.1	22.0	18.4	15.2	12.3	9.7	7.5	5.5
L652/4T.2-KG		47.1	1	15	11	46.5	40.0	34.0	26.4	22.2	18.4	15.0	12.0	9.4	7.1
L652/4P.2-KG		47.1	1	15	11	46.5	40.0	34.0	26.4	22.2	18.4	15.0	12.0	9.4	7.1
L743/4N.2-KG		56.1	18.5	15	11	53.9	46.4	39.6	31.7	26.6	22.0	18.0	14.4	11.2	8.5
L862/4N.2-KG		56.1	18.5	15	11	53.9	46.4	39.6	31.7	26.6	22.0	18.0	14.4	11.2	8.5
L862/4H.2-KG		73.6	22	18.5	15	-	60.3	51.5	43.4	36.2	29.7	24.0	19.0	14.6	10.9
L862/4G.2-KG		84.5	30	22	15	-	-	57.9	40.9	40.9	33.7	27.3	21.7	16.8	12.7
L862/6H.2-Kg		110.5	-	30	22	-	-	-	-	50.4	41.7	33.9	27.0	20.9	15.6

Ghi chú: Với nhiệt độ sôi thấp hơn - 20°C, độ quá nhiệt tối đa $\Delta t_{qmax} \leq 20$ K

Với nhiệt độ sôi thấp hơn - 30°C, cần làm mát bổ sung cho máy nén

H – chế độ nhiệt độ bay hơi cao (điều hoà không khí).

M – chế độ nhiệt độ bay hơi trung bình (lạnh thường)

L – chế độ nhiệt độ bay hơi thấp (lạnh sâu)

Ký hiệu: Ví dụ L61/2T.2-S: L61 – kiểu dàn ngưng;

2T.2 – kiểu máy nén;

S – truyền động đai;

KG – truyền động khớp nối

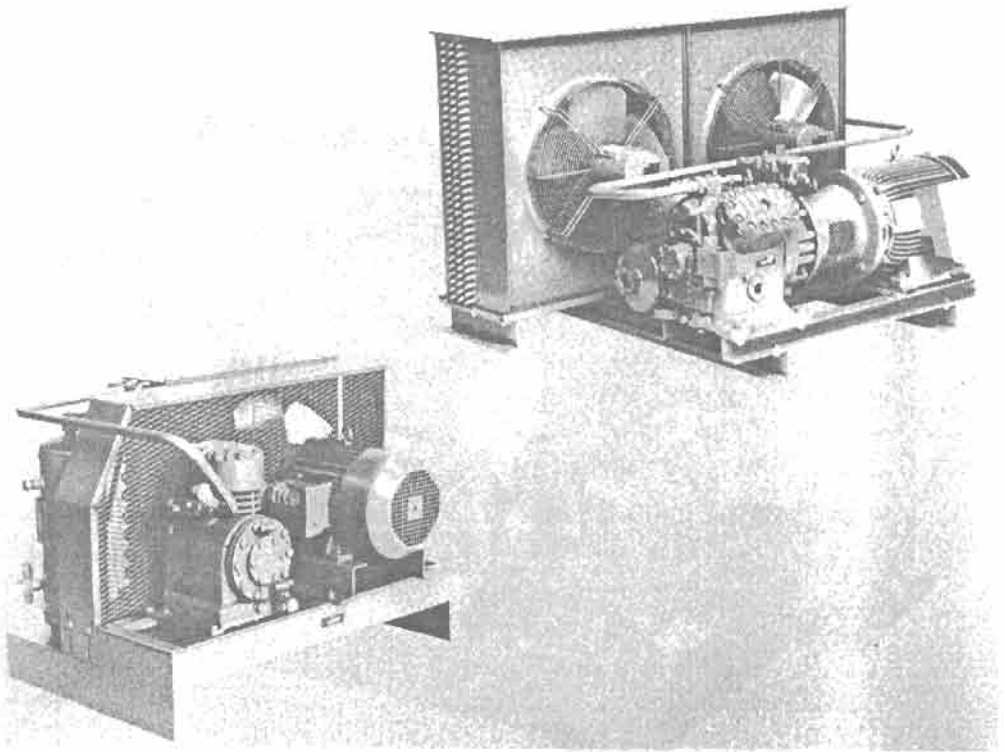
Một số tổ ngưng tụ giải nhiệt nước vừa và nhỏ của Bitzer (CHLB Đức), máy nén pittông một cấp; môi chất lạnh R22; truyền động đai và khớp nối; năng suất lạnh (kW) tính theo nhiệt độ hơi hút 25°C; độ quá lạnh lỏng 5K; tốc độ động cơ 1450 vg/min. Nhiệt ngưng tụ 40°C

Tổ ngưng tụ	Đường kính bánh đai động cơ, mm	Thể tích quét m ³ /h	Công suất động cơ, kW			Năng suất lạnh Q ₀ , kW ở nhiệt độ bay hơi, °C											
			H	M	L	H			M			L					
						10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	
<i>Truyền động đai (2 tốc độ qua thay đổi, đường kính bánh đai động cơ)</i>																	
K202H/2T.2-S	210	17.5	4	4	3	21.2	17.7	14.7	12.1	9.9	7.9	6.3	4.9	3.7	2.7	1.8	
	230	19.6	5.5	4	3	23.3	19.5	16.2	13.4	10.9	8.8	6.9	5.4	4.0	2.9	2.0	
K282H/2N.2-S	210	25.0	7.5	5.5	5.5	29.0	24.4	20.4	16.9	13.9	11.2	9.0	7.1	5.4	4.1	2.9	
	230	28.0	7.5	7.5	5.5	32.0	26.9	22.4	18.6	15.3	12.4	9.9	7.8	6.0	4.5	3.2	
K282H/4T.2-S	210	35.1	7.5	7.5	5.5	42.4	35.5	29.5	24.3	19.8	15.9	12.6	9.8	7.3	5.3	3.6	
K572H/4T.2-S	230	39.2	11	7.5	7.5	46.7	39.1	32.5	26.8	21.8	17.6	13.9	10.7	8.1	5.9	4.0	
K372H/4P.2-S	210	42.0	11	11	7.5	48.7	41.0	34.4	28.4	23.3	18.9	15.1	11.9	9.1	6.8	4.9	
K572H/4P.2-S	230	47.1	15	15	11	53.7	45.2	37.8	31.3	25.7	20.8	16.7	13.1	10.1	7.5	5.4	
K372H/4N.2-S	210	50.1	15	11	11	58.1	48.9	40.8	33.8	27.8	22.5	18.0	14.2	10.9	8.1	5.8	
K572H/4N.2-S	230	56.1	15	15	11	64.0	53.9	45.0	37.3	30.6	24.8	19.9	15.6	12.0	9.0	6.4	
K572H/4H.2-S	210	65.7	15	15	11	79.2	66.5	55.4	45.7	37.3	30.0	23.8	18.5	14.0	10.2	7.0	
K812H/4H.2-S	230	73.6	18.5	15	15	87.7	73.6	61.3	50.6	41.3	33.3	26.4	20.5	15.5	11.3	7.7	
K572H/4G.2-S	210	73.5	18.5	18.5	15	91.2	76.5	63.7	52.6	42.9	34.6	27.5	21.4	16.3	12.0	8.5	
K812H/4G.2-S	230	84.5	22	18.5	15	100.9	84.7	70.5	58.2	47.5	38.3	30.5	23.7	18.1	13.3	9.4	
K812H/6H.2-S	210	98.7	30	22	15	118.9	99.8	83.1	68.6	56.0	45.1	35.8	27.8	21.0	15.3	10.5	
K1052H/6H.2-S	230	110.5	30	22	18.5	131.6	110	92.0	76.0	62.0	50.0	39.6	30.7	23.3	16.9	11.6	
K812H/6G.2-S	210	113.2	30	30	18.5	136.8	115	95.6	78.9	64.5	52.0	41.3	32.2	24.5	18.0	12.7	
K1352T/6G.2-S	230	126.8	30	30	22	151.5	127	105.8	87.4	71.4	57.6	45.7	35.6	27.1	20.0	14.1	
<i>Truyền động qua khớp nối (50 Hz, n = 1450 vg/min)</i>																	
K202H/2T.2-KG		19.6	5.5	4	3	23.3	19.5	16.2	13.4	10.9	8.8	6.9	5.3	4.0	2.9	2.0	
K282H/4N.2-KG		28.0	7.5	7.5	5.5	31.9	26.9	22.4	18.6	15.3	12.4	9.9	7.8	6.0	4.5	3.2	
K282H/4T.2-KG		39.3	11	7.5	7.5	46.7	39.1	32.5	26.8	21.8	17.5	13.9	10.7	8.1	5.9	4.0	
K572H/4T.2-KG		47.1	15	15	11	53.7	45.2	37.8	31.3	25.7	20.8	16.7	13.1	10.1	7.5	5.4	
K372H/4P.2-KG		47.1	15	15	11	53.7	45.2	37.8	31.3	25.7	20.8	16.7	13.1	10.1	7.5	5.4	
K572H/4P.2-KG		47.1	15	15	11	53.7	45.2	37.8	31.3	25.7	20.8	16.7	13.1	10.1	7.5	5.4	
K372H/4N.2-KG		56.1	15	15	11	64.0	53.9	45.0	37.3	30.6	24.8	19.9	15.6	12.0	9.0	6.4	
K572H/4N.2-KG		56.1	15	15	11	64.0	53.9	45.0	37.3	30.6	24.8	19.9	15.6	12.0	9.0	6.4	
K572H/4H.2-KG		73.6	18.5	15	15	87.7	73.6	61.3	50.6	41.3	33.3	26.4	20.5	15.5	11.3	7.7	
K812H/4H.2-KG		73.6	18.5	15	15	87.7	73.6	61.3	50.6	41.3	33.3	26.4	20.5	15.5	11.3	7.7	
K572H/4g.2-KG		84.5	22	18.5	15	100.9	84.7	70.5	58.2	47.5	38.3	30.5	23.7	18.1	13.2	9.4	
K812H/4g.2-KG		84.5	22	18.5	15	100.9	84.7	70.5	58.2	47.5	38.3	30.5	23.7	18.1	13.2	9.4	
K812H/6H.2-KG		110.5	30	22	18.5	131.6	110.5	92.0	76.0	62.0	50.0	39.6	30.7	23.2	16.9	11.6	
K572H/6H.2-KG		110.5	30	22	18.5	131.6	110.5	92.0	76.0	62.0	50.0	39.6	30.7	23.2	16.9	11.6	
K812H/6G.2-KG		126.8	30	30	22	151.5	127.1	105.8	87.4	71.4	57.6	45.7	35.6	27.1	20.0	14.1	
K1352H/6H.2-KG		126.8	30	30	22	151.5	127.1	105.8	87.4	71.4	57.6	45.7	35.6	27.1	20.0	14.1	
K1052H/6F.2-KG		151.6	37	37	30	179.3	150.7	125.8	104.2	85.3	69.1	55.1	43.2	33.1	24.6	17.5	
K1352H/6F.2-KG		151.6	37	37	30	179.3	150.7	125.8	104.2	85.3	69.1	55.1	43.2	33.1	24.6	17.5	

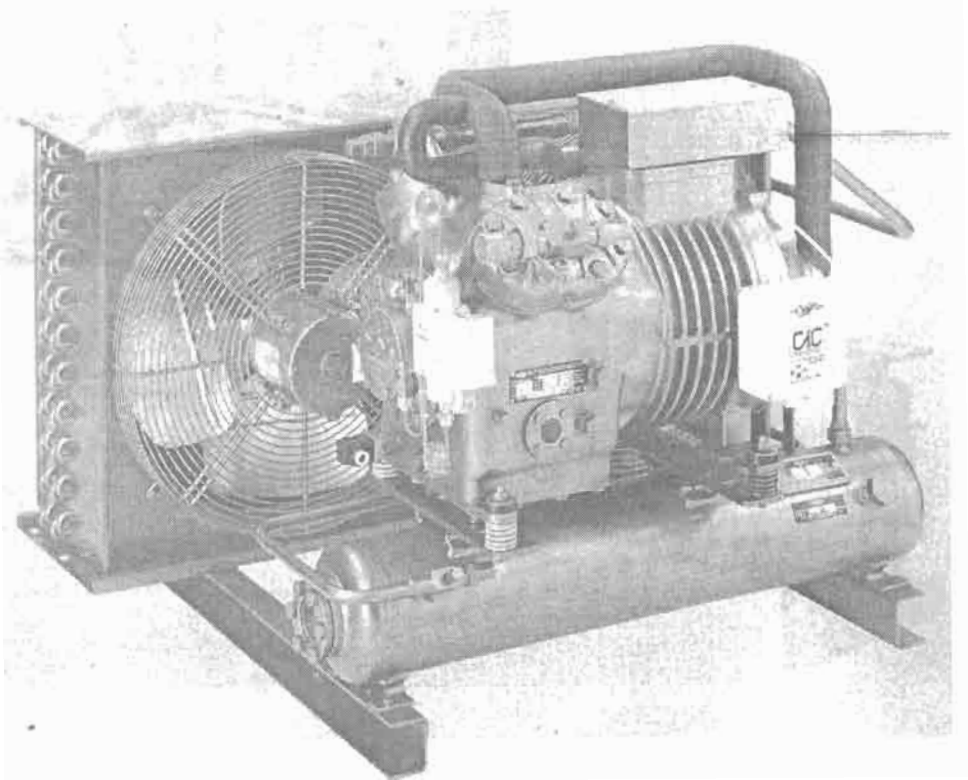
Ghi chú: Với nhiệt độ sôi thấp hơn - 20°C, độ quá nhiệt tối đa $\Delta t_{q\max} < 20$ K
 Với nhiệt độ sôi thấp hơn - 30°C, cần làm mát bổ sung cho máy nén
 H – chế độ nhiệt độ bay hơi cao (điều hoà không khí).
 M – chế độ nhiệt độ bay hơi trung bình (lạnh thường)
 L – chế độ nhiệt độ bay hơi thấp (lạnh sâu)

Ký hiệu: Tổ ngưng tụ, ví dụ K282/2N.2-S (230): K282 – kiểu dàn ngưng, 2N.2 – kiểu máy nén, S – truyền động đai; KG – truyền động khớp nối; H – chế độ điều hoà không khí, nhiệt độ bay hơi cao; M – lạnh thường, nhiệt độ bay hơi trung bình; L – lạnh sâu, nhiệt độ bay hơi thấp.

Hình dáng tổ ngưng tụ giải nhiệt gió của Bitzer (CHLB Đức) theo phụ lục 11a



Hình dáng tổ ngưng tụ giải nhiệt nước
của Bitzer (CHLB Đức) theo phụ lục 11b






Máy nén kín nhiệt độ trung bình và cao TECUMSEH (Mỹ)

Ký hiệu	Công suất động cơ HP	Môi chất lạnh —	Thể tích xy-lanh cm ³	Lưu lượng dầu nạp cm ³	Thiết bị liêt lưu (\bar{m})	Kiểu lam lạnh (Φ)	Năng suất lạnh ở 50 Hz và nhiệt độ ngưng tụ 54,5°C, W ở nhiệt độ bay hơi						Nguồn điện Φ
							-25°C	-15°C	-10°C	0°C	+7,2°C	+15°C	
AZ 0360A	1/8	12	2,95	400	C	N	55	89	111	172	229	302	220-240V/1/50Hz
AZ 0374A	1/7	12	3,60	270	C	N	64	113	146	225	302	463	208-220V/1/50Hz
AZ 0374A	1/7	12	3,60	270	C.V	N	84	113	146	225	302	463	208-220V/1/50Hz
AZ 0387A	1/8	12	4,00	300	C	N	77	129	161	249	330	431	208-220V/1/50Hz
AZ 0387A	1/8	12	4,00	300	C.V	N	77	129	161	249	330	431	208-220V/1/50Hz
AZ 0411A	1/8	12	5,90	300	C	F	105	179	227	349	482	606	208-220V/1/50Hz
AZ 0411A	1/8	12	5,90	300	C.V	F	105	179	227	349	482	606	208-220V/1/50Hz
AE 592F9	1/5	12	7,55	450	C	F		230	302	488	642	837	208-220V/1/50Hz
CAE 592F9	1/5	12	7,55	450	C.V	F		230	302	488	642	837	208-220V/1/50Hz
AE 412F11	1/4	12	8,85	450	C	F		270	352	559	735	982	208-220V/1/50Hz
CAE 412F11	1/4	12	8,85	450	C.V	F		270	352	559	735	982	208-220V/1/50Hz
AE 3440A	1/3	12	12,05	450	C.V	F		373	488	765	1028	1372	208-220V/1/50Hz
CAE 4440A	1/3	12	12,05	450	C.V	F		373	488	765	1028	1372	208V/1/50Hz
CAE 4448A	3/7	12	14,00	450	C.V	F		443	567	894	1198	1590	208V/1/50Hz
CAE 4458A	7/16	12	16,00	450	C.V	F		498	638	1005	1339	1788	208V/1/50Hz
CAJ 4452A	3/7	12	15,20	887	C.V	F	175	438	596	970	1283	1650	208-220V/1/50Hz
CAJ 4481A	1/2	12	18,30	887	C.V	F	240	540	725	1185	1508	1905	208-220V/1/50Hz
TAJ 4451A													400V/3/50Hz
CAJ 4492A	3/4	12	25,95	887	C.V	F	365	810	1090	1740	2295	3000	208-220V/1/50Hz
TAJ 4492A													400V/3/50Hz
CAJ 4511A	1	12	32,70	887	C.V	F	595	1140	1495	2330	3032	4000	208-220V/1/50Hz
TAJ 4511A													400V/3/50Hz
CAH 4518A	1-1/2	12	53,20	1330	C.V	F		1510	1990	3300	4527	6090	208-220V/1/50Hz
TAH 4518A													400V/3/50Hz
AEZ 4425E	1/5	22	4,50	450	C.V	F		192	256	413	553	728	220-240V/1/50Hz
AEZ 4430E	1/4	22	5,70	450	C.V	F		256	336	538	718	945	208-220V/1/50Hz
AEZ 3440E	1/3	22	7,55	450	C	F		362	464	733	980	1298	208-220V/1/50Hz
AEZ 4440E	1/3	22	7,55	450	C.V	F		362	464	733	980	1298	208-220V/1/50Hz
AEZ 9440T	1/3	22	7,55	450	C.V	F	222	362	464	733	975	1302	220-240V/1/50Hz
AE 3450E	3/7	22	9,40	450	C	F		428	554	896	1212	1623	220-240V/1/50Hz
CAE 4450E	3/7	22	9,40	450	C.V	F		428	554	896	1212	1623	208-220V/1/50Hz
CAE 9450T	3/7	22	9,40	450	C.V	F	256	428	554	896	1212	1623	208-220V/1/50Hz
CAE 9460T	1/2	22	11,30	450	C.V	F	324	553	715	1134	1514	2000	208-220V/1/50Hz
CAJ 9480T	5/8	22	15,20	887	C.V	F	461	786	1011	1586	2103	2761	208-220V/1/50Hz
TAJ 9480T													400V/3/50Hz
CAJ 9510T	1	22	18,30	887	C.V	F	545	956	1229	1909	2510	3266	208-220V/1/50Hz
TAJ 9510T													400V/3/50Hz
CAJ 9513T	1-1/8	22	24,20	887	C.V	F	528	1074	1451	2411	3272	4386	208-220V/1/50Hz
TAJ 9513T													400V/3/50Hz
CAJ 4517E	1-1/4	22	25,95	887	C.V	F	1233	1673	2727	3629	4743		208-220V/1/50Hz
TAJ 4517T	1-1/4	22	25,95	887	C.V	F	1230	1680	2720	3632	4740		400V/3/50Hz
CAJ 4519T	1-3/4	22	34,46	887	C.V	F	1780	2304	3601	4738	6162		208-220V/1/50Hz
TAJ 4519T	1-3/4	22	34,45	887	C.V	F	1780	2304	3601	4738	6162		400V/3/50Hz
PH 4522F	2	22	39,95	1480	C.V	F		1588	2202	3774	5206	7042	208-220V/1/50Hz
TFH 4522F													400V/3/50Hz
PH 4524F	2	22	43,50	1480	C.V	F		1841	2456	4131	5706	7759	208-220V/1/50Hz
TFH 4524F													400V/3/50Hz
PH4531F	2-3/4	22	56,65	1480	C.V	F		2820	3504	5859	7526	9854	208-220V/1/50Hz
TFH 4531F													400V/3/50Hz
TFH 4538E	3	22	67,50	1625	C.V	F		3100	4189	7041	8659	13400	400V/3/50Hz
TFH 4540F	3-1/2	22	74,25	1480	C.V	F		3000	4301	7330	9863	12938	400V/3/50Hz
TAG 4546T	4	22	90,20	1960	C.V	F	1328	3103	4568	7838	11255	15961	400V/3/50Hz
TAG 4553T	4-1/2	22	100,70	1960	C.V	F	1528	3875	5308	9105	12927	18406	400V/3/50Hz
TAG 4561T	5	22	112,50	1960	C.V	F	2059	4485	6133	10593	14870	20658	400V/3/50Hz
TAG 4568T	6	22	124,40	1960	C.V	F	2493	5157	6967	11882	16876	23359	400V/3/50Hz
TAG 4573T	8	22	134,80	1960	C.V	F	2803	6029	7501	12632	17816	25204	400V/3/50Hz
TAN5590H	7-1/2	22	182,00	4000	C.V	F	2587	6726	8250	15722	21951	30690	400V/3/50Hz
TAN5610H	9	22	188,00	4000	C.V	F	3021	7331	9954	16790	23505	32085	400V/3/50Hz
TAN5612H	10	22	229,00	4000	C.V	F	3402	8889	12179	20646	28781	40050	400V/3/50Hz
TAN5614H	12	22	280,00	4000	C.V	F	3738	10180	14417	24899	34134	45751	400V/3/50Hz

Máy nén kín kiểu nhiệt độ thấp TECUMSEH (Mỹ)

Ký hiệu	Công suất động cơ HP	Môi chất lạnh	Thể tích xy lanh cm ³	Lưu lượng dầu nạp cm ³	Thiết bị tiết lưu (f)	Kiểu làm lạnh (D)	Năng suất lạnh ở 50 Hz và nhiệt độ ngưng tụ 54,5°C, W ở nhiệt độ bay hơi					Nguồn điện V	
							-40°C	-36°C	-30°C	-25,2°C	-20°C		-10°C
R12													
AE 1410A	1/3	12	12.06	450	C	FRH	105	158	250	304	510	208-220V/1/50Hz	
CAE 2410A	1/3	12	12.05	450	C.V	F	105	158	250	304	510	208-220V/1/50Hz	
AE 1412A	3/8	12	14.15	450	C	FRH	141	202	311	376	634	208-220V/1/50Hz	
CAE 2412A	3/8	12	14.15	450	C.V	F	141	202	311	376	634	208-220V/1/50Hz	
CAJ 2T12	1/2	12	26.15	887	C.V	F	253	377	611	750	1238	208-220V/1/50Hz	
CAH2445 TAH 2445A	1	12	53.2	1625	C.V	F	442	770	1245	1520	2512	220-240V/1/50Hz 400V/3/50Hz	
CAH 2466A TAH 2466A	1-1/2	12	74.25	1625	C.V	F	667	1045	1617	1925	3100	220-240V/1/50Hz 400V/3/50Hz	
R502													
AE 1417L	1/2	502	11.3	450	C	F	96	188	293	449	533	855	208-220V/1/50Hz
CAE 2417L	1/2	502	11.3	450	C.V	F	96	188	293	449	533	855	208-220V/1/50Hz
CAJ 2428L TAJ 2428L	5/8	502	15.2	687	C.V	F	105	232	390	620	759	1240	220-240V/1/50Hz 400V/3/50Hz
CAJ 2432L	3/4	502	18.3	687	C.V	F	140	290	490	787	960	1510	208-220V/1/50Hz
CAJ 2448L TAJ 2448L	1	502	26.15	887	C.V	F	270	496	754	1106	1305	2080	220-240V/1/50Hz 400V/3/50Hz
CAJ 2464L TAJ 2464L	1-1/2	502	34.45	887	C.V	F	324	620	1000	1583	1890	2950	220-240V/1/50Hz 400V/3/50Hz
TFH 2480J	2	502	53.2	1625	C.V	F	495	872	1336	2088	2505	4183	400V/3/50Hz
TFH 2511K	3	502	74.25	1625	C.V	F	695	1190	1800	2717	3245	5015	400V/3/50Hz
TFHD 2515J	4	502	106.4	1625	C.V	F	990	1744	2672	4131	5010	8365	400V/3/50Hz
TFHD 2522K	6	502	148.5	1625	C.V	F	1390	2380	3600	5435	6490	10330	400V/3/50Hz
R134a													
AE 1410Y	1/3	134a	12.1	450	C	FRH	92	151	259	324	566	220-240V/1/50Hz	
CAE 2410Y	1/3	134a	12.1	450	C.V	F	92	151	259	324	566	220-240V/1/50Hz	
AE 1412Y	3/8	134a	14.15	450	C	FRH	96	174	306	383	663	220-240V/1/50Hz	
CAE 2412Y	3/8	134a	14.15	450	C.V	F	96	174	306	383	663	220-240V/1/50Hz	
R404A													
CAE 2417Z	7/16	404A	11.3	450	C.V	F	62	181	276	454	551	890	208-240V/1/50Hz
CAE 2420Z	1/2	404A	12.54	450	C.V	F	179	287	377	560	655	1044	220-240V/1/50Hz
CAE 2424Z	5/8	404A	15	450	C.V	F	180	291	430	657	787	1252	220-240V/1/50Hz
CAJ 2432Z	3/4	404A	18.3	887	C.V	F	77	250	470	794	972	1585	220-240V/1/50Hz
CAJ 2446Z TAJ 2446Z	1	404A	26.15	887	C.V	F	177	424	702	1126	1358	2138	208-220V/1/50Hz 400V/3/50Hz
CAJ 2464Z TAJ 2464Z	1-1/2	404A	34.45	887	C.V	F	172	546	965	1595	1935	3083	208-220V/1/50Hz 400V/3/50Hz
FH 2480Z TFH 2480Z	2	404A	53.2	1625	C.V	F	327	733	1246	2099	2588	4358	208-220V/1/50Hz 400V/3/50Hz
FH 2511Z TFH 2511Z	3	404A	74.25	1625	C.V	F	753	1318	2011	3136	3774	6042	208-220V/1/50Hz 400V/3/50Hz
TAG 2516Z	4	404A	112.5	1960	C.V	F	987	1711	2683	4358	5340	8947	400V/3/50Hz
TAG 2522Z	6	404A	134.8	1960	C.V	F	1446	2306	3460	5489	6653	11024	400V/3/50Hz

Máy nén kin cho điều hoà không khí TECUMSEH (Mỹ)

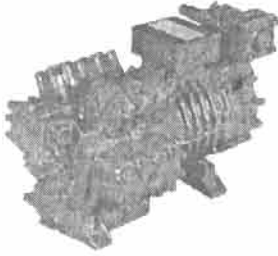
Kiểu máy nén	Moi chất lạnh	Thể lịch xy lanh cm ³	lượng dầu nap cm ³	Thiết bị liết lưu Φ	Kiểu làm lạnh Φ	Năng suất lạnh ở 50 Hz và nhiệt độ ngưng tụ 54,5°C, W ở nhiệt độ bay hơi						Nguồn điện ③	
						-10°C	-5°C	0°C	+7,2°C	+10°C	+15°C		
						+14°F	+23°F	+32°F	+45°F	+50°F	+59°F		
R22													
	AJ 5510F	22	18.8	887	C	F	920	1300	1730	2443	2760	208-220V/1/50Hz	
	AJ 5512E	22	21.75	887	C	F	1260	1670	2130	2904	3250	208-220V/1/50Hz	
	AJ 5513E	22	24.2	887	C	F	1460	1910	2385	3203	3580	208-220V/1/50Hz	
	AJ 5515E	22	25.95	887	C	F	1680	2170	2720	3632	4020	208-220V/1/50Hz	
	TAJ 5515E	22	25.95	887	C.V	F	1680	2170	2720	3632	4020	400V/3/50Hz	
	AJ 5518E	22	32.7	887	C	F	2210	2760	3435	4572	5050	208-220V/1/50Hz	
	AJ 5519E	22	34.45	887	C	F	2320	2880	3630	4785	5300	208-220V/1/50Hz	
	TAJ 5519E	22	34.45	887	C.V	F	2320	2880	3590	4785	5300	400V/3/50Hz	
	FH 5522E	22	40.8	1330	C	F	2452	3254	4181	5689	6364	208-220V/1/50Hz	
	TFH 5522E	22	40.8	1330	C.V	F	2452	3254	4181	5689	6364	400V/3/50Hz	
	FH 5524E	22	43.8	1330	C	F	2648	3483	4503	6213	6957	208-220V/1/50Hz	
	TFH 5524E	22	43.8	1330	C.V	F	2648	3483	4503	6213	6957	400V/3/50Hz	
	FH 5528E	22	51.1	1330	C	F	3301	4313	5466	7438	8337	208-220V/1/50Hz	
	TFH 5528	22	51.1	1330	C.V	F	3301	4313	5466	7438	8337	400V/3/50Hz	
	FH 5532E	22	58.1	1625	C	F	3487	4689	5985	8181	9183	208-220V/1/50Hz	
	TFH 5532E	22	58.1	1625	C.V	F	3487	4689	5989	8181	9183	400V/3/50Hz	
	FH 5536E	22	62.5	1625	C	F	3714	4933	6437	8847	9969	208-220V/1/50Hz	
	TFH 5536E	22	62.5	1625	C.V	F	3714	4933	6437	8847	9969	400V/3/50Hz	
	FH 5538E	22	67.5	1625	C	F	4169	5555	7041	9659	10637	208-220V/1/50Hz	
	TFH 5538E	22	67.5	1625	C.V	F	4169	5555	7041	9659	10637	400V/3/50Hz	
	FH 5642E	22	74.15	1625	C	F	4709	6054	7636	10303	11490	220-240V/1/50Hz	
TFH 5642E	22	74.15	1625	C.V	F	4709	6054	7636	10303	11490	400V/3/50Hz		
	TAG 5548E	22	90.2	1960	C.V	F	4100	5700	7750	11357	12900	15900	400V/3/50Hz
	TAG 5553E	22	100.7	1960	C.V	F	5000	6800	9000	13015	14800	18350	400V/3/50Hz
	TAG 5581E	22	112.5	1960	C.V	F	5780	7900	10500	14847	16900	20800	400V/3/50Hz
	TAG 5588E	22	124.4	1960	C.V	F	6800	8900	11750	16748	19000	23300	400V/3/50Hz
	TAG 5670E	22	134.8	1960	C.V	F	7100	9500	12500	17888	20400	25100	400V/3/50Hz
	TAN 5590H	22	182	4000	C.V	F	8750	11800	15800	22045	26000	30500	400V/3/50Hz
	TAN 5610H	E2	195	4000	C.V	F	9400	12700	16600	23575	26800	32900	400V/3/50Hz
	TAN 5612H	22	229	4000	C.V	F	11500	15600	20500	28889	32900	40000	400V/3/50Hz
	TAN 5614H	22	280	4000	C.V	F	13800	18800	24700	34250	38300	46650	400V/3/50Hz

① C – Capillary tube ống mao V – Expansion Valve van tiết lưu N – Natural Air Flow làm mát tự nhiên (không có quạt) F – Fan Cooled cường bức (có quạt) RH – Oil Cooler bộ làm mát dầu

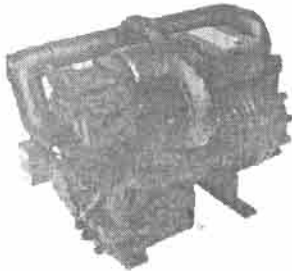
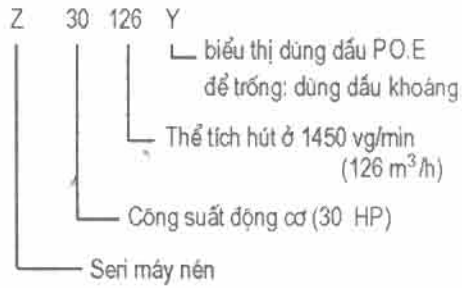
② Đối đơn vị năng suất lạnh ra
Btu/h nhân với 3.44
Kcal/h nhân với 0.86

③ Có thể đáp ứng các nguồn điện đặc biệt khác theo yêu cầu.

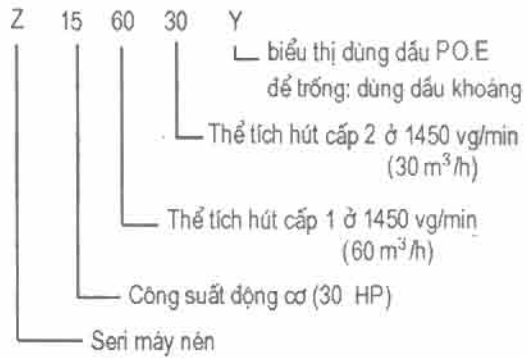
Hình dáng và ký hiệu máy nén nửa kín Frascold (Ý)



1. Máy nén nửa kín 1 cấp



2. Máy nén nửa kín 2 cấp



Máy nén nửa kín Frascold 1 cấp

Ký hiệu	Nhiệt độ ngưng tụ t _c	R22													
		Công suất lạnh (W) ở 50 Hz và ở nhiệt độ bay hơi, độ C													
		-12.5	-7.5	-2.5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
A 0.5 4	30	1070	4230	1860	3180	2600	2100	1860	1290	980	730	530	360		
	40	4500	3790	3450	2830	2300	1840	1440	1110	830	600	420	280		
	45	4500	3570	3240	2650	2140	1710	1310	1010	750	540	370	240		
	50	4070	3340	3010	2470	1990	1580	1220	920	680	480	320	200		
A 0.5 5	30				5290	2600	2110	1650	1270	950	690	480			
	40				2920	2350	1850	1430	1090	790	560	380			
	45				2740	2100	1710	1320	990	720	500	330			
	50				2340	2030	1580	1200	890	640	440	290			
A 0.7 5	30	6360	5320	4850	4010	3290	2600	2110	1650	1270	950	690	480		
	40	5720	4780	4350	3580	2920	2350	1850	1430	1090	790	560	380		
	45	5410	4500	4100	3360	2730	2190	1710	1320	990	720	500	330		
	50	5090	4230	3840	3140	2540	2030	1580	1200	890	640	440	290		
A 0.7 6	30				2630	2960	3350	3840	4410	5060	5770	640	360		
	40				3240	3610	4030	4590	5200	580	630	430	270		
	45				3030	3430	3910	4460	5100	560	610	420	260		
	50				2820	3230	3760	4340	4900	540	590	410	250		
A 1 6	30	7030	5900	5380	4430	3650	2960	2330	1840	1410	1060	770	540		
	40	6560	5360	4830	3970	3240	2610	2050	1590	1200	890	630	430		
	45	6010	5000	4540	3750	3030	2430	1910	1460	1100	800	560	370		
	50	5650	4690	4260	3400	2820	2250	1760	1340	1000	720	500	320		
A 1 7	30				4720	3850	3080	2430	1890	1440	1070	770	540		
	40				4230	3430	2770	2180	1650	1240	910	640	430		
	45				3980	3230	2560	2000	1530	1130	810	580	380		
	50				3740	3010	2380	1860	1420	1050	750	520			
A 1.5 7	30	8980	7540	6800	5720	4720	3850	3080	2430	1890	1440	1070			
	40	8150	6820	6230	5150	4230	3430	2730	2180	1650	1240	910			
	45	7720	6460	5890	4860	3980	3220	2560	2000	1510	1120	810			
	50	7290	6090	5550	4570	3730	3010	2380	1860	1420	1050	750			
A 1.5 8	30	10320	8640	7880	6520	5350	4360	3510	2790	2170	1630	1220	870		
	40	9370	7810	7110	5860	4780	3880	3110	2450	1890	1410	1020	710		
	45	8870	7390	6720	5520	4400	3640	2910	2280	1740	1300	900	630		
	50	8370	6950	6320	5180	4190	3390	2700	2100	1600	1170	830	550		
B 1.5 9	30				9220	7750	6570	5190	4210	3360	2640	2040	1520	1110	770
	40				8110	6930	5950	4610	3710	2940	2280	1730	1280	900	650
	45				7650	6550	5530	4320	3460	2730	2110	1590	1150	800	520
	50				7480	6150	5010	4030	3220	2520	1910	1440	1050	710	
B 1.5 10	30				7200	5880	4750	3790	2980	2200	1710	1260	890		
	40				6460	5260	4220	3340	2590	1970	1460	1040	710		
	45				6090	4930	3950	3110	2400	1810	1320	930	620		
	50				5710	4610	3670	2840	2210	1650	1190	850			
B 2 10	30	12610	11420	10450	8680	7150	5830	4690	3720	2890	2200				
	40	12360	10340	9440	7800	6390	5170	4120	3230	2480	1850				
	45	11720	9790	8920	7350	6000	4840	3840	2990	2270	1640				
	50	11060	9220	8390	6900	5610	4500	3530	2730	2070	1520				
D 2 11	30	13450	12940	11820	9820	8130	6640	5350	4230	3290	2490	1820			
	40	13900	11620	10690	8610	7080	5600	4310	3110	2310	2090	1480			
	45	13130	10950	9980	8290	6810	5520	4410	3440	2590	1890	1310			
	50	12340	10280	9350	7760	6360	5140	4080	3160	2360	1690	1140			
D 2 13	30				14110	11810	9800	8040	6520	5200	4070	3120	2310	1640	1090
	40				12680	10590	8760	7150	5760	4550	3510	2620	1900	1290	790
	45				11920	9970	8220	6700	5370	4220	3220	2540	1690	1110	820
	50				11210	9340	7690	6240	4920	3800	2940	2140	1480	940	
D 3 13	30	18400	15420	14100	11730	9670	7890	6360	5040	3920	2970				
	40	16590	13880	12660	10500	8620	6990	5580	4300	3350	2480				
	45	15680	13040	11910	9870	8040	6570	5190	4040	3060	2240				
	50	14750	12300	11190	9240	7540	6070	4800	3710	2770	1990				
D 2 15	30				10940	8960	7250	5780	4570	3470	2580	1940	1240		
	40				9790	7980	6410	5060	3910	2940	2120	1450	910		
	45				9200	7480	5980	4620	3590	2670	1890	1260	740		
	50				8610	6970	5520	4220	3280	2400	1670	1020			
D 3 15	30				17470	14990	12310	10890	8890	7160	5680	4440	3380	2510	
	40				15690	14320	11870	9740	7900	6210	4900	3810	2850	2050	
	45				14820	13530	11180	9150	7390	5880	4520	3500	2580	1820	
	50				13960	12720	10400	8560	6880	5430	4220	3180	2310	1600	

Có quạt làm mát máy nén

Ký hiệu	Nhiệt độ ngưng tụ °C	R22													
		Công suất lạnh (W) ở 50 Hz và ở nhiệt độ bay hơi, độ C													
		12.5	7.5	5	0	-3	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	
D 3 16	30			16700	14050	11660	9500	7700	6250	4800	3760	2810	2010		
	40			15040	12970	10420	8530	6800	5460	4240	3200	2330	1600		
	45			13150	11830	9780	7980	6450	5070	3910	2920	2090	1400		
	50			12260	11070	9140	7450	5970	4680	3570	2650	1840			
D 4 16	30	21850	18260	16790	14050	11660	9500	7700	6250	4800	3760				
	40	19630	16270	14840	12570	10420	8530	6800	5460	4240	3200				
	45	18350	15510	14120	11830	9780	7980	6450	5070	3910	2920				
	50	17410	14530	13260	11070	9140	7450	5970	4680	3570	2650				
F 4 16	30	22400	18840	17260	14530	11800	9620	7740	6130	4770	3620				
	40	20200	16930	15450	12800	10480	8500	6790	5320	4080	3040				
	45	19040	16040	14540	12020	9630	7940	6310	4910	3750	2740				
	50	18470	14940	13630	11240	9170	7270	5850	4500	3380	2450				
D 3 18	30			13010	10710	8710	6990	5490	4250	3180	2270	1530			
	40			11640	9540	7720	6120	4750	3590	2610	1800	1130			
	45			10300	8320	6710	5360	4070	3080	2210	1560	940			
	50			10110	8100	6700	5240	3960	2940	2060	1430				
D 4 18	30	24670	20730	18960	15770	13010	10710	8710	6980	5490	4230				
	40	22430	18490	17170	14230	11640	9560	7720	6120	4750	3590				
	45	21290	17810	16250	13430	11000	8770	7210	5680	4310	3260				
	50	20110	16800	15320	12640	10310	8380	6700	5240	3960	2940				
D 3 19	30			13630	11150	8930	7200	5670	4370	3280	2360	1610			
	40			12190	9900	7920	6370	5060	3810	2810	1960	1260			
	45			11470	9280	7400	5930	4650	3530	2560	1750	1080			
	50			10730	8630	6860	5400	4210	3220	2300	1530				
F 4 19	30	22260	20370	18460	15860	13260	1090	860	700	550	4300	3100	2200		
	40	20210	18430	16270	13430	10900	8660	6720	5170	3950	2850	1900			
	45	19150	17430	15490	12740	9480	7570	5930	4430	320	2350	1560			
	50	18030	16450	14540	11930	8460	7000	5420	4100	2990	2070	1330			
F 5 19	30	26520	22160	20210	16710	13700	11120	8910	7020	5480	4170				
	40	24070	20660	18270	15040	12270	9890	7860	6130	4700	3590				
	45	22810	19590	17370	14190	11340	9260	7320	5700	4210	3170				
	50	21540	18490	16260	13320	10400	8630	6720	5210	3910	2830				
F 4 21	30			18280	15100	12410	9970	7850	6250	4820	3610	2600	1760		
	40			16120	13380	11030	8470	6380	5020	3760	2800	2070	1420		
	45			14600	12060	9780	7730	6070	4700	3540	2630	1910	1090		
	50			14690	12010	9680	7690	5980	4570	3370	2470	1750			
F 5 21	30	28310	23960	21910	18230	15030	12290	9920	7890	6160	4710				
	40	25780	21640	19770	16440	13470	10950	8770	6910	5320	3990				
	45	24410	20460	18680	15460	12660	10260	8190	6410	4890	3620				
	50	23000	19260	17370	14520	11870	9570	7520	5900	4460	3240				
F 4 24	30			17070	13920	11250	8960	7050	5430	4070	2930	1990			
	40			15310	12440	9880	7970	6130	4690	3440	2400	1520			
	45			14470	11690	9330	7310	5690	4300	3110	2170	1280			
	50			13540	10910	8620	6740	5220	3900	2780	1830				
F 5 24	30	21780	20790	22410	20300	18740	15680	13020	10700	8790	6900				
	40	20180	19200	20670	18390	15010	12130	9770	7690	6010	4540				
	45	22100	22910	20900	17770	14120	11410	9680	7520	5830	4370				
	50	23870	21610	19670	16270	13230	10640	8420	6520	4990	3690				
F 5 25	30			25820	20190	21810	18030	14740	11920	9500	7430	5710	4260	2860	2080
	40			26030	23410	19180	16290	12260	10650	8420	6510	4910	3570	2470	1570
	45			24710	22280	18770	15390	12590	10060	7860	6030	4500	3120	2160	1320
	50			23350	21320	17660	14480	11720	9370	7280	5540	4080	2860	1860	
F 7 25	30	31930	28460	26690	21880	17760	14470	11630	9240	7200	5420				
	40	30840	27510	25160	19400	15020	12010	10130	8110	6230	4620				
	45	29750	26460	22300	18410	13870	11150	9660	7520	5760	4210				
	50	27630	25070	21020	17520	14140	11340	9570	7350	5540	4080				
F 5 28	30			24530	19670	16220	13270	10620	8390	6480	4880	3430	2460		
	40			21470	17830	14850	11870	9450	7380	5610	4170	2900	1920		
	45			20360	16880	13830	11160	8840	6850	5120	3710	2520	1520		
	50			19210	15900	12980	10440	8200	6310	4680	3310	2170			
F 7 28	30	34800	30930	28290	23530	19420	15660	12800	10190	7960	6020				
	40	33470	29660	27630	21730	17390	14340	11450	9110	6920	5190				
	45	31750	28380	26260	20190	16440	13540	10850	8370	6320	4820				
	50	30080	27080	22660	19020	15660	12230	10100	7910	6010	4380				

Cả quạt làm mát máy nén

Ký hiệu	Nhiệt độ ngưng tụ °C	R22												
		Công suất lạnh (W) ở 50 Hz và ở nhiệt độ bay hơi, độ C												
		12.3	7.3	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
S 5 33	30					23602	19270	15510	12250	9510	7220			
	40					20630	16910	13630	10780	8310				
	45					19160	15730	12660	10000	7750				
	50					17700	14540							
S 7 33	30	45800	37180	34760	28620	23240	18920	15190	11800	9110	6820			
	40	40830	33910	30910	25220	20420	16540	13160	10220	7890	5750			
	45	38760	31770	28820	23520	19370	15340	12180	9400	7250	5300			
	50	35830	29630	26840	21820	17520	14150							
S 7 39	30					18970	23310	18710	14800	11490	8740			
	40					25320	20610	16410	12840	10100				
	45					21910	19250	15250	11870					
	50					22230	17800							
S 10 39	30	54670	45620	41370	34280	28300	22600	17990	14090	10800	8080			
	40	49110	40820	37120	30410	24790	19780	15580	12030	9370	7150			
	45	46290	38400	34870	28510	23040	18360	14370	11100	8670	6550			
	50	43420	35920	32590	26570	21380	16950							
S 10 51	30					36290	29390	23530	18390	14430	11020	8310		
	40					42530	36110	29480	23140	18510				
	45					39020	34460	28230	22110					
	50					28700	22890							
S 15 51	30	69500	58120	53010	43640	36500	29720	23870	19020	14800	10780			
	40	63010	52520	47820	39110	31670	25320	19940	15340	11700	8750			
	45	59870	49650	45160	36810	29670	23610	18480	14190	10840	8160			
	50	56270	46730	42450	34470	27620	21000							
S 15 86	30					53860	49190	40740	33370	26980	21470	16770	12800	9490
	40					53080	44310	36610	29870	24010	18950	14810		
	45					49130	41810	34490	28070	22470	17910			
	50					47120	39260	32520	26230					
S 20 56	30	77180	64520	58860	49190	40740	33370	26980	21470	16770	12800			
	40	69640	58360	53880	44310	36510	29870	24010	18950	14810				
	45	66230	55110	50130	41810	34490	28070	22470						
	50	62430	51870	47120	39260	32520	26230							
V 15 59	30					61490	51520	42890	34710	27870	22070	17280	13340	
	40					55820	46680	38790	31120	24700	19070			
	45					52520	44240	36120	29310	23140				
	50					50000	41760	34620	27310					
V 20 59	30	70110	60760	61210	51210	42560	34770	27480	21720	16340	12000			
	40	63640	54360	55410	46270	38340	30780	24350	19040					
	45	60010	51700	52480	43780	36240	28910	22800						
	50	56230	48080	49510	41360	34110	27090							
V 15 71	30					51010	41400	33290	26500	20850	16190			
	40					45560	36990	29470	23210					
	45					43470	34790	27580						
	50					40890	32600							
V 25 71	30	93430	80620	73970	61900	49960	40600	32690	26040	20490	15890			
	40	87160	74580	67180	55320	44880	36150	28810	22690					
	45	82930	69980	64160	52320	42330	33990	26900						
	50	78670	66320	60760	49380	39780	31930							
V 30 84	30					61050	49370	39550	31340	24530	18930	14320		
	40					54510	43770	34770	27300					
	45					51270	41060	32430						
	50					48020	38290							
V 30 84	30	116320	98460	90350	74210	60560	49010	39000	31180	24430	18870			
	40	105940	89450	82040	66980	54280	42600	34630	27220					
	45	100570	84890	77810	63340	51150	40010	32370						
	50	95140	80270	73390	59630	48910	38240							
V 25 93	30					65830	53890	43870	35260	27920	21680			
	40					57930	47520	38320	30790					
	45					54190	44780	35900						
	50					52250	43480							
V 32 93	30	128430	107860	98190	81860	67360	54830	43090	34690	26740	20010			
	40	116430	97530	89050	73700	60380	48840	38870	30910					
	45	110320	92330	84240	69590	56880	45860	36330						
	50	104780	87430	79610	64410	53190	42930							

Có quạt làm mát máy nén

Có quạt làm mát và phun lỏng cho máy nén

Ký hiệu	Nhiệt độ ngưng tụ °C	R22												
		Công suất lạnh (W) ở 50 Hz và ở nhiệt độ bay hơi, độ C												
		12.5	7.5	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
V 25 103	30					2390	60590	49070	39170	30710	23540	17500	12130	8720
	40					64880	57960	42660	33820	26230	19840	14420	10560	6100
	45					60180	49060	39450	31190	24130	18300	13720	9840	6300
	50					46650	36840	29370	21190	15660	11400	8160	5520	
V 35 103	30	142320	119530	109290	90810	74790	60930	48960	38090	28910	22170			
	40	129130	108260	98860	81880	67150	54380	43360	33880	25780	18910			
	45	122420	102520	93570	77370	63300	51110	40580	31530	23780	17210			
	50	115020	96920	88360	72870	59410	47740	37030	28800	21540	15230			
Z 25 106	30					81130	65070	51710	40640	31540	24140	18180	13400	
	40					73970	58990	46500	36300	27920	21130	15890	11280	
	45					70320	55910	43960	34130	26110	19650	14840	10640	
	50					52790	41130	31920	24130	18300	13720	9840	6300	
Z 35 106	30	148880	125870	115490	94450	76700	61770	49270	38370					
	40	136100	114900	105370	85790	69320	55510	43970	34410					
	45	129520	109290	100200	81400	65600	52660	41320	32200					
	50	122820	103590	94940	76940	61840	49190	38680	29990					
Z 30 126	30					90380	74790	59970	47640	37370	28910	21990	16730	
	40					81130	66880	53480	42260	32950	25380	19330	14370	
	45					76560	62980	50240	39590	30930	23640	17850	12960	
	50					71860	59070	47010	36930	28570	21700	16130		
Z 40 126	30	171310	144760	132830	109750	90090	73570	59210	47280					
	40	154930	130820	119980	98770	80730	65420	52490	41630					
	45	146690	123810	113520	93270	76060	61470	49160	38840					
	50	138390	116760	107020	87240	71380	57530	45850	36060					
W 40 142	30	196680	159600	145750	120970	99760	81630	66190	53110					
	40	172670	144480	131900	109360	90040	73520	59440	47500					
	45	163390	136850	124910	103500	85150	69430	56640	44880					
	50	154440	129160	117860	97660	80210	65320	52620	41650					
Z 40 154	30					131410	108250	88490	71710	57520	45690	35680	27480	20340
	40					119110	97820	79690	64290	51310	40420	31370	24020	17730
	45					112900	92570	75260	60580	48200	37800	29620	22160	16600
	50					106630	87280	70810	56930	45830	36230	28120	21420	
Z 50 154	30	203840	172100	159890	130810	107620	87840	71050	56840					
	40	185140	156270	143290	118220	97020	78860	63470	50490					
	45	175670	148210	135860	112020	91680	74360	59680	47320					
	50	166680	140690	128340	105660	86300	69840	55890	44150					
W 40 168	30					144760	119860	98480	80190	64630	51780	40920	31820	24620
	40					131070	108410	88930	72240	58050	46230	36220	27630	20890
	45					124150	102620	84100	68220	54690	43480	33640	25700	19360
	50					117170	96780	79220	64160	51670	40730	31680	24410	
W 50 168	30	230530	193110	176430	146560	120980	99090	80430	64620					
	40	207460	173790	158030	131620	108460	88620	71720	57390					
	45	195930	163990	149720	125130	102200	83410	67380	53780					
	50	184370	154260	140890	116670	93940	78910	62040	50190					
W 50 187	30					168270	134580	110090	89240	71590	57350	45330	35240	26930
	40					146040	119730	97360	78380	62390	50110	39000	30040	22960
	45					137470	112390	91090	73060	57960	46630	36430	27720	20920
	50					128790	105090	84820	67810	53300	42520	32920	25010	
W 60 187	30	255760	215920	199030	163440	135980	108930	87730	69880					
	40	229800	193810	177640	145910	118970	96130	76860	60700					
	45	216820	182770	167430	137200	111540	89820	71530	56220					
	50	203820	171710	157260	128510	104150	83570	66270	51820					
W 60 206	30					184640	135900	124780	100230	79710	62620	48540	37620	28700
	40					163120	117400	110680	88270	69590	54140	41880	31920	24610
	45					155420	109210	103720	82390	64630	50090	39020	29410	22660
	50					143750	121040	96810	76570	60790	47290	36160	27350	
W 70 206	30	280280	236760	217220	181980	151480	122170	97580	77090					
	40	252050	212730	195080	163190	135260	108480	85880	67350					
	45	237940	200750	184020	153810	127620	101700	80120	62290					
	50	223800	188730	172950	144420	119680	94560	74430	57320					
W 80 206	30	380280	326760	217220	181980	151480	122170	97580	77090					
	40	252050	212730	195080	163190	135260	108480	85880	67350					
	45	237940	200750	184020	153810	127620	101700	80120	62290					
	50	223800	188730	172950	144420	119680	94560	74430	57320					

Cổ quạt làm mát máy nén

Cổ quạt và cổ phun lỏng

Máy nén nửa kín Frascold 2 cấp (Ý)

Ký hiệu	°C	R22						
		Năng suất lạnh (W) ở 50 Hz, có bình làm mát trung gian và ở nhiệt độ bay hơi (°C)						
		-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
S 5 26 16	30	13450	11030	8950	7190	5700	4460	3440
	35	13210	10840	8800	7080	5610	4390	3390
	40	12960	10640	8650	6950	5520	4330	3340
	45	12690	10430	8490	6830	5430	4250	
	50	12420	10210	8320	6700	5330		
S 7 27 19	30	14590	11950	9700	7780	6170	4830	3720
	35	14330	11750	9540	7660	6080	4760	3670
	40	14060	11540	9380	7540	5980	4680	3620
	45	13780	11320	9200	7400	5880	4610	
	50	13490	11080	9020	7260	5770		
S 7 28 20	30	15190	12640	10410	8490	6840	5440	4260
	35	15000	12470	10270	8370	6730	5350	4190
	40	14790	12290	10120	8240	6630	5260	4120
	45	14570	12110	9960	8110	6520	5170	
	50	14340	11900	9790	7960	6400		
V 10 42 29	30	21510	17720	14460	11680	9320	7360	5730
	35	21210	17490	14290	11560	9240	7300	5690
	40	20900	17250	14110	11430	9150	7230	5650
	45	20580	17010	13930	11290	9050	7170	
	50	20240	16750	13740	11150	8950		
Z 15 60 30	30	28300	23350	19100	15460	12370	9780	7630
	35	27870	23040	18860	15280	12240	9680	7570
	40	27430	22690	18610	15090	12100	9590	7500
	45	26960	22340	18340	14890	11960	9480	
	50	26470	21950	18040	14680	11800		
Z 20 72 36	30	34140	28190	23060	18670	14950	11820	9230
	35	33630	27800	22770	18470	14800	11720	9160
	40	33100	27390	22480	18250	14640	11610	9090
	45	32540	26970	22160	18020	14470	11490	
	50	31960	26530	21810	11750	14290		
Z 25 84 42	30	43430	33380	27300	22110	17700	14000	10930
	35	39830	32920	26970	21870	17530	13880	10850
	40	39200	32440	26620	21610	17340	13750	10770
	45	38540	31940	26240	21330	17130	13610	
	50	37850	31410	25830	21020	16920		
Z 30 102 51	30	49650	40990	33530	27150	21740	17190	13420
	35	48900	40420	33110	26860	21530	17040	13330
	40	48140	39830	32680	26530	21290	16880	13220
	45	47320	39220	32220	26200	21040	16710	
	50	46480	38570	31710	25820	20780		

Tính chuyển đổi các đơn vị sang hệ SI

1. Chiều dài	1 inch 1 ft 1 yard 1 mile	= 0,0254 m = 0,3048 m = 0,914 m = 1609,35 m	
2. Tốc độ Gia tốc	1 mph (miles per hour) 1 ft/min (fpm) 1 km/h 1 ft/s ²	= 0,0447 m/s = 0,0051 m/s = 0,278 m/s = 0,3048 m/s ²	
3. Diện tích	1 sq.in 1 sq.ft. 1 sq mile 1 acre	= 6,45 cm ² = 0,645.10 ⁻³ m ² = 0,929 m ² = 2,590 km ² = 43.560 ft ² = 4050 m ²	
4. Thể tích Thể tích riêng Lưu lượng thể tích	1 cu.in 1 cu ft 1 imp.gallon 1 USA gallon (chất lỏng) 1 USA gallon (chất khô) 1 bushel (chất khô) 1 cu.ft.lb 1 cfm (cu.ft./min)	= 16,39 cm ³ = 28,32 dm ³ = 4,546 Liter = 0,0352 m ³ = 0,06243 m ³ .kg = 0,000472 m ³ /s	= 16,39.10 ⁻⁶ m ³ = 0,02832 m ³ = 0,004546 m ³ = 3,785 Liter = 0,003785 m ³ = 0,004405 m ³
5. Khối lượng Khối lượng riêng Lưu lượng khối lượng Lưu lượng khối lượng /diện tích	1 lb (pound) 1 Zentner 1 grain 1 ton (US long) 1 ton (US short) 1 Lb (mass)/s 1 Lb/ft ² 1 cfm/ft ²	= 0,4536 kg = 50 kg = 64,8.10 ⁻⁶ kg = 2240 Lb = 2000 Lb = 0,454 kg/s = 16,02 kg/m ² = 5,01 Liter/sm ²	= 1016 kg = 907 kg
6. Lực	1 dyn 1 kG 1 lb (force)	= 10 ⁻⁵ N = 9,81 N = 16 oz (force)	= 4,45 N
7. Áp suất 1 Pa = 1 N/m ²	1 kG/cm ² 1 bar 1 mbar 1 atm 1 mm H ₂ O 1 mm Hg 1 Pascal 1 psi (lb/m ²) 1 in Hg 1 in WG 1 mm Aq	= 1 at = 98.100 Pa = 100.000 Pa = 100 Pa = 1,013 bar = 1 kG/m ² = 9,81 Pa = 1 Torr = 133,2 Pa = 1 N/m ² = 0,01 mbar = 6895 Pa = 0,06895 bar = 3387 Pa = 0,0361 psi = 249,1 Pa = 9,8 Pa	= 0,981 bar = 0,098 mbar = 1,332 mbar = 68,95 mbar

Phụ lục 14 (tiếp)

8. Công nhiệt lượng	1 kWh	= 3600 kJ	
	1 kGim	= 9.81 J	
	1 kcal	= 4.187 kJ	
	1 Btu	= 1.055 kJ	
	1 Btu/lb	= 2.326 kJ/kg	
	1 therm	= 10 ¹⁰ Btu	= 105.500 kJ
	1 quad	= 10 ¹⁵ Btu	= 1,055.10 ¹⁵ kJ
	1 ft.lb (force)	= 1,3558 J	
	1 erg	= 1 kg m ² /s ²	= 10 ⁻⁷ J
9. Nhiệt dung riêng	1 kcal/kg độ	= 4187 kJ/kgK	
	1 Btu/lb F deg	= 4187 kJ/kgK	
10. Công suất, dòng nhiệt 1 W = 1 J/s	1 kGm/s	= 9,81 W	= 9,81 J/s
	1 mã lực PS	≈ 735,5W	
	1 HP	= 1,0139 PS	= 745,7 W
	1 hp (boiler)	= 9,81 kW	
	1 kcal/h	= 1,163 W	
	1 Btu/h	= 0,293 W	
	1 USA ton of refrigeration (USRT)	= 12.000 Btu/h	= 3024 kcal/h = 3516 W
	1 English ton of refrigeration (IRT)		= 3600 kcal/h = 4186 W
	1 Japanish ton of refrigeration (JRT)		= 3320 kcal/h = 3860 W
11. Hệ số dẫn nhiệt	1 kcal/mhđộ	= 1,163 W/mK	
	1 Btu/in.ft ² h F deg	= 0,144 W/mK	
	1 Btu/ft.h.F deg	= 1,731 W/mK	
12. Hệ số toả nhiệt Hệ số truyền nhiệt	1 kcal/m ² .h độ	= 1,163 W/m ² K	
	1 Btu/sq.ft h.F deg	= 5,68 W/m ² K	
13. Hệ số dẫn ẩm	1 perm	= 5,7.10 ⁵ kg/m ² s bar	
14. Hệ số dẫn nhiệt đồ	1 m ² /h	= 2,78.10 ⁻⁶ m ² /s	
	1 sq.ft/h	= 25,8.10 ⁻⁶ m ² /s	
15. Độ nhớt động lực μ	1 cP (centipoise)	= 0.001 Ns/m ² hoặc kg/ms	
	1 kGs/m ²	= 9,81 Ns/m ² hoặc kg/ms	
	1 lb/ft.h	= 0,413.10 ⁻³ Ns/m ² hoặc kg/ms	
	1 lb/ft.sec	= 1,490 Ns/m ² hoặc kg/ms	
16. Độ nhớt động v	1 cSt (centistokes)	= 10 ⁻⁶ m ² /s	
	1 sq.ft/h	= 25,8.10 ⁻⁶ m ² /s	
	1 sq.ft/sec	= 0,0929 m ² /s	
17. Nhiệt độ	t ^o C = (t ^o F - 32)5/9		
	t ^o K = t ^o C + 273,15		

Hệ số thập phân

Hệ số	Tiếp đầu ngữ theo SI	Ký hiệu	Hệ số	Tiếp đầu ngữ theo SI	Ký hiệu
10 ¹⁸	exa	E	10 ⁻¹	deci	d
10 ¹⁵	peta	P	10 ⁻²	centi	c
10 ¹²	tera	T	10 ⁻³	mili	m
10 ⁹	giga	G	10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁶	mega	M	10 ⁻⁹	nano	n
10 ³	kilo	k	10 ⁻¹²	pico	p
10 ²	hecto	h	10 ⁻¹⁵	femto	f
10 ¹	deca	da	10 ⁻¹⁸	atto	a

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH

1. Roy J. Dossat. Principles of Refrigeration, John Wiley and Sons, New York 1981.
2. Plank, R. Handbuchder Kaltetechnik, Band1-12 Springer Verlag 1959-1966.
3. Backstrom, M. Kaltetechnik Verlag, Braun Karlsruhe 1957.
4. Billy C. Langley. Refrigeration and Air Condition, Reston Publishing Company, Inc Reston Virginia 1980.
5. Мальгина и др. Холодильные машины и установки, Пищевая промышленность Москва 1980.
6. Мецераков. Ф. Е. Основы холодильной техники и холодильной технологии Москва 1975.
7. Чумак. И. Г и др. Холодильные установки, Москва 1981.
8. Энциклопедия. Холодильная техника, том 2 Москва 1961.
9. Свердлов. Г. З, Явнель. Б. К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. Москва 1978.
10. Е. С. Курылев, Н. А. Герасимов. Холодильные установки, Издательство "Машиностроение" Ленинград 1970.
11. И. А. Сакуша. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин, "Машиностроение" Ленинград 1987.
12. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ. Kỹ thuật lạnh cơ sở, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà nội 2005.
13. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ. Tủ lạnh, máy kem, máy đá, máy điều hoà nhiệt độ, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội 2004.
14. Nguyễn Đức Lợi, Vũ Diễm Hương, Nguyễn Khắc Xương. Vật liệu kỹ thuật lạnh và kỹ thuật nhiệt, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà nội 1998.
15. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ. Máy và thiết bị lạnh, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà nội 2003.

16. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ, Đinh Văn Thuận. Kỹ thuật lạnh ứng dụng, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà nội 2003.
17. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ. Môi chất lạnh, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà nội 1998.
18. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ. Bài tập kỹ thuật lạnh, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà nội 2004.
19. TCVN 5687 - 1992. Thiết kế hệ thống sưởi ấm, thông gió và điều hoà không khí.
20. TCVN 4088 - 1985. Khí hậu Việt Nam
21. Phạm Ngọc Đăng, Phạm Đức Nguyên, Lương Minh. Vật lý xây dựng. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà nội, 1981.
22. Nguyễn Đức Lợi. Hướng dẫn thiết kế hệ thống lạnh. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội, 2002.
23. Nguyễn Đức Lợi. Tự động hoá hệ thống lạnh. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà nội, 2003.
24. Nguyễn Đức Lợi. Hướng dẫn thiết kế Hệ thống Điều hoà không khí. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2005.
25. Nguyễn Đức Lợi. Sửa chữa máy lạnh và điều hoà không khí. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2005.
26. Nguyễn Đức Lợi, Hà Mạnh Thục. Từ điển kỹ thuật lạnh và điều hoà không khí Anh – Pháp – Việt. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1998.
27. Đinh Văn Thuận, Võ Chí Chính. Hệ thống máy và thiết bị lạnh. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2005.

TỪ MỤC

B

bảng chuyển đổi đơn vị SI 398t
bảng hơi bão hoà amoniac 368t
bảng hơi bão hoà R12 364t
bảng hơi bão hoà R22 366t
bể đá khối 188t
bình bay hơi 279t, 299t
bình chứa dầu 312
bình chứa dự phòng 156t, 308
bình chứa thu hồi 158, 307
bình chứa tuần hoàn 159, 307
bình ngưng ống vỏ amoniac 248t,
270, 274
bình ngưng ống vỏ freon 253
bình tách dầu 312
bình tách lỏng 310
bình tách lỏng đặt thấp 157t
bình tách lỏng đặt cao 155t
bình trung gian 311
bơm nước (muối) 347
bơm tuần hoàn 128, 133t, 159
bố trí phòng lạnh 29t, 198t
bốc xếp 19, 20, 43
buồng đông 24, 198
buồng đa năng 24
buồng gia lạnh 24
buồng kết đông 25, 170, 198t

buồng lạnh 24, 198t
buồng máy 59

C

cam Lock 101
cách ẩm 80t
cách nhiệt kho lạnh 66t, 77t
cấp lỏng dàn bay hơi 152t
cấu trúc xây dựng kho lạnh 66t
chất tải lạnh 163
chế độ làm việc 204t
chế độ lạnh tiêu chuẩn 219t
chiều dài cách nhiệt 83t
chu trình hai cấp amoniac 248t,
270t
chu trình một cấp 209t
chức năng kho lạnh 42, 198t
cơ giới hoá xếp dỡ 20t
công nén 216t
công suất động cơ 218
cột kho lạnh 67
cửa kho lạnh 74t
cửa kho lắp ghép 103

D

dàn bay hơi panel 286
dàn lạnh quạt 295t
dàn lạnh quạt GX 380t
dàn lạnh tĩnh 288t
dàn ngưng giải nhiệt gió 259t
dàn ngưng quạt FNH 376t
dàn ngưng tưới 254
diện tích kho lạnh 28, 33t, 39, 198t

dung tích kho lạnh 26t, 40t
dung tích kho lạnh cá 27, 198

Đ

đặc tuyến máy nén 221
điểm sương 86t
động ẩm 87
động sương 86t
đồ thị h-x của không khí ẩm 9
đồ thị Mollier 9
đồ thị p-h amoniac 374
đồ thị p-h R12 370
đồ thị p-h R22 372
độ ẩm 5t, 7
độ ẩm bảo quản 12t
độ ẩm tính toán 7t
đơn vị SI 398t
đường ống 76
đường ống gas 344
đường ống nước muối 345

G

gian máy 59
gió 5

H

hệ số cấp 214t
hiệu nhiệt độ logarit 261
hiệu nhiệt độ vách ngăn 19
hiệu suất nén 216t
hiệu suất thể tích 214t
hơi bão hoà amoniac 368t

hơi bão hoà R12 364t
hơi bão hoà R22 366t

I

ISO 130, 132

K

kết quả tính nhiệt 118
kho lạnh chế biến 22, 198t
kho lạnh lắp ghép 57t, 95t
kho lạnh nhiều tầng 28, 44t, 70
kho lạnh phân phối 23
kho lạnh thương nghiệp 23, 38t, 61
kho lạnh trung chuyển 23
kho lạnh truyền thống 66t
kho lạnh vận tải 23
khoá cam 101
kích thước buồng lạnh 33t, 198t
kiểm tra động ẩm 87
kiểm tra động sương 86t
kính tế kho lạnh 42
ký hiệu tiêu chuẩn ISO 130t

L

làm lạnh gián tiếp 15t
làm lạnh trực tiếp 15t
lắp đặt đường ống 347

M

màn khí 74
mái 70
máy đá vẩy 194t

máy kết đông 167t
máy kết đông băng chuyển 176t
máy kết đông khí hoá lỏng 185
máy kết đông nhúng 186
máy kết đông tăng sôi 174
máy kết đông tiếp xúc 181
máy làm đá 188t
máy lạnh nhỏ 326
máy lạnh tổ hợp 322t
máy lạnh tổ hợp Nga 337, 339
máy nâng hạ 19t
máy nén Frascold 392t
máy nén Mycom 222
máy nén Mycom 2 cấp 223t
máy nén Nga 225t
máy nén Việt nam 295
máy nén TECUMSEH 389t
máy tái đông 169
mặt bằng kho lạnh h 40t, 198t
mặt bằng kho lạnh truyền thống 46t
móng kho lạnh 67
mộng âm dương 102

N

năng suất lạnh tiêu chuẩn 220t
nền 71t
nguồn điện 43
nguồn nước 43
những số liệu ban đầu 5t
nhà máy chế biến thực phẩm 62t, 198t
nhà máy chế biến thủy sản 62, 198t
nhiệt độ bảo quản 12t

nhiệt độ hút 208
nhiệt độ ngưng tụ 11t, 205t
nhiệt độ nước làm mát 11
nhiệt độ quá lạnh 206t
nhiệt độ sôi 204t
nhiệt độ tính toán 7t
nhiệt tải 119t
nhiệt toả do động cơ 116
nhiệt toả do hô hấp 117
nhiệt toả do sản phẩm 109t
nhiệt toả do thông gió 114
nhiệt toả do vận hành 115
nhiệt toả qua tường bao 105t
nước muối 163t

Ô

ống gió 357t

P

panel cách nhiệt 98t
phương pháp làm lạnh 14
phương pháp tuần hoàn khí 18
phương pháp xếp dỡ 19t

Q

quạt gió 358t
quạt hướng trục Nga 363
quạt ly tâm Nga 362

S

SI 389t
sơ đồ cấp lỏng dàn bay hơi 152t

sơ đồ hệ thống lạnh 127t, 167t
sơ đồ hệ thống lạnh cơ bản 151t
sơ đồ hệ thống lạnh nhỏ 139t
sơ đồ hệ thống lạnh tổ hợp 145t
sơ đồ nguyên lý 131
sơ đồ P+I 131
sơ đồ tuần hoàn không khí 18

T

tải nhiệt máy nén 119t
tải nhiệt thiết bị 119t
tháp ngưng tụ 255, 263
thể tích hút lý thuyết 216
thể tích hút thực thể 216
thiết kế mặt bằng 22t
thiết kế thể tích 22t
thông số ngoài nhà 5t
thời gian bảo quản 12t
tiêu chuẩn chất tải 31t
tính bình chứa cao áp 306t
tính bình chứa dự phòng 308
tính bình chứa tuần hoàn 307
tính chọn đường ống 344t
tính chọn máy lạnh một cấp 323t
tính chọn máy lạnh nhỏ 324t
tính chọn máy lạnh tổ hợp 322
tính chọn máy nén một cấp 204t
tính chọn tháp giải nhiệt 314t
tính chọn thiết bị 248
tính chọn thiết bị phụ 306t
tính kiểm tra máy lạnh 328
tính lạnh xưởng bia 301t

tính nhiệt kho lạnh 104t
tính toán chu trình hai cấp 232
tính toán chu trình một cấp 228
tổ hợp lạnh 322t
tổ ngưng tụ Bitzer 353t
tổ ngưng tụ TECUMSEH 384
trở lực đường ống 355
tủ kết đông gió 173
tường bao 67t
tường ngăn 67t

V

van một chiều 313
vật liệu cách âm 81
vật liệu cách nhiệt 81
vật liệu xây dựng 81

X

xưởng bia 301t
xưởng nước đá 43

MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời nói đầu</i>	3
Chương 1. Những số liệu ban đầu	5
1.1 Những số liệu về khí tượng	5
1.1.1 Các số liệu về không khí bên ngoài	5
1.1.2 Chọn nhiệt độ nước làm mát bình ngưng	11
1.2 Những số liệu về chế độ bảo quản sản phẩm	12
1.3 Chọn phương pháp làm lạnh	14
1.4 Hiệu nhiệt độ giữa các vách ngăn	19
1.5 Phương pháp xếp dỡ - máy nâng hạ	19
Chương 2. Thiết kế thể tích và mặt bằng kho lạnh	22
2.1 Đặt vấn đề	22
2.2 Phân loại kho lạnh	22
2.3 Phân loại buồng lạnh	24
2.4 Phân bố dung tích	26
2.5 Tiêu chuẩn chất tải	31
2.6 Xác định số lượng và kích thước các buồng lạnh	33
2.7 Kho lạnh thương nghiệp và đời sống	38
2.8 Quy hoạch mặt bằng kho lạnh	40
2.8.1 Yêu cầu chung đối với quy hoạch mặt bằng kho lạnh	40
2.8.2 Dung tích và chức năng của kho lạnh	42
2.8.3 Tính toán kinh tế	42
2.8.4 Chọn mặt bằng xây dựng	42
2.8.5 Nguồn nước	43
2.8.6 Nguồn điện	43
2.8.7 Bốc xếp	43
2.8.8 Xưởng nước đá đi kèm	43
2.8.9 Kho lạnh 1 tầng hay nhiều tầng	44

2.8.10 Một số mặt bằng kho lạnh truyền thống	46
2.8.11 Một số mặt bằng kho lạnh lắp ghép	57
2.8.12 Yêu cầu đối với phòng máy và thiết bị	59
2.8.13 Yêu cầu đối với mặt bằng kho lạnh thương nghiệp	61
2.9 Quy hoạch mặt bằng nhà máy chế biến thủy sản	62
Chương 3. Cấu trúc xây dựng và cách nhiệt kho lạnh truyền thống và kho lạnh lắp ghép	66
3.1 Kho lạnh truyền thống	66
3.1.1 Yêu cầu chung	66
3.1.2 Móng và cột	67
3.1.3 Tường bao và tường ngăn	67
3.1.4 Mái	70
3.1.5 Nền	71
3.1.6 Cửa và màn khí	74
3.1.7 Đường ống	76
3.2 Tính toán cách nhiệt kho lạnh truyền thống	77
3.2.1 Vật liệu cách nhiệt	77
3.2.2 Vật liệu cách ẩm	80
3.2.3 Xác định chiều dày cách nhiệt	83
3.2.4 Tính kiểm tra đọng sương trên bề mặt ngoài vách cách nhiệt	86
3.2.5 Tính kiểm tra đọng ẩm trong cơ cấu cách nhiệt	87
3.3 Kho lạnh lắp ghép	95
3.3.1 Yêu cầu đối với kho lạnh lắp ghép	96
3.3.2 Ưu nhược điểm so với kho lạnh truyền thống	97
3.3.3 Cấu tạo kho lạnh lắp ghép	98
3.3.4 Cấu tạo panel	100
3.3.5 Chi tiết lắp ghép	101
3.3.6 Cửa kho lạnh	103
Chương 4. Tính nhiệt kho lạnh	104
4.1 Đại cương	104
4.2 Dòng nhiệt qua kết cấu bao che Q_1	105
4.3 Dòng nhiệt do sản phẩm tỏa ra Q_2	109
4.4 Dòng nhiệt do thông gió bù đắp lạnh Q_3	114

4.5 Các dòng nhiệt vận hành Q_4	115
4.6 Dòng nhiệt do hoa quả hô hấp Q_5	117
4.7 Bảng tổng hợp kết quả tính toán	118
4.8 Xác định tải nhiệt cho thiết bị và máy nén	119
4.9 Thí dụ tính toán	122
Chương 5. Sơ đồ hệ thống lạnh cơ bản	127
5.1 Đại cương	127
5.1.1 Sơ đồ và tiêu chuẩn ISO	127
5.1.2 Yêu cầu đối với sơ đồ hệ thống lạnh	135
5.1.3 Phân loại	136
5.2 Sơ đồ hệ thống lạnh cỡ nhỏ	139
5.3 Sơ đồ hệ thống lạnh dạng tổ hợp	145
5.4 Sơ đồ hệ thống lạnh cơ bản	151
5.4.1 Hệ thống lạnh 1 cấp	151
5.4.2 Hệ thống lạnh 2 cấp	151
5.4.3 Sơ đồ cấp lỏng cho dàn bay hơi	152
5.4.4 Sơ đồ bình tách lỏng đặt trên cao	156
5.4.5 Sơ đồ bình tách lỏng đặt dưới thấp với bình chứa dự phòng	157
5.4.6 Sơ đồ xả băng với bình chứa thu hồi	158
5.4.7 Sơ đồ có bơm tuần hoàn	159
5.5 Sơ đồ chất tải lạnh của hệ thống lạnh gián tiếp	162
Chương 6. Một số hệ thống lạnh cụ thể	167
6.1 Thiết bị kết đông thực phẩm	167
6.1.1 Đại cương	167
6.1.2 Buồng kết đông	170
6.1.3 Tủ kết đông thổi gió	173
6.1.4 Máy kết đông tầng sôi	173
6.1.5 Máy kết đông băng chuyển xoắn	174
6.1.6 Máy kết đông băng chuyển thẳng	176
6.1.7 Máy kết đông tiếp xúc	178
6.1.8 Một số phương pháp kết đông khác	181
6.1.9 Sơ đồ hệ thống lạnh của máy kết đông	185
6.2 Máy sản xuất nước đá	188

6.2.1 Bể đá khối	188
6.2.2 Máy đá vảy	194
6.2.3 Sơ đồ hệ thống lạnh của máy làm nước đá	197
6.3. Sơ đồ hệ thống lạnh nhà máy chế biến thực phẩm	198
6.3.1 Quy hoạch mặt bằng	198
6.3.2 Sơ đồ hệ thống lạnh	203
Chương 7. Tính toán chu trình lạnh, tính chọn máy nén	204
7.1 Chọn các thông số của chế độ làm việc	204
7.2 Chu trình máy lạnh nén hơi một cấp	208
7.2.1 Chu trình một cấp amôniac	209
7.2.2 Chu trình một cấp freôn	212
7.2.3 Tính nhiệt máy nén chu trình một cấp	213
7.2.4 Thí dụ tính toán chu trình một cấp	228
7.3 Chu trình máy lạnh nén hơi hai cấp	232
7.3.1 Chu trình hai cấp làm mát trung gian hoàn toàn	233
7.3.2 Chu trình hai cấp bình trung gian có ống xoắn	237
7.3.3 Tính nhiệt máy nén chu trình hai cấp	239
7.3.4 Thí dụ tính toán chu trình hai cấp	241
Chương 8. Tính chọn thiết bị	248
8.1 Thiết bị ngưng tụ	248
8.1.1 Bình ngưng ống vỏ amôniac	250
8.1.2 Bình ngưng ống vỏ freôn	253
8.1.3 Dàn ngưng hơi	256
8.1.4 Tháp ngưng tụ	258
8.1.5 Dàn ngưng không khí	259
8.1.6 Tính thiết bị ngưng tụ	260
8.1.7 Thí dụ tính toán	263
8.2 Thiết bị bay hơi	279
8.2.1 Thiết bị bay hơi làm lạnh chất tải lạnh lỏng	279
8.2.2 Dàn lạnh không khí tĩnh	288
8.2.3 Dàn lạnh quạt	295
8.3 Chọn các thiết bị phụ	306
8.3.1 Bình chứa	306
	409

8.3.2 Bình tách lỏng	310
8.3.3 Bình trung gian	311
8.3.4 Bình tách dầu	312
8.3.5 Bình chứa dầu	312
8.3.6 Van một chiều	313
8.3.7 Các thiết bị khác	313
8.4 Tính chọn tháp giải nhiệt	314
Chương 9. Tính chọn máy lạnh một cấp	323
9.1 Đại cương	323
9.2 Tính chọn máy lạnh nhỏ	324
9.3 Tính kiểm tra thiết bị lạnh	328
9.4 Chọn máy lạnh cỡ trung và cỡ lớn	331
Chương 10. Tính chọn đường ống, bơm, quạt	344
10.1 Tính chọn đường ống freon và amoniác	344
10.2 Tính chọn đường ống nước và nước muối	345
10.3 Bố trí và cố định đường ống	347
10.4 Chọn bơm nước và nước muối	347
10.5 Tính chọn bơm amoniác	351
10.6 Tính toán trở lực đường ống	353
10.7 Tính toán đường ống dẫn không khí	357
10.8 Tính chọn quạt gió	358
<i>Phụ lục 1 - Bảng hơi bão hoà R12</i>	<i>364</i>
<i>Phụ lục 2 - Bảng hơi bão hoà R22</i>	<i>366</i>
<i>Phụ lục 3 - Bảng hơi bão hoà NH₃</i>	<i>368</i>
<i>Phụ lục 4 - Đồ thị lgp - h R12</i>	<i>370</i>
<i>Phụ lục 5 - Đồ thị lgp - h R22</i>	<i>372</i>
<i>Phụ lục 6 - Đồ thị lgp - h NH₃</i>	<i>374</i>
<i>Phụ lục 7a - Dàn ngưng kiểu FNH, quạt thổi ngang của Hãng Gao Xiang Trung quốc</i>	<i>376</i>
<i>Phụ lục 7b - Các thông số kích thước dàn ngưng FNH theo phụ lục 7a</i>	<i>377</i>
<i>Phụ lục 7c - Hình dáng, kích thước dàn ngưng FHN (theo phụ lục 7a và 7b)</i>	<i>378</i>

<i>Phụ lục 8</i> - dàn ngưng máy lạnh công nghiệp kiểu FNV	379
<i>Phụ lục 9a</i> - dàn bay hơi treo trần kiểu hút gió kiểu Âu - Mỹ do hãng Gao Xiang Trung quốc sản xuất	380
<i>Phụ lục 9b</i> - Kích thước dàn bay hơi GX	381
<i>Phụ lục 9c</i> - Hình dáng và kích thước dàn bay hơi GX	382
<i>Phụ lục 10a</i> - Tổ ngưng tụ máy nén kín TECUMSEH (Mỹ) nhiệt độ trung bình và thấp (kiểu hút gió)	383
<i>Phụ lục 10b</i> - Tổ ngưng tụ máy nén kín TECUMSEH nhiệt độ thấp	384
<i>Phụ lục 10c</i> - Hình dáng tổ ngưng tụ có máy nén TEHCUMSEH	384
<i>Phụ lục 11a</i> - Một số tổ ngưng tụ giải nhiệt gió vừa và nhỏ của Bitzer (CHLB Đức)	385
<i>Phụ lục 11b</i> - Một số tổ ngưng tụ giải nhiệt nước vừa và nhỏ của Bitzer	386
<i>Phụ lục 11c</i> - Hình dáng tổ ngưng tụ giải nhiệt gió của Bitzer (CHLB Đức)	387
<i>Phụ lục 11d</i> - Hình dáng tổ ngưng tụ giải nhiệt nước của Bitzer (CHLB Đức)	388
<i>Phụ lục 12a</i> - Máy nén kín nhiệt độ trung bình và cao TECUMSEH (Mỹ)	389
<i>Phụ lục 12b</i> - Máy nén kín kiểu nhiệt độ thấp TECUMSEH	390
<i>Phụ lục 12c</i> - Máy nén kín cho điều hoà không khí TECUMSEH	391
<i>Phụ lục 13a</i> - Hình dáng và ký hiệu máy nén nửa kín Frascold (Ý)	392
<i>Phụ lục 13b</i> - Máy nén nửa kín Frascold 1 cấp	393
<i>Phụ lục 13c</i> - Máy nén nửa kín Frascold 2 cấp	397
<i>Phụ lục 14</i> - Tính chuyển đổi các đơn vị sang hệ SI	398
Tài liệu tham khảo chính	400
Từ mục	402

<i>Chịu trách nhiệm xuất bản</i>	<i>PGS. TS Tô Đăng Hải</i>
<i>Biên tập</i>	<i>Ngọc Khuê</i>
	<i>Hồng Thanh</i>
<i>Sửa bài</i>	<i>Hồng Thanh</i>
<i>Vẽ bìa</i>	<i>Hương Lan</i>

In 800 cuốn khổ 16 x 24 cm tại Xưởng in NXB Văn hoá dân tộc.
Giấy phép xuất bản số: 546 – 83 – 21 / 4 / 2005.
In xong và nộp lĩn) chiều tháng 5 / 2005.

205122



Giá: 50.000đ