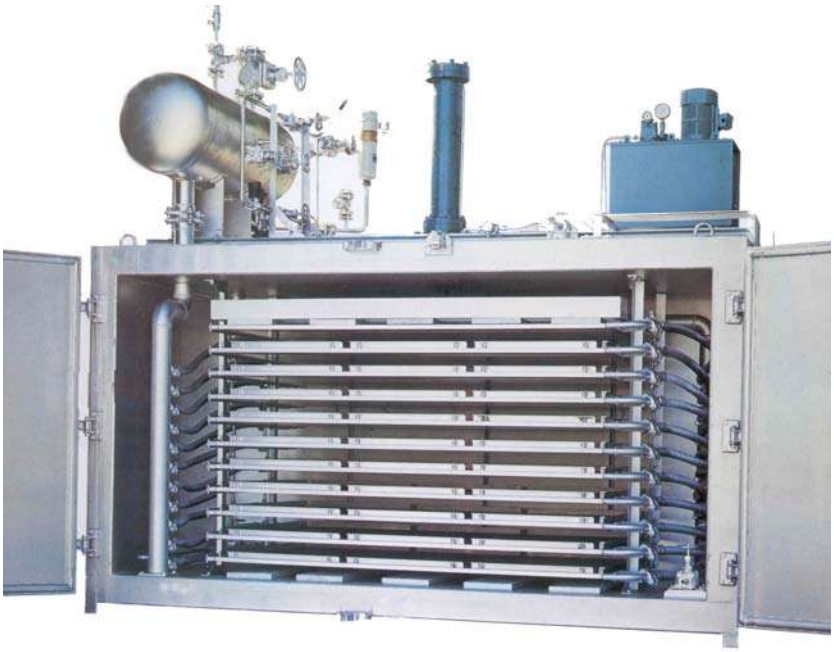
PGS.TS. ĐINH VĂN THUẬN, TS. VÕ CHÍ CHÍNH

HỆ THỐNG
MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS.TS. ĐINH VĂN THUẬN, TS. VÕ CHÍ CHÍNH

HỆ THỐNG
MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
Hà Nội - 2004

CHƯƠNG I
VAI TRÒ CÁC HỆ THỐNG LẠNH TRONG NỀN KINH TẾ QUỐC DÂN

Kỹ thuật lạnh đã ra đời hàng trăm năm nay và được sử dụng rất rộng rãi trong nhiều ngành kỹ thuật rất khác nhau: trong công nghiệp chế biến và bảo quản thực phẩm, công nghiệp hoá chất, công nghiệp rượu, bia, sinh học, đo lường tự động, kỹ thuật sấy nhiệt độ thấp, xây dựng, công nghiệp dầu mỏ, chế tạo vật liệu, dụng cụ, thiết kế chế tạo máy, xử lý hạt giống, y học, thể thao, trong đời sống vv...

Ngày nay ngành kỹ thuật lạnh đã phát triển rất mạnh mẽ, được sử dụng với nhiều mục đích khác nhau, phạm vi ngày càng mở rộng và trở thành ngành kỹ thuật vô cùng quan trọng, không thể thiếu được trong đời sống và kỹ thuật của tất cả các nước.

Dưới đây chúng tôi trình bày một số ứng dụng phổ biến nhất của kỹ thuật lạnh hiện nay.

1.1 ỨNG DỤNG TRONG NGÀNH CHẾ BIẾN VÀ BẢO QUẢN THỰC PHẨM

1.1.1 Tác dụng của nhiệt độ thấp đối với thực phẩm

Năm 1745 nhà bác học Nga Lômônôxốp trong một luận án nổi tiếng "Bàn về nguyên nhân của nóng và lạnh" đã cho rằng: Những quá trình sống và thối rửa diễn ra nhanh hơn do nhiệt độ cao và kìm hãm chậm lại do nhiệt độ thấp.

Thật vậy, biến đổi của thực phẩm tăng nhanh ở nhiệt độ 40÷50°C vì ở nhiệt độ này rất thích hợp cho hoạt hoá của men phân giải (enzim) của bản thân thực phẩm và vi sinh vật.

Ở nhiệt độ thấp các phản ứng hoá sinh trong thực phẩm bị ức chế. Trong phạm vi nhiệt độ bình thường cứ giảm 10°C thì tốc độ phản ứng giảm xuống 1/2 đến 1/3 lần.

Nhiệt độ thấp tác dụng đến hoạt động của các men phân giải nhưng không tiêu diệt được chúng. Nhiệt độ xuống dưới 0°C, phần lớn hoạt động của enzim bị đình chỉ. Tuy nhiên một số men như lipaza, trypsin, catalaza ở nhiệt độ -191°C cũng không bị phá huỷ. Nhiệt độ càng thấp khả năng phân giải giảm, ví dụ men lipaza phân giải mỡ.

Khi nhiệt độ giảm thì hoạt động sống của tế bào giảm là do:

- Cấu trúc tế bào bị co rút
- Độ nhớt dịch tế bào tăng
- Sự khuyếch tán nước và các chất tan của tế bào giảm.
- Hoạt tính của enzim có trong tế bào giảm.

Bảng 1-1: Khả năng phân giải phụ thuộc nhiệt độ

Nhiệt độ, ^oC	40	10	0	-10
Khả năng phân giải, %	11,9	3,89	2,26	0,70

Các tế bào thực vật có cấu trúc đơn giản, hoạt động sống có thể độc lập với cơ thể sống. Vì vậy khả năng chịu lạnh cao, đa số tế bào thực vật không bị chết khi nước trong nó chưa đóng băng.

Tế bào động vật có cấu trúc và hoạt động sống phức tạp, gắn liền với cơ thể sống. Vì vậy khả năng chịu lạnh kém hơn. Đa số tế bào động vật chết khi nhiệt độ giảm xuống dưới 4^oC so với thân nhiệt bình thường của nó. Tế bào động vật chết là do chủ yếu độ nhớt tăng và sự phân lớp của các chất tan trong cơ thể.

Một số loài động vật có khả năng tự điều chỉnh hoạt động sống khi nhiệt độ giảm, cơ thể giảm các hoạt động sống đến mức nhu cầu bình thường của điều kiện môi trường trong một khoảng thời gian nhất định. Khi tăng nhiệt độ, hoạt động sống của chúng phục hồi, điều này được ứng dụng trong vận chuyển động vật đặc biệt là thuỷ sản ở dạng tươi sống, đảm bảo chất lượng tốt và giảm chi phí vận chuyển.

** Ảnh hưởng của lạnh đối với vi sinh vật.*

- Khả năng chịu lạnh của mỗi loài vi sinh vật có khác nhau. Một số loài chết ở nhiệt độ $20 \div 0^oC$. Tuy nhiên một số khác chịu ở nhiệt độ thấp hơn.

Khi nhiệt độ hạ xuống thấp nước trong tế bào vi sinh vật đông đặc làm vỡ màng tế bào sinh vật. Mặt khác nhiệt độ thấp, nước đóng băng làm mất môi trường khuyếch tán chất tan, gây biến tính của nước làm cho vi sinh vật chết.

Trong tự nhiên có 3 loại vi sinh vật thường phát triển theo chế độ nhiệt riêng

Bảng 1-2: Ảnh hưởng của nhiệt độ đến vi sinh vật

Vi khuẩn	Nhiệt độ thấp nhất	Nhiệt độ thích hợp nhất	Nhiệt độ cao nhất
- Vi khuẩn ưa lạnh (Psychrophiles)	0ºC	15 ÷ 20ºC	30ºC
- Vi khuẩn ưa ấm (Mesophiles)	10 ÷ 20ºC	20 ÷ 40ºC	45ºC
- Vi khuẩn ưa nóng (Thermopphiles)	40 ÷ 90ºC	50 ÷ 55ºC	50 ÷ 70ºC

Nấm mốc chịu đựng lạnh tốt hơn, nhưng ở nhiệt độ -10ºC hầu hết ngừng hoạt động ngoài trừ các loài Mucor, Rhizopus, Penicellium. Để ngăn ngừa mốc phải duy trì nhiệt độ dưới -15ºC. Các loài nấm có thể sống ở nơi khan nước nhưng tối thiểu phải đạt 15%. Ở nhiệt độ -18ºC, 86% lượng nước đóng băng, còn lại 14% không đủ cho vi sinh vật phát triển.

Vì vậy để bảo quản thực phẩm lâu dài cần duy trì nhiệt độ kho lạnh ít nhất -18ºC.

Để bảo quả thực phẩm người ta có thể thực hiện nhiều cách như: Phơi, sấy khô, đóng hộp và bảo quản lạnh. Tuy nhiên phương pháp bảo quả lạnh tỏ ra có ưu điểm nổi bật vì:

- Hầu hết thực phẩm, nông sản đều thích hợp đối với phương pháp này.
- Việc thực hiện bảo quản nhanh chóng và rất hữu hiệu phù hợp với tính chất mùa vụ của nhiều loại thực phẩm nông sản.
- Bảo tồn tối đa các thuộc tính tự nhiên của thực phẩm, giữ gìn được hương vị, màu sắc, các vi lượng và dinh dưỡng trong thực phẩm.

1.1.2 Các chế độ xử lý lạnh thực phẩm

Thực phẩm trước khi được đưa vào các kho lạnh bảo quản, cần được tiến hành xử lý lạnh để hạ nhiệt độ thực phẩm từ nhiệt độ ban đầu sau khi đánh bắt, giết mổ xuống nhiệt độ bảo quản.

Có hai chế độ xử lý lạnh sản phẩm là xử lý lạnh và xử lý lạnh đông

a) Xử lý lạnh là làm lạnh các sản phẩm xuống đến nhiệt độ bảo quản lạnh yêu cầu. Nhiệt độ bảo quản này phải nằm trên điểm đóng băng của sản phẩm. Đặc điểm là sau khi xử lý lạnh, sản phẩm còn mềm, chưa bị hóa cứng do đóng băng.

b) Xử lý lạnh đông là kết đông (làm lạnh đông) các sản phẩm. Sản phẩm hoàn toàn hóa cứng do hầu hết nước và dịch trong sản phẩm đã đóng thành băng. Nhiệt độ tâm sản phẩm đạt -8^{0}C, nhiệt độ bề mặt đạt từ -18^{0}C đến -12^{0}C.

Xử lý lạnh đông có hai phương pháp:

a) Kết đông hai pha

Thực phẩm nóng đầu tiên được làm lạnh từ 37^{0}C xuống khoảng 4^{0}C sau đó đưa vào thiết bị kết đông để nhiệt độ tâm khối thực phẩm đạt -8^{0}C.

b) Kết đông một pha

Thực phẩm còn nóng được đưa ngay vào thiết bị kết đông để hạ nhiệt độ tâm khối thực phẩm xuống đạt dưới -8^{0}C.

Kết đông một pha có nhiều ưu điểm hơn so với kết đông hai pha vì tổng thời gian của quá trình giảm, tổn hao khối lượng do khô ngót giảm nhiều, chi phí lạnh và diện tích buồng lạnh cũng giảm.

Đối với chế biến thịt thường sử dụng phương pháp 01 pha. Đối với hàng thuỷ sản do phải qua khâu chế biến và tích trữ trong kho chờ đông nên thực tế diễn ra 2 pha.

Các loại thực phẩm khác nhau sẽ có chế độ bảo quản (bảng 1-3 và 1-4) và đông lạnh thích hợp khác nhau (bảng 1-5).

Ở chế độ bảo quản lạnh và trong giai đoạn đầu của quá trình kết động hai pha, người ta phải gia lạnh sản phẩm. Thông thường thực phẩm được gia lạnh trong môi trường không khí với các thông số sau:

- Độ ẩm không khí trong buồng: 85 ÷ 90%
- Tốc độ không khí đối lưu tự nhiên: 0,1 ÷ 0,2 m/s; đối lưu cưỡng bức cho phép ⟨ 0,5 m/s (kể cả rau quả, thịt, cá, trứng...).
- Giai đoạn đầu, khi nhiệt độ sản phẩm còn cao, người ta giữ nhiệt độ không khí gia lạnh thấp hơn nhiệt độ đóng băng của sản phẩm chừng 1 ÷ 2 ^{0}C. Nhiệt độ đóng băng của một số sản phẩm như sau: thịt -1,2 ^{0}C, cá từ 0,6 ÷ -2^{0}C, rau quả - 0,84 -4,2^{0}C. Nhiệt độ không khí gia tăng 2^{0}C thì thời gian gia nhiệt kéo dài thêm 5h.

Sau khi tăng nhiệt độ sản phẩm đạt 348°C, nhiệt độ không khí tăng lên -140^{0}C. Tóm lại, cần tăng tốc độ gia lạnh nhưng phải tránh đóng băng trong sản phẩm.

Bảng 1-3. Chế độ bảo quản rau quả tươi

Sản phẩm	Nhiệt độ ^{0}C	Độ ẩm không khí,%	Chế độ thông gió	Thời gian bảo quản
- Bưởi	045	85	Mở	142 tháng
- Cam	0,54 2	85	“	142 tháng
- Chanh	14 2	85	“	142 tháng
- Chuối chín	14416	85	“	5410 ngày
- Chuối xanh	11,54 13,5	85	“	3410 tuần
- Dứa chín	447	85	“	34 4 tuần
- Dứa xanh	10	85	“	446 tháng
- Đào	041	85490	“	446 tháng
- Táo	043	90495	“	3410 tháng
- Cà chua chín	042	85490	“	146 Tuần
- Cà chua xanh	5415	85490	“	144 Tuần
- Cà rốt	041 -18	90495 90	“ Đóng	143 Tháng 12418 Tháng
- Dưa chuột	-18 - 29	90 90	“ “	5 Tháng 1 Năm
- Đậu tươi	2	90	Mở	344 Tuần
- Hành	0 4 4	75	“	142 Năm
- Khoai tây	3 4 10	85490	“	8410 Tháng
- Nấm tươi	0 4 2 -18	80490 90	“ Đóng	0,543 Tháng 10412 Tháng
- Cải bắp, súp lơ	-240 -18	90 90	“ “	247 Tuần 243 Tuần
- Su hào	-140,5	85490	“	
- Dừa	0	85	“	
- Xoài	13	85490	“	
- Hoa nói chung	1 4 3	85490	“	
- Cúc	1,6	80	“	
- Huệ	1,6	80	“	
- Phong lan	2 4 4,5	80	“	

- Hoa hồng	4,5	80	“	

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

Sản phẩm	Nhiệt độ ^{0}C	Độ ẩm không khí %	Chế độ thông gió	Thời gian bảo quản
Thịt bò, hươi, nai, cừu	-0,540,5	82485	Đóng	10415 ngày
Thịt bò gầy	040,5	80485	‘’	‘’
Gà, vịt, ngan, ngỗng mổ sẵn	-140,5	85490	‘’	‘’
Thịt lợn tươi ướp lạnh	044	80485	‘’	10412 Tháng
Thịt lợn tươi ướp đông	-1,84-23	80485	‘’	12418 Tháng
Thịt đóng hộp kín	042	75480	‘’	‘’
Cá tươi ướp đá từ 50 đến 100% lượng cá	-1	100	Đóng	6412 Ngày
Cá khô (W=14417%)	244	50	‘’	12 Tháng
Cá thu muối, sấy	244	75480	Mở	Vài tháng
Lươn sống	243	854100	‘’	Vài tháng
Ốc sống	243	854100		‘’
Sò huyết	-1411	854100	‘’	15430 ngày
Tôm sống	243	854100	‘’	Vài ngày
Tôm nấu chín	243			Vài ngày
Bơ muối ngắn ngày	12415	75480	Mở	38 Tuần
Bơ muối lâu ngày	-144	75480	‘’	12 Tuần
Bơ muối lâu ngày	-184-20	75480	‘’	36 Tuần
Pho mát cứng	1,544	70	‘’	4412 Tháng
Pho mát nhão	7415	80485	‘’	Ít ngày
Sữa bột đóng hộp	5	75480	Đóng	346 Tháng
Sữa đặc có đường	0410	75480	‘’	6 Tháng
Sữa tươi	042	75480	‘’	2 Ngày

Trong một kho lạnh có thể có buồng gia lạnh riêng biệt. Song cũng có thể sử dụng buồng bảo quản lạnh để gia lạnh. Khi đó, số lượng sản phẩm đưa vào phải phù hợp với năng suất lạnh của buồng. Các sản

phẩm nóng phải bố trí đều cạnh các dàn lạnh để rút ngắn thời gian gia lạnh. Sản phẩm khi gia lạnh xong phải thu dọn và sắp xếp vào vị trí hợp lý trong buồng để tiếp tục gia lạnh đợt tiếp theo.

Bảng 1-5. Các thông số về phương pháp kết đông

Phương pháp kết đông	Nhiệt độ tâm thịt, ^{0}C		Thông số không khí trong buồng kết đông		Thời gian kết đông	Tốn hao khối lượng, %
	Ban đầu	Cuối	Nhiệt độ, ^{0}C	Tốc độ chuyển động, m/s		
Kết đông hai pha						2,58
- Chậm	4	-8	-18	0,140,2	40	2,35
- Tăng cường	4	-8	-23	0,540,8	26	2,20
- Nhanh	4	-8	-15	344	16	
Kết đông một pha						
- Chậm	37	-8	-23	0,140,2	36	1,82
- Tăng cường	37	-8	-30	0,540,8	24	1,60
- Nhanh	37	-8	-35	142	20	1,20

1.2 ỨNG DỤNG TRONG CÁC NGÀNH KHÁC

Ngoài ứng dụng trong kỹ thuật chế biến và bảo quản thực phẩm, kỹ thuật lạnh còn được ứng dụng rất rộng rãi trong rất nhiều ngành kinh tế, kỹ thuật khác nhau. Dưới đây là các ứng dụng thông dụng nhất.

1.2.1 Ứng dụng trong sản xuất bia, nước ngọt

Bia là sản phẩm thực phẩm, thuộc loại đồ uống độ cồn thấp, thu nhận được bằng cách lên men rượu ở nhiệt độ thấp dịch đường (từ gạo, ngô, tiểu mạch, đại mạch vv...), nước và hoa húp lông. Qui trình công nghệ sản xuất bia trải qua nhiều giai đoạn cần phải tiến hành làm lạnh mới đảm bảo yêu cầu.

Đối với nhà máy sản xuất bia hiện đại, lạnh được sử dụng ở các khâu cụ thể như sau:

1.2.1.1. Sử dụng để làm lạnh nhanh dịch đường sau khi nấu

Dịch đường sau quá trình húp lông hoá có nhiệt độ khoảng 80ºC cần phải tiến hành hạ nhiệt độ một cách nhanh chóng xuống nhiệt độ lên men 6÷8ºC. Tốc độ làm lạnh khoảng 30÷45 phút. Nếu làm lạnh chậm một số chủng vi sinh vật có hại cho quá trình lên men sẽ kịp phát triển và làm giảm chất lượng bia. Để làm lạnh dịch đường người ta sử dụng thiết bị làm lạnh nhanh. Quá trình đó được thực hiện qua hai giai đoạn:

- Dùng nước 1ºC hạ nhiệt độ dịch đường từ 80ºC xuống khoảng 20ºC.
- Sử dụng glycol (hoặc nước muối) có nhiệt độ thấp khoảng -8ºC để hạ nhiệt độ dịch đường từ 20ºC xuống 8ºC. Kỹ thuật lạnh hiện đại sử dụng glycol để làm lạnh vì nước muối gây ăn mòn hư hỏng thiết bị điện.

Như vậy trong quá trình hạ nhiệt này đòi hỏi phải sử dụng một lượng lạnh khá lớn. Tính trung bình đối với một nhà máy bia công suất 50 triệu lít/năm mỗi ngày phải nấu khoảng 180m^3 dịch đường. Lượng lạnh dùng để hạ nhiệt rất lớn.

1.2.1.2. Quá trình lên men bia

Quá trình lên men bia được thực hiện ở một phạm vi nhiệt độ nhất định khoảng 6÷8ºC. Quá trình lên men là giai đoạn quyết định để chuyển hoá dịch đường houblon hoá thành bia dưới tác động của nấm men thông qua hoạt động sống của chúng. Trong quá trình lên men dung dịch toả ra một lượng nhiệt lớn.

Quá trình lên men đường houblon hoá diễn ra qua hai giai đoạn:

- Lên men chính: Kéo dài từ 7 ÷ 12 ngày đối với các loại bia vàng và 12 ÷ 18 ngày đối với các loại bia đen. Nhiệt độ lên men là 6 ÷ 8ºC.

- Lên men phụ và tàng trữ: Kéo dài ít nhất 3 tuần đối với tất cả các loại bia. Nhiệt độ lên men phụ là 1 ÷ 2ºC.

Nhiệt độ có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình lên men và chất lượng sản phẩm. Khi nhiệt độ cao sẽ dẫn đến các tác động như sau:

+ Thời gian lên men nhanh.

+ Mật độ tối đa đạt được cao hơn khi nhiệt độ thấp.

+ Lên men triệt để nhưng hàm lượng các sản phẩm bậc hai (đặc biệt là diaxetyl) tạo ra nhiều hơn.

+ Lượng sinh khối tạo ra nhiều hơn nhưng lượng tế bào chết lại nhiều hơn và tốc độ suy giảm các đặc tính công nghệ cũng nhanh hơn.

+ Tỷ lệ giữa các cấu tử trong bia không cân đối, chất lượng bia giảm

Mỗi loại nấm men đều có nhiệt độ thích hợp cho sự phát triển lên men. Khi không đảm bảo các yêu cầu về nhiệt độ các kết quả nhận được chất lượng sẽ rất kém.

1.2.1.3. Bảo quản và nhân men giống

Một khâu vô cùng quan trọng cần lạnh trong nhà máy bia là khâu bảo quản và nhân men giống. Men giống được bảo quản trong những tank đặc biệt ở nhiệt độ thấp. Tank cũng có cấu tạo tương tự tank lên men, nó có thân hình trụ bên ngoài có các áo dẫn glycol làm lạnh. Tuy nhiên kích thước của tank men nhỏ hơn tank lên men rất nhiều, nên lượng lạnh cần thiết cho tank men giống không lớn.

1.2.1.4. Làm lạnh đông CO_2

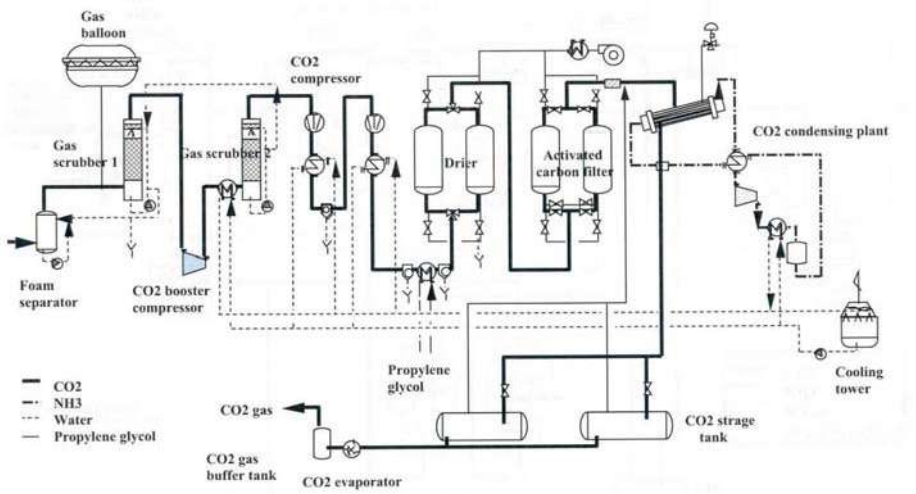
Trong quá trình lên men nhờ các quá trình thuỷ phân mà trong các tank lên men sinh ra rất nhiều khí CO_2. Quá trình phát sinh khí CO_2 thể hiện ở phản ứng dưới đây.

Kết quả cuối cùng của quá trình chuyển hoá (lên men) từ đường hexoza đến rượu etylic và khí cácbonic có thể biểu diễn bằng phương trình tổng quát của Gay - Lussac như sau:

$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

Khí CO_2 lại rất cần cho trong qui trình công nghệ bia như ở khâu chiết rót và xử lý công nghệ ở tank lên men. Khí CO_2 thoát ra từ các tank lên men trong các quá trình sinh hoá cần phải được thu hồi, bảo quản để sử dụng vào trong dây chuyền công nghệ. Để bảo quản CO_2 tốt nhất chỉ có thể ở thể lỏng, ở nhiệt độ bình thường áp suất ngưng tụ của CO_2 đạt gần 100at. Vì vậy để giảm áp suất bảo quản CO_2 xuống áp suất dưới 20 kG/cm^2 cần thiết phải hạ nhiệt độ bảo quản xuống rất thấp cỡ -30 ÷ -35°C.

Dưới đây trình bày sơ đồ làm lạnh CO_2:



Hình 1.1: Sơ đồ nguyên lý hệ thống thu hồi CO_2

1.2.1.5. Làm lạnh nước 1°C

Nước lạnh được sử dụng trong nhà máy bia với nhiều mục đích khác nhau, đặc biệt được sử dụng để làm lạnh nhanh dịch đường sau khi được houblon hoá đến khoảng 20°C. Việc sử dụng nước 1°C là một giải pháp rất hữu hiệu và kinh tế trong các nhà máy bia hiện đại. Phụ tải nhiệt của các mẻ nấu theo thời gian trong ngày không đều và liên tục mà có dạng hình xung. Khi các mẻ nấu hoàn thành yêu cầu phải tiến hành làm lạnh rất nhanh. Rõ ròng nếu sử dụng làm lạnh trực tiếp thì công suất máy lạnh sẽ rất lớn.

Việc sử dụng nước lạnh 1°C để hạ lạnh nhanh dịch đường cho phép trữ một lượng lạnh đáng kể để làm lạnh dịch đường của các mẻ nấu một cách nhanh chóng. Điều này cho phép không cần có hệ thống lạnh lớn nhưng vẫn đảm bảo yêu cầu. Nước được làm lạnh nhờ glycol đến khoảng 1°C qua thiết bị làm lạnh nhanh kiểu tấm bản.

1.2.1.6. Làm lạnh hầm bảo quản tank lên men và điều hoà

Trong một số nhà máy công nghệ cũ, bia được bảo quản lạnh trong các hầm làm lạnh, trong trường hợp này cần cung cấp lạnh để làm lạnh hầm bảo quản.

Có thể sử dụng lạnh của glycol để điều hoà không khí trong một số khu vực nhất định của nhà máy, các phòng bảo quản hoa vv..

1.2.2 Ứng dụng trong công nghiệp hoá chất

Trong công nghiệp hoá chất như hoá lỏng các chất khí là sản phẩm của công nghiệp hoá học như clo, amôniắc, cacbonnic, sunfuarơ, các loại chất đốt, các khí sinh học vv...

Hoá lỏng và tách các chất khí từ không khí là một ngành công nghiệp hết sức quan trọng, có ý nghĩa vô cùng to lớn với ngành luyện kim, chế tạo máy, y học, ngành sản xuất chế tạo cơ khí, phân đạm, chất tải lạnh vv... Các loạt khí trơ như nêôn, agôn vv... được sử dụng trong công nghiệp hoá chất và sản xuất bóng đèn.

Việc sản xuất vải sợi, tơ, cao su nhân tạo, phim ảnh được sự hỗ trợ tích cực của kỹ thuật lạnh. Thí dụ trong quy trình sản xuất tơ nhân tạo người ta phải làm lạnh bể quay tơ xuống nhiệt độ thấp đúng yêu cầu công nghệ thì chất lượng mới đảm bảo.

Cao su và các chất dẻo khi hạ nhiệt độ xuống thấp sẽ trở nên dòn và dễ vỡ như thuỷ tinh. Nhờ đặc tính này người ta có thể chế tạo được cao su bột. Khi hoà trộn với bột sắt để tạo nên cao su từ tính hoặc hoà trộn với phụ gia nào đó có thể đạt được độ đồng đều rất cao.

Trong công nghiệp hoá chất cũng sử dụng lạnh rất nhiều trong các quy trình sản xuất khác nhau để tạo ra nhiệt độ lạnh thích hợp nhất cho từng hoá chất.

1.2.2.1 Tách các chất từ các hỗn hợp

1. Hỗn hợp khí - hơi

Tách hỗn hợp khí - hơi chủ yếu bằng phương pháp ngưng tụ hơi. Mục đích là để sản xuất hơi hoặc khí tinh khiết.

Trường hợp này thường gặp khi cần tách các chất khí trong quá trình cracking dầu mỏ. Trong quá trình này các phân tử hyđrô cacbon lớn dưới tác dụng của áp suất và nhiệt độ cao cùng các chất xúc tác được tách ra thành các phân tử nhỏ. Hỗn hợp khí thu được gồm hai nhóm chính: Mê tan cùng các hyđrô cacbon nhẹ và êtan với các hyđrô cacbon nặng. Việc tách hai nhóm các chất đó được thực hiện nhờ ngưng tụ và sau đó chưng cất dưới áp suất từ 10÷35 bar và nhiệt độ tới -100°C với êtylen là môi chất lạnh. Sản phẩm thu được là êtylen, propylen và các ôlefin khác nhau. Êtylen cũng có thể sản xuất bằng

phương pháp này từ khí lò cốc. Để sản xuất polyêtylen cần có êtylen với độ nguyên chất cao do đó thành phần axêtylen trong khí thô cần phải được ngưng tụ để tách ra.

Amôniắc cũng có thể sản xuất bằng phương pháp ngưng tụ hổn hợp khí lò. Để có thể ngưng tụ hơi NH_3 cần có nhiệt độ -50 đến -60°C.

Trong thiết bị chiết suất làm việc với hexan là dung môi, thì hexan được ngưng tụ từ không khí và được thu hồi lại.

Đối với khí thiên nhiên để đem sử dụng cần thiết phải khử hiđrô sunfua, quá trình khử đó cũng được thực hiện bằng phương pháp ngưng tụ ở nhiệt độ thấp.

Mức độ hoà tan của các khí CO_2, H_2S và nhiều loại chất khí khác vào metanol phụ thuộc vào nhiệt độ rất nhiều. Nhiệt độ càng thấp metanol có khả năng hấp thụ các chất đó càng lớn. Ứng dụng các tính chất đó người ta sử dụng metanol để rửa và làm sạch các chất khí thô ở áp suất cao. Quá trình rửa thực hiện ở áp suất 20 bar và nhiệt độ -75°C. Khi hấp thụ CO_2, nhiệt độ metanol tăng từ -75°C lên -20°C. Sau khi giãn nở, CO_2 bay hơi và nhiệt độ mêtanol giảm từ -20°C xuống -75°C như cũ. Với nhiệt độ thấp như vậy mêtanol lại được bơm lại tháp rửa.

Phương pháp này cũng có thể áp dụng để hấp thụ axêtylen trong công nghệ sản xuất axêtylen từ các khí pyrolyse.

2. Hỗn hợp lỏng

Rất nhiều hỗn hợp lỏng có các nhiệt độ sôi của các thành phần rất gần nhau nên tách các chất đó bằng chưng cất rất khó khăn. Ngược lại nhiệt độ đông đặc của chúng cách nhau tương đối xa cho phép có thể dễ dàng tách chúng bằng phương pháp tinh thể hoá phân đoạn.

Ví dụ đối với trường hợp xylol thô, trong đó có chứa mêta-, ortho- và paraxylol, etylbenzol và các hiđrô cacbon khác. Sản phẩm chính là paraxylol, nguyên liệu chính để sản xuất sợi tổng hợp polyester.

Trong quá trình này, chủ yếu paraxylol được kết tinh ra khỏi xylol thô bằng cách làm lạnh gián tiếp trong thiết bị kết tinh kiểu nạo. Môi chất lạnh trong trường hợp này là R_{13}, nhiệt độ sôi khoảng -80°C. Phương pháp kết tinh mới để thu paraxylol là sử dụng cacbonic lỏng bay hơi trực tiếp ở nhiệt độ -60°C đến -65°C.

Phương pháp phun môi chất lạnh lỏng trực tiếp vào thiết bị kết tinh cũng được sử dụng để sản xuất phân bón hoá học nitrophotphat.

Phương pháp làm lạnh gián tiếp qua một ống xoắn ruột gà, hệ số toả nhiệt sẽ bị giảm mạnh do các tinh thể bám vào bề mặt trao đổi nhiệt. Nếu phân phối đều môi chất lạnh lỏng, butan hoặc propan từ phía dưới để làm lạnh trực tiếp thùng kết tinh có tác dụng rất tốt cả về mặt làm lạnh và cả về mặt kết tinh vì các chất lỏng hoá hơi tạo thành các bọt khí nổi lên trên làm chất lỏng bị xáo động mạnh, hệ số toả nhiệt lớn.

Trong công nghiệp lọc dầu theo phương pháp Edeleanu các hyđrô cacbon giàu cacbon bị loại bỏ bằng SO_2 lỏng ở nhiệt độ khoảng -10ºC do SO_2 có khả năng hoà tan chọn lọc.

Tách parafin ra khỏi dầu cũng là một ứng dụng khác của kỹ thuật lạnh trong công nghiệp lọc dầu. Để tách parafin người ta sử dụng một dung môi pha loãng dầu sau đó làm lạnh trong thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu nạo ở nhiệt độ khoảng -30ºC.

1.2.2.2 Điều khiển tốc độ phản ứng

Một số phản ứng toả nhiệt xảy ra một cách chậm chạp do đó phải có phương pháp thải nhiệt cho phản ứng hoặc đôi khi chỉ cần làm lạnh sơ bộ các chất lỏng tham gia phản ứng. Ví dụ trong quá trình sản xuất xà phòng hoặc các chất tẩy rửa chỉ cần làm lạnh dung dịch kiềm natri xuống khoảng +10ºC là đủ. Đôi khi làm lạnh trực tiếp bằng nước đá cũng mang lại hiệu quả nhất định. Ví dụ trong quá trình sản xuất các chất màu tổng hợp gốc nitơ người ta cho 4 kg nước đá vào mỗi kg sản phẩm tham gia phản ứng, các phản ứng sẽ tiến hành nhanh chóng do được làm lạnh đều đặn.

Trong việc tổng hợp vi tamin A, phản ứng xảy ra chỉ trong một vài phần trăm giây ở nhiệt độ trong phòng. Vì trong khoảng thời gian quá ngắn đó không có khả năng thải nhiệt cho phản ứng nên người ta tiến hành phản ứng ở nhiệt độ thấp. Ví dụ khi cho phản ứng ở -55ºC thì thời gian phản ứng kéo dài đến 01 phút. Nhiệt toả ra từ phản ứng được thải đi chủ yếu nhờ bay hơi amôniắc. Amôniắc đóng vai trò chất dung môi trong thùng phản ứng. Ngoài ra, thùng phản ứng còn được làm 2 vỏ và từ ngoài thùng được làm lạnh bằng amôniắc.

Trong công nghệ sản xuất cao su tổng hợp người ta cũng đưa thẳng môi chất lạnh vào thùng phản ứng và tuỳ theo sản phẩm ra mà yêu cầu nhiệt độ lạnh khác nhau trong thùng phản ứng. Ví dụ khi polyme hoá hỗn hợp isobutylen và isobutylen-isopren người ta cho etylen lỏng chảy vào thùng phản ứng. Trong quá trình polyme hoá êtylen lỏng bay

hơi và duy trì nhiệt độ cần thiết của phản ứng ở nhiệt độ khoảng -100ºC. Hơi êtylen được một máy lạnh hoá lỏng trở lại và làm sạch qua chưng cất. Thiết bị hoá lỏng etylen thường sử dụng propan làm môi chất lạnh.

Trong các trường hợp khác, thùng phản ứng chỉ cần được làm lạnh từ ngoài bằng amôniắc lỏng sôi trong thùng hai vỏ.

Khi polyme hoá ở nhiệt độ thấp, các tính chất của sản phẩm được cải thiện. Ví dụ sợi nhân tạo PVC không bị co ngót ở trong nước nóng khi polyme hoá ở -20 đến -60ºC

1.2.2.3 Lưu kho và vận chuyển hoá chất

1. Các loại hoá chất. Các sản phẩm hút ẩm phải được bảo quản trong phòng nhiệt độ thấp để chúng không bị hút ẩm. Ví dụ phân bón nhân tạo cần có các hạt urê bề mặt nhẵn bóng và rắn đường kính 1,5 đến 2mm, rất dễ lắc. Nếu bảo quản các hạt urê đó trong không khí ẩm thì chúng sẽ hút ẩm trong không khí và sẽ dính kết vào nhau.

Trong công nghiệp chất dẻo người ta thường sử dụng loại axít acryl. Hoá chất này có thể gây cháy nổ do polyme hoá ở nhiệt độ thường. Khi bảo quản lạnh có thể tránh được nguy cơ cháy nổ.

Axêtylen có thể chuyên chở thuận lợi hơn nhiều khi hoà tan vào dung môi axêtôn ở nhiệt độ thấp. Ví dụ ở nhiệt độ -80ºC có thể hoà tan 2000m^3 tiêu chuẩn axêtylen vào 1m^3 axêtôn.

Bảo quản diboran B_2H_6 lỏng thuận lợi hơn sau khi hoá lỏng ở áp suất 8,5 bar và nhiệt độ -60ºC.

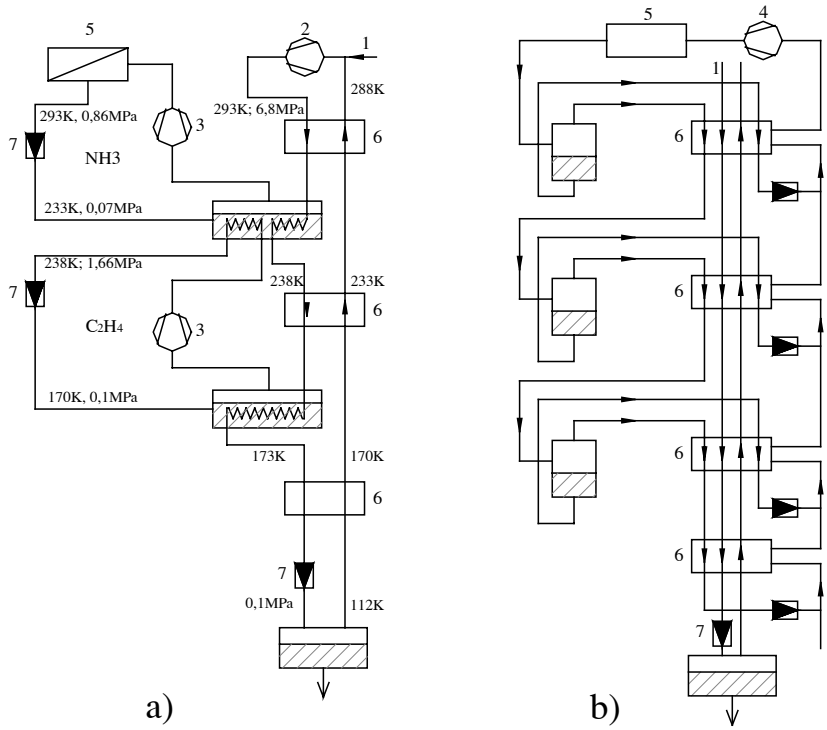
2. Khí hoá lỏng. Hoá lỏng, lưu giữ và vận chuyển khí đốt thiên nhiên hoặc khí mỏ thuộc về lĩnh vực kỹ thuật cryô, ở đây chỉ điểm qua ngắn gọn.

Khí thiên nhiên chủ yếu là mê tan, sôi ở -161ºC và có nhiệt lượng lớn hơn hẳn khí thành phố. Vì không để lại cặn khi cháy, khí thiên nhiên được coi là nhiên liệu rất thích hợp cho các động cơ đốt trong. Các nguồn khí mỏ được tìm thấy ở nhiều nước trên thế giới. Từ nơi khai thác trên biển, khí mỏ được đưa vào đất liền đến các nới tiêu thụ bằng đường ống. Để vận chuyển bằng đường biển khí cần được hoá lỏng nhờ làm lạnh.

Do khí thiên nhiên có áp suất rất cao khi khai thác từ các mũi khoan nên có thể dãn nở trong ống xoắn để sản xuất lạnh mà không tốn kém gì.

Có nhiều phương pháp hoá lỏng khí thiên nhiên. Phương pháp được ứng dụng rộng rãi nhất là phương pháp làm lạnh nhờ các máy ghép tầng, trong đó các cấp trên môi chất lạnh là etylen và propan. Có thể sử dụng các phương pháp làm lạnh gián tiếp để hoá lỏng khí thiên nhiên. Một trong những phương pháp làm lạnh gián tiếp là nén khí lên trên áp suất tới hạn sau đó đưa vào làm lạnh gián tiếp bằng môi chất lạnh, ví dụ như êtan. Sau đó khí được dãn nở và một phần khí được hoá lỏng. Hình 1-2 giới thiệu chu trình hoá lỏng khí thiên nhiên bằng máy lạnh ghép tầng.

Chu trình cổ điển thông dụng (hình 1-2a) có nhược điểm là quá nhiều thiết bị với nhiều loại máy nén, thiết bị trao đổi nhiệt, đường ống vv... làm cho công tác vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa gặp khó khăn, đặc biệt khi tải dao động và việc hút hơi lạnh về máy nén. Công việc tự động hoá cũng gặp khó khăn.



1-Khí thiên nhiên vào; 2- Máy nén khí thiên nhiên; 3- Máy nén lạnh; 4- Máy nén lạnh hỗn hợp môi chất; 5- Bình ngưng; 6- Thiết bị trao đổi nhiệt; 7- Van tiết lưu

Hình 1-2: Chu trình ghép tầng hoá lỏng khí thiên nhiên

Một giải pháp tích cực là ứng dụng hỗn hợp môi chất lạnh được viết tắt là phương pháp ARC (Auto-Refrigerated Cascade). Hỗn hợp môi chất lạnh gồm nitơ, mêtan, êtan, propan và butan được nén trong máy nén 4 và được hoá lỏng theo thứ tự từng thành phần. Bằng cách tiết lưu và cho bay hơi từng thành phần đó khí thiên nhiên được làm lạnh dần đến 120°K rồi hoá lỏng một phần khi qua tiết lưu 7. Hiện nay nhiều nhà máy hoá lỏng khí thiên nhiên có năng suất rất lớn làm việc theo phương pháp ARC này. Ví dụ nhà máy hoá lỏng khí Badak (Inđônêxia) có năng suất 250.000m^3 tiêu chuẩn trong một giờ và nhà máy hoá lỏng Arzew (Angiêri) có năng suất 1.200.000 m^3/h.

Khí thiên nhiên hoá lỏng được ký hiệu là LNG (Liquefied Natural Gas) có nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển khoảng -160°C, bởi vậy khí hoá lỏng cần được chứa và vận chuyển trong các bình cách nhiệt tốt. Người ta đã bảo quản khí hoá lỏng trong nền đất đông cứng. Phương pháp này tỏ ra có hiệu quả kinh tế. Bình chứa đặt trong nền đất đông cứng đã sử dụng có sức chứa lên tới 40.000 m^3.

Khí hoá lỏng từ dầu thô LPG (Liquefied Petroleum Gas) có nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển cao hơn nhiều. Khí PLG là sản phẩm thu được khi chế biến dầu thô và bao gồm chủ yếu các thành phần propan, n-butan và isobutan. Các chất này là thể khí ở nhiệt độ môi trường nhưng chỉ cần nén lên áp suất vừa phải là chúng đã hoá lỏng vì nhiệt độ tới hạn của chúng lớn hơn nhiệt độ môi trường nhiều.

Các khí lỏng cũng được bảo quản và vận chuyển bằng các bình. Ngày nay người ta gọi nhiều khí có nhiệt độ tới hạn cao hơn nhiệt độ môi trường, khi được hoá lỏng là khí hoá lỏng như amôniắc, butadien, clo vv...

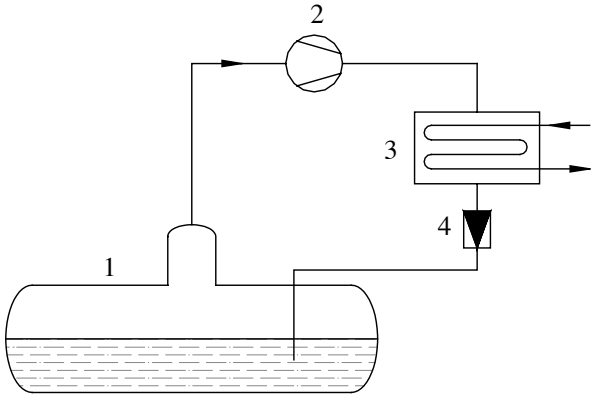
Trong một bình kín chứa khí lỏng, hơi và lỏng ở trạng thái cân bằng, bởi vậy áp suất trong bình phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ. Trong khi vận chuyển khí lỏng người ta phân biệt ba loại áp suất: áp suất đầy, áp suất giảm và áp suất khí quyển. Chuyên chở với áp suất đầy nghĩa là các chai không được làm lạnh, áp suất trong chai là áp suất bão hoà tương ứng với nhiệt độ môi trường. Các chai thường được thiết kế cho áp suất cao nhất lên tới 17 bar, nghĩa là khi chuyên chở propan, nhiệt độ ngoài trời có thể lên tới khoảng 45°C.

Hình dáng của các bình chứa rất khác nhau nhưng thông thường có dạng hình trụ nằm hoặc đặt đứng (đặt trong các khoang tàu thuỷ), đôi

khi cả hình cầu. Các bình chứa này rất nặng nên thường được chế tạo không quá 1000 Tấn.

Chuyên chở với kiểu áp suất giảm thuận lợi hơn vì áp suất trong bình không quá cao nhưng phải có hệ thống làm lạnh kèm theo. Các bình khí hoá lỏng được làm lạnh đến một nhiệt độ thuận lợi nào đó để áp suất trong bình không quá cao. Do được làm lạnh nên các bình chứa này phải được bọc cách nhiệt để giữ lạnh. Do khối lượng riêng ở nhiệt độ thấp lớn hơn nên với cùng thể tích bình, phương pháp áp suất giảm chứa được nhiều khí hoá lỏng hơn. Các bình chứa áp suất giảm được thiết kế cho áp suất tối đa 10 bar. Nhiệt độ thấp nhất cho phép tuỳ theo vật liệu chế tạo mà tiêu chuẩn cho phép.

Do có tổn thất qua lớp cách nhiệt của bình nên để duy trì áp suất bình cần trang bị hệ thống lạnh hoặc tiến hành tái làm lạnh khí hoá lỏng như hình 1-3.



1- Bình chứa khí hoá lỏng; 2- Máy nén; 3- Bình tái ngưng tụ; 4- Van tiết lưu

Hình 1-3: Sơ đồ tái hoá lỏng khí thiên nhiên

Trên sơ đồ này, phần lỏng đã hoá hơi được máy nén 2 hút về và nén lên áp suất và nhiệt độ cao, sau đó đưa vào bình tái ngưng tụ 3 để ngưng lại thành lỏng, lỏng được tiết lưu để giảm áp suất và nhiệt độ xuống áp suất nhiệt độ trong bình.

Để tránh làm bẩn khí lỏng ở bình 1 do dầu bôi trơn máy nén lẫn vào, người ta sử dụng máy nén không cần dầu bôi trơn. Đề phòng trường hợp có khí không ngưng trong bình chứa cần có thiết bị xả khí không ngưng.

Chuyên chở khí lỏng với áp suất khí quyển cũng còn được gọi là chuyên chở khí lỏng được làm lạnh hoàn toàn. Áp suất trong bình chỉ cao hơn áp suất khí quyển tối đa là 0,3 bar. Nhiệt độ của khí hoá lỏng trong bình gần bằng nhiệt độ bão hoà theo áp suất khí quyển hay nhiệt độ sôi ở áp suất thường bởi vậy bình chứa cần được bọc cách nhiệt tốt. Do không chịu áp lực nên vách bình không cần dày và hình dáng có thể tuỳ theo kho chứa hoặc khoang tàu thuỷ.

Thực tế cho thấy máy lạnh lắp đặt trên tàu và cả trên đất liền để làm lạnh một phần hoặc làm lạnh hoàn toàn khí lỏng trong bình chứa tiêu tốn năng lượng lớn hơn nhiều lần phương pháp tái hoá lỏng.

Để làm lạnh khí lỏng đến -50ºC cần một máy lạnh hai cấp với khí lỏng đồng thời làm môi chất lạnh. Khi chuyên chở êtylen lỏng ở nhiệt độ -100ºC cần trang bị một máy lạnh ghép tầng, tầng dưới lấy êtylen và tầng trên lấy R_{22} làm môi chất lạnh. Nếu chọn R13B1 thì bình bay hơi ghép tầng không phải làm việc với áp suất chân không.

1.2.3 Ứng dụng trong điều hoà không khí

Ngày nay kỹ thuật điều hoà được sử dụng rất rộng rãi trong đời sống và trong công nghiệp. Khâu quan trọng nhất trong các hệ thống điều hoà không khí đó là hệ thống lạnh

Máy lạnh được sử dụng để xử lý nhiệt ẩm không khí trước khi cấp vào phòng. Máy lạnh không chỉ được sử dụng để làm lạnh về mùa hè mà còn được đảo chiều để sưởi ấm mùa đông.

Điều hoà không khí được sử dụng với 2 mục đích:

- Phục vụ cuộc sống tiện nghi của con người (Hệ thống điều hoà trong đời sống, dân dụng).
- Phục vụ các quá trình sản xuất (Hệ thống điều hoà công nghiệp).

1.2.3.1. Các hệ thống điều hoà trong đời sống dân dụng

Hiện nay các hệ thống điều hoà được sử dụng rất rộng rãi ở các hộ gia đình, trong các công sở, cơ quan, nhà máy, xí nghiệp, khách sạn, ngân hàng, nhà thi đấu thể thao, hội trường, rạp chiếu bóng, rạp hát vv.. nhằm phục vụ cuộc sống tiện nghi của con người.

Nhiệt độ thích hợp đối với con người là khoảng từ 22ºC đến 29ºC. Tuy nhiên khí hậu quanh năm luôn luôn thay đổi, mùa hè nước ta nhiều nơi nhiệt độ có thể đạt 40ºC. Làm việc trong những điều kiện

như vậy rất khó chịu và ảnh hưởng nhất định đến hiệu quả và chất lượng công việc. Ngược lại mùa đông, nhiệt độ có thể hạ xuống 10ºC.

Hiện nay người ta sử dụng nhiều hệ thống điều hoà khác nhau trong đời sống như: Máy điều hoà dạng cửa sổ, máy điều hoà 2 mãnh, máy điều hoà kiểu VRV, máy điều hoà làm lạnh bằng nước và máy điều hoà trung tâm.

Đối với các hộ gia đình, thích hợp nhất là các máy điều hoà công suất nhỏ như loại cửa sổ và máy điều hoà 2 mãnh.

1.2.3.2. Các hệ thống điều hoà trong công nghiệp

Trong nhiều ngành công nghiệp để sản xuất ra các sản phẩm có chất lượng kỹ thuật cao đòi hỏi phải duy trì nhiệt độ, độ ẩm trong một giới hạn nhất định. Ví dụ như trong ngành cơ khí chính xác, thiết bị quang học, trong công nghiệp bánh kẹo, trong ngành điện tử vv

Trong các ngành công nghiệp nhẹ điều hoà không khí cũng được sử dụng nhiều như trong công nghiệp dệt, công nghiệp thuốc lá vv...

Mỗi loại sản phẩm đòi hỏi sản xuất trong những điều kiện nhiệt độ, độ ẩm khác nhau, ví dụ như:

- Kẹo sôcôla: 7 ÷ 8 ºC
- Kẹo cao su: 20ºC
- Bảo quản rau quả: 10ºC
- Đo lường chính xác: 20 ÷ 24 ºC
- Công nghiệp dệt: 20 ÷ 32ºC
- Chế biến thực phẩm: Nhiệt độ càng thấp càng tốt, khoảng 5÷10ºC

Các hệ thống điều hoà không khí trong công nghiệp chủ yếu là các hệ thống công suất lớn như kiểu VRV, máy điều hoà làm lạnh bằng nước và máy điều hoà trung tâm.

1.2.4 Ứng dụng trong siêu dẫn

Một ứng dụng rất quan trọng của kỹ thuật lạnh là sử dụng trong kỹ thuật siêu dẫn. Người ta nhận thấy khi làm lạnh các chất dẫn điện xuống nhiệt độ rất thấp thì điện trở của nó bằng 0. Thông thường nhiệt độ đó rất thấp.

Khi dây đạt được nhiệt độ siêu dẫn thì có thể sử dụng vật liệu dẫn điện mà không gây ra tổn thất điện năng trên đường dây. Trong trường hợp đó có thể ứng dụng để tạo ra các nam châm cực lớn trong các máy

gia tốc của nhà máy điện nguyên tử, nhiệt hạch, đệm từ cho các tàu cao tốc, nam châm điện của các cầu cảng vv

Ngày nay trong các phòng thí nghiệm người ta đã nghiên cứu được các hợp kim có thể đạt trạng thái siêu dẫn ở nhiệt độ cao, mở ra triển vọng ứng dụng rộng rãi kỹ thuật siêu dẫn.

1.2.5 Ứng dụng trong y tế và sinh học cryô

1.2.5.1 Ứng dụng trong y tế

Các ứng dụng của kỹ thuật lạnh trong y tế rất phong phú, từ việc điều hoà trong các bệnh viện, bảo quản thuốc trong các buồng lạnh, đến bảo quản các bộ phận cơ thể.

1. Bảo quản máu và các bộ phận cấy ghép

Ngày nay, trong các bệnh viện nhu cầu về máu rất cao. Máu được bảo quản trong các tủ lạnh có nhiệt độ +4ºC. Tuy nhiên thời gian bảo quản bị hạn chế chỉ trong vài tuần lễ, sau đó bắt đầu quá trình tan rã hồng cầu (quá trình hemolyse). Để bảo quản lâu vài tháng cần tách plasma khỏi hồng cầu.

Các bộ phận xương dùng cấy ghép cần duy trì trong tủ lạnh nhiệt độ thấp, nhiệt độ bảo quản càng thấp thời gian bảo quản càng lâu. Ở nhiệt độ +2 đến +4ºC thời gian bảo quản từ một đến hai tuần, ở nhiệt độ -18ºC có thể giữ được trong 6 tuần. Hiện nay người ta bảo quản xương, các bộ phận cấy ghép ở -70ºC.

Các bộ phận cấy ghép có thể được bảo quản bằng phương pháp sấy thăng hoa. Như vậy không cần bảo quản và vận chuyển lạnh. Phương pháp sấy thăng hoa giữ một vị trí quan trọng trong kỹ thuật bảo quản các bộ phận cấy ghép lên cơ thể.

Ngày nay, thế giới đang phát triển mạnh ngành vi phẩu thuật, để giải quyết tốt hàng loạt các ca phức tạp như ghép dây thần kinh, ghép nối các mạch máu, can thiệp trực tiếp vào các túi phồng mạch máu não, nối các mạch máu da đầu và mạng lưới huyết quản nuôi dưỡng não, tái lập sự lưu thông của hệ thống động mạch vành tim vv thì việc bảo quản sẵn sàng các phẩm vật sinh học để kịp thời thay thế là một nhu cầu rất cấp thiết.

Một số thuốc quí đòi hỏi bảo quản ở nhiệt độ từ —15ºC đến —25ºC, ví dụ như cao gan, sữa ong chúa, các loại thuốc kháng sinh, vv..

Hầu hết các thuốc còn lại cần phải bảo quản trong điều kiện nhiệt độ thấp

2. Hạ thân nhiệt nhân tạo

Trong y tế người ta còn sử dụng lạnh trong phẩu thuật với những mục đích chủ yếu sau:

- Làm lạnh cục bộ tại nơi phẩu thuật để gây tê, giảm đau cho bệnh nhân.
- Giảm trao đổi chất để ngừng vòng tuần hoàn máu khi phẩu thuật.
- Gây ngủ nhân tạo, để phẩu thuật.
- Ướp xác chết phục vụ khám, xét nghiệm tử thi hoặc chờ mai táng.

Trong các khoa răng hàm mặt người ta sử dụng các dao mổ lạnh chuyên dùng, có tác dụng làm giảm đau khi nhổ răng. Trong khoa mắt người ta sử dụng kỹ thuật lạnh đông để lấy thuỷ tinh thể bị đục ra khỏi mắt do vậy hiệu quả chữa bệnh nâng lên rất cao. Đối với các bệnh nhân ung thư, người ta dùng N_2 lỏng đạt nhiệt độ —196°C bơm bào khối ung thư để diệt những mô ung thư ở đó và loại trừ hoàn toàn khả năng lan truyền của tế bào ung thư trong cơ thể. Dùng những dụng cụ âm sâu cho phép khử những u ác tính ở những vị trí khó phẩu thuật của cơ thể, loại trừ khả năng di căn, hạn chế đau đớn.

Một số động vật có giấc ngủ đông trong khoảng thời gian rất lâu mà vẫn duy trì được sự sống. Muốn vậy động vật thường hạ thân nhiệt xuống nhiệt độ khá thấp, xấp xỉ nhiệt độ môi trường để giảm trao đổi chất trong cơ thể. Con người nếu được giảm thân nhiệt nhân tạo, sự trao đổi chất trong cơ thể giảm xuống đáng kể, nhịp đập của tim giảm xuống.

Giảm trao đổi chất trong cơ thể và qua đó giảm tiêu hao ôxi là rất cần thiết trong khi mổ tim. Trong suốt quá trình mổ tim, vòng tuần hoàn máu phải ngừng hoạt động nhưng không được gây ra bất kỳ tổn hại nào. Ngay ở nhiệt độ cơ thể 28°C có thể dừng tuần hoàn máu trong thời gian 8 phút để tiến hành mổ tim.

Để làm lạnh (hạ thân nhiệt) một bệnh nhân đã gây mê có thể tiến hành theo nhiều cách, ví dụ như nhúng vào hỗn hợp nước và nước đá hoặc quấn quanh thân một tấm mền lạnh. Từ cách thử nghiệm trên súc vật người ta đã xây dựng được một thiết bị dùng hạ thân nhiệt và được điều chỉnh rất dễ dàng. Bệnh nhân được đặt trong một khoang nhỏ có gió lạnh lưu thông, khoang được làm bằng chất dẻo trong suốt, bên

dưới bố trí dàn lạnh và quạt gió. Không khí được làm lạnh xuống +4ºC ở cửa vào. Nhiệt độ gió có thể điều chỉnh xuống -2ºC. Toàn bộ các thiết bị khác của hệ thống lạnh như máy nén, dàn nóng, tủ điện, đường ống được bố trí ở phía dưới hộp chất dẻo, toàn bộ được đặt trên xe nên di chuyển dễ dàng.

Ngoài ra để hạ thân nhiệt người ta còn sử dụng phương pháp bức xạ, bằng cách đặt bệnh nhân vào trong một chiếc hộp, bề mặt xung quanh hộp được làm lạnh sâu bằng polyêtylen. Nhiệt bức xạ từ cơ thể được bề mặt lạnh hấp thụ, nhưng giảm thành phần tổn thất lạnh do đối lưu và hiện tượng ngưng tụ.

Trong các ca mổ khó khăn đòi hỏi thời gian mổ kéo dài, nhiệt độ thân nhiệt đòi hỏi hạ thấp hơn nhiều. Tuy nhiên khi hạ nhiệt độ xuống thấp 28 đến 26ºC có nhiều nguy cơ không thể đưa tim hoạt động trở lại được. Vì vậy người ta sử dụng phương pháp khác. Trong trường hợp này người ta sử dụng phương pháp làm lạnh riêng vòng tuần hoàn máu. Máu được đưa vào ống xoắn đặt trong dung dịch chất lỏng lạnh và được một bơm máu (thay chức năng của tim) bơm tuần hoàn như bình thường. Tim được đưa ra khỏi vòng tuần hoàn để mổ.

Bằng phương pháp này, người ta có thể đưa thân nhiệt xuống đến 13ºC thậm chí thấp hơn. Tốc độ làm lạnh phù hợp được ghi nhận là 1K/phút. Làm lạnh máu được tiến hành gián tiếp qua nước lạnh để đề phòng trường hợp nhiệt độ máu giảm xuống 2ºC. Nước lạnh được sản xuất trong máy làm lạnh nước có phủ băng để giữ nhiệt độ không đổi khi chảy vào bình làm lạnh máu. Trong quá trình làm ấm sau khi mổ nước nóng có nhiệt độ 42ºC được cho chảy vào bình trao đổi nhiệt để làm ấm máu.

1.2.5.2 Kỹ thuật cryô

Kỹ thuật lạnh ngày càng đóng vai trò quan trọng trong nông, lâm nghiệp, sinh học, vi sinh vv.. Kỹ thuật lạnh thâm độ còn gọi là kỹ thuật cryô (-80÷-196ºC) đã hổ trợ đắc lực cho việc lai tạo giống, bảo quản tinh đông, gây đột biến hoặc các kỹ thuật khác trong lai tạo giống.

Nhờ kỹ thuật cryô mà từ một con bò đực người ta đã có thể thụ tinh cho hàng vạn con cái khác nhau, ngay cả sau khi đã chết hàng chục năm.

Ở Mỹ hiện nay có hàng chục bệnh nhân bị các chứng bệnh nan y đang được ướp sống chờ đến khi con người có khả năng chữa trị căn

bệnh đó từ người bệnh, người ta sẽ phục hồi lại và bệnh nhân có thể sống lại được. Nếu thành công có thể ngừng cuộc sống trong một thời gian nhất định. Tuy nhiên, hiện nay vẫn còn vấn đề kỹ thuật chưa giải quyết được, đó là tế bào thần kinh của các động vật máu nóng không thích hợp với môi trường lạnh nên nếu xác ướp được làm sống lại được thì tâm tư tình cảm sẽ hoàn toàn thay đổi.

Đây là nguyên nhân hạn chế sự phát triển của kỹ thuật ướp xác sống bằng lạnh sâu.

1.2.6 Ứng dụng trong kỹ thuật đo và tự động

Áp suất bay hơi của một chất lỏng luôn phụ thuộc vào nhiệt độ vì vậy người ta ứng dụng hiện tượng này trong các dụng cụ đo lường như đồng hồ áp suất, nhiệt kế, trong các rơ le áp suất vv...

Hiệu ứng nhiệt điện phản ánh mối quan hệ của độ chênh nhiệt độ 2 đầu cặp nhiệt với dòng điện chạy qua mạch cặp nhiệt điện. Ứng dụng hiện tượng này người ta đã tạo ra các dụng cụ đo nhiệt độ, áp suất hoặc thiết bị điều khiển tự động.

1.2.7 Ứng dụng trong thể thao

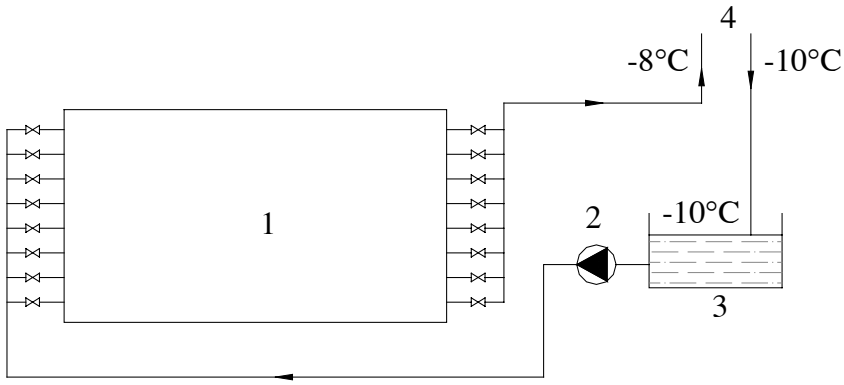
Trong một số bộ môn thi đấu trong nhà người ta duy trì nhiệt độ thấp để không làm ảnh hưởng tới sức khoẻ và nâng cao thành tích của vận động viên. Trong hầu hết các nhà thi đấu đều có trang bị các hệ thống điều hoà không khí.

Trong thể thao kỹ thuật lạnh được ứng dụng khá rộng rãi. Trong môn trượt băng nghệ thuật, để tạo ra các sân băng người ta dùng hệ thống lạnh để tạo băng theo yêu cầu.

1.2.7.1 Hệ thống làm lạnh sân băng

Trước đây để làm lạnh các sân băng người ta thường hay sử dụng nước muối làm chất tải lạnh. Nước muối có nhiệt độ khoảng -10ºC và nhiệt độ môi chất lạnh nằm trong khoảng -15 đến -17ºC. Do chiều dài ống rất lớn nên không thể phân bố nhiệt độ đều ở tất cả mọi vị trí trên sân băng. Lý do khác là do tiết kiệm nên công suất bơm tuần hoàn nước bị hạn chế. Nhiệt độ vào và ra của nước muối chênh nhau khoảng 3 đến 4K. Một nhược điểm nữa của hệ thống dùng nước muối là luôn luôn phải kiểm tra sự rò rỉ của nước muối, đề phòng hoen rỉ kết cấu

nền và gây rả băng. Khi nước muối rò rỉ ra lớp băng, nhiệt độ đông đặc của hỗn hợp nước muối giảm nên băng bị chảy ra. Hình 1-4 và hình 1-5 mô tả sơ đồ hệ thống lạnh và sơ đồ hệ thống cấp nước muối làm lạnh sân băng.



1- Sân băng; 2- Bơm nước muối; 3- Bể nước muối; 4- Nước muối vào ra

Hình 1-4: Sơ đồ làm lạnh sân băng bằng nước muối

Ngày nay người ta thường sử dụng hệ thống lạnh làm lạnh trực tiếp sân băng do đó có thể khắc phục được các nhược điểm của hệ thống sử dụng nước muối làm chất tải lạnh, ngoài ra còn phát huy các ưu điểm sau:

- Nhiệt độ bay hơi trực tiếp -10°C cao hơn 5 đến 7K so với dùng nước muối nên tiêu tốn năng lượng cho máy nén giảm 25 đến 35%.
- Bơm tuần hoàn môi chất lạnh tiêu tốn năng lượng chỉ bằng 15 đến 25% năng lượng tiêu tốn cho bơm nước muối vì khối lượng tuần hoàn rất nhỏ.
- Các đường ống sân băng đỡ bị han rỉ hơn rất nhiều.
- Nhiệt độ ở mọi vị trí sân băng bằng nhau.

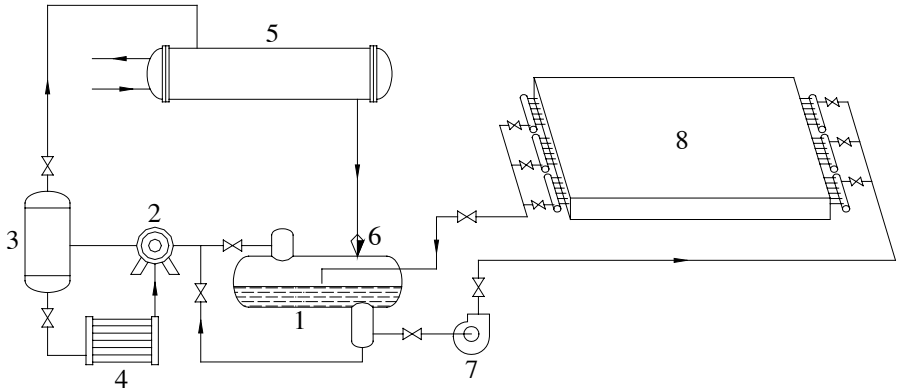
1.2.7.2 Tính toán tải lạnh sân băng

Tải lạnh sân băng bao gồm các thành phần sau:

- Dòng nhiệt truyền từ nền đất lên: ở trạng thái cân bằng dòng nhiệt này tương đối nhỏ.
- Dòng nhiệt từ không khí: Dòng nhiệt từ không khí bao gồm cả dòng nhiệt hiện lẫn nhiệt ẩn, tuỳ thuộc vào tốc độ không khí, nhiệt độ không khi trên bề mặt băng. Để có một lớp không khí lạnh ở trên có thể làm tường bao chung quanh sân băng cao hơn. Đối với sân băng

trong nhà, tốc độ không khí vừa phải có thể tính với hệ số truyền nhiệt k = 0,11 W/m^2.K

- Dòng nhiệt bức xạ mặt trời: ở các nước ôn đới sân băng có thể xây dựng ngoài trời, nhưng ở Việt Nam chắc chắn phải có mái che nên có thể bỏ qua thành phần này.



1- Bình chứa NH_3; 2- Máy nén lạnh; 3- Bình tách dầu; 4- Bình làm mát dầu; 5- Bình ngưng; 6- Thiết bị tiết lưu; 7- Bơm NH3; 8- Sân băng

Hình 1-5: Sơ đồ làm lạnh sân băng trực tiếp bằng môi chất lạnh

- Kết đông lớp băng mới thay vào lớp băng đã sử dụng. Đối với sân băng có đông khách, kích thước 30 x 60 m mỗi giờ phải thay chừng 2m^3

Bảng 1-6: Thông số một số sân trượt băng trên Thế giới

Nước, địa điểm, tên sân	Loại sân	Hệ thống lạnh	Diện tích sàn, m2	L x d km/mm	Công suất lạnh
* Liên xô - Matxcơva					
- Công viên thiếu nhi	Hở	Trực tiếp	10x12 =120	0,6 / 29	50.000
- Sân vận động thiếu nhi	Kín	Trực tiếp	20x30=300	2,3/29	225.000
- “ “ “	Hở	“	31x60=1860	18/29	900.000
- Cung thể thao	Kín	Gián tiếp	31x60=1860	18/45	1200.000
* Ba Lan - Catovit	Hở	“	2400	Ống elip	350.000
* Mỹ	Kín	Trực tiếp	18,5x36=666	8,7/16	250.000
* Tiệp khắc cũ — Praha					
- Cung thể thao	Kín	Gián tiếp	30x61=1830		
- Sân vận động mùa	Hở	“	30x72=2160		560.000

đông					
* Thuỵ sĩ					
- Baden	Hở	"	75x80=6000	84	1.000.000
- Genevơ	Kín	Trực tiếp	26x60=1560	16/32	360.000

Tính toán nhiệt cho sân băng là khá phức tạp vì tải lạnh phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện không khí bên ngoài. Sau đây là một vài số liệu định hướng cho một số tháng mùa đông và tháng gối đầu ở các nước ôn đới:

- Sân băng mùa đông ngoài trời: 180÷290 W/m^2
- Sân băng trong nhà mùa hè: 350÷470 W/m^2
- Sân băng có mái che mùa hè: 470 ÷700 W/m^2

Đối với Việt Nam con số này phải cao hơn, do điều kiện nhiệt độ bên ngoài thường cao hơn các nước ôn đới nhiều.

Bảng 1-6 là thông số của một số sân băng trên thế giới.

1.2.8 Ứng dụng trong sấy thăng hoa

Vật sấy được làm lạnh xuống dưới -20°C và được sấy bằng cách hút chân không. Đây là một phương pháp hiện đại và không làm ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Vật phẩm hầu như được rút ẩm hoàn toàn khi sấy nên sản phẩm trở thành bột bảo quản và vận chuyển dễ dàng. Giá thành sản phẩm cao nên người ta chỉ ứng dụng để sấy các vật phẩm đặc biệt như các dược liệu quý hiếm, máu, các loại thuốc, hócmôn.

Quá trình thực hiện theo tuần tự sau: đầu tiên người ta kết đông sản phẩm xuống khoảng —20°C, sau đó rút nước ra sản phẩm bằng cách thăng hoa các tinh thể nước hoá đá trong sản phẩm nhờ hút chân không cao.

** Đông khô các loại vác xin*

Do giữ được các tính chất tươi sống, các hoạt tính sinh học, đặc hiệu vv.. . nên kỹ thuật đông khô được sử dụng để sản xuất các loại vắc xin đông khô cho người và gia súc. Hiện nay ở nước ta người ta đã sử dụng rất phổ biến kỹ thuật này như ở Viện vệ sinh và dịch tể Hà Nội, Viện Pasteur thành phố Hồ Chí Minh, Viện sản xuất sinh vật phẩm Đà Lạt — Nha Trang.

** Huyết tương đông khô*

Huyết tương đông khô là sản phẩm được sản xuất từ máu tươi, là một trong những vật phẩm rất quý báu, dùng để điều trị cấp cứu. Trong quá trình sản xuất huyết tương khô người ta làm lạnh và sấy thăng hoa để đạt được huyết tương có độ ẩm 1%.

1.2.9 Ứng dụng trong xây dựng

1.2.9.1 Làm lạnh bê tông ở các đập chắn nước

Quá trình kết rắn của bê tông gắn liền với quá trình toả nhiệt, trong đó nhiệt hydrat hoá tuỳ theo thành phần xi măng có thể đạt từ 250 đến 500 kJ/kg xi măng. Nhiệt đó sẽ toả ra môi trường. Các thử nghiệm cho thấy một nửa lượng nhiệt đó toả ra trong 3 ngày đầu và toàn bộ nhiệt lượng toả ra suốt trong một năm mới kết thúc. Do bê tông toả nhiệt nên nhiệt độ tăng khoảng 20 đến 30°C so với nhiệt độ môi trường. Đối với tường mỏng thì nhiệt đó không quá quan trọng vì nhiệt nhanh chóng toả ra môi trường và nhiệt độ tường được duy trì có thể coi đồng đều.

Nhưng đối với những công trình được đổ bằng các khối bê tông lớn, ví dụ như các đập chắn sóng. Do hệ số dẫn nhiệt của bê tông λ=2 W/m.K và hệ số dẫn nhiệt độ a = 0,004 m^2/h, nên nhiệt toả từ các khối bê tông ra bên ngoài chậm, ảnh hưởng nhất định đến chất lượng của bê tông. Khi tường dày 2m thời gian làm lạnh 4 ngày, trong khi tường dày 60m thời gian làm nguội lên đến trên 10 năm mà hiệu nhiệt độ so với môi trường bên ngoài không giảm xuống còn một nửa so với lúc ban đầu.

Như vậy, trong khi bề mặt đập đã lạnh và đông cứng từ lâu mà trong tường đập nhiệt độ vẫn còn rất cao. Sự chênh lệch nhiệt độ đó tạo ra ứng lực kéo trên bề mặt đập gây ra các vết rạn nứt bê tông. Do không thể thải nhiệt tự do ra môi trường và để tránh hiệu nhiệt độ quá cao giữa tâm tường và bề mặt tường cần phải có biện pháp làm lạnh nhân tạo tường đập khi đổ bê tông. Có các phương pháp khả thi sau đây:

1. Đặt ngầm các đường ống làm lạnh bên trong đập. Người ta bố trí các ống nước lạnh đường kính 25mm trong đập cách nhau theo chiều ngang khoảng 2,4 m; chiều cao khoảng 3m và liên tục bơm nước lạnh qua để thải nhiệt cho bê tông. Tốc độ nước trong ống khoảng 0,6 m/s.

Công suất lạnh tính toán để có thể hạ nhiệt độ bê tông xuống 20 đến 30 K là tuỳ thuộc vào loại xi măng sử dụng, khả năng làm mát của môi chất, ảnh hưởng bức xạ mặt trời. Theo kinh nghiệm, công suất

lạnh có thể tính theo lượng nhiệt tỏa của bê tông khoảng 74000 kJ/m^3 bê tông với một số thông số khác của bê tông: Nhiệt dung riêng 0,8 kJ/kg.K, khối lượng riêng 2600 kg/m^3 và hiệu nhiệt độ cần làm lạnh khoảng 35K.

Biến thiên nhiệt độ của nước lạnh trong ống phụ thuộc chủ yếu vào tỉ lệ nhiệt giải phóng trong bê tông. Khi biết nhiệt lượng hydrat hoá giải phóng và các thông số kỹ thuật của bê tông, có thể tính toán được biến thiên nhiệt độ của khối bê tông và kể cả trường nhiệt độ của bê tông trong khi đang làm lạnh.

2. Làm lạnh bằng cách trộn thêm nước đá. Làm lạnh vữa bê tông xuống khoảng 4°C sau đó cho thêm vào vữa một ít nước đá dưới dạng đá mãnh, đá vụn và tính toán sao cho dung nhiệt đủ để cân bằng toàn bộ nhiệt hydrat hoá.

Có thể làm lạnh xi măng ngay từ nhà máy sản xuất. Thường nhiệt độ xi măng ở đây lên tới 60°C. Tuy nhiên hệ số dẫn nhiệt của xi măng kém do đó cần diện tích trao đổi nhiệt lớn, gây nhiều khó khăn nên ít được ứng dụng.

Các phụ gia như sợi, đá thô có kích thước lớn đến 150mm được rửa sạch và làm lạnh sơ bộ bằng nước lạnh sau đó được chứa vào các silô và được làm lạnh tiếp bằng không khí lạnh nhiệt độ -1°C thổi qua silô. Cát được làm lạnh trực tiếp ngay trên các phương tiện băng tải bằng chất tải lạnh.

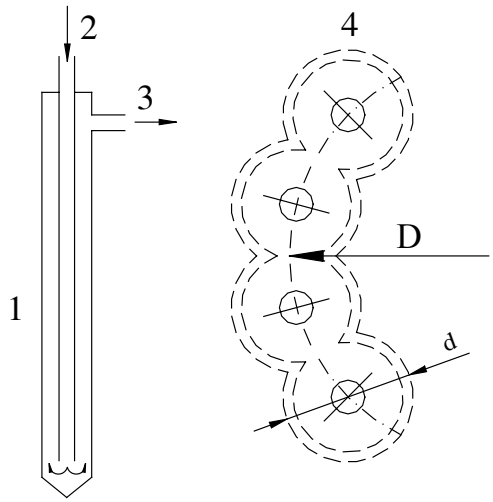
Nước trộn bê tông được làm lạnh trong các máy sản xuất nước lạnh đến 1°C. Nước đá đưa vào máy trộn cần được nghiền nhỏ để nước đá tan nhanh. Tốc độ tan đá phụ thuộc vào nhiều yếu tố như nhiệt độ máy trộn, kích thước cục đá và lượng đá trộn trong máy trộn. Đá phải đảm bảo tan hết khi vữa bê tông ra khỏi máy trộn.

1.2.9.2 Kết đông nền móng

Kỹ thuật lạnh còn được sử dụng để làm lạnh lòng đất khi xây dựng các cửa vào hầm mỏ, các công trình ngầm, công trình xây dựng metro, các công trình đê đập, cũng như sử dụng để xử lý nền móng các công trình ở vùng đất yếu, vùng đất phức hợp về địa chất thuỷ văn. Đặc biệt các công trình xây dựng trên nền đất sình lầy và có nhiều nước ngầm. Nền móng xây dựng đôi khi không đủ chắc chắn, nên khi đào móng đất trượt như cát chảy. Để ngăn ngừa hiện tượng đó người ta đưa ra một phương pháp sử dụng lạnh để tạo ổn định móng, đó là phương

pháp sử dụng cọc kết đông. Nhờ các cọc này người ta tạo nên một vành đai bao bọc hố cần đào (xem hình 1-6)

Cấu tạo cọc kết đông rất đơn giản theo kiểu ống lồng ống. Đường kính ống ngoài khoảng 100mm, ống trong 40mm. Chất lỏng lạnh có nhiệt độ khoảng -20 đến -40ºC được dẫn đi vào từ ống trong và đi ra ống ngoài ra ngoài, đầu cọc vót nhọn để dễ nén vào lòng đất. Tuy nhiên để dễ dàng đưa cọc vào nền đất có thể tiến hành khoan mồi trước. Các cọc được nối song song với bộ phận phân phối và thu hồi môi chất lạnh.



1- Cọc kết đông; 2,3- Môi chất lạnh vào và ra; 4- Khối kết đông

Hình 1-6: Sơ đồ kết đông nền móng bằng cọc kết đông

Trong quá trình môi chất lạnh tuần hoàn, nền móng xung quanh cọc được làm lạnh và kết đông lại thành 01 khối vững chắc. Kích thước trụ kết đông ngày càng lớn dần ra xung quanh, sau một thời gian nhất định (khoảng vài tuần, có khi vài tháng) các trụ kết đông mới nối lại với nhau thành thành vòng kín vững chắc, đảm bảo không cho đất sụt lở khi đào sâu phía bên trong.

Độ chắc chắn của vòng kết đông phụ thuộc vào nhiệt độ làm lạnh và chiều dày của nó. Ví dụ độ bền nén của nền cát kết đông ở -10ºC là 100 bar, ở -15ºC là 160 bar, ở -25ºC là 200 bar. Khi nền cát kết đông thì nước đóng vai trò như xi măng trong kết cấu bê tông.

Trong lạnh đông nước ở đất đóng băng liên kết với hạt đất tạo thành lớp liên kết bền vững chẳng khác bê tông. Liên kết này vững hơn nhiều liên kết nước đá thuần tuý. Đất cát đóng băng có độ liên kết bền vững nhất sau đó đến đất thịt và sau cùng là đất sét.

Đối với cửa hầm lò, đôi khi cọc phải dài đến hàng trăm mét cắm sâu vào lòng đất. Khi đó phải khoan mồi trước các lổ cọc. Các lổ phải song song để đảm bảo khoảng cách cần thiết, nếu có một vị trí nào đó khoảng cách giữa các cột quá xa, mạch kết đông không liên kết có thể tạo nên những điểm yếu cục bộ, có thể gây sụt lở ở những vị trí này. Trong quá trình sử dụng cần tránh rò rỉ chất vào lòng đất, vì nhiệt độ đông đặc của chất tải lạnh rất thấp không thể đông được nên có thể làm cho các cọc kết đông rả đông, rất nguy hiểm và rất khó khắc phục.

Do chất tải lạnh trên đường ống ra nóng hơn ống chất lỏng lạnh vào đáng kể (khoảng 8K), nên giữa chúng có trao đổi nhiệt với nhau, làm giảm hiệu quả làm lạnh nền đất. Vì vậy phải có biện pháp giảm dòng nhiệt trao đổi này, bằng cách cách nhiệt bề mặt ống trong. Đây là vấn đề tương đối khó, vì như vậy sẽ tăng kích thước ống ngoài. Có thể giảm dòng nhiệt trao đổi này bằng cách sử dụng loại vật liệu có khả năng dẫn nhiệt kém làm ống trong, ví dụ như nhựa PVC.

Do phải vận hành trên các công trình xây dựng và luôn luôn phải di chuyển nên hệ thống lạnh phải gọn, dễ cơ động. Tốt nhất nên thiết kế lắp đặt trên các xe thành khối, khi vận hành chỉ cần đấu điện, nước là có thể hoạt động. Việc đấu nối chất tải lạnh cũng phải đơn giản và chắc chắn.

Các cọc kết đông có thể được làm lạnh bằng môi chất lạnh. Ưu điểm của phương án này là hiệu quả làm lạnh cao hơn, do độ chênh nhiệt độ lớn. Tuy nhiên phương án này có nhược điểm là chênh lệch nhiệt độ sôi bên trong ống khá lớn do chênh lệch cột áp thuỷ tĩnh, ở phía trên và phía dưới, đấu nối phức tạp hơn và môi chất dễ bị rò rỉ ra ngoài.

Để tạo lớp thành vỏ dày 2 — 3 m bảo vệ hoặc ngăn cách nước thẩm thấu vào khu vực thi công, cần thực hiện các giếng khoan lạnh đông cách nhau 0,8-1,2m tuỳ loại đất

Môi chất lạnh sử dụng trong các hệ thống này có thể là amôniắc, propan hoặc CO_2. Khi sử dụng NH_3 cần lưu ý là môi chất NH_3 hoà

tan trong nước nên khi rò rỉ có thể làm mềm nền, phá vỡ kết cầu nền, nguy hiểm.

Có thể sử dụng không khí lạnh để kết đông như trường hợp xây dựng đường hầm Stockholm năm 1884. Người ta dùng không khí lạnh -55°C từ một máy làm lạnh không khí để kết đông nền đất.

Ngày nay, để kết đông các nền đất không lớn, người ta sử dụng cả nitơ lỏng. Quá trình kết đông xảy ra rất nhanh chóng.

Việc tính toán công suất lạnh trong các tài liệu tham khảo rất khác nhau do tính chất nền đất mỗi nơi rất khác nhau.

Tính toán chi phí lạnh để làm lạnh đông đất

- Tổng khối lượng đất cần làm lạnh:

$$\Sigma V_i = V_1 + V_2 + \square + V_n = F.(h_1+h_2+ \square + h_n) \qquad (1\text{-}1)$$

F — Diện tích tiết diện vỏ đông lạnh, m^2

h_i — Chiều dày của các lớp đất khác nhau, m

- Tổng thể tích nước cần làm lạnh

$$V_n = \Sigma V'_i = \Sigma V_i \text{ x } E_i \qquad (1\text{-}2)$$

Ei — Hàm lượng phần trăm (theo thể tích) nước trong các lớp đất, %

- Chi phí làm lạnh nước

$$Q_n = \rho_n.V_n. [C_n.t_1 + r + C_đ \mid t_2] \text{ , J} \qquad (1\text{-}3)$$

ρ_n — Khối lượng riêng của nước, $\rho_n \approx 1000$ kg/m^3

t_1, t_2 — Nhiệt độ của nước ban đầu và sau đông đá, °C

r — Nhiệt đông đóng băng của nước, r = 2500 kJ/kg (80 kCal/kg)

C_n, $C_đ$ - Nhiệt dung riêng của nước và đá, kJ/kg.K

- Chi phí làm lạnh các các thành phần khô

$$Q_k = \Sigma \ \rho_i. (V_i - V'_i).C_i (t_1 - t_2), \text{ J} \qquad (1\text{-}4)$$

ρi, C_i — Khối lượng riêng và nhiệt dung riêng của thành phần khô của các lớp đất.

Từ tổng chi phí lạnh yêu cầu trên, căn cứ vào thời gian yêu cầu làm lạnh τ (giây), có thể xác định công suất lạnh yêu cầu của máy lạnh:

$$Q_o = \frac{Q}{\tau} = \frac{Q_n + Q_K}{\tau}, W \qquad (1\text{-}5)$$

1.2.10 Ứng dụng trong công nghiệp chế tạo vật liệu và dụng cụ

1.2.10.1 Kim loại

1. Lắp chặt:

Trong chế tạo máy có nhiều chi tiết đòi hỏi phải được lắp chặt vào nhau với một độ chặt lớn. Đối với các chi tiết này không thể sử dụng các biện pháp gá lắp bình thường. Ví dụ trường hợp lắp chân van vào thân máy của các động cơ ôtô. Trong trường hợp này người ta làm lạnh chân van xuống -80ºC đến -180ºC, đường kính chân van thu nhỏ lại người ta dễ dàng lắp vào thân máy. Khi nhiệt độ trở lại bình thường, chân van nở ra và ép chặt vào thân máy tạo nên mối liên kết rất chắc chắn. Trong trường hợp lắp ghép theo phương pháp này phải tính toán rất kỹ lưỡng dung sai khi lắp đặt. Dung sai tuỳ thuộc vào kích thước, đặc điểm chi tiết và vật liệu sử dụng.

2. Thay đổi cấu trúc tế vi

Bằng cách làm lạnh người ta nhận thấy có thể làm thay đổi cấu trúc của một số vật liệu chế tạo máy, theo hướng tích cực. Ví dụ như trong thép đã tôi còn sót lại một ít austenit, khi nhúng thép vào môi trường lạnh -80ºC trong khoảng từ 5 đến 10 phút, austenit có thể chuyển hoá thành martensit làm cho thép cứng hơn. Gia công lạnh sau khi tôi không những làm cho thép cứng hơn mà còn tăng độ rắn, khả năng chống mài mòn, độ đàn hồi, tăng tuổi thọ và ổn định kích thước chi tiết máy.

Một ví dụ cụ thể về trường hợp gia công các bơm piston tại Mỹ. Piston được chế tạo bằng thép SAE25.100, sau một thời gian làm việc ở những môi trường khí hậu khác nhau khoảng 2 tháng thì xảy ra hiện tượng kết dính là vì ostensit dư chuyển biến tiếp tục đã làm tăng kích thước và thể tích của piston. Nếu sau khi gia công xong thêm khâu gia công lạnh vào quá trình nhiệt luyện thì hiện tượng đó sẽ được khắc phục.

Về gia công lạnh để tăng tính đàn hồi, độ rắn, tính chống mài mòn đã được các nhà khoa học Anh, Mỹ kết luận từ năm 1914. Bảng 1-7 dưới đây cho thấy khi gia công lạnh thép có 0,8%C, 8%Ni, 4%Cr, 1%V ở các nhiệt độ khác nhau thì độ đàn hồi E tăng lên đáng kể.

Bảng 1-7: Độ đàn hồi khi gia công ở các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ gia công	- 27ºC	- 46ºC	- 84ºC
E, kG/cm^2	64	91	119

Độ cứng HRc của thép cũng được tăng khi gia công lạnh nhờ đó làm tăng khả năng chống mài mòn của chi tiết.
Bảng 1-8 dưới đây cho thấy rõ điều đó.

Nhiều số liệu từ sản xuất cho biết trong gia công vỏ đạn bằng mũi đột sâu thì dùng mũi đột bằng thép gió, thép crôm cao, các bon cao hay thép cac bon thường đã qua nhiệt luyện thì sau khoảng 30000 sản phẩm chúng đều bị vỡ. Nhưng nếu dùng thép thường sau nhiệt luyện có gia công lạnh thì tuổi thọ có thể tăng 10 lần.

Bảng 1-8: Độ rắn của thép ở các nhiệt độ gia công khác nhau

Thành phần, %				% C bề mặt	Độ rắn HRc			
C	Cr	Ni	Mo		Sau khi tôi	Gia công lạnh và nung lại 175ºC		
						- 40ºC	- 62ºC	- 73ºC
0,2	0,24	1,8	0,23	1	57	61,5	63	62
0,18	0,21	3,43	0,26	1,03	51,5	56,5	61	60,5
0,10	0,15	4,95	0,03	0,96	50,5	56,5	58	59
01,3	1,33	3,65	0,04	0,92	48,5	58	59	59,5

Đối với thép crôm đã tôi, khi làm lạnh xuống -80ºC, cấu trúc tế vi của thép sẽ được cũng cố. Vì martensit có khối lượng riêng nhỏ hơn nên thể tích riêng lớn hơn austenit, nên nếu quá trình biến đổi chậm, thể tích tăng dần sẽ ảnh hưởng xấu đến các chi tiết máy chính xác. Quá trình "lão hoá" nhân tạo ở nhiệt độ thấp sẽ ổn định thể tích của thép.

Gang austenit được sản xuất và sử dụng rộng rãi tuy cơ tính của nó kém hơn nhiều so với thép cán hoặc rèn. Tuy nhiên có thể cải thiện cơ tính của chúng rất nhiều nếu được xử lý lạnh ở -80ºC trong hỗn hợp cồn và đá khô. Sau đó chúng được nung nóng đến nhiệt độ 700ºC để biến đổi các martensit niken trở lại austenit. Các martensit niken không mong muốn này được hình thành trong quá trình xử lý lạnh. Qua quá trình xử lý trên, độ bền kéo tăng lên đến 2000 bar.

Lạnh thâm độ được dùng để làm lạnh cho ổn định kích thước của nhiều tấm gang, tấm kim loại màu trong chế tạo vỏ, thân của các thiết bị chính xác. Làm lạnh thâm độ còn được ứng dụng để lắp ráp các cơ cấu chính xác.

3. Gia công phôi

Trong quá trình gia công phôi, phần lớn cơ năng đưa vào biến thành nhiệt năng, làm cho nhiệt độ dao cắt tăng cao. Bằng cách gắn các cặp nhiệt ở đầu mũi dao và các vị trí khác nhau, người ta có thể đo được sự phân bố nhiệt độ trên bề mặt tiếp xúc của dao cắt. Đối với quá trình tiện thép vòng bi nhiệt độ đầu cắt có thể lên tới 800°C. Do nhiệt độ cao, cơ tính của dao cắt giảm. Để tăng độ bền của dao và thời gian sử dụng cần phải làm lạnh dao xuống nhiệt độ thích hợp. Các kết quả nghiên cứu cho thấy, tuổi thọ dao tỷ lệ nghịch với bình phương nhiệt độ. Vì vậy khi giảm nhiệt độ xuống thời gian làm việc và tuổi thọ của dao tăng đáng kể.

Để làm lạnh dao, người ta sử dụng dung dịch dầu cắt hoặc nhũ tương đã được làm lạnh xuống 2 đến 4°C rót trực tiếp vào vị trí cắt.

Các loại thép không rỉ austenit có hệ số dẫn nhiệt nhỏ, do đó nhiệt độ ở các dao cắt còn tăng cao hơn nữa. Trong trường hợp này người ta thường sử dụng CO_2 lỏng để làm lạnh. Phương pháp làm lạnh có thể thực hiện từ bên trong. Thanh thép tiện được bố trí một lổ ở phía trong đến đúng vị trí tấm dao cắt volframcacbit để CO_2 lỏng chảy đến đây và bay hơi làm lạnh dao. Hơi CO_2 thoát ra qua một lổ nhỏ.

Trong công nghiệp chế tạo máy bay người ta sử dụng rất nhiều tấm kiểu sandwich hai bên là hai tấm kim loại rất mỏng, dễ bị uốn cong và biến dạng. Một giải pháp hiệu quả là cho đầy nước vào các ngăn sau đó làm lạnh kết đông đá. Khi đó có thể gia công cơ khí như là một khối liền. Sau khi gia công xong chỉ cần làm tan băng đổ nước ra và dùng khí nén thổi sạch nước còn sót lại trong tấm sandwich.

Các dụng cụ mỏng và dẹt rất khó kẹp lên máy công cụ. Có thể sử dụng phương pháp sau: Làm lạnh các tấm kẹp phẳng bằng chất tải lạnh hoặc môi chất lạnh sôi xuống -30°C sau đó nhúng dụng cụ vào nước và đặt lên tấm kẹp phẳng. Nước đóng lại và cố định dụng cụ vào tấm kẹp một cách rất chắc chắn. Có thể áp dụng phương pháp này cả đối với các dụng cụ phi kim loại.

4. Điện cực hàn

Điện cực của máy hàn điểm thường được làm mát bằng nước hoặc chất tải lạnh glycol. Nước hoặc glycol được bơm vào trong điện cực rỗng. Tuổi thọ của điện cực có thể tăng lên gấp ba lần nếu được làm

lạnh bằng CO_2 lỏng. Để cấp lỏng cho điện cực phải sử dụng một bơm CO_2 lỏng đặc biệt.

5. Xử lý bề mặt bằng điện hoá

Trong việc xử lý bề mặt nhôm để tạo một lớp ôxit dày, chất điện phân phải có nhiệt độ từ 21 đến 26,5°C. Nhiệt toả ra do dòng điện phân trung bình khoảng 35 W/cm^2 diện tích bề mặt liên tục phải được thải ra môi trường bên ngoài. Việc làm lạnh chất điện phân có chứa axit sunfuric được thực hiện nhờ các ống làm lạnh bằng chì. Nước lạnh tuần hoàn trong ống có nhiệt độ khoảng 5°C nhờ một máy lạnh.

Cả trong quá trình mạ kim loại, tuỳ theo từng loại chất điện phân mà nhiệt độ bề mặt phải giữ ở nhiệt độ không đổi từ 20 đến 60°C. Từ các bề mặt zyanid ví dụ như mạ đồng hoặc cadmi cần định kỳ loại bỏ cacbonat natri. Để loại bỏ cacbonat natri ngườ ta sử dụng phương pháp kết tinh chậm dung dịch ở nhiệt độ khoảng -4°C. Cần thiết phải kết tinh chậm để tinh thể hình thành có kích thước lớn, dễ loại bỏ khỏi dung dịch. Để làm lạnh các chất điện phân có tính ăn mòn cao người ta sử dụng nhiều loại vật liệu đặc biệt trong đó có ống chất dẻo flo.

Đối với việc đánh bóng kim loại bằng chất điện phân, người ta cố gắng đạt được bề mặt có độ phẳng cao và có khả năng phản chiếu lớn. Để tiến hành đánh bóng, người ta nhúng sản phẩm cần đánh bóng vào bên cạnh một điện cực trong bể chất điện phân và nối vào nguồn điện 1 chiều, trong đó sản phẩm cần đánh bóng là cực anốt. Các thử nghiệm cho thấy, nhiệt độ chất điện phân vào khoảng -30°C sẽ cho hiệu quả đánh bóng cao nhất. Nhiệt độ càng cao, hiệu quả đánh bóng càng phụ thuộc vào sự ổn định của điện thế. Do đó cần duy trì ổn định nhiệt độ chất điện phân ở nhiệt độ thấp là rất cần thiết. Tốc độ đánh bóng phụ thuộc không những nhiệt độ của bể mà còn phụ thuộc vào loại chất điện phân sử dụng. Chất điện phân trên cơ sở cồn mêtyl cho tốc độ đánh bóng cao nhất.

1.2.10.2 Vật liệu phi kim loại và các vật liệu khác

Khi hạ nhiệt độ đủ thấp, các chất dẻo đàn hồi bị hoá cứng và giòn, rất dễ bị vỡ vụn hoặc có thể gia công cơ khí. Sau khi hạ nhiệt độ xuống -190°C trong nitơ lỏng, nylông và polyêtylen có thể được nghiền mịn.

Các chi tiết ép bằng cao su hoặc bằng các chất dẻo thường thường có ba via. Dùng tay loại bỏ các ba via này rất khó khăn và mất nhiều

công sức. Nếu đưa chúng qua CO_2 lỏng sau đó đưa vào thùng quay hình tang trống hoặc máy mài tia thì các ba via được loại bỏ dễ dàng bằng phương pháp cơ khí.

Các vết cắt măng xông của săm xe ôtô, xe máy, xe đạp có thể được ghép chín tốt hơn nhiều nếu chổ tiếp giáp (chổ măng xông) được làm lạnh sơ bộ trước đó xuống -7°C. Việc làm lạnh tiến hành đơn giản bằng cách ép chúng lên bề mặt lạnh, ví dụ ép lên một bề mặt ống được làm lạnh từ bên trong môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh.

Nếu nhúng gổ vào amôniắc lỏng thì sau 15÷20 phút gổ trở nên dẻo và có thể uốn nắn dễ dàng.

Sợi bông sẽ bóng như lụa nếu như sợi được nhúng vào dung dịch kiềm natri. Trong khi xử lý, sợi phải căng để chống lại xu hướng co rút của sợi. Khi xử lý độ bền kéo của sợi cũng tăng lên. Dung dịch kiềm phải được giữ ở nhiệt độ 5 đến 10°C. Sau khi xử lý sợi vẫn ở trạng thái căng, được nhúng nước nóng 60 ÷ 80°C và sau đó được rửa sạch bằng nước.

Một phương pháp mới cho hiệu quả tương tự là nhúng sợi bông vào amôniắc lỏng sôi ở áp suất thường -33°C. Hơi amôniắc được thu hồi lại bằng máy nén lạnh.

1.2.11 Ứng dụng khác

1.2.11.1 Các phòng thử nghiệm

1. Thử nghiệm thiết bị giao thông

Nhiều thiết bị giao thông đòi hỏi tiến hành thử nghiệm trong các phòng đặc biệt với các điều kiện nhiệt độ, độ ẩm có thể thay đổi theo yêu cầu thử nghiệm.

Ví dụ như phòng thí nghiệm toa tàu hỏa.

Nhiệt độ của phòng thử nghiệm phải tương ứng với điều kiện khí hậu khắc nghiệt nhất bên ngoài trời ở Việt Nam là 0 đến +60°C và cho các tàu quốc tế từ -40 đến +50°C. Ngoài ra trong phòng còn có thể tạo ra các điều kiện mưa gió để thử nghiệm độ kín và khả năng hoạt động của các cửa sổ, cửa ra vào và các thiết bị khác trên tàu trong mọi điều kiện thời tiết. Đặc biệt trong điều kiện nhiệt độ cao bên ngoài phải thử nghiệm tình trạng hoạt động của hệ thống lạnh, điều hoà trên tàu.

Các thử nghiệm các phương tiện giao thông khác trên bộ bao gồm thử nghiệm tính chất khí động ở tốc độ cao, các đặc tính của động cơ hoạt động ở nhiệt độ cao nhất và thấp nhất ngoài trời. Nhiệt độ phòng có thể điều chỉnh giữa +70ºC và -50ºC, tốc độ không khí đạt 200 km/h (ngang tốc độ ôtô). Phòng thử nghiệm cần có hệ thống làm lạnh công suất lớn, nhằm thải nhiệt qua kết cấu bao che, nhiệt do động cơ ôtô gây ra và nhiệt do quạt tuần hoàn gió tỏa ra. Để tạo ra lưu lượng không khí lớn tuần hoàn với tốc độ lớn cần có quạt công suất rất lớn nên nhiệt thải ra từ động cơ quạt rất cao. Công suất quạt có thể lên tới vài ngàn kW.

Để tuần hoàn không khí người ta sử dụng quạt trục vít, đường kính đạt đến 10m hoặc lớn hơn. Trở lực dòng chảy không vượt quá 25mbar. Đối với các ôtô lạnh cần phải nghiên cứu sự truyền nhiệt qua vách cách nhiệt và các cửa cách nhiệt ở các tốc độ khác nhau và nhiệt độ khác nhau.

Đối với việc thiết kế, chế tạo máy bay việc thử nghiệm các tải cơ và nhiệt hoặc tải động và tĩnh là rất cần thiết. Máy bay đặc biệt máy bay siêu âm chịu tải nhiệt rất lớn bởi vì nhiệt độ bề mặt máy bay thay đổi rất nhanh. Khi cất cánh giả sử máy bay có nhiệt độ bằng nhiệt độ môi trường là 30ºC, nhưng chỉ sau vài phút nhiệt độ bề mặt do ma sát với không khí có thể lên tới 150ºC. Khi hạ cánh nhiệt độ thay đổi ngược lại. Bởi vì nhiệt độ trong máy bay thay đổi chậm, thậm chí không thay đổi do được điều hoà không khí, hiệu nhiệt độ lớn đó tạo ra các ứng lực thay đổi. Các ứng lực này là nguyên nhân gây ra hiện tượng mỏi của vật liệu chế tạo. Đối với máy bay vận tải dân dụng tuổi thọ đòi hỏi cao hơn nhiều so với máy bay quân sự.

Để thử nghiệm sự vận hành của máy bay Concorde Anh và Pháp đã xây dựng một phòng thử nghiệm thay đổi nhiệt độ. Ở đây có thể tiến hành cả thí nghiệm cơ học và nhiệt học trong đó nhiệt độ không khí có thể điều chỉnh từ 150ºC đến -35ºC. Thiết bị lạnh bao gồm một phần là máy nén piston, công suất 3.800 kW ở nhiệt độ bay hơi -1ºC và nhiệt độ ngưng tụ +35ºC, một phần là máy nén ly tâm với công suất lạnh 4.200 kW ở nhiệt độ bay hơi -62ºC trong đó amôniắc là môi chất lạnh đồng thời là chất tích lạnh. Để làm nóng nhanh không khí người ta sử dụng một calorife cho nước nóng 180ºC chảy qua.

Các vệ tinh nhân tạo bay trên quỹ đạo cũng chịu tác động rất lớn của nhiệt độ. Ban đêm, nhiệt độ xuống -170ºC và ban ngày nhiệt độ

lên tới 100ºC. Để thử nghiệm khả năng chịu nhiệt độ thay đổi của vệ tinh người ta xây dựng phòng thử nghiệm vũ trụ, trong đó các điều kiện làm việc của vệ tinh được mô phỏng. Do yêu cầu chân không cao trong phòng thí nghiệm nên không có thành phần đối lưu và dẫn nhiệt. Việc nâng và hạ nhiệt độ vệ tinh được thực hiện bằng bức xạ nhiệt.

2. Động cơ và các dụng cụ

Rất nhiều thiết bị kỹ thuật muốn đưa ra sản xuất hàng loạt, các nhà sản xuất cần phải tiến hành thử nghiệm trong những điều kiện khí hậu khắc nhiệt nhất mà thiết bị có thể chịu đựng trên thực tế. Muốn vậy cần có hệ thống làm lạnh và sưởi để có thể thay đổi nhiệt độ phòng một cách tuỳ ý theo các điều kiện thử nghiệm

- Để thử nghiệm các động cơ ôtô và đặc biệt động cơ máy bay làm việc trong các điều kiện khác nhau người ta xây dựng các phòng thử nghiệm mô phỏng điều kiện khí hậu thực tế mà ôtô có khả năng phải chịu đựng trên thực tế. Phòng thử nghiệm này có khoảng nhiệt độ có thể thay đổi trong khoảng từ -50ºC đến 70ºC tương đương nhiệt độ vùng Bắc cực hay trên sa mạc và ở áp suất khác nhau.

Đối với ôtô áp suất thay đổi không đáng kể có thể bỏ qua.

Đối với động cơ máy bay áp suất làm việc thay đổi đáng kể, tuỳ thuộc vào độ cao. Ở độ cao ngang mực nước biển áp suất khí quyển là 760mmHg, ở độ cao 20 km áp suất chỉ còn 41mmHg, ở độ cao 25km áp suất 19mmHg.

- Trong phòng thí nghiệm quang học và cơ khí chính xác cần mô phỏng các điều kiện khí hậu ở đó chúng sẽ làm việc. Nhiệt độ có thể điều chỉnh trong khoảng từ -65ºC đến +80ºC và có thể điều chỉnh bằng chương trình. Ở phạm vi nhiệt độ trên 0ºC độ ẩm tương đối phải điều chỉnh được từ 40% đến 100%.

- Các dụng cụ ngắt điện đặc biệt cho điện cao thế cũng cần thử nghiệm ngay ở nơi sản xuất với các điều kiện nhiệt độ từ -50ºC đến 50ºC kể cả trong điều kiện bị đóng băng. Tổn thất điện hoá của các đường dây cao thế cũng cần được nghiên cứu và thử nghiệm.

3. Công nghệ lai tạo giống thực vật

Trong kỹ thuật sinh học lai tạo giống phục vụ ngành nông, lâm nghiệp, yêu cầu thực tế đặt ra là cần lai tạo ra những giống cây có khả năng chịu đựng điều kiện khí hậu khắc nghiệt để có thể gieo trồng ở những vùng khí hậu nhất định. Có những giống đòi hỏi chịu đựng nhiệt độ cao, không khí khô hạn, có giống đòi hỏi phải chịu đựng khí hậu lạnh, ẩm ướt.

Ở một số viện nghiên cứu và lai tạo giống thực vật người ta đã xây dựng các phòng thử nghiệm, đó là các nhà kính ở trong đó người ta trồng các loài thực vật thử nghiệm, nhiệt độ không khí có thể điều chỉnh được. Những phòng thí nghiệm đó người ta gọi là phytotron. Các thông số khí hậu có thể điều chỉnh được trong các phòng này là nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ CO_2, cường độ chiếu sáng vv... Điều kiện chiếu sáng được mô phỏng như ngày và đêm.

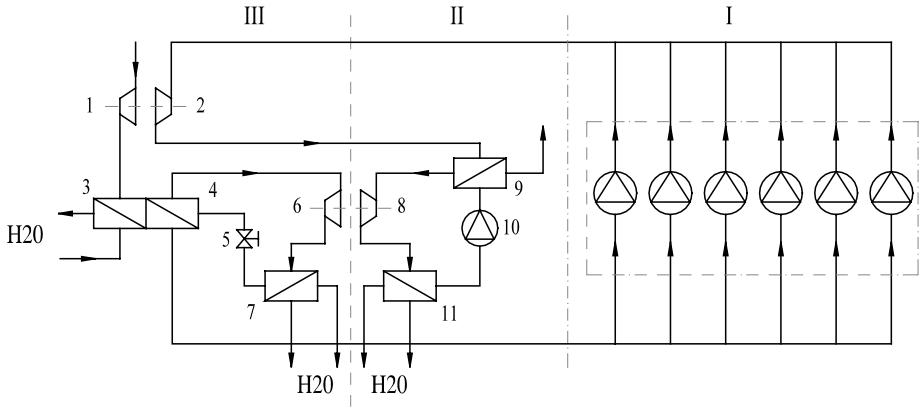
1.2.11.2 Làm mát động cơ và máy phát

Nhiệt độ môi trường càng cao, khối lượng không khí được hút vào động cơ đốt trong càng nhỏ do đó công suất động cơ giảm. Bằng cách làm lạnh không khí cấp cho động cơ người ta có thể nâng công suất động cơ lên cao hơn.

Không khí cấp cho động cơ diesel có thể làm lạnh trực tiếp nhờ chu trình nén khí hoặc gián tiếp nhờ môi chất lạnh sôi.

Trên hình 1-7 giới thiệu hệ thống thiết bị làm mát không khí cấp cho động cơ diezen. Không khí được nén qua máy nén ly tâm 1 và đưa vào làm mát sơ bộ bằng nước ở thiết bị trao đổi nhiệt 3, sau đó làm mát bằng môi chất lạnh sôi ở bình bay hơi 4 rồi cấp vào động cơ diezen. Máy lạnh có máy nén ly tâm 6, bình ngưng làm mát 7, van tiết lưu 5 và bình bay hơi 4. Để truyền động cho máy nén người ta dùng động cơ tua bin 8 làm việc nhờ vòng tuần hoàn hơi frêôn. Để truyền động cho máy nén ly tâm 1 người ta dùng động cơ tua bin 2 chạy bằng khí thải từ động cơ diezen.

Những cuộn dây của các máy phát điện lớn thường được làm mát bằng nước hoặc bằng khí hyđrô. Với cường độ làm mát cao phải nhờ đến môi chất lạnh sôi, ví dụ frêôn vv... Nhiệt độ sôi tối ưu được xác định nhờ tính toán kinh tế nếu không công suất tiêu tốn cho máy lạnh lớn hơn công suất có ít thu được từ máy phát.



I- động cơ diesel; II- HT động lực cho máy lạnh; III- HT cấp khí và làm lạnh

1- Máy nén ly tâm; 2- Tua bin; 3- Làm mát không khí bằng nước; 4- Làm mát không khí bằng frêôn; 5- Van tiết lưu; 6- Máy lạnh ly tâm; 7- Bình ngưng; 8- Tua bin khí frêôn; 9- Bình chứa frêôn; 10- Bơm frêôn; 11- Bình ngưng của hệ sinh công nhờ frêôn

Hình 1-7: Làm mát không khí cấp cho động cơ diesel

1.2.11.3 Xử lý lạnh các sản phẩm khác nhau

1. Ngũ cốc và thực vật

Nhiều loại ngũ cốc vào dịp đông xuân trong quá trình phát triển đòi hỏi một thời kỳ giá lạnh ngay sau khi nảy mầm. Tuy nhiên nếu bị đóng băng hoặc đợt giá lạnh khắc nghiệt thì mầm có thể bị chết. Để tránh thời tiết bất lợi có thể làm thiệt hại mùa màng có thể xử lý lạnh nhân tạo. Quá trình xử lý lạnh nhân tạo phải tuỳ thuộc vào giống và loại ngũ cốc. Có những loại không cần xử lý lạnh.

Bằng cách xử lý lạnh của giống hoa tuylip người ta có thể làm cho hoa nở sớm hơn. Hiệu quả cũng tuỳ thuộc vào loài và giống hoa. Đối với một số loài hoa khác việc xử lý lạnh được coi là nhân tố thúc đẩy sự phát triển của hoa.

Các gốc hồng nếu được bảo quản ở 0 đến 0,5^{o}C và độ ẩm 98% sẽ có giấc ngủ đông và không bị sương giá làm hỏng. Các nhánh cẩm chướng tách từ gốc mẹ có thể bảo quản trong cactông hơn 6 tháng ở nhiệt độ 0,5^{o}C.

2. Bảo quản hoa

Hoa cắt được chia làm ba giai đoạn:

a. Giai đoạn phát triển trên gốc hoa mẹ.

b. Giai đoạn vận chuyển và đem bán.

c. Giai đoạn cắm hoa ở trong nhà của khách hàng.

Giai đoạn b) tiến hành trong thời gian càng ngắn càng tốt và bảo quản trong điều kiện để các nụ hoa không được nở ra. Thời gian cắt thích hợp rất quan trọng đối với vấn đề trên.

Ở nhiệt độ càng thấp cường độ thở của hoa càng giảm và thời gian hoa tươi càng dài. Đối với rất nhiều giống hoa có nhiệt độ giới hạn nếu bảo quản dưới nhiệt độ đó khi lấy ra khỏi buồng lạnh hoa không thể nở được nữa. Ví dụ hoa phong lan không thể bảo quản dưới 7÷10°C, ngược lại hoa tím có thể bảo quản đến 3°C và hoa hồng từ 0÷1°C. Bảo quản hoa thuỷ tiên và hoa cẩm chướng ở 1 đến 2°C là tốt nhất và thời gian bảo quản khoảng 10 ngày.

Hoa vùng California của Mỹ tỏ ta thích hợp nhất với nhiệt độ từ 0,5 đến 4°C. Đáng lưu ý là thời gian vận chuyển trên máy bay không chiếm quá 30% thời gian từ nơi trồng hoa phía Tây đến chợ hoa ở phía Đông nước Mỹ. Trên máy bay hoa được bảo quản ở nhiệt độ 10 đến 21°C. Tuy nhiên đây là các kết quả thử nghiệm của nước ngoài, các số liệu này có thể chưa chắc đã phù hợp ở Việt Nam vì các điều kiện khí hậu, đất đai, thổ nhưỡng, chăm sóc, loài hoa có khác nhau.

* * *

CHƯƠNG II
HỆ THỐNG VÀ THIẾT BỊ KHO LẠNH BẢO QUẢN

2.1 KHÁI NIỆM, PHÂN LOẠI VÀ CHỌN NHIỆT ĐỘ BẢO QUẢN

2.1.1 Kho lạnh bảo quản

Kho lạnh bảo quản là kho được sử dụng để bảo quản các loại thực phẩm, nông sản, rau quả, các sản phẩm của công nghiệp hoá chất, công nghiệp thực phẩm, công nghiệp nhẹ vv

Hiện nay kho lạnh được sử dụng trong công nghiệp chế biến thực phẩm rất rộng rãi và chiếm một tỷ lệ lớn nhất. Các dạng mặt hàng bảo quản bao gồm:

- Kho bảo quản thực phẩm chế biến như: Thịt, hải sản, đồ hộp
- Bảo quản nông sản thực phẩm, rau quả.
- Bảo quản các sản phẩm y tế, dược liệu
- Kho bảo quản sữa.
- Kho bảo quản và lên men bia.
- Bảo quản các sản phẩm khác.

2.1.2 Phân loại

Có nhiều kiểu kho bảo quản dựa trên những căn cứ phân loại khác nhau:

a) *Theo công dụng* người ta có thể phân ra các loại kho lạnh như sau:

- Kho lạnh sơ bộ: Dùng làm lạnh sơ bộ hay bảo quản tạm thời thực phẩm tại các nhà máy chế biến trước khi chuyển sang một khâu chế biến khác.

- Kho chế biến: Được sử dụng trong các nhà máy chế biến và bảo quản thực phẩm (nhà máy đồ hộp, nhà máy sữa, nhà máy chế biến thuỷ sản, nhà máy xuất khẩu thịt vv..) Các kho lạnh loại này thường có dung tích lớn cần phải trang bị hệ thống có công suất lạnh lớn. Phụ tải của kho lạnh luôn thay đổi do phải xuất nhập hàng thường xuyên.

- Kho phân phối, kho trung chuyển: Dùng điều hoà cung cấp thực phẩm cho các khu vực dân cư, thành phố và dự trữ lâu dài. Kho lạnh phân phối thường có dung tích lớn trữ nhiều mặt hàng và có ý nghĩa rất lớn đến đời sống sinh hoạt của cả một cộng đồng.

- Kho thương nghiệp: Kho lạnh bảo quản các mặt hàng thực phẩm của hệ thống thương nghiệp. Kho dùng bảo quản tạm thời các mặt hàng đang được doanh nghiệp bán trên thị trường.

- Kho vận tải (trên tàu thuỷ, tầu hoả, xe ôtô): đặc điểm của kho là dung tích lớn, hàng bảo quản mang tính tạm thời để vận chuyển từ nơi này sang nơi khác.

- Kho sinh hoạt: đây là loại kho rất nhỏ dùng trong các hộ gia đình, khách sạn, nhà hàng dùng bảo quản một lượng hàng nhỏ.

b) *Theo nhiệt độ* người ta chia ra:

- Kho bảo quản lạnh: Nhiệt độ bảo quản thường nằm trong khoảng -2ºC ÷ 5ºC. Đối với một số rau quả nhiệt đới cần bảo quản ở nhiệt độ cao hơn (chuối > 10ºC, chanh > 4ºC). Nói chung các mặt hàng chủ yếu là rau quả và các mặt hàng nông sản.

- Kho bảo quản đông: Kho được sử dụng để bảo quản các mặt hàng đã qua cấp đông. Đó là hàng thực phẩm có nguồn gốc động vật. Nhiệt độ bảo quản tuỳ thuộc vào thời gian, loại thực phẩm bảo quản. Tuy nhiên nhiệt độ bảo quản tối thiểu cũng phải đạt -18ºC để cho các vi sinh vật không thể phát triển làm hư hại thực phẩm trong quá trình bảo quản.

- Kho đa năng: Nhiệt độ bảo quản là -12ºC

- Kho gia lạnh: Nhiệt độ 0ºC, dùng gia lạnh các sản phẩm trước khi chuyển sang khâu chế biến khác.

- Kho bảo quản nước đá: Nhiệt độ kho tối thiểu -4ºC

c) *Theo dung tích chứa*. Kích thước kho lạnh phụ thuộc chủ yếu vào dung tích chứa hàng của nó. Do đặc điểm về khả năng chất tải cho mỗi loại thực phẩm có khác nhau nên thường qui dung tích ra tấn thịt (MT-Meet Tons). Ví dụ kho 50MT, Kho 100MT, Kho 150 MT vv.. là những kho có khả năng chứa 50, 100, 150 vv.. tấn thịt.

d) *Theo đặc điểm cách nhiệt* người ta chia ra:

- Kho xây: Là kho mà kết cấu là kiến trúc xây dựng và bên trong người ta tiến hành bọc các lớp cách nhiệt. Kho xây chiếm diện tích lớn, lắp đặt khó, giá thành tương đối cao, không đẹp, khó tháo dỡ và di chuyển. Mặt khác về mặt thẩm mỹ và vệ sinh kho xây không đảm

bảo tốt. Vì vậy hiện nay ở nước ta người ta ít sử dụng kho xây để bảo quản thực phẩm.

- Kho panel: Được lắp ghép từ các tấm panel tiền chế polyurethan và được lắp ghép với nhau bằng các móc khoá camlocking. Kho panel có hình thức đẹp, gọn và giá thành tương đối rẻ, rất tiện lợi khi lắp đặt, tháo dỡ và bảo quản các mặt hàng thực phẩm, nông sản, thuốc men, dược liệu vv... Hiện nay nhiều doanh nghiệp ở nước ta đã sản xuất các tấm panel cách nhiệt đạt tiêu chuẩn cao. Vì thế hầu hết các xí nghiệp công nghiệp thực phẩm đều sử dụng kho panel để bảo quản hàng hoá.

2.1.3 Chọn nhiệt độ bảo quản

Nhiệt độ bảo quản thực phẩm phải được lựa chọn trên cơ sở kinh tế kỹ thuật. Nó phụ thuộc vào từng loại sản phẩm và thời gian bảo quản của chúng. Thời gian bảo quản càng lâu đòi hỏi nhiệt độ bảo quản càng thấp.

Đối với các mặt hàng trữ đông ở các nước châu Âu người ta thường chọn nhiệt độ bảo quản khá thấp từ -25ºC ÷-30ºC, ở nước ta thường chọn trong khoảng -18ºC ± 2 ºC. Các mặt hàng trữ đông cần bảo quản ở nhiệt độ ít nhất bằng nhiệt độ của sản phẩm sau cấp đông tránh không để rã đông và tái kết tinh lại làm giảm chất lượng sản phẩm.

Dưới đây là chế độ và thời gian bảo quản của một số rau quả thực phẩm.

Bảng 2-1: Chế độ và thời gian bảo quản đồ hộp rau quả

Sản phẩm	Loại hộp	Nhiệt độ bảo quản, (ºC)	Độ ẩm, (%)	T.gian bảo quản, (tháng)
Côm-pốt quả	Hộp sắt	0 ÷ 5	65÷75	8
Đồ hộp rau	Hộp sắt	0 ÷ 5	65÷75	8
Nước ra và quả - Tiệt trùng - Thanh trùng	 Chai Chai	 0 ÷ 10 0 ÷ 10	 65÷75 65÷75	 7 4
Rau ngâm ướp muối, quả ngâm dấm	Thùng gổ lớn	0 ÷1	90÷95	10
Nấm ướp muối đầm dấm	- nt -	0 ÷ 1	90÷95	8

Quả sấy	Gói giấy, đóng thùng	0 ÷ 5	65÷75	12
Rau sấy	Đóng thùng	0 ÷ 5	65÷75	10
Nấm sấy	Gói giấy, đóng thùng	0 ÷ 6	65÷75	12
Lạc cả vỏ	- nt -	- 1	75÷85	10
Lạc nhân	- nt -	- 1	75÷85	5
Mứt thanh trùng trong hộp kín, rim	Hộp sắt, đóng thùng	2 ÷ 20	80÷85	3÷5
Mứt không kín, rim	Thùng gổ lớn	1 ÷ 15	80÷85	3
Mứt thanh trùng trong hộp kín	Hộp sắt, đóng thùng	0 ÷ 20	80÷85	3÷5
Mứt không thanh trùng hộp	Thùng gổ lớn	10 ÷ 15	80÷85	3
Mứt ngọt	- nt -	0 ÷ 2	80÷85	2÷6

Đối với rau quả, không thể bảo quản ở nhiệt độ thấp dưới 0ºC, vì ở nhiệt độ này nước trong rau quả đóng băng làm hư hại sản phẩm, giảm chất lượng của chúng.

Bảng 2-2: Chế độ và thời gian bảo quản rau quả tươi

Sản phẩm	Nhiệt độ bảo quản, (ºC)	Độ ẩm, (%)	Thông gió	Thời gian bảo quản,
Bưởi	0 ÷ 5	85	Mở	1÷2 tháng
Cam	0,5 ÷ 2	85	Mở	- nt -
Chanh	1 ÷ 2	85	- nt -	- nt -
Chuối chín	14 ÷ 16	85	- nt -	5÷10 ngày
Chuối xanh	11,5 ÷ 13,5	85	- nt -	3÷10 tuần
Dứa chín	4 ÷ 7	85	- nt -	3÷4 tuần
Dứa xanh	10	85	- nt -	4÷6 tháng
Đào	0 ÷ 1	85 ÷ 90	- nt -	4÷6 tháng
Táo	0 ÷ 3	90 ÷ 95	- nt -	3÷10 tháng
Cà chua chín	2 ÷ 2,5	75 ÷ 80	- nt -	1 tháng
Cà rốt	0 ÷ 1	90 ÷ 95	- nt -	vài tháng
Cà chua xanh	6	80 ÷ 90	- nt -	10÷14 ngày
Dưa chuột	0 ÷ 4	85	- nt -	vài tháng

Đậu khô	5 ÷ 7	70 ÷ 75	Đóng	9÷12 tháng
Đậu tươi	2	90	Mở	3÷4 tuần
Hành	0 ÷ 1	75	- nt -	1÷2 năm
Khoai tây	3 ÷ 6	85 ÷ 90	- nt -	5÷6 tháng
Nấm tươi	0 ÷ 1	90	- nt -	1÷2 tuần
Rau muống	5 ÷ 10	80 ÷ 90	- nt -	3÷5 tuần
Cải xà lách	3	90	- nt -	3 tháng
Xu hào	0 ÷ 0,5	90	- nt -	2÷6 tháng
Cải bắp, xúp lơ	0 ÷ 1	90	- nt -	4 tuần
Su su	0	90	- nt -	4 tuần
Đu đủ	8 ÷ 10	80 ÷ 85	- nt -	2 tuần
Quả bơ	4 ÷ 11	85	- nt -	10 ngày
Khoai lang	12 ÷ 15	85	- nt -	5÷6 tuần
Bông actisô	10	85	- nt -	2 tuần
Mít chín (múi)	8	90	- nt -	1 tuần
Thanh long	12	90	- nt -	4 tuần
Măng cụt	12	85	- nt -	3÷4 tuần

Bảng 2-3: Chế độ và thời gian bảo quản TP đông lạnh

Sản phẩm	Nhiệt độ bảo quản, (°C)	Thời gian bảo quản, (tháng)
Thịt bò, thịt cừa các loại	- 18	12
Thịt heo cả da không da	- 18 - 18	8 6
Phủ tạng	- 18	12
Mỡ tươi làm lạnh đông	- 18	12
Mỡ muối	- 18	6
Bơ	- 18	3
Cá muối	- 20	8
cá các loại	- 25	10
Tôm, mực	- 25	6
Quít không đường	- 18	9

Quít với sirô đường	- 18	12
Chanh	- 18	9
Hồng	- 18	8
Chuối, đu đủ	- 18	5
Đậu Hà Lan	- 18	4

Về công dụng, các tấm panel cách nhiệt ngoài việc sử dụng làm kho bảo quản thực phẩm còn có thể sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau cụ thể như sau:

Bảng 2-4: Các ứng dụng của panel cách nhiệt

TT	Ứng dụng	Nhiệt độ °C	Chiều dày mm	Hệ số truyền nhiệt $W/m^2.K$
1	- Điều hoà không khí trong công nghiệp	20	50	0,43
2	- Kho mát - Tường ngăn kho lạnh	0÷5°C -20°C	75	0,30
3	- Kho lạnh - Tường ngăn kho lạnh sâu	-20°C -25°C	100	0,22
4	- Kho lạnh - Tường ngăn	-20÷-25°C -35°C	125	0,18
5	- Kho lạnh - Kho cấp đông	-20÷-30°C -40°C	150	0,15
6	- Kho lạnh	-35°C	175	0,13
7	- Kho lạnh đông sâu	- 60°C	200	0,11

2.2 KẾT CẤU, LẮP ĐẶT VÀ TÍNH TOÁN DUNG TÍCH KHO LẠNH

2.2.1 Kết cấu kho lạnh

Hầu hết các kho lạnh bảo quản và kho cấp đông hiện nay đều sử dụng các tấm panel polyurethan đã được chế tạo theo các kích thước tiêu chuẩn.

Đặc điểm các tấm panel cách nhiệt của các nhà sản xuất Việt Nam như sau:

- Vật liệu bề mặt
  - Tôn mạ màu (colorbond) dày 0,5÷0,8mm
  - Tôn phủ PVC dày 0,5÷0,8mm
  - Inox dày 0,5÷0,8 mm
- Lớp cách nhiệt polyurethan (PU)
  - Tỷ trọng : 38 ÷ 40 kg/m^3
  - Độ chịu nén : 0,2 ÷ 0,29 MPa
  - Tỷ lệ bọt kín : 95%
- Chiều dài tối đa : 12.000 mm
- Chiều rộng tối đa: 1.200mm
- Chiều rộng tiêu chuẩn: 300, 600, 900 và 1200mm
- Chiều dày tiêu chuẩn: 50, 75, 100, 125, 150, 175 và 200mm
- Phương pháp lắp ghép: Ghép bằng khoá camlocking hoặc ghép bằng mộng âm dương. Phương pháp lắp ghép bằng khoá camlocking được sử dụng nhiều hơn cả do tiện lợi và nhanh chống hơn.
- Hệ số dẫn nhiệt: $\lambda = 0,018 \div 0,020$ W/m.K

Vì vậy khi thiết kế cần chọn kích thước kho thích hợp: kích thước bề rộng, ngang phải là bội số của 300mm. Chiều dài của các tấm panel tiêu chuẩn là 1800, 2400, 3000, 3600, 4500, 4800 và 6000mm.

Trên hình 2-2 giới thiệu cấu tạo của 01 tấn panel

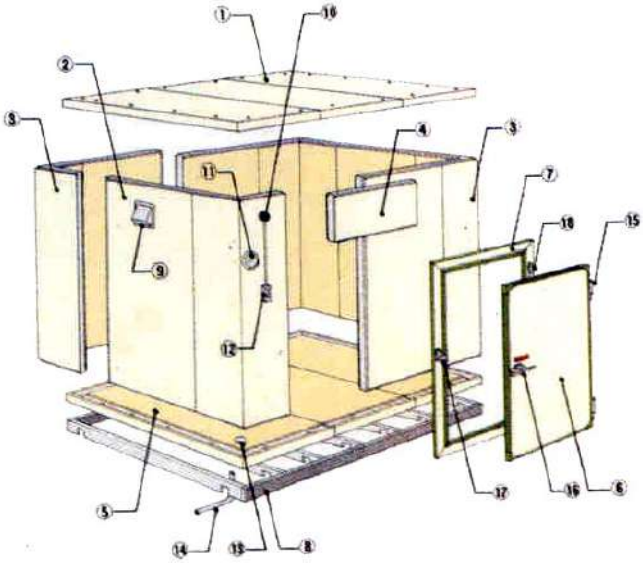
Cấu tạo gồm có 03 lớp chính: Hai bên là các lớp tôn dày 0,5÷0,6mm, ở giữa là lớp polyurethan cách nhiệt dày từ 50÷200mm tuỳ thuộc phạm vi nhiệt độ làm việc. Hai chiều cạnh có dạng âm dương để thuận lợi cho việc lắp ghép.

So với panel trần và tường, panel nền do phải chịu tải trọng lớn của hàng nên sử dụng loại có mật độ cao, khả năng chịu nén tốt. Các tấm panel nền được xếp vuông góc với các con lươn thông gió (Hình 2-7).

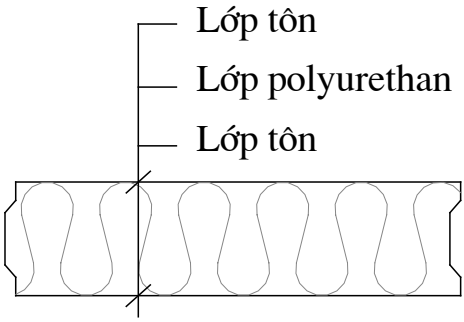
Các tấm panel được liên kết với nhau bằng các móc khoá gọi là camlocking đã được gắn sẵn trong panel, vì thế lắp ghép rất nhanh, khít và chắc chắn.

Panel trần được gối lên các tấm panel tường đối diện nhau và cũng được gắn bằng khoá camlocking. Khi kích thước kho quá lớn cần có khung treo đỡ panel, nếu không panel sẽ bị võng ở giữa và có thể gãy gập.

Sau khi lắp đặt xong, cần phun silicon hoặc sealant để làm kín các khe hở lắp ghép. Do có sự biến động về nhiệt độ nên áp suất trong kho luôn thay đổi, để cân bằng áp bên trong và bên ngoài kho, người ta gắn trên tường các van thông áp. Nếu không có van thông áp thì khi áp suất trong kho thay đổi sẽ rất khó khăn khi mở cửa hoặc ngược lại khi áp suất lớn cửa sẽ bị tự động mở ra.



Hình 2-1: Kết cấu kho lạnh panel



Hình 2-2: Cấu tạo tấm panel cách nhiệt

Để giảm tổn thất nhiệt khi mở cửa, ở ngay cửa kho có lắp quạt màng dùng ngăn cản luồng không khí thâm nhập vào ra. Mặt khác do thời gian xuất nhập hàng thường dài nên người ta có bố trí trên tường kho 01 cửa nhỏ, kích thước 680x680mm để ra vào hàng. Không nên ra, vào hàng ở cửa lớn vì như thế tổn thất nhiệt rất lớn.

Cửa kho lạnh có trang bị bộ chốt tự mở chống nhốt người, còi báo động, bộ điện trở sấy chống đóng băng.

Do khả năng chịu tải trọng của panel không lớn, nên các dàn lạnh được treo trên bộ giá đỡ và được treo giằng lên xà nhà nhờ hệ thống tăng đơ, dây cáp (xem hình 2-6).

Hình 2-3: Kho lạnh bảo quản

Hình 2-4: Lắp ghép panel kho lạnh

2.2.2 Tính toán dung tích kho lạnh

2.2.2.1. Thể tích kho lạnh

Thể tích kho được xác định theo công thức sau:

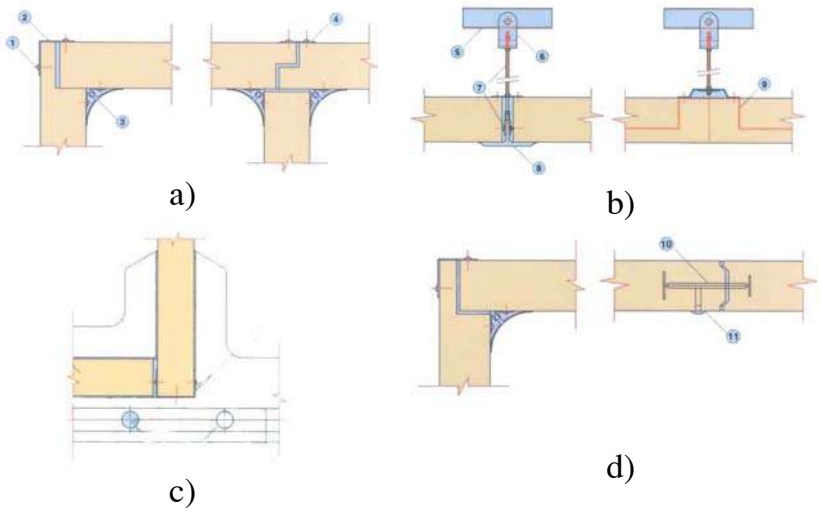
$$V = \frac{E}{g_v}, m^3 \qquad (2\text{-}1)$$

trong đó:

E - Năng suất kho lạnh, Tấn sản phẩm

g_V - Định mức chất tải của các loại kho lạnh, Tấn sản phẩm/m^3

Định mức chất tải được xác định theo bảng 2-5 dưới đây



a- Tường-trần; b- Trần-trần; c- Tường-nền; d- Tường tường

1- Rivê; 2- Thanh nhôm góc; 3- Thanh nhựa; 4- Miếng che mối ghép; 5- Dầm mái; 6- Bách treo; 7- Thanh treo; 8- Thanh nhựa; 9- Miếng đệm; 10- Khoá cam-lock; 11- Nắp nhựa che lổ khoá

Hình 2-5 : Các chi tiết lắp đặt panel

Bảng 2-5: Tiêu chuẩn chất tải của các loại sản phẩm

TT	Sản phẩm bảo quản	Tiêu chuẩn chất tải g_v, t/m^3
1	Thịt bò đông lạnh 1/4 con	0,40
	1/2 con	0,30
	1/4 và 1/2 con	0,35
2	Thịt cừu đông lạnh	0,28
3	Thịt lợn đông lạnh	0,45

4	Gia cầm đông lạnh trong hòm gỗ	0,38
5	Cá đông lạnh trong hòm gỗ hoặc cactông	0,45
6	Thịt thân, cá đông lạnh trong hòm, cactông	0,70
7	Mỡ trong hộp cactông	0,80
8	Trứng trong hộp cactông	0,27
9	Đồ hộp trong các hòm gỗ hoặc cactông	0,6040,65
10	Cam, quýt trong các ngăn gỗ mỏng	0,45
	KHI SẮP XẾP TRÊN GIÁ	
11	Mỡ trong các hộp cactông	0,70
12	Trứng trong các ngăn cactông	0,26
13	Thịt trong các ngăn gỗ	0,38
14	Giò trong các ngăn gỗ	0,30
15	Thịt gia cầm đông lạnh trong các ngăn gỗ	0,44
	trong ngăn cactông	0,38
16	Nho và cà chua ở khay	0,30
17	Táo và lê trong ngăn gỗ	0,31
18	Cam, quýt trong hộp mỏng	0,32
19	Cam, quýt trong ngăn gỗ, cactông	0,30
20	Hành tây khô	0,30
21	Cà rốt	0,32
22	Dưa hấu, dưa bở	0,40
23	Bắp cải	0,30
24	Thịt gia lạnh hoặc kết đông bằng giá treo	0,20
	trong công ten nơ	

2.2.2.2. Diện tích chất tải

Diện tích chất tải của các kho lạnh được xác định theo công thức sau

$$F = \frac{V}{h}, m^2 \qquad (2\text{-}2)$$

F - Diện tích chất tải, m^2

h - Chiều cao chất tải của kho lạnh, m

Chiều cao chất tải của kho lạnh phụ thuộc chiều cao thực tế h_1 của kho. Chiều cao h_1 được xác định bằng chiều cao phủ bì của kho lạnh, trừ đi hai lần chiều dày cách nhiệt

$h_1 = H - 2.\delta$

Như vậy chiều cao chất tải bằng chiều cao thực h_1 trừ khoảng hở cần thiết để cho không khí lưu chuyển phía trên. Khoảng hở đó tuỳ

thuộc vào chiều dài kho, kho càng dài thì cần phải để khoảng hở lớn để gió lưu chuyển. Khoảng hở tối thiểu phải đạt từ 500 ÷800mm. Chiều cao chất tải còn phụ thuộc vào cách sắp xếp hàng trong kho. Nếu hàng hàng hoá được đặt trên các giá thì khả năng chất tải lớn, nhưng nếu không được đặt trên giá thì chiều cao chất tải không thể lớn được.

Chiều cao phủ bì H của kho lạnh hiện nay đang sử dụng thường được thiết kế theo các kích thước tiêu chuẩn sau: 3000mm, 3600mm, 4800mm, 6000mm. Tuy nhiên khi cần thay đổi vẫn có thể điều chỉnh theo yêu cầu thực tế.

Chiều dày δ của kho lạnh nằm trong khoảng δ = 50 ÷ 200mm, tuỳ thuộc nhiệt độ bảo quản và tính chất của tường (tường bao, tường ngăn).

2.2.2.3. Diện tích cần xây dựng

Diện tích kho lạnh thực tế cần tính đến đường đi, khoảng hở giữa các lô hàng, diện tích lắp đặt dàn lạnh vv Vì thế diện tích cần xây dựng phải lớn hơn diện tích tính toán ở trên và được xác định theo công thức:

$$F_{XD} = \frac{F}{\beta_T}, m^2 \qquad (2\text{-}3)$$

F_{XD} - Diện tích cần xây dựng, m^2

β_T - Hệ số sử dụng diện tích, tính đến diện tích đường đi lại, khoảng hở giữa các lô hàng, diện tích lắp đặt dàn lạnh vv và được xác định theo bảng 2-6.

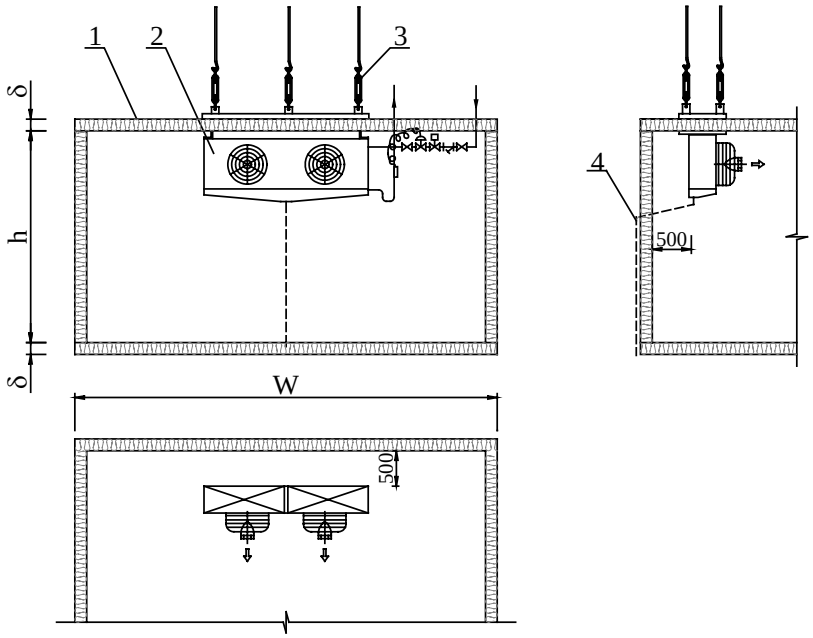
Bảng 2-6: Hệ số sử dụng diện tích

TT	Diện tích buồng lạnh, m^2	β_T
1	- Đến 20	0,5040,60
2	- Từ 20 đến 100	0,7040,75
3	- Từ 100 đến 400	0,7540,80
4	- Hơn 400	0,8040,85

Bảng 2-7 dưới đây giới thiệu kích thước của các kho lạnh PANEL bảo quả trong ngành thuỷ sản ở Việt Nam dùng để tham khảo, trong đó tấn hàng qui chuẩn ở đây là tấn thịt.

Bảng 2-7: Kích thước kho bảo quản tiêu chuẩn

Năng suất kho (MT)	Kích thước ngoài Dài x Rộng x Cao (mm)
25 Tấn	5.400 x 5.400 x 3.000 (mm)
50 Tấn	10.800 x 5.400 x 3.000 (mm)
100 Tấn	10.800 x 10.800 x 3.000 (mm)
150 Tấn	16.200 x 10.800 x 3.000 (mm)
200 Tấn	21.600 x 10.800 x 3.000 (mm)



Hình 2-6: Bố trí bên trong khoa lạnh

2.2.3 Một số vấn đề khi thiết kế, lắp đặt và sử dụng kho lạnh

2.2.3.1. Hiện tượng lọt ẩm

Không khí trong kho lạnh có nhiệt độ thấp, khi tuần hoàn qua dàn lạnh một luợng nước đáng kể đã kết ngưng lại, vì vậy phân áp suất hơi nước không khí trong buồng nhỏ hơn so với bên ngoài. Kết quả hơi ẩm có xu hướng thẩm thấu vào phòng qua kết cấu bao che.

Đối với kho xây hơi ẩm khi xâm nhập có thể làm ẩm ướt lớp cách nhiệt làm mất tính chất cách nhiệt của lớp vật liệu. Vì thế kho xây cần phải được quét hắc ín và lót giấy dầu chống thấm. Giấy dầu chống thấm cần lót 02 lớp, các lớp chồng mí lên nhau và phải dán băng keo kín, tạo màng cách ẩm liên tục trên toàn bộ diện tích nền kho.

Đối với kho panel bên ngoài và bên trong kho có các lớp tôn nên không có khả năng lọt ẩm. Tuy nhiên cần tránh các vật nhọn làm thủng vỏ panel dẫn đến làm ẩm ướt lớp cách nhiệt. Vì thế trong các kho lạnh người ta thường làm hệ thống palet bằng gỗ để đỡ cho panel tránh xe đẩy, vật nhọn đâm vào trong quá trình vận chuyển đi lại. Giữa các tấm panel khi lắp ghép có khe hở nhỏ cần làm kín bằng silicon, sealant. Bên ngoài các kho trong nhiều nhà máy người ta chôn các dãy cột cao khoảng 0,8m phòng ngừa các xe chở hàng va đập vào kho lạnh gây hư hỏng.

2.2.3.2. Hiện tượng cơi nền do băng

Kho lạnh bảo quản lâu ngày, lạnh truyền qua kết cấu cách nhiệt xuống nền đất. Khi nhiệt độ xuống thấp nước kết tinh thành đá, quá trình này tích tụ lâu ngày tạo nên các khối đá lớn làm cơi nền kho lạnh, phá huỷ kết cấu xây dựng.

Để đề phòng hiện tượng cơi nền người ta sử dụng các biện pháp sau:

a) Tạo khoảng trống phía dưới để thông gió nền: Lắp đặt kho lạnh trên các con lươn, hoặc trên hệ thống khung đỡ.

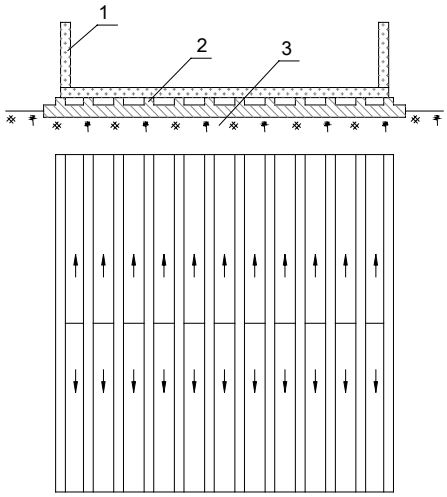
Các con lươn thông gió được xây bằng bê tông hoặc gạch thẻ, cao khoảng 100 ÷ 200mm đảm bảo thông gió tốt. Khoảng cách giữa các con lươn tối đa 400mm

Bề mặt các con lươn dốc về hai phía 2% để tránh đọng nước (hình 2-7)

b) Dùng điện trở để sấy nền. Biện pháp đơn giản, dễ lắp đặt, nhưng chi phí vận hành khá cao, đặc biệt khi kích thước kho lớn. Vì vậy biện pháp này ít sử dụng.

c) Dùng các ống thông gió nền: Đối với kho có nền xây, để tránh đóng băng nền, biện pháp kinh tế nhất là sử dụng các ống thông gió

nền. Các ống thông gió là ống PVC đường kính Φ100mm, bố trí cách quảng 1000÷1500mm, đi dích dắc phía dưới nền, hai đầu thông lên khí trời.



1- Panel tường; 2- Con lươn; 3- Nền móng kho lạnh

Hình 2-7: Con lươn thông gió kho lạnh

Trong quá trình làm việc, gió thông vào ống, trao đổi nhiệt với nền đất và sưởi ấm nền, ngăn ngừa đóng băng.

2.2.3.3. Hiện tượng lọt không khí

Khi xuất nhập hàng hoặc mở cửa thao tác kiểm tra, không khí bên ngoài sẽ thâm nhập vào kho gây ra tổn thất nhiệt đáng kể và làm ảnh hưởng chế độ bảo quản.

Quá trình thâm nhập này thực hiện như sau: Gió nóng bên ngoài chuyển động vào kho lạnh từ phía trên cửa và gió lạnh trong phòng ùa ra ngoài từ phía dưới nền.

Quá trình thâm nhập của không khí bên ngoài vào kho lạnh không những làm mất lạnh của phòng mà còn mang theo một lượng hơi ẩm vào phòng và sau đó tích tụ trên các dàn lạnh ảnh hưởng đến hiệu quả làm việc của hệ thống.

Để ngăn ngừa hiện tượng đó người ta sử dụng nhiều biện pháp khác nhau:

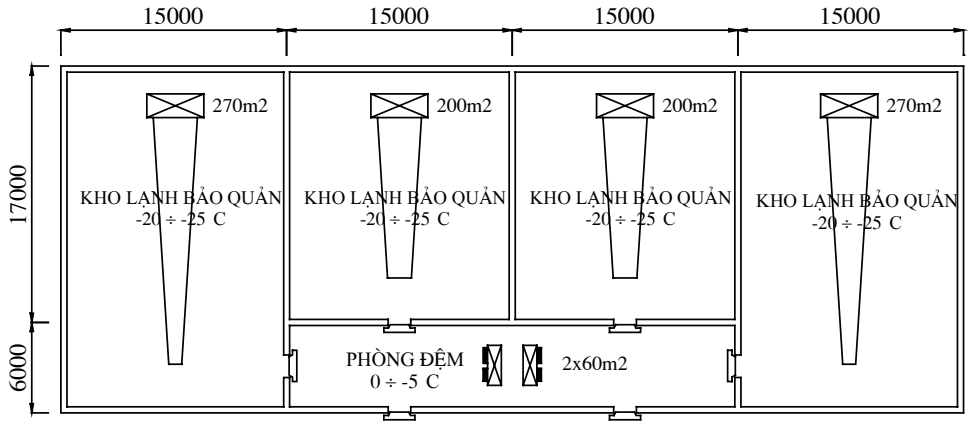
+ Sử dụng quạt màn tạo màn khí ngăn chặn sự trao đổi không khí bên ngoài và bên trong.

+ Làm cửa đôi: Cửa ra vào kho lạnh có 02 lớp riêng biệt làm cho không khí bên trong không bao giờ thông với bên ngoài. Phương pháp này bất tiện vì chiếm thêm diện tích, xuất nhập hàng khó khăn, giảm mỹ quan công trình nên ít sử dụng. Nhiều hệ thống kho lạnh lớn người ta làm hẳn cả một kho đệm. Kho đệm có nhiệt độ vừa phải, có tác dụng như lớp đệm tránh không khí bên ngoài xâm nhập vào kho lạnh (hình2-8).

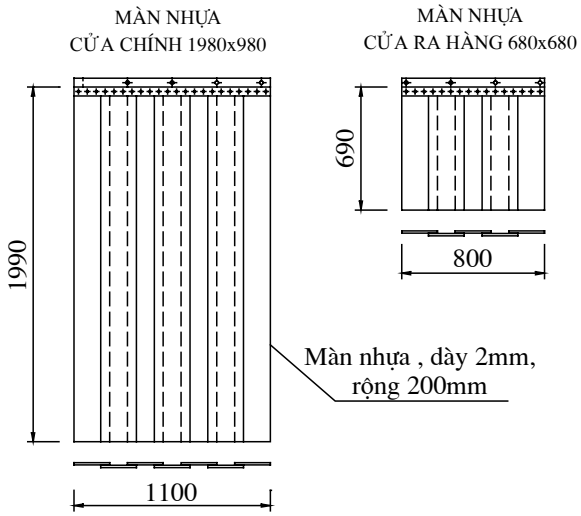
+ Sử dụng cửa sổ nhỏ để vào ra hàng. Các cửa này được lắp đặt trên tường ở độ cao thích hợp và có kích thước cỡ 680x680mm (hình 2-7).

+ Sử dụng màn nhựa: Treo ở cửa ra vào 01 tấm màn nhựa được ghép từ nhiều mãnh nhỏ. Phương pháp này hiệu quả tương đối cao, nhưng không ảnh hưởng đến việc đi lại.

Nhựa chế tạo màn cửa phải đảm bảo khả năng chịu lạnh tốt và có độ bền cao. Cửa được ghép từ các dãi nhựa rộng 200mm, các mí gấp lên nhau một khoảng ít nhất 50mm, vừa đảm bảo thuận lợi đi lại nhưng khi không có người vào ra thì màn che vẫn rất kín (hình 2-9).



Hình 2-8: Hệ thống kho lạnh SEAPRODEX Vũng Tàu



Hình 2-9: Màn nhựa che cửa ra vào và xuất nhập hàng kho lạnh

2.2.3.4. Tuần hoàn gió trong kho lạnh

Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc tuần hoàn gió trong phòng khi thiết kế và sử dụng cần phải hết sức chú ý các công việc sau:

** Sắp xếp hàng hợp lý*

Việc sắp xếp hàng trong kho phải tuân thủ các điều kiện:

- Thuận lợi cho việc thông gió trong kho để tất các khối hàng đều được làm lạnh tốt.
- Đi lại kiểm tra, xem xét thuận lợi.
- Đảm bảo nguyên tắc hàng nhập trước xuất trước, nhập sau xuất sau.
- Hàng bố trí theo từng khối, tránh nằm rời rạc khả năng bốc hơi nước lớn làm giảm chất lượng thực phẩm.

Khi sắp xếp hàng trong kho phải chú ý để chừa các khoảng hở hợp lý giữa các lô hàng và giữa lô hàng với tường, trần, nền kho để cho không khí lưu chuyển và giữ lạnh sản phẩm. Đối với tường việc xếp cách tường kho một khoảng còn có tác dụng không cho hàng nghiêng tựa lên tường, vì như vậy có thể làm bung các tấm panel cách nhiệt nếu quá nặng. Khoảng cách tối thiểu về các phía cụ thể nêu trên bảng 2-8.

Bảng 2-8: Khoảng cách cực tiểu khi xếp hàng trong kho lạnh

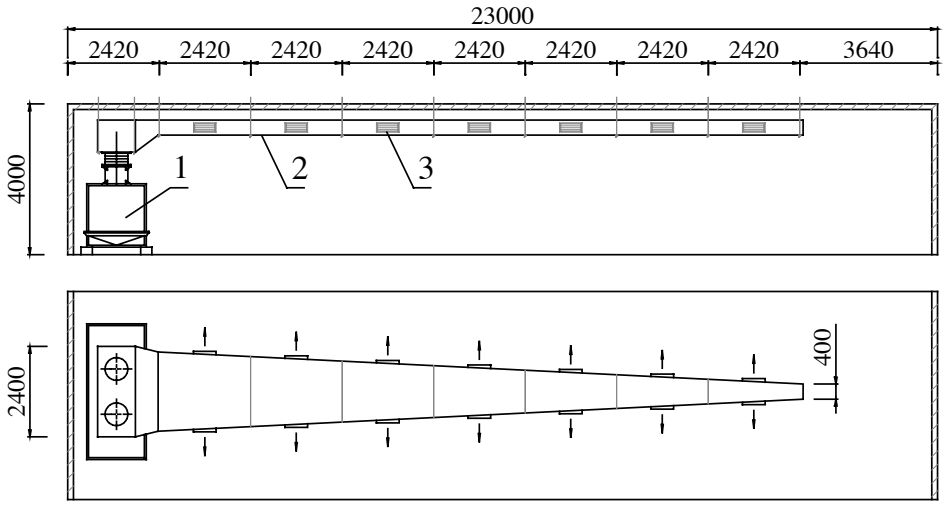
Sàn	Tường	Trần
1 ÷ 1,5 dm	2 ÷ 8 dm	50 dm

Trong kho cần phải chừa các khoảng hở cần thiết cho người và các phương tiện bốc dỡ đi lại. Bề rộng tuỳ thuộc vào phương pháp bốc dỡ và thiết bị thực tế. Nếu khe hở hẹp khi phương tiện đi lại va chạm vào các khối hàng có thể làm đổ mất an toàn và làm hư hỏng sản phẩm.

Phía dưới dàn lạnh không nên bố trí hàng để người vận hành dễ dàng xử lý khi cần thiết.

** Sử dụng hệ thống kênh gió để phân phối*

Đối với các kho lạnh dung tích lớn cần thiết phải sử dụng các kênh gió để phân phối gió đều trong kho. Nhờ hệ thống kênh gió thiết kế hợp lý gió sẽ được phân bố đều hơn đến nhiều vị trí trong kho.



1- Dàn lạnh; 2- Ống gió; 3- Miệng thổi

Hình 2-10: Bố trí kênh gió trong kho lạnh

2.2.3.5. Xả băng dàn lạnh

Không khí khi chuyển dịch qua dàn lạnh, ngưng kết một phần hơi nước ở đó. Quá trình tích tụ càng lâu lớp tuyết càng dày. Việc bám

tuyết ở dàn lạnh dẫn đến nhiều sự cố cho hệ thống lạnh như: Nhiệt độ kho lạnh không đạt yêu cầu, thời gian làm lạnh lâu, ngập dịch, cháy mô tơ vv

Sở dĩ như vậy là vì:

- Lớp tuyết bám bên ngoài dàn lạnh tạo thành lớp cách nhiệt, ngăn cản quá trình trao đổi nhiệt giữa môi chất và không khí trong buồng lạnh. Do đó nhiệt độ buồng lạnh không đạt yêu cầu, thời gian làm lạnh kéo dài. Mặt khác môi chất lạnh trong dàn lạnh do không nhận được nhiệt để hoá hơi nên, một lượng lớn hơi ẩm được hút về máy nén gây ra ngập lỏng máy nén.
- Khi tuyết bám nhiều đường tuần hoàn của gió trong dàn lạnh bị nghẽn, lưu lượng gió giảm, hiệu quả trao đổi nhiệt cũng giảm theo, trở lực lớn quạt làm việc quá tải và mô tơ có thể bị cháy.
- Trong một số trường hợp tuyết bám quá dày làm cho cánh quạt bị ma sát không thể quay được và sẽ bị cháy, hỏng quạt.

Để xả tuyết cho dàn lạnh người ta thường sử dụng 3 phương pháp sau đây.

a) Dùng gas nóng: Phương pháp này rất hiệu quả vì quá trình cấp nhiệt xả băng thực hiện từ bên trong. Tuy nhiên, phương pháp xả băng bằng gas nóng cũng gây nguy hiểm do chỉ thực hiện khi hệ thống đang hoạt động, khi xả băng quá trình sôi trong dàn lạnh xãy ra mãnh liệt có thể cuốn theo lỏng về máy nén. Vì thế chỉ nên sử dụng trong hệ thống nhỏ hoặc hệ thống có bình chứa hạ áp.

b) Xả băng bằng nước: Phương pháp dùng nước hiệu quả cao, dễ thực hiện đặc biệt trong các hệ thống lớn. Mặt khác khi xả băng bằng nước người ta đã thực hiện hút kiệt ga và dừng máy nén trước khi xả băng nên không sợ ngập lỏng khi xả băng.

Tuy nhiên, khi xả băng, nước có thể bắn tung toé ra các sản phẩm trong buồng lạnh và khuyếch tán vào không khí trong phòng, làm tăng độ ẩm của nó, lượng ẩm này tiếp tục bám lại trên dàn lạnh trong quá trình vận hành kế tiếp. Vì thế biện pháp dùng nước thường sử dụng cho hệ thống lớn, tuyết bám nhiều, ví dụ như trong các hệ thống cấp đông.

c) Dùng điện trở: trong các kho lạnh nhỏ các dàn lạnh thường sử dụng phương pháp xả băng bằng điện trở.

Cũng như phương pháp xả băng bằng nước phương pháp dùng điện trở không sợ ngập lỏng. Mặt khác xả băng bằng điện trở không làm

tăng độ ẩm trong kho. Tuy nhiên phương pháp dùng điện trở chi phí điện năng lớn và không dễ thực hiện. Các điện trở chỉ được lắp đặt sẵn do nhà sản xuất thực hiện.

2.3 TÍNH PHỤ TẢI NHIỆT KHO LẠNH

Tính cân bằng nhiệt kho lạnh nhằm mục đích xác định phụ tải cần thiết cho kho để từ đó làm cơ sở chọn máy nén lạnh.

Đối với kho lạnh các tổn thất nhiệt bao gồm:

- Nhiệt phát ra từ các nguồn nhiệt bên trong như: Nhiệt do các động cơ điện, do đèn điện, do người, sản phẩm tỏa ra, do sản phẩm "hô hấp".
- Tổn thất nhiệt do truyền nhiệt qua kết cấu bao che, do bức xạ nhiệt, do mở cửa, do bức xạ và do lọt không khí vào phòng.

Tổng tổn thất nhiệt kho lạnh được xác định:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \qquad (2\text{-}4)$$

Q_1 - Dòng nhiệt truyền qua kết cấu bao che của kho lạnh.

Q_2 - Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra trong quá trình xử lý lạnh.

Q_3 - Dòng nhiệt do không khí bên ngoài mang vào khi 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 (thở) chỉ có ở các kho lạnh bảo quản rau quả.

2.3.1 Tính nhiệt kho lạnh bảo quản

2.3.1.1 Dòng nhiệt truyền qua kết cấu bao che

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

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12} \qquad (2\text{-}5)$$

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 bức xạ mặt trời. Thông thường nhiệt bức xạ qua kết cấu bao che bằng 0 do hầu hết các kho lạnh hiện nay là kho panel và được đặt bên trong nhà, trong phân xưởng nên không có nhiệt bức xạ.

1. Dòng nhiệt truyền qua kết cấu bao che do chênh lệch nhiệt độ

Q_{11} - được xác định từ biểu thức:

$$Q_{11} = k.F.(t_1-t_2) \qquad (2\text{-}6)$$

k_t - hệ số truyền nhiệt của kết cấu bao che, $W/m^2.K$

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

t_1- nhiệt độ môi trường bên ngoài, ^0C;

t_2- nhiệt độ trong buồng lạnh, ^0C.

a. Xác định diện tích bề mặt kết cấu bao che

Diện tích bề mặt kết cấu bao che được xác định theo diện tích bên ngoài của kho. Để xác định diện tích này chúng ta căn cứ vào các kích thước chiều rộng, dài và cao như sau:

**** Tính diện tích tường***

$$F_t = \text{Chiều dài x Chiều cao}$$

Xác định chiều dài:

- *Kích thước chiều dài tường ngoài:*

+ Đối với buồng ở góc kho: lấy chiều dài từ mép tường ngoài đến trục tâm tường ngăn (chiều dài l_1, l_3 hình 2-11).

+ Đối với buồng ở giữa chiều dài được tính là khoảng cách giữa các trục tường ngăn (chiều dài l_2 hình 2-11)

+ Đối với tường ngoài hoàn toàn: Tính từ mép tường ngoài này đến mép tường ngoài khác (chiều dài l_4 hình 2-11).

- *Kích thước chiều dài tường ngăn:*

+ Đối với buồng ngoài lấy từ mặt trong tường ngoài đến tâm tường ngăn (chiều dài l_5 hình 2-11)

+ Đối với buồng trong lấy từ tâm tường ngăn tới tâm tường ngăn (chiều dài l_6 hình 2-11)

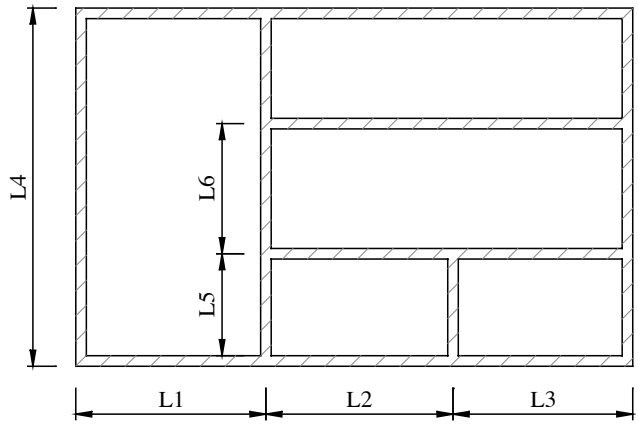
Kích thước chiều cao

+ Đối với kho cấp đông (panel chôn một phần dưới đất) chiều cao được tính từ mặt nền đến mặt trên của trần.

+ Đối với kho lạnh (panel đặt trên con lươn thông gió): Chiều cao được tính từ đáy panel nền đến mặt trên panel trần.

**** Tính diện tích trần và nền***

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.



Hình 2-11: Cách xác định chiều dài của tường

b. Xác định nhiệt độ trong phòng và ngoài trời

- Nhiệt độ không khí bên trong t_2 buồng lạnh lấy theo yêu cầu thiết kế, theo yêu cầu công nghệ hoặc tham khảo ở các bảng 1-3 và 1-4.

- Nhiệt độ bên ngoài t_1 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 phụ lục 1).

Lưu ý:

- Đối với các tường ngăn mở ra hành lang buồng đệm vv... không cần xác định nhiệt độ bên ngoài. Hiệu nhiệt độ giữa hai bên vách lấy định hướng như sau:

+ $\Delta t = 0,7\ (t_1 — t_2)$ Nếu hành lang có cửa thông với bên ngoài

+ $\Delta t = 0,6(t_1 — t_2)$ Nếu hành lang không có cửa thông với bên ngoài

- Dòng nhiệt qua sàn lửng tính như dòng nhiệt qua vách ngoài.

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

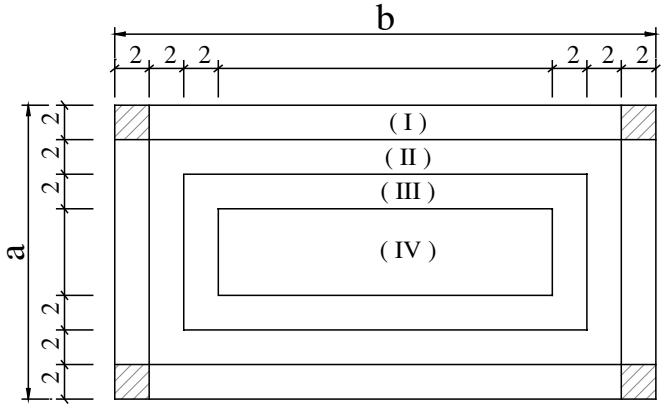
$$Q_{11} = k_1.F.(t_n - t_2),\ W \qquad (2\text{-}7)$$

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

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

$$Q_{11} = \Sigma k_q.F_i.(t_1 - t_2).m \qquad (2\text{-}8)$$

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



Hình 2-12: Phân dãi nền kho lạnh

F - Diện tích tương ứng với từng vùng nền, m^2 ;

t_1- Nhiệt độ không khí bên ngoài, ^0C;

t_2 - Nhiệt độ không khí bên trong buồng lạnh, ^0C;

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 2m mỗi vùng tính từ bề mặt tường bao vào giữa buồng (hình 2-12).

Giá trị của hệ số truyền nhiệt quy ước k_q,W/m^2K, lấy theo từng vùng là:

- Vùng rộng 2m dọc theo chu vi tường bao:

$$k_I = 0,47\ W/m^2.K,\quad F_I = 4(a+b)$$

- Vùng rộng 2m tiếp theo về phía tâm buồng:

$$k_{II} = 0,23\ W/m^2.K,\quad F_{II} = 4(a+b)-48$$

- Vùng rộng 2m tiếp theo:

$$k_{III} = 0,12\ W/m^2.K,\ F_{III} = 4(a+b)-80$$

- Vùng còn lại ở giữa buồng lạnh:

$$k_{IV} = 0,07\ W/m^2.K,\quad F_{IV} = (a-12)(b-12)$$

Riêng diện tích của vùng một rộng 2m cho góc của tường bao được tính hai lần, vì được coi là có dòng nhiệt đi vào từ hai phía: F =4(a + b) trong đó a, b là hai cạnh của buồng lạnh.

Cần lưu ý:

- Khi diện tích kho nhỏ hơn 50 m^2 thì coi toàn bộ là vùng I

- Nếu chỉ chia được 1,2,3 vùng mà không phải là 4 vùng thì tính bắt đầu từ vùng 1 trở đi. Ví dụ nếu chỉ chia được 2 vùng thì vùng ngoài là vùng I, vùng trong là vùng II.

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

$$m = \frac{1}{1 + 1{,}25\left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + ... + \frac{\delta_n}{\lambda_n}\right)} \qquad (2\text{-}9)$$

δ_i - Chiều dày của từng lớp của kết cấu nền, m;

λ_i - Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu, W/m.K;

Nếu nền không có cách nhiệt thì m = 1.

2. Dòng nhiệt truyền qua kết cấu bao che do bức xạ

Hầu hết các kho lạnh, kho cấp đông hiện nay đều được lắp đặt trong nhà kiên cố vì thế thực tế không có nhiệt bức xạ. Trong trường hợp đặc biệt có thể tính nhiệt bức xạ mặt trời trực tiếp như sau:

$$Q_{12} = k_t.F.\Delta t_{12} \qquad (2\text{-}10)$$

k_t - hệ số truyền nhiệt thực của vách ngoài, W/m^2.K

F - diện tích nhận bức xạ trực tiếp của mặt trời, m^2;

Δt_{12}- hiệu nhiệt độ dư, đặc trưng ảnh hưởng của bức xạ mặt trời vào mùa hè, ^{0}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 15^0 vĩ Bắc. Trong tính toán có thể lấy một số giá trị định hướng sau đây:

- Đối với trần: màu xám (bêtông ximăng hoặc lớp phủ) lấy Δt_{12}= 19^{0}C;

- Đối với các tường: hiệu nhiệt độ lấy định hướng theo bảng 2-9.

Tổn thất nhiệt bức xạ phụ thuộc thời gian trong ngày, do cường độ bức xạ thay đổi và diện tích chịu bức xạ cũng thay đổi theo. Tuy nhiên tại một thời điểm nhất định thường chỉ có mái và một hướng nào đó chịu bức xạ. Vì vậy để tính tổn thất nhiệt bức xạ khi chọn máy nén 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 hoặc có diện tích lớn nhất), bỏ qua các bề mặt tường còn lại. Thông thường hướng đông và tây sẽ có tổn thất lớn nhất.

Bảng 2-9. Hiệu nhiệt độ dư phụ thuộc hướng và tính chất bề mặt

Loại tường	Nam			Đông Nam	Tây Nam	Đông	Tây	Tây Bắc	Đông Bắc	Bắc
	10^0	20^0	30^0	Từ 10^0 đến 30^0						
Bêtông	0	2	4	10	11	11	13	7	6	0
Vữa thẫm 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

Một vấn đề cần lưu ý nữa là trong hệ thống có nhiều buồng lạnh cần tính tổn thất bức xạ riêng cho từng buồng để làm cơ sở chọn thiết bị, mỗi buồng lấy tổn thất bức xạ lớn nhất của buồng đó trong ngày.

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 có nhiệt độ khác nhau bố trí cạnh nhau. Khi tính nhiệt cho buồng có nhiệt độ cao bố trí ngay cạnh buồng có nhiệt độ thấp hơn thì dòng nhiệt tổn thất là âm vì nhiệt truyền từ buồng đó 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.

2.3.1.2 Dòng nhiệt do sản phẩm và bao bì toả ra

$$Q_2 = Q_{21} + Q_{22} \qquad (2\text{-}11)$$

Q_{21} — Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra, W

Q_{22} — Dòng nhiệt do bao bì toả ra, W

1. Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra

Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra buồng bảo quản

$$Q_{21} = M(i_1 - i_2)\frac{1000}{24.3600},\ \text{W} \qquad (2\text{-}12)$$

i_1, i_2 - entanpi SP ở nhiệt độ vào và ở nhiệt độ bảo quản, J/kg

Cần lưu ý rằng đối với kho bảo quản đông, các sản phẩm khi đưa vào kho bảo quản đã được cấp đông đến nhiệt độ bảo quản. Tuy nhiên

trong quá trình xử lý đóng gói và vận chuyển nhiệt độ sản phẩm tăng lên ít nhiều, nên đối với sản phẩm bảo quản đông lấy nhiệt độ vào là -12ºC.

M - công suất buồng gia lạnh hoặc khối lượng hàng nhập kho bảo quản trong một ngày đêm, tấn/ngày đêm.

1000/(24.3600) - hệ số chuyển đổi từ t/ngày đêm ra đơn vị kg/s;

- Đối với kho lạnh bảo quản khối lượng M chiếm cỡ 10 ÷ 15% dung tích kho lạnh: M = (10 ÷ 15%) E

- Đối với kho bảo quản rau quả. 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:

$$M = \frac{E.B.m}{120}, \qquad (2\text{-}13)$$

M - lượng hàng nhập vào trong một ngày đêm, t/24h;

E- dung tích kho lạnh, Tấn;

B - hệ số quay vòng hàng, B = 8410;

m - hệ số nhập hàng không đồng đều, m =242,5;

120 - số ngày nhập hàng trong một năm.

- 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 [1].

2. Dòng nhiệt do bao bì toả ra

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:

$$Q_{22} = M_b.C_b.(t_1 - t_2).\frac{1000}{24x3600}, \text{ W} \qquad (2\text{-}14)$$

M_b - khối lượng bao bì đưa vào cùng sản phẩm, t/ngày đêm;

C_b - nhiệt dung riêng của bao bì, J/kg.K

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, ^{0}C;

Khối lượng bao bì chiếm tới 10430% khối lượng hàng đặc biệt bao bì thuỷ tinh chiếm tới 100%. Bao bì gỗ chiếm 20% khối lượng hoa quả (cứ 100 kg hoa quả cần 20kg bao bì gỗ).

Nhiệt dung riêng C_b của bao bì lấy như sau:

- Bao bì gỗ : 2500 J/kgK
- Bìa cactông :1460 J/kgK
- Kim loại : 450 J/kgK
- Thuỷ tinh : 835 J/kgK

Bảng 2-10. Entanpi của sản phẩm phụ thuộc vào nhiệt độ, ^0C, kJ/kg

Nhiệt độ / Sản phẩm	-20	-18	-15	-12	-10	-8	-5	-3	-2	-1	0	1
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	10,11	17,6	23,5	29,3	40,6	50,5	60,4	91,6	95,0	98,8
Sữa nguyên chất	0	5,5	4,3	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
Phomát 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	277,4	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 / Sản phẩm	2	4	8	10	12	15	20	25	30	35	40	
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	33,2,2	
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	-	-	
Phomát 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	

Bảng 2-11. Nhiệt dung riêng của một số sản phẩm.

Sản phẩm	C, kJ/kg.K	Sản phẩm	C, kJ/kg.K
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 gầy	3,62	Phomát	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

2.3.1.3 Dòng nhiệt do thông gió buồng lạnh

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 dòng 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:

$$Q_3 = G_k.(i_1-i_2), \text{ W} \qquad (2\text{-}15)$$

G_k - lưu lượng không khí của quạt thông gió, kg/s;

i_1 và i_2 - entanpi của không khí ở ngoài và ở trong buồng, J/kg; xác định trên đồ thị I-d theo nhiệt độ và độ ẩm.

Lưu lượng quạt thông gió G_k có thể xác định theo biểu thức:

$$G_k = \frac{V.a.\rho_k}{24.3600}, \text{ kg/s} \qquad (2\text{-}16)$$

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/24h;

ρ_k - khối lượng riêng của không khí ở nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí trong buồng bảo quản, kg/m^3.

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 24h.

Các buồng bảo quản phế phẩm dùng quạt thổi ra đảm bảo bội số tuần hoàn 10 lần thể tích buồng trong 1 giờ.

Dòng nhiệt Q_3 tính cho tải nhiệt của máy nén cũng như của thiết bị.

2.3.1.4 Các dòng nhiệt do vận hành

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}, do mở cửa Q_{44} và dòng nhiệt do xả băng Q_{45}.

$$Q_4 = Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} + Q_{45} \qquad (2\text{-}17)$$

1. Dòng nhiệt do chiếu sáng buồng Q_{41}

Q_{41} được tính theo biểu thức:

$$Q_{41} = AF\text{, W} \qquad (2\text{-}18)$$

F - diện tích của buồng, m^2;

A - nhiệt lượng toả ra khi chiếu sáng $1m^2$ 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 do người toả ra được xác định theo biểu thức:

$$Q_{42} = 350n \text{ ,W} \qquad (2\text{-}19)$$

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. Thực tế số lượng người làm việc trong buồng rất khó xác định và thường không ổn định. 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 $200m^2$: n = 2 43 người

Nếu buồng lớn hơn $200m^2$: n = 3 4 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:

$$Q_{43} = 1000.N \text{ ; W} \qquad (2\text{-}20)$$

N - Công suất động cơ điện (công suất đầu vào), 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. Có thể tham khảo công suất quạt của các dàn lạnh Friga-Bohn nêu trong bảng 2-28. Tổng công suất quạt phụ thuộc năng suất buồng, loại dàn lạnh, hãng thiết bị vv..

Nếu không có các số liệu trên có thể lấy giá trị định hướng sau đây:

Buồng bảo quản lạnh : N = 1 4 4 kW.

Buồng gia lạnh : N = 348 kW.

Buồng kết đông : N = 8416 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 vv...) tính theo biểu thức:

$$Q_{43} = 1000.N.\eta \ ; W \qquad (2\text{-}21)$$

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:

$$Q_{44} = B.F \ , W \qquad (2\text{-}22)$$

B - dòng nhiệt riêng khi mở cửa, W/m^2;

F - diện tích buồng, m^2.

Dòng nhiệt riêng khi mở cửa phụ thuộc vào diện tích buồng và chiều cao buồng 6 m lấy theo bảng dưới đây:

Bảng 2-12. Dòng nhiệt riêng do mở cửa

Tên buồng	B, W/m^2		
	$< 50m^2$	$50 \div 150m^2$	$> 150m^2$
- Buồng gia lạnh, trữ lạnh và bảo quản cá	23	12	10
- Bảo quản lạnh	29	15	12
- Buồng cấp đông	32	15	12
- Bảo quản đông	22	12	8
- Buồng xuất, nhập	78	38	20

Dòng nhiệt B ở bảng trên cho buồng có chiều cao 6m. Nếu chiều cao buồng khác đi, B cũng phải lấy khác đi cho phù hợp. Đối với kho lạnh nhỏ thường độ cao chỉ 3m, nên cần hiệu chỉnh lại 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 vận hành thực tế của con người. Nhiều kho mở cửa xuất hàng thường xuyên khi đó tổn thất khá lớn.

5. Dòng nhiệt do xả băng Q_{45}

Sau khi xả băng nhiệt độ của kho lạnh tăng lên đáng kể, đặc biệt trường hợp xả băng bằng nước, điều đó chứng tỏ có một phần nhiệt lượng dùng xả băng đã trao đổi với không khí và các thiết bị trong phòng. Nhiệt dùng xả băng đại bộ phận làm tan băng trên dàn lạnh và được đưa ra ngoài cùng với nước đá tan, một phần truyền cho không khí và các thiết bị trong kho lạnh, gây nên tổn thất.

Để xác định tổn thất do xả băng có thể tính theo tỷ lệ phần trăm tổng dòng nhiệt xả băng mang vào hoặc có thể xác định theo mức độ tăng nhiệt độ không khí trong phòng sau khi xả băng. Mức độ tăng nhiệt độ của phòng phụ thuộc nhiều vào dung tích kho lạnh. Thông thường, nhiệt độ không khí sau xả băng tăng 4÷7°C. Dung tích kho càng lớn thì độ tăng nhiệt độ nhỏ và ngược lại.

a. Xác định theo tỷ lệ nhiệt xả băng mang vào

Tổn thất nhiệt do xả băng được tính theo biểu thức sau :

$$Q_{45} = \frac{a.Q_{BX}}{24x3600}, W \qquad (2\text{-}23)$$

Trong đó :

a- Là tỷ lệ nhiệt truyền cho không khí,

Q_{XB} - Tổng lượng nhiệt xả băng, J

24x3600 - Thời gian một ngày đêm, giây

Tổng lượng nhiệt do xả băng Q_{XB} phụ thuộc hình thức xả băng

**** Xả băng bằng điện trở***

$$Q_{XB} = n.N.\tau_1 \qquad (2\text{-}24)$$

n — Số lần xả băng trong một ngày đêm.

Số lần xả băng trong ngày đêm phụ thuộc tốc độ đóng băng dàn lạnh, tức là phụ thuộc tình trạng xuất nhập hàng, loại hàng và khối lượng hàng. Nói chung trong một ngày đêm số lần xả băng từ 2÷4 lần.

τ_1 - Thời gian của mỗi lần xả băng, giây

Thời gian xả băng mỗi lần khoảng 30 phút.

N - Công suất điện trở xả băng, W

**** Xả băng bằng nước***

$$Q_{XB} = n.G_n.C_p.\Delta t_n.\ \tau_1 \qquad (2\text{-}25)$$

G_n - Lưu lượng nước xả băng, kg/s

C_p - Nhiệt dung riêng của nước, $C_p = 4186$ J/kg.K

Δt_n - Độ chênh nhiệt độ nước vào xả băng và sau khi tan băng

**** Xả băng bằng gas nóng***

$$Q_{XB} = n.Q_k.\tau_1 \qquad (2\text{-}26)$$

Q_k - Công suất nhiệt xả băng, kW

b. Xác định theo độ tăng nhiệt độ phòng

Trong trường hợp biết độ tăng nhiệt độ phòng, có thể xác định tổn thất nhiệt do xả băng như sau:

$$Q_{45} = n.\frac{\rho_{KK}.V.C_{pK}.\Delta t}{24x3600}, W \qquad (2\text{-}27)$$

n — Số lần xả băg trong một ngày đêm;

ρ_{KK} — Khối lượng riêng của không khí, $\rho_{KK} \approx 1{,}2$ kg/m^3

V- Dung tích kho lạnh, m^3

C_{pKK} — Nhiệt dung riêng của không khí, J/kg.K

Δt - Độ tăng nhiệt độ không khí trong kho lạnh sau xả băng, ^oC

Δt lấy theo kinh nghiệm thực tế

c. Tổng nhiệt vận hành

Dòng nhiệt vận hành Q_4 là tổng các dòng nhiệt vận hành thành phần:

$$Q_4 = Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} + Q_{45} \qquad (2\text{-}28)$$

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/m^2.
- Đối với các buồng bảo quản thức ăn chế biến sẵn, đồ ăn, bánh kẹo là 29 W/m^2.

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 10440% dòng nhiệt qua kết cấu bao che Q_1 và dòng nhiệt do thông gió Q_3

$$Q_4 = (0{,}1 \div 0{,}4)(Q_1 + Q_3) \qquad (2\text{-}29)$$

2.3.1.5 Dòng nhiệt do hoa quả hô hấp

Dòng nhiệt Q_5 chỉ xuất hiện ở các kho lạnh bảo quản hoa rau quả hô hấp đang trong quá trình sống và được xác định theo công thức:

$$Q_5 = E.(0,1q_n + 0,9q_{bq}), W \qquad (2\text{-}30)$$

E - dung tích kho lạnh, Tấn;

q_n và q_{bq} - dòng nhiệt do sản phẩm toả ra ở nhiệt độ khi nhập vào kho lạnh và ở nhiệt độ bảo quản trong kho lạnh, W/t; q_n và q_{bq} tra theo bảng 2-13.

Bảng 2-13: Dòng nhiệt toả ra khi sản phẩm 0hô hấp0, W/t, ở các nhiệt độ khác nhau

Thứ tự	Rau hoa quả	Nhiệt độ, ^{0}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

2.3.2 Xác định phụ tải thiết bị, máy nén và tổng hợp các kết quả

2.3.2.1 Phụ tải nhiệt thiết bị

Tải nhiệt cho thiết bị là tải nhiệt dùng để tính toán diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết của thiết bị bay hơi. Công suất giải nhiệt yêu

cầu của thiết bị bao giờ cũng phải lớn công suất máy nén, phải có hệ số dự trữ nhằm tránh những biến động có thể xãy ra trong quá vận hành.

Vì thế, tải nhiệt cho thiết bị được lấy bằng tổng của tất cả các tổn thất nhiệt:

$$Q_o^{TB} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \text{ ,W} \qquad (2\text{-}31)$$

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 thiết bị bay hơi cũng là cơ sở để xác định tải nhiệt các thiết bị khác

- Thiết bị ngưng tụ:

$$Q_K^{TB} = Q_O^{TB}.\frac{q_k}{q_o}\text{, W} \qquad (2\text{-}32)$$

- Thiết bị hồi nhiệt

$$Q_{HN}^{TB} = Q_O^{TB}.\frac{q_{HN}}{q_o}\text{, W} \qquad (2\text{-}33)$$

2.3.2.2 Phụ tải nhiệt máy nén

Do các tổn thất nhiệt trong kho lạnh không đồng thời xảy ra nên công suất nhiệt yêu cầu thực tế sẽ nhỏ hơn tổng của các tổn thất nhiệt. Để tránh lựa chọn máy nén có công suất lạnh quá lớn, tải nhiệt của máy nén cũng được tính toán từ tất cả các tải nhiệt thành phần nhưng tuỳ theo từng loại kho lạnh có thể chỉ lấy một phần tổng của tải nhiệt đó.

Cụ thể, tải nhiệt máy nén được lấy theo tỷ lệ nêu ở bảng định hướng 2-14 dưới đây.

Bảng 2-14: Tỷ lệ tải nhiệt để chọn máy nén

Loại kho	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
- Kho lạnh bảo quản và kho phân phối	100%	100%	-	50-75%	-
- Kho bảo quản thịt	85÷90%		-		-
- Kho bảo quản cá, trung chuyển	100%		-		-
- Kho bảo quản cá của nhà máy chế biến	85%		-		-
- Kho bảo quản hoa quả	100%		100%		100%
- Kho lạnh nhỏ thương nghiệp và đời sống	100%	100%	100%	100%	100%

Năng suất lạnh của máy nén đối với mỗi nhóm buồng có nhiệt độ sôi giống nhau xác định theo biểu thức:

$$Q_0 = \frac{k\sum Q_{MN}}{b}, W \qquad (2\text{-}34)$$

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 k 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:

Bảng 2-15: Hệ số dự trữ k

t_o, °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 kho lạnh lớn (dự tính là làm việc 22h 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.

Các kết quả tính toán kho lạnh rất nhiều và dễ nhầm lẫn, vì thế cần lập bảng để tổng hợp các kết quả.

Các kết quả tổng hợp nên phân thành 2 bảng: bảng tổng hợp các phụ tải nhiệt cho thiết bị và cho máy nén. Mặt khác các kết quả cũng cần tách riêng cho từ buồng khác nhau để có cơ sở chọn thiết bị và máy nén cho từng buồng.

2.4 SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ HỆ THỐNG LẠNH VÀ CẤU TẠO CÁC THIẾT BỊ CHÍNH

2.4.1 Sơ đồ nguyên lý

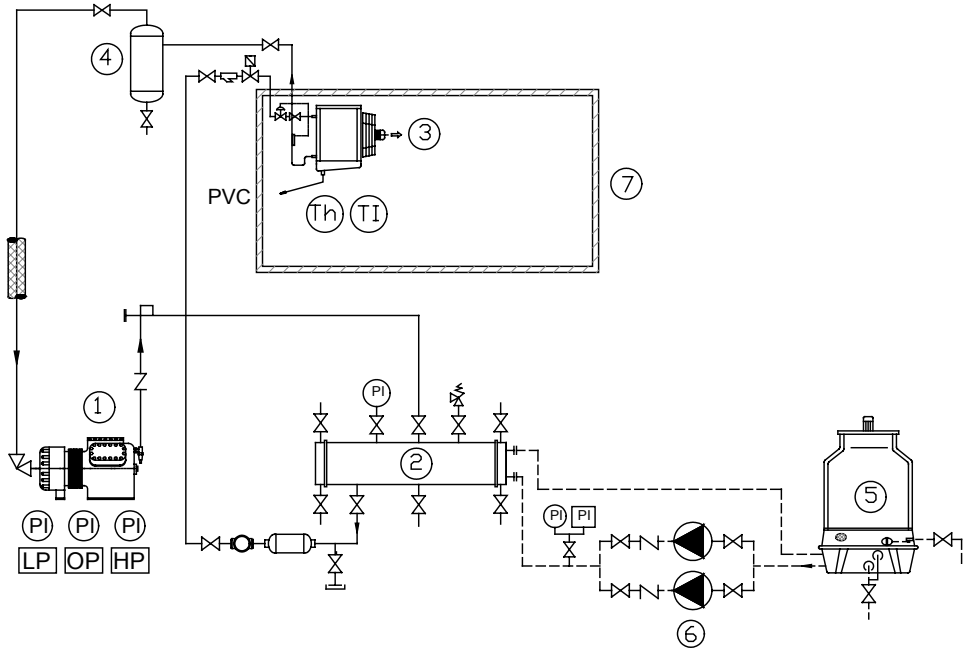
Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh kho bảo quản tương đối đa dạng. Có hai dạng phổ biến nhất hay sử dụng là giải nhiệt bằng gió (dàn ngưng) và giải nhiệt bằng nước (bình ngưng). Trước kia người ta hay sử dụng kiểu giải nhiệt bằng gió, tuy nhiên qua thực tế sử dụng, nhận thấy những ngày mùa hè nóng nực hiệu quả giải nhiệt kém, nhiều hệ thống áp suất ngưng tụ khá cao, thậm chí rơ le áp suất cao ngắt không hoạt động được. Ví dụ ở Đà Nẵng, mùa hè nhiều ngày đạt 38ºC, khi sử dụng dàn ngưng giải nhiệt bằng gió, thì nhiệt độ ngưng tụ có thể đạt 48ºC, nếu kho sử dụng R_{22}, áp suất tương ứng là 18,543 bar. Với áp suất đó rơ le áp suất cao HP sẽ ngắt dừng máy, điều này rất nguy hiểm, sản phẩm có thể bị hư hỏng. Áp suất đặt của rơ le HP thường là 18,5 kG/cm^2.

Vì vậy, hiện nay người ta thường sử dụng bình ngưng trong các hệ thống lạnh của kho lạnh bảo quản. Xét về kinh tế giải pháp sử dụng bình ngưng theo kinh nghiệm chúng tôi vẫn rẻ và có thể dễ dàng chế tạo hơn so với dàn ngưng giải nhiệt bằng không khí.

Trên hình 2-13 giới thiệu sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh thường sử dụng cho các kho lạnh bảo quản trong các xí nghiệp chế biến thuỷ sản hiện nay.

Điểm đặc biệt trong sơ đồ nguyên lý này là bình ngưng kiêm luôn chứac năng bình chứa cao áp. Đối với bình ngưng kiểu này, các ống trao đổi nhiệt chỉ bố trí ở phần trên của bình.

Với việc sử dụng bình ngưng — bình chứa, hệ thống đơn giản, gọn hơn và giảm chi phí đầu tư. Tuy nhiên, nhiệt độ lỏng trong bình thường lớn hơn so với hệ thống có bình chứa riêng, nên áp suất ngưng tụ cao và hiệu quả làm lạnh có giảm.



1- Máy nén lạnh; 2- Bình ngưng; 3- Dàn lạnh; 4- Bình tách lỏng;
5- Tháp giải nhiệt; 6- Bơm giải nhiệt; 7- Kho lạnh

Hình 2-13: Sơ đồ nguyên lý hệ thống kho lạnh

2.4.2 Chọn thiết bị chính

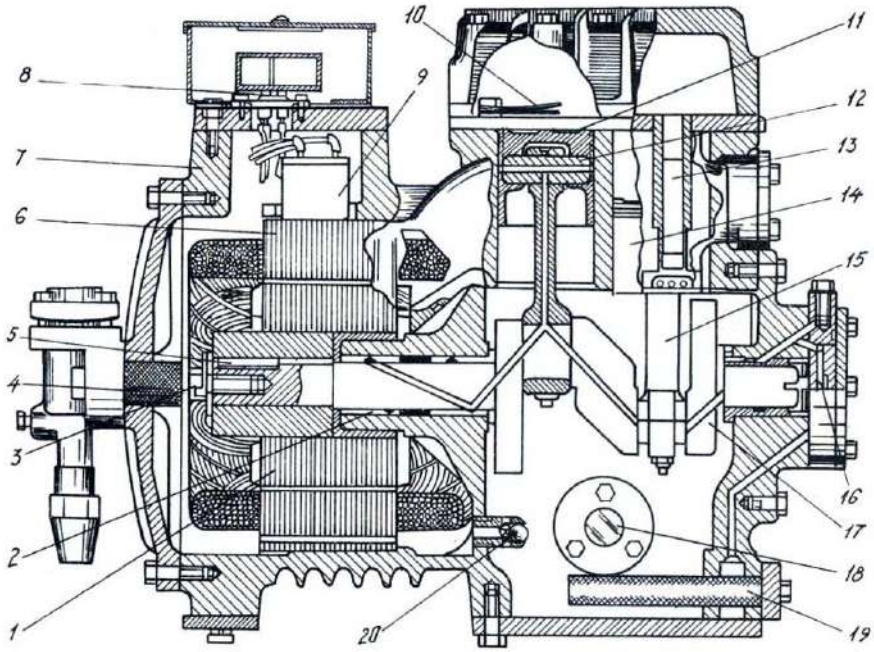
2.4.2.1 Chọn máy nén

Năng suất lạnh đại đa số các kho lạnh bảo quản trong công nghiệp là công suất trung bình, năng suất lạnh nằm trong khoảng 7,5 đến 40 kW. Với công suất như vậy, thích hợp nhất là sử dụng máy nén piston kiểu nửa kín, trong một số trường hợp công suất nhỏ có thể sử dụng máy nén kiểu kín.

Trên hình 2-14 giới thiệu cấu tạo của máy nén piston kiểu nửa kín. Hiện nay có hai chủng máy nén nửa kín được sử dụng rất phổ biến ở nước ta, là máy lạnh COPELAND (Mỹ) và Bitzer (Đức)

Máy nén sử dụng cho các loại kho lạnh thường sử dụng là các máy piston một cấp kiểu hở hoặc nửa kín. Hiện nay trong nhiều nhà máy chế biến thuỷ sản của Việt nam người ta thường sử dụng máy nén COPELAND (Mỹ). Máy nén COPELAND công suất nhỏ và trung bình là loại máy nén pitston kiểu nửa kín. Máy nén Pitston kiểu nửa kín của COPELAND có 02 loại cổ điển (conventional) và kiểu đĩa

(discus). Máy nén "discus" có van kiểu đĩa làm tăng năng suất đến 25% và tiết kiệm chi phí năng lượng 16%. Trên hình 2-15 là cơ cấu van đĩa làm giảm thể tích chết và làm tăng năng suất hút thực của máy nén.



1- Rôto động cơ; 2- Bạc ổ trục; 3- Tấm hãm cố định rôto vào động cơ; 4- Phin lọc đường hút; 5- Then rôto; 6- Stato; 7- Thân máy; 8- Hộp đấu điện; 9- Rơ le quá dòng; 10- Van đẩy; 11- Van hút; 12- Secmăng; 13- Van 1 chiều; 14- Piston; 15- Tay biên; 16- Bơm dầu; 17- Trục khuỷu; 18- Kính xem mức dầu; 19- Lọc dầu; 20- Van 1 chiều đường dầu

Hình 2-14 : Máy nén nửa kín

Bảng 2-17 dưới đây là các thông số kỹ thuật và năng suất lạnh Q_o (kW) của máy nén COPELAND kiểu "DISCUS" loại 1 cấp thường được sử dụng cho kho lạnh ở nhiệt độ ngưng tụ t_k = 37,8 ºC (100 ºF) sử dụng môi chất R_{22} ở các nhiệt độ bay hơi khác nhau.

Hình 2-15: Cơ cấu van đĩa làm giảm thể tích chết

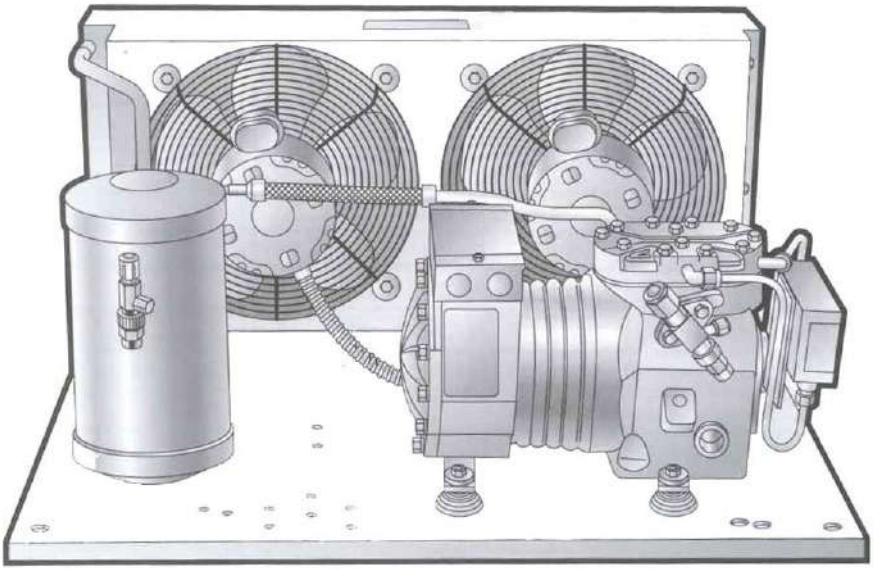
Bảng 2-16: Công suất lạnh máy nén COPELAND, kW

MODEL	$N_{ĐC}$ kW	V_{LT} m^3/h	t_o, (ºF / ºC)											
			55 12,8	45 7,2	35 1,7	25 -3,9	15 -9,4	5 -15	0 -17,8	- 5 -20,6	- 10 -23,3	- 20 -28,8	- 30 -34,4	- 40 - 40
2DF*-0300 (DC)	2,2	21,2							7,8	6,7	5,8	4,1	2,8	1,8
2DL*-0400 (DC)	3,0	23,6							9,1	7,9	6,9	4,8	3,2	2,0
2DC*-0500 (DC, LA)	3,7	16,8	22,9	18,7	15,0	11,6	9,1	6,9	5,9	5,0	4,1	3,3	2,6	1,9
2DD*-0500 (RG)	3,0	23,6	26,5	21,9	17,0	13,7	10,8	8,3	7,1	6,1	5,1			
2DF*-0500 (DC, LV)	3,7	21,2				13,0	10,9	8,8	7,8	6.7	5,8	4,1	2,8	1,8
2DA*-0600 (DC)	3,7	37,9							10,1	9,1	7,8	5,7	4,0	2,6
2DB*-0600 (DC)	4,5	27,9							11,1	9,6	8,3	6,1	4,3	2,9
3DA*-0600 (DC)	4,5	32,1							12,4	10,7	9,2	6,7	4,8	3,2
2DL*-0750 (RG)	5,6	23,6	33,1	27,1	21,9	16,5	13,1	10,0	8,7	7,4	6,2			
2DA*-0750 (DC, LA)	5,6	26.6	37,5	30,8	24,8	19,0	15,0	11,6	10,0	8,4	6,9	5,9	3,8	1,8
3DA*-0750 (AR,DC)	5,6	32,1	44,8	36,9	30,2	23,1	18,5	14,6	12,3	10,7	9,2	6,5	4,3	2,7
3DB*-0750 (DC)	5,6	37,9							15,0	13,2	11,5	8,7	6,3	4,3
3DB*-0900 (DC, LV)	6,7	37,9	53,9	44,2	35,7	27,1	21,7	17,3	15,0	13,0	11,2	8,0	5,4	3,5
3DF*-0900 (DC)	6,7	44,9							17,8	15,7	13,7	10,2	7,3	4,9
3DB*-1000 (RG)	7,5	37,9	52,4	43,7	35,7	27,7	22,3	17,8	15,7	13,9	12,2			
3DS*-1000 (DC)	7,5	49,9							19,9	17,5	15,3	11,4	8,1	5,4
4DA*-1000 (DC)	7,5	56,0							20,8	18,8	16,6	12,5	8,8	5,7
3DF*-1200 (RG)	9,0	44,9		52,1	41,9	32,2	25,7	20,4	17,9	15,9	13,9			
3DS*-1500 (DC)	11,2	49,9	70,6	58,3	47,8	36,3	29,0	22,9	20,2	17,8	15,5	11,4	8,1	5,4
4DL*-1500 (DC, OC)	11,2	70,7							27,7	24,5	21,5	16,1	11,7	8,1
4DA*-2000 (DC, LA)	14,9	56,0	77,4	65,3	52,7	38,7	30,5	23,6	20,7	18,1	15,7	12,0	8,8	5,7

4DB*-2200 (RG)	16,4	65,1	88,8	73,8	60,4	45,1	36,0	27,0	22,4	18,5	16,0			
4DT*-2200 (DC, OC)	16,4	84,5							33,4	28,5	24,6	18,5	13,9	9,6
4DH*-2500 (RG)	18,7	70,7	96,7	80,3	65,6	51,9	40,7	31,4	27,4	24,2	21,6			
6DL*-2700 (DC, OC)	20,1	106,1							41,0	36,6	32,2	24,0	16,9	11,1
4DJ*-3000 (RG)	22,4	84,5	115	95,2	78,2	61,2	48,3	37,8	33,1	28,9	25,3			
6DB*-3000 (RG)	22,4	97,7	134	110	89,4	68,6	56,5	44,5	38,7	32,8	27,0			
6DT*-3000 (DC,DS,OC)	22,4	126,8							47,5	41,6	36,6	27,7	20,2	13,7
6DH*-3500 (RG)	26,1	106,1	146	120	97,9	73,8	59,5	47,2	41,9	37,2	32,5			
6DG*-3500 (RG)	26,1	116,9	156	128	105	81,2	65,3	51,6	45,4	40,7	36,0			
6DJ*-4000 (DS, RG)	29,8	126,8	169	141	116	88,2	70,9	56,3	49,5	43,4	37,5			
8DP*-5000 (DS)	37,3	151,7	207	170	138	104	84,1							
8DS*-6000 (DS)	44,8	179,5	240	197	159	120	96,4							
33D*-12AA (DC)	9,0	64,3				24,8	21,4	18,5	13,5	9,6	6,4			
33D*-15AA (DC,AR)	11,2	64,3				46,3	36,9	29,2	24,6	21,4	18,4	13,0	8,6	5,4
33D*-15BB (DC)	11,2	75,8							29,9	26,4	23,1	17,3	12,5	8,6
33D*-18BB (DC,LV)	13,4	75,8				54,2	43,4	34,6	29,9	26,1	22,4	16,1	10,9	7,0
33D*-18FF (DC)	13,4	89,8							35,7	31,4	27,4	20,3	14,5	9,8
33D*-20BB (RG)	14,9	75,8				55,4	44,5	35,5	31,4	27,8	24,4			
33D*-20SS (DC)	14,9	99,8							39,8	34,9	30,5	22,7	16,2	10,8
44D*-20AA (DC)	14,9	111,9							41,9	37,5	33,1	25,0	17,6	11,5
33D*-24FF (RG)	17,9	89,8				64,5	51,6	40,7	35,7	31,9	28,1			
33D*-30SS (DC)	22,4	99,8				72,7	58,0	46,0	40,4	35,5	31,1	22,8	16,2	10,8
44D*-30LL (DC, OC)	22,4	141,5							55,4	48,9	43,1	32,2	23,3	16,2
44D*-40AA (DC,LA)	29,8	111,9				77,4	60,9	47,2	41,3	36,0	31,4	23,9	17,6	11,5
44D*-44BB (RG)	32,8	130,2				90,2	72,1	53,9	44,8	36,9	32,2			
44D*-44TT (DC, OC)	32,8	169,0							66,8	57,1	49,2	36,9	27,8	19,3

Đối với kho lạnh công suất nhỏ có thể chọn cụm máy lạnh ghép sẵn của các hãng, cụm máy lạnh như vậy gồm có đầy đủ tất cả các thiết bị ngoại trừ dàn lạnh. Có thể gọi là cụm máy lạnh dàn ngưng loại máy nén nửa kín (Semi-hermetic Condensing Unit). Các cụm máy lạnh dàn ngưng gồm hai loại, hoạt động ở 2 loại chế độ nhiệt khác nhau: Chế độ nhiệt trung bình và lạnh sâu. Đối với các tổ máy công suất nhỏ người ta thường chỉ thiết kế dùng frêôn. Do đó sử dụng cho kho lạnh rất phù hợp, không sợ môi chất rò rỉ ảnh hưởng tới chất lượng sản phẩm.

Dưới đây xin giới thiệu các thông số kỹ thuật cụm máy lạnh dàn ngưng của hãng Copeland (Mỹ).



Hình 2-16: Cụm máy lạnh dàng ngưng COPELAND

Bảng 2-17 : Công suất lạnh Q_o (W) của các cụm máy lạnh Copeland ở 50Hz
Phạm vi nhiệt độ trung bình Môi chất R_{22}

Model	N (HP)	t_k (°C)	Nhiệt độ bay hơi, °C						
			0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
E2AM-A050	0,5	32		1.025	850	697	547	424	325
		43		883	725	585	454	352	269
		49		802	657	529	411	318	
E2AM-A075	0,75	32		1.660	1.370	1.133	900	697	534
		43		1.420	1.170	950	752	583	446
		49		1.290	1.058	867	678	526	
E2AM-A100	1,0	32		2.250	1.870	1.530	1.210	936	716
		43		1.920	1.590	1.290	1.010	781	598
		49		1.760	1.440	1.170	910	704	
D2AM-A0150	1,5	32		3.840	3.140	2.500	1.950	1.510	1.150
		43		3.320	2.680	2.120	1.620	1.220	920
		49		3.080	2.480	1.940	1.470	1.110	820
D2AM-A0202	2,0	32		4.260	3.410	2.720	2.120	1.630	1.240
		43		3.580	2.840	2.220	1.720	1.340	1.020
		49		3.260	2.570	2.010	1.550		
D3AM-A0300	3,0	32		7.620	6.280	5.050	3.920	3.020	2.300

		43		6.440	5.220	4.170	3.200	2.480	1.890
		49		5.870	4.700	3.690	2.790		
		32	12.400	10.300	8.420	6.650	5.180	3.990	3.030
D3AM-A0500	5,0	43	10.600	8.920	7.200	5.620	4.380	3.400	2.580
		49	9.670	8.130	6.570	5.120	3.990		
		32	17.000	14.400	11.900	9.420	7.330	5.650	4.290
D3AM-A0750	7,5	43	14.400	12.300	10.200	8.170	6.360	4.930	3.750
		49	13.200	11.300	9.300	7.470	5.820		
		32	25.700	21.700	18.200	14.700	11.500	8.880	6.750
D3AM-A1000	10	43	22.700	19.100	15.500	12.200	9.520	7.380	5.610
		49	21.200	17.700	14.200	10.920	8.540		
		32	32.600	27.300	22.200	17.400	13.600	10.500	7.940
D3AM-A1500	15	43	27.900	23.300	18.600	14.300	11.100	8.630	6.560
		49	25.600	21.200	16.700	12.700	9.880		

Bảng 2-18 : Công suất lạnh Q_o (W) của các cụm máy lạnh ở 50Hz Phạm vi nhiệt độ thấp Môi chất R22

Model	N (HP)	t_k (°C)	Nhiệt độ bay hơi, °C						
			-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
		32		1.480	1.230	992	762	578	424
EKAL-A075	0,75	43		1.300	1.070	842	647	486	352
		49		1.180	967	766	585	439	317
		32		1.950	1.560	1.260	1.000	752	546
EKAL-A100	1,0	43		1.700	1.350	1.080	850	631	452
		49		1.540	1.220	975	768	571	409
		32		2.500	1.950	1.510	1.150	867	616
D2AM-0150	1,5	43		2.120	1.620	1.220	917	670	458
		49		1.940	1.470	1.110	824	587	387
		32		4.170	3.290	2.570	1.960	1.450	1.080
DKAL-0202	2,0	43		3.640	2.850	2.210	1.670	1.220	892
		49		3.310	2.590	2.010	1.500	1.110	805
		32		6.190	5.000	3.900	2.890	2.040	1.450
DLAL-0301	3,0	43		5.420	4.320	3.330	2.450	1.720	1.210
		49		4.920	3.920	3.020	2.220	1.550	1.090
		32		7.240	5.850	4.560	3.380	2.390	1.700
DLAL-0401	4,0	43		6.340	5.050	3.900	2.870	2.010	1.420
		49		5.760	4.590	3.530	2.600	1.810	1.280
		32		9.500	7.670	6.060	4.650	3.440	2.450
CMDL-0400	4,0	43		8.250	6.650	5.190	3.940	2.890	2.030
		49		7.520	6.040	4.710	3.570	2.610	1.830
		32		11.300	9.080	7.270	5.680	4.290	3.130
CMDL-0602	6,0	43		9.920	7.900	6.230	4.820	3.610	2.600
		49		9.000	7.170	5.650	4.360	3.260	2.340
CMDL-0750	7,5	32		15.600	12.700	10.170	8.050	6.210	4.630
		43		13.600	10.900	8.750	6.830	5.220	3.840

		49		12.400	10.000	7.910	6.180	4.720	3.470
CMDL-10000	10	32 43 49		21.300 18.600 17.000	17.200 14.900 13.600	13.700 11.800 10.700	10.800 9.080 8.240	8.090 6.790 6.140	5.840 4.850 4.380

Hình 2-17: Máy nén trục vít Grasso (Đức)

Đối với hệ thống kho lạnh công suất lớn có thể sử dụng máy nén trục vít. Máy nén trục vít có ưu điểm là có độ bền cao và ít rung động do môi chất tuần hoàn liên tục. Hình 2-17 và bảng 2-19 dưới đây trình bày hình dạng bên ngoài và đặc tính kỹ thuật của máy nén trục vít chủng loại SP1 của hãng GRASSO (Đức).

Bảng 2-19: Công suất lạnh máy nén trục Vít Grasso chủng loạ SP1 Q_o (kW) ở n = 2940 Vòng/phút

Loại	Nhiệt độ bay hơi/ nhiệt độ ngưng tụ, °C									
	NH3				R22				R134a	
	-35/+40		-10/+35	0/+45	-35/+40		-10/+35	0/+45	-10/+35	0/+45
C	38	48	137	191	40	58	129	166	78	91

D	45	56	160	224	47	68	151	194	91	107
E	54	68	192	269	56	82	182	233	109	129
G	64	80	227	318	66	97	215	275	130	153
H	82	102	290	407	85	124	275	352	166	195
L	96	120	342	480	100	146	324	415	196	230
M	122	154	433	608	127	184	410	526	245	287
N	167	211	564	791	174	252	535	686	308	362
P	155	194	524	734	159	231	489	628	285	335
R	200	250	678	948	205	298	632	811	367	433
S	248	310	839	1176	255	370	784	1006	457	537
V	323	404	1090	1515	330	480	1020	1303	587	691
Y	452	565	1530	2121	462	673	1428	1825	822	966
Z	541	677	1827	2539	553	805	1710	2184	984	1157
α	640	800	2160	3002	654	952	2022	2583	1153	1354
β	828	1051	2757	3832	852	1240	2579	3296	1488	1748
γ	978	1241	3256	4526	1006	1465	3046	3893	1757	2064
δ	1157	1469	3854	5357	1191	1734	3606	4608	2080	2443

2.4.2.2 Thiết bị ngưng tụ

Có rất nhiều kiểu bình ngưng khác nhau được sử dụng để lắp đặt cho các kho lạnh. Hiện nay các bình ngưng của của các hãng như Guntner (Đức), Friga-Bohn (Anh) và rất nhiều hãng khác đã và đang được sử dụng khá phổ biến ở nước ta. Ngoài ra nhiều công ty nước ta cũng có khả năng chế tạo được bình ngưng ống đồng và ống thép cho các hệ thống lạnh frêôn và NH_3.

Ưu điểm của việc sử dụng bình ngưng là chế độ làm việc ổn định, ít phụ thuộc vào điều kiện môi trường và hiệu quả giải nhiệt cao.

Dưới đây là các thông số kỹ thuật của các bình ngưng của hãng Friga-Bohn (Anh)

Bảng 2-20: Thông số kỹ thuật của bình ngưng hãng Friga-Bohn (Anh)

MODEL	Q_K (kW)	G_n (m^3/h)	ΔP (mH_2O)	M (kg)	Kích thước, mm			Gas vào	Lỏng ra
					Dài	Rộng	Cao		
AS 7,5-1-5	8,0	1,2	3,6	42	556	175	270	5/8	1 /2
AS 10-1-5	10,7	1,6	3,6	43	556	175	270	5/8	1 /2
AS 15-1-5	16,0	2,4	3,6	45	566	175	270	5/8	1 /2
AS 20-1-8	18,6	3,2	2,4	45	856	175	270	5/8	1 /2
AS 25-1-5	24,0	3,6	3,6	47	556	175	240	5/8	1 /2

AS 30-1-8	27,9	4,8	2,4	47	856	175	270	7/8	5/8
AS 35-1-5	34,6	5,2	3,6	48	556	175	240	7/8	5/8
AS 40-1-10	36,9	4,8	3,3	51	1056	175	270	7/8	5/8
AS 45-1-8	41,8	7,2	2,4	50	856	175	240	7/8	5/8
AS 55-1-10	55,3	7,2	3,3	55	1056	175	270	1-1/8	7/8
AS 60-1-8	60,3	10,4	2,4	53	856	175	240	1-1/8	7/8
AS 70-2-10	67,8	8,9	3,4	72	1105	220	330	1-1/8	7/8
AS 80-1-10	80,6	10,6	3,4	60	1056	175	240	1-1/8	7/8
AS 100-2-15	103,1	13,4	2,7	89	1605	220	375	1-3/8	1-1/8
AS 110-2-10	107,5	14,0	3,3	86	1105	220	330	1-3/8	1-1/8
AS 115-2-18	114,1	13,4	3,0	99	1905	220	375	1-3/8	1-1/8
AS 120-1-15	121,7	15,9	2,7	65	1556	175	250	1-3/8	1-1/8
AS 140-1-18	135,8	15,9	2,0	73	1856	175	265	1-5/8	1-3/8
AS 160-2-10	159,6	20,8	3,3	83	1105	220	330	1-5/8	1-3/8
AS 170-2-15	164,4	21,4	2,8	106	1605	220	375	1-5/8	1-3/8
AS 180-2-18	182,8	21,4	3,0	118	1905	220	375	1-5/8	1-3/8
AS 220-3-15	218,2	28,2	2,7	171	1660	325	569	2-1/8	1-3/8
AS 240-2-15	244,3	31,8	2,8	108	1605	220	375	2 1-5/8	1-3/8
AS 250-3-18	245,8	28,2	3,0	195	1960	325	569	2 1/8	1-3/8
AS 270-2-18	271,6	31,8	3,0	123	1905	220	375	2 1-5/8	1-3/8
AS 320-3-15	324,2	42,2	2,8	192	1660	325	569	2 1/8	1-5/8
AS 350-3-18	360,4	42,2	3,0	220	1960	325	569	2 5/8	1-5/8
AS 400-3-24	385,2	57,5	1,1	240	2560	325	569	2 5/8	1-5/8
AS 450-2-24	426,1	63,6	1,1	170	2505	220	375	2 1-5/8	1-5/8
AS 550-3-18	548,9	64,3	3,0	270	1960	325	569	2 5/8	2-1/8
AS 600-3-24	565,5	84,4	1,1	330	2560	325	569	2 5/8	2-1/8
AS 650-3-18	658,4	77,1	3,0	280	1960	325	569	2 5/8	2-1/8
AS 850-3-24	860,7	128,5	1,1	340	2560	325	569	2 2-5/8	2-5/8
AS 100-3-24	1032,9	154,2	1,1	350	2560	325	569	2 2-5/8	2-5/8
AS 1200-4-24	1196,9	178,7	1,1	500	2596	410	598	2 3-1/8	3-1/8
AS 1500-4-24	1516,5	226,4	1,1	560	2596	410	598	2 3-1/8	3-1/8
AS 1700-4-24	1688,7	252,1	1,1	600	2596	410	598	2 3-5/8	3-5/8

Đối với hệ thống NH_3 người ta sử dụng các ống thép trơn C_{20} làm ống trao đổi nhiệt, đối với các hệ thống frêôn người ta sử dụng ống đồng có cánh bên ngoài (tức là về phía môi chát frêôn. Đối với ống

thép có thể hàn hoặc núc vào hai mặt sàng, đối với ống đồng sử dụng phương pháp núc.

* *Dàn ngưng không khí:* Dàn ngưng không khí cho các môi chất lạnh frêôn là thiết bị trao đổi nhiệt ống đồng (hoặc ống sắt nhúng kẽm nóng) cánh nhôm. Dàn có 2 dạng: Thổi ngang và thổi đứng. Dàn ngưng có cấu tạo cho phép có thể đặt ngoài trời. Trên hình 2-17 là dàn ngưng thổi đứng thường được sử dụng cho các kho lạnh.

Hình 2-18: Dàn ngưng không khí

Bảng dưới đây giới thiệu các thông số kỹ thuật của dàn ngưng không khí hãng FRIGA-BOHN (Anh) trong khoảng 20 KW đến 100KW

Bảng 2-21: Thông số kỹ thuật của dàn ngưng hãng Friga-Bohn (Anh)

MODEL	Qo, kW		Lp (dB) ở 10m	Y/Δ	F (m^2)	V (m^3/h)	N (kW)	Ống vào	Ống ra	M (kg)
	Δt=11K	Δt=16K								
20 B2 SL	20,0	29,1	36	Δ	73	8096	2 x0,17	7/8	5/8	171
20 C1 SL	20,4	29,7	38	Δ	88	6100	0,31	7/8	5/8	148
24 B2 SL	21,2	30,9	31	Y	110	6016	2 x0,09	7/8	7/8	182
25 B2 S	21,5	31,2	39	Y	73	9200	2 x 0,2	7/8	5/8	171
22 A2 R	22,1	32,1	56	Δ	60	9650	2 x0,49	7/8	5/8	110

26 A2 R	22,5	32,8	49	Y	80	7250	2 x0,35	7/8	5/8	117
27 C1 S	23,0	33,4	43	Y	88	7400	0,49	7/8	5/8	149
24 B2 SL	24,0	34,9	36	Δ	110	7176	2 x0,17	7/8	7/8	182
30 C1 S	24,5	35,7	43	Y	117	6500	0,49	1-1/8	7/8	161
25 B2 S	24,6	35,7	46	Δ	73	11776	2 x0,31	7/8	5/8	171
28 B2 N	25,0	36,4	47	Y	73	12236	2 x0,41	7/8	5/8	171
26 A2 R	25,7	37,4	56	Δ	80	9050	2 x0,51	7/8	5/8	117
31 B2 S	26,5	38,6	39	Y	110	8732	2 x 0,2	7/8	7/8	182
27 C1 S	26,8	38,9	48	Δ	88	9700	0,73	7/8	5/8	149
28 B2 N	28,3	41,1	54	Δ	73	15640	2 x0,64	7/8	5/8	171
32 C1 N	28,5	41,5	49	Y	88	11000	1,07	7/8	5/8	153
30 C1 S	29,5	42,9	48	Δ	117	8600	0,73	1-1/8	7/8	161
31 B2 S	31,5	45,5	46	Δ	110	10948	2 x0,32	7/8	7/8	182
32 C1 N	31,6	45,9	54	Δ	88	13500	1,58	7/8	5/8	153
36 B2 N	31,7	46,1	47	Y	110	11224	2 x0,42	7/8	7/8	182
36 C1 N	31,8	46,2	49	Y	117	9700	1,08	1-1/8	7/8	165
41 C2 SL	34,6	50,3	36	Y	176	9500	2 x0,17	1-1/8	1-1/8	249
42 B2 N	35,4	51,4	47	Y	147,6	10304	2 x0,42	1-1/8	7/8	194
36 C1 N	35,8	52,1	54	Δ	117	12100	1,60	1-1/8	7/8	165
36 B2 N	36,4	52,9	54	Δ	110	14352	2 x0,65	7/8	7/8	182
41 C2 SL	40,8	59,3	41	Δ	176	12200	2 x0,31	1-1/8	1-1/8	249
42 B2 N	41,7	60,6	54	Δ	147,6	13248	2 x0,65	1-1/8	7/8	194
54 C2 S	46,0	67,0	46	Y	176	14800	2 x0,49	1-1/8	1-1/8	252
59 C2 S	49,3	71,7	46	Y	234	13000	2 x0,49	1-3/8	1-1/8	276
61 C3 SL	51,9	75,5	38	Y	264	14250	3 x0,17	1-3/8	1-3/8	350
54 C2 S	53,6	78,0	51	Δ	176	19400	2 x0,73	1-1/8	1-1/8	252
63 C2 N	57,3	83,4	52	Y	176	22000	2 x1,07	1-1/8	1-1/8	259
59 C2 S	59,2	86,2	51	Δ	234	17200	2 x0,73	1-3/8	1-1/8	276
61 C3 SL	61,2	89,0	43	Δ	264	18300	3 x0,31	1-3/8	1-3/8	350
63 C2 N	63,3	92,1	57	Δ	176	27000	2 x1,58	1-1/8	1-1/8	259
72 C2 N	63,7	92,7	52	Y	234	19400	2 x1,08	1-3/8	1-1/8	283
76 E2 SL	64,1	93,3	37	Y	335	17072	2 x0,26	1-5/8	1-3/8	437
80 C3 S	69,1	101	48	Y	264	22200	3 x0,49	1-3/8	1-3/8	355
83 C4 SL	69,8	102	39	Y	352	19000	4 x0,17	1-5/8	1-5/8	461
88 C3 S	73,1	106	48	Y	351	19500	3 x0,49	1-5/8	1-3/8	388
72 C2 N	74,1	108	57	Δ	234	24200	2 x1,60	1-3/8	1-1/8	283
76 E2 SL	76,2	111	44	Δ	335	22116	2 x0,43	1-5/8	1-3/8	437

80 C3 S	80,5	117	53	Δ	264	29100	3 x0,73	1-3/8	1-3/8	355
83 C4 SL	82,5	120	44	Δ	352	24400	4 x0,31	1-5/8	1-5/8	461
97 E2 S	84,8	123	48	Y	335	26384	2 x0,78	1-5/8	1-3/8	443
95 C3 N	86,1	125	54	Y	264	33000	3 x1,07	1-3/8	1-3/8	365
103 C5 SL	87,4	127	40	Y	440	23750	5 x0,17	2-1/8	1-5/8	582
88 C3 S	88,0	128	53	Δ	351	25800	3 x0,73	1-5/8	1-3/8	388
113 D4 SL	91,3	133	35	Y	492	24000	4 x0,19	2-1/8	1-5/8	622
108 C4 S	92,7	134	49	Y	352	29600	4 x0,49	1-5/8	1-5/8	467
110 E2 S	92,9	135	48	Y	447	24832	2 x0,79	1-5/8	1-5/8	482
108 C3 N	95,0	138	54	Y	351	29100	3 x1,08	1-5/8	1-3/8	398
113 E3 SL	95,1	139	39	Y	503	25608	3 x0,26	2-1/8	1-5/8	633
95 C3 N	95,1	139	59	Δ	264	40500	3 x1,58	1-3/8	1-3/8	365
110 E2 N	96,9	141	53	Y	335	33376	2 x 1,5	1-5/8	1-3/8	444
97 E2 S	97,4	142	53	Δ	335	33756	2 x1,11	1-5/8	1-3/8	443
119 C4 S	98,9	144	49	Y	468	26000	4 x0,49	1-5/8	1-5/8	515
103 C5 SL	103	150	45	Δ	440	30500	5 x0,31	2-1/8	1-5/8	582
124 C6 SL	105	153	41	Y	528	28500	6 x0,17	2-1/8	2-1/8	683
108 C4 S	107	156	54	Δ	352	38800	4 x0,73	1-5/8	1-5/8	467
108 C3 N	108	157	59	Δ	351	36300	3 x1,60	1-5/8	1-3/8	398
128 E2 N	109	158	53	Y	447	31412	2 x1,53	1-5/8	1-5/8	483
110 E2 N	109	159	58	Δ	335	42698	2 x 2,0	1-5/8	1-3/8	444
110 E2 S	110	160	53	Δ	447	32204	2 x1,13	1-5/8	1-5/8	482

**** Tính toán công suất nhiệt thực tế của dàn ngưng***

Công suất nhiệt của dàn ngưng cho ở bảng trên đây được xác định ở điều kiện tiêu chuẩn cụ thể như sau:

- Độ chênh nhiệt độ $\Delta t_k = 11K$
- Môi chất: R_{22}
- Nhiệt độ môi trường: $t_{mt} = 25^oC$
- Vị trí đặt dàn ngưng so với mặt nước biển: H = 0m

Trong trường hợp, khác với tiêu chuẩn, công suất giải nhiệt dàn ngưng được tính theo công thức:

$$Q_k = Q_k^{TC} \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \qquad (2\text{-}35)$$

1. Hệ số hiệu chỉnh do độ chênh nhiệt độ k_1

Bảng 2-22: Hệ số hiệu chỉnh k_1

Δt, K	8	9	10	**11**	12	13	14	15	16	17	18
k_1	1,38	1,22	1,1	**1**	0,92	0,85	0,79	0,73	0,69	0,65	0,61

2. Hệ số hiêu chỉnh môi chất k_2

Bảng 2-23: Hệ số hiệu chỉnh k_2

Môi chất	R12	R22	R502
K_2	1,05	1	1,025

3. Hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ môi trường k_3

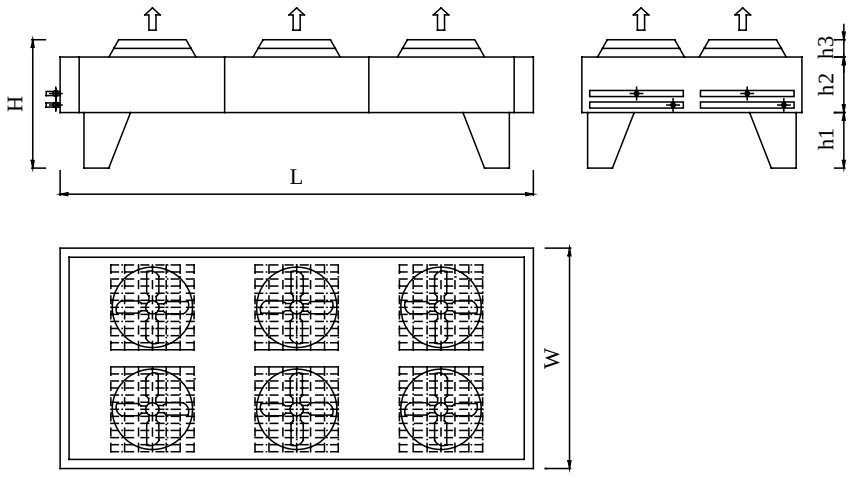
Bảng 2-24: Hệ số hiệu chỉnh k_3

t_{mt}, °C	15	20	**25**	30	35	40	45	50
k_3	0,967	0,982	**1**	1,021	1,04	1,063	1,083	1,104

4. Hệ số hiệu chỉnh độ cao (so với mực nước biển) k_4

Bảng 2-25: Hệ số hiệu chỉnh k_4

H, m	0	200	400	600	800	1000	1200
k_4	1	1,014	1,027	1,043	1,058	1,073	1,089
H, m	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
k_4	1,106	1,122	1,140	1,158	1,176	1,196	1,215



Hình 2-19: Cấu tạo dàn ngưng không khí

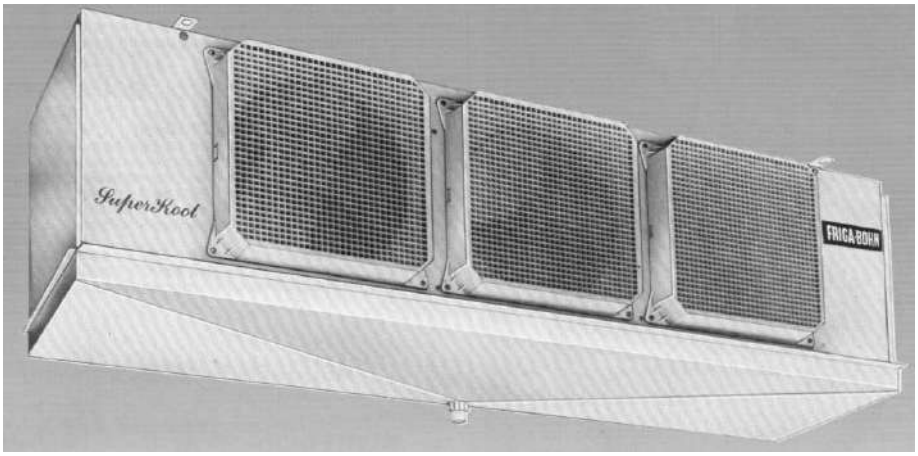
2.4.2.3 Thiết bị bay hơi

Thiết bị bay hơi sử dụng cho các kho lạnh là loại dàn lạnh ống đồng (hoặc ống thép) cánh nhôm, có hoặc không có điện trở xả băng. Đối với kho lạnh nên sử dụng loại có điện trở xả băng vì lượng tuyết bám không nhiều, sử dụng điện trở xả băng không làm tăng độ ẩm trong kho và thuận lợi khi vận hành.

Bảng dưới đây giới thiệu các thông số kỹ thuật của dàn lạnh không khí hãng FRIGA-BOHN (Anh)

Đặc điểm:

- Được sử dụng cho các kho làm lạnh, bảo quản lạnh và bảo quản đông thực phẩm
- Có 6 models có công suất từ 16 đến 100 kW
- Cánh bằng nhôm với bước cánh 4,5mm và 7mm
- Môi chất sử dụng: R12, R22 và R502
- Ống trao đổi nhiệt: ống đồng Φ12,7mm



Hình 2-20: Dàn lạnh không khí Friga-Bohn

Bảng 2-26: Năng suất lạnh dàn lạnh Friga-Bohn, kW

Năng suất	Qo^{TC}, kW (ở t_o=-8ºC, Δt_1 = 8ºC, nhiệt độ dịch lỏng vào 30ºC)						
Bước cánh	KB 2100	KB 2540	KB 3460	KB 4720	KB 6220	KB 7650	KB 12400
4,5mm	16,88	20,43	27,94	37,93	50,03	61,63	86,34
7mm	15,44	18,85	25,54	34,72	46,03	57,14	80,53

Công suất lạnh của các dàn lạnh FRIGA-BOHN ở bảng trên đây được tính ở điều kiện tiêu chuẩn sau đây:

- Nhiệt độ bay hơi t_o= -8ºC
- Độ chênh nhiệt độ giữa không khí đầu vào dàn lạnh và môi chất là Δt_1 = 8ºC
- Nhiệt độ dịch lỏng vào dàn lạnh là 30ºC.

Khi điều kiện vận hành thực tế thay đổi thì phải nhân với hệ số nêu dưới bảng sau đây

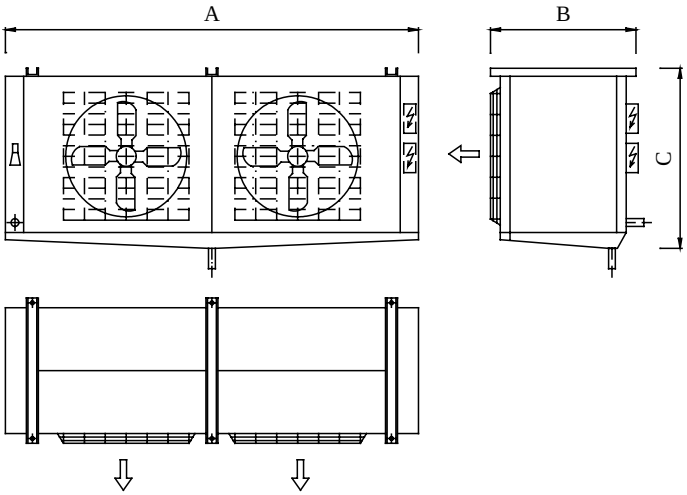
$$Q_o = k_{hc} \times Q_o^{TC} \qquad (2\text{-}36)$$

Bảng 2-27: Hệ số hiệu chỉnh công suất k_{hc}

Δt_1, ºC	6	7	8	9	10
t_o = 0ºC	1,33	1,14	1,00	0,89	0,81
- 5	1,33	1,14	1,00	0,89	0,81
- 10	1,32	1,14	1,00	0,90	0,81
- 15	1,33	1,14	1,01	0,90	0,82
- 20	1,33	1,15	1,02	0,91	0,83
- 25	1,35	1,17	1,04	0,93	0,85
- 30	1,37	1,20	1,06	0,96	0,87
- 35	1,41	1,24	1,10	0,99	0,91
- 40	1,47	1,29	1,15	1,05	0,97

Bảng 2-28: Bảng thông số kỹ thuật của dàn lạnh FRIGA-BOHN

MODEL KB	Chiều dài (mm)	Chiều cao (mm)	Chiều sâu (mm)	ống lỏng vào	ống ga ra	N quạt W	Khối lượng, kg
2 100	1753	680	720	1 -1/8”	1-3/8”	520	98
2 540	2083	680	720	1 -1/8”	1-5/8”	520	139
3 460	2083	908	741	1-3/8”	1-5/8”	700	185
4 720	2870	842	844	1-5/8”	2-1/8”	700	249
6 220	3017	1231	1086	1-5/8”	2-1/8”	1200	308
7 650	3552	1231	1086	1-5/8”	2-1/8”	1200	396
12 400	5534	1231	1086	1-5/8”	2-1/8”	1200	650

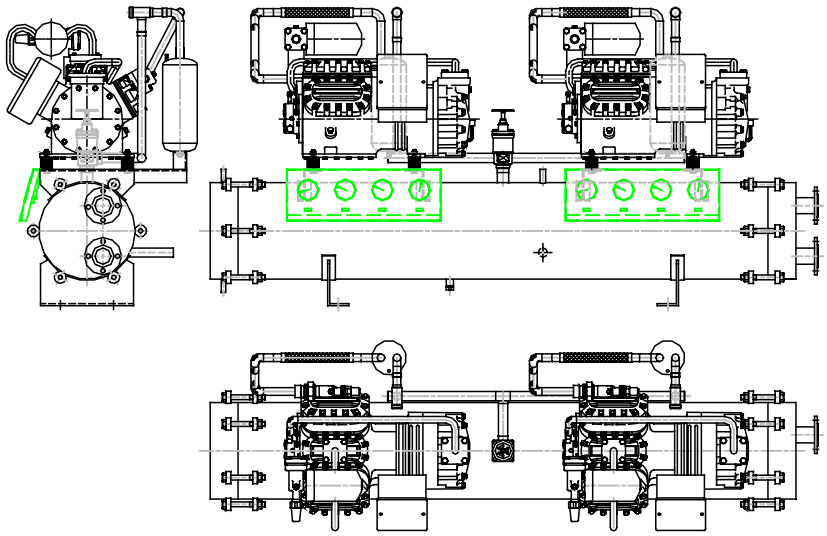


Hình 2-21: Cấu tạo dàn lạnh không khí Friga-Bohn

2.4.2.4 Cụm máy nén - bình ngưng, bình chứa

Cụm máy nén, thiết bị ngưng tụ và bình chứa hệ thống lạnh kho bảo quản thường được lắp đặt thành một cụm gọi là cụm condensing unit.

Cụm máy nén, bình ngưng, bình chứa được bố trí trong gian máy hoặc bên cạnh kho lạnh. Nói chung kích thước của cụm tương đối nhỏ gọn dễ bố trí lắp đặt. Các cụm máy như vậy thường có hai dạng:



Hình 2-22: Cụm máy nén - bình ngưng, bình chứa

- Nếu sử dụng bình ngưng: Người ta sử dụng thân bình ngưng để lắp đặt cụm máy, tủ điện điều khiển và tất các thiết bị đo lường và điều khiển. Trường hợp này không cần khung lắp đặt (Hình 2-21)

- Nếu sử dụng dàn ngưng: Người ta lắp đặt dàn ngưng, máy nén, bình chứa và các thiết bị khác lên 01 khung thép vững chắc, bình chứa đặt ở dưới khung

2.4.2.5 Môi chất, đường ống

Môi chất được sử dụng trong các hệ thống lạnh kho bảo quản là các môi chất Frêôn đặc biệt là R_{22}. Người ta ít sử dụng môi chất NH_3 vì môi chất NH_3 độc và có tính chất làm hỏng sản phẩm bảo quản nếu rò rỉ trong kho. Khi xảy ra sự cố rò rỉ ga có thể gây ra thảm hoạ cho các doanh nghiệp, đặc biệt các doanh nghiệp xuất khẩu, trị giá hàng rất lớn.

Vì hệ thống lạnh kho lạnh sử dụng môi chất frêôn nên hệ thống đường ống là ống đồng

* * *

CHƯƠNG III
HỆ THỐNG LẠNH MÁY ĐÁ

3.1 MỘT SỐ VẤN ĐỀ CẦN QUAN TÂM KHI SẢN XUẤT NƯỚC ĐÁ

3.1.1 Nồng độ tạp chất cho phép

Nước đá có vai trò rất quan trọng trong đời sống và trong công nghiệp. Trong công nghiệp người ta sử dụng nước đá để ướp lạnh bảo quản thực phẩm, rau quả chống hư hỏng. Trong đời sống vai trò nước đá càng quan trọng hơn như phục vụ giải khát, giải trí. Nước đá còn có vai trò quan trọng như tạo sân băng trượt băng nghệ thuật.

Trong công nghiệp chế biến thực phẩm nước đá thường được sử dụng dưới nhiều dạng dạng: đá cây, đá vảy, đá tấm, vv... Chúng đều được sử dụng để ướp đá thực phẩm trong quá trình chế biến.

Chất lượng nước đá chịu tác động của rất nhiều yếu tố: Các thành phần trong nước, phương pháp làm lạnh. Thông thường nước đá được lấy từ mạng nước thuỷ cục, các tạp chất và vi sinh vật trong nước không được vượt quá các giá trị qui định ở các bảng dưới đây.

Bảng 3-1: Hàm lượng tạp chất trong nước đá công nghiệp

TT	Tạp chất	Hàm lượng
1	- Số lượng vi khuẩn	100 con/ml
2	- Vi khuẩn đường ruột	3 con/l
3	- Chất khô	01 g/l
4	- Độ cứng chung của nước	7 mg/l
5	- Độ đục (theo hàm lượng chất lơ lửng)	1,5mg/l
6	- Hàm lượng sắt	0,3mg/l
7	- Độ pH	6,5-9,5

3.1.2 Ảnh hưởng của tạp chất đến chất lượng nước đá

Tạp chất hoà tan trong nước làm cho chất lượng và thẩm mỹ của đá bị biến đổi. Các tạp chất có thể tạo ra màu sắc, màu đục không trong suốt. Một số tạp chất làm cho đá dễ bị nứt nẻ. Một số tạp chất tách ra được khi đông đá tạo thành cặn bẫn nằm ở đáy, nhưng một số tạp chất

lại không tách ra được trong quá trình đóng băng, có tạp chất khi hoà tan trong nước làm cho đá khó đông hơn, do nhiệt độ đóng băng giảm. Dưới đây là ảnh hưởng của một số tạp chất đến chất lượng đá.

Bảng 3-2: Ảnh hưởng của tạp chất đến chất lượng nước đá

TT	*Tạp chất*	*Ảnh hưởng*	*Kết quả sau chế biến*
1	Cacbonat canxi $CaCO_3$	- Tạo thành chất lắng bẫn ở dưới hoặc ở giữa cây	Tách ra được
2	Cacbonat magiê $MgCO_3$	- Tạo thành chất lắng bẫn và bọt khí, làm nứt đá ở nhiệt độ thấp	Tách ra được
3	Ôxit sắt	- Tạo chất lắng màu vàng hay nâu và nhuộm màu chất lắng canxi và magiê	Tách ra được
4	Ôxit silic và ôxit nhôm	- Tạo chất lắng bẫn	Tách ra được
5	Chất lơ lửng	- Tạo cặn bẫn	Tách ra được
6	Sunfat natri clorua va sunfat canxi	- Tạo các vết trắng ở lõi, làm đục lõi và tăng thời gian đóng băng. Không tạo chất lắng	Không thay đổi
7	Clorua canxi và sunfat magiê	- Tạo chất lắng xanh nhạt hay xám nhạt ở lõi, kéo dài thời gian đông và tạo lõi không trong suốt.	Biến đổi thành sunfua canxi
8	Clorua magiê	- Tạo vết trắng, không có cặn	Biến đổi thành clorua canxi
9	Cacbonat natri	- Chỉ cần một lượng nhỏ cũng làm nứt đá ở nhiệt độ dưới -9ºC. Tạo vết màu trắng ở lõi, kéo dài thời gian đóng băng. Tạo đục cao và không có cặn	Biến đổi thành cacbonat natri

3.1.3 Phân loại nước đá

Có rất nhiều loại nước đá khác nhau tuỳ thuộc vào màu sắc, nguồn nước, hình dáng và mục đích của chúng.

3.1.3.1 Phân loại theo màu sắc

Theo màu sắc người ta phân ra 03 loại đá: đá đục, đá trong và đá pha lê.

a) Nước đá đục

Nước đá đục là nước đá có màu đục, không trong suốt, màu sắc như vậy là do có tạp chất ở bên trong. Về chất lượng, nước đá đục không thể sử dụng vào mọi mục đích được mà chỉ sử dụng trong kỹ thuật, công nghiệp nên gọi là nước đá kỹ thuật. Các tạp chất trong nước đá đục có thể ở dạng rắn, lỏng hoặc khí

- Các chất khí: ở nhiệt độ 0^oC và áp suất khí quyển, nước có khả năng hoà tan khí với hàm lượng đến 29,2 mg/l, tức cỡ 0,03% thể tích. Khi đóng băng các chất khí tách ra tạo thành bọt khí và bị ngậm ở giữa tinh thể đá. Dưới ánh nắng, các bọt khí phản xạ toàn phần nên nhìn không trong suốt và có màu trắng đục.

- Các chất tan và chất rắn: Trong nước thường chứa các muối hoà tan, như muối canxi và muối magiê. Ngoài các muối hoà tan còn có các chất rắn lơ lửng như cát, bùn, đất, chúng lơ lửng ở trong nước. Trong quá trình kết tinh nước đá có xu hướng đẩy các chất tan, tạp chất, cặn bẫn và không khí ra. Quá trình kết tinh thực hiện từ ngoài vào trong nên càng vào trong tạp chất càng nhiều. Sau khi toàn bộ khối đã được kết tinh, các tạp chất, cặn bẫn thường bị ngậm lại ở tâm của khối đá. Các tạp chất này làm cho cây đá không trong suốt mà có màu trắng đục.

b) Nước đá trong

Nước đá trong là nước đá trong suốt, dưới tác dụng của các tia sáng phản xạ màu xanh phớt. Để có nước trong suốt cần loại bỏ các chất tan, huyền phù và khí trong nước. Vì vậy khi tan không để lại chất lắng.

Có thể loại bỏ các tạp chất ngay trong quá trình kết tinh của đá bằng cách vớt bỏ tạp chất nổi trên bề mặt đá khi kết tinh, tránh cho không bị ngậm giữa các lớp tinh thể.

Để sản xuất đá trong bắt buộc phải sử dụng nguồn nước chất lượng tốt thoả mãn các điều kiện nêu trong bảng 3-3.

Khi chất lượng nước không tốt, để tạo ra đá trong có thể thực hiện bằng cách:

- Cho nước luân chuyển mạnh, nâng cao nhiệt độ đóng băng lên -6÷-8^oC, có thể thực hiện làm sạch bằng cách kết tinh chậm ở -2 ÷-4^oC.

- Làm mềm nước: tách cacbônat canxi, magiê, sắt, nhôm bằng vôi sống. Ví dụ tách Ca^+ như sau:

$$Ca(OH)_2 + Ca(CHO_3)_2 = 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

Trong quá trình tách các thành phần này các chất hữu cơ lơ lửng trong nước cũng đọng lại với các hợp chất cacbônat. Quá trình tách các hợp chất cacbônat kết tủa có thể thực hiện bằng cách lọc.

Bảng 3-3: Hàm lượng cho phép của các chất trong nước

TT	*Tạp chất*	*Hàm lượng tối đa*
1	- Hàm lượng muối chung	250 mg/l
2	- Sunfat + 0,75 clorua + 1,25 natri cacbonat	170 mg/l
3	- Muối cứng tạm thời	70 mg/l
4	- Hàm lượng sắt	0,04 mg/l
5	- Tính ôxi hoá O_2	3 mg/l
6	- Độ pH	7

Sử dụng vôi sống không khử được iôn sắt nên thường cho ngậm khí trước lúc lọc, iôn sắt kết hợp CO_2 tạo kết tủa dễ dàng lọc để loại bỏ.

Có thể lọc nước bằng cát thạch anh hay bằng nhôm sunfat. Phương pháp này không những đảm bảo làm mềm nước, tích tụ các hợp chất hữu cơ và vôi mà còn chuyển hoá bicacbonat thành sunfat, làm giảm độ dòn của đá. Vì thế có thể hạ nhiệt độ cây đá xuống thấp mà không sợ bị nứt.

c) Nước đá pha lê

Khi nước được sử dụng để làm đá được khử muối và khí hoàn toàn thì đá tạo ra là đá pha lê. Đá pha lê trong suốt từ ngoài vào tâm và khi tan không để lại cặn bẫn. Nước đá pha lê có thể được sản xuất từ nước cất, nhưng như vậy giá thành sản phẩm quá cao. Nước đá pha lê khi xay nhỏ ít bị dính nên rất được ưa chuộng.

Nước đá pha lê có thể sản xuất ở các máy sản xuất đá nhỏ nhưng phải đảm bảo tốc độ trên bề mặt đóng băng lớn và khử muối sạch.

Khối lượng riêng của đá pha lê cỡ 910 đến 920 kg/m^3.

3.1.3.2 Phân loại theo hình dạng

Theo hình dạng có thể phân ra nhiều loại đá khác nhau như sau:

- Máy đá cây: đá cây có dạng khối hộp, để thuận lợi cho việc lấy cây đá ra khỏi khuôn ít khi người ta sản xuất dưới dạng khối hộp chữ nhật mà dưới dạng chóp phía đáy thường nhỏ hơn phía miệng. Đá cây được kết đông trong các khuôn đá thường có các cỡ sau: 5; 12,5 ; 24;

50 ; 100; 150 ; 200; 300 kg. Khi rót nước vào khuôn, chỉ nên duy trì nước chiếm khoảng 90% dung tích khuôn, như vậy dung tích thực sự của khuôn lớn hơn dung tích danh định khoảng 10%. Sở dỉ như vậy là vì khuôn phải dự phòng cho sự giãn nở của đá khi đông và nước trong khuôn phải đảm bảo chìm hoàn toàn trong nước muối. Máy đá cây có thời gian đông đá tương đối dài vì khi đông đá, các lớp đá mới tạo thành là lớp dẫn nhiệt kém nên hạn chế truyền nhiệt vào bên trong. Ví dụ máy đá với khuôn 50 kg có thời gian đông đá khoảng 18 giờ.

Đá cây được sử dụng trong sinh hoạt để phục vụ giải khát, trong công nghiệp và đời sống để bảo quản thực phẩm. Hiện nay một số lượng lớn đá cây được sử dụng cho ngư dân bảo quản cá khi đánh bắt xa bờ và lâu ngày. Hiện nay ở nước ta người dân vẫn quen sử dụng đá cây để cho giải khát với số lượng khá lớn.

- Máy đá tấm: Có dạng hình tấm được sản xuất bằng cách phun nước lên bề mặt dàn lạnh dạng tấm. Kích cỡ của đá tấm: dài từ 3 ÷ 6 m, cao 2 ÷ 3 m, dày 250÷300mm. Khối lượng từ 1,5 đến 2,5 tấn.

- Máy đá vảy: Máy đá vảy có dạng không tiêu chuẩn, được cắt tách ra khỏi bề mặt tạo đá của các thiết bị và gảy vỡ dước dạng các mãnh vỡ nhỏ.

Máy đá vảy được sản xuất nhờ các cối đá dạng hình trụ tròn. Nước được phun lên bên trong hình trụ và được làm lạnh và đóng băng trên bề mặt trụ. Trụ tạo băng có 2 lớp, ở giữa là môi chất lạnh.

Đá vảy được sử dụng phổ biến trong các nhà máy chế biến, đặc biệt ở các nhà máy chế biến thực phẩm và thuỷ sản. Chúng được sử dụng để bảo quản thực phẩm khi nhập hàng và trong quá trình chế biến. Ngày nay nó đã trở thành thiết bị tiêu chuẩn, bắt buộc phải có ở các xí nghiệp đông lạnh, vì chỉ có sử dụng đá vảy mới đảm bảo yêu cầu vệ sinh. Ngoài ra đá vảy cũng có rất nhiều ưu điểm khác như giá thành rẻ, chi phí vận hành, đầu tư nhỏ.

Nước đá vảy có chiều dày rất khác nhau từ 0,5 đến 5mm tuỳ thuộc vào thời gian làm đá. Độ dày này có thể điều chỉnh được nhờ thay đổi tốc độ quay của cối đá hoặc dao cắt đá.

- Máy đá viên (máy đá dạng ống): Nước đá có dạng các đoạn hình trụ rỗng được sản xuất trong các ống Φ57 x 3,5 và Φ38 x 3mm, nên đường kính của viên đá là Φ50 và Φ32. Khi sản xuất đá tạo thành trụ dài, nhưng được cắt nhỏ thành những đoạn từ 30÷100mm nhờ dao cắt

đá. Máy đá viên được sử dụng khá phổ biến trong đời sống, hiện nay nhiều quán giải khát, quán cà phê có sử dụng đá viên.

- Máy đá tuyết: Đá sản xuất ra có dạng xốp như tuyết.

Đá tuyết có thể được ép lại thành viên kích thước phù hợp yêu cầu sử dụng.

3.1.3.3 Phân loại theo nguồn nước sản xuất đá

Theo nguồn nước sử dụng làm đá thì có hai loại máy: Làm đá từ nước ngọt và nước mặn

- Đá nước ngọt được sử dụng trong nhiều mục ích khác nhau: Bảo quản thực phẩm, giải khát, sinh hoạt.

- Đá nước mặn sử dụng bảo quản thực phẩm, đặc biệt sử dụng bảo quản cá khi đánh bắt xa bờ. Nguyên liệu sản xuất đá là nước biển có độ mặn cao. Nhiệt độ đông đặc khá thấp nên chất lượng bảo quản tốt và thời gian bảo quản có thể kéo dài hơn. Để sản xuất đá mặn nhất thiết phải sử dụng phương pháp làm lạnh trực tiếp, vì thế hạn chế tổn thất nhiệt năng.

Dưới đây chúng tôi xin giới thiệu một số hệ thống lạnh máy đá được sử dụng phổ biến trong đời sống và công nghiệp.

3.2 HỆ THỐNG MÁY ĐÁ CÂY

Phương pháp sản xuất đá cây là một trong những phương pháp cổ điển nhất. Đá cây được sản xuất trong các Bú dung dịch muối lạnh, có nhiệt độ khoảng —10ºC. Nước được đặt trong các khuôn có kích thước nhất định, theo yêu cầu sử dụng. Khối lượng thường gặp nhất của các cây đá là 12,5; 25; 50 kg. Ưu điểm của phương pháp sản xuất đá cây là đơn giản, Dụ thực hiện, đá có khối lượng lớn nên vận chuyển bảo quản được lâu ngày, đặc biệt dùng cho việc bảo quản cá, thực phẩm khi vận chuyển đi xa. Ngoài ra đá cây cũng được sử dụng làm đá sinh hoạt và giải khát của nhân dân.

Tuy nhiên, đá cây có một số nhược điểm quan trọng như: chi phí đầu tư, vận hành lớn, các chỉ tiêu Vũ Vử sinh không cao do có nhiều khâu không đảm bảo Vử sinh, tính chủ động trong sản xuất thấp do thời gian đông đá lâu. Đi kèm theo Hử thống máy đá cây phải trang Bỵ thêm nhiều Hử thống thiết Bỵ khác như: Hử thống cẩu chuyển, Hử thống cấp nước khuôn đá, Bú nhúng đá, bàn lật đá, kho chứa đá, máy xay đá. Vì vậy ngày nay trong kỹ thuật chế biến thực phẩm người ta ít

sử dụng đá cây. Nếu có trang Bỵ cũng chỉ nhằm bán cho tàu thuyền đánh cá để bảo quản lâu ngày.

Do khối đá lớn nên sản xuất đá cây thường có thời gian làm đá khá lâu từ 17 đến 20 tiếng, vì vậy để giảm thời gian làm đá người ta có các biện pháp sau:

- Làm lạnh sơ bộ nước trước khi cho vào khuôn đá.
- Bỏ phần lỏi chưa đóng băng, phần nước có nhiều muối hoà tan. Với phương pháp này thời gian làm đông đá giảm 40-50%.
- Giảm nhiệt độ nước muối xuống —15ºC, thời gian giảm 25%, nhưng chi phí điện năng lớn.

Một trong những điểm khác của sản xuất đá cây, là để lấy đá ra khỏi khuôn cần phải nhúng trong Bú nước cho tan một phần đá mới có thể lấy ra được. Để làm tan đá có thể lấy nước nóng từ thiết Bỵ ngưng tụ. Do phải làm tan đá nên có tổn thất một phần lạnh nhất định.

Thiết Bỵ quan trọng nhất của Hử thống máy đá cây là Bú muối. Thông thường Bú muối được xây dựng từ gạch thẻ và có lớp cách nhiệt dày 200mm, bên trong Bú là Hử thống khung đỡ các linh đá, dàn lạnh. Đại bộ phận các thiết Bỵ trong Bú đá là thép nên quá trình ăn mòn tương đối mạnh, sau một thời gian làm việc nhất định nước muối đã nhuộm màu vàng của Rứ sắt, chất lượng Vử sinh không cao.

Trong khi sản xuất nhớ chú ý nước vào khuôn chỉ chiếm khoảng 9/10 thể tích, để khi làm lạnh nước giãn nở và không thể tràn ra Bú, làm giảm nồng độ muối, ảnh hưởng tới nhiệt độ đông đặc của nước đá trong Bú.

Sản xuất đá cây không thể thực hiện liên tục và tự động hoá cao được, do các khâu ra đá, cấp nước cho các khuôn đá, chiếm thời gian khá lâu và khó tự động. Hệ thống còn có nhiều khâu phải làm bằng tay như vào nước, ra đá, vận chuyển, bốc xếp đá, xay đá.

3.2.1 Sơ đồ nguyên lý hệ thống máy đá cây

Trên hình 3-1 là sơ đồ nguyên lý của Hử thống lạnh máy đá cây được sử dụng phổ biến nhất hiện nay. Hệ thống có các thiết Bỵ chính sau:

1- Máy nén: Máy nén 1 cấp, sử dụng môi chất NH_3 hoặc R_{22}.

2. Bình chứa cao áp.

3. Dàn ngưng: Có thể sử dụng dàn ngưng tụ bay hơi, bình ngưng, dàn ngưng tụ kiểu tưới và có thể sử dụng dàn ngưng không khí.

4. Bình tách dầu.
5. Bình tách khí không ngưng.
6. Bình thu hồi dầu (sử dụng trong hệ thống NH3).
7. Bình tách lỏng.
8. Bình giữ mức- tách lỏng.
9. Bể nước muối làm đá, cùng bộ cánh khuấy và dàn lạnh kiểu xương cá.

Trong hệ thống lạnh máy đá có 2 thiết bị có thể coi là đặc thù của hệ thống. Đó là dàn lạnh xương cá và bình giữ mức — tách lỏng.

Đặc điểm hệ thống máy đá cây

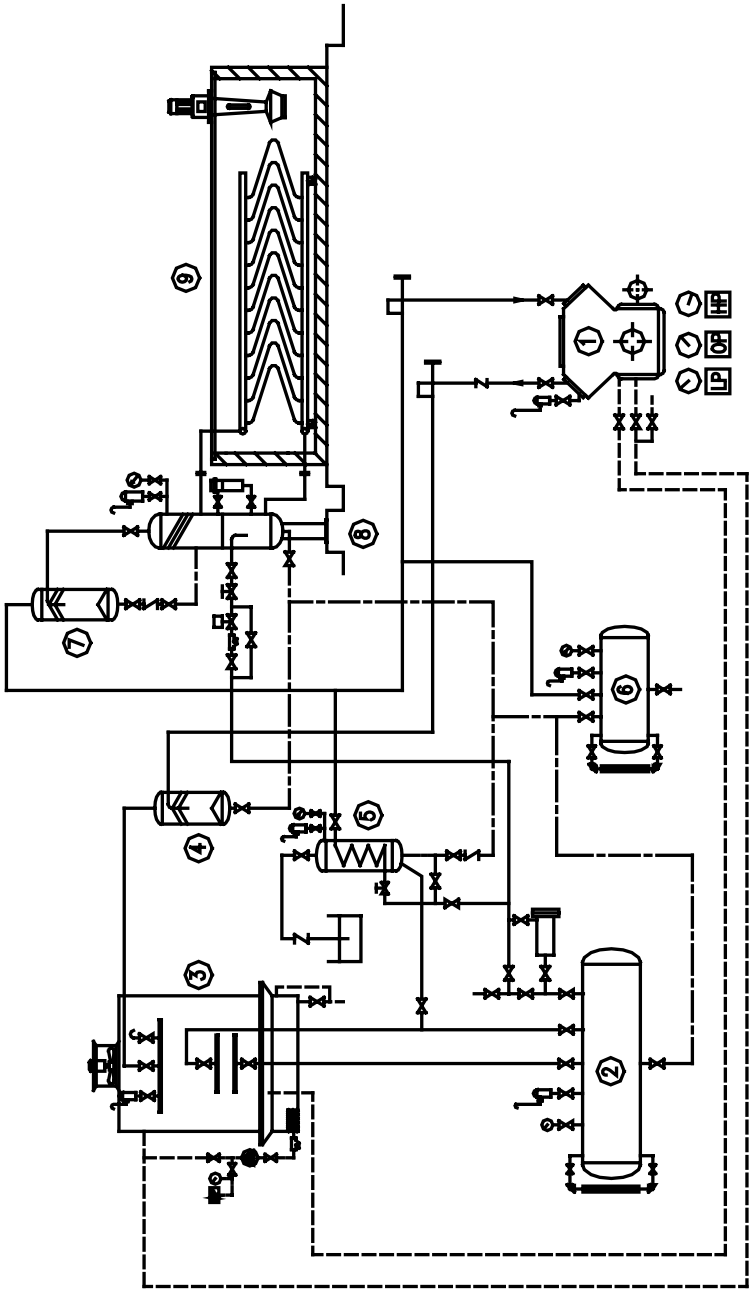
Ưu điểm:

- Vì có dạng khối lớn nên có khả năng tích trữ lâu, rất tiện lớn cho việc vận chuyển đi xa và dùng bảo quản thực phẩm lâu ngày.
- Dễ dàng chế tạo, các thiết bị của hệ thống có thể chế tạo trong nước, không đòi hỏi phải có thiết bị đặc biệt.

Nhược điểm:

- Chi phí vận hành lớn: Chi phí nhân công vận hành, vào nước, ra đá, vận chuyển đá, xay đá, chi phí điện năng (mô tơ khuấy, cẩu đá, máy xay đá)
- Chi phí đầu tư lớn: Bể đá, cẩu đá, bể nhúng nước, bàn lật, hệ thống cấp vào nước khuôn đá, kho bảo quản đá, máy xay đá vv...
- Thời gian làm đá lâu nên không chủ động sản xuất và chế biến.
- Khi xuất đá thì đá ra hàng loạt nên cần kho bảo quản.
- Không bảo đảm vệ sinh: Bể muối và khâu xay đá.
- Tổn thất nhiệt lớn: Quá trình từ sản xuất đên sử dụng qua rất nhiều khâu nên tổn thất nhiệt lớn, ngoài ra khi xay đá và nhúng khuôn đá còn gây ra mất mát cơ học.

Do có nhiều nhược điểm như vậy nên hiện nay người ta ít sử dụng máy đá cây trong để chế biến thực phẩm, mà chủ yếu sản xuất để bán cho ngư dân đánh cá và cho sinh hoạt. Đối với các xí nghiệp chế biến thuỷ sản một trong những điều kiện để được cấp code EU nhập hàng vào các nước E.U thì phải sử dụng đá vảy để chế biến.



Hình 3-1: Sơ đồ nguyên lý hệ thống máy đá cây

3.2.2 Kết cấu bể đá

Hình 3-5 giới thiệu kết cấu của một bể đá. Bể đá được chia thành 2 hoặc 3 ngăn, trong đó có 01 ngăn để đặt dàn lạnh, các ngăn còn lại đặt các khuôn đá. Bể có 01 bộ cánh khuấy, bố trí thẳng đứng hay nằm ngang tuỳ ý. Bố trí thẳng đứng tiện lợi hơn, tránh rò rỉ nước muối ra bên ngoài nên hay được lựa chọn. Các khuôn đá được ghép lại thành các linh đá. Mỗi linh đá có từ 5 đến 7 khuôn đá hoặc lớn hơn. Có nhiều cách bố trí linh đá, các linh đá bố trí cố định hoặc có thể di chuyển dồn đến hai đầu nhờ hệ thống xích. Khi bố trí như vậy rất tiện lợi khi cẩu linh đá ra ngoài.

Bên trên bể đá có bố trí hệ thống cần trục và cẩu để cẩu các linh đá lên khỏi bể, đem nhúng vào bể nước để tách đá, sau đó đặt lên bàn để lật đá xuống sàn. Trên bể nhúng người ta bố trí hệ thống vòi cung cấp nước để nạp nước vào các khuôn sau khi đã ra đá. Việc cung cấp nước cho các khuôn đã được định lượng trước để khi cấp nước chỉ chiếm khoảng 90% thể tích khuôn.

Nước muối thường sử dụng là Nacl hoặc $CaCl_2$ và đôi khi người ta sử dụng cả $MgCl_2$.

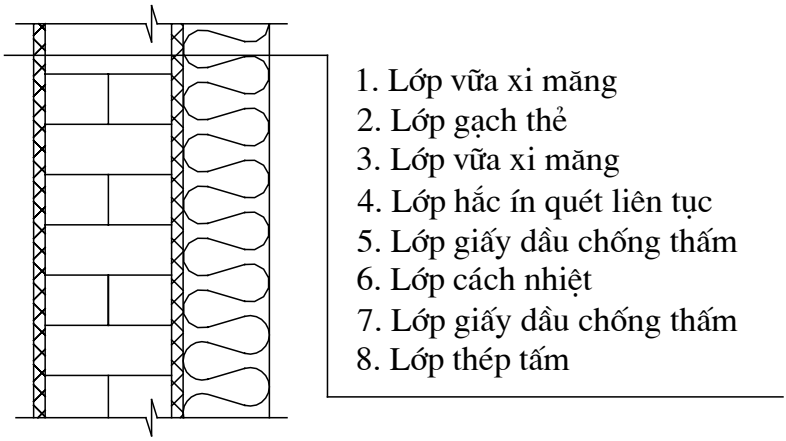
Bể muối được xây bằng gạch thẻ và bên trong người ta tiến hành bọc cách nhiệt và trong cùng là lớp thép tấm. Cấu tạo cách nhiệt bể muối được dẫn ra ở các bảng dưới đây:

3.2.2.1. Kết cấu cách nhiệt tường

Trên hình 3-2 mô tả kết cấu của tường bể đá, đặc điểm các lớp mô tả trên bảng 3-4.

Bảng 3-4: Các lớp cách nhiệt bể đá cây

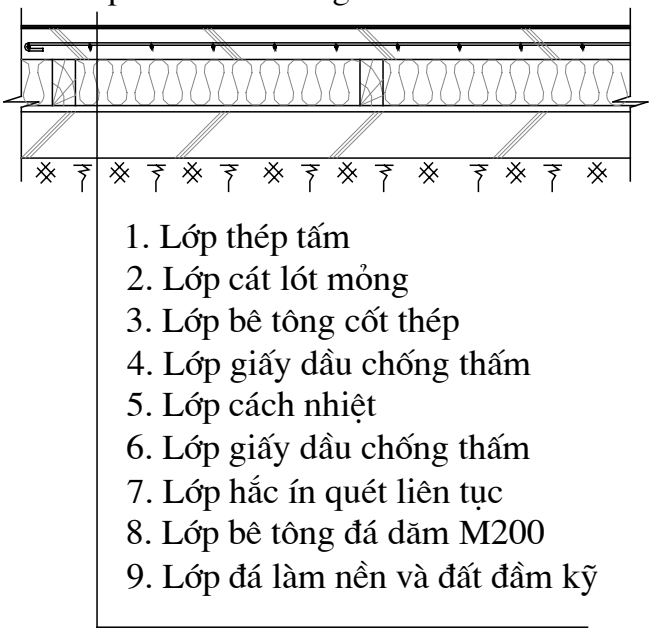
TT	Lớp vật liệu	Chiều dày (mm)	Hệ số dẫn nhiệt, (W/m.K)
1	Lớp vữa xi măng	10÷20	0,78
2	Lớp gạch thẻ	110÷220	0,23 ÷ 0,29
3	Lớp vữa xi măng	10÷20	0,78
4	Lớp hắc ín quét liên tục	0,1	0,70
5	Lớp giấy dầu chống thấm	1÷2	0,175
6	Lớp cách nhiệt	100÷200	0,018 ÷ 0,020
7	Lớp giấy dầu chống thấm	1÷2	0,175
8	Lớp thép tấm	5÷6	45,3



Hình 3-2: Kết cấu cách nhiệt tường bể đá

3.2.2.2. Kết cấu cách nhiệt nền

Trên hình 3-3 mô tả kết cấu chi tiết các lớp kết cấu của nền bể đá, đặc điểm của các lớp chỉ ra trên bảng 3-5.



Hình 3-3: Kết cấu cách nhiệt nền bể đá

Bảng 3-5: Các lớp cách nhiệt nền bể đá

TT	Lớp vật liệu	Chiều dày (mm)	Hệ số dẫn nhiệt, (W/m.K)
1	Lớp thép tấm	5÷6	45,3
2	Lớp cát lót mỏng	10÷15	0,19
3	Lớp bê tông cốt thép	60÷100	1,28
4	Lớp giấy dầu chống thấm	1÷2	0,175
5	Lớp cách nhiệt	100÷200	0,018 ÷ 0,020
6	Lớp giấy dầu chống thấm	1÷2	0,175
7	Lớp hắc ín quét liên tục	0,1	0,7
8	Lớp bê tông đá dăm M200	150÷200	1,28
9	Lớp đá làm nền và đất đầm kỹ	-	

3.2.2.3. Kết cấu nắp bể đá

Để tiện lợi cho việc ra vào đá, nắp bể đá được đậy bằng các tấm đanh gỗ dày 30mm, λ=0,2 W/m.K, trên cùng phủ thêm lớp vải bạt. Do đó tổn thất nhiệt ở nắp bể khá lớn.

3.2.2.4. Xác định chiều dày cách nhiệt và kiểm tra đọng sương tường bể đá

1. Chiều dày cách nhiệt bể đá

Chiều dày của lớp cách nhiệt được xác định theo phương trình:

$$\delta_{CN} = \lambda_{CN} \cdot \left[\frac{1}{k} - \frac{1}{\alpha_1} - \frac{1}{\alpha_2} - \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right], \text{m} \qquad (3\text{-}1)$$

k - Hệ số truyền nhiệt của bể đá, W/m^2.K. Hệ số truyền nhiệt k được xác định trên cơ sở tính toán kinh kế - kỹ thuật. Có thể lấy hệ số truyền nhiệt k tương đương hệ số truyền k của kho lạnh.

α_1 - Hệ số toả nhiệt bên ngoài bể đá, từ không khí lên tường bể muối, W/m^2.K

α_2 - Hệ số toả nhiệt bên trong bể đá, toả nhiệt khi nước muối chuyển động ngang qua vách đứng, W/m^2.K

δ_i - Chiều dày của các lớp còn lại của tường bể đá, mm(xem bảng 3-4).

λ_i — Hệ số dẫn nhiệt của các lớp còn lại, W/m.K.

2. Kiểm tra điều kiện đọng sương

Sau khi xác định được chiều dày cách nhiệt, tiến hành chọn chiều dày theo các kích cỡ tiêu chuẩn. Chiều dày tiêu chuẩn của các lớp cách nhiệt là 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 và 200mm.

Sau khi chọn chiều dày cách nhiệt theo các bề dày tiêu chuẩn, phải xác định hệ số truyền nhiệt thực của tường theo kích thước lựa chọn để từ đó xác định xem có khả năng đọng sương không và làm cơ sở tính toán tổn thất do truyền nhiệt:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \qquad (3\text{-}2)$$

Để không đọng sương trên bề mặt bên ngoài bể đá, hệ số truyền nhiệt thực phải thoả mãn điều kiện sau:

$$k \le 0{,}95\alpha_1 \frac{t_1 - t_s}{t_1 - t_2} \qquad (3\text{-}3)$$

trong đó:

t_1 - Nhiệt độ không khí bên ngoài tường. ^oC

t_2- Nhiệt độ nước muối trong bể, ^oC

t_S - Nhiệt độ đọng sương ứng với trạng thái không khí bên ngoài tường, ^oC

3.2.3 Xác định kích thước bể đá

Để xác định kích thước bể đá phải căn cứ vào số lượng, kích thước của cây đá, linh đá (tổ hợp từ 5÷7 khuôn đá), dàn lạnh và cách bố trí dàn lạnh, loại khuôn đá, hệ thống tuần hoàn nước muối bên trong bể.

3.2.3.1 Xác định số lượng và kích thước khuôn đá

Số lượng khuôn đá được xác định dựa vào năng suất bể đá và khối lượng cây đá:

$$N = \frac{M}{m} \qquad (3\text{-}4)$$

trong đó:

M — Khối lượng đá trong bể ứng với một mẻ, kg

Khối lượng đá trong bể đúng bằng năng suất của bể đá trong một ngày. Vì trong một ngày người ta chỉ chạy được 01 mẻ (hết 18 giờ), thời gian còn lại dành cho việc ra đá và nạp nước mới cho các khuôn đá.

m - Khối lượng mỗi cây đá, kg

** Cần lưu ý khi tỷ số E/m là số nguyên ta lấy N= E/m, khi tỷ số đó không phải là số nguyên thì lấy phần nguyên của tỷ số đó cộng 1.*

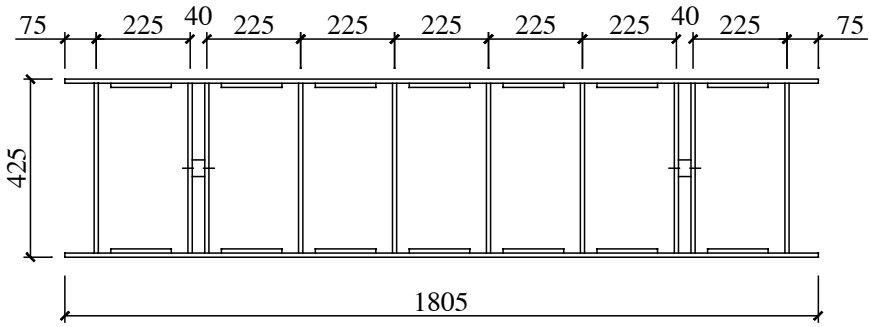
Đá cây thường được sản xuất với các loại khuôn và kích thước chuẩn sau đây:

Bảng 3-6: Kích thước khuôn đá

Khối lượng cây đá (kg)	Khối lượng khuôn (kg)	Kích thước khuôn, mm			Thời gian đông đá (Giờ)	Thời gian nhúng (Phút)
		Chiều cao (mm)	Đáy lớn (mm)	Đáy bé (mm)		
3,5	3,0	300	340x60	320x40	4	2 - 4
12,5	8,6	1115	190x110	160x80	8	
25	11,5	1115	260x130	280x110	12	
50	27,2	1115	380x190	340x160	16	

3.2.3.2 Xác định số lượng và kích thước linh đá

Đối với đại đa số các máy đá công suất lớn từ 5 Tấn/ngày trở lên đều sử dụng khuôn loại 50 kg. Các khuôn đá được bố trí thành các linh đá, mỗi linh đá có từ 5 ÷ 9 khuôn. Trên hình (3-4) biểu thị cách lắp đặt của một linh đá có 7 khuôn đá, một kiểu hay được sử dụng.



Hình 3-4: Linh đá cây 50 kg

- Số lượng linh đá được xác định

$$m_1 = \frac{N}{n_1} \qquad (3\text{-}5)$$

N - Số khuôn đá,

n_1 - Số khuôn đá trên 01 linh đá

Khoảng cách giữa các khuôn đá trong linh đá là 225mm, 02 khuôn hai đầu cách nhau 40mm để móc cẩu. Khoảng hở hai đầu còn lại là 75mm

Vì vậy chiều dài mỗi linh đá được xác định như sau

$$l = n_1 \times 225 + 2\times75 + 2\times40 = n_1 \times 225 + 230$$

Ví dụ:

- Linh đá có 5 khuôn: l = 1355 mm
- Linh đá có 6 khuôn: l = 1580 mm
- Linh đá có 7 khuôn: l = 1805 mm
- Linh đá có 8 khuôn: l = 2030 mm
- Linh đá có 9 khuôn: l = 2255 mm

Chiều rộng của linh đá là 425mm, chiều cao linh đá là 1150mm

3.2.3.3 Xác định kích thước bên trong bể đá

Kích thước bể đá phải đủ để bố trí các khuôn đá, dàn lạnh, bộ cánh khuấy và các khe hở cần thiết để nước muối chuyển động tuần hoàn.

Có 2 cách bố trí dàn lạnh: Bố trí dàn lạnh ở giữa, hai bên có 02 dãy khuôn đá và bố trí dàn lạnh một bên, khuôn đá một bên. Cách bố trí dàn lạnh ở giữa, hai bên có 02 dãy khuôn đá có ưu điểm là hiệu quả truyền nhiệt cao và tốc độ nước muối chuyển động trên toàn bể đồng đều hơn, vì vậy hay được lựa chọn.

1) Xác định chiều rộng bể đá:

$$W = 2.l + 4\delta + A \qquad (3\text{-}6)$$

trong đó

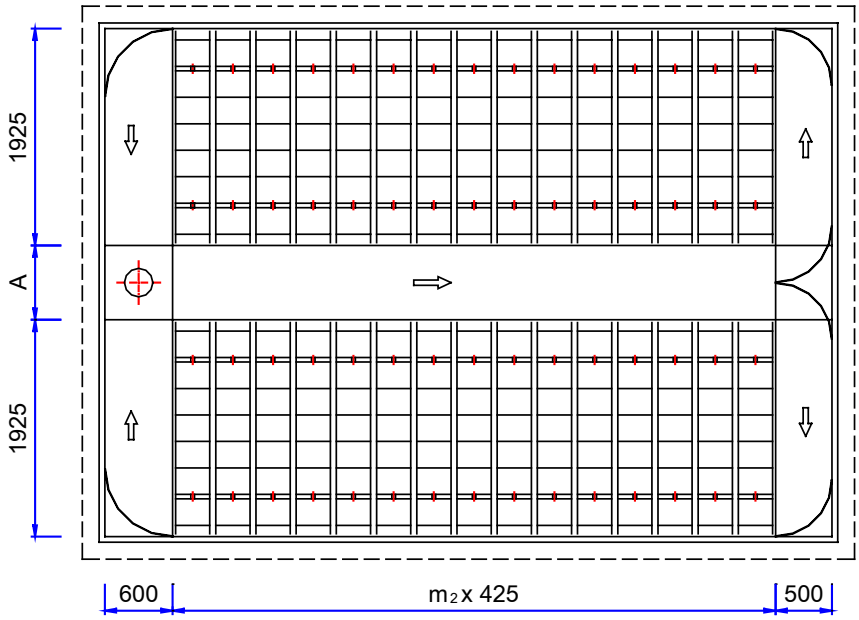
l - Chiều dài của 01 linh đá

δ - Khe hở giữa linh đá và vách trong bể đá δ = 25mm

A - Chiều rộng cần thiết để lắp dàn lạnh xương cá: A = 600 ÷ 900mm

Ví dụ: Bề rộng của bể được xác định tuỳ thuộc vào số khuôn đá trên 01 linh đá cụ thể như sau:

- Linh đá có 5 khuôn: W = 2810 + A mm
- Linh đá có 6 khuôn: W = 3260 + A mm
- Linh đá có 7 khuôn: W = 3710 + A mm
- Linh đá có 8 khuôn: W = 4160 + Amm
- Linh đá có 9 khuôn: W = 4610 + Amm



Hình 3-5: Bế trí bể đá với linh đá 7 khuôn đá

2) Xác định chiều dài bể đá

Chiều dài bể đá được xác định theo công thức:

$$L = B + C + m_2.b \qquad (3\text{-}7)$$

B - Chiều rộng các đoạn hở lắp đặt bộ cánh khuấy và tuần hoàn nước: B = 600mm

C - Chiều rộng đoạn hở cuối bể: C = 500mm

b - khoảng cách giữa các linh đá, được xác định trên cơ sở độ rộng của linh đá và khoảng hở giữa chúng b = 425 + 50mm = 475mm

m_2 - Số linh đá dọc theo chiều dài (trên một dãy)

Như vậy:

$$L = m_2.475 + 1100 \text{ mm}$$

Ví dụ: Máy đá 10 Tấn, sử dụng linh đá 7 khuôn

- Số khuôn đá:

$$N = 10.000/50 = 200 \text{ khuôn}$$

- Số linh đá :

$$m_1 = N/7 = 200/7 \approx 29 \text{ linh đá}$$

- Bố trí dàn lạnh ở giữa, các linh đá bố trí thành 02 dãy 2 bên. Vậy số linh đá trên một dãy:

$$m_2 = 15 \text{ linh đá}$$

- Chiều dài bể đá:

$$L = 15 \times 475 + 1100 = 8.225mm$$

3) Xác định chiều cao của bể đá

Chiều cao của bể đá phải đủ lớn để có khoảng hở cần thiết giữa đáy khuôn đá và bể. Mặt khác phía trên linh đá là một khoảng hở cỡ 100mm, sau đó là lớp gỗ dày 30mm

Tổng chiều cao của bể là h = 1250mm

Dưới đây là kích thước bể đá sử dụng khuôn đá 50 kg, linh đá 7 khuôn, dàn lạnh xương cá đặt ở giữa, các linh đá bố trí thành 02 dãi 2 bên, chiều rộng đặt dàn lạnh xương cá A khác nhau dùng tham khảo

Bảng 3-7: Thông số bể đá

Bể đá	Số khuôn đá, N	Tổng linh đá, m_1	Số linh đá trên một dãi. m_2	Bề rộng A, mm	Dài (mm)	Rộng (mm)	Cao (mm)
- Bể 5 Tấn	100	15	8	660	4.900	4.370	1.250
- Bể 10 Tấn	200	29	15	700	8.225	4.410	1.250
- Bể 15 Tấn	300	43	22	800	11.550	4.510	1.250
- Bể 20 Tấn	400	58	29	860	14.875	4.570	1.250
- Bể 25 Tấn	500	72	36	900	18.200	4.610	1.250
- Bể 30 Tấn	600	86	43	900	21.525	4.610	1.250
- Bể 35 Tấn	700	100	50	1000	24.850	4.710	1.250
- Bể 40 Tấn	800	115	58	1000	28.650	4.710	1.250

Kích thước của bể xác định trên đây là kích thước bên trong, muốn xác định kích thước bên ngoài phải cộng thêm chiều dày kết cấu cách nhiệt.

3.2.4 Thời gian làm đá

Thời gian làm đá phụ thuộc rất nhiều yếu tố, trong đó chủ yếu các yếu tố sau:

- Khối lượng và kích thước cây đá. Cây đá có kích thước và khối lượng càng nhỏ thì thời gian làm đá càng nhanh và ngược lại.

- Nhiệt độ nước muối. Nhiệt độ nước muối khoảng —10ºC. Khi giảm nhiệt độ nước muối thì thời gian giảm đáng kể. Tuy nhiên khi nhiệt độ quá thấp thì tiêu tốn điện năng và tổn thất nhiệt tăng.

- Tốc độ tuần hoàn của nước muối. Thường tốc độ này không lớn lắm, do tiết diện ngang bể lớn, tốc độ tuần hoàn khoảng 1÷2 m/s.

Có rất nhiều phương pháp xác định thời gian làm lạnh, theo công thức thực nghiệm của Plank thời gian làm lạnh đá cây được xác định theo công thức:

$$\tau = A.b_o.(b_o+B)/|t_m| \qquad (3\text{-}8)$$

τ — Thời gian làm đá, giờ

t_m- Nhiệt độ nước muối trung bình trong bể, ^oC

b_o - Chiều rộng khuôn, m (Lấy cạnh ngắn của tiết diện lớn nhất của khuôn).

A,B — Là các hằng số phụ thuộc vào tỷ số $n = a_o/b_o$ là tỷ số giữa cạnh dài trên cạnh ngắn của tiết diện lớn nhất.

Nếu khuôn có n = 1. A = 3120 và B = 0,036

Nếu n = 2 thì A = 4540 và B = 0,026

Nhiệt độ trung bình nước muối trong bể lấy như sau:

- Nước đá đục : $t_m = -10^oC$
- Nước đá trong suốt : t_m = - 5 đến —7^oC
- Nước đá pha lê : t_m = - 4 đến —6^oC

3.2.5 Tính nhiệt bể đá

3.2.4.1 Nhiệt truyền qua kết cấu bao che bể đá

Các bể đá thường được đặt bên trong nhà xưởng nên khả năng bị bức xạ trực tiếp rất ít. Vì vậy nhiệt truyền qua kết cấu bao che bể đá chỉ do độ chênh nhiệt độ giữa nước muối bên trong và không khí bên ngoài, gồm 3 thành phần:

- Nhiệt truyền qua tường bể đá Q_{11}
- Nhiệt truyền qua nắp bể đá Q_{12}
- Nhiệt truyền qua nền bể đá Q_{13}

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} \qquad (3\text{-}9)$$

1) Nhiệt truyền qua tường bể đá

$$Q_{11} = k_t.F_t.\Delta t_t \qquad (3\text{-}10)$$

F_t - Diện tích tường bể đá, m^2. Diện tích tường được xác định từ chiều cao và chu vi của bể. Chiều cao tính từ mặt nền ngoài bể đến thành bể. Chu vi được tính theo kích thước bên ngoài của bể.

Δt_t - Độ chênh nhiệt độ bên ngoài và bên trong bể, $\Delta t_t = t_{KK}^N — t_m$

t_{KK}^N - Nhiệt độ không khí bên ngoài bể đá. Nhiệt độ này là nhiệt độ trong nhà, nên có thể lấy thấp hơn nhiệt độ tính toán ngoài trời $4 \div 5^oC$.

t_m - Nhiệt độ nước muối trong bể đá: $t_b = -8 \div -15^oC$

k_t - Hệ số truyền nhiệt của tường bể đá, $W/m^2.K$

$$k_t = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ W/m}^2\text{.K} \qquad (3\text{-}11)$$

α_1 - Hệ số toả nhiệt đối lưu tự nhiên của không khí bên ngoài tường bể đá, $W/m^2.K$

α_2 - Hệ số toả nhiệt đối lưu cưỡng bức của nước muối chuyển động ngang qua tường bên trong bể nước muối, $W/m^2.K$

δ_i, λ_i - Chiều dày và hệ số dẫn nhiệt của các lớp vật liệu tường bể.

Có thể lấy theo kinh nghiệm như sau:

- Đối với nền và tường : $k = 0,58$ $W/m^2.K$
- Đối với nắp : $k = 0,23$ $W/m^2.K$

2) Nhiệt truyền qua nắp bể đá

$$Q_{12} = k_n.F_n.\Delta t_n \qquad (3\text{-}12)$$

F_n - Diện tích nắp bể đá được xác định theo kích thước chiều rộng và chiều dài bên trong bể đá, m^2 .

$\Delta t_n = t_{KK}^N - t_{KK}^T$

t_{KK}^N - Nhiệt độ không khí bên ngoài bể đá, ^oC

t_{KK}^T - Nhiệt độ lớp không khí trong bể ở bên dưới nắp bể đá. Nhiệt độ lớp không khí này chênh lệch so với nước muối vài độ, tức khoảng $-10 \div 0^oC$

k_n - Hệ số truyền nhiệt ở nắp bể đá, $W/m^2.K$

$$k_n = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha'_2}} \qquad (3\text{-}13)$$

α_1 - Hệ số toả nhiệt bên ngoài từ không khí trong phòng bể đá lên nắp của nó, $W/m^2.K$;

α'_2 - Hệ số toả nhiệt bên trong từ nắp bể đá ra lớp không khí bên dưới nắp bể , $W/m^2.K$;

δ - Chiều dày nắp gỗ: δ=30mm;

λ - Hệ số dẫn nhiệt của gỗ, có thể tham khảo theo phụ lục 11 ở cuối sách này, hoặc lấy khoảng 0,5 kCal/m^2.h.K

3) Nhiệt truyền qua nền bể đá

Có thể tính tổn thất nhiệt qua nền bể đá theo như tính cho nền kho lạnh, cụ thể phân nền bể đá ra 4 vùng, và tổn thất nhiệt qua nền là:

$$Q_{13} = \sum k_i.F_i.(t_{KK}{}^{N} - t_m).m \qquad (3\text{-}14)$$

k_i — Hệ số truyền nhiệt của các vùng từ 1 đến 4, W/m^2.K;

F_i — Diện tích tương ứng của các vùng, m^2 .

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

Giá trị của hệ số truyền nhiệt quy ước k_q,W/m^{2}K, lấy theo từng vùng là:

- Vùng rộng 2m dọc theo chu vi tường bao :

k_I= 0,47 W/m^2.K, F_I =4(a+b)

- Vùng rộng 2m tiếp theo về phía tâm buồng:

k_{II} = 0,23 W/m^2.K, F_{II} =4(a+b)-48

- Vùng rộng 2m tiếp theo:

k_{III} = 0,12 W/m^2.K, F_{III} =4(a+b)-80

- Vùng còn lại ở giữa buồng lạnh: :

k_{IV} = 0,07 W/m^2.K, F_{IV} =(a-12)(b-12)

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

$$m = \frac{1}{1 + 1{,}25\left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + ... + \frac{\delta_n}{\lambda_n}\right)} \qquad (3\text{-}15)$$

δ_i - Chiều dày của từng lớp của kết cấu nền, m;

λ_i - Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu, W/m.K;

Nếu nền không có cách nhiệt thì m = 1.

3.2.4.2 Nhiệt để đông đá và làm lạnh khuôn đá

Nhiệt đông đá và làm lạnh khuôn đá được tính như sau:

$$Q_2 = Q_{21} + Q_{22} \qquad (3\text{-}16)$$

Q_{21} - Nhiệt làm lạnh nước đá

Q_{22} - Nhiệt làm lạnh khuôn đá

1) Nhiệt làm lạnh nước đá

$$Q_{21} = E.\frac{q_o}{\tau}, \text{ W} \qquad (3\text{-}17)$$

E - Năng suất bể đá, kg/mẻ

τ - Thời gian đông đá cho một mẻ, Giây. Thời gian đông đá phụ thuộc vào nhiệt độ bể muối và kích thước khuôn đá, có thể tra theo bảng 3-6 hoặc tính toán theo công thức (3-8).

q_o - Nhiệt lượng cần làm lạnh 1 kg nước từ nhiệt độ ban đầu đến khi đông đá hoàn toàn, J/kg.

Nhiệt làm lạnh 1 kg nước từ nhiệt độ ban đầu đến khi đông đá hoàn toàn q_o được xác định theo công thức:

$$q_o = C_{pn}.t_1 + r + C_{pđ}.|t_2| \qquad (3\text{-}18)$$

C_{pn} - Nhiệt dung riêng của nước : C_{pn} = 4186 J/kg.K;

r - Nhiệt đông đặc : r = 333600 J/kg (80 Kcal/kg);

$C_{pđ}$ - Nhiệt dung riêng của đá: $C_{pđ}$ = 2090 J/kg.K (0,5 kCal/kg.K);

t_1 - Nhiệt độ nước đầu vào, có thể lấy t_1= 30°C;

t_2 - Nhiệt độ cây đá: t_2 = -5 ÷ -10°C.

Thay vào ta có:

$$q_o = 4186.t_1 + 333600 + 2090.|t_2|, \text{ J/kg} \qquad (3\text{-}19)$$

2) Nhiệt làm lạnh khuôn đá

$$Q_{22} = M.\frac{C_{pK}.(t_{k1} - t_{k2})}{\tau}, W \qquad (3\text{-}20)$$

M - Tổng khối lượng khuôn đá, kg.

Tổng khối lượng khuôn bằng số lượng khuôn nhân với khối lượng một khuôn đá. Khối lượng khuôn đá tham khảo bảng 3-6. Khối lượng khuôn 50 kg là 27,2 kg.

C_{pk} - Nhiệt dung riêng của khuôn, Khuôn làm bằn tôn tráng kẽm.

t_{K1}, t_{K2} - Nhiệt độ khuôn ban đầu và khi đá đã hoàn thiện. Nhiệt độ khuôn ban đầu có thể lấy tương đương nhiệt độ nước, nhưng nhiệt độ khuôn khi kết thúc đông đá nhỏ hơn nhiệt độ trung bình của cây đá khoảng 2÷3°C.

3.2.4.3 Nhiệt do bộ cánh khuấy gây ra

Bộ cánh khuấy được bố trí bên ngoài bể muối. Vì vậy nhiệt năng do bộ cánh khuấy tạo được xác định theo công thức sau đây:

$$Q_3 = 1000.\eta.N \ , \ W \qquad (3\text{-}21)$$

η- Hiệu suất của động cơ điện.

N — Công suất mô tơ cánh khuấy (kW), có thể tham khảo công suất mô tơ của các bộ cánh khuấy của MYCOM (Nhật) cho ở bảng 3-8 dưới đây

Bảng 3-8: Đặc tính kỹ thuật các bộ cánh khuấy MYCOM (Nhật)

Model	Tốc độ, (v/phút)	Lưu lượng (m^3/phút)	Công suất (kW)	Năng suất bể đá
180 VGM		7,5	1,5	5 ÷ 9
230 VGM		12,8	1,5	10 ÷ 14
250 VGM	1000	17,0	2,2	15 v 19
300 VGM	v/phút	22,5	3,7	20 v 24
350 VGM		34,0	5,5	25 v 29
400 VGM		40,0	7,5	30 ÷ 35

3.2.4.4 Nhiệt do nhúng cây đá

Tổn thất nhiệt do làm tan đá được coi là tổng công suất cần thiết để làm lạnh khối đá đã bị làm tan nhằm rút đá ra khỏi khuôn.

$$Q_4 = n.g.\frac{q_o}{\tau} = n.f.\delta.\rho.\frac{q_o}{\tau} \text{, W} \qquad (3\text{-}22)$$

n — Số khuôn đá;

g — Khối lượng phần đá đã tan, kg;

q_o — Nhiệt lượng cần thiết để làm lạnh 01 kg đá từ nhiệt độ ban đầu đến nhiệt độ cây đá, J/kg;

f — Diện tích bề mặt cây đá. Đối với loại 25kg f=0,75m^2, đối với loại 50 kg f =1,25m^2;

δ - Chiều dày phần đá đã tan khi nhúng, m. Để có thể rút đá ra khỏi khuôn cần làm tan đá một lớp dày δ = 0,001m. Tuy nhiên cần lưu ý, khi thời gian sử dụng lâu, các khuôn đá có thể bị móp méo, thì độ dày yêu cầu có thể cao hơn.

ρ- Khối lượng riêng của đá: ρ= 900 kg/m^3 ;

τ- Thời gian đông đá, Giây.

3.2.4.5 Tổn thất nhiệt ở phòng bảo quản đá

Nếu hệ thống có sử dụng kho bảo quản đá cùng chung máy lạnh thì cần phải xác định thêm tổn thất nhiệt ở kho bảo quản đá. Trường hợp kho bảo quản đá có hệ thống lạnh riêng, thì mọi tính toán sẽ được tiến hành như tính kho lạnh. Các tổn thất ở kho bảo quản đá bao gồm các tổn thất giống như kho lạnh, cụ thể như sau:

- Tổn thất do truyền nhiệt qua kết cấu bao che.
- Tổn thất mô tơ quạt dàn lạnh
- Tổn thất do đèn chiếu sáng
- Tổn thất do vào ra nhập và xuất đá (tổn thất mở cửa).
- Tổn thất do người vận hành.
- Tổn thất do xả băng dàn lạnh.

* *Diện tích phòng bảo quản đá:*

$$F = G / (g.\beta.H) \qquad (3\text{-}23)$$

G — Sức chứa yêu cầu của kho đá, tấn;

g — Hệ số chất tải đá: g = 0,8 tấn/m^3;

β- Hệ số đầy β = 0,85;

H — Chiều cao kho chứa đá, m.

3.2.6 Các thiết bị phụ máy đá cây

3.2.5.1 Dàn lạnh bể đá

Dàn lạnh trong hệ thống máy đá cây được đặt chìm bên trong bể muối. Các dàn lạnh được cung cấp dịch lỏng theo kiểu ngập, nước muối chuyển động cưỡng bức qua dàn nhờ bộ cánh khuấy.

Dàn lạnh bể đá thường được sử dụng có các dạng chủ yếu sau đây:

- Dàn lạnh kiểu panel
- Dàn lạnh kiểu xương cá
- Dàn lạnh ống đồng (sử dụng trong hệ thống lạnh môi chất frêôn)

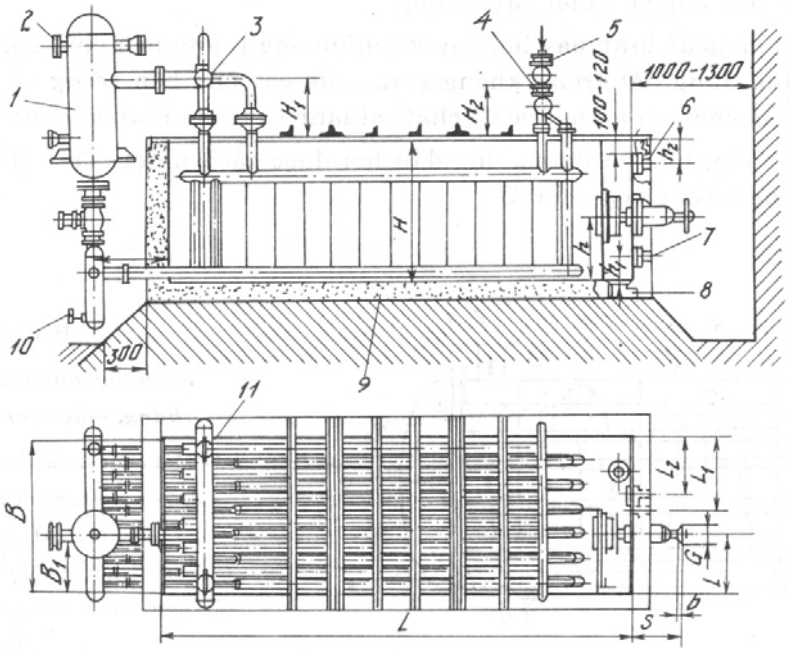
1) Dàn lạnh kiểu panel

Dàn lạnh kiểu bay hơi được sử dụng tương đối nhiều tại Liên Xô (cũ) để làm lạnh nước muối.

Dàn gồm các ống góp trên và ống góp dưới. Các ống trao đổi nhiệt có dạng ống thẳng đứng nối giữa 2 ống góp. Dàn lạnh kiểu panel có ưu điểm là dễ chế tạo, nhưng chiếm thể tích tương đối lớn làm cho kích cỡ bể đá lớn làm tăng chi phí đầu tư và vận hành.

Các thông số kỹ thuật của dàn lạnh pênl làm lạnh nước muối như sau:

- Tốc độ nước muối trong bể (qua dàn): 0,5÷0,8 m/s.
- Hệ số truyền nhiệt : k = 460 ÷ 580 W/m^2.K.
- Độ chênh nhiệt độ : 5 ÷ 6 ^{o}K.
- Mật độ dòng nhiệt : q_{kf} = 2900 ÷ 3500 W/m^2.
- Diện tích dàn : 20 ÷ 320 m^2.



1- Bình giữ mức-tách lỏng; 2- Hơi về MN; 3- Ống góp hơi; 4- Ống góp lỏng; 5- Lỏng vào; 6- Xả tràn; 7- Tháo nước; 8- Xả cạn; 9- Lớp cách nhiệt; 10- Xả dầu; 11- Van AT

Hình 3-6: Dàn lạnh panel

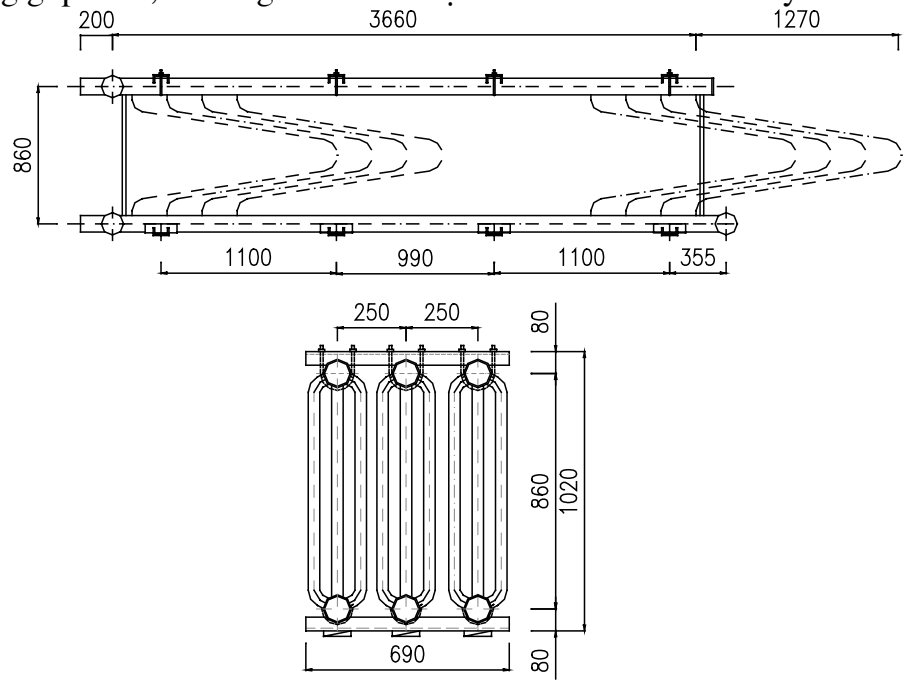
2) Dàn lạnh xương cá

Trên hình 3-7 là cấu tạo dàn lạnh xương cá được sử dụng rất rộng rãi để làm lạnh chất lỏng. Dàn lạnh gồm các ống góp trên và dưới, các ống trao đổi nhiệt nối giữa các ống góp có dạng uốn cong giống như xương cá. Với việc uốn cong ống trao đổi nhiệt như vậy nên hạn chế được chiều cao của bể nhưng vẫn đảm bảo đường đi của môi chất đủ lớn để tăng thời gian tiếp xúc.

Đối với hầu hết các dàn lạnh xương cá, phương pháp cấp dịch là kiểu ngập lỏng. Dịch lỏng cấp cho dàn lạnh được cấp từ bình giữ mức và luôn duy trì ngập trong dàn lạnh.

Dàn lạnh xương cá có nhược điểm là chế tạo tương đối khó so với những kiểu khác nhất là các khâu uốn ống và hàn các ống vào ống góp. Tuy nhiên cấu tạo dàn lạnh xương cá gọn nên được sử dụng rất phổ biến.

Dàn lạnh xương cá được chế tạo theo từng mô đun nên có thể dễ dàng tăng công suất của dàn. Mỗi mô đun gồm 01 ống góp trên và 01 ống góp dưới, các ống trao đổi nhiệt có thể bố trí từ 3÷5 dãy.



Hình 3-7: Cấu tạo dàn lạnh xương cá

3.2.5.2 Bình giữ mức - tách lỏng

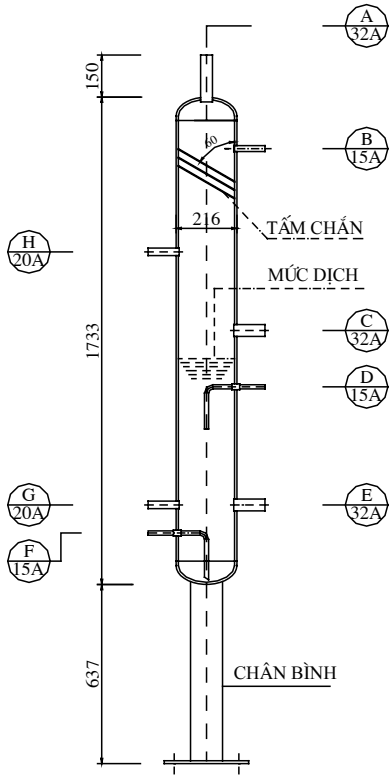
Trên hình 3-8 trình bày bản vẽ cấu tạo bình giữ mức - tách lỏng thường hay được sử dụng cho máy đá cây, bình này còn gọi là bình giữ mức tách lỏng kiểu đuôi chuột vì có phần chân đế giống đuôi chuột. Nhiệm vụ của bình trong hệ thống máy đá là:

- Chứa, cấp và duy trì dịch lỏng luôn ngập đầy trong dàn lạnh bể đá.

- Tách lỏng cho môi chất hút về máy nén.

Mức dịch trong dàn lạnh được khống chế bằng van phao. Các tấm chắn được làm từ tôn dày 3mm, trên các tấm chắn có khoan các lổ Φ6÷8mm, cách đều 20mm, có tác dụng chắn lỏng, làm cho các hạt lỏng không thể theo hơi hút về máy nén.

Bình giữ mức tách lỏng có trang bị van phao, van an toàn, đồng hồ áp suất và đường ống vào ra.



A- ống hút về máy nén; B- ống lắp van an toàn và đồng hồ áp suất; C- ống môi chất về dàn lạnh; D- ống cấp dịch vào; E- ống lỏng vào dàn lạnh; F- ống hồi dầu; G,H- ống bắt van phao.

Hình 3-8: Bình tách giữ mức tách lỏng

3.2.7 Chọn máy nén lạnh

Máy lạnh MYCOM được sử dụng rất nhiều để trong kỹ thuật lạnh Việt Nam. Dưới đây chúng xin giới thiệu các thông số kỹ thuật của máy lạnh MYCOM.

Trên bảng 3-9 là công suất nhiệt và công nén đoạn nhiệt của máy nén MYCOM (Nhật). một trong những chủng loại máy được sử dụng rất rộng rãi ở nước ta. Máy nén MYCOM có đặc điểm bền, đẹp và rất gọn.

Đối với các hệ thống lớn thường sử dụng máy nén trục vít của YORK - FRICK (Mỹ)

Hình 3-9: Máy nén lạnh MYCOM

Bảng 3-9: Năng suất nén và công suất trên trục của máy lạnh MYCOM 1 cấp

Môi chất	Ký hiệu	Thể tích quét, m^3/h	Qo, kW						Ne, kW					
			-25	-20	-15	-10	-5	0^0C	-25	-20	-15	-10	-5	0^0C
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
	N2WB	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	93,4
	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	124,5
	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	155,7
R22	F2WA2	71,0	19,3	25,4	32,6	41,1	50,9	62,1	8,4	9,3	10,2	10,9,02	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
	F2WB2	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	11,4	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
	F2WB5	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 3-10: Thông số kỹ thuật của máy nén MYCOM

ĐẶC TÍNH			2WA	4WWA (J)	6WA(J)	8WA(J)	4WB	6WB	8WB	12WB	42WA	62WA	42WB	62WB	124WB
MÔI CHẤT		-	NH3, R22, R502, R12, PROPANE												
DẠNG		-	MÁY NÉN PISTON, KIỂU HỞ												
SỐ XI LANH		-	2	4	6	8	4	6	8	12	L-4/H-2	L-6/H-2	L4/ H-2	L6 / H2	L12 / H4
ĐƯỜNG KÍNH		Mm	95				130				95		130		
HÀNH TRÌNH		mm	76				100				76		100		
TỐC ĐỘ MAX		V/phút	1100	1450			1200				1450		1200		
LƯU LƯỢNG Ở n_{max}		m^3/h	71	187	281	374	381	573	764	1.145	187	281	381	573	1145
											94	94	191	191	381
DẪN ĐỘNG		-	TRUYỀN ĐỘNG BẰNG ĐAI HOẶC TRỰC TIẾP												
MỨC GIẢM TẢI		%	100	100, 50	100,66, 33	100, 75 50, 25	100, 50	100, 66, 33	100, 75 50, 25	100, 66, 33	100, 50	100, 66,33	100, 50	100, 66, 33	100,66, 33
DẦU LẠNH		-									ISO VG68 HOẶC TƯƠNG ĐƯƠNG				
SỐ LƯỢNG DẦU		Lit	5	12	14	17	20	25	26	52	14	17	25	26,5	55
ĐƯỜNG ỐNG VÀO RA	ỐNG HÚT	NH3	40A	50A	65A	80A	90A	90A	100A	125A	50A	65A	80A	100A	125A
											40A	40A	65A	65A	80A
		R22, R502		65A	80A	90A		100A	125A		50A	65A	80A	90A	125A
											40A	40A	65A	65A	80A
	ỐNG ĐẨY	NH3	40A	50A	65A	65A	80A	80A	90A	2 x 80A	50A	50A	65A	65A	2x80A
											40A	40A	50A	50A	2x50A
		R22, R502				80A		90A	100A		50A	50A	65A	65A	2x80A
											40A	40A	50A	50A	2x50A
KHỐI LƯỢNG	A	kg	370	580	700	820	1100	1410	1150	2500	720	840	1.440	1.500	3.100
	J			500	560	650									

3.3 HỆ THỐNG MÁY ĐÁ VẢY

3.3.1 Nguyên lý làm việc của máy đá vảy

Do máy đá cây có nhiều nhược điểm và không đảm bảo yêu cầu vệ sinh thực phẩm, nên hiện nay hầu hết các xí nghiệp chế biến thực phẩm đều sử dụng máy đá vảy để sản xuất đá phục vụ chế biến thực phẩm, đặc biệt trong các xí nghiệp chế biến thuỷ sản, yêu cầu về đá chế biến rất lớn.

Máy đá vảy là máy tạo ra đá có dạng là các mảnh nhỏ. Quá trình tạo đá được thực hiện bên trong một ống trụ có 2 lớp, ở giữa là môi chất lạnh lỏng bay hơi, đó là cối đá.

Cối đá có dạng hình trụ tròn được chế tạo từ vật liệu inox, có 2 lớp. Ở giữa 2 lớp là môi chất lạnh lỏng bão hoà. Nước được bơm tuần hoàn bơm từ bể chứa nước đặt ở phía dưới bơm lên khay chứa nước phía trên. Nước từ khay chảy qua hệ thống ống và phun lên bề mặt bên trong của trụ và được làm lạnh, một phần đông lại thành đá ở bề mặt bên trong, phần dư chảy về bể và tiếp tục được bơm lên.

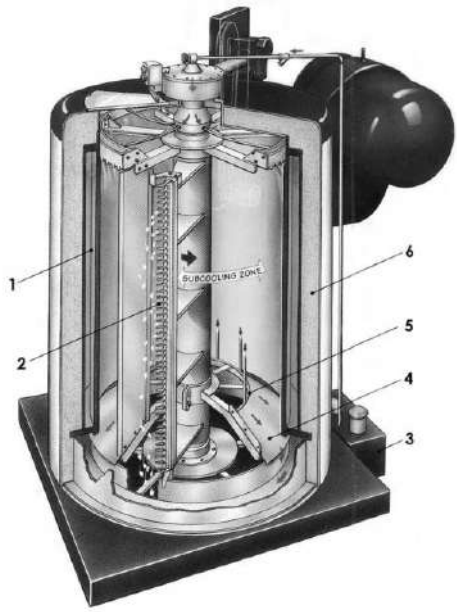
Khi đá đông đủ độ dày thì được hệ thống dao cắt cắt rơi đá xuống phía dưới. Phía dưới cối đá là kho chứa đá. Người sử dụng chỉ việc mở cửa xúc đá ra sử dụng. Trong các nhà máy chế biến thuỷ sản, kho và cối đá đặt ngay ở khu chế biến.

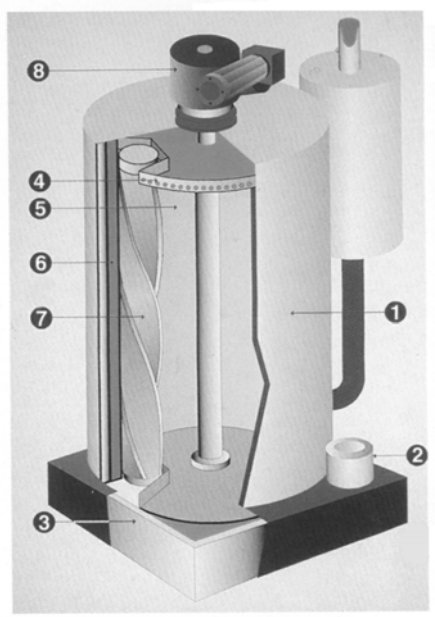
Có 02 phương pháp cắt đá: Phương pháp cắt bằng hệ thống dao quay và phương pháp cắt nhờ dao cắt kiểu xoắn cố định.

Dao cắt quay được gắn trên trục quay đồng trục với cối đá và được xoay nhờ mô tơ đặt phía trên. Tốc độ quay có thể điều chỉnh được, do vậy đá cắt ra sẽ có kích thước khác nhau tuỳ thuộc vào tốc độ quay. Khi cắt dao tỳ lên bề mặt đá để cắt nên ma sát lớn. Tốc độ quay của trục tương đối chậm nhờ hộp giảm tốc.

Đối với cối đá có dao cắt cố định, dao cắt có dạng trục vít. Khi trục trung tâm quay dao gạt đá lăn trên bề mặt trống vừa ép vỡ đá tạo trên bề mặt cối đá rơi xuống kho. Do dao lăn trên bề mặt nên ma sát giảm xuống đáng kể, tăng độ bền của cối, giảm mô men quay.

Cấu tạo cối đá vảy được giới thiệu trên hình 3-10.





1- Dao cắt đá; 2- Vách 2 lớp; 3- Hộp nước inox; 4- Tấm gạt nước; 5- Vành chống tràn nước; 6- Lớp cách nhiệt

1- Bể nước tuần hoàn; 2- Bơm nước; 3- Cối đá; 4- Máng phân phối nước; 5- Bề mặt tạo đá; 6- Vách 2 lớp; 7- Dao cắt đá; 8- Hộp giảm tốc

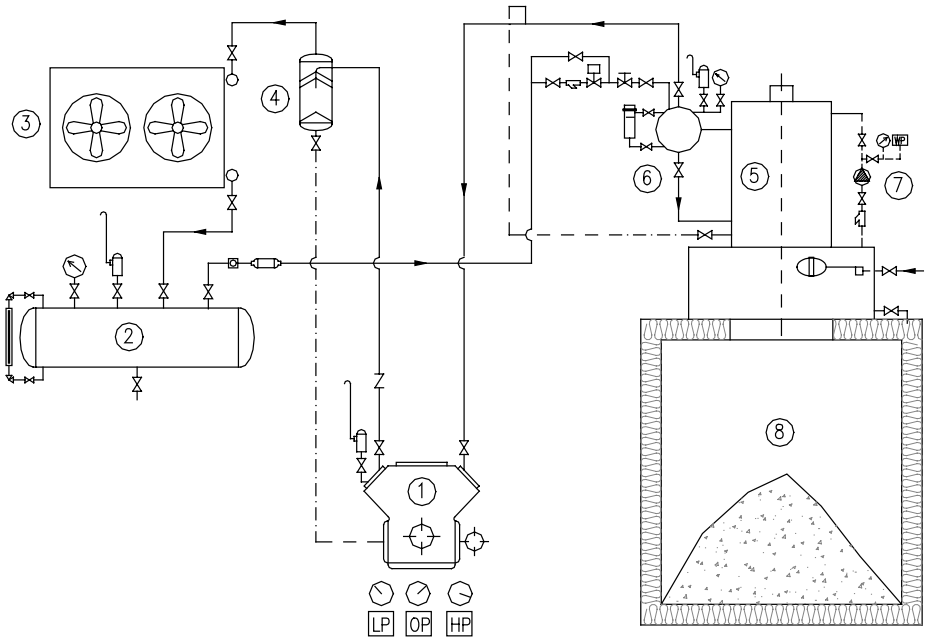
Hình 3-10: Cấu tạo bên trong cối đá vảy

3.3.2 Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh máy đá vảy

Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh máy đá vảy được trình bày trên hình 3-11, bao gồm các thiết bị chính sau đây:

- *Máy nén lạnh*: Có thể sử dụng máy nén 1 cấp, đặc biệt trong trường hợp sử dụng môi chất Frêôn. Nếu sử dụng môi chất NH_3 thì nhiệt độ cuối tầm nén khá cao nên hiện nay người ta thường sử dụng máy nén 2 cấp, cho cối đá vảy trong hệ thống NH_3.

- *Bình giữ mức tách lỏng*: Bình giữ mức tách lỏng có vai trò giống bình giữ mức tách lỏng của máy đá cây là vừa được sử dụng để duy trì mức dịch luôn ngập trong cối đá và tách lỏng môi chất hút về máy nén. Mức dịch trong bình giữa mức tách lỏng được khống chế nhờ van phao và được duy trì ở một mức nhất định đảm bảo trong cối đá luôn luôn ngập dịch.



1- Máy nén; 2- Bình chứa CA; dàn ngưng; 4- Bình tách dầu; 5- Cối đá vảy; 6- Bình giữ mức- tách lỏng; 7- Bơm nước tuần hoàn; 8- Kho đá vảy

Hình 3-11: Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh máy đá vảy

Dịch lỏng từ bình chứa cao áp được tiết lưu vào bình tách lỏng-giữ mức. Trong bình hơi bão hoà được hút về máy nén, còn lỏng bão hoà chảy vào cối đá và làm lạnh nước, do vậy hiệu quả trao đổi nhiệt bên trong cối đá khá cao. Hệ thống sử dụng van tiết lưu tay.

- ***Kho chứa đá:*** Kho chứa đá đặt ngay dưới cối đá, thường được lắp ghép từ các tấm polyurethan dày 100mm. Riêng bề mặt đáy được lót thêm 01 lớp inox bảo vệ panel.

Hiện nay ở nước ta chưa có tiêu chuẩn để tính toán dung tích kho chứa đá vảy. Dung tích kho chứa đá lớn nhỏ còn phụ thuộc vào hình thức vận hành và sử dụng của nhà sản xuất. Nếu không cần dự trữ nhiều đá có thể sử dụng kho có dung tích nhỏ, vì thời gian tạo đá khá nhanh, không nhất thiết dự trữ nhiều đá trong kho. Dưới đây là kích cỡ của một số kho bảo quản đá thường được sử dụng tại Việt Nam.

+ Đối với cối đá 5 - 10 Tấn ngày kích cỡ kho đá là: 2400W x 4000D x 3000H (mm)

+ Đối với cối đá 15-20 Tấn/ngày kích cỡ kho đá là 3600Wx600D x 3000H (mm)

Kho chứa đá có 01 cửa kích cỡ 1980H x 980W x 100T (mm)

- Thiết bị ngưng tụ: Trong trường hợp sử dụng môi chất R_{22} thì có thể sử dụng dàn ngưng không khí ống đồng cánh nhôm. Khi sử dụng NH_3 nên sử dụng thiết bị ngưng tụ giải nhiệt bằng nước: dàn ngưng bay hơi, kiểu tưới hoặc bình ngưng, để giảm nhiệt độ đầu đẩy máy nén.

- Bình chứa: Nói chung hệ thống máy đá vảy không cần bình chứa kích thước lớn vì thực tế hệ thống sử dụng số lượng môi chất không nhiều.

**** Đặc điểm hệ thống máy đá vảy***

Ưu điểm:

- Chi phí đầu tư khá nhỏ. Hệ thống máy đá vảy không cần trang bị bể muối, hệ thống cẩu chuyển, bể nhúng, bàn lật, kho chứa đá và máy xay đá nên giá thành khá thấp so với máy đá cây.
- Chi phí vận hành nhỏ: Chi phí vận hành bao gồm chi phí nhân công, điện và nước. Do hệ thống máy đá vảy rất đơn giản, ít trang thiết bị hơn máy đá cây rất nhiều nên chi phí vận hành cũng thấp.
- Thời gian làm đá ngắn, thường sau khoảng chưa đầy 1 giờ đã có thể có đá sử dụng.
- Đảm bảo vệ sinh và chủ động trong sản xuất. Các khâu sản xuất và bảo quản đá điều được tiến hành rất đảm bảo yêu cầu vệ sinh, nên chất lượng đá rất tốt.
- Tổn thất năng lượng nhỏ.

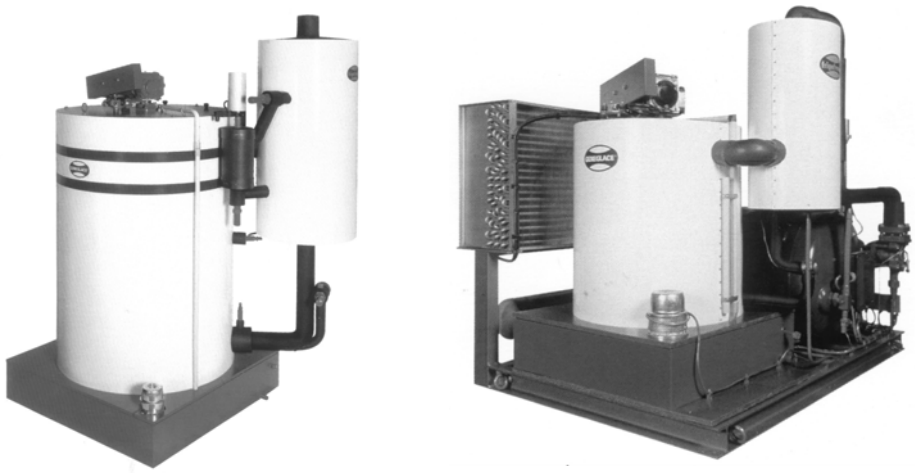
Ngày nay sử dụng đá vảy để chế biến thuỷ sản là điều bắt buộc đối với các xí nghiệp chế biến thuỷ sản muốn được cấp code E.U để nhập hàng vào thị trường E.U

Nhược điểm:

- Vì có dạng vảy, kích cỡ nhỏ nên chỉ được sử dụng tại chổ là chủ yếu, khó vận chuyển đi xa và bảo quản lâu ngày.
- Cối tạo đá vảy là thiết bị khó chế tạo, giá tương đối cao.
- Phạm vi sử dụng: chủ yếu dùng bảo quản thực phẩm trong dây chuyền công nghệ tại các xí nghiệp chế biến thực phẩm.

3.3.2 Cấu tạo, kích thước và cách nhiệt cối đá vảy

3.3.2.1 Cấu tạo cối đá vảy



Hình 3-12: Cối đá vảy

Trên hình 3-12 giới thiệu máy đá vảy của hãng Geneglace (Pháp). Cối đá có 02 dạng loại rời và loại kèm hệ thống lạnh hoàn chỉnh. Cối đá Genglace thường sử dụng dao cắt đá dạng trục vít.

3.3.2.2 Xác định kích thước cối đá vảy

Kích thước cối đá vảy được xác định theo diện tích yêu cầu của nó. Diện tích trao đổi nhiệt yêu cầu của cối đá được xác định theo năng suất của cối và có thể tham khảo theo dữ liệu cối đá vãy Fuji (Nhật) như sau:

Bảng 3-11: Diện tích yêu cầu của các cối đá

Năng suất, t	0,3	0,5	1	2	3,5	5	7,5	10	15	20	25	33
Diện tích, m^2	0,1	0,15	0,3	0,435	0,737	1,5	2,13	2,88	4,2	5,55	7	9,42

Diện tích trao đổi nhiệt của cối đá được xác định:

$$F = \pi.D_t.h_t \qquad (3\text{-}24)$$

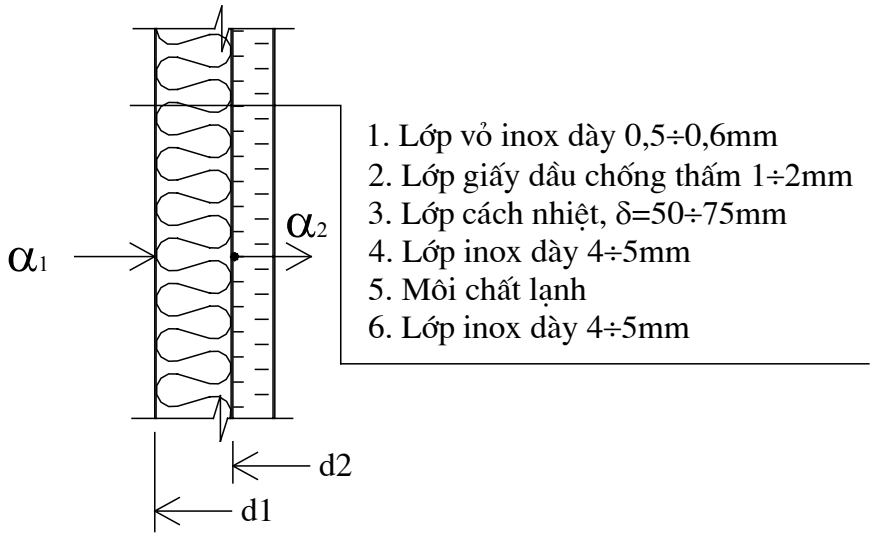
D_t - Đường kính trong cối đá, m;

h_t- Chiều cao bên trong cối đá, m;

Chọn một trong 2 kích thước D_t, h_t ta xác định được kích thước còn lại

3.3.2.3 Kết cấu cách nhiệt

Kết cấu vách của cối đá vảy được trình bày trên hình 3-13. Tổn thất lạnh của môi chất đang sôi diễn ra về cả 2 phía bên trong và bên ngoài cối đá. Tuy nhiên, không khí bên trong cối đá sau một thời gian làm việc nhất định cũng giảm xuống đáng kể nên có thể bỏ qua tổn thất này.



Hình 3-13: Cách nhiệt cối đá vảy

Phía nắp của cối đá không có bề mặt tạo đá nên chỉ có 3 lớp đầu giống như vách trụ của cối. Quá trình trao đổi nhiệt ở phía nắp cối đá là từ không khí bên ngoài vào không khí bên trong cối đá.

Phía đáy cối đá là bể nước tuần hoàn, quá trình trao đổi nhiệt giữa nước và cối đá nói chung là có ích nên không tính.

Bể nước tuần hoàn làm từ vật liệu inox, bên ngoài bọc mút cách nhiệt. Chiều dày lớp mút khoảng 30÷50mm. Nhiệt độ nước trong bể tuần hoàn tuỳ thuộc vào thời điểm làm việc, giai đoạn đầu khi mới khởi động nhiệt độ còn cao, sau khi hệ thống đi vào ổn định, nhiệt độ nước trong bể khá thấp, vì vậy khi tính toán có thể lấy trung bình trong khoảng 3÷5°C.

3.3.3 Tính nhiệt hệ thống cối đá vảy

Trong hệ thống lạnh cối đá vảy có các tổn thất nhiệt sau đây

- Tổn thất nhiệt do truyền nhiệt ở cối đá vảy và bình giữ mức tách lỏng Q_1

+ Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che cối đá vảy

+ Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che bể nước tuần hoàn

+ Tổn thất qua kết cấu bao che bình giữ mức tách lỏng

- Tổn thất nhiệt do làm lạnh nước đá Q_2
- Tổn thất nhiệt do mô tơ dao cắt đá tạo ra Q_3
- Tổn thất ở kho chứa đá Q_4

Ngoài ra phía nắp của cối đá của một số hãng là hở nên có sự rò rỉ không khí vào bên trong cối đá, gây ra tổn thất nhiệt.

3.3.3.1 Tổn thất nhiệt do truyền nhiệt

Tổn thất nhiệt do truyền nhiệt được xác định theo công thức sau:

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} \qquad (3\text{-}25)$$

Q_{11}- Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che cối đá, W;

Q_{12} - Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che bể nước tuần hoàn, W ;

Q_{13} - Tổn thất qua kết cấu bao che bình giữ mức tách lỏng, W.

1) Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che cối đá Q_{11}

Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che cối đá gồm tổn thất qua vách và nắp cối đá. Quá trình truyền nhiệt ở đây rất khác nhau, cụ thể như sau:

Ở vách đứng, nhiệt truyền từ môi trường không khí bên ngoài vào môi chất lạnh sôi bên trong cối đá.

Ở nắp: nhiệt truyền từ không khí bên ngoài vào không khí bên trong cối đá.

* *Nhiệt truyền qua vách cối đá:*

$$Q_{11}^{T} = k_T.\Delta t.h \qquad (3\text{-}26)$$

$\Delta t = t_{KK}^{N} — t_o$

t_{KK}^{N} - Nhiệt độ không khí bên ngoài, ^oC ;

t_o - Nhiệt độ sôi của môi chất lạnh bên trong, lấy $t_o = -20^oC$;

h — Chiều cao thân cối đá, m;

k_T - Hệ số truyền nhiệt vách đứng của cối đá:

$$k_T = \frac{1}{\frac{1}{\pi.d_1.\alpha_1} + \sum \frac{1}{2.\pi.\lambda_i}.\ln\frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\pi.d_2.\alpha_2}}; W/m.K \qquad (3\text{-}27)$$

α_1 - Hệ số toả nhiệt từ không khí bên ngoài lên mặt ngoài cối đá, W/m^2.K;

α_2 - Hệ số toả nhiệt khi sôi môi chất mặt trong cối đá, W/m^2.K;

λ_i - Hệ số dẫn nhiệt của các lớp vật liệu, W/m.K;

d_i, d_{i+1} - đường kính trong và ngoài của các lớp vật liệu, m;

d_1, d_2 - đường kính ngoài cối đá và đường kính trong mặt trong tiếp xúc với môi chất lạnh (hình 3-13), m

* *Nhiệt truyền qua nắp:*

Quá trình truyền nhiệt ở đây có thể coi như qua vách phẳng, nên được tính như sau:

$$Q_{11}^N = k_N.F_N.(t_{KK}^N - t_{KK}^T) \qquad (3\text{-}28)$$

F_N — Diện tích nắp cối đá, $F_N = \pi.d_1^2/4$, m^2

t_{KK}^N, t_{KK}^T — Nhiệt độ không khí bên ngoài và bên trong cối đá, ^{o}C

Nhiệt độ không khí bên ngoài là nhiệt độ trong nhà nên có thể lấy thấp hơn nhiệt độ tính toán vài độ, nhiệt độ không khí bên trong có thể lấy khoảng $t_{KK}^T = 3 \div -3^o$C

k_N — Hệ số truyền nhiệt của nắp, W/m^2.K

$$k_N = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha'_2}} \qquad (3\text{-}29)$$

α_1, α'_2 — Hệ số toả nhiệt của không khí bên ngoài và bên trong nắp cối đá, W/m^2.K;

δ_i, λ_i — Chiều dày và hệ số dẫn nhiệt của các lớp vật liệu.

2) Nhiệt truyền kết cấu bao che bể nước tuần hoàn

Ở bể nước tuần hoàn quá trình truyền nhiệt thực hiện từ môi trường không khí bên ngoài vào nước lạnh bên trong bể.

$$Q_{12} = k_B.F_B.(t_{KK}^N - t_B) \qquad (3\text{-}30)$$

F_B — Diện tích thành bể nước, m^2;

t_{KK}^N, t_B — Nhiệt độ không khí bên ngoài và nước bên trong bể, ^{o}C;

Nhiệt độ nước tuần hoàn lấy khoảng 2 ÷3°C.

k_B — Hệ số truyền nhiệt từ không khí vào nước tuần hoàn, W/m^2.K

$$k_B = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha''_2}} \qquad (3\text{-}31)$$

α_1, α''_2 — Hệ số toả nhiệt của không khí bên ngoài và nước bên trong bể nước tuần hoàn lên vách bể, W/m^2.K;

δ_i, λ_i — Chiều dày và hệ số dẫn nhiệt của các lớp vật liệu.

Bể nước tuần hoàn có dạng khối hộp. Độ cao của bể tuần hoàn khoảng 250÷350mm, các cạnh lớn hơn đường kính ngoài của cối đá khoảng 50÷100mm. Như vậy căn cứ vào đường kính cối đá có thể xác định được sơ bộ kích thước bề nước tuần hoàn để xác định tổn thất nhiệt.

3) Nhiệt truyền kết cấu bao che bình giữ mức- tách lỏng

Bình giữ mức — tách lỏng có cấu tạo khá nhỏ, diện tích bề mặt khoảng 1÷1,5m^2, bên ngoài bọc mút cách nhiệt dày 30÷50mm. Do kích thước bình nhỏ và được bọc cách nhiệt tốt nên, tổn thất nhiệt qua bình có thể bỏ qua. Trong trường hợp cần chính xác có thể tính theo công sau:

$$Q_{13} = k_{GM}.\Delta t.l \qquad (3\text{-}32)$$

$\Delta t = t_{KK}^N - t_o$

t_{KK}^N - Nhiệt độ không khí bên ngoài, ^oC ;

t_o - Nhiệt độ sôi của môi chất lạnh bên trong bể, lấy $t_o = -20^oC$

l — Chiều dài bình, m

k_{GM} - Hệ số truyền nhiệt qua vách bình giữ mức:

$$k_{GM} = \frac{1}{\frac{1}{\pi.d_1.\alpha_1} + \sum \frac{1}{2.\pi.\lambda_i}.\ln\frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\pi.d_2.\alpha_2}}; W/m.K \qquad (3\text{-}33)$$

α_1 - Hệ số toả nhiệt từ không khí bên ngoài lên vách bình, W/m^2.K;

α_2 - Hệ số toả nhiệt từ vách bình vào môi chất lạnh ở trạng thái lỏng, có thể lấy giống bên trong vách cối đá vảy, W/m^2.K;

λ_i - Hệ số dẫn nhiệt của các lớp vật liệu, W/m.K;

d_i, d_{i+1} - đường kính trong và ngoài của các lớp vật liệu, m;

d_1, d_2 - đường kính ngoài cùng và trong cùng của các lớp vật liệu, m

3.3.3.2 Nhiệt để làm lạnh đá

$$Q_2 = M\frac{q_o}{24x3600}, W \qquad (3\text{-}34)$$

M — Khối lượng đá được sản xuất trong 1 ngày đêm, về giá trị đúng bằng năng suất cối đá, kg

24x3600 Qui đổi ngày đêm ra giây, đó là thời gian làm việc .

q_o - Nhiệt lượng cần làm lạnh 1 kg nước từ nhiệt độ ban đầu đến khi đông đá hoàn toàn, J/kg

Nhiệt làm lạnh 1 kg nước từ nhiệt độ ban đầu đến khi đông đá hoàn toàn q_o được xác định theo công thức:

$$q_o = C_{pn}.t_1 + r + C_{pđ}.|t_2|$$

C_{pn} - Nhiệt dung riêng của nước : C_{pn} = 4186 J/kg.K

r - Nhiệt đông đặc : r = 333600 J/kg

$C_{pđ}$ - Nhiệt dung riêng của đá : $C_{pđ}$ = 2090 J/kg.K

t_1 - Nhiệt độ nước đầu vào, ^oC. Nhiệt độ nước lạnh vào có thể lấy từ hệ thống nước lạnh chế biến t_1 = 5 ^oC hoặc từ mạng nước thường t_1 = 30^oC.

t_2 - Nhiệt độ đá hoàn thiện t_2 = -5 ÷ -8^oC

Thay vào ta có:

$$q_o = 4186.t_1 + 333600 + 2090.|t_2|, J/kg \qquad (3\text{-}35)$$

3.3.3.3 Nhiệt do mô tơ dao cắt đá tạo ra

Mô tơ dao cắt đá được đặt bên ngoài cối đá, vì vậy nhiệt lượng tạo ra bằng công suất trên trục của mô tơ:

$$Q_3 = 1000.\eta.N, \quad W \qquad (3\text{-}36)$$

η- Hiệu suất của động cơ điện.

N - Công suất đầu vào mô tơ dao cắt đá (kW) có thể tham khảo ở bảng 3-13 dưới đây.

3.3.3.4 Tổn thất nhiệt do bơm nước tuần hoàn

Điện năng cung cấp đầu vào cho mô tơ bơm nước một phần biến thành nhiệt năng toả ra trên cuộn dây, trên các trục mô tơ, phần còn lại biến thành cơ năng làm chuyển động dòng nước. Phần cơ năng đó cuối cùng cũng biến thành nhiệt năng làm tăng nhiệt độ của nước.

$$Q_4 = 1000.\eta.N, \quad W \qquad (3\text{-}37)$$

η- Hiệu suất bơm.

3.3.3.5 Tổn thất nhiệt ở kho chứa đá

Tổn thất ở kho chứa đá chủ yếu do truyền nhiệt qua kết cấu bao che do độ chênh nhiệt độ. Tổn thất đó tính tương tự tổn thất qua kết cấu bao che kho lạnh. Kho chứa đá cũng được bố trí trên các con lươn thông gió nên có thể tính giống như tổn thất qua tường.

$$Q_5 = k.F.\Delta t \qquad (3\text{-}37)$$

k — Hệ số truyền nhiệt kho bảo quản đá, $W/m^2.K$;

F — Diện tích kết cấu tường, trần và nền của kho, m^2;

Δt - Độ chênh nhiệt độ tính toán. Có thể tính $\Delta t = 0,6.(t_N - t_T)$

t_N, t_T — Nhiệt độ tính toán ngoài trời và trong kho đá. Nhiệt độ trong kho đá lấy 0÷-5°C.

3.3.4 Chọn cối đá vảy

Dưới đây là đặc tính kỹ thuật cối đá vảy của Fuji (Nhật)

Bảng 3-12: Thông số kỹ thuật cối đá Fuji (Nhật)

Mục	K-3	K-5	K-10	K-20	K-35	K-50	K 75	K 100	K 150	K 200	K 250	K 330
Năng suất (t/ngày)	0,3	0,5	1	2	3,5	5	7,5	10	15	20	25	33
Qo (1000 KCal/h, ở -20°C)	1,5	2,3	4,5	9	16	23	34	45	68	90	113	150
Diện tích cối đá (m2)	0,1	0,15	0,3	0,435	0,737	1,5	2,13	2,88	4,2	5,55	7	9,42
Công suất ngưng tụ (kW)	1,5	2,2	3-3,7	5,5	11	15	22	30	45	60	75	90
Nguồn điện	3Ph/220V/50/60Hz											
Môi chất lạnh	R22/R502											
Mơ tơ giảm tốc (kW)	0,2			0,4			0,75		1,5	Nhiều tốc độ		
Bơm nước (kW)	0,04					0,18		0,25				0,37
Ống dịch vào (mm)	10		15		25		32					
Ống môi chất ra (mm)	15	20	25				32					
Ống nước vào (mm)	15							20				25
Ống tràn nước (mm)	15					20		25	32			
Ống xả cặn (mm)	15					20		25	32			
Số lượng van tiết lưu	1				2			3	4	6		
Công suất van tiết lưu (Tôn lạnh)	0,9		1,9	3,7		6					9	

Cửa đá Ra Φ (mm)	350			550		750		1000	1400		1770	1950
Khối lượng (kg)	75	100	125	190	250	660	845	1700	2500	3500	4000	4500
Cao (mm)	624	689	830	980	1200	1560	1950	2087	2320	2600	2650	3000
Rộng (mm)	665			767		920		1000	1600		1950	2350
Dài (mm)	480			574		920		1000	1600		1950	2350

Hiện nay có nhiều đơn vị trong nước đã chế tạo được cối đá vảy, dưới đây là đặc tính kỹ thuật cối đá vãy của Công ty Cơ Điện Lạnh Đà Nẵng SEAREE.

Bảng 3-13 dưới đây giới thiệu đặc tính kỹ thuật cối đá vảy của SEAREE dùng để tham khảo.

Bảng 3-13: Cối đá vảy của SEAREE

MODEL	Đơn vị	SRE 05A(F)	SRE 10A(F)	SRE 15A(F)	SRE 20A(F)
Năng suất	Tấn/Ngày	5	10	15	20
C/s mô tơ dao cắt đá	kW	250	370	550	550
C/s mô tơ bơm nước	kW	100	100	250	300
Ống môi chất vào	mm	25A	2x25A	2x32A	2x40A
Ống môi chất ra	mm	50A	2x50A	2x65A	2x80A
Ống nước cấp	mm	15A	20A	2x20A	2x25A
Công suất lạnh	KCal/h	25.000	50.000	75.000	100.000
Môi chất lạnh		NH3/R22/R404a			
Kiểu cấp dịch		Tiết lưu trực tiếp/Cấp từ bình giữ mức/bơm dịch			
Nhiệt độ bay hơi	ºC	-23 ÷ -25ºC			
Nhiệt độ nước vào làm đá	ºC	26			
KÍCH THƯỚC NGOÀI					
Chiều cao	mm	1345	1780	2200	2500
Chiều rộng	mm	1000	1130	1330	1600
Chiều dài	mm	1000	1130	1330	1600
Khối lượng	kg	650	1000	1500	2000

3.4 CÁC LOẠI MÁY ĐÁ KIỂU KHÁC

Ngoài hai dạng máy đá sử dụng rất phổ biến nêu trên, trong đời sống và dây dụng người ta còn sử dụng nhiều loại máy đá khác nữa. Tuy nhiên các dạng này thường có công suất nhỏ, trong cuốn sách này chúng tôi không đi sâu nghiên cứu các dạng máy như vậy. Dưới đây xin giới thiệu sơ lược về hai chủng máy đá công suất nhỏ thường được sử dụng là máy đá viên và máy đá tuyết.

3.4.1 Máy đá viên

Máy đá viên được sử dụng để sản xuất đá dạng viên trụ tròn rỗng dùng trong sinh hoạt. Có rất nhiều hãng khác nhau sản xuất máy đá viên, nhưng phổ biến là các hãng Linde, Doelz và Astra (Đức), Vogt và Escher (Mỹ), Trépaud (Pháp). Tuy cấu tạo có khác nhau một số điểm nhưng nguyên lý chung rất giống nhau.

Đá được sản xuất trong các ống có kích thước thường sử dụng là Φ57. Môi chất lạnh sôi bên ngoài ống, trong quá trình làm việc môi chất lạnh ngập bên ngoài ống. Quá trình làm việc của máy theo chu kỳ và chia thành 2 giai đoạn: giai đoạn kết đông đá và giai đoạn tan giá.

Hình 3-14 giới thiệu cấu tạo của máy đá viên của Vogt (Mỹ). Cấu tạo giống như bình ngưng ống chùm đặt đứng gồm một bình, bên trong có nhiều ống, bên trên bố trí khay chứa nước, nước từ khay chảy bên trong ống và được làm lạnh và đóng băng lên bề mặt bên trong của ống. Theo thời gian, chiều dày của lớp đá tăng lên. Lượng nước thừa được 01 thùng đặt phía dưới hứng và tiếp tục được bơm bơm lên khay cấp nước phía trên để tiếp tục đông đá. Khi độ dày đá đạt 10-15mm thì kết thúc quá trình đông đá và chuyển sang quá trình tan giá.

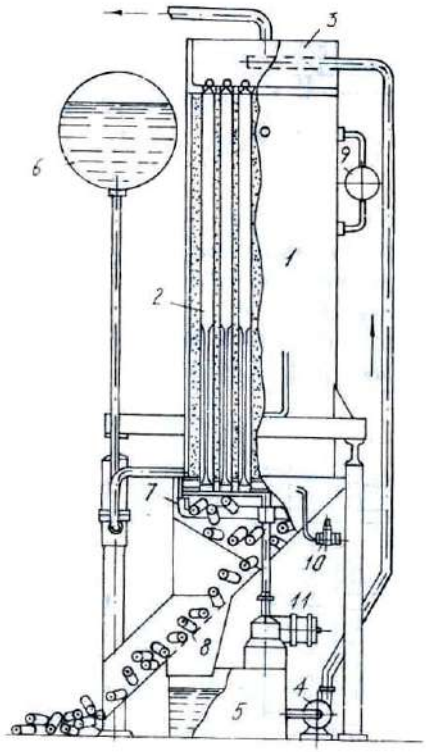
Để quá trình tan giá thuận lợi và dễ dàng lấy đá ra khỏi ống tạo đá, các ống phải có bề mặt bên trong nhẵn, phẳng. Để làm tan giá người ta sử dụng ga nóng đi vào bình đẩy lỏng trong bình vào bình chứa thu hồi và làm tan 01 lớp mỏng của thanh đá và nó rời khỏi ống rơi xuống. Khi rơi xuống dưới nó được dao cắt thành các đoạn ngắn theo yêu cầu. Sau đó tiếp tục thực hiện quá trình đông đá. Trong quá trình tan giá bơm nước ngừng hoạt động.

Thời gian làm đá phụ thuộc vào độ dày của đá, nhiệt độ bay hơi. Thời gian tan đá khoảng 2 phút và độ dày đá tan là 0,5mm.

Hiện nay đá viên được sử dụng trong kinh doanh giải khát rất phổ biến ở nước ta. Đá viên vừa thẩm mỹ vừa đảm bảo vệ sinh nên rất được

ưa chuộng. Mặt khác máy làm đá viên có kích cỡ khá nhỏ rất phù hợp với thương mại và đời sống, thời gian làm đá ngắn, nên chủ động.

Máy đá viên thường có công suất không lớn, do yêu cầu sử dụng thực tế vừa phải.



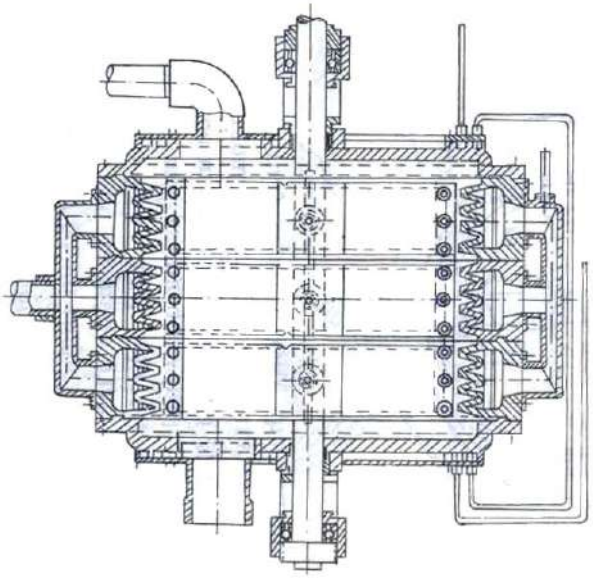
Hình 3-14: Máy đá viên

3.4.2 Máy đá tuyết

Máy sản xuất ra đá dưới dạng giống tuyết, sau đó có thể được ép thành cục lớn nhờ các máy ép.

Trên hình 3-15 giới thiệu máy đá tuyết của hãng Taylor (Mỹ). Máy gồm một tang trống, hai đầu có 2 nắp và môi chất lạnh sôi bên ngoài tang trống. Bên trong tang trống có hai lưỡi dao nạo đá quay với tốc độ khá nhanh là 250 vòng/phút.

Để tăng tiết diện tạo đá, bề mặt bên trong của tang trống có dạng dích dắc. Nước được đưa vào tạo đá từ phía một của tang trống và ra ở nắp còn lại. Khi nạo, đá sẽ rơi vào nước và sẽ được lọc giữ lại nhờ các lưới, còn nước được đưa trở lại để tiếp tục tạo đá.



Hình 3-15: Máy đá tuyết

Do bề mặt tạo đá bên trong có dạng dích dắc nên lưỡi dao cũng phải có biên dạng tương tự.

Nước cấp cho máy đá phải được làm lạnh sơ bộ đạt nhiệt độ khoảng gần 0ºC. Do tốc độ lưỡi dao tương đối lớn nên bề mặt bên trong tang trống luôn luôn tiếp xúc với nước lạnh để tạo đá, do đó hệ số truyền nhiệt khá lớn, khoảng 1600 $W/m^2.K$. Do vậy kích thước máy đá khá gọn.Để bảo quản, vận chuyển và sử dụng dễ dàng người ta ép các viên đá thành các cục lớn loại 230g và 450g. Lực ép khá lớn, khoảng 70 bar.

Để tiện lợi cho việc thay đổi công suất tạo đá người ta chế tạo tang trống thành những đơn nguyên. Khi muốn tăng công suất người ta nối tiếp thêm một vài đơn nguyên nữa. Mỗi đơn nguyên thường có năng suất khoảng 5 tấn/ngày ở nhiệt độ bay hơi của môi chất là -15ºC.

* * *

CHƯƠNG IV
HỆ THỐNG THIẾT BỊ CẤP ĐÔNG

4.1 CÁC VẤN ĐỀ VỀ CẤP ĐÔNG THỰC PHẨM

4.1.1 Mục đích và ý nghĩa

4.1.1.1 Phân loại giới hạn làm lạnh

** Nhiệt độ đóng băng của thực phẩm*

Nước nguyên chất đóng băng ở 0ºC. Tuy nhiên điểm đóng băng của thực phẩm thì khác, vì nồng độ muối khoáng và chất hoà tan trong dịch tế bào của thực phẩm thay đổi tuỳ từng loại thực phẩm nên chúng có điểm đóng băng khác nhau và thường nhỏ hơn 0ºC.

Ví dụ của cá biển có điểm đóng băng khoảng -1,5ºC, cá nước ngọt điểm đóng băng -1,0ºC, tôm biển -2ºC.

** Các cấp làm lạnh thực phẩm:*

Ứng với khoảng nhiệt độ sản phẩm sau cấp đông người ta phân biệt các cấp làm lạnh thực phẩm như sau:

- Làm lạnh: Khi nhiệt độ sản phẩm cuối quá trình nằm trong khoảng

$$t_{đb} < t < +20^oC$$

- Làm lạnh đông (cấp đông): Khi nhiệt độ sản phẩm sau cấp đông nằm trong khoảng:

$$-100^oC < t < t_{đb}$$

- Làm lạnh thâm độ: Khi nhiệt độ sản phẩm sau cấp đông nằm trong khoảng

$$-273^oC < t < -100^oC$$

4.1.1.2 Mục đích và ý nghĩa

Thực phẩm ở nhiệt độ cao dưới tác dụng của men phân giải (enzim) của bản thân và các vi sinh vật sẽ xảy ra quá trình biến đổi về chất, dẫn đến hư hỏng, ươn thối.

Khi nhiệt độ thực phẩm xuống thấp các quá trình trên sẽ bị ức chế và kìm hãm, tốc độ các phản ứng hoá sinh sẽ giảm. Nhiệt độ càng thấp, tốc độ phân giải càng giảm mạnh.

Khi nhiệt độ giảm thì hoạt động sống của tế bào giảm là do:

- Cấu trúc tế bào bị co rút;
- Độ nhớt dịch tế bào tăng;
- Sự khuyếch tán nước và các chất tan của tế bào giảm;

- Hoạt tính của enzim có trong tế bào giảm. Nhiệt độ thấp ức chế tốc độ của các phản ứng hoá sinh trong thực phẩm. Nhiệt độ thấp tốc độ giảm, người ta tính rằng cứ giảm 10ºC thì tốc độ phản ứng hoá sinh giảm xuống còn từ 1/2 đến 1/3. Nhiệt độ thấp tác dụng đến các men phân giải nhưng không tiêu diệt được nó. Nhiệt độ giảm xuống 0ºC hoạt động của hầu hết các enzim bị đình chỉ. Men lipaza, trypsin, catalaza ở nhiệt độ -191ºC cũng không bị phá huỷ. Nhiệt độ càng thấp khả năng phân giải giảm, ví dụ khả năng phân giải của men lipaza phân giải mỡ cho ở bảng 4-1 dưới đây.

Bảng 4-1 : Khả năng phân giải của men phân giải mỡ lipaza

Nhiệt độ, ºC	40	10	0	-10
Khả năng phân giải, %	11,9	3,89	2,26	0,70

Các tế bào thực vật có cấu trúc đơn giản hoạt động sống có thể độc lập với cơ thể sống. Vì vậy khả năng chịu lạnh cao, đa số tế bào thực vật không bị chết khi nước trong nó chưa đóng băng.

Tế bào động vật có cấu trúc và hoạt động sống phức tạp, gắn liền với cơ thể sống. Vì vậy khả năng chịu lạnh kém. Đa số tế bào động vật chết khi nhiệt độ giảm quá 4ºC so với thân nhiệt bình thường của nó. Tế bào động vật chết là do chủ yếu độ nhớt tăng và sự phân lớp của các chất tan trong cơ thể.

Một số loài động vật có khả năng tự điều chỉnh hoạt động sống khi nhiệt độ giảm, cơ thể giảm các hoạt động sống đến mức không cần nhu cầu bình thường của điều kiện môi trường trong một khoảng thời gian nhất định. Khi tăng nhiệt độ, hoạt động sống của chúng phục hồi, điều này được ứng dụng trong vận chuyển động vật đặc biệt là thuỷ sản ở dạng tươi sống, đảm bảo chất lượng tốt và giảm chi phí vận chuyển.

Như vậy khi nhiệt độ thấp quá trình phân giải của thực phẩm sẽ bị chậm lại hoặc chấm dứt hoàn toàn là do:

- Hoạt động của các men phân giải bị đình chỉ.
- Sự phát triển của các vi sinh vật bị ức chế, đại bộ phận các vi sinh vật ngừng hoạt động trong khoảng -3ºC ÷ -10ºC. Tuy nhiên ở -10ºC vi khuẩn micrococcuss vẫn sống nhưng phát triển chậm. Các loại nấm mốc chịu đựng lạnh tốt hơn, có thể tới -15ºC. Để nấm mốc sống được

độ ẩm phải đảm bảo ít nhất là 15%. Khi nhiệt độ giảm xuống -18ºC thì nước trong thực phẩm mới đóng băng tới 86%, đạt yêu cầu trên. Vì vậy nhiệt độ bảo quản tốt nhất từ -18ºC trở xuống mới làm cho toàn bộ vi sinh vật và nấm mốc ngừng hoạt động hoàn toàn.

4.1.2 Sự kết tinh của nước trong thực phẩm

4.1.2.1 Nước trong thực phẩm

Nước trong thực phẩm, đặc biệt trong thuỷ sản chiếm tỷ lệ rất lớn có thể lên đến 80%. Tuỳ theo mức độ liên kết mà người ta chia nước trong thực phẩm ra các dạng: Nước tự do và nước liên kết

- Nước tự do: Chỉ liên kết cơ học. Nước nằm bất động trong mạng lưới cấu trúc mô cơ dưới hình thức dung môi để khuyếch tán các chất qua tế bào.

- Nước liên kết: Không phải là dung môi mà là ở dạng liên kết với các chất prôtit tan và các chất vô cơ, hữu cơ tan khác tạo thành các khung cấu trúc của mô cơ.

4.1.2.2 Cơ chế đóng băng trong thực phẩm khi cấp đông.

Nước trong thực phẩm do có hoà tan các chất tan nên nhiệt độ đóng băng thấp hơn 0ºC.

Khi hạ nhiệt độ thực phẩm xuống thấp các dạng nước trong thực phẩm đóng băng dần dần tuỳ mức độ liên kết của chúng với tế bào.

Khi nhiệt độ hạ xuống thấp bằng nhiệt độ cấp đông, trước tiên các tinh thể đá xuất hiện ở gian bào (khoảng trống giữa các tế bào). Khi đến điểm đóng băng đa số nước ở gian bào kết tinh và làm tăng nồng độ chất tan lên cao hơn trong tế bào. Do đó áp suất thẩm thấu tăng lên làm cho nước trong tế bào có xu hướng ra ngoài qua gian bào, qua màn bán thấm của tế bào. Nếu tốc độ làm lạnh chậm thì nước trong tế bào ra sẽ làm các tinh thể hiện diện lớn lên mà không tạo nên tinh thể mới.

Nếu tốc độ làm lạnh nhanh thì tinh thể sẽ tạo ra cả ở bên ngoài lẫn bên trong tế bào, tinh thể đá sẽ nhuyễn và đều.

Do đó nếu hạ nhiệt chậm tế bào bị mất nước và các tinh thể đá tạo ra sẽ to và chèn ép làm rách màng tế bào, cấu tạo mô cơ bị biến dạng, giảm chất lượng sản phẩm.

Khi nước tự do đã đóng băng hết thì đến nước liên kết, bắt đầu từ nước có liên kết yếu đến nước có liên kết mạnh.

4.1.2.3. Tác động của sự kết tinh của nước đối với thực phẩm.

- Có sự phân bố lại nước trong thực phẩm không chỉ giữa gian bào và tế bào mà còn theo chiều sâu của sản phẩm.
- Có sự biến đổi tế bào do sự phân bố lại nước, do tạo thành lớp đá, vỡ tế bào, biến đổi cấu trúc sợi cơ.

4.1.2.4 Các yếu tố ảnh hưởng đến sự kết tinh của nước trong thực phẩm.

1. Nồng độ các chất hoà tan.

Các chất đường, chất béo, prôtêin, muối vv... trong thực phẩm hoà tan liên kết với nước tạo thành dung dịch keo.

Để kết tinh các phân tử nước phải tách ra khỏi sự liên kết của các chất tan. Vì vậy khi có các chất tan thì nhiệt độ của nước phải giảm để giảm động năng, tăng lực liên kết phân tử giữa các phân tử nước với nhau để kết tinh. Do đó nồng độ chất hoà tan tăng thì nhiệt độ kết tinh nước giảm. Độ giảm nhiệt độ để nước kết tinh phụ thuộc vào nồng độ chất tan như sau:

$$\Delta t = - 1,18 \times n \qquad (4\text{-}1)$$

n - Nồng độ phân tử các chất tan.

- Khi nhiệt độ kết tinh nước giảm thì tốc độ hình thành mầm tinh thể tăng dần.
- Khi giảm nhiệt độ kết tinh các tinh thể nước đá hình thành sẽ có xu hướng phát triển chiều dài và giảm kích thước chiều ngang nhờ đó việc làm hỏng cấu trúc tế bào thực phẩm giảm.
- Kích thước ngang của các tinh thể được phân chia như sau:

  + Kích thước 0,2 ÷ 0,6mm - tinh thể lớn
  + Kích thước 0,1 ÷ 0,2mm - tinh thể vừa
  + Kích thước 0,01 ÷ 0,1mm - tinh thể bé

Ở khoảng nhiệt độ -1÷-2°C các tinh thể tạo thành các kích thước lớn, ở nhiệt độ -10÷-20°C các tinh thể có số lượng rất nhiều và kích thước nhỏ.

2. Tốc độ cấp đông

Tốc độ làm lạnh thực phẩm là tỷ số giữa chiều dày lớp thực phẩm được cấp đông với thời gian để làm đông lớp đó:

$$V_f = X/\tau \text{ , m/h} \qquad (4\text{-}2)$$

Tốc độ làm lạnh đông phụ thuộc nhiều yếu tố, trong đó yếu tố nhiệt độ buồng cấp đông đóng vai trò quan trọng nhất.

Căn cứ vào tốc độ làm đông người ta chia ra như sau:

- *Cấp đông chậm:* Khi tốc độ cấp đông dưới 0,5 cm/h và thời gian cấp đông lớn hơn 10 giờ.

- *Cấp đông nhanh:* Khi tốc độ cấp đông từ 1 ÷ 3 cm/h và thời gian cấp đông từ 2 đến 6 giờ.

- Cấp đông cực nhanh: Khi tốc độ cấp đông lớn hơn hoặc bằng 15cm/h, thời gian cấp đông dưới 20 phút.

**** Ảnh hưởng của tốc độ cấp đông***

- Khi cấp đông chậm nước khuyếch tán nhiều, các tinh thể nước đá thu hút nước để tăng thể tích mà không có xu hướng tạo nên các mầm tinh thể. Kết qủa là số lượng các tinh thể ít, kích thước lớn và không đều, điều đó ảnh hưởng nhiều đến cấu trúc liên kết tế bào thực phẩm.

- Khi cấp đông nhanh nước ít khuyếch tán vì các mầm tinh thể hình thành đều khắp trong cấu trúc với tốc độ nhanh nhờ đó số tinh thể nhiều, kích thước nhỏ và đều.

- Cấp đông cực nhanh sẽ không có sự khuyếch tán nước. Các phần tử nước sẽ kết tinh ở những vị trí liên kết với các chất tan vì vậy các tinh thể có kích thước rất nhỏ, các tính chất của thực phẩm được giữ gìn như nguyên vẹn.

3. Chất lượng ban đầu của thực phẩm

- Thực phẩm tươi sống đem làm lạnh đông sẽ có chất lượng cao nhất vì cấu trúc và sự liên kết của nước với các thành phần còn nguyên tính tự nhiên.

- Khi các cấu trúc bị hư hỏng do va chạm hoặc do chất lượng bị giảm vì quá trình tự phân giải, thối rửa thì khả năng giữ nước giảm, tỷ lệ nước tự do tăng, tính đàn hồi của cấu trúc giảm. Tương tự như ở thịt động vật có giai đoạn co cứng, cấu trúc giảm tính đàn hồi vì khả năng giữ nước giảm.

Trong những trường hợp này nước kết tinh sẽ khuyếch tán nhiều, cấu trúc liên kết tế bào bị nước đá giãn nỡ sẽ rách vỡ làm cho chất lượng sản phẩm giảm.

4.1.3 Sự biến đổi của thực phẩm trong quá trình cấp đông

4.1.3.1. Biến đổi về nhiệt vật lý

a. Sự kết tinh của nước: Trong quá trình cấp đông nước tách ra và đông thành các tinh thể, làm cho sản phẩm trở nên rắn, tăng thể tích một ít.

Khi nước trong thực phẩm kết tinh tạo thành mạng tinh thể xen kẻ giữa các thành phần khác tạo ra cấu trúc vững chắc, nhưng khi làm tan băng, phục hồi trạng thái ban đầu thì cấu trúc thực phẩm bị mềm yếu hơn, kém đàn hồi hơn do các tinh thể làm rách cấu trúc liên kết tế bào thực phẩm.

b. Biến đổi màu sắc: Đồng thời với quá trình trên màu sắc thực phẩm cũng biến đổi do hiệu ứng quang học do tinh thể đá khúc xạ ánh sáng. Màu sắc thực phẩm khi nước đóng băng phụ thuộc tính chất quang ánh sáng của các tinh thể nước đá.

c. Bay hơi nước: Trong quá trình làm lạnh đông có hiện tượng mất nước, giảm trọng lượng sản phẩm. Đó là sự bay hơi nước vào không khí từ bề mặt thực phẩm, do chênh lêch mật độ ρ giữa không khí sát bề mặt và không khí xung quanh.

Ẩm bốc lên từ bề mặt sản phẩm vào không khí xung quanh, nếu sản phẩm nhập có bề mặt còn ướt thì khi cấp đông chúng sẽ đông lại, sau đó diễn ra quá trình thăng hoa. Nếu chênh lệch nhiệt độ bề mặt sản phẩm và không khí trong buồng cấp đông càng lớn thì ẩm bốc càng mạnh, gây hao hụt khối lượng.

d. Khuyếch tán nước: Khi cấp đông xảy ra hiện tượng khuyếch tán nước trong cấu trúc thực phẩm, nước khuyếch tán là do các nguyên nhân:

+ Sự chênh lệch nhiệt độ gây nên do chênh lệch mật độ ρ.

+ Sự lớn lên của tinh thể nước đá luôn thu hút nước từ những vị trí chưa kết tinh dẫn đến, làm cho nước từ nơi có nồng độ chất tan thấp chuyển đến nơi có nồng độ chất tan cao. Sự di chuyển của nước thực hiện nhờ tính bám thấm và mao dẫn của cấu trúc thực phẩm. Động lực của quá trình khuyếch tán, làm cho nước di chuyển từ trong tế bào ra gian bào và từ trong ra ngoài, từ vị trí liên kết ra tự do. Khi nước khuyếch tán cấu trúc tế bào co rút, một số chất tan biến tính, dẫn đến khi làm tan một phần thực phẩm gần bề mặt.

e. Các thông số nhiệt vật lý thay đổi

- *Biến đổi nhiệt dung*: Nhiệt dung sản phẩm thay đổi là do nước trong thực phẩm đã được đóng băng. Nhiệt dung khi đó được tính:

$$C_{SP} = C_{CK}(1-W) + C_đ.\omega.W + C_n.(1-\omega).W \text{ ; kJ/kg.K} \quad (4\text{-}3)$$

C_{SP}, C_{CK}, $C_đ$, C_n — Nhiệt dung riêng của sản phẩm, chất khô, nước đá và của nước, kJ/kg.K;

ω- Tỷ lệ nước đã đóng băng ở nhiệt độ $t_{đb}$

W — Hàm lượng nước trong sản phẩm.

Nhiệt dung riêng sản phẩm trước khi đóng băng

$$C_o = C_{CK}(1-W) + C_n.W \text{ ; kJ/kg.K} \quad (4\text{-}4)$$

Do đó

$$C_{SP} = C_o - (C_n - C_đ).\omega.W = Co — 2{,}096.\omega.W \text{ ; kJ/kg.K}$$

Có thể xác định nhiệt dung riêng sản phẩm theo công thức thực nghiệm như sau:

$$C_{SP} = C_o - \frac{A_c}{1 + \frac{B_c}{\lg t}}, kCal/kg.K \quad (4\text{-}5)$$

A_c, B_c — Là các hằng số thực nghiệm

- *Biến đổi hệ số dẫn nhiệt*

Hệ số dẫn nhiệt của sản phẩm cũng thay đổi thể hiện ở công thức dưới đây:

$$\lambda_{SP} = \lambda_o + \frac{A_\lambda}{1 + \frac{B_\lambda}{\lg[t + (1 - t_{kt})]}} \quad (4\text{-}6)$$

λ_{SP}, λo — Hệ số dẫn nhiệt của sản phẩm lạnh đông và ở nhiệt độ kết tinh (nhưng sản phẩm chưa kết tinh), W/m.K;

A_λ, B_λ - Hằng số thực nghiệm

t, t_{kt} — Nhiệt độ sản phẩm cấp đông và nhiệt độ kết tinh (không kể dấu âm), ^oC

- *Biến đổi hệ số dẫn nhiệt độ*

Hệ số dẫn nhiệt độ của sản phẩm cũng thay đổi và được tính theo công thức sau đây:

$$a_{SP} = a_o + \frac{A_a}{1 + \frac{B_a}{\lg[t + (1 - t_{kt})]}} \quad (4\text{-}7)$$

a_{SP}, ao — Hệ số dẫn nhiệt độ của sản phẩm lạnh đông và ở nhiệt độ kết tinh (nhưng sản phẩm chưa kết tinh), m^2/s;

A_a, B_a - Hằng số thực nghiệm.

t, t_{kt} — Nhiệt độ sản phẩm cấp đông và nhiệt độ kết tinh (không kể dấu âm), ^oC.

Dưới đây là bảng các thông số của một số sản phẩm

Bảng 4-2: Các hằng số thực nghiệm

Đại lượng	Thịt bò	Cá
C_o	0,805	0,800
A_c	0,396	0,415
B_c	0,343	0,369
λ_o	0,390	0,572
A_λ	0,938	0,669
B_λ	0,186	0,148
a_o	0,00045	0,00045
A_a	0,00244	0,00214
B_a	0,445	0,482

4.1.3.2 Biến đổi hoá học

Bản chất quá trình biến đổi hoá học của thực phẩm khi làm lạnh là sự phân giải của các chất dự trữ năng lượng do tác động của các enzim có sẵn trong thực phẩm.

- Mức độ biến đổi hoá học phụ thuộc vào trạng thái ban đầu của thực phẩm và phương pháp làm lạnh. Nói chung do nhiệt độ giảm nhanh thời gian làm lạnh ngắn nên các biến đổi hoá học diễn ra với tốc độ rất chậm, ít hư hỏng, chất lượng thực phẩm được đảm bảo.
- Các biến đổi chủ yếu là do sự ôxi hoá các sắc tố làm biến màu thực phẩm. Sự ôxi hoá phụ thuộc mức độ tiếp xúc với không khí của thực phẩm và chất lượng ban đầu.
- Để giảm sự ôxi hoá có thể loại bỏ các sắc tố trước khi làm lạnh, hạn chế bớt các hoạt tính của các enzim, hạn chế tiếp xúc với không khí, làm tăng tốc độ làm lạnh.

4.1.3.3 Biến đổi do vi sinh

Trước khi làm lạnh thực phẩm thường được rửa sạch để loại bỏ các tạp chất nơi chứa chấp nhiều loại vi sinh vật.

Trong quá trình làm lạnh do nhiệt độ môi trường làm lạnh có nhiệt độ không phù hợp với các vi sinh vật nên vi sinh vật ở lớp bề mặt thực

phẩm bị tiêu diệt. Số còn lại bị hạn chế khả năng hoạt động. Nhưng chúng thích nghi dần với lạnh, nên thời gian bảo quản thực phẩm bị giảm.

4.1.4. Thời gian làm lạnh đông thực phẩm

Thời gian cấp đông là thời gian cần thiết để hạ nhiệt độ tâm của sản phẩm từ nhiệt độ ban đầu đến nhiệt độ yêu cầu. Yêu cầu đối với thực phẩm cấp đông là nhiệt độ trung bình hoặc cân bằng của chúng phải nhỏ hơn hoặc bằng nhiệt độ bảo quản. Nhiệt độ trung bình của sản phẩm t_{tb} thường được chọn bằng trung bình cộng của nhiệt độ tâm t_t và nhiệt độ bề mặt t_f.

$$t_{tb} = (t_f + t_t) / 2 \qquad (4\text{-}8)$$

Vì vậy cần chọn nhiệt độ tâm phù hợp để đạt yêu cầu này.

Ví dụ: Xác định nhiệt độ tâm sản phẩm khi cấp đông ở kho cấp đông, biết nhiệt độ không khí -35°C, nhiệt độ bảo quản là -18°C.

- Nhiệt độ bề mặt $t_f = t_b$ x 0,7 = -35 x 0,7 = -24,5°C
- Nhiệt độ tâm sản phẩm là: $t_t = 2 \times t_{tb} - t_f = 2 \times (-18) - (-24,5) = -36 + 24,5 = -11,5$°C

Vì vậy chọn nhiệt độ tâm sản phẩm ít nhất là -12°C

Quá trình làm lạnh đông thực phẩm qua 3 giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Làm lạnh sản phẩm đến điểm đóng băng
- Giai đoạn 2: Đóng băng ở điểm kết tinh (t_{kt} = const)
- Giai đoạn 3: Kết thúc quá trình làm lạnh đông và tiếp tục hạ nhiệt độ sản phẩm tới nhiệt độ cần thiết để bảo quản lạnh đông.

Khi làm lạnh đông do tạo thành các lớp tinh thể từ phía bề mặt và tâm nên ngăn cản quá trình truyền nhiệt sâu vào bên trong.

4.1.4.1 Xác định thời gian kết tinh nước trong thực phẩm

Thời gian kết tinh là thời gian để nước trong thực phẩm kết tinh thành đá, trong quá trình này ta coi nhiệt độ của đá kết tinh không đổi và bằng $t_{đb.}$

Công thức Plank thường được sử dụng để xác định thời gian làm lạnh thực phẩm:

$$\tau = \frac{q}{v.\Delta t}\left(\frac{P.\delta}{k} + \frac{R.\delta^2}{\lambda}\right) \qquad (4\text{-}9)$$

trong đó

q - Nhiệt lượng cần thải từ nhiệt độ ban đầu đến nhiệt độ kết tinh cuối cùng, kCal/kg;
v - Thể tích riêng của thực phẩm, m^3/kg;
Δt - độ chênh nhiệt độ giữa điểm đóng băng ban đầu của thực phẩm và môi trường, ^oC;
δ - Chiều dày lớp thực phẩm, m;
k - Hệ số truyền nhiệt bề mặt (kể cả bao gói), kCal/m^2.h.K;
λ - Hệ số dẫn nhiệt của thực phẩm, kCal/m.h.K;
P, R - Các hằng số tuỳ thuộc hình dạng thực phẩm.

4.1.4.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian cấp đông

1. Loại máy cấp đông

Có nhiều loại thiết bị cấp đông và nguyên lý hoạt động rất khác nhau. Thiết bị gió cưỡng bức tiếp xúc và làm lạnh sản phẩm, có loại tiếp xúc là bề mặt các tấm kim loại, nhưng có loại thì sản phẩm được nhúng trong dịch N_2 lỏng.

Do nguyên lý làm lạnh khác nhau nên tốc độ sẽ khác nhau đáng kể.

Đối với cùng một dạng máy cấp đông, nhưng nếu sử dụng phương pháp cấp dịch cho thiết bị bay hơi khác nhau cũng làm cho thời gian cấp đông thay đổi đáng kể, do hệ số trao đổi nhiệt bên trong phụ tuộc nhiều vào phương pháp cấp dịch.

2. Nhiệt độ buồng cấp đông

Nhiệt độ cấp đông càng thấp thì thời gian cấp đông càng nhanh và ngược lại. Vì vậy cần chọn nhiệt độ buồng hợp lý. Thường nhiệt độ không khí trong buồng cấp đông đạt là -35^oC.

3. Tốc độ gió trong buồng cấp đông

Tốc độ gió càng cao thì thời gian cấp đông càng nhanh do hệ số toả nhiệt đối lưu tăng, kết quả hệ số truyền nhiệt tăng.

4. Nhiệt độ sản phẩm trước cấp đông

Việc chế biến thực phẩm diễn ra trong một thời gian khá lâu, vì vậy khi chế biến được khay sản phẩm nào, người ta sẽ tạm cho vào các kho chờ đông để tạm thời bảo quản, chờ cho đủ khối lượng cần thiết cho 01 mẻ cấp đông mới đem cấp đông.

Mặt khác trong quá trình chế biến, thực phẩm được ướp đá và xử lý trong không gian khá lạnh. Vì thế nhiệt độ thực phẩm đưa vào thiết bị cấp đông thường chỉ cỡ 10÷12°C. Nếu thời gian bảo quản trong kho chờ đông lâu thì nhiệt độ thực phẩm vào cấp đông còn nhỏ hơn. Nhiệt độ thực phẩm vào cấp đông càng thấp thì thời gian cấp đông càng ngắn.

5. Bề dày sản phẩm cấp đông

Thời gian cấp đông càng lâu nếu thực phẩm càng dày. Người ta nhận thấy thời gian cấp đông tăng lên một cách nhanh chóng nếu tăng chiều dày thực phẩm. Mối quan hệ này không theo qui luật tuyến tính mà theo bậc bình phương của chiều dày.

Các sản phẩm cấp đông dạng khối (block) có thời gian cấp đông khá lâu, nhưng dạng rời thì thời gian ngắn hơn nhiều.

6. Hình dạng sản phẩm

Hình dạng của thực phẩm cũng ảnh hưởng tới tốc độ làm lạnh. Hình dạng có liên quan tới diện tích tiếp xúc. Dạng khối sẽ có diện tích tiếp xúc kém nhất, trong khi các sản phẩm dạng rời có diện tích tiếp xúc rất lớn nên thời gian làm lạnh giảm rất nhiều. Sản phẩm càng nhỏ sẽ có diện tích tiếp xúc càng lớn nên thời gian cấp đông nhanh.

7. Diện tích bề mặt tiếp xúc

Khi diện tích tiếp xúc giữa thực phẩm với tác nhân hoặc với bề mặt làm lạnh tăng thì thời gian làm lạnh giảm. Trong tủ đông tiếp xúc, nếu bề mặt không phẳng diện tích tiếp xúc nhỏ sẽ làm tăng thời gian làm lạnh. Vì thế các khay cấp đông phải có bề mặt phẳng, không gồ ghề lồi lõm. Trong các thiết bị đông rời nên bố trí sản phẩm đều theo toàn bộ khay hay băng chuyền cấp đông.

Trên các tấm lắc cấp đông nếu có băng cũng có thể làm giảm diện tích tiếp xúc.

8. Bao gói sản phẩm

Một số sản phẩm cấp đông được đóng gói trước nên khi cấp đông làm tăng nhiệt trở. Đặc biệt khi bao gói có lọt các lớp khí bên trong thì tạo ra lớp cách nhiệt thì làm tăng đáng kể thời gian cấp đông.

9. Loại thực phẩm

Mỗi loại thực phẩm có một nhiệt dung và nhiệt hàm khác nhau, do đó nhiệt lượng cần thiết để cấp đông 1kg mỗi loại thực phẩm rất khác nhau.

4.1.5 Các phương pháp và thiết bị kết đông thực phẩm

Thiết bị cấp đông có rất nhiều dạng, hiện nay ở nước ta sử dụng phổ biến các hệ thống như sau:

- Kho cấp đông gió (Air Blast Freezer);
- Tủ cấp đông tiếp xúc (Contact Freezer);
- Tủ cấp đông gió;
- Hệ thống cấp đông dạng rời , có băng chuyền IQF;
  + Hệ thống cấp đông có băng chuyền cấp đông thẳng
  + Hệ thống cấp đông có băng chuyền dạng xoắn
  + Hệ thống cấp đông siêu tốc
- Hệ thống cấp đông nhúng N_2 lỏng

4.1.5.1 Làm đông thực phẩm trong không khí lạnh

Thực phẩm được làm lạnh bằng không khí có nhiệt độ âm sâu đối lưu cưỡng bức qua bề mặt. Quá truyền nhiệt là trao đổi nhiệt đối lưu.

Sản phẩm cấp đông có thể dạng block hoặc dạng rời, nhưng thích hợp nhất là dạng sản phẩm rời.

a. Ưu điểm

- Không khí có nhiệt dung riêng nhỏ nên giảm nhiệt độ nhanh.
- Khi tiếp xúc không gây các tác động cơ học vì thế giữ nguyên hình dáng kích thước thực phẩm, đảm bảo thẩm mỹ và khả năng tự bảo vệ cao của nó.
- Hoạt động liên tục, dễ tự động hoá sản xuất.

b. Nhược điểm

- Thực phẩm dễ bị khô do bay hơi nước bề mặt và dễ bị ôxi hoá do tiếp xúc nhiều với khí O_2.

c. Ứng dụng

- Đông thực phẩm dạng rời và block ở các kho và tủ cấp đông.

4.1.5.2 Làm đông tiếp xúc

Các sản phẩm được đặt trên các khay và được kẹp giữa các tấm lắc cấp đông. Các tấm lắc kim loại bên trong rỗng để cho môi chất lạnh

chảy qua, nhiệt độ bay hơi đạt t_o = -40÷-45°C. Nhờ tiếp xúc với các tấm lắc có nhiệt độ rất thấp, quá trình trao đổi nhiệt tương đối hiệu quả và thời gian làm đông được rút ngắn đáng kể so với làm đông dạng khối trong các kho cấp đông gió, đạt τ = 1,5÷2 giờ nếu cấp dịch bằng bơm hoặc 4÷4,5 giờ nếu cấp dịch từ bình giữ mức theo kiểu ngập dịch.

Truyền nhiệt trong tủ đông tiếp xúc là dẫn nhiệt.

Phương pháp làm đông tiếp xúc thường được áp dụng cho các loại sản phẩm dạng khối (block).

4.1.5.3 Làm đông cực nhanh

Thực phẩm được di chuyển trên các băng chuyền và được phun làm lạnh bằng ni tơ lỏng có nhiệt độ bay hơi rất thấp -196°C. Vì thế thời gian làm lạnh đông cực nhanh từ 5÷10 phút. Hiện nay các nước phát triển ứng dụng rộng rãi phương pháp này.

Bảng 4-3. Các thông số về phương pháp cấp đông

Phương pháp cấp đông	Nhiệt độ tâm thịt ^{0}C		Thông số không khí trong buồng cấp đông		Thời gian cấp đông	Tốn hao khối lượng, %
	Ban đầu	Cuối	Nhiệt độ, ^{0}C	Tốc độ chuyển động, m/s		
Cấp đông hai pha						
- Chậm	4	-8	-18	0,140,2	40	2,58
- Tăng cường	4	-8	-23	0,540,8	26	2,35
- Nhanh	4	-8	-15	344	16	2,20
Cấp đông một pha						
- Chậm	37	-8	-23	0,140,2	36	1,82
- Tăng cường	37	-8	-30	0,540,8	24	1,60
- Nhanh	37	-8	-35	142	20	1,20

4.1.5.4 Làm đông bằng hổn hợp đá và muối

Phương pháp này thực hiện ở những nơi không có điện để chạy máy lạnh. Khi cho muối vào nước đá thì tạo nên hỗn hợp có khả năng làm lạnh. Tuỳ thuộc vào tỷ lệ muối pha mà đạt được các hổn hợp nhiệt độ khác nhau.

Phương pháp này có ưu điểm đơn giản dễ thực hiện.

Nhưng có nhược điểm là nhiệt độ hỗn hợp tạo ra không cao cỡ -12ºC, vì vậy chỉ có khả năng bảo quản trong thời gian ngắn và thực phẩm tươi sạch. Nhược điểm khác của phương pháp này là thực phẩm mất trọng lượng và giảm phẩm chất bề mặt.

4.1.5.5 Làm đông bằng nước muối lạnh

Có 2 cách:

1. Ngâm trong nước muối

Cá được xếp vào giỏ lưới rồi nhúng vào bể nước muối được làm lạnh bởi giàn bốc hơi amôniăc. Nước muối được lưu động bằng bơm, nhiệt độ -18ºC, thời gian làm đông 3 giờ.

2. Phun nước muối lạnh

Phương pháp này được ứng dụng trong chế biến thuỷ sản.
Cá vận chuyển trên băng chuyền và được phun nước muối lạnh -25ºC. Khi đã đông lạnh cá được phun nước sạch 20ºC để rửa muối bám lên cá, cuối cùng cá được phun nước 0ºC để mạ băng trước khi chuyển về kho bảo quản.

Theo phương pháp này thời gian làm đông ngắn mà hao hụt trọng lượng ít, lượng muối ngấm vào ít. Tuy nhiên phương pháp này cũng làm cho thực phẩm ngấm muối ít nhiều.

4.1.6 Xử lý thực phẩm sau cấp đông

4.1.6.1 Mạ băng sản phẩm đông

1. Ý nghĩa

Mạ băng là quá trình làm đóng băng 01 lớp nước đá trên bề mặt sản phẩm. Việc mạ băng có các tác dụng sau:

- Lớp băng có tác dụng bảo vệ thực phẩm chống ôxi hoá các thành phần dinh dưỡng do tiếp xúc với không khí.
- Chống quá trình thăng hoa nước đá trong thực phẩm.
- Làm đẹp các sản phẩm.
- Trữ thêm lạnh cho thực phẩm để bảo quản lâu dài.

2. Phương pháp mạ băng sản phẩm đông

Có 2 phương pháp mạ băng: Nhúng trong nước lạnh và phun nước lên bề mặt sản phẩm.

Phương pháp nhúng đảm bảo đều hơn, đẹp hơn, thực hiện đơn giản nhưng tổn hao lạnh lớn, sau khi nhúng một số lần thì nước bị nhiễm bẩn nên phải thay thế. Nước nhúng có nhiệt độ khoảng 3÷5°C.

Phương pháp phun thực hiện từ nhiều phía, hệ thống điều khiển tự động phải nhịp nhàng giữa các khâu. Tuy nhiên khi phun mặt dưới của sản phẩm sẽ không được mạ nên phải có biện pháp bổ sung.

Do vậy người ta thường sử dụng kết hợp cả 2 phương pháp trên là vừa nhúng vừa phun. Ở vị trí phun sản phẩm chuyển động vòng xuống máng chứa nước nên cả hai mặt đều được mạ băng: mặt trên được mạ do phun còn mặt dưới được mạ nhờ nước trong máng. Phương pháp này đảm bảo đều 2 mặt nhưng lượng nước cần thiết không nhiều và mất mát lạnh không đáng kể.

- Sau khi làm ướt bề mặt sản phẩm được để trong không khí, nước lấy lạnh từ thực phẩm và kết tinh trên bề mặt thực phẩm tạo thành lớp băng bám chặt bề mặt thực phẩm. Để tăng lớp băng mạ không nên kéo dài thời gian mạ băng, vì như vậy sẽ bị mất nhiệt mà nên thực hiện nhiều lần, giữa các lần xen kẻ làm lạnh tiếp thực phẩm.
- Để mạ đều sản phẩm cần tiến hành mạ nhiều lần, không để cho các lớp thực phẩm tiếp xúc với nhau nhiều. Chiều dày băng mạ ít nhất là 0,3mm.

Sau khi mạ băng xong do nhiệt độ sản phẩm tăng nên người ta đưa vào tái đông lại lần nữa để làm lạnh thực phẩm.

4.1.6.2 Bao gói thực phẩm

Để bảo vệ, bảo quản và làm tăng thẩm mỹ thực phẩm, sau cấp đông thực phẩm được chuyển sang khâu đóng gói bao bì. Đây là khâu hết sức quan trọng làm tăng giá trị thực phẩm, thu hút khách hàng và quảng bá sản phẩm. Bao bì phải đáp ứng các yêu cầu cơ bản sau đây:

- Phải kín tránh tiếp xúc không khí gây ra ôxi hoá sản phẩm. Mặt khác phải chống thâm nhập hơi ẩm hoặc thoát ẩm của thực phẩm. Thường sản phẩm được bao bọc bên trong là bao ny lông bên ngoài là thùng cactôn tráng sáp.
- Bao bì phải đẹp và hấp dẫn, đảm bảo thẩm mỹ công nghiệp.
- Bao bì dạng khối dễ dàng xếp đặt và vận chuyển.

4.1.6.3 Tái đông thực phẩm

Các mặt hàng thực phẩm sau khi cấp đông được phải qua một số khâu như mạ băng và đóng gói nên mất một phần nhiệt. Vì thế, trước

khi đem bảo quản thường người ta đưa qua thiết bị để tái đông lại để hạ nhiệt độ nhằm bảo quản tốt hơn.

Buồng tái đông có cấu tạo giống buồng cấp đông dạng thẳng nhưng kích thước ngắn hơn.

4.2 HỆ THỐNG KHO CẤP ĐÔNG

Nguyên lý cấp đông của kho là làm lạnh bằng không khí đối lưu cưỡng bức. Sản phẩm cấp đông dạng block hoặc dạng rời được đặt trong các khay và chất lên các xe cấp đông. Xe cấp đông làm bằng vật liệu inox, có nhiều tầng, khoảng cách giữa các tầng đủ lớn để sau khi xếp các khay sản phẩm vào vẫn còn khoảng hở nhất định để không khí lạnh tuần hoàn đi qua. Không khí lạnh tuần hoàn cưỡng bức trong kho xuyên qua khe hở giữa các khay và trao đổi nhiệt về cả hai phía. Quá trình trao đổi nhiệt ở đây là trao đổi nhiệt đối lưu cưỡng bức, phía trên trao đổi trực tiếp với sản phẩm, phía dưới trao đổi qua khay cấp đông và dẫn nhiệt vào sản phẩm (hình 4-2).

Nhiệt độ không khí trong buồng cấp đông đạt —35ºC. Do đó thời gian cấp đông khá nhanh, đối với sản phẩm dạng rời khoảng 3 giờ/mẻ, sản phẩm dạng block khoảng 7÷9 giờ/mẻ.

Dàn lạnh kho cấp đông có thể treo trên cao hoặc đặt dưới nền. Đối với kho công suất lớn, người ta chọn giải pháp đặt nền, vì khối lượng dàn khá nặng. Khi treo trên cao người ta phải làm các giá treo chắc chắn đặt trên trần panel và treo lên các xà nhà.

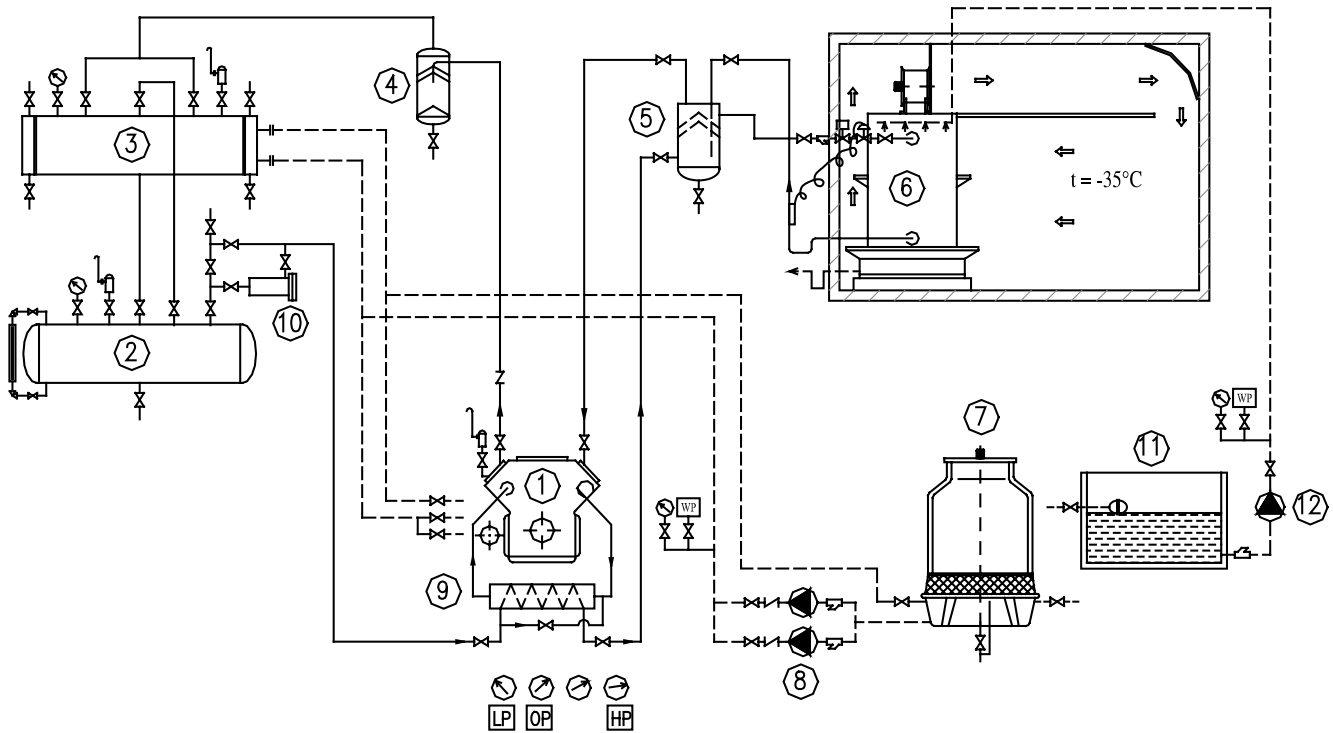
Dàn lạnh kho cấp đông thường bám tuyết rất nhiều, do sản phẩm cấp đông còn tươi và để trần, nên phải được xả băng thường xuyên. Tuy nhiên không nên lạm dụng xả băng, vì mỗi lần xả băng bao giờ cũng kèm theo tổn thất nhiệt nhất định, đồng thời ngừng làm lạnh nên thời gian xả băng bị kéo dài. Người ta thường chọn giải pháp xả băng bằng nước cho dàn lạnh kho cấp đông.

Sơ đồ nguyên lý hệ thống và cấu tạo các thiết bị sử dụng trong các kho cấp đông tương đối đơn giản, dễ chế tạo.

Kho cấp đông có ưu điểm là khối lượng hàng cấp đông mỗi mẻ lớn. Tuy nhiên, do thời gian cấp đông khá lâu nên kho cấp đông ít được sử dụng.

4.2.1 Sơ đồ nguyên lý

Trên hình 4-1 là sơ đồ nguyên lý kho cấp đông sử dụng môi chất R_{22}.



1- Máy nén; 2- Bình chứa; 3- Bình ngưng; 4- Bình tách dầu; 5- Bình tách lỏng HN; 6- Dàn lạnh; 7- Tháp GN; 8- Bơm nước GN; 9- Bình trung gian; 10- Bộ lọc; 11- Bể nước; 12- Bơm xả băng

Hình 4-1: Sơ đồ hệ thống lạnh kho cấp đông môi chất R_{22}

Hệ thống gồm các thiết bị chính sau đây

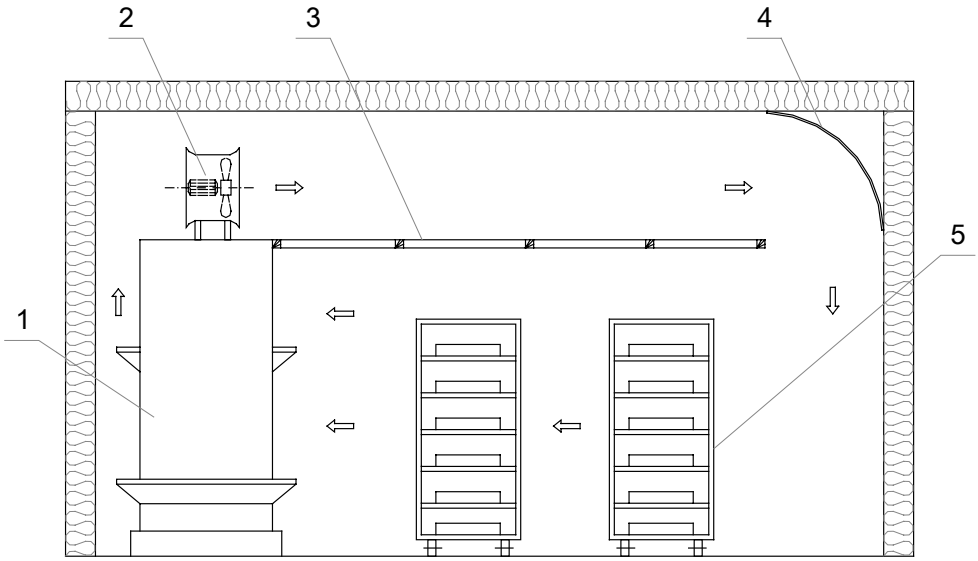
- *Máy nén*: Hệ thống sử dụng máy nén 2 cấp. Các loại máy nén lạnh thường hay được sử dụng là MYCOM, York-Frick, Bitzer, Copeland vv

- *Bình trung gian*: Đối với hệ thống lạnh 2 cấp sử dụng frêôn người ta thường sử dụng bình trung gian kiểu nằm ngang. Bình trung gian kiểu này rất gọn, thuận lợi lắp đặt, vận hành và các thiết bị phụ đi kèm ít hơn.

Đối với hệ thống nhỏ có thể sử dụng bình trung gian kiểu tấm bản của Alfalaval chi phí thấp nhưng rất hiệu quả.

Đối với hệ thống NH_3, người ta sử dụng bình trung gian kiểu đứng với đầy đủ các thiết bị bảo vệ, an toàn.

- *Bình tách lỏng hồi nhiệt*: Trong các hệ thống lạnh thường các thiết bị kết hợp một hay nhiều công dụng. Trong hệ thống frêôn người ta sử dụng bình tách lỏng kiêm chức năng hồi nhiệt. Sự kết hợp này thường làm tăng hiệu quả của cả 2 chức năng.



1- Dàn lạnh; 2- Quạt dàn lạnh; 3- Trần giả; 4- Tấm hướng dòng; 5- Xe hàng

Hình 4-2: Bố trí bên trong kho cấp đông

- *Vỏ kho:* Vỏ kho được lắp ghép từ các tấm panel polyurethan, dày 150mm. Riêng nền kho, không sử dụng các tấm panel mà được xây bê

tông có khả năng chịu tải trọng lớn. Nền kho được xây và lót cách nhiệt giống như nền kho xây (xem hình 4-3). Để gió tuần hoàn đều trong kho người ta làm trần giả tạo nên kênh tuần hoàn gió (hình 4-2).

- *Các thiết bị khác:* Ngoài thiết bị đặc biệt đặc trưng cho hệ thống kho cấp đông sử dụng R_{22}, các thiết bị khác như thiết bị ngưng tụ, bình chứa cao áp, tháp giải nhiệt vv.. không có điểm khác đặc biệt nào so với các hệ thống khác.

4.2.2 Kết cấu cách nhiệt và kích thước kho cấp đông

4.2.2.1 Kích thước kho cấp đông

Kích thước kho cấp đông rất khó xác định theo các tính toán thông thường vì bên trong kho cấp đông có bố trí dàn lạnh có kích thước lớn đặt ngay dưới nền, hệ thống trần giả tạo kênh tuần hoàn gió, khoảng hở cần thiết để sửa chữa dàn lạnh. Phần không gian còn lại để bố trí các xe chất hàng. Vì thế dựa vào năng suất để xác định kích thước kho cấp đông khó chính xác.

Kích thước kho cấp đông có thể tính toán theo các bước tính như kho lạnh (chương 2). Tuy nhiên cần lưu ý là đối với kho cấp đông hệ số chất tải nhỏ hơn kho lạnh nhiều.

Để có số liệu tham khảo và tính toán dưới đây chúng tôi giới thiệu kích thước của các kho cấp đông thường hay được sử dụng ở các xí nghiệp đông lạnh ở nước ta.

Cần lưu ý là khi tính theo hệ số chất tải cho ở bảng 4-4 cần nhân với 2 mới có dung tích thực kho cấo đông vì dung tích chứa hàng chỉ chiếm khoảng 50% dung tích kho, phần còn lại để làm trần giả và lắp đặt dàn lạnh.

Bảng 4-4: Kích thước kho cấp đông thực tế

Kho cấp đông	Kích thước ngoài DxRxC (mm)	Dung tích, m^3	Hệ số chất tải g_v, kg/m^3
- Năng suất 500 kg/mẻ	4.500 x 2.400 x 2.800	22	46
- Năng suất 2.500 kg/mẻ	4.500 x 4.500 x 3.000	48	104
- Năng suất 3.500 kg/mẻ	5.400 x 4.500 x 3.000	58	120
- Năng suất 5.000 kg/mẻ	5.400 x 5.400 x 3.000	70	140

4.2.2.2 Kết cấu cách nhiệt kho cấp đông

1. Kết cấu cách nhiệt tường, trần

Tường và trần kho cấp đông được lắp ghép từ các tấm panel cách nhiệt polyurethan. Độ dày của tường kho cấp đông là 150mm. Cấu tạo của các tấm panel cũng gồm 3 lớp: Hai bên là lớp tôn mạ màu colorbond dày 0,5÷0,6mm và ở giữa là polyurethan (bảng 4-5). Các tấm panel cũng được lắp ghép bằng khoá camlock chắc chắn

Bảng 4-5 : Các lớp cách nhiệt panel trần, tường kho cấp đông

TT	Lớp vật liệu	Độ dày	Hệ số dẫn nhiệt
1	Lớp tôn	0,5 ÷ 0,6mm	45,3
2	Lớp polyurethan	150mm	0,018÷0,020 W/m.K
3	Lớp tôn	0,5 ÷ 0,6mm	45,3

2. Kết cấu cách nhiệt nền

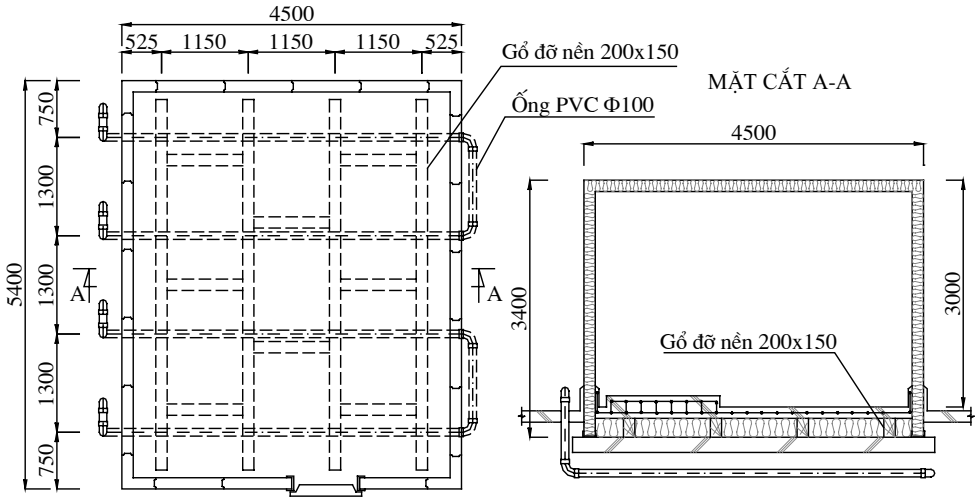
Kết cấu cách nhiệt nền xây của kho cấp đông được trình bày trên hình 4-3 và bảng 4-6. Kết cấu cách nhiệt nền có các đặc điểm sau:

Để tránh cơi nền kho do hiện tượng đông đá phía dưới nền, ngay dưới lớp bê tông dưới cùng có bố trí các ống thông gió. Ống thông gió là các ống PVC Φ100 đặt cách nhau khoảng 1000mm, đi dích dắc, hai đầu ống đưa lên khỏi nền để gió bên ngoài có thể vào ra ống, nhằm thông gió tránh đóng băng.

Để đỡ lớp bê tông, tải trọng dàn lạnh và xe hàng phía trên tránh đè dẹt lớp cách nhiệt, người ta bố trí xen kẻ trong lớp cách nhiệt các gối gỗ. Gối gổ được làm từ loại gổ tốt chống mối mọt và mục do ẩm, thường sử dụng gổ nhóm 2. Khoảng cách hợp lý của các gối gổ là 1000÷1500mm. Phía trên và dưới lớp cách nhiệt là các lớp giấy dầu chống thấm bố trí 2 lớp, các đầu ghép mí được dán kín tránh ẩm thâm nhập làm mất tính chất cách nhiệt lớp vật liệu. Vật liệu cách nhiệt nền có thể là styrofor hoặc polyurethan dày 200mm. Để tránh nước bên trong và ngoài kho có thể chảy xuống các lớp cách nhiệt nền theo các tấm panel tường, sát chân panel tường, phía trong và phía ngoài người ta xây cao một khoảng 100mm.

Bảng 4-6: Các lớp cách nhiệt nền kho cấp đông

STT	Lớp vật liệu	Chiều dày, mm	Hệ số dẫn nhiệt W/m.K
1	Lớp vữa tráng nền	10 ÷ 20	0,78
2	Lớp bê tông cốt thép	75÷100	1,28
3	Lớp giấy dầu chống thấm	2	0,175
4	Lớp cách nhiệt	200	0,018 ÷0,020
5	Lớp giấy dầu chống thấm	2	0,175
6	Lớp hắc ín quét liên tục	0,1	0,70
7	Lớp bê tông	150 ÷ 200	1,28



Hình 4-3: Kết cấu kho cấp đông 3,5 Tấn/mẻ

Trước khi lót lớp cách nhiệt, trên bề mặt lớp bê tông nền móng người ta quét một lớp hắc ín liên tục để chống thấm nước từ dưới nền móng lên lớp cách nhiệt.

4.2.3 Tính nhiệt kho cấp đông

Tổn thất nhiệt ở kho cấp đông gồm có:

- Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che.
- Tổn thất nhiệt do làm lạnh sản phẩm, khay cấp đông, xe cấp đông và tổn thất nhiệt do châm nước cho sản phẩm (dạng block)

- Tổn thất nhiệt do vận hành
  + Nhiệt do mở cửa
  + Nhiệt do xả băng
  + Nhiệt do đèn chiếu sáng
  + Tổn thất do người vào ra kho.
  + Nhiệt do động cơ quạt thải ra

4.2.3.1 Tổn thất do truyền nhiệt qua kết cấu bao che

Tổn thất qua kết cấu bao che được tính theo công thức:

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12}, W \quad (4\text{-}10)$$

Q_{11} - Tổn thất qua tường, trần, W;

Q_{12} - Tổn thất qua nền, W.

1. Tổn thất qua tường, trần

$$Q_{11} = k.F_t.\Delta t, W \quad (4\text{-}11)$$

F_t - Diện tích tường và trần, m^2;

$\Delta t = t_{KK}^N — t_{KK}^T$;

t_{KK}^N - Nhiệt độ không khí bên ngoài tường, ^oC

t_{KK}^T - Nhiệt độ không khí bên trong kho cấp đông t_{KK}^T =-35 ^oC

k - Hệ số truyền nhiệt của tường, trần, $W/m^2.K$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (4\text{-}12)$$

α_1 - Hệ số toả nhiệt bên ngoài tường, có thể lấy α_1= 23,3 $W/m^2.K$;

α_2 - Hệ số toả nhiệt bên trong, lấy α_2 = 10,5 $W/m^2.K$ tương ứng với trường hợp không khí đối lưu cưỡng bức mạnh trong kho.

2. Tổn thất qua nền

Nền kho cấp đông có thông gió nên có thể tính tổn thất nhiệt theo công thức sau đây

$$Q_{12} = k.F.(t_N - t_{KK}^T), W \quad (4\text{-}13)$$

F - Diện tích nền, m^2;

t_N - Nhiệt độ trung bình của nền, ^oC;

t_{KK}^T - Nhiệt độ không khí trong kho cấp đông, t_{KK}^T = -35^oC;

Hệ số truyền nhiệt k được tính tương tự giống tường.

4.2.3.2 Nhiệt do làm lạnh sản phẩm

Nhiệt do làm lạnh sản phẩm Q_2 gồm:

- Nhiệt do làm lạnh thực phẩm Q_{21}, W;

- Nhiệt do làm lạnh khay cấp đông Q_2, W;
- Nhiệt do làm lạnh xe cấp đông Q_{23}, W;
- Ngoài ra một số sản phẩm khi cấp đông người ta tiến hành châm thêm nước để mạ 01 lớp băng trên bề mặt làm cho bề mặt phẳng, đẹp, chống ôxi hoá thực phẩm, nên cũng cần tính thêm tổn thất do làm lạnh nước Q_{24}

1. Nhiệt do làm lạnh sản phẩm Q_{21}

Tổn thất nhiệt do sản phẩm mang vào được tính theo công thức sau:

$$Q_{21} = M.\frac{(i_1 - i_2)}{\tau}, W \qquad (4\text{-}14)$$

M — Khối lượng thực phẩm cấp đông cho một mẻ, kg;

i_1, i_2 - Entanpi của sản phẩm ở nhiệt độ đầu vào và đầu ra, J/kg;

Nhiệt độ sản phẩm đầu vào lấy theo nhiệt độ môi trường. Một số mặt hàng cấp đông trước khi cấp đông đã được làm lạnh ở kho chờ đông, nên có thể lấy nhiệt độ đầu vào $t_1 = 10 \div 12^oC$.

Nhiệt độ trung bình đầu ra của các sản phẩm cấp đông phải đạt -18^oC

τ - Thời gian cấp đông của một mẻ. Thời gian cấp đông của các kho cấp đông tuỳ thuộc và dạng sản phẩm: dạng rời là 3 giờ; dạng block là 7÷9 giờ.

2. Nhiệt do làm lạnh khay cấp đông Q_{22}

Tổn thất nhiệt do khay cấp đông mang vào được xác định:

$$Q_{22} = M_{kh}.\frac{C_p.(t_1 - t_2)}{\tau}, \text{W} \qquad (4\text{-}15)$$

M_{kh} - Tổng khối lượng khay cấp đông, kg;

C_p - Nhiệt dung riêng của vật liệu khay cấp đông, J/kg.K;

+ Vật liệu nhôm: C_p = 921 J/kg.K;

+ Tôn tráng kẽm: C_p = 460 J/kg.K

t_1, t_2 - Nhiệt độ khay trước và sau cấp đông, ^oC;

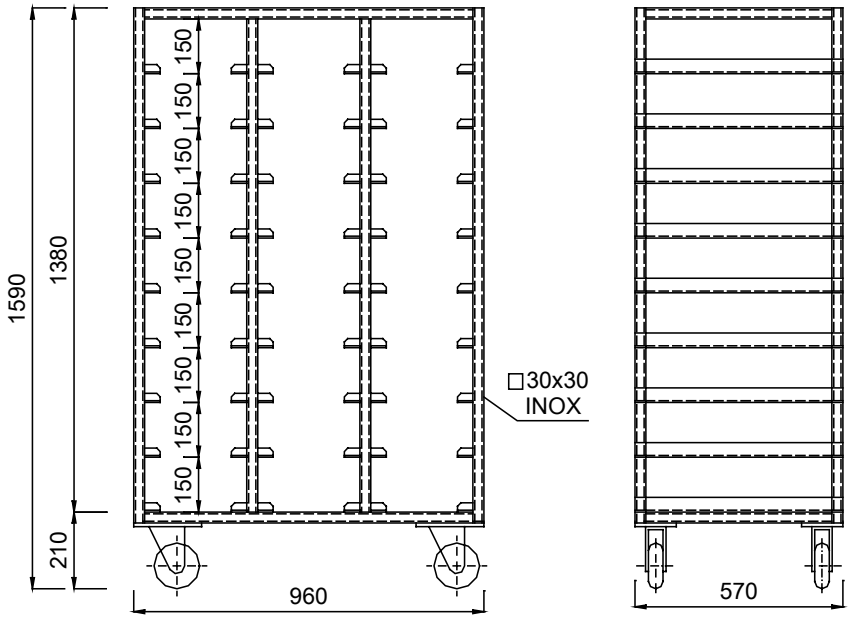
τ - Thời gian cấp đông, giây.

Đối với kho cấp đông, thực phẩm thường được đặt trên các khay cấp đông loại 5kg.

Các đặc tính kỹ thuật của khay 5 kg được dẫn ra trên bảng 4-7.

Bảng 4-7: Thông số kỹ thuật khay cấp đông

STT	Thông số	Giá trị
1	Kích thước	726 x 480 x 50
2	Vật liệu	Nhôm tấm, dày 2mm
3	Khối lượng khay	2,7 kg
4	Khối lượng thực phẩm	5 kg



Hình 4-4: Cấu tạo xe cấp đông

3. Nhiệt do làm lạnh xe cấp đông Q_{23}

Xe cấp đông được chế tạo từ vật liệu inox dùng đỡ các khay cấp đông. Trên hình 4-4 là xe cấp đông loại chứa 125 kg hàng danh định, gồm có 3 ngăn và 9 giá đỡ. Khối lượng của xe là khoảng 40 kg.

$$Q_{23} = M_X . \frac{C_{pX} .(t_1 - t_2)}{\tau}, \text{ W} \qquad (4\text{-}16)$$

C_{pX} - Nhiệt dung riêng của vật liệu xe cấp đông, J/kg.K. Xe cấp đông làm bằng inox.

M_x - Tổng khối lượng xe chất hàng, kg

$$M_x = n \cdot m_x$$

n — Số lượng xe sử dụng;

m_x — Khối lượng mỗi xe cấp đông, kg;

t_1, t_2 - Nhiệt độ xe trước lúc vào cấp đông và sau khi cấp đông xong, ^oC.

4. Nhiệt do làm lạnh nước châm Q_{24}

Chỉ có sản phẩm dạng block mới cần châm nước. Đối với sản phẩm dạng rời quá trình mạ băng thực hiện sau cấp đông ở bên ngoài, sau đó có thể đưa vào khâu tái đông.

$$Q_{24} = M_n . \frac{q_o}{\tau}, \text{ W} \qquad (4\text{-}17)$$

M_n — Tổng khối lượng nước châm, kg;

Khối lượng nước châm chiếm khoảng 5% khối lượng hàng cấp đông, thường người ta châm dày khoảng 0,5÷1,0mm;

τ - Thời gian cấp đông, Giây;

q_o - Nhiệt lượng cần làm lạnh 1 kg nước từ nhiệt độ ban đầu đến khi đông đá hoàn toàn, J/kg.

Nhiệt làm lạnh 1 kg nước từ nhiệt độ ban đầu đến khi đông đá hoàn toàn q_o được xác định theo công thức:

$$q_o = C_{pn}.t_1 + r + C_{pđ}.|t_2|, \text{ J/kg} \qquad (4\text{-}18)$$

C_{pn} - Nhiệt dung riêng của nước : $C_{pn} = 4186$ J/kg.K;

r - Nhiệt đông đặc : r = 333600 J/kg;

$C_{pđ}$ - Nhiệt dung riêng của đá : $C_{pđ} = 2090$ J/kg.K;

t_1 - Nhiệt độ nước đầu vào, lấy từ nước lạnh chế biến $t = 5 \div 7^oC$;

t_2 - Nhiệt độ đá sau cấp đông bằng nhiệt độ trung bình của sản phẩm, tạm lấy : $t_2 = -15 \div -18^oC$.

Thay vào ta có:

$$q_o = 4186.t_1 + 333600 + 2090.|t_2|, \text{ J/kg} \qquad (4\text{-}19)$$

4.2.3.3 Tổn thất nhiệt do vận hành

Tổn thất vận hành bao gồm:

- Tổn thất do mở cửa Q_{31}, W;
- Tổn thất do xả băng Q_{32}, W;
- Tổn thất do đèn chiếu sáng Q_{33}, W;
- Tổn thất do người toả ra Q_{34}, W;

- Tổn thất do động cơ quạt Q_{35}, W.

$$Q_3 = Q_{31} + Q_{32} + Q_{33} + Q_{34} + Q_{35}, W \qquad (4\text{-}20)$$

1. Nhiệt do mở cửa Q_{31}

Trong quá trình vận hành các kho cấp đông, người vận hành trong nhiều trường hợp cần phải mở cửa vào kiểm tra hàng, các thiết bị và châm nước, nên không khí thâm nhập vào phòng gây ra tổn thất nhiệt. Lượng nhiệt do mở cửa rất khó xác định. Có thể xác định lượng nhiệt mở cửa giống như kho lạnh như sau:

$$Q_{31} = B.F, W \qquad (4\text{-}21)$$

B - dòng nhiệt riêng khi mở cửa, W/m^2;

F - diện tích buồng, m^2.

Dòng nhiệt riêng khi mở cửa phụ thuộc vào diện tích buồng của kho cấp đông được đưa ra ở bảng dưới đây:

Bảng 4-8 Dòng nhiệt riêng do mở cửa

B, W/m^2		
< 50m^2	50÷150m^2	> 150m^2
32	15	12

2. Tổn thất nhiệt do xả băng

Giống như kho lạnh, ở kho cấp đông nhiệt xả băng đại bộ phận làm tan băng ở dàn lạnh và được xả ra ngoài kho, một phần truyền cho không khí trong phòng, kết quả sau khi xả băng, nhiệt độ trong phòng tăng lên đáng kể . Vì vậy cần tính đến tổn thất do xả băng mang vào.

Tổn thất nhiệt do xả băng mang vào được tính theo biểu thức sau:

$$Q_{32} = \frac{Q}{\tau}, W \qquad (4\text{-}22)$$

Trong đó:

τ - Thời gian cấp đông, giây;

Q_{32} — Tổn thất nhiệt do xả băng mang vào, W;

Q- Tổng nhiệt lượng do xả băng truyền cho không khí có thể tính theo tỷ lệ phần trăm lượng nhiệt xả băng hoặc dựa vào mức độ tăng nhiệt độ trong sau khi xả băng:

$$Q = \rho_{KK}.V.C_P.\Delta t, J \qquad (4\text{-}23)$$

ρ_{KK} — Khối lượng riêng của không khí, $\rho_{KK} \approx 1{,}2$ kg/m^3;

V- Dung tích kho cấp đông, m^3 ;
C_p — Nhiệt dung riêng của không khí, J/kg.K ;
Δt - Độ tăng nhiệt độ không khí trong kho sau xả băng, ^oC

3. Dòng nhiệt do chiếu sáng buồng Q_{33}

Dòng nhiệt do chiếu sáng có thể tính theo công thức sau:

$$Q_{33} = N \qquad (4\text{-}24)$$

N - Công suất đèn chiếu sáng, W.

Nếu không có số liệu của đèn chiếu sáng kho cấp đông có thể căn cứ vào mật độ chiếu sáng cần thiết cho kho để xác định công suất đèn.

4. Dòng nhiệt do người toả ra Q_{34}

Đối với kho cấp đông, trong quá trình cấp đông rất ít khi có người vận hành ở bên trong kho, tổn thất này có thể bỏ qua. Khi cấp đông các sản phẩm block, người ta có thể tạm dừng để châm nước cho hàng, quá trình này tạo nên một tổn thất nhiệt nhất định.

Dòng nhiệt do người toả ra được xác định theo biểu thức:

$$Q_{34} = 350.n, \quad W \qquad (4\text{-}25)$$

n - số người làm việc trong buồng.
350 - nhiệt lượng do một người thải ra khi làm công việc nặng nhọc: q=350 W/người.

Số người làm việc trong kho cấp đông cỡ 1÷2 người

5. Dòng nhiệt do các động cơ quạt Q_{35}

Dòng nhiệt do các động cơ quạt dàn lạnh có thể xác định theo biểu thức:

$$Q_{35} = 1000.N \text{ ; } W \qquad (4\text{-}26)$$

N - công suất động cơ điện, kW.
Các buồng cấp đông có từ 2-4 quạt, công suất của quạt từ 1÷2,2 kW
Khi bố trí động cơ ngoài kho cấp đông tính theo biểu thức:

$$Q_{35} = 1000.N.\eta \text{ , } W \qquad (4\text{-}27)$$

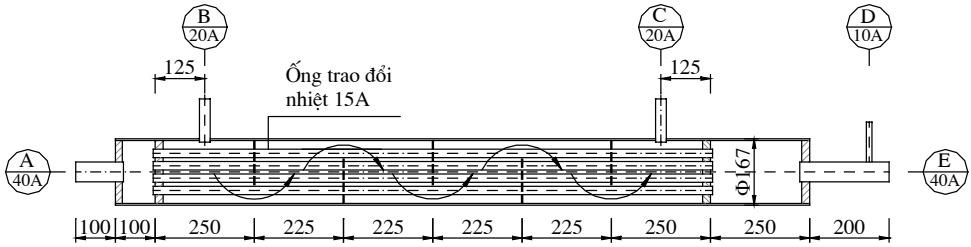
η - hiệu suất động cơ

4.2.4 Cấu tạo một số thiết bị chính

Trong hệ thống lạnh kho cấp đông sử dụng môi chất R_{22} người ta thường sử dụng bình trung gian kiểu nằm ngang và bình hồi nhiệt tách

lỏng. Dưới đây chúng tôi xin giới thiệu cấu tạo và đặc điểm của các bình đó.

4.2.4.1 Bình trung gian kiểu nằm ngang



A- Môi chất ra; B- Dịch lỏng vào; C- Dịch lỏng ra; D- Ống tiết lưu; E- ống môi chất vào

Hình 4-5: Bình trung gian kiểu nằm ngang R22

Trên hình 4-5 trình bày cấu tạo bình trung gian kiểu nằm ngang thường sử dụng cho hệ thống R_{22}.

Bình trung gian kiểu nằm ngang có cấu tạo giống bình ngưng nhưng kích thước nhỏ hơn. Trong bình môi chất cuối quá trình nén cấp 1 được đưa vào bên trong ống trao đổi nhiệt, dịch lỏng cao áp đi bên ngoài ống

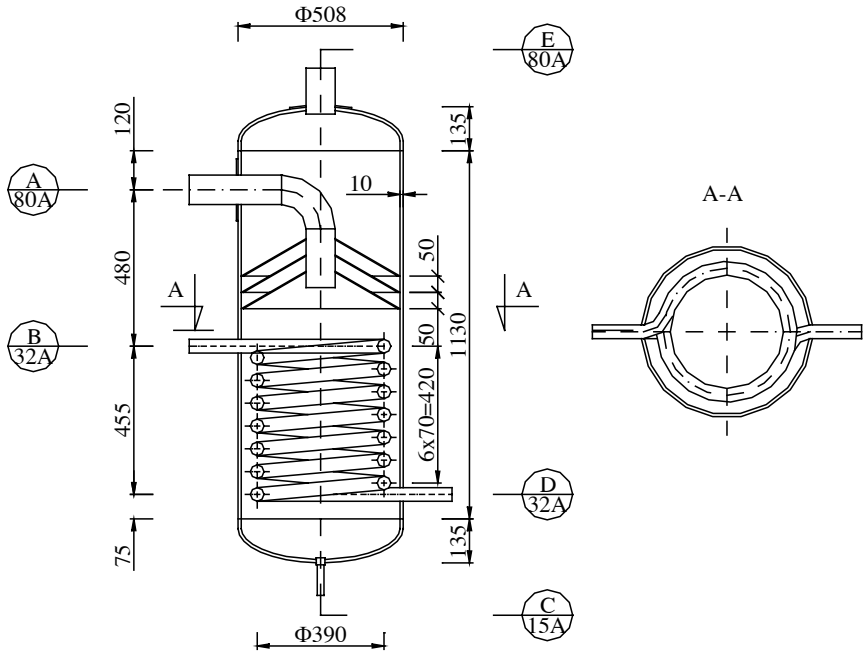
Các tấm ngăn có tác dụng làm dịch lỏng cao áp đi theo đường dích dắc để quá trình trao đổi nhiệt đều và hiệu quả hơn.

Bình trung gian kiểu nằm ngang có cấu tạo gọn, hiệu quả trao đổi nhiệt cao, giá thành rẻ, các thiết bị phụ đi kèm ít.

4.2.4.2 Bình hồi nhiệt tách lỏng

Bình tách lỏng hồi nhiệt kết hợp 2 chức năng: tách lỏng và hồi nhiệt

- Dòng dịch lỏng từ bình trung gian (hoặc bình chứa cao áp) được đưa qua ống xoắn để quá lạnh.
- Môi chất sau dàn lạnh trước khi được hút về máy nén được đưa vào bình tách lỏng để tách các giọt lỏng còn lại



A- Ga vào; B- Lỏng ra; C- Hồi lỏng; D- Lỏng vào; E- Ga ra

Hình 4-6: Bình tách lỏng hồi nhiệt

4.3 HỆ THỐNG TỦ CẤP ĐÔNG TIẾP XÚC

4.3.1 Cấu tạo tủ cấp đông

Tủ cấp đông tiếp xúc được sử dụng để cấp đông các mặt hàng dạng block. Mỗi block thường có khối lượng 2 kg.

Trên hình 4-7 là cấu tạo của một tủ cấp đông tiếp xúc. Tủ gồm có nhiều tấm lắc cấp đông (freezer plates) bên trong, khoảng cách giữa các tấm có thể điều chỉnh được bằng ben thuỷ lực, thường chuyển dịch từ 50÷105mm. Kích thước chuẩn của các tấm lắc là 2200Lx1250Wx22D (mm). Đối với tủ cấp đông lớn từ 2000 kg/mẻ trở lên, người ta sử dụng các tấm lắc lớn, có kích thước là 2400Lx1250Wx22D (mm). Sản phẩm cấp đông được đặt trong các khay cấp đông sau đó đặt trực tiếp lên các tấp lắc hoặc lên các mâm cấp đông, mỗi mâm có 4 khay. Đặt trực tiếp khay lên các tấm lắc tốt hơn khi có khay vì hạn chế được nhiệt trở dẫn nhiệt. Trên hình 4-10 giới thiệu cách sắp xếp các khay cấp đông trên các tấm lắc.

Ben thuỷ lực nâng hạ các tấm lắc đặt trên tủ cấp đông. Pittông và cần dẫn ben thuỷ lực làm bằng thép không rỉ đảm bảo yêu cầu vệ sinh. Hệ thống có bộ phân phối dầu cho truyền động bơm thuỷ lực.

Khi cấp đông ben thuỷ lực ép các tấm lắc để cho các khay tiếp xúc 2 mặt với tấm lắc. Quá trình trao đổi nhiệt là nhờ dẫn nhiệt. Trong các tấm lắc chứa ngập dịch lỏng ở nhiệt độ âm sâu -40÷-45°C .

Theo nguyên lý cấp dịch, hệ thống lạnh tủ cấp đông tiếp xúc có thể chia ra làm các dạng sau:

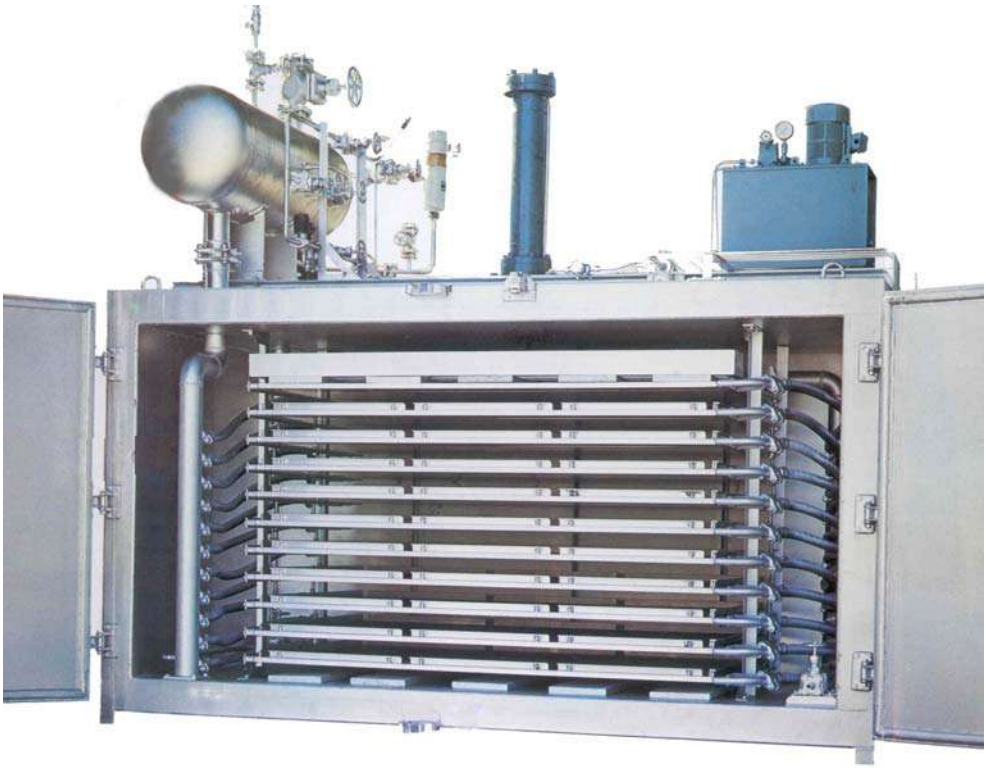
- Cấp dịch từ bình trống tràn (có chức năng giống bình giữ mức - tách lỏng). Với tủ cấp dịch dạng này, dịch lỏng chuyển dịch dần vào các tấm lắc nhờ chênh lệch cột áp thuỷ tĩnh, nên tốc độ chuyển động chậm và thời gian cấp đông lâu 4÷6 giờ/mẻ
- Cấp dịch nhờ bơm dịch. Môi chất chuyển động vào các tấm lắc dưới dạng cưỡng bức do bơm tạo ra nên tốc độ chuyển động lớn, thời gian cấp đông giảm còn 1h30 đến 2h30 phút/mẻ. Hiện nay người ta thường sử dụng cấp dịch dạng này.
- Ngoài các tủ cấp đông sử dụng các phương pháp cấp dịch nêu trên, vẫn còn có dạng tủ cấp đông cấp dịch bằng tiết lưu trực tiếp. Trong trường hợp này, môi chất bên trong các tấm lắc ở dạng hơi bão hoà ẩm nên hiệu quả truyền nhiệt không cao, khả năng làm lạnh kém, thời gian cấp đông keo dài.

Phía trên bên trong tủ là cùm ben vừa là giá nâng các tấm lắc và là tấm ép khi ben ép các tấm lắc xuống. Để các tấm lắc không di chuyển qua lại khi chuyển động, trên mỗi tấm lắc có gắn các tấm định hướng, các tấm này luôn tựa lên thanh định hướng trong quá trình chuyển động. Bên trong tủ còn có ống góp cấp lỏng và hơi ra. Do các tấm lắc luôn di chuyển nên, đường ống môi chất nối từ các ống góp vào các tấm lắc là các ống nối mềm bằng cao su chịu áp lực cao, bên ngoài có lưới inox bảo vệ.

Trên tủ cấp đông người ta đặt bình trống tràn, hệ thống máy nén thuỷ lực của ben và nhiều thiết bị phụ khác.

Khung sườn vỏ tủ được chế tạo từ thép chịu lực và gổ để tránh cầu nhiệt. Để tăng tuổi thọ cho gỗ người ta sử dụng loại gỗ satimex có tẩm dầu.

Vật liệu bên trong tủ làm bằng thép không rỉ, đảm bảo điều kiện vệ sinh thực phẩm.



Hình 4-7: Tủ cấp đông tiếp xúc

Vỏ tủ có hai bộ cánh cửa ở hai phía: bộ 4 cánh và bộ 2 cánh, cách nhiệt polyurethan dày 125÷150mm, hai mặt bọc inox dày 0,6mm.

Tấm lắc trao đổi nhiệt làm từ nhôm đúc có độ bền cơ học và chống ăn mòn cao, tiếp xúc 2 mặt. Tủ có trang bị nhiệt kế để theo dỏi nhiệt độ bên trong tủ trong quá trình vận hành.

Thông số kỹ thuật của tủ như sau:

- Kiểu cấp đông : Tiếp xúc trực tiếp, 2 mặt
- Sản phẩm cấp đông : Thịt, thuỷ sản các loại
- Nhiệt độ sản phẩm đầu vào: +10°C ÷12°C
- Nhiệt độ trung bình sản phẩm sau cấp đông : -18°C

- Nhiệt độ tâm sản phẩm sau cấp đông : -12°C
- Thời gian cấp đông
  + Cấp dịch từ bình trống tràn : 4 ÷ 6 giờ
  + Cấp dịch bằng bơm : 1,5 ÷ 2,5 giờ
  + Cấp dịch bằng tiết lưu trực tiếp : 7÷9 giờ
- Khay cấp đông : Loại 2 kg
- Nhiệt độ châm nước : 3÷6°C
- Môi chất lạnh NH3/R22.

4.3.2 Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh

4.3.2.1 Sơ đồ nguyên lý tủ cấp đông cấp dịch từ bình trống tràn

Trên hình 4-8 và 4-9 là sơ đồ nguyên lý tủ cấp đông tiếp xúc sử dụng môi chất NH_3 và R_{22} cấp dịch từ bình trống tràn. Nguyên lý cấp dịch dựa trên cột áp thuỷ tĩnh.

Theo sơ đồ này, môi chất được tiết lưu vào một bình gọi là bình trống tràn. Bình trống tràn thực chất là bình giữ mức — tách lỏng, có 2 nhiệm vụ:

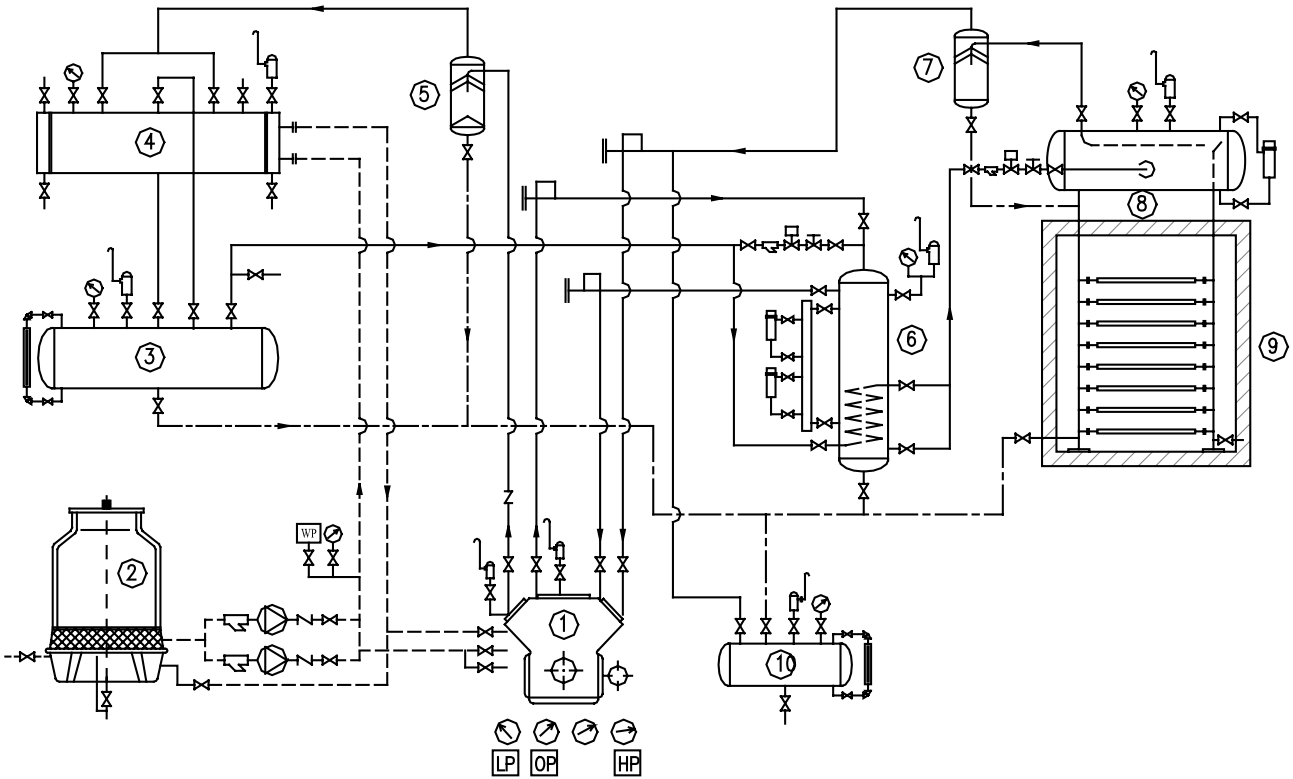
- Chứa dịch ở nhiệt độ thấp để cấp cho các tấm lắc. Bình phải đảm bảo duy trì trong các tấm lắc luôn luôn ngập đầy dịch lỏng, như vậy hiệu qủa trao đổi nhiệt khá cao.

- Tách lỏng môi chất hút về máy nén, tránh không gây ngập lỏng máy nén. Để đảm bảo không hút lỏng về máy nén trên bình trống tràn có trang bị van phao duy trì mức lỏng, khi mức lỏng vượt quá mức cho phép thì van phao tác động ngắt điện van điện từ cấp dịch vào bình trống tràn. Ngoài ra trong bình còn có thể có các tấm chắn đóng vai trò như các nón chắn trong bình tách lỏng để tránh hút ẩm về máy nén.

Van tiết lưu sử dụng cho bình trung gian và bình trống tràn trong hệ thống này là van tiết lưu tay.

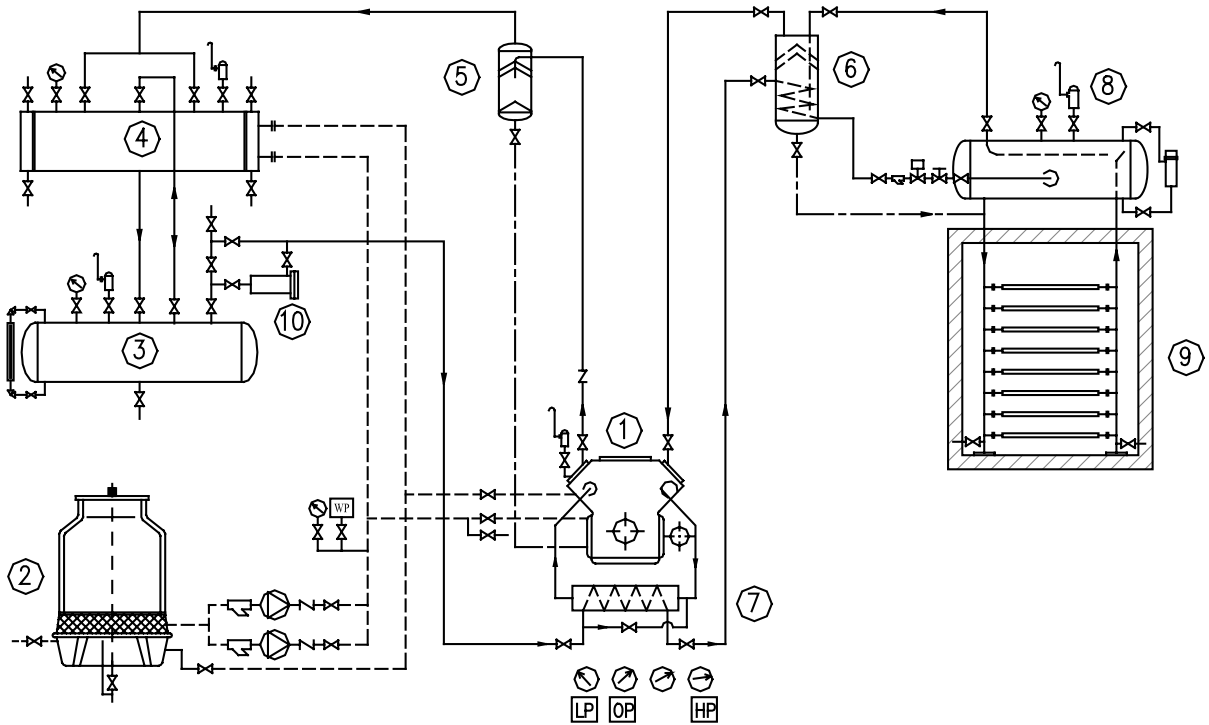
Về môi chất lạnh, có thể sử dụng R_{22} hoặc NH_3, ngày nay người ta có thiên hướng sử dụng NH_3 vì R_{22} là hợp chất HCFCs sẽ bị cấm do phá huỷ tầng ôzôn và gây hiệu ứng nhà kính trong tương lai.

Tủ cấp đông tiếp xúc là một trong những thiết bị không thể thiếu được của nhà máy chế biến thuỷ sản và thực phẩm xuất khẩu.



1- Máy nén; 2- Tháp giải nhiệt; 3- Bình chứa cao áp; 4- Bình ngưng; 5-Bình tách dầu; 6- Bình trung gian; 7- Bình tách lỏng; 8- Bình trống tràn; 9- Tủ cấp đông; 10-Bình thu hồi dầu

Hình 4-8: Sơ đồ nguyên lý tủ cấp đông NH_3 cấp dịch từ bình trống tràn



1- Máy nén; 2- Tháp giải nhiệt; 3- Bình chứa cao áp; 4- Bình ngưng; 5-Bình tách dầu; 6- Bình tách lỏng hồi nhiệt; 7- Bình trung gian; 8- Bình trống tràn; 9- Tủ cấp đông; 10- Bộ lọc ẩm môi chất

Hình 4-9: Sơ đồ nguyên lý tủ cấp đông R_{22} cấp dịch từ bình trống tràn

Tủ cấp đông hoạt động theo nguyên lý cấp dịch từ bình trống tràn, trước đây sử dụng rất rộng rãi do hệ thống thiết bị đơn giản, dễ vận hành, chi phí đầu tư ít hơn so với cấp dịch bằng bơm nhưng do tốc độ môi chất chuyển động bên trong các tấm lắc chậm nên thời gian cấp đông tương đối dài từ 4÷6 giờ/mẻ.

Hiện nay, trước yêu cầu về vệ sinh thực phẩm đòi hỏi phải hạn chế thời gian cấp đông nên người ta ít sử dụng sơ đồ kiểu này, mà chuyển sang sử dụng sơ đồ cấp dịch bằng bơm

4.3.2.2 Sơ đồ nguyên lý tủ cấp đông cấp dịch nhờ bơm

Trên hình 4-10 là sơ đồ nguyên lý hệ thống tủ cấp đông tiếp xúc sử dụng bơm cấp dịch. Theo sơ đồ này, dịch lỏng được bơm bơm thẳng vào các tấm lắc nên tốc độ chuyển động bên trong rất cao, hiệu quả truyền nhiệt tăng lên rỏ rệt, do đó giảm đáng kể thời gian cấp đông. Thời gian cấp đông chỉ còn khoảng 1giờ 30’÷2 giờ 30’.

Tuy nhiên hệ thống bắt buộc phải trang bị bình chứa hạ áp. Bình chứa hạ áp đóng vai trò rất quan trọng, cụ thể:

- Chứa dịch để cung cấp ổn định cho bơm hoạt động.
- Đảm nhiệm chức năng tách lỏng: Do dịch chuyển động qua các tấm lắc là cưỡng bức nên ở đầu ra các tấm lắc vẫn còn một lượng lớn lỏng chưa bay hơi, nếu đưa trực tiếp về đầu hút máy nén sẽ rất nguy hiểm, đưa vào các bình tách lỏng nhỏ thì không có khả năng tách hết vì lượng lỏng quá lớn. Vì thế chỉ có bình chứa hạ áp mới có khả năng tách hết lượng lỏng này.

Bình chứa hạ áp có dung tích khá lớn, tương đương bình chứa cao áp, được bọc cách nhiệt polyurethan dày khoảng 200mm, bên ngoài bọc inox thẩm mỹ. Bình được bảo vệ bằng: 03 van phao, van an toàn. Nhiệm vụ của các van phao như sau:

- Van phao trên cùng, bảo vệ mức dịch cực đại, ngăn ngừa hút lỏng về máy nén. Khi mức dịch trong bình đạt đến mức cực đại, van phao này tác động đóng van điện từ cấp dịch vào bình trống tràn.
- Van phao giữa, bảo vệ mức dịch trung bình, tác động mở van điện từ cấp dịch cho bình.
- Van phao dưới cùng bảo vệ mức dịch thấp, đây là mức dịch sự cố. Khi dịch lỏng quá thấp, sẽ tác động dừng bơm, tránh bơm làm việc không có dịch.

Bình trung gian kiểu đặt đứng của tủ cấp đông được bảo vệ bằng 02 van phao, 01 van an toàn. Nhiệm vụ của các van phao như sau:

- Van phao trên, bảo vệ mức lỏng cực đại, ngăn ngừa hút ẩm về máy nén cao áp. Khi mức lỏng dâng lên cao, van phao sẽ tác động đống van điện từ cấp dịch vào bình.
- Van phao dưới, bảo vệ mức dịch cực tiểu: Khi mức dịch trong bình quá thấp, không đủ ngập ống xoắn ruột gà, nên hiệu quả làm lạnh ống xoắn kém, trong trường hợp này van phao sẽ tác động mở van điện từ cấp dịch cho bình.

4.3.3 Cấu tạo và kích thước tủ cấp đông

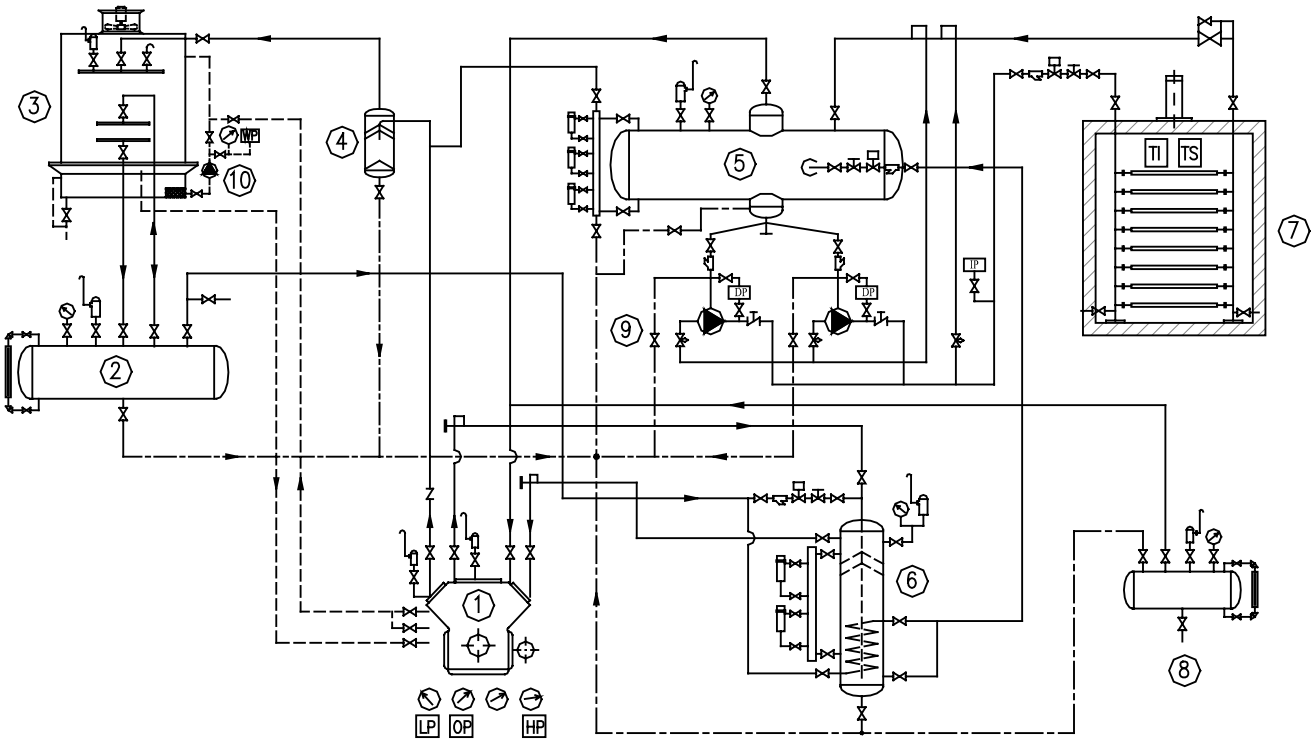
4.3.3.1 Cấu cách nhiệt vỏ tủ cấp đông

Cấu tạo của vỏ tủ cấp đông gồm các lớp như sau: Lớp cách nhiệt Polyurethan dày 150mm, được chế tạo theo phương pháp rót ngập, có mật độ 40-42 kg/m^3, có hệ số dẫn nhiệt λ=0,018 ÷ 0,020 W/m.K, có độ đồng đều và độ bám cao, hai mặt trong và ngoài của vỏ tủ được bọc bằng inox dày 0,6mm.

Ngoài ra bên trong vỏ tủ là hệ thống khung chịu lực làm bằng thép có mạ kẽm và các thanh gỗ chống tạo cầu nhiệt.

Bảng 4-9: Các lớp cách nhiệt tủ cấp đông

TT	Lớp vật liệu	Độ dày mm	Hệ số dẫn nhiệt W/m.K
1	Lớp inox	0,5 ÷ 0,6	22
2	Lớp polyurethan - Vách tủ - Cửa tủ	 150 125	0,018÷0,020
3	Lớp inox	0,5 ÷ 0,6	22



1- Máy nén; 2- Bình chứa cao áp; 3- Dàn ngưng; 4-Bình tách dầu; 5- Bình chứa hạ áp; 6- Bình trung gian; 7- Tủ cấp đông; 8 - Bình thu hồi dầu; 9 -Bơm dịch; 10- Bơm nước giải nhiệt

Hình 4-10: Sơ đồ nguyên lý tủ cấp đông NH_3, cấp dịch bằng bơm

4.3.3.2 Xác định kích thước tủ cấp đông

Kích thước của tủ cấp đông được xác định căn cứ vào kích thước và số lượng tấm lắc, các khoảng hở cần thiết ở bên trong về các phía của các tấm lắc.

1. Kích thước, số lượng khay và các tấm lắc cấp đông

Khi cấp đông các mặt hàng thuỷ sản và thịt, thường được sắp xếp trên các khay cấp đông tiêu chuẩn loại 2 kg.

- Kích thước khay cấp đông tiêu chuẩn đó như sau:
  + Đáy trên : 290 x 210
  + Đáy dưới : 280 x 200
  + Cao : 70mm
- Kích thước tấm lắc cấp đông
  + 2200 x 1250 x 22 mm
- Số khay trên 01 tấm lắc, được bố trí trên hình: 36 Khay (xem hình 4-11)
- Khối lượng hàng trên 01 tấm lắc

$$36 \times 2 \text{ kg} = 72 \text{ kg}$$

- Khối lượng trên 01 tấm lắc kể cả nước châm (khối lượng danh định)

$$m = 72 / 70\% = 103 \text{ kg}$$

- Số lượng tấm lắc có chứa hàng

$$N_1 = \frac{M}{m} = \frac{M}{103}$$

M - Khối lượng hàng nhập cho 01 mẻ (khối lượng danh định), kg

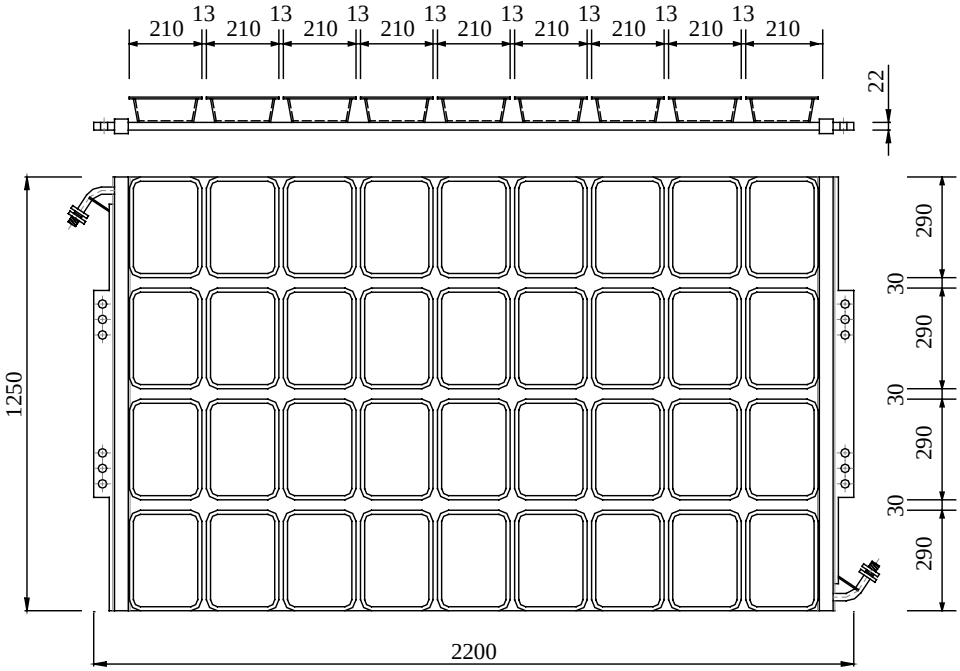
- Số lượng tấm lắc

$$N = N_1 + 1$$

Bảng 4-10 dưới đây là số lượng tấm lắc thực tế của các tủ cấp đông loại 2200x1250x22mm.

Bảng 4-10: Số lượng các tấm lắc

STT	Năng suất tủ	Số tấm lắc
1	- Tủ 500 kg/mẻ	6 Tấm
2	- Tủ 750 kg/mẻ	9 Tấm
3	- Tủ 1000 kg/mẻ	11 Tấm
4	- Tủ 1500 kg/mẻ	16 Tấm
5	- Tủ 2000 kg/mẻ	21 Tấm



Hình 4-11: Bố trí khay cấp đông trên tấm lắc

Với tủ 2000 kg/mẻ trở lên nếu sử dụng các tấm lắc lớn loại 2400Lx1250Wx22D mm thì kích thước của tủ cũng sẽ khác.

2. Kích thước tủ cấp đông tiếp xúc

Kích thước tủ cấp đông được xác định dựa vào kích thước và số lượng các tấm lắc

a. Xác định chiều dài bên trong tủ

- Chiều dài các tấm lắc: l_1 = 2200 mm
- Chiều dài bên trong tủ cấp đông bằng chiều dài của tấm lắc cộng với khoảng hở hai đầu.

Khoảng hở 02 đầu các tấm lắc vừa đủ để lắp đặt các ống góp, không gian lắp đặt và co giãn các ống mềm và lắp các ống dẫn hướng các tấm lắc. Khoảng hở đó là 400mm. Vậy chiều dài trong của tủ là:

$$L_1 = 2200 + 2x400 = 3000mm$$

Chiều dài phủ bì : $L = L_1 + 300 = 3300mm$

b. Xác định chiều rộng bên trong tủ

Chiều rộng bên trong tủ bằng chiều rộng của các tấm lắc cộng thêm khoảng hở 2 bên δ = 125mm

$$W_1 = 1250 + 2x125 = 1500mm$$

Khi lắp các cánh cửa tủ, một phần 45mm cánh lọt vào bên trong tủ và phần còn lại 80mm nhô ra ngoài, vì vậy, kích thước bề rộng phủ bì là:

$$W = W_1 + 2x80mm = 1660mm$$

c. Xác định chiều cao bên trong tủ

Khoảng cách cực đại giữa các tấm lắc h_{max} = 105mm

Chiều cao bên trong tủ:

$$H_1 = N_1 \text{ x } 105 + h_1 + h_2$$

N_1 - Số tấm lắc chứa hàng: $N_1 = N - 1$

h_1 - Khoảng hở phía dưới cùng các tấm lắc: h_1 = 100mm

h_2 - Khoảng hở phía trên: $h_2 = 400 \div 450mm$

Chiều dày cách nhiệt của các tủ cấp đông là 150mm. Vì vậy kích thước bên ngoài và bên trong của tủ cấp đông được xác định theo bảng dưới đây :

Bảng 4-11: Thông số của tủ cấp đông thực tế

Tủ cấp đông	Công suất ben, kw	Số tấm lắc N	Kích thước DxRxC (mm)	
			Bên trong	Bên ngoài
- Tủ 500 kg/mẻ	0,75	6	3000x1500x1075	3300x1660x1375
- Tủ 750 kg/mẻ	0,75	9	3000x1500x1390	3300x1660x1690
- Tủ 1000 kg/mẻ	0,75	11	3000x1500x1600	3300x1660x1900
- Tủ 1500 kg/mẻ	1,5	16	3000x1500x2125	3300x1660x2425
- Tủ 2000 kg/mẻ	1,5	21	3000x1500x2650	3300x1660x2950

4.3.4 Tính nhiệt tủ cấp đông

Tổn thất nhiệt trong tủ cấp đông gồm có:

- Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che
- Nhiệt do làm lạnh sản phẩm, khay cấp đông và do nước châm mang vào
- Nhiệt làm lạnh các thiết bị trong tủ.

4.3.4.1 Tổn thất do truyền nhiệt qua kết cấu bao che

Kết cấu bao che của tủ gồm có vách tủ và cửa tủ. Do chiều dày cách nhiệt vách tủ và cửa tủ khác nhau nên cần phải phân biệt tổn thất Q_1 ra hai thành phần: Vách tủ và vỏ tủ. Trong trường hợp tổng quát:

$$Q_1 = [\, k_v.F_v + k_c.F_c \,].\Delta t \quad , W \qquad (4\text{-}28)$$

F_v, F_c - Diện tích bề mặt vách và cửa, m^2;

$\Delta t = t_{KK}^{N} — t_{KK}^{T}$;

t_{KK}^{N} - Nhiệt độ không khí bên ngoài tường, ^oC;

t_{KK}^{T} - Nhiệt độ không khí bên trong kho cấp đông t_t =-35 ^oC

k_v, k_c - Hệ số truyền nhiệt qua vách và cửa tủ, $W/m^2.K$.

Bảng 4-12: Diện tích xung quanh của tủ cấp đông

Tủ cấp đông	Diện tích tường, trần, nền tủ (m^2)	Diện tích cửa tủ (m^2)
- Tủ 500 kg/mẻ	16	9
- Tủ 750 kg/mẻ	18	11
- Tủ 1000 kg/mẻ	19	14
- Tủ 1500 kg/mẻ	20	16
- Tủ 2000 kg/mẻ	22	19

k - Hệ số truyền nhiệt của vách và cửa tủ được xác định theo công thức:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \qquad (4\text{-}29)$$

α_1 - Hệ số toả nhiệt bên ngoài tường α_1= 23,3 $W/m^2.K$

α_2 - Hệ số toả nhiệt đối lưu tự nhiên bên trong tủ, lấy α_2 = 8 $W/m^2.K$.

4.3.4.2 Tổn thất do sản phẩm mang vào

Tổn thất Q_2 gồm:

- Tổn thất do sản phẩm mang vào Q_{21}
- Tổn thất làm lạnh khay cấp đông $Q_{22.}$
- Tổn thất do châm nước Q_{23}

1. Tổn thất do làm lạnh sản phẩm

Tổn thất nhiệt do làm lạnh sản phẩm được tính theo công thức sau:

$$Q_{21} = M.\frac{(i_1 - i_2)}{\tau}, W \qquad (4\text{-}30)$$

M — Khối lượng sản phẩm của một mẻ cấp đông, kg;

i_1, i_2 - Entanpi của sản phẩm ở nhiệt độ đầu vào và đầu ra của sản phẩm, J/kg;

Nhiệt độ sản phẩm đầu vào lấy 10÷12 ^oC do sản phẩm đã được làm lạnh ở kho chờ đông.

Nhiệt độ trung bình đầu ra của các sản phẩm cấp đông phải đạt -18^oC

τ - Thời gian cấp đông của một mẻ, giây. Thời gian cấp đông của tủ phụ thuộc phương pháp cấp dịch: Cấp dịch từ bình trống tràn τ=4÷5 giờ, cấp dịch bằng bơm τ=1,5÷2,5 giờ

2. Tổn thất do làm lạnh khay cấp đông

$$Q_{22} = M_{kh}.\frac{C_p.(t_1 - t_2)}{\tau}, W \qquad (4\text{-}31)$$

M_{kh} - Tổng khối lượng khay cấp đông, kg;

C_p - Nhiệt dung riêng của vật liệu khay cấp đông, J/kg.K;

t_1, t_2 - Nhiệt độ khay trước và sau cấp đông, ^oC;

Khay dùng cho tủ cấp đông là loại khay 2kg.

3. Tổn thất do châm nước

Tổn thất do châm nước được tính theo công thức sau đây:

$$Q_{23} = M_n.\frac{q_o}{\tau}, W \qquad (4\text{-}32)$$

M_n - Khối lượng nước châm, kg

Khối lượng nước châm chiếm khoảng 5% khối lượng hàng cấp đông, thường người ta châm dày khoảng 0,5÷1,0mm.

q_o - Nhiệt lượng cần làm lạnh 1 kg nước từ nhiệt độ ban đầu t = 5÷7^oC đến nhiệt độ sau cùng của sản phẩm t_2 = -15÷-18^oC , J/kg

4.3.4.3 Tổn thất do làm lạnh các thiết bị trong tủ

Đặc điểm làm việc của tủ cấp đông đông tiếp xúc là theo từng mẻ, khác với kho lạnh làm việc lâu dài. Vì thế trước mỗi mẻ cấp đông các thiết bị trong tủ có nhiệt độ khác lớn, khi cấp đông, một lượng nhiệt đáng kể tiêu hao để làm lạnh các thiết bị đó. Nhiệt làm lạnh các thiết bị trong tủ rất khó xác định vì các thiết bị trong tủ đa dạng, gồm nhiều vật liệu khác nhau, khối lượng thường khó xác định chính xác.

Ngoài các tấm lắc làm bằng vật liệu nhôm đúc, còn có hệ thống cùm các tấm lắc, các thanh dẫn hướng, các ống góp môi chất bằng thép.

$$Q_3 = \frac{\sum m_i.C_{pi}.\Delta t}{\tau}, \text{ W} \qquad (4\text{-}33)$$

m_i — Khối lượng thiết bị thứ i, kg;

C_{pi} — Nhiệt dung riêng của thiết bị thứ i, J/kg.K;

Δt - Độ chênh nhiệt độ của các thiết bị trong tủ trước và sau cấp đông, ^oK;

τ - Thời gian làm việc của một mẻ cấp đông, giây.

4.3.5 Cấu tạo một số thiết bị chính

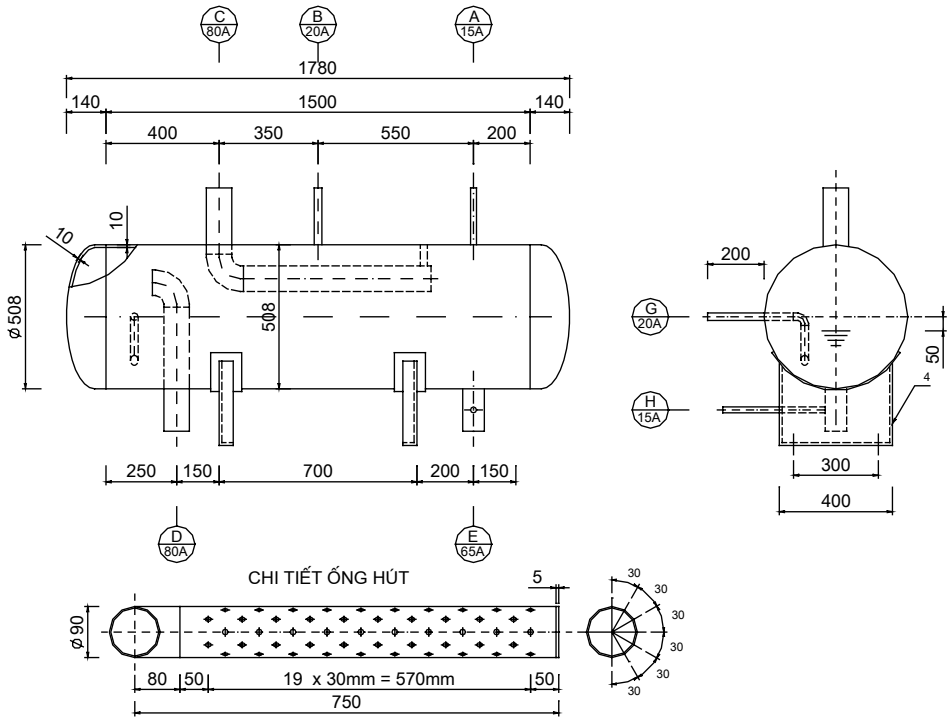
**** Bình trống tràn***

Trên hình 4-12 trình bày cấu tạo cua bình trống tràn thường hay sử dụng cho các tủ cấp đông tiếp xúc.

Bình trống tràn về thực chất là bình giữ mức — tách lỏng được sử dụng để giữ mức dịch trong các tấm lắc và tách lỏng môi chất về máy nén.

Bình có cấu tạo dạng trụ, đặt nằm ngang, phía dưới có ống lỏng ra để đến các tấm lắc và ống hơi từ các tấm lắc vào bình. Ống hơi vào bình được đưa lên phía trên bề mặt thoáng của lỏng trong bình để tạo nên vòng tuần hoàn tự nhiên của môi chất lạnh lỏng. Ống hơi ra bình về máy nén được uốn cong và bố trí có 01 đoạn nằm ngang dọc phía trên khoang hơi thân bình. Trên đoạn nằm ngang đó người ta khoan các lổ nhỏ Φ10 để hút hơi ở phần trên của ống, nhằm tránh hút ẩm. Ống cấp dịch sục vào cột lỏng để quá lạnh khối lỏng trong bình một cách nhanh chóng. Bình thường trang bị 01 van phao nhằm khống chế mức dịch cực đại bảo vệ máy nén khỏi bị hút ẩm. Khi lắp đặt, bình

trống tràn được lắp ở ngay trên nóc tủ vừa thuận lợi lắp đặt vừa dễ đi đường ống.



A- Ống lắp van phao; B- Ống lắp van an toàn và áp kế; C- Ống môi chất về máy nén; D- Ống môi chất vào bình; E- Ống lỏng ra; G- Ống cấp dịch vào; H- Ống lắp van phao

Hình 4-12: Cấu tạo bình trống tràn

4.4 HỆ THỐNG TỦ CẤP ĐÔNG GIÓ

Tủ cấp đông gió được sử dụng để cấp đông các sản phẩm đông rời với khối lượng nhỏ, được trang bị cho các xí nghiệp nhỏ và trung bình. Năng suất chủ yếu từ 200 đến 500 kg/h. Trong trường hợp khối lượng nhiều, người ta chuyển sang cấp đông dạng có băng chuyền I.Q.F. Thiết bị chính của hệ thống là tủ đông làm lạnh nhờ gió cưỡng bức. Cấu tạo và hình dáng bề ngoài tương tự tủ đông tiếp xúc. Bên trong tủ có các cụm dàn lạnh, quạt gió, hệ thống giá đặt các khay chứa hàng cấp đông. Các sản phẩm dạng rời như tôm, cá philê vv□ được đặt trên

khay với một lớp mỏng, được làm lạnh nhờ gió tuần hoàn với tốc độ lớn, nhiệt độ rất thấp, khoảng —35ºC, do đó thời gian làm lạnh ngắn.

Phương pháp cấp dịch cho tủ đông gió là từ bình trống tràn theo kiểu ngập dịch.

4.4.1 Sơ đồ nguyên lý hệ thống

Trên hình 4-13 là sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh tủ đông gió sử dụng môi chất NH_3. Đặc điểm của sơ đồ như sau:

- Cấp dịch: Phương pháp cấp dịch, ngập lỏng từ bình trống tràn
- Xả băng: bằng nước nhờ hệ thống bơm riêng.
- Kiểu cấp đông : đông gió cưỡng bức
- Nhiệt độ sản phẩm vào cấp đông: + 10÷12ºC
- Nhiệt độ trung bình của sản phẩm sau cấp đông: - 18ºC
- Nhiệt độ tâm của sản phẩm sau cấp đông: - 12ºC
- Thời gian cấp đông : 1 ÷ 2 giờ/mẻ (tuỳ theo sản phẩm)
- Sản phẩm cấp đông : Dạng rời của tôm, cá qua chế biến
- Số ngăn cấp đông: 2, 4, 6 hoặc 8 ngăn. Mỗi ngăn chứa khoảng 50 hoặc 62,5 kg.

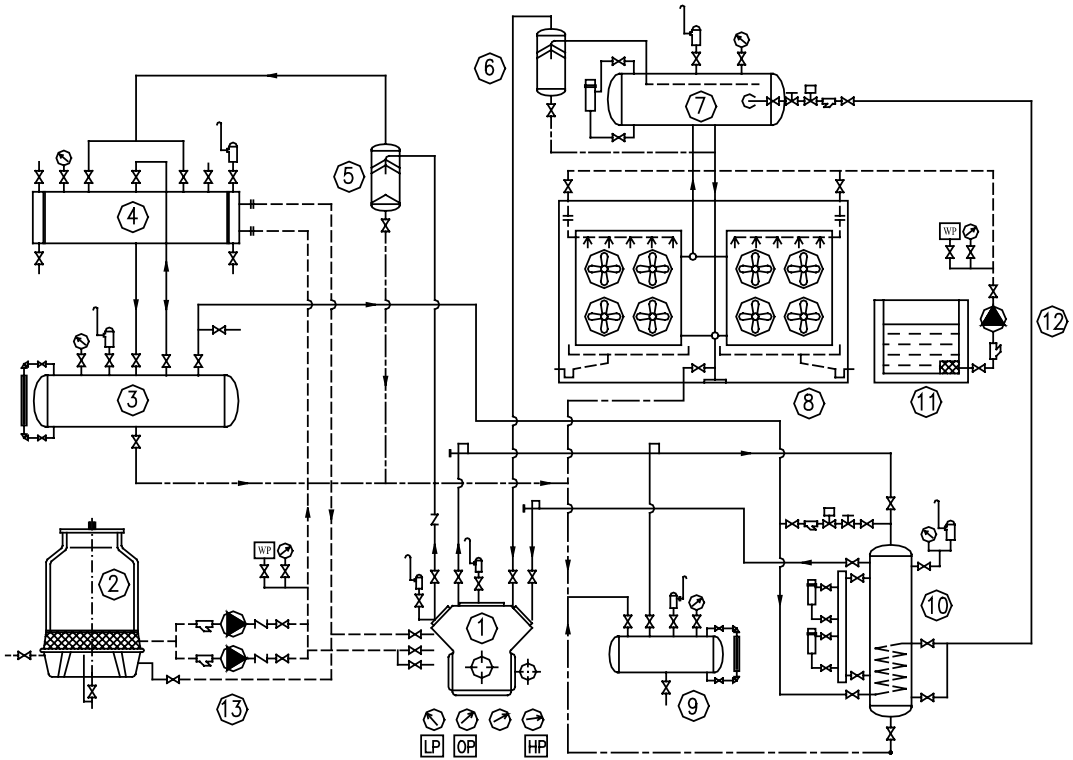
Dưới đây là công suất và số ngăn tương ứng

Bảng 4-13: Số lượng vách ngăn các tủ đông gió

Số ngăn	2		4		6	8
Công suất, kg/h	100	125	200	250	300	400

Tủ dụng tủ đông gió là một giải pháp rất kinh tế dùng cấp đông các sản phẩm đông lạnh rời cho các doanh nghiệp nhỏ và vừa vì chi phí đầu tư bé vận hành tiện lợi, có thể chạy với số lượng hàng nhỏ và rất nhỏ.

Chỉ trong trường hợp doanh nghiệp có vốn lớn, sản lượng khai thác và chế biến nhiều thì thì mới cần đến các dây chuyên cấp đông I.Q.F.



1- Máy nén; 2- Tháp giải nhiệt; 3- Bình chứa; 4-Bình ngưng; 5- Bình tách dầu; 6- Bình tách lỏng; 7 — Bình trống tràn; 8- Tủ đông gió; 9- Bình thu hồi dầu; 10- Bình trung gian; 11- Bể nước xả băng; 12- Bơm xả băng; 13- Bơm giải nhiệt

Hình 4-13: Sơ đồ nguyên lý tủ đông gió

4.4.2 Kết cấu và đặc tính kỹ thuật tủ đông gió

Tủ đông gió có cấu tạo dạng tủ chắc chắn, có thể dễ dàng vận chuyển đi nơi khác khi cần. Tủ có cấu tạo như sau:

- *Vỏ tủ:* Cách nhiệt vỏ tủ bằng polyurethan dày 150mm, có mật độ khoảng 40÷42 kg/m^3, hệ số dẫn nhiệt λ= 0,018 ÷ 0,020 W/m.K. Các lớp bao bọc bên trong và bên ngoài vỏ tủ là inox dày 0,6mm

Tủ có 02 buồng, có khả năng hoạt động độc lập, mỗi buồng có 02 cánh cửa cách nhiệt, kiểu bản lề, mỗi cánh tương ứng mở vào một ngăn tủ. Kích thước của cánh tủ là 800W x 1900H x 125T (mm). Hai mặt các cánh tủ là 2 nox dày 0,6mm. Cánh tủ có trang bị điện trở sấy chống đóng băng, bản lề, tay khoá bằng inox, roăn làm kín có khả năng chịu lạnh cao.

Khung vỏ tủ được gia công từ thép chịu lực, mạ kẽm và gỗ chống cầu nhiệt tại các vị trí cần thiết

- *Dàn lạnh*: Có 1 hoặc 2 dàn lạnh hoạt động độc lập. Dàn lạnh có ống, cánh tản nhiệt và vỏ là thép nhúng kẽm nóng hoặc bằng inox. Dàn lạnh được thiết kế để sử dụng cho môi chất NH3. Dàn lạnh đặt trên sàn tủ, xả băng bằng nước. Hệ thống đường ống xả băng, máng hứng nước là thép mạ kẽm. Mô tơ quạt là loại chống ẩm ướt, cánh quạt loại hướng trục, có lồng bảo vệ chắc chắn. Lòng quạt và máng hứng nước có trang bị điện trở chống đóng băng.

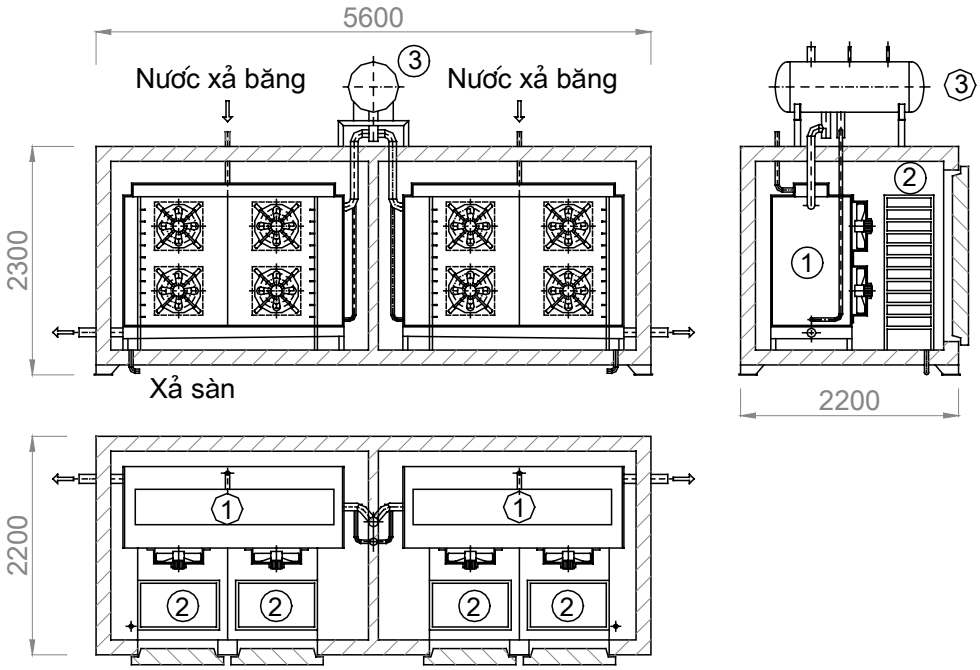
- *Giá đỡ khay cấp đông*: Mỗi ngăn có 01 giá đỡ khay cấp đông, giá có nhiều tầng để đặt khay cấp đông, khoảng cách giữa các tầng hợp lý để đưa khay cấp đông vào ra và lưu thông gió trong quá trình chạy máy.

- *Khay cấp đông*: Khay được chế tạo bằng inox dày 2mm, có đục lổ trên bề mặt để không khí tuần hoàn dễ dàng. Khối lượng hàng trong mỗi khay tuỳ thuộc vào công suất của tủ mà chọn sao cho hợp lý.

Bảng 4-14: Thông số kỹ thuật tủ đông gió

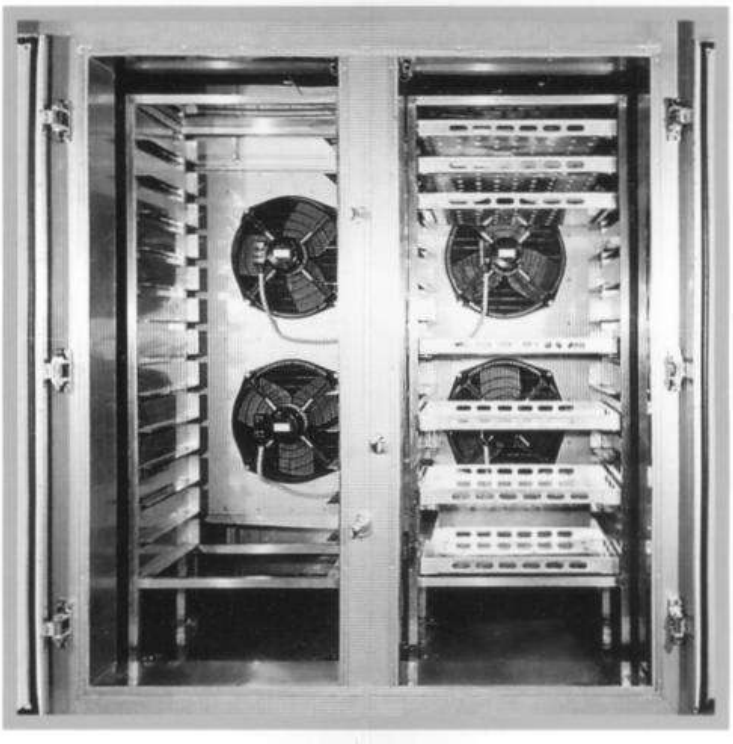
Năng suất cấp đông (kg/giờ)		100	200	300	400
Nhiệt độ sản phẩm vào/ra		+10 / -18°C			
Kích thước (mm)	Rộng	2750	5450	8190	10865
	Sâu	1975	1975	1975	1975
	Cao	2300	2300	2300	2300

	Cách nhiệt	Polyurethan dày 125/150mm			
Cửa	Vỏ bọc	Inox, dày 0,6mm			
	Kích thước	800W x 1900H x 125T			
	Số lượng	2	4	6	8
	Số bản lề	Inox			
Kệ đựng hàng	Kích thước	730L x 510W x 1900H			
	Số lượng	2	4	6	8
	Số tầng	25	50	75	100
	Bước kệ	70			
Khay	Kích thước	750L x 500W x 60H			
	Số khay	25	50	75	100
	Vật liệu	Nhôm			



1- Dàn lạnh 2- Giá xếp khay sản phẩm 3- Bình trống tràn

Hình 4-14: Cấu tạo tủ đông gió 250 kg/mẻ



Hình 4-15 Cấu tạo bên trong tủ đông gió

4.4.3 Tính nhiệt tủ đông gió

Tổn thất nhiệt trong tủ cấp đông gồm có:

- Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che
- Nhiệt do làm lạnh sản phẩm, khay cấp đông, giá khay cấp đông và các thiết bị trong tủ.
- Tổn thất do xả băng
- Tổn thất do động cơ quạt

4.4.3.1 Tổn thất do truyền nhiệt qua kết cấu bao che

Kết cấu bao che của tủ gồm có vách tủ và cửa tủ. Do chiều dày cách nhiệt vách tủ và cửa tủ khác nhau nên cần phải phân biệt tổn thất Q_1 ra hai thành phần: Vách tủ và vỏ tủ. Trong trường hợp tổng quát:

$$Q_1 = [\, k_v.F_v + k_c.F_c \,].\Delta t \qquad (4\text{-}34)$$

F_v, F_c - Diện tích bề mặt vách và cửa, m^2;
$\Delta t = t_{KK}^N — t_{KK}^T$;
t_{KK}^N - Nhiệt độ không khí bên ngoài tường, ^oC;
t_{KK}^T - Nhiệt độ không khí bên trong kho cấp đông t_t =-35^oC;
k_v, k_c - Hệ số truyền nhiệt qua vách và cửa tủ, $W/m^2.K$;
Hệ số truyền nhiệt của vách và cửa tủ được xác định theo công thức

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, W \qquad (4\text{-}35)$$

α_1 - Hệ số toả nhiệt bên ngoài tường α_1= 23,3 $W/m^2.K$;
α_2 - Hệ số toả nhiệt đối lưu cưỡng bức mạnh bên trong tủ, lấy α_2 = 10,5 $W/m^2.K$;
Các lớp vật liệu của panel tường, trần

Bảng 4-15: Các lớp cách nhiệt tủ đông gió

TT	Lớp vật liệu	Độ dày mm	Hệ số dẫn nhiệt W/m.K
1	Lớp tôn	0,5 ÷ 0,6	45,3
2	Lớp polyurethan - Vách tủ - Cửa tủ	 150 125	0,018÷0,020
3	Lớp tôn	0,5 ÷ 0,6	45,3

4.4.3.2 Tổn thất do làm lạnh sản phẩm.

Tổn thất Q_2 gồm:
- Tổn thất do sản phẩm mang vào Q_{21}
- Tổn thất do làm lạnh khay và giá cấp đông $Q_{22.}$
- Tổn thất do làm lạnh các thiết bị trong tủ Q_{24}

1. Tổn thất do làm lạnh sản phẩm.

Tổn thất nhiệt do làm lạnh sản phẩm được tính theo công thức sau:

$$Q_{21} = M.\frac{(i_1 - i_2)}{\tau}, W \qquad (4\text{-}36)$$

M — Khối lượng hàng trong một mẻ, kg;
i_1, i_2 - Entanpi của sản phẩm ở nhiệt độ đầu vào và đầu ra, J/kg;

Sản phẩm đã qua chờ đông lấy nhiệt độ đầu vào t_1 = 10÷12°C.
Nhiệt độ trung bình đầu ra của các sản phẩm cấp đông phải đạt -18°C
τ - Thời gian cấp đông của một mẻ, Giây/mẻ. Thời gian cấp đông nằm trong khoảng từ 1,5÷2,5 giờ tuỳ thuộc vào loại sản phẩm.

2. Tổn thất do làm lạnh khay

Tổn thất nhiệt do làm lạnh khay cấp đông được xác định theo công thức:

$$Q_{22} = M_{kh}.\frac{C_p.(t_1 - t_2)}{\tau}, \text{ W} \qquad (4\text{-}37)$$

M_{kh} - Tổng khối lượng khay cấp đông, kg;

C_p - Nhiệt dung riêng của vật liệu khay cấp đông, J/kg.K;

t_1, t_2 - Nhiệt độ khay trước và sau cấp đông, °C;

Đối với tủ đông gió thường sử dụng khay cấp đông loại 5kg với các thông số giống như ở kho cấp đông.

3. Tổn thất do làm lạnh các thiết bị trong tủ

Cũng như tủ cấp đông tiếp xúc, khi tính nhiệt tủ đông gió cần tính tổn thất nhiệt do làm lạnh các thiết bên trong tủ. Tổn thất đó được tính như sau :

$$Q_{23} = \frac{\sum m_i.C_{pi}.\Delta t}{\tau}, \text{ W} \qquad (4\text{-}38)$$

m_i — Khối lượng thiết bị thứ i, kg;

C_{pi} — Nhiệt dung riêng của thiết bị thứ i, J/kg.K;

Δt - độ chênh nhiệt độ trước và sau cấp đông, °K;

τ - Thời gian làm việc của một mẻ cấp đông, giây.

4.4.3.3. Tổn thất xả băng Q_3

Giống như các hệ thống lạnh có xả băng khác, tủ đông gió sau khi xả băng nhiệt độ tăng khá lớn, tức là có một phần nhiệt xả băng đã truyền cho không khí trong phòng, gây nên tổn thất.

Tổn thất nhiệt do xả băng được xác định theo công thức:

$$Q_3 = \frac{Q}{\tau}, W \qquad (4\text{-}39)$$

Trong đó:

Q_3 — Công suất nhiệt do xả băng mang vào, W;

τ - Thời gian cấp đông, giây;
Q — Lượng nhiệt do xả băng truyền không khí trong phòng (mỗi mẻ chỉ có tối đa 01 lần xả băng), cũng được tính theo hai phương pháp: theo tỷ lệ phần trăm nhiệt xả băng và theo mức độ tăng nhiệt độ không khí trong phòng. Trong trường hợp tính theo mức tăng nhiệt độ không khí trong buồng:

$$Q = \rho_{KK}.V.C_{PK}.\Delta t \qquad (4\text{-}40)$$

ρ_{KK} — Khối lượng riêng của không khí, $\rho_{KK} \approx 1,2$ kg/m^3;
V- Dung tích tủ đông gió, m^3;
C_{pK} — Nhiệt dung riêng của không khí, J/kg.K;
Δt - Độ tăng nhiệt độ không khí trong tủ sau xả băng, ^{o}C.

4.4.3.4 Tổn thất do động cơ quạt

Dòng nhiệt do các động cơ quạt dàn lạnh có thể xác định theo biểu thức:

$$Q_4 = 1000.n.N \text{ ; W} \qquad (4\text{-}41)$$

N - Công suất động cơ điện, kW;
n - Số quạt của tủ đông gió.

Thường các dàn lạnh của tủ đông gió mỗi ngăn có 02 quạt. Quạt có 2 buồng, có tất cả 8 quạt. Công suất mỗi quạt nằm trong khoảng 0,75 ÷ 1,5 kW

4.5 HỆ THỐNG CẤP ĐÔNG I.Q.F

4.5.1 Khái niệm và phân loại

Hệ thống lạnh I.Q.F được viết tắt từ chữ tiếng Anh Individual Quickly Freezer, nghĩa là hệ thống cấp đông nhanh các sản phẩm rời.

Một trong những điểm đặc biệt của hệ thống I.Q.F là các sản phẩm được đặt trên các băng chuyền, chuyển dộng với tốc độ chậm, trong quá trình đó nó tiếp xúc với không khí lạnh nhiệt độ thấp và nhiệt độ hạ xuống rất nhanh.

Buồng cấp đông kiểu I.Q.F chuyên sử dụng để cấp đông các sản phẩm dạng rời. Tốc độ băng tải di chuyển có thể điều chỉnh được tuỳ thuộc vào loại sản phẩm và yêu cầu công nghệ. Trong quá trình di chuyển trên băng chuyền sản phẩm tiếp xúc với không khí đối lưu cưỡng bức với tốc độ lớn, nhiệt độ thấp -35÷-43°C và hạ nhiệt độ rất

nhanh. Vỏ bao che buồng cấp đông là các tấm cách nhiệt polyurethan, hai mặt bọc inox.

Buồng cấp đông I.Q.F có 3 dạng chính sau đây:

- Buồng cấp đông có băng chuyền kiểu xoắn : Spiral I.Q.F
- Buồng cấp đông có băng chuyển kiểu thẳng : Straight I.Q.F
- Buồng cấp đông có băng chuyền siêu tốc : Impingement I.Q.F

Đi đôi với buồng cấp đông các hệ thống còn được trang bị thêm các băng chuyền khác như băng chuyền hấp, băng chuyền làm nguội, băng làm khô, băng chuyền mạ băng, và buồng tái đông.

4.5.2 Hệ thống cấp đông I.Q.F với buồng cấp đông có băng tải dạng xoắn

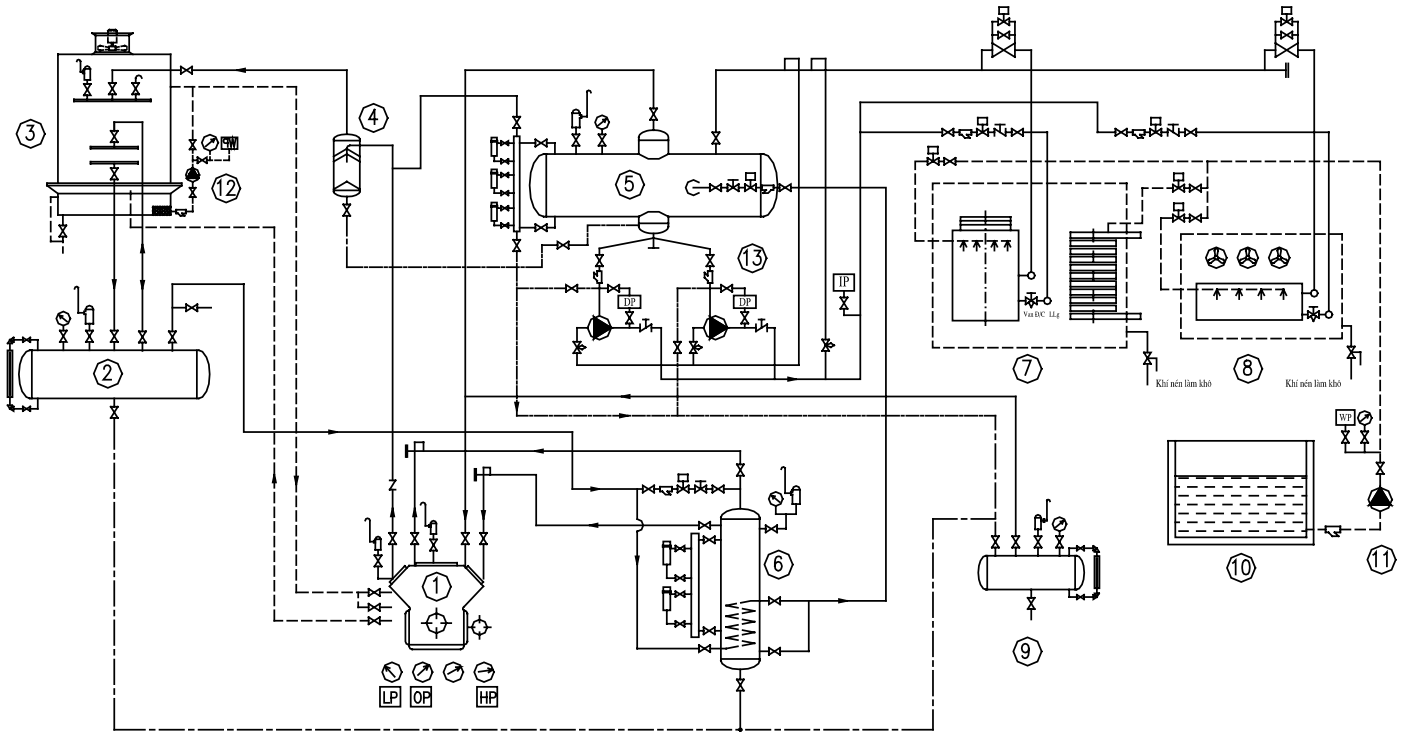
4.5.2.1 Sơ đồ nguyên lý

Trên hình 4-16 giới thiệu sơ đồ nguyên lý hệ thống cấp đông IQF, có băng chuyền cấp đông dạng xoắn, sử dụng môi chất NH_3.

Hệ thống cấp đông với buồng cấp đông có băng tải dạng xoắn yêu cầu công suất lạnh tương đối lớn, thời gian đông lạnh ngắn nên thường sử dụng phương pháp cấp dịch bằng bơm.

Thiết bị đi kèm băng chuyền cấp đông là băng chuyền tái đông. Người ta thường sử dụng nước để xả băng cho các dàn lạnh của băng chuyền cấp đông và tái đông. Để làm khô băng chuyền người ta sử dụng khí nén.

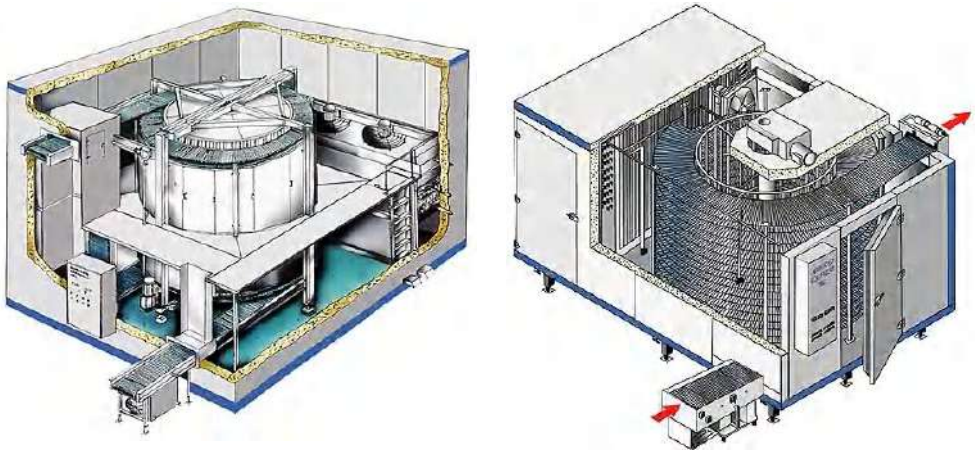
Các thiết bị khác bao gồm: Bình chứa cao áp, hạ áp , thiết bị ngưng tụ, bình tách dầu, bình trung gian, bình thu hồi dầu, bơm dịch, bơm nước giải nhiệt, xả băng và bể nước xả băng.



1- Máy nén; 2- Bình chứa; 3- Dàn ngưng; 4- Bình tách dầu; 5- Bình chứa hạ áp; 6 — Bình trung gian; 7- Buồng đông IQF; 8- Buồng tái đông; 9- Bình thu hồi dầu; 10- Bể nước xả băng; 11- Bơm xả băng; 12- Bơm giải nhiệt; 13- Bơm dịch

Hình 4-16: Sơ đồ nguyên lý hệ thống cấp đông I.Q.F dạng xoắn

4.5.2.2 Kết cấu buồng cấp đông I.Q.F dạng xoắn



Hình 4-17: Buồng cấp đông dạng xoắn

Trên hình 4-17 là cấu tạo của buồng cấp đông I.Q.F dạng xoắn. Buồng có cấu tạo dạng khối hộp, các tấm vách là tấm cách nhiệt polyurethan dày 150mm, tỷ trọng 40 kg/m^3, hai mặt inox. Bên trong bố trí một băng tải vận chuyển sản phẩm cấp đông đi theo dạng xoắn lò xo từ dưới lên trên. Dàn lạnh không khí đối lưu cưỡng bức với tốc độ cao và nhiệt độ rất thấp, đạt —40÷-30ºC.

Buồng cấp đông với băng tải kiểu xoắn có cấu tạo nhỏ gọn, nên tổn thất lạnh không lớn, hiệu quả làm lạnh cao và không gian lắp đặt bé. Tuy nhiên việc chế tạo, vận hành và sửa chữa khá phức tạp, nhất là cách bố trí băng tải.

Buồng có 04 cửa ra vào ở hai phía rất tiện lợi cho việc kiểm tra, vệ sinh và bảo trì bảo dưỡng. Nền buồng được gia cố thêm lớp nhôm để làm sàn và máng thoát nước, nhôm đúc có gân dạng chân chim chống trượt dày 3mm.

Băng tải hàng làm bằng vật liệu inox hoặc nhựa đặc biệt, có thể điều chỉnh chuyển động nhanh chậm vô cấp nhờ bộ biến tần điện tử (Inverter) tương ứng kích cỡ sản phẩm khác nhau.

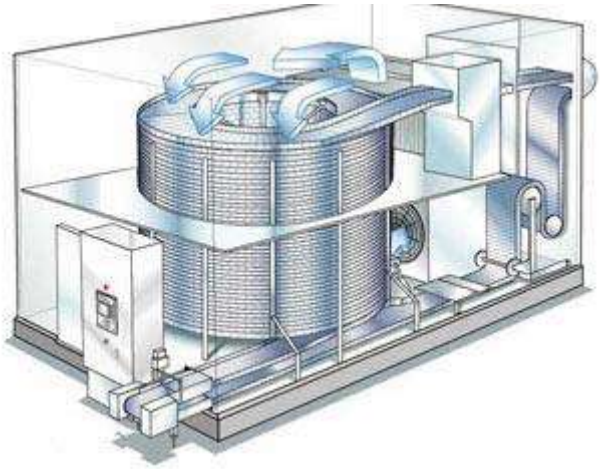
Buồng có hệ thống rửa vệ sinh bằng nước và thổi khô băng tải bằng khí nén. Buồng cấp đông có búa làm rung để chống các sản phẩm dính vào nhau và vào băng tải.

Dàn lạnh sử dụng môi chất NH_3, ống trao đổi nhiệt là vật liệu inox, cánh nhôm, xả băng bằng nước. Dàn lạnh có quạt kiểu hướng trục, mô tơ chịu được ẩm ướt.

Tất cả các chi tiết của băng chuyền cấp đông IQF như ; Khung đỡ băng chuyền, khung đỡ dàn lạnh, vỏ che dàn lạnh đều làm bằng vật liệu không rỉ.

Bảng 4-16: Buồng cấp đông kiểu xoắn của SEAREFICO

MODEL		S-IQF 500S	S-IQF 350S	S-IQF 250S
Công suất cấp đông	kg/h	500	350	250
Công suất lạnh	KCal/h	92.000	77.000	60.000
Sản phẩm cấp đông	Tôm (PTO, HLSO, P PUD, PD), Mực, cá, Sò			
Cỡ sản phẩm cấp đông	con/lb	8/12 đến 300/500		
Nhiệt độ sản phẩm vào / ra	ºC	+ 10 / -18		
Nhiệt độ không khí trong buồng	ºC	-32 ÷ -36		
Phương pháp cấp dịch	Bơm dịch			
Môi chất lạnh	NH3 / R22			
Băng tải	Thép không rỉ			
Chiều rộng băng tải	mm	457	406	356
Chiều dày cách nhiệt buồng lạnh	mm	150		
Chiều dài buồng cấp đông	mm	6.800	6.100	5.400
Chiều rộng	mm	3.600	3.200	2.850
Chiều cao	mm	3.600	3.300	3.100
Thời gian cấp đông	Phút	7÷45		
Phương pháp xả băng	Bằng nước hoặc môi chất nóng			
Nguồn điện	3Ph/380V/50Hz			



Hình 4-18: Tuần hoàn gió trong buồng

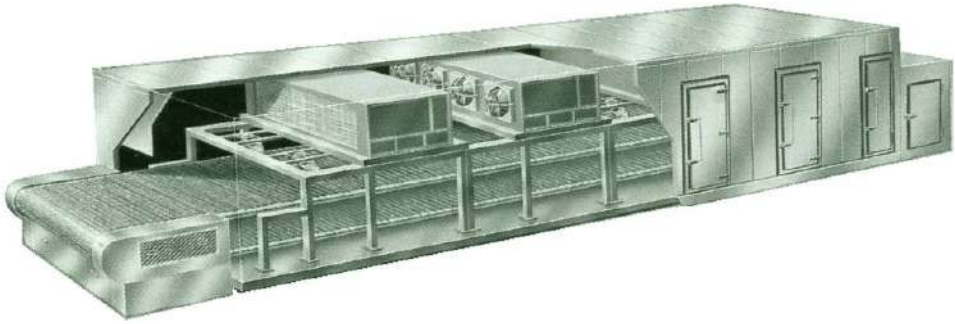
4.5.3 Hệ thống cấp đông I.Q.F buồng cấp đông có băng chuyền kiểu thẳng

4.5.3.1 Cấu tạo băng chuyền dạng thẳng

Trên hình 4-19 giới thiệu một buồng cấp đông I.Q.F có băng chuyền dạng thẳng. Các dàn lạnh được bố trí bên trên các băng chuyền, thổi gió lạnh lên bề mặt băng chuyền có sản phẩm đi qua. Vỏ bao che là polyurethan dày 150mm, bọc inox hai mặt. Toàn bộ băng chuyền trải dài theo một đường thẳng

Băng chuyền dạng thẳng đơn giản dễ chế tạo, sản phẩm cấp đông được đưa vào một đầu và ra đầu kia. Để thời gian cấp đông đạt yêu cầu, chuyền dài của băng chuyền khá lớn nên chiếm nhiều diện tích.

Để hạn chế tổn thất nhiệt ở cửa ra vào của các băng tải, khe hở vào ra rất hẹp. Một số buồng cấp đông có khe hở có thể điều chỉnh được tuỳ thuộc từng loại sản phẩm.



Hình 4-19: Buồng cấp đông I.Q.F có băng chuyền thẳng

4.5.3.2. Thông số kỹ thuật buồng cấp đông I.Q.F kiểu thẳng

Tham khảo kích thước dây chuyền I.Q.F của MYCOM với kích thước băng tải 1200mm và 1500mm như sau

Bảng 4-17 Model: MSF-12 *(Dây chuyền rộng 1200mm)*

Model	1206-1	1209-1	1212-1	1215-1	1218-1	1221-1	1206-2	1209-2	1212-2	1215-2	1218-2	1221-2
Năng suất kg/h	320	480	640	800	960	1120	640	960	1280	1600	1920	2240
A, m	10,38	13,47	16,56	19,65	22,74	25,83	10,38	13,47	16,56	19,65	22,74	25,83
B, m	6,18	9,27	12,36	15,45	18,54	21,63	6,18	9,27	12,36	15,45	18,54	21,63
C, m	2÷3	2÷3	2÷3	2÷3	2÷3	2÷3	4÷5	4÷5	4÷5	4÷5	4÷5	4÷5

* Chỉ số 1 hoặc 2 biểu thị dây chuyền có 1 hay 2 băng tải

Bảng 4-18: Model: MSF-15 *(Dây chuyền rộng 1500mm)*

Model	1506-1	1509-1	1512-1	1515-1	1518-1	1521-1	1506-2	1509-2	1512-2	1515-2	1518-2	1521-2
Năng suất, kg/h	320	480	640	800	960	1120	640	960	1280	1600	1920	2240
A, m	10,38	13,47	16,56	19,65	22,74	25,83	10,38	13,47	16,56	19,65	22,74	25,83
B, m	6,18	9,27	12,36	15,45	18,54	21,63	6,18	9,27	12,36	15,45	18,54	21,63
C, m	2,3÷3,3						4,5÷5,5					

trong đó:

A- Chiều dài tổng thể của băng chuyền

B- Chiều dài cấp đông

C- Chiều rộng băng chuyền

Chiều cao băng chuyền là 3000mm

Bảng 4-19: Thông số kỹ thuật buồng cấp đông I.Q.F dạng thẳng của SEAREFICO

MODEL		S-IQF 500T	S-IQF 350T	S-IQF 250T
Công suất cấp đông	kg/h	500	350	250
Công suất lạnh	KCal/h	108.000	90.000	68.000
Sản phẩm cấp đông	Tôm (PTO, HLSO, P PUD, PD), Mực, cá, Sò			
Cỡ sản phẩm cấp đông	con/lb	8/12 đến 300/500		
Nhiệt độ sản phẩm vào / ra	°C	+ 10 / -18		
Nhiệt độ không khí trong buồng	°C	-32 ÷ -36		
Phương pháp cấp dịch	Bơm dịch hoặc tiết lưu trực tiếp			
Môi chất lạnh	NH3 / R22			
Băng tải	Thép không rỉ			
Chiều rộng băng tải	mm	1.200		
Chiều dày cách nhiệt buồng lạnh	mm	150		
Chiều dài buồng cấp đông	mm	22.000	15.000	11.000
Chiều rộng	mm	3.000		
Chiều cao	mm	3.300		
Thời gian cấp đông	Phút	3÷30		
Phương pháp xả băng	Bằng nước hoặc môi chất nóng			
Nguồn điện	3Ph/380V/50Hz			

Sơ đồ nguyên lý hệ thống cấp đông I.Q.F với buồng cấp đông có băng tải dạng thẳng không có gì khác so với sơ đồ của hệ thống có băng tải dạng xoắn ở trên hình 4-17.

4.5.4 Hệ thống cấp đông I.Q.F siêu tốc

4.5.4.1 Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Cấu tạo:

Về cấu tạo băng chuyền cấp đông IQF siêu tốc không khác mấy so với băng chuyền dạng thẳng. Bên trong bố trí 1 hoặc 2 băng tải sản phẩm có khả năng điều chỉnh tốc độ vô cấp, tuỳ theo yêu cầu cấp đông của nhiều sản phẩm khác nhau. Các dàn lạnh xếp thành 02 dãy 2 bên băng tải. Để dòng không khí hướng tập trung vào sản phẩm trên băng tải, người ta lắp hệ thống ống hướng gió cũng bằng vật liệu thép không rỉ.

Buồng cấp đông có bao che cách nhiệt bằng polyurethan, dày 150÷200mm, hai bên 2 lớp inox, phủ sơn nhựa thực phẩm màu trắng hai mặt. Buồng cấp đông có cửa ra vào kiểu kho lạnh với hệ thống điện trở nhiệt sưởi cửa, bên trong cũng có hệ thống đèn chiếu sáng.

Hệ thống băng tải rất đơn giản được thiết kế để giảm thiểu chi phí bảo dưỡng. Tốc độ của băng có thể thay đổi cho từng loại sản phẩm cấp đông khác nhau. Băng tải cấp đông chuyển động có thể điều chỉnh vô cấp nhờ bộ biến tần và đạt tốc độ khoảng từ 0,5 ÷ 10 m/phút, cho thời gian cấp đông từ 0,5 phút đến 10 phút.

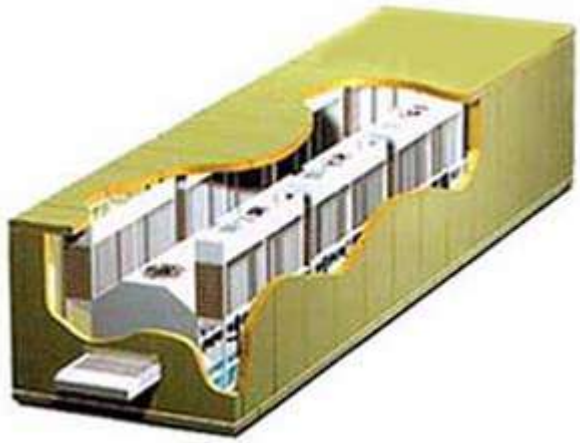
Khung đỡ băng tải và các thiết bị cũng làm bằng vật liệu inox. Dàn lạnh làm bằng thép không rỉ với các cánh tản nhiệt bằng nhôm thiết kế cho bơm cấp dịch tuần hoàn NH_3/R_{22} bước cánh được thiết kế đặc biệt để tăng hiệu quả truyền nhiệt và vệ sinh dễ dàng. Băng tải bằng inox dạng lưới có kích cỡ M8 x 2,5 (bước 8mm và thanh inox cỡ 2,5mm).

Chiều cao cho thông sản phẩm khoảng 50mm (tiêu chuẩn 35mm)

Vệ sinh các băng tải bằng nước có áp lực do người sử dụng đấu vào hệ thống vòi phun bằng đồng để rửa băng tải và hệ thống xả tuyết để làm sạch dàn. Các bộ phận bên trong máy có thể xịt rửa thủ công bằng nước có pha hoá chất phù hợp.

Quạt gió kiểu ly tâm với mô tơ nối trực tiếp, cánh quạt bằng nhôm và lồng dẫn khí vào trong, mô tơ quạt bằng hợp kim nhôm đặc biệt được sơn phủ.

- Buồng cấp đông được thiết kế với một hoặc nhiều băng tải thẳng xuyên suốt có nhiều cỡ rộng và luồng gió khác nhau.
- Khu vực mở để tiếp nhận nguyên liệu đầu vào của máy cấp đông có thể thay đổi dễ dàng để phù hợp với độ dày sản phẩm cấp đông.
- Băng tải được làm bằng thép không rỉ
- Hệ thống được thiết kế theo từng môđun lắp sẵn cho phép tăng giảm năng suất cấp đông trong một dải rộng. Mỗi môđun đều có dàn lạnh, quạt làm bằng nhôm được lắp hoàn chỉnh.



Hình 4-20 : Băng chuyên cấp đông siêu tốc

Tất cả bề mặt và sàn đều kín nước, bên trong máy cấp đông có độ dốc nghiêng để tháo nước dễ dàng.

Hệ thống xả tuyết dàn lạnh bằng nước hoạt động tự động vào cuối ca sản xuất.

Những chức năng của hệ thống

- Các tấm phân phối khí phía bên trên có thể dễ dàng được nâng lên hoặc hạ xuống để vệ sinh thường xuyên và bảo dưỡng cho khu vực tiếp xúc và để cấp đông sản phẩm.
- Dàn lạnh bố trí hở ở cả 2 phía để kiểm tra dễ dàng khi dừng máy
- Băng tải làm bằng thép không rỉ được thiết kế bằng 01 lớp lưới inox đơn giản, để hạn chế việc sản phẩm kẹt trong quá trình sản xuất.
- Bảng điện điều khiển máy cấp đông và điều chỉnh thời gian cấp đông ở mọi chế độ vận hành, vệ sinh xả tuyết dàn lạnh. Việc điều chỉnh nhiệt độ giúp dễ dàng theo dỏi và kiểm soát chất lượng sản phẩm.

Nguyên lý làm việc

Trong suốt thời gian cấp đông, khi sản phẩm di chuyển xuyên qua buồng cấp đông trên những băng chuyền, hàng ngàn tia khí lạnh với tốc độ cao hướng trực tiếp và liên tục lên mặt trên và mặt dưới của sản phẩm, thổi hơi nóng bao bọc quanh sản phẩm đẩy nhanh quá trình trao

đổi nhiệt. Các tia khí lạnh này làm lạnh đạt hiệu quả tương đương phương pháp nhúng nitơ lỏng.

Khi các tia khí lạnh thổi qua bề mặt sản phẩm, trên bề mặt sản phẩm nhanh chóng tạo nên một lớp băng mỏng bao bọc quanh sản phẩm, làm giảm mất nước và giữ sản phẩm không bị biến dạng về mặt cơ học. Hình dạng và kích thước ban đầu của sản phẩm được duy trì trong suốt quá trình cấp đông. Có nhiều ưu điểm với kiểu thiết kế đặc biệt này:

- Cùng thời gian cấp đông nhanh như máy cấp đông sử dụng nitơ lỏng
- Hạn chế mất nước tối thiểu ngang bằng hay tốt hơn cấp đông bằng ni tơ lỏng
- Chi phí vận hành bằng phân nửa so với phương pháp dùng ni tơ lỏng
- Chất lượng sản phẩm tuyệt hảo, không bị cháy lạnh
- Sản phẩm không bị dịch chuyển trong máy cấp đông
- Không bị ảnh hưởng của sự rung động khi di chuyển
- Sản phẩm cấp đông hoàn toàn phẳng phiu, giữ nguyên hình dạng ban đầu
- Đáp ứng tiêu chuẩn vệ sinh công nghệp
- Thiết kế theo kiểu khối hoàn chỉnh nên:

- Lắp đặt nhanh
- Xây lắp nhà máy theo tiêu chuẩn xây dựng chất lượng cao
- Thiết kế tiêu chuẩn phù hợp với dây chuyền sản xuất của khách hàng với bề rộng và công suất tự chọn
- Dễ dàng mở rộng bằng các khối bỏ sung để tăng công suất sau này
- Hệ thống lạnh NH3 hoặc Frêôn hợp nhất, tiêu chuẩn

Hệ thống cấp đông siêu tốc được thiết kế để chế biến các loại sản phẩm mỏng, dẹt như cá fillets, tôm cũng như các loại bánh nướng, khoai và các sản phẩm trứng

Các thông số làm việc của buồng cấp đông siêu tốc

- Sản phẩm cấp đông: Tôm, cá các loại, đặc biệt phù hợp dạng rời không bao gói.

- Nhiệt độ sản phẩm đầu vào: +10°C ÷ +12°C

- Nhiệt độ trung bình sản phẩm đầu ra: - 18°C

- Nhiệt độ dàn lạnh/không khí: -43/-40ºC
- Thời gian cấp đông rất ngắn

Hệ thống cấp đông I.Q.F siêu tốc có đặc điểm là nhiệt độ không khí làm việc rất thấp -40ºC và tốc độ lưu động không khí mạnh và tiếp xúc 2 mặt trên và dưới sản phẩm nên thời gian cấp đông rất ngắn.

+ Tôm vỏ 16/20 Không quá 5 phút
+ Tôm luộc 31/40 Không quá 3 phút

- Môi chất lạnh NH3 có dùng bơm dịch tuần hoàn.

Tỷ lệ hao hụt sản phẩm rất bé. Ví dụ, đối với tôm các loại ở dạng sơ chế, tỷ lệ hao hụt khi cấp đông khoảng 0,6 ÷ 0,9%, nghĩa là không vượt quá 1%.

Bảng 4-20: Thời gian cấp đông và hao hụt nước

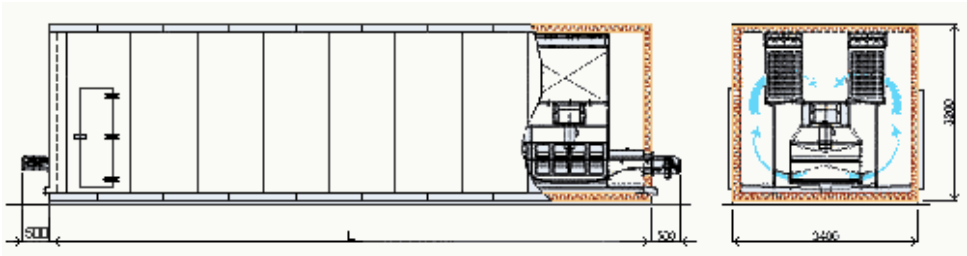
Sản phẩm	Cấp đông phẳng		Cấp đông xoắn	
	Thời gian	Độ mất nước	Thời gian	Độ mất nước
- Thị heo, lát, khô (60º)	50 giây	< 0,3%		
- Tôm 16/20 (tôm thịt)	4÷5 phút	< 1%	20÷25 phút	Khoảng 1,5%
- Tôm 26-30 (tôm còn vỏ)	3÷4 phút	< 1%	18÷20 phút	Khoảng 1,5%
- Tôm luộc (cỡ 30/40 — 51/60)	2÷3 phút	< 0,9%	10÷15 phút	Khoảng 1,5%
- Cá fillet (tuỳ theo cỡ)	2÷6 phút	< 0,9%	20÷40 phút	Khoảng 1,5%
- Bánh kem xốp	4÷5 phút	< 1%	20÷30 phút	Khoảng 1,5%
- Bánh pizza	4÷5 phút	< 0,5%	20÷30 phút	Khoảng 1,5%
- Xúc xích, thịt heo	2 phút	< 1%	15÷20 phút	Khoảng 1,5%

4.5.4.2 Thông số kỹ thuật một số buồng cấp đông siêu tốc

Bảng 4-21: Thông số buòng cấp đông I.Q.F siêu tốc của SEAREFICO

MODEL		S-IQF-500IP	S-IQF-320IP
Công suất cấp đông	kg/h	500	320
Công suất lạnh	kW	115.000	80.000
Sản phẩm cấp đông	Tôm (PTO, HLSO)		
Nhiệt độ sản phẩm vào/ra	^{O}C	+ 10 / -18	
Nhiệt độ không khí trong buồng	^{O}C	-41 ÷ -43	

Phương pháp cấp dịch	Bơm dịch		
Môi chất lạnh	NH_3 / R_{22}		
Vật liệu băng chuyền	Thép không rỉ		
Chiều rộng băng tải	mm	1200	
Chiều dày cách nhiệt vỏ buồng	mm	150	
Chiều dài buồng cấp đông	mm	11.000	7.000
Chiều rộng buồng cấp đông	mm	3.400	
Chiều cao buồng cấp đông	mm	3.200	
Thời gian cấp đông	Phút	2,0 ÷14,0	
Phương pháp xả băng	Bằng nước hoặc môi chất nóng		
Nguồn điện	3Ph/380V/50Hz		



Hình 4-21 : Bố trí thiết bị bên trong buồng cấp đông siêu tốc

**** Buồng cấp đông siêu tốc FRIGOSCANDIA Thụy Điển.***

Hiện nay ở nước ta sử dụng tương đối phổ biến buồng cấp đông siêu tốc của hãng FRIGOSCANDIA Thụy Điển. Băng chuyền dạng thẳng của FRIGOSCANDIA (Thụy Điển) ứng dụng công nghệ va chạm (Impingement), công nghệ hiện đại nhất trong các trong các kiểu máy cấp đông băng chuyền thẳng hiện có trên thị trường. Đó là kiểu máy ADVANTEC™

Dưới đây là thông số kỹ thuật hệ thống cấp đông siêu tốc kiểu ADVANTEC 500 kg/h

- Kiểu máy ADVANTEC™ 1M-1250-1 của FRIGOSCANDIA

1. Kích thước

- Kích thước phủ bì : 6410 x 3700 x 3000mm (LxWxH)
- Chiều cao đầu nạp liệu : 950mm
- Chiều cao đầu ra liệu : 950mm
- Chiều rộng băng tải : 1250mm, khổ hữu dụng 1220mm

2. Công suất cấp đông

- Sản phẩm cấp đông : Tôm, cá các loại, đặc biệt phù hợp dạng rời không bao gói.

- Nhiệt độ sản phẩm đầu vào: +10ºC ÷ +15ºC
- Nhiệt độ sản phẩm đầu ra: - 18ºC
- Nhiệt độ dàn lạnh/không khí : -43/-40ºC
- Công suất sản phẩm
  + Tôm vỏ 16/20 450 kg/h
  + Tôm luộc 31/40 550 kg/h
- Thời gian cấp đông
  + Tôm vỏ 16/20 Không quá 5 phút
  + Tôm luộc 31/40 Không quá 3 phút

3. Thông số về nhiệt

- Công suất lạnh yêu cầu cho sản lượng 500 kg/h là ; 90 kW
- Môi chất lạnh NH3 có dùng bơm dịch tuần hoàn đạt nhiệt độ bay hơi ở dàn lạnh là t_o=- 43ºC

4. Thông số về điện

- Công suất băng tải
  Loại 01 băng tải đơn : 01 mô tơ 0,75 kW/380V/3Ph/50Hz
- Công suất điện cho quạt : 02 quạt với mô tơ có công suất 9 kW
- Công suất tiêu thụ điện của thiết bị : 22 kW
- Công suất điện tối đa : 27 kW

5. Hệ thống xả đá dàn lạnh

- Lưu lượng nước tối đa cần thiết : 400 Lít/phút dùng để xả đá dàn lạnh
- Ngoài ra còn cần lượng nước có dung lượng 100 Lít/phút để phục vụ rửa belt qua hệ thống vòi phun trong khoảng 5 phút.

6. Vật liệu cấu tạo

- Quạt gió : cánh quạt bằng hợp kim nhôm đặc biệt do Frigoscandia chế tạo
- Băng tải : bằng inox dạng lưới có kích cỡ M8 x 2,5 với mắt lưới có bước 8mm & cọng inox cỡ 2,5mm.
- Khung sàn đỡ băng tải và các cơ cấu đi kèm : Bằng inox
- Vỏ panel bao che : Bằng P.U dày 100mm . phủ sơn nhựa thực phẩm màu trắng .

- Cấu tạo dàn lạnh và các tấm tản nhiệt : Bằng inox & các cánh tant nhiệt bằng nhôm có bước cánh đặc biệt để tăng hiệu quả truyền nhiệt và vệ sinh dễ dàng.

- Phương pháp vệ sinh các băng tải : bằng nước có áp lực do người sử dụng đấu vào hệ thống bec phun để rửa belt & hệ thống xả tuyết để làm sạch dàn. Các bọ phân bên trong máy có thể xịt rửa thủ công bằng nước có pha hoá chất phù hợp.

7. Hao hụt sản phẩm

Đối với tôm các loại ở dạng sơ chế : Tỷ lệ hao hụt khi cấp đông khoảng 0,6 ÷ 0,9%. Nghĩa là không vượt quá 1%.

4.5.5 Các băng chuyền thường đi kèm các buồng cấp đông I.Q.F

4.5.5.1 Thiết bị hấp

Thiết bị hấp có cấu tạo dạng băng chuyền, sử dụng hơi nước nóng để hấp chín thực phẩm trước khi đưa vào cấp đông, đóng gói. Cấu tạo gồm băng tải, hệ thống phun hơi và kết cấu bao che. Nhìn bên ngoài trông giống băng chuyền cấp đông thẳng. Sản phẩm hấp đặt trực tiếp trên băng tải hoặc trên khay. Tốc độ chuyển động băng tải có thể điều chỉnh vô cấp nhờ bộ biến tần tuỳ theo loại sản phẩm.

Hình 4-22 là băng chuyền hấp thực phẩm, được chế tạo bằng vật liệu inox

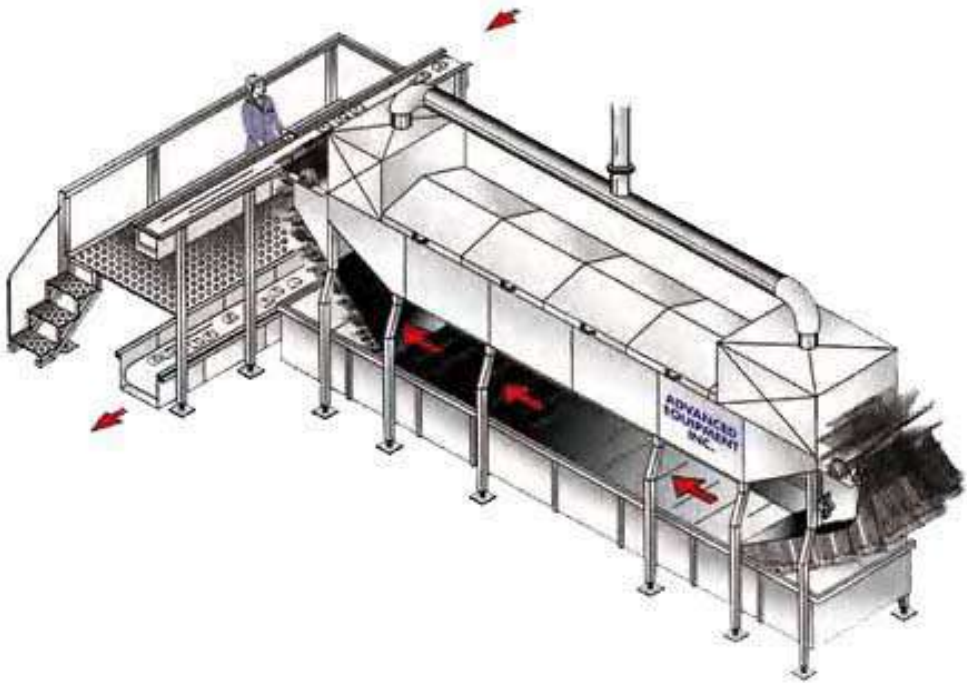
Cấu tạo dễ dàng vệ sinh bên trong. Hơi được hút xả ra ngoài nhờ kênh gió và quạt hút, áp lực trong khoang hấp là áp lực âm, tránh rò hơi ra khu vực chế biến.

- Nhiệt độ hơi hấp 100ºC (p = 1 at).

- Hệ thống cấp hơi có van điều chỉnh lưu lượng cho phép khống chế lưu lượng hơi.

- Cấu tạo dễ rửa vệ sinh bên trong.

- Áp suất hơi ở lò : 5 ÷ 8 bar



Hình 4-22: Băng chuyền hấp

4.5.5.2 Thiết bị làm mát sau hấp

Bộ phận chính của thiết bị làm mát sau hấp là một băng tải bằng inox hoặc nhựa đặc biệt và một bể nước bằng inox. Thiết bị làm mát được bố trí nối tiếp ngay sau thiết bị hấp để làm mát sản phẩm nhằm đảm bảo chất lượng, mùi vị sản phẩm và tỉ lệ hao hụt thấp. Sản phẩm sau hấp được đưa lên băng tải của thiết bị làm mát, trong quá trình băng tải chuyển động, sản phẩm được nhúng nước lạnh trong bể và được làm nguội. Sản phẩm sau khi ra khỏi mặt nước được rửa lại bằng nước lạnh phun. Nước phun là nước lạnh được lấy từ nước chế biến với nhiệt độ cỡ + 3÷5°C.

Hệ thống đường ống cấp nước cho bể và nước phun là các ống inox.

Nước trong bể có thể được làm lạnh trực tiếp bằng dàn lạnh NH_3 đặt ngay trong bể.

Hệ thống băng tải có thể điều chỉnh vô cấp đảm bảo sản phẩm được làm mát đạt yêu cầu ở đầu ra tuỳ theo từng loại sản phẩm khác nhau.

4.5.5.3 Nồi hơi của băng chuyền hấp

Để đảm bảo yêu cầu vệ sinh cho nhà máy chế biến thực phẩm, người ta sử dụng lò hơi đốt dầu D.O để cung cấp hơi cho băng chuyền hấp. Hệ thống đường ống dẫn hơi bằng inox có độ dày đảm bảo yêu cầu. Công suất hơi yêu cầu cho băng chuyền không lớn (khoảng 100÷750 kg/ hơi/giờ tuỳ thuộc băng chuyền) nên người ta thường sử dụng lò hơi dạng đứng.

Lò hơi được trang bị đầy đủ các thiết bị điều khiển, bảo vệ, cùng hệ thống xử lý nước, hoàn nguyên đầy đủ.

- Áp suất hơi : 8 kG/cm^2
- Nhiên liệu : Dầu D.O

4.5.5.4 Thiết bị mạ băng

Thiết bị mạ băng có cấu tạo dạng băng chuyển, sản phẩm sau cấp đông chuyển động qua băng tải của thiết bị mạ băng và được phương nước lạnh để mạ băng.

Có 2 phương pháp mạ băng:

- Phun sương nước từ 2 phía: trên xuống và dưới lên. Thiết bị thường có cơ cấu điều chỉnh được lưu lượng nước và tỉ lệ mạ băng.
- Nhúng nước bằng cách cho băng tải chuyển dịch qua bể nước. Phương pháp này có nhược điểm tổn hao lạnh nhiều nên ít sử dụng.

Toàn bộ các chi tiết của thiết bị mạ như bể nước, hệ thống ống nước, khung, chân băng chuyền làm bằng vật liệu không rỉ. Băng tải kiểu lưới inox hoặc nhựa.

Việc truyền động của băng tải thực hiện bằng mô tơ có hộp giảm tốc. Thiết bị mạ băng có bộ biến tần điện tử để điều khiển tốc độ băng chuyền vô cấp.

Thông số kỹ thuật:

- Tỷ lệ mạ băng : 10 ÷ 15% (tuỳ theo sản phẩm)
- Nhiệt độ nước mạ băng : + 3÷5 ºC
- Bề rộng băng chuyền khoảng 1200÷1500mm

4.5.5.5 Băng chuyền làm cứng

Sau khi được mạ băng xong sản phẩm được đưa qua băng chuyền kế tiếp để hoá cứng lớp băng mạ.

Băng chuyền có mô tơ truyền động qua hộp giảm tốc. Thiết bị mạ băng có bộ biến tần điện tử để điều khiển tốc độ băng chuyền vô cấp.

-Toàn bộ các chi tiết của thiết bị bằng vật liệu không rỉ. Băng tải kiểu lưới.

4.5.5.6 Buồng tái đông

Về cấu tạo, bố trí thiết bị và chế độ nhiệt rất giống buồng cấp đông I..Q.F dạng thẳng, nhưng kích thước ngắn hơn. Buồng tái đông có cấu tạo dạng khối hộp, được lắp ghép bằng panel cách nhiệt, polyurethan dày 150mm. Hai mặt panel bọc tole phủ PVC. Vỏ buồng tái đông có 02 cửa ra vào để kiểm tra, làm vệ sinh và bảo dưỡng thiết bị. Bên trong buồng là băng chuyền dạng thẳng đơn, vật liệu chế tạo băng chuyền là inox hoặc nhựa giống như băng chuyên I.Q.F dạng thẳng. Dàn lạnh và quạt đặt phía trên các băng tải.

Nền buồng được gia cố thêm lớp nhôm để làm sàn và máng thoát nước, nhôm đúc có gân dạng chân chim chống trượt dày 3 mm.

Băng chuyền được điều chỉnh tốc độ vô cấp nhờ bộ điều tốc điện tử.

Dàn lạnh sử dụng môi chất NH_3 được làm bằng inox cánh nhôm xả băng bằng nước. Quạt dàn lạnh là loại hướng trục, mô tơ quạt là loại kín chống thấm nước.

Tất cả các chi tiết bên trong như khung đỡ băng chuyền, khung đỡ dàn lạnh, vỏ che dàn lạnh đều làm bằng vật liệu không rỉ.

Thông số kỹ thuật của buồng tái đông 500 kg/h

- Công suất tái đông : 500 kg/h
- Kích thước : 6.000mmLx3000mmW x 3000mmH

- Công suất lạnh của dàn : 35 kW (t_o/Δ_t = -40ºC/7ºC)
- Môi chất lạnh : NH_3 (cấp dịch bằng bơm)
- Phương pháp xả đá : Bằng nước
- Quạt dàn lạnh : 3 x 2,2 kW - 380V/3Ph/50Hz
- Dẫn động bằng mô tơ : 0,25 kW

4.5.6 Tính toán nhiệt hệ thống cấp đông I.Q.F

Tổn thất nhiệt trong tủ cấp đông gồm có:

- Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che của buồng cấp đông.
- Tổn thất do làm lạnh sản phẩm
- Tổn thất do động cơ quạt và truyền động của băng chuyển.
- Tổn thất do lọt không khí qua cửa vào ra hàng.

Mặc dù có trang bị hệ thống xả băng, nhưng trong quá trình cấp đông người ta không xả băng, mà chỉ xả băng sau mỗi mẻ cấp đông nên ở đây không tính tổn thất nhiệt do xả băng.

Trong trường hợp hệ thống cấp đông I.Q.F có trang bị thêm buồng tái đông và hoạt động cùng chung máy nén với buồng cấp đông I.Q.F thì phải tính thêm tổn thất nhiệt ở buồng tái đông. Các thành phần tổn thất ở buồng tái đông giống như buồng cấp đông.

4.5.6.1 Tổn thất do truyền nhiệt qua kết cấu bao che

Tổn thất qua kết cấu bao che của các buồng cấp đông có thể tính theo công thức truyền nhiệt thông thường:

$$Q_1 = k.F.\Delta t \qquad (4\text{-}42)$$

F - tổng diện tích 6 mặt của buồng cấp đông, m^2;

$\Delta t = t_{KK}^N — t_{KK}^T$;

t_{KK}^N - Nhiệt độ không khí bên ngoài, ºC;

Thường tủ cấp đông đặt trong khu chế biến, có nhiệt độ khá thấp do có điều hoà không khí , lấy t_{KK}^N= 20÷22ºC

t_{KK}^T - Nhiệt độ không khí bên trong kho cấp đông, lấy t_{KK}^T = -35ºC.

Bảng 4-22: Nhiệt độ không khí trong các buồng I.Q.F

Dạng buồng I.Q.F	Dạng thẳng	Dạng xoắn	Siêu tốc
Nhiệt độ, ºC	- 35ºC	- 35ºC	- 41÷43 ºC

k - Hệ số truyền nhiệt, W/m^2.K

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ W/m}^2\text{.K} \qquad (4\text{-}43)$$

α_1 - Hệ số toả nhiệt bên ngoài tường α_1= 23,3 W/m^2.K;

α_2 - Hệ số toả nhiệt bên trong. Tốc độ đối lưu cưỡng bức không khí trong buồng rất mạnh nên lấy α_2 = 10,5 W/m^2.K

Các lớp vật liệu của panel tường, trần.

Bảng 4-23: Các lớp cách nhiệt buồng I.Q.F

TT	Lớp vật liệu	Độ dày mm	Hệ số dẫn nhiệt W/m.K
1	Lớp inox	0,5 ÷ 0,6	22
2	Lớp polyurethan	150	0,018÷0,020
3	Lớp inox	0,5 ÷ 0,6	22

Đối với buồng tái đông cũng tính tương tự, vì các thông số kết cấu, chế độ nhiệt tương tự buồng cấp đông.

4.5.6.2 Tổn thất do làm lạnh sản phẩm

Tổn thất nhiệt do làm lạnh sản phẩm được tính theo công thức sau:

E - Năng suất kho cấp đông, kg/h

$$Q_2 = E.(i_1 - i_2)/3600 \text{ , W} \qquad (4\text{-}44)$$

i_1, i_2 - Entanpi của sản phẩm ở nhiệt độ đầu vào và đầu ra, J/kg;

Nhiệt độ sản phẩm đầu vào lấy t_1 = 10°C;

Nhiệt độ trung bình đầu ra của các sản phẩm cấp đông phải đạt yêu cầu là -18°C.

4.5.6.3 Tổn thất do động cơ điện

1. Do động cơ quạt

Quạt dàn lạnh đặt ở trong buồng cấp đông nên, dòng nhiệt do các động cơ quạt dàn lạnh có thể xác định theo biểu thức:

$$Q_{31} = 1000.n.N \text{ ; W} \qquad (4\text{-}45)$$

N - Công suất động cơ của quạt, kW;

n - Số quạt của buồng cấp đông.

2. Do động cơ băng tải gây ra

Động cơ băng tải nằm ở bên ngoài buồng cấp đông, biến điện năng thành cơ năng làm chuyển động băng tải. Trong quá trình băng tải chuyển động sinh công và tỏa nhiệt ra môi trường bên trong buồng. Có thể tính tổn thất nhiệt do động cơ băng tải gây ra như sau:

$$Q_{32} = 1000.\eta.N_2 \text{ ; W} \qquad (4\text{-}46)$$

η- Hiệu suất của động cơ băng tải;

N_2 - Công suất điện mô tơ băng tải, kW.

4.5.6.4 Tổn thất nhiệt do lọt khí bên ngoài vào

Đối với các buồng cấp đông I.Q.F, trong quá trình làm việc do các băng tải chuyển động vào ra nên ở các cửa ra vào phải có một khoảng hở nhất định. Mặt khác khi băng tải vào ra buồng cấp đông nó sẽ cuốn vào và ra một lượng khí nhất định, gây ra tổn thất nhiệt. Tổn thất nhiệt này có thể tính như sau:

$$Q_4 = G_{kk}.C_{pkk}(t_1-t_2) \qquad (4\text{-}47)$$

G_{kk} - Lưu lượng không khí lọt, kg/s;

C_{pkk} - Nhiệt dung riêng trung bình của không khí trong khoảng -40÷20°C

t_1, t_2 - Nhiệt độ không khí bên ngoài và bên trong buồng

Việc tính toán G_{kk} thực tế rất khó nên có thể căn cứ vào tốc độ băng chuyền và diện tích cửa vào ra để xác định G_{kk} một cách gần đúng như sau:

$$G_{kk} = \rho_{kk}.\omega.F \qquad (4\text{-}48)$$

ρ_{kk} - Khối lượng riêng của không khí kg/m^3;

ω - Tốc độ chuyển động của băng tải, m/s;

F - Tổng diện tích khoảng hở cửa vào và cửa ra của băng tải, m^2.

Diện tích khoảng hở được xác định căn cứ vào khoảng hở giữa băng tải và chiều rộng của nó. Khoảng hở khoảng 35÷50mm.

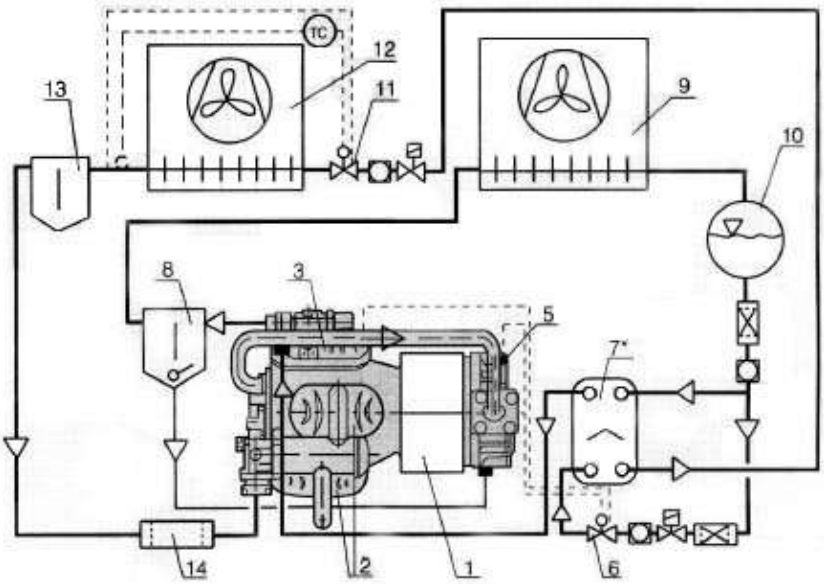
4.6 CHỌN MÁY LẠNH

Các máy lạnh sử dụng trong các hệ thống cấp đông là máy lạnh 2 cấp, môi chất sử dụng có thể là R_{22} và NH_3. Đối với hệ thống rất lớn người ta thường hay sử dụng máy lạnh trục vít , với môi chất NH_3. Máy nén của các hàng Bitzer, Mycom, York-Frick, Saboe thường hay được sử dụng cho các hệ thống lạnh cấp đông ở nước ta.

Dưới đây xin giới thiệu các thông số kỹ thuật của một số chủng loại máy thường hay được sử dụng.

1. Máy nén Bitzer (Đức) môi chất Frêôn, công suất nhỏ và trung bình

Bảng 4-26 và 4-27 trình bày công suất lạnh Qo (W) của máy nén Bitzer sử dụng môi chất frêôn ở các chế độ khác nhau. Các máy này thường được sử dụng cho các tủ và hầm cấp đông công suất nhỏ và trung bình.



Hình 4-23: Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh máy nén Bitzer 2 cấp

Bảng 4-24 : Năng suất lạnh máy nén Bitzer n = 1450 V/phút, R404A và R507

MODEL	T_k	Qo, W						Ne, kW					
	(°C)	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-30	-35	-40	-45	-50	-55
S4T-5.2Y	35	7570	6300	5170	4180	3320	2550	4,50	4,14	3,78	3,40	3,02	2,63
	40	7430	6170	5070	4100	3250	2500	4,78	4,38	3,98	3,58	3,17	2,75
S4N—8.2Y	35	10740	8950	7350	5940	4730	3640	6,44	5,92	5,41	4,86	4,31	3,76
	40	10540	8770	7210	5830	4640	3560	6,83	6,26	5,68	5,12	4,53	3,93
S4G—12.2Y	35	16690	14270	11840	9590	7660	6000	9,68	8,91	8,12	7,27	6,43	5,68
	40	16340	13950	11600	9410	7510	5890	10,30	9,47	8,58	7,68	6,76	5,96
S6J—16.2Y	35	23510	20170	16780	13690	11020	8680	13,85	12,59	11,37	10,18	9,02	7,88
	40	22960	19720	16480	13440	10810	8520	14,68	13,32	12,02	10,74	9,51	8,32
S6H—20.2Y	35	27140	23300	19380	15820	12740	10040	16,05	14,60	13,18	11,79	10,46	9,13
	40	26490	22780	19030	15520	12500	9850	17,01	15,43	13,93	12,45	11,03	9,64
S6G—25.2Y	35	31020	26630	22170	18100	14590	121500	18,43	16,76	15,14	13,54	12,01	10,48
	40	30250	26020	21760	17760	14310	11280	19,53	17,72	16,00	14,29	12,66	11,07
S6F—30.2Y	35	36850	31660	26380	21560	17380	13710	22,06	20,06	18,11	16,20	14,37	12,54
	40	35900	30890	25870	21140	17050	13450	23,37	21,20	19,14	17,10	15,15	13,25
S66J—32.2Y	35	47020	40340	33560	27380	22040	17360	27,70	25,19	22,75	20,35	18,05	15,76
	40	45920	39440	32960	26880	21620	17040	29,36	26,63	24,04	21,48	19,03	16,64
S66H—40.2Y	35	54280	46600	38760	31640	25480	20080	32,10	29,19	26,37	23,59	20,92	18,26
	40	52980	45520	38060	31040	25000	19700	34,03	30,87	27,87	24,90	22,05	19,29
S66G-50..2Y	35	62040	53260	44340	36200	29180	23000	36,86	33,52	30,27	27,08	24,02	20,97
	40	60500	52040	43520	35520	28620	22560	39,07	35,44	32,00	28,58	25,32	22,14
S66F—60.2Y	35	73700	63320	52760	43120	34760	27420	44,10	40,10	36,22	32,40	28,74	25,09
	40	71800	61780	51740	42280	34100	26900	46,74	42,40	38,28	34,20	30,29	26,49

Bảng 4-25 : Năng suất lạnh máy nén Bitzer n = 1450 V/phút, R22

MODEL	T_k (oC)	Qo, W						Ne, kW					
		-25	-30	-35	-40	-45	-50	-25	-30	-35	-40	-45	-50
S4T-5.2	35	8040	6580	5300	4200	3250	2440	3,86	3,62	3,35	3,05	2,73	2,38
	40	7900	6460	5210	4120	3190	2380	4,10	3,84	3,55	3,23	2,88	2,50
S4N—8.2	35	11600	9520	7700	6100	4710	3500	5,85	5,41	4,97	4,53	4,10	3,66
	40	11380	9350	7550	5970	4580	3360	6,25	5,77	5,29	4,81	4,33	3,85
S4G—12.2	35	17520	14380	11630	9220	7120	5290	8,83	8,17	7,51	6,85	6,19	5,53
	40	17200	14120	11410	9020	6930	5070	9,44	8,72	7,99	7,27	6,54	5,82
S6J—16.2	35	25500	21050	17140	13670	10580	7760	13,09	11,90	10,72	9,54	8,36	7,20
	40	25200	20800	16960	13500	10360	7460	13,91	12,63	11,35	10,07	8,79	7,51
S6H—20.2	35	29500	24400	19860	15850	12260	8990	15,17	13,80	12,42	11,05	9,69	8,34
	40	29200	24150	19650	15640	12010	8650	16,13	14,64	13,15	11,67	10,18	8,70
S6G—25.2	35	33900	28000	22800	18200	14070	10320	17,42	15,84	14,26	12,69	11,12	9,58
	40	33500	27700	22550	17960	13790	9930	18,51	16,81	15,10	13,39	11,69	9,99
9S6F—30.2	35	40550	33500	27300	21800	16840	12350	20,85	18,95	17,07	15,18	13,31	11,46
	40	40100	33150	27000	21500	16500	11880	22,15	20,10	18,07	16,03	13,99	11,96
S66J—32.2	35	51000	42100	34280	27340	21160	15520	26,18	23,80	21,44	19,08	16,72	14,40
	40	50400	41600	33920	27000	20720	14920	27,82	25,26	22,70	20,14	17,58	15,02
S66H—40..2	35	59000	48800	39720	31700	24520	17980	30,34	27,60	24,84	22,10	19,38	16,68
	40	58400	48300	39300	31280	24020	17300	32,26	29,28	26,30	23,34	20,36	17,40
S66G-50..2	35	67800	56000	45600	36400	28140	20640	34,84	31,68	28,52	25,38	22,24	19,16
	40	67000	55400	45100	35920	27580	19860	37,02	33,62	30,20	26,78	23,38	19,98
S66F—60..2	35	81100	6700	54600	43600	33680	24700	41,70	37,90	34,14	30,36	26,62	22,92
	40	80200	66300	54000	43000	33000	23760	44,30	40,20	36,14	32,06	27,98	23,92

2. Máy nén MYCOM (Nhật) môi chất Frêôn và NH3 công suất trung bình và lớn

Bảng 4-26 : Năng suất lạnh máy nén 2 cấp MYCOM - R22

Tk oC	Mode	Pittông Φ x S mm	Số Xi lanh	Tốc độ	Thể tích quét M3/h	Qo, 1000 kCal/h							Ne, kW						
						-60	-55	-50	-45	-40	-35	-30	-60	-55	-50	-45	-40	-35	-30
30	F42A2	95 Φ 76 S	4+2	1000	193,9	7,4	10,3	14,0	18,5	24,1	30,8	38,9	9,5	10,8	12,3	13,9	15,5	17,1	18,5
				1200	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
	F62A2		6+2	1000	258,6	10,1	13,9	18,7	24,6	31,8	40,5	50,8	12,4	14,2	16,2	18,2	20,3	22,2	24,0
				1200	310,3	12,1	16,7	22,4	29,5	38,2	48,6	60,9	14,9	17,1	19,4	21,9	24,3	26,6	28,7
	F42B2	130 Φ x 100S	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
				1000	477,8	18,2	25,4	34,4	45,6	59,4	76,0	95,8	23,4	26,7	30,3	34,2	38,2	42,1	45,6
	F62B2		6+2	900	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
				1000	637,1	24,8	34,2	46,0	60,7	78,4	99,8	125,1	30,6	35,0	39,8	44,9	49,9	54,7	59,0
	F124B		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	113,3
35	F42A2	95 Φ 76 S	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
				1200	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
	F62A2		6+2	1000	258,6	9,7	13,4	18,1	23,9	31,0	39,5	49,6	13,0	14,9	16,9	19,1	21,3	23,4	25,4
				1200	310,3	11,6	16,1	21,8	28,7	37,2	47,4	59,5	15,6	17,8	20,3	22,9	25,6	28,1	30,5
	F42B2	130 Φ x 100S	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
				1000	477,8	17,6	24,6	33,4	44,4	57,.9	74,1	93,5	24,7	28,1	32,0	36,1	40,4	44,7	48,7
	F62B2		6+2	900	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
				1000	637,1	23,9	33,1	44,7	59,0	76,4	97,3	122,1	32,0	36,6	41,7	47,1	52,5	57,7	62,6

	F124B		12+4	870 960	1108,6 1223,3	41,6 45,9	57,6 63,6	77,8 85,8	102,6 113,3	132,9 146,7	169,3 186,8	212,5 234,5	55,7 61,5	63,7 70,3	72,6 80,1	81,9 90,3	91,3 100,8	100,5 110,9	108,9 120,2
40	F42A2	95 Φ 76 S	4+2	1000 1200	193,9 232,7	6,9 8,2	9,6 11,6	13,1 15,8	17,5 21,0	22,8 27,4	29,3 35,2	37,0 44,4	10,6 12,7	12,1 14,5	13,7 16,5	15,5 18,6	17,4 20,8	19,2 23,1	21,0 25,2
	F62A2		6+2	1000 1200	258,6 310,3	9,3 11,2	13,0 15,6	17,6 21,1	23,2 27,9	30,2 36,2	38,5 46,1	48,3 58,0	13,6 16,3	15,6 18,7	17,7 21,3	20,0 24,0	22,4 26,9	24,7 29,6	26,9 32,3
	F42B2	130 Φ x 100S	4+2	900 1000	430,1 477,8	15,2 16,9	21,4 23,7	29,1 32,4	38,8 43,1	50,7 56,3	65,0 72,2	82,1 91,2	23,6 26,2	26,8 29,8	30,4 33,8	34,4 38,2	38,5 42,8	42,6 47,3	46,6 51,7
	F62B2		6+2	900 1000	573,4 637,1	20,7 23,0	28,8 32,0	39,0 43,3	51,6 57,3	66,9 74,3	85,3 94,7	107,1 119,0	30,2 33,6	34,5 38,4	39,3 43,7	44,4 49,4	49,6 55,1	54,8 60,8	59,6 66,2
	F124B		12+4	870 960	1108,6 1223,3	40,0 44,2	55,7 61,4	75,3 83,1	99,7 110,0	129,3 142,7	164,9 181,9	207,1 228,5	58,4 64,4	66,8 73,7	76,0 83,9	85,9 94,8	95,9 105,9	105,9 116,8	115,2 127,2

Bảng 4-27 : Năng suất lạnh máy nén 2 cấp MYCOM NH3

Tk oC	Mode	Pittông Φ x S mm	Số Xi lanh	Tốc độ	Thể tích quét M3/h	Qo, 1000 kCal/h							Ne, kW						
						-60	-55	-50	-45	-40	-35	-30	-60	-55	-50	-45	-40	-35	-30
30	N42A2	95 Φ 76 S	4+2	1000 1200	193,9 232,7	5,4 6,4	7,7 9,2	10,8 12,9	14,7 17,7	19,7 23,6	25,9 31,1	33,5 40,2	8,1 9,7	9,2 11,0	10,4 12,5	11,8 14,2	13,1 16,0	14,9 17,9	16,6 19,9
	N62A2		6+2	1000 1200	258,6 310,3	7,4 8,8	10,8 12,6	14,6 17,5	19,8 23,8	26,3 31,6	34,4 41,3	44,3 53,2	10,8 12,6	11,9 14,3	13,6 16,3	15,5 18,6	17,6 21,1	19,8 23,8	22,2 26,6
	N42B2	130 Φ	4+2	900 1000	430,1 477,8	11,9 13,2	17,1 19,0	23,9 26,5	32,6 36,3	43,7 48,6	57,4 63,8	74,3 82,6	18,0 20,0	20,4 22,6	23,1 25,7	26,2 29,1	29,5 32,8	33,1 26,8	36,8 40,9

	N62B2	x 100S	6+2	900 1000	573,4 637,1	16,3 18,1	23,3 25,9	32,3 35,9	43,9 48,8	58,4 64,9	76,4 84,9	98,3 109,2	23,2 25,8	26,5 29,4	30,2 33,6	34,4 38,2	39,0 43,3	44,0 48,8	49,2 54,7
	N124B		12+4	870 960	1108,6 1223,3	31,5 34,8	45,0 49,7	62,5 69,0	84,9 93,7	113,0 124,6	147,7 162,9	190,0 209,6	44,9 49,6	51,2 56,5	58,4 64,4	66,5 73,4	75,4 83,2	85,0 93,8	95,2 105,0
35	N42A2	95 Ф 76 S	4+2	1000 1200	193,9 232,7	5,2 6,2	7,5 9,0	10,5 12,6	14,4 17,3	19,3 32,2	25,4 30,5	32,9 39,5	8,5 10,2	9,6 11,5	10,9 13,1	12,4 14,9	14,0 16,8	15,8 18,9	17,6 21,1
	N62A2		6+2	1000 1200	258,6 310,3	7,1 8,6	10,2 12,3	14,2 17,1	19,4 23,3	25,8 31,0	33,8 40,6	43,5 52,2	10,9 13,0	12,4 14,9	14,2 17,0	16,2 19,4	18,4 22,1	20,9 25,0	23,5 28,2
	N42B2	130 Ф x 100S	4+2	900 1000	430,1 477,8	11,5 12,8	16,6 18,5	23,3 25,9	31,9 35,5	42,8 47,6	56,4 62,7	73,0 81,1	18,8 20,9	21,3 23,6	24,2 26,9	27,5 30,5	31,1 34,5	35,0 38,9	35,1 43,4
	N62B2		6+2	900 1000	573,4 637,1	15,8 17,6	22,7 25,2	31,6 35,1	43,0 47,8	57,3 63,6	75,0 83,3	96,5 107,3	24,1 26,8	27,5 30,5	31,4 34,9	35,9 39,9	40,9 45,4	46,3 51,4	52,0 57,8
	N124B		12+4	870 960	1108,6 1223,3	30,6 33,8	43,8 48,4	61,1 67,4	83,1 91,7	110,7 122,2	144,9 159,9	186,6 206,0	46,6 51,4	53,2 58,7	60,8 67,1	69,4 76,6	79,0 87,2	89,4 98,7	100,6 111,0
40	N42A2	95 Ф 76 S	4+2	1000 1200	193,9 232,7	5,0 6,0	7,3 8,7	10,2 12,3	14,1 16,9	18,9 22,7	24,9 29,9	32,3 38,8	8,8 10,6	10,0 12,0	11,4 13,7	13,0 15,6	14,7 17,7	16,6 20,0	18,7 22,4
	N62A2		6+2	1000 1200	258,6 310,3	6,9 8,3	9,9 11,9	13,9 16,7	18,9 22,7	25,3 30,4	33,2 39,8	42,7 51,3	11,3 13,5	12,9 15,4	14,7 17,7	16,9 20,3	19,3 23,1	21,9 26,3	24,7 29,7
	N42B2	130 Ф x 100S	4+2	900 1000	430,1 477,8	11,1 12,4	16,1 17,9	22,7 25,3	31,2 34,7	42,0 46,6	55,3 61,5	71,7 79,7	19,6 21,8	22,2 24,7	25,3 28,1	28,8 32,0	32,6 36,3	36,9 41,0	41,4 46,0
	N62B2		6+2	900 1000	573,4 637,1	15,3 17,0	22,0 24,5	30,8 34,2	42,0 46,7	56,1 62,3	73,5 81,7	94,8 105,3	25,0 27,7	28,5 31,7	32,7 36,3	37,4 41,6	42,7 47,5	48,5 53,9	54,8 60,9
	N124B		12+4	870 960	1108,6 1223,3	29,6 32,7	42,6 47,0	59,6 65,7	81,2 89,6	108,5 119,7	142,1 156,8	183,2 202,2	48,5 53,3	55,2 60,9	63,2 69,8	72.4 79,9	82,6 91,2	93,8 103,5	106,0 117,0

* * *

CHƯƠNG V
HỆ THỐNG LẠNH KHÁC TRONG CÔNG NGHIỆP VÀ ĐỜI SỐNG

5.1. HỆ THỐNG LẠNH TRONG NHÀ MÁY BIA

5.1.1 Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh trung tâm

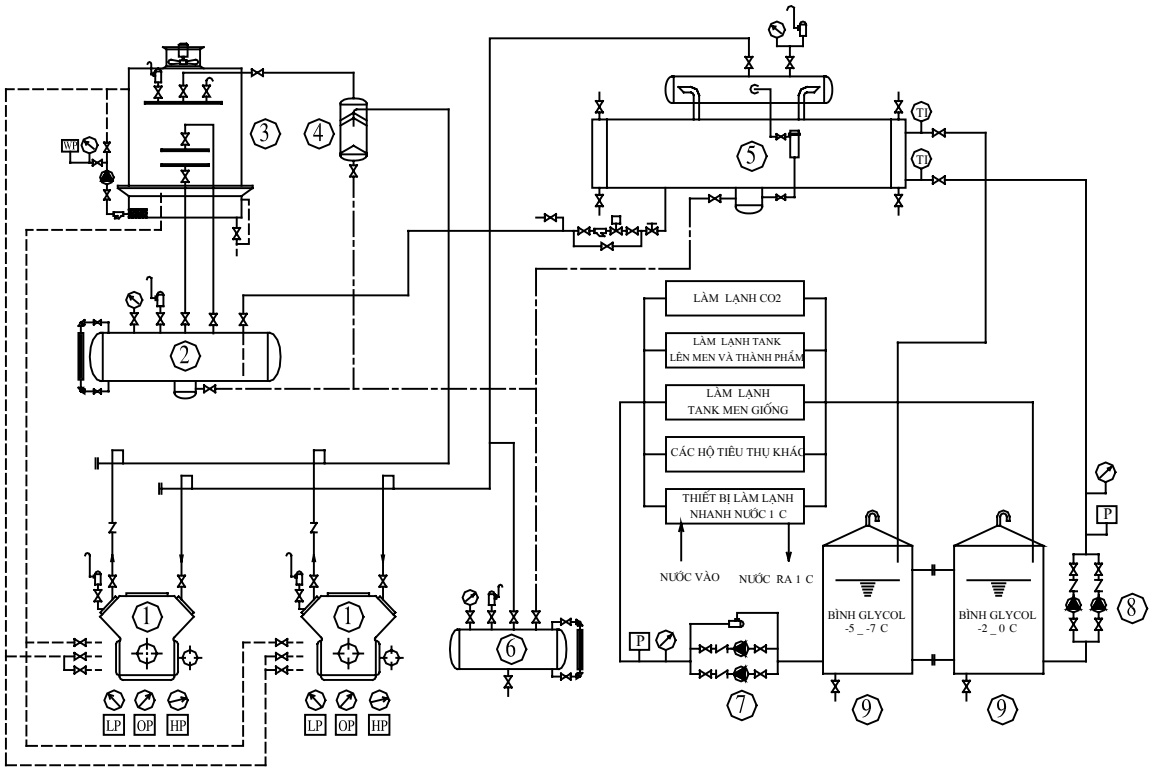
Trong các nhà máy bia người ta sử dụng hệ thống lạnh trung tâm để làm lạnh các đối tượng sau :

- Làm lạnh các tank lên men và tank thành phẩm
- Làm lạnh tank men giống
- Làm lạnh nhanh nước 1°C
- Làm lạnh nhanh dịch đường sau hệ thống nấu.
- Làm lạnh trung gian hệ thống CO_2
- Các hộ tiêu thụ khác: bảo quản hoan, điều hoà không khí vv

Trên hình 5-1 là sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh trung tâm sử dụng môi chất NH_3 ở nhà máy bia hiện đại. Hệ thống lạnh sử dụng glycol và nước làm chất tải lạnh. Trước kia trong nhiều nhà máy bia người ta sử dụng chất tải lạnh là nước muối. Do tính chất ăn mòn của nước muối ảnh hưởng quá lớn đến hệ thống các thiết bị nên hiện nay hầu hết đã được thay thế bằng chất tải lạnh glycol .

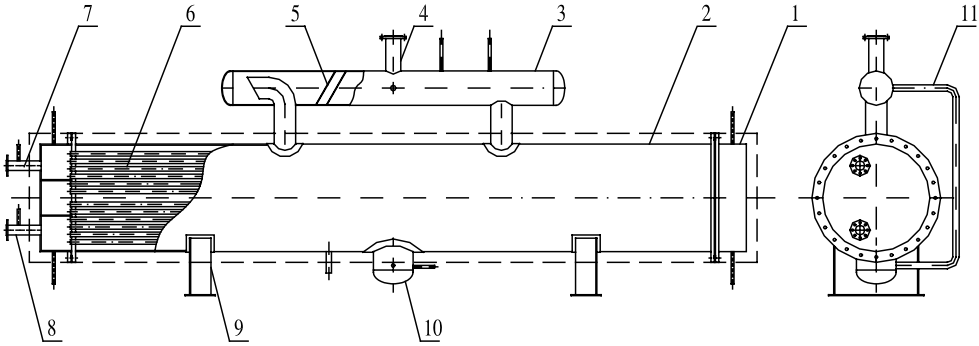
Các thiết bị chính bao gồm: Máy nén 1 cấp hiệu MYCOM, bình bay hơi làm lạnh glycol, dàn ngưng tụ bay hơi, các thùng chứa glycol và các thiết bị phụ khác của hệ thống lạnh.

Thùng chứa glycol được chế tạo bằng inox, bên ngoài bọc cách nhiệt gồm 02 cái có nhiệt độ khác nhau, đảm bảo bơm glycol đã được làm lạnh đến các hộ tiêu thụ và bơm glycol sau khi sử dụng đến bình bay hơi để gia lạnh. Giữa 02 thùng glycol được thông với nhau tạo ra sự ổn định và cân bằng.



1- Máy nén; 2- Bình chứa cao áp; 3- Dàn ngưng; 4- Tách dầu; 5- Bình bay hơi; 6- Bình thu hồi dầu; 7- Bơm glycol đến các hộ tiêu thụ; 8- Bơm glycol tuần hoàn; 9- Thùng glycol

Hình 5-1 : Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh nhà máy bia



1- Áo nước; 2- Thân bình; 3- Tách lỏng; 4- Gas ra; 5- Tấm chắn lỏng; 6- Ống trao đổi nhiệt; 7- Nước ra; 8- Nước vào; 9- Chân bình; 10- Rốn bình; 11- Ống nối van phao

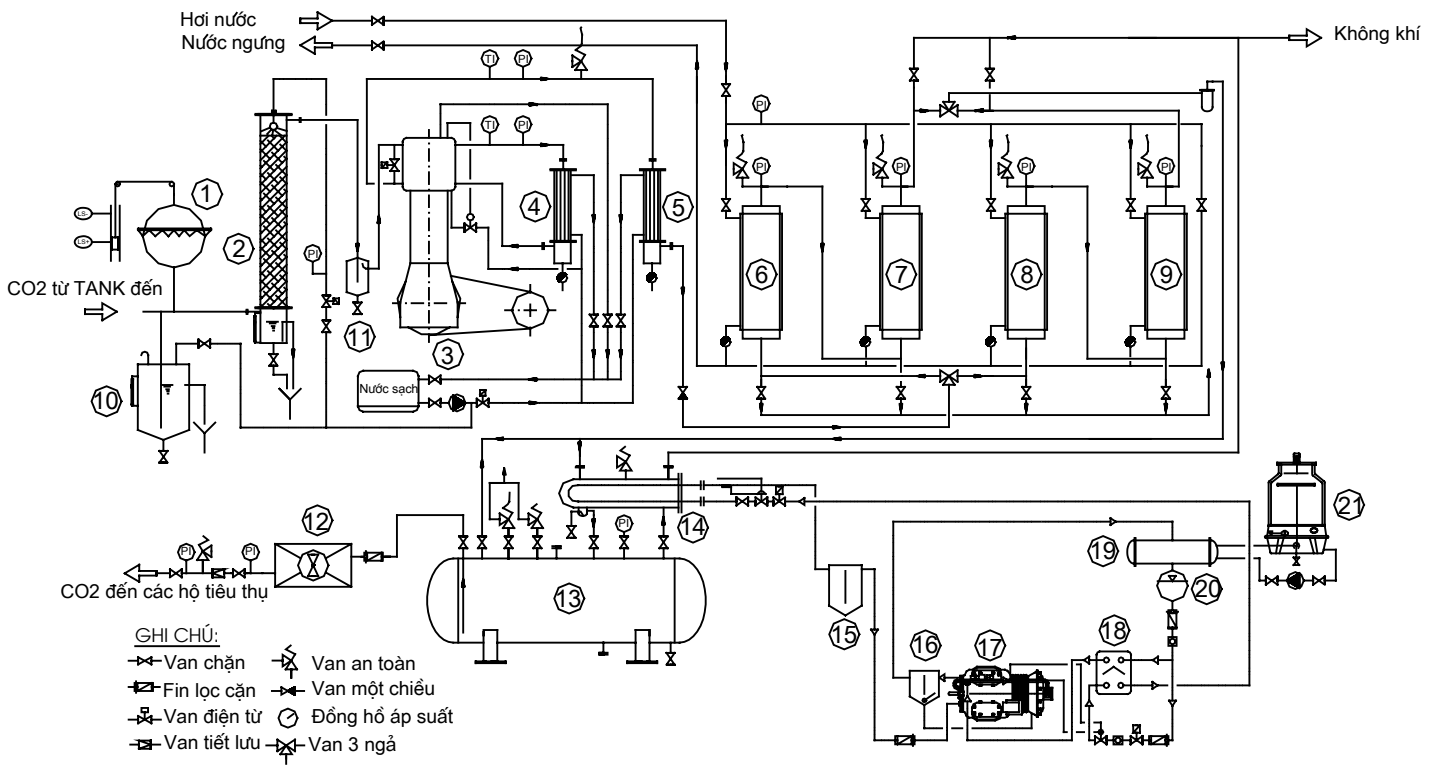
Hình 5-2 : Bình bay hơi làm lạnh glycol

Trên hình 5-2 trình bày cấu tạo của bình bay hơi làm lạnh glycol. Về cấu tạo bình bay hơi giống bình ngưng ống chùm nằm ngang. Ở đây glycol chuyển động bên trong ống trao đổi nhiệt, môi chất sôi bên ngoài ống. Phía trên bình bay hơi có gắn sẵn bình tách lỏng, để đảm bảo sự chuyển động của gas bên trong bình bay hơi người ta bố trí 02 ống hút ở 2 phía của bình. Phía dưới có rốn để gom dầu về bình thu hồi dầu. Để đảm bảo lỏng trong bình không quá cao gây ngập lỏng máy nén người ta sử dụng van phao khống chế mức dịch trong bình bay hơi nằm trong giới hạn cho phép.

5.1.2 Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh CO_2

Trong các nhà máy bia người ta thường sử dụng các hệ thống lạnh riêng để làm lạnh CO_2 vì chế độ nhiệt âm sâu.

Máy lạnh sử dụng để làm lạnh CO_2 trong sơ đồ này là máy lạnh 2 cấp hoạt động hoàn toàn độc lập với hệ thống lạnh glycol bảo quản tank lên men và làm lạnh nhanh dịch nấu . Trong một số trường hợp để nâng cao hiệu quả giải nhiệt, người ta trích glycol từ hệ thống lạnh bảo quản bia sang làm mát trung gian hơi CO_2 sau mỗi cấp nén. Sơ đồ như vậy, tuy hiệu quả giải nhiệt tăng nhưng hệ thống thu hồi CO_2 hoạt động phụ thuộc vào hoạt động của hệ thống làm lạnh glycol nên hiện nay ít sử dụng glycol để làm mát mà chuyển sang sử dụng nước.



1- Ba lông CO2; Tháp rửa; 3- Máy nén CO2; 4,5- Bình làm mát cấp 1 và cấp 2; 6,8- Tháp hấp thụ; 7,9- Tháp làm khô; 10- Bảo vệ ba lông; 11- Tách lỏng hệ CO2; 12- Hoá hơi CO2; 13- Bình chứa CO2 lỏng; 14- Bình ngưng CO2; 15- Tách lỏng HT lạnh; 16- Tách dầu; 17- Máy lạnh; 18- Bộ làm mát trung gian HT lạnh; 19- Bình ngưng; 20- Bình chứa; 21- Tháp GN

Hình 5-3: Sơ đồ nguyên lý hệ thống ngưng tụ CO2

Nguyên lý thhoạt động của hệ thống thu hồi CO_2 như sau: Khí CO_2 từ các tank lên men được dẫn đến balon (1), sau đó được đưa qua tháp rửa (2), ở đây các bọt bia bị cuốn theo được rửa sạch, chỉ còn khí CO_2 và được dẫn sang bình tách lỏng để tách các giọt nước bị cuốn theo dòng. Khí CO_2 được nén qua 2 cấp, mỗi cấp đều được làm mát bằng nước ở các bình 4, 5. Khí CO_2 được đưa qua bình hấp thụ (6) để hấp thụ hết các mùi và các chất cặn bẩn và sau đó đến bình làm khô (7) để làm khô trước khi đưa đến làm lạnh ở bình ngưng tụ CO_2 (14). Ở bình ngưng tụ CO_2 được làm lạnh và ngưng tụ lại thành lỏng và chảy xuống bình chứa (13). Trong quá trình bảo quản, nếu CO_2 trong bình hoá hơi bốc lên phía trên sẽ được làm lạnh và ngưng chảy lại xuống bình.

Khi cần sử dụng, lỏng CO_2 được dẫn sang dàn hoá hơi (12) để hoá hơi trước khi đưa đến các hộ tiêu thụ.

Hệ thống có trang bị 02 bộ bình hấp thụ và làm khô, mục đích là trong khi các bình (6) và (7) đang hoạt động thì các bình (8) và (9) tiến hành hoàn nguyên. Để hoàn nguyên người ta sử dụng hơi từ lò hơi đi vào phần vỏ bên ngoài các bình để sấy khô các bình nhằm thực hiện hoàn nguyên.

5.1.2 Tính toán nhiệt nhà máy bia

Hệ thống lạnh nhà máy bia có các tổn thất nhiệt chính sau đây:

- Tổn thất do truyền nhiệt qua tất cả các thiết bị sử dụng và bảo quản lạnh.
- Tổn thất nhiệt do làm lạnh nhanh dịch đường húp lông hoá sau hệ thống nấu.
- Tổn thất nhiệt để làm lạnh các đối tượng khác.

5.1.2.1 Tổn thất nhiệt do truyền nhiệt ở các thiết bị sử dụng và bảo quản lạnh

Tổn thất nhiệt ở tất cả các thiết bị làm lạnh, bao gồm:

- Các tank lên men và tank thành phẩm;
- Bình bay hơi làm lạnh glycol;
- Thùng glycol;
- Thùng nước 1°C;
- Các thùng men giống;

Việc tính tổn thất nhiệt ở các thiết bị này có đặc điểm tương tự nhau, đó là tổn thất nhiệt chủ yếu qua vách có dạng hình trụ, bên ngoài tiếp xúc không khí, bên trong là môi trường lạnh (Môi chất lạnh, glycol, dịch bia hoặc nước lạnh)

Khi tính tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che của tank lên men, tank thành phẩm và thùng men giống chúng ta gặp khó khăn về 2 vấn đề :

- Dọc theo bề mặt bên trong của tank có vị trí tiếp xúc với dịch bia, có vị trí tiếp xúc với glycol và có nơi tiếp xúc với không khí nên khó xác định hệ số toả nhiệt bên trong. Vì vậy, một cách gần đúng có thể coi như tổn thất từ dịch bia ra môi trường xung quanh.
- Phần thân hình trụ, phần đáy và đỉnh có thể hình côn hoặc hình elip khá khó xác định.

Để đơn giản bài toán tạm qui đổi diện tích toàn bộ ra dạng hình trụ và bên trong coi như tiếp xúc với một môi trường lạnh nhất định nào đó.

Tổn thất do truyền nhiệt qua thân trụ có thể được tính theo công thức sau :

$$Q = k.h.\Delta t \qquad (5\text{-}1)$$

trong đó:

$$k = \frac{1}{\dfrac{1}{\pi.d_1.\alpha_1} + \sum \dfrac{1}{2.\pi.\lambda_i} \ln \dfrac{d_{i+1}}{d_i} + \dfrac{1}{\pi.d_2.\alpha_2}}, \text{ W/m}^2\text{.K} \qquad (5\text{-}2)$$

h - Chiều cao hay dài qui đổi của bình, m;

d_1, d_2 là đường kính ngoài cùng và trong cùng của lớp vật liệu vỏ, m;

α_1 - Hệ số toả nhiệt bên trong, W/m^2.K;

α_2 - Hệ số toả nhiệt bên ngoài, W/m^2.K;

$\Delta t = t_1 - t_2$: Hiệu nhiệt độ không khí bên ngoài và môi chất bên trong;

λ_i - Hệ số dẫn nhiệt của các lớp vật liệu, W/m.K.

Bảng 5-1: Các thông số các thiết bị

Thiết bị	***Môi chất bên trong***	***Nhiệt độ***	***Cách nhiệt***
1. Tank lên men, thành phẩm, men giống	Dịch bia đứng yên	8°C	100mm
2. Thùng glycol	Glycol có chuyển động	-5°C	150mm

3. Bình bay hơi	Lỏng NH_3 đang sôi	-15°C	150mm
4. Thùng nước 1°C	Nước lạnh đứng yên	1°C	100mm

Bảng 5-2 :Thông số cách nhiệt các thiết bị

STT	Tên lớp vật liệu	Độ dày, mm	Hệ số dẫn nhiệt W/m.K
1	Lớp inox vỏ ngoài	0,5 ÷ 0,6	45,3
2	Lớp polyurethan	100 ÷ 150	0,018 ÷ 0,020
3	Lớp thân bên trong	3 ÷ 4	45,3

5.1.2.2 Tổn thất nhiệt do làm lạnh dịch đường

Nhiệt cần làm lạnh dịch đường từ nhiệt độ ban đầu đến nhiệt độ bảo quản được thực hiện qua hai giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Làm lạnh dịch bia sau hệ thống nấu (khoảng 80°C) xuống 20°C bằng nước lạnh 1°C.
- Làm lạnh tiếp bằng glycol từ 20°C xuống 8°C

Tất cả các tổn thất do làm lạnh này đều là phụ tải của máy nén lạnh do đó không cần phân biệt giai đoạn, mà được tính từ 80°C xuống 8°C:

Việc tính phụ tải lạnh máy nén sẽ rất khác nhau tuỳ thuộc vào quan điểm và cách thiết kế hệ thống lạnh. Để hạ nhanh dịch đường húp lông hoá sau hệ thống nấu nếu sử dụng phương pháp làm lạnh trực tiếp, sẽ đòi hỏi máy lạnh có công suất rất lớn. Ngược lại nếu sử dụng nước lạnh 1°C để làm lạnh, nhờ quá trình tích lạnh thì công suất lạnh yêu cầu sẽ bé hơn nhiều.

Theo quan điểm này, phụ tải nhiệt cần thiết để làm lạnh dịch đường húp lông hoá được tính như sau:

$$Q_2 = \frac{G_d.C_p.(t_1 - t_2)}{24x3600}, \text{ W} \qquad (5\text{-}3)$$

+ G_d — Lượng dịch đường húp lông hoá trong một ngày đêm, kg/ngày đêm;

+ C_p — Nhiệt dung riêng của dịch đường húp lông hoá. Dịch đường sau húp lông hoá là một hỗn hợp rất phức tạp phụ thuộc vào loại nguyên liệu và thiết bị công nghệ sản xuất. Vì vậy nhiệt dung riêng của dịch đường húp lông hoá không có giá trị cố định và chính xác cho tất cả các hệ thống. Một cách gần đúng có thể lấy theo nhiệt dung riêng của nước;

+ t_1, t_2- Nhiệt độ của dịch đường trước và sau khi được làm lạnh. Sau khi qua hệ thống nấu và được đưa húp lông hoá ở nhiệt độ sôi 100°C, dịch đường được đưa sang thiết bị lọc và thùng lắng xoáy trước khi được làm lạnh, vì vậy nhiệt độ t_1 khoảng 80°C, nhiệt độ đầu ra phải đạt nhiệt độ bảo quản trong tank lên men, tức t_2 = 8°C.

5.1.2.3 Tổn thất nhiệt để làm lạnh các đối tượng khác.

Trong các nhà máy bia công suất lạnh do máy lạnh tạo ra còn được sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau, tuỳ thuộc thực tế tại nhà máy và cần phải được tính đến, cụ thể là:

1. Tổn thất để làm lạnh trung gian trong hệ thống thu hồi CO_2 - Q_{31}

Việc làm mát trung gian sau các cấp nén của máy nén CO_2 trong hệ thống thu hồi khí này được thực hiện bằng nhiều phương pháp: Sử dụng nước hoặc glycol của hệ thống làm lạnh và bảo quản bia. Trong trường hợp cuối, cần phải tính tổn thất này, khí tính phụ tải lạnh của máy làm lạnh glycol.

Trong trường hợp này, một cách gần đúng có thể lấy công suất lạnh cần thiết để làm mát trung gian 2 cấp, bằng tổng công suất nhiệt làm mát trung gian ở các cấp của máy nén CO_2 :

$$Q_{31} = Q_{tg1} + Q_{tg2}, W \qquad (5\text{-}4)$$

Q_{31}- Tổn thất nhiệt để làm mát trung gian, W

Q_{tg1}, Q_{tg2} — Công suất làm mát trung gian của máy nén CO_2, W

2. Bảo quản hoa Q_{32}

Hoa húp lông sâu khi sấy được tiến hành phân loại và sau đó xông SO2. Công việc xông hơi được tiến hành trong buồng kín. Liều lượng lưu huỳnh đem sử dụng khoảng 0,5 ÷1 kg /100 kg hoa. Mục đích là để hạn chế quá trình ôxi hoá và sự phát triển của vi sinh. Sau khi xông hơi hoa được ép chặt thành bánh và xếp vào túi polyetylen, hàn kín và cho vào thùng kim loại đem đi bảo quản.

Hoa húp lông được bảo quản ở chế độ nhiệt độ khoảng 0,5 ÷ 2°C.

Tổn thất nhiệt ở kho bảo quản hoa húp lông bao gồm tất cả các tổn thất tương tự như các kho bảo quản khác.

3. ***Điều hoà không khí Q_{33}***

Trong một số nhà máy, người ta tận dụng lạnh của hệ thống làm lạnh glycol để điều hoà cho một số khu vực nhất định của nhà máy, chẳng hạn như khu văn phòng, các phòng thí nghiệm, các phòng làm việc khác trong khu chế biến. Đây là một phương án rất kinh tế và hiệu quả.

Tổn thất nhiệt do để điều hoà được xác định theo công thức:

$$Q_{33} = Q_T \cdot \frac{I_C - I_O}{I_T - T_O}, \text{ W} \qquad (5\text{-}5)$$

I_C, I_V , I_T — En tanpi trạng thái không khí trước khi vào, ra dàn lạnh và trong buồng điều hoà không khí.

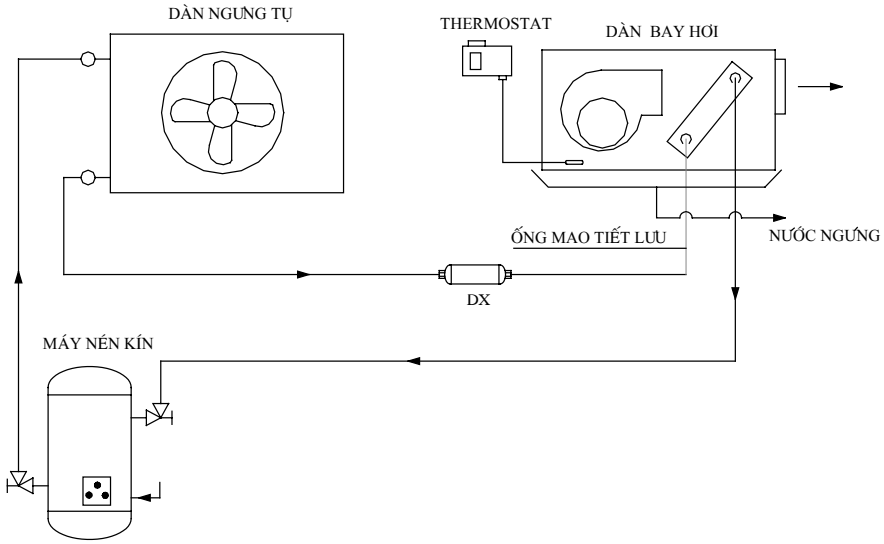
Q_T — Nhiệt thừa của các phòng điều hoà, W

Nhiệt thừa Q_T được xác định nhờ tính cân bằng nhiệt của các phòng.

5.2. HỆ THỐNG LẠNH TRONG ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ

5.2.1 Hệ thống lạnh máy điều hoà cỡ nhỏ

Thiết bị quan trọng nhất trong một hệ thống điều hoà không khí đó chính là hệ thống lạnh . Đối với các máy lạnh công suất nhỏ, người ta thường sử dụng máy nén kiểu kín, môi chất lạnh là frêôn (R_{12} và R_{22}), dàn lạnh và dàn ngưng là các dàn ống đồng cánh nhôm. Do yêu cầu khác nhau nên quạt sử dụng cho các dàn có khác, cụ thể dàn ngưng sử dụng quạt hướng trục và dàn lạnh sử dụng quạt ly tâm.



Hình 5-4: Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh máy điều hoà không khí công suất nhỏ

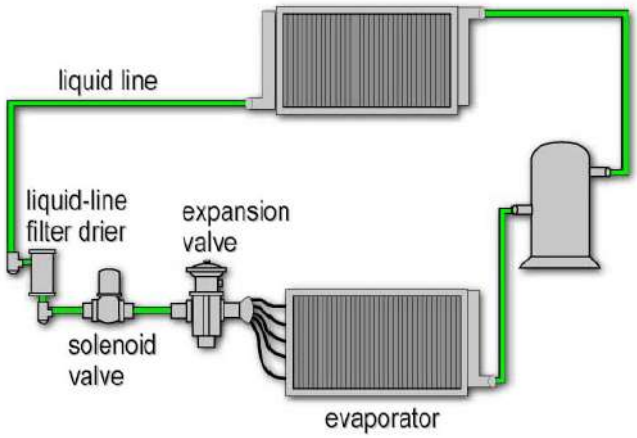
Trên hình 5-4 là sơ đồ khai triển của hệ thống lạnh các máy điều hoà công suất nhỏ. Ở đây thiết bị tiết lưu là các ống mao.
Mỗi hệ thống lạnh trong máy điều hoà đều bộ điều khiển. Các bộ điều khiển cho phép điều chỉnh và chọn các chế độ làm việc khác nhau, cụ thể :

- Bật tắt nguồn điện ON-OFF
- Chọn tốc độ quạt, có 3 chế độ: Nhanh, vừa và chậm (Hight, Medium, Low)
- Chọn chế độ làm việc: Chế độ làm lạnh, chế độ thông gió, chế độ hút ẩm..
- Đặt nhiệt độ phòng. Khi nhiệt độ phòng đạt yêu cầu thermostat tác động ngừng máy, khi nhiệt phòng lên cao thì khởi động máy hoạt động lại.
- Hẹn giờ

5.2.2 Hệ thống điều hoà công suất trung bình và lớn trong đời sống

5.2.2.1 Sơ đồ nguyên lý

Hệ thống máy điều hoà cỡ lớn có nhiều loại: Máy điều hoà dạng tủ, máy điều hoà làm lạnh bằng nước, máy điều hoà VRV. Máy nén lạnh sử dụng cũng có nhiều loại như máy nén piston, máy nén trục vít, máy nén kiểu kín, máy nén ly tâm vv□

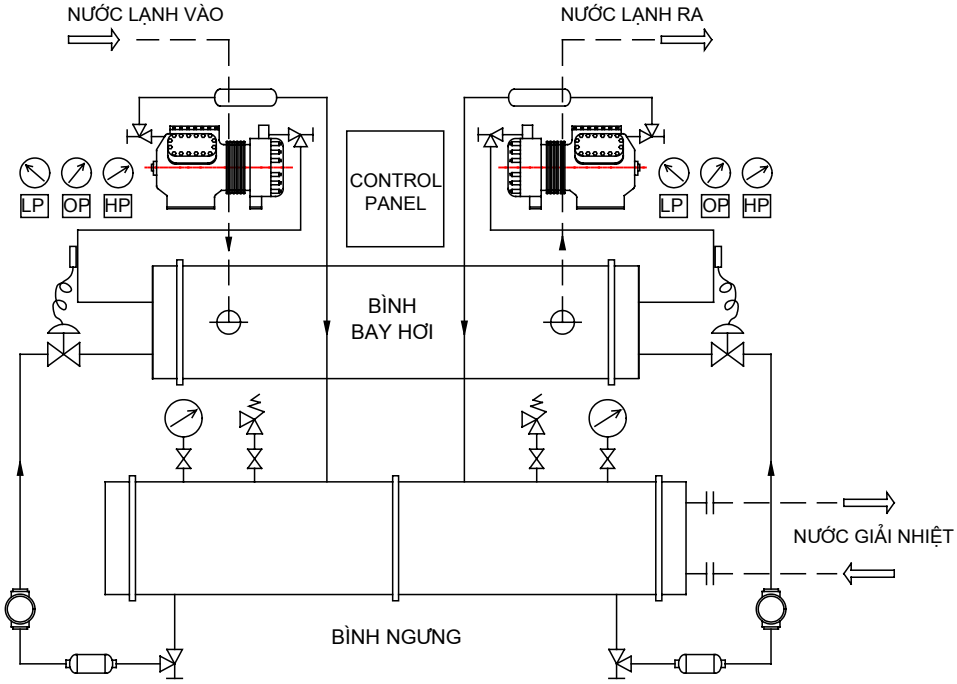


Hình 5-5: Sơ đồ hệ thống lạnh máy điều hoà công suất trung bình

Trên hình 5- 5 là sơ đồ nguyên lý một hệ thống lạnh sử dụng trong điều hoà không khí công suất trung bình. Sơ đồ này có thể thấy ở các máy điều hoà dạng tủ. Máy nén lạnh có thể là máy nén kín hoặc nửa kín. Trong hệ thống ngoài dàn lạnh và dàn ngưng, các thiết bị còn lại tương đối đơn giản gồm có van tiết lưu, bộ lọc ẩm và van điện từ.

Hình 5-6 sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh trong các máy điều hoà kiểu làm lạnh bằng nước (water chiller) với máy nén piston nửa kín và giải nhiệt bằng nước.

Trong sơ đồ này cụm máy chiller được sử dụng để làm lạnh nước đến cỡ 7°C, sau đó được các bơm dẫn đến các dàn lạnh gọi là các FCU (fan coil unit) để làm lạnh không khí. Nước được sử dụng làm chất tải lạnh. Hệ thống có thể là loại giải nhiệt bằng nước hoặc giải nhiệt bằng không khí. Máy giải nhiệt bằng nước có hiệu quả cao và hoạt động ổn định nên thường hay được sử dụng.



Hình 5-6 : Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh của cụm water chiller

5.2.2.2 Tính chọn cụm water chiller

Bảng 5-3 dưới đây là thông số của các cụm chiller của Carrier, kiểu 30HKA

Bảng 5-3: Thông số nhiệt của cụm chiller Carrier ở điều kiện nhiệt độ nước giải nhiệt ra 35°C và nước lạnh ra 7°C

Model	Q_o, kW	Q_k, kW	N_s, kW
30HKA015	45,4	57,1	11,8
30HKA020	61,3	75,8	14,5
30HKA030	78,5	97,3	18,8
30HKA040	114	146	31,6
30HKA050	153	195	42,9
30HKA060	184	230	45,8
30HKA080	228	291	63,2
30HKA100	302	377	75,1
30HKA120	343	438	94,8
30HKA140	422	530	108
30HKA160	461	588	126

- Xác định lưu lượng nước lạnh :

$$G_{nl} = \frac{Q_o}{C_{pn}.\Delta t_{nl}} \qquad (5\text{-}6)$$

- Xác định lưu lượng nước giải nhiệt:

$$G_{gn} = \frac{Q_K}{C_{pn}.\Delta t_{gn}}, \text{ kg/s} \qquad (5\text{-}7)$$

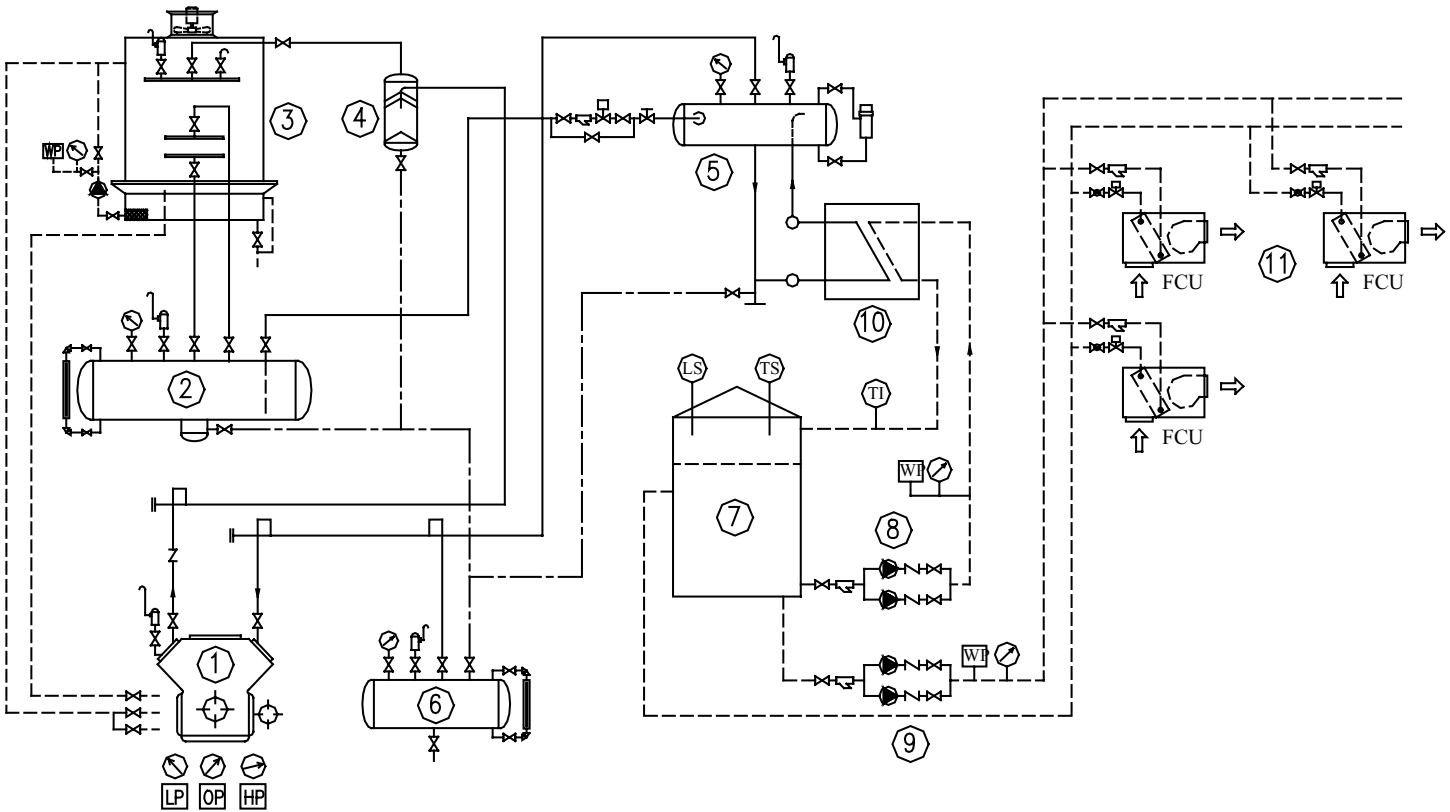
G_{nl}, G_{gn} - Lưu lượng nước lạnh và nước giải nhiệt, kg/s;

Δt_{nl}, Δt_{gn} - Độ chênh nhiệt độ nước lạnh và giải nhiệt đầu vào và đầu ra thiết bị, °K;

C_{pn} - Nhiệt dung riêng của nước, C_p = 4186 J/kg.K.

5.2.3 Hệ thống điều hoà gian chế biến nhà máy chế biến thực phẩm.

Một trong những yêu cầu đặc biệt của nhà máy chế biến thực phẩm là nhiệt độ của khu vực chế biến phải đảm bảo không được quá cao để vi sinh chậm phát triển, không ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm trong thời gian chế biến.



1- Máy nén; 2- Bình chứa cao áp; 3- Dàn ngưng; 4- Bình tách dầu; 5- Bình giữa mức; 6- Bình thu hồi dầu; 7- Thùng nước lạnh; 8- Bơm nước tuần hoàn; 9- Bơm nước sử dụng; 10- Dàn làm lạnh không khí

Hình 5-7: Sơ đồ nguyên lý hệ thống ĐHKK làm lạnh bằng nước trong các NM chế biến thực phẩm

Để điều hoà khu vực chế biến có thể sử dụng hệ thống điều hoà độc lập. Tuy nhiên do trong nhà máy thường có sẵn các hệ thống lạnh khác, đặc biệt hệ thống làm lạnh nước chế biến có thể sử dụng để điều hoà cho gian chế biến. Biện pháp kết hợp này sẽ mang lại hiệu quả kinh tế rất cao nên hiện nay hay được sử dụng. Dưới đây chúng tôi xin giới thiệu phương pháp sử dụng nước được làm lạnh từ cụm máy lạnh trung tâm để điều hoà gian chế biến.

Về bản chất đây chính là hệ thống điều hoà kiểu làm lạnh bằng nước.

5.2.3.1 Sơ đồ nguyên lý

Trên hình 5-7 là sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hoà làm lạnh bằng nước trong các nhà máy chế biến thực phẩm. Về mặt nguyên lý, hệ thống không khác hệ thống lạnh máy water chiller, ở đây chỉ có một số điểm khác là sử dụng dàn bay hơi kiểu tấm bản để làm lạnh nước.

Nước sau khi ra khỏi dàn lạnh được trữ vào thùng nước lạnh và có thể được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau. Tuy nhiên cần lưu ý đến yếu tố chất lượng nước khi sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau. Nếu nước đã được sử dụng để điều hoà không bao giờ được sử dụng để chế biến thực phẩm. Nước sử dụng để chế biến xong, không thực hiện tuần hoàn ngược để làm lạnh mà được loại bỏ.

5.2.3.2 Dàn lạnh không khí

Dàn lạnh không khí làm lạnh bằng nước được gọi là fan coi unit (FCU) có cấu tạo gồm : Dàn trao đổi nhiệt nước - không khí, ống đồng cánh nhôm (hoặc ống sắt cánh nhôm), quạt ly tâm tuần hoàn gió, máng hứng nước ngưng, vỏ bao che và lọc bụi.

Trên bảng giới thiệu đặc tính nhiệt và công suất lạnh FCU của hãng

Bảng 5-3 : Thông số kỹ thuật FCU của hãng Carierr

Đặc tính	Đơn vị	Mã hiệu						
		002	003	004	006	008	010	012
Lưu lượng gió								
- Tốc độ cao	m^3/h	449	513	520	827	1066	1274	1534
- Tốc độ trung bình	m^3/h	380	440	457	744	945	1153	1482
- Tốc độ thấp	m^3/h	317	337	387	599	783	950	1223
Quạt	Dạng	Quạt ly tâm lồng sôc						
Số lượng quạt	Cái	1	1	1	2	2	3	3
Kích thước quạt	mm	Φ144 x 165,5L						

Vật liệu		Thép tráng kẽm						
Điện nguồn		220V / 1Ph / 50Hz						
Số lượng quạt		1	1	1	1	1	2	2
Công suất	W	32	38	49	63	94	100	135
- Ống nước vào / ra		3/4”						
- Ống nước ngưng	42CLA 42VLA/VMA	Đường kính trong ống 26mm Ống mềm đường kính ngoài 20mm						
- Cụm trao đổi nhiệt		Ống đồng, cánh nhôm gợn sóng						
- Số dãy	Dãy	2	3	3	3	3	3	3
- Mật độ cánh	Số cánh /1 in	12	12	12	12	12	12	12
- Diện tích bề mặt	m^2	0,10	0,10	0,10	0,15	0,192	0,226	0,262
- Ống trao đổi nhiệt	inch	3/8”	3/8”	3/8”	3/8”	3/8”	3/8”	3/8”
- Áp suất làm việc	kG/cm^2	10 kG/cm^2						
- Khối lượng + 42 CLA	kg	26	27	27	34	38	47	52
+ 42 VLA	kg	24	25	25	31	35	43	48
+ 42 CMA	kg	18	19	19	24	27	33	38
- Công suất lạnh + Nhiệt hiện + Nhiệt toàn phần t_{nl}=7ºC,t_{kk}=26ºC, φ=55%	W W	1848 2303	1931 3322	2355 4000	3415 5527	4844 7641	5267 8605	6262 10062

t_{nl} - Nhiệt độ nước lạnh vào FCU
t_{kk} - Nhiệt độ không khí vào
* Các loại FCU : CLA : Loại giấu, VLA, VMA đặt nền

5.3. HỆ THỐNG LẠNH TRONG TỦ LẠNH GIA ĐÌNH VÀ THƯƠNG NGHIỆP

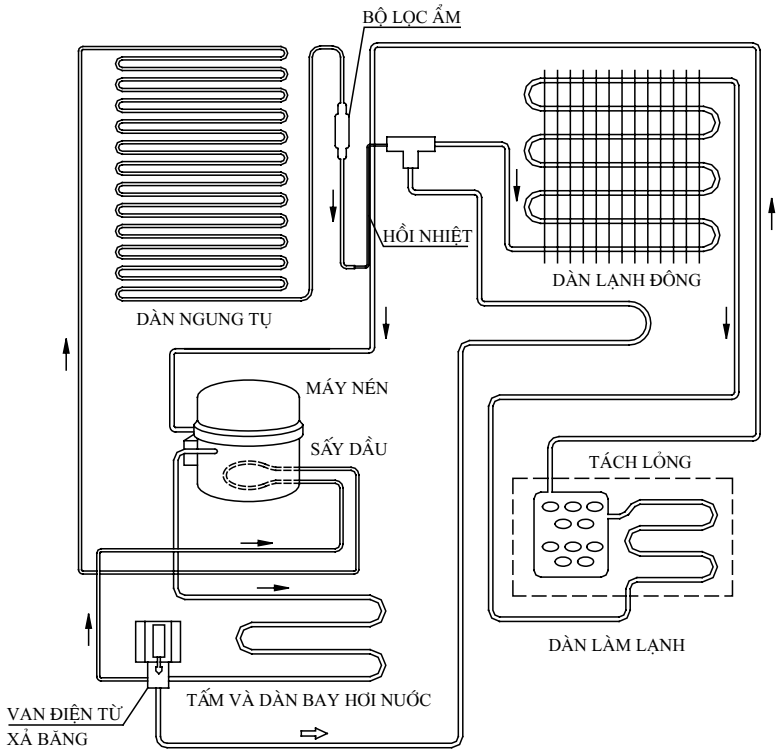
5.3.1 Hệ thống lạnh tủ lạnh gia đình

Hệ thống lạnh của tủ lạnh gia đình khá đơn giản. Máy nén là máy kiểu kín, dàn ngưng tụ có dạng ống xoắn hoặc dạng tấm (sử dụng vỏ của tủ lạnh giải nhiệt thay cho dàn ngưng), giải nhiệt bằng không khí đối lưu tự nhiên. Dàn lạnh dạng ống xoắn, sử dụng ngăn chứa làm cánh tản nhiệt. Môi chất lạnh thường được sử dụng trước đây là R_{12} và hiện nay là R134a.

Tủ lạnh có 2 ngăn: một ngăn bảo quản thực phẩm, có nhiệt độ thấp và một ngăn bảo quản rau quả, nhiệt độ cao hơn. Tuy hai ngăn có nhiệt độ khác nhau nhưng ở đây người ta không thiết kế hệ thống ở 2 nhiệt độ bay hơi mà chỉ có một chế độ với 02 dàn lạnh nối tiếp, dàn lạnh đông ở phía trước và có diện tích bề mặt lớn hơn so với dàn làm lạnh ở phía sau. Điều căn bản tạo nên sự khác biệt về nhiệt độ trong

các ngăn là công suất làm lạnh của các dàn lạnh. Công suất làm lạnh ngăn đông lớn hơn nhiều so với ngăn lạnh.

Hệ thống đóng ngắt tự động nhờ thermostat cảm biến nhiệt độ ngăn lạnh. Xả băng cho ngăn đông bằng gas nóng.



Hình 5-8 : Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh tủ lạnh gia đình

5.3.2 Hệ thống lạnh các buồng bảo quản thực phẩm thương nghiệp (Show case)

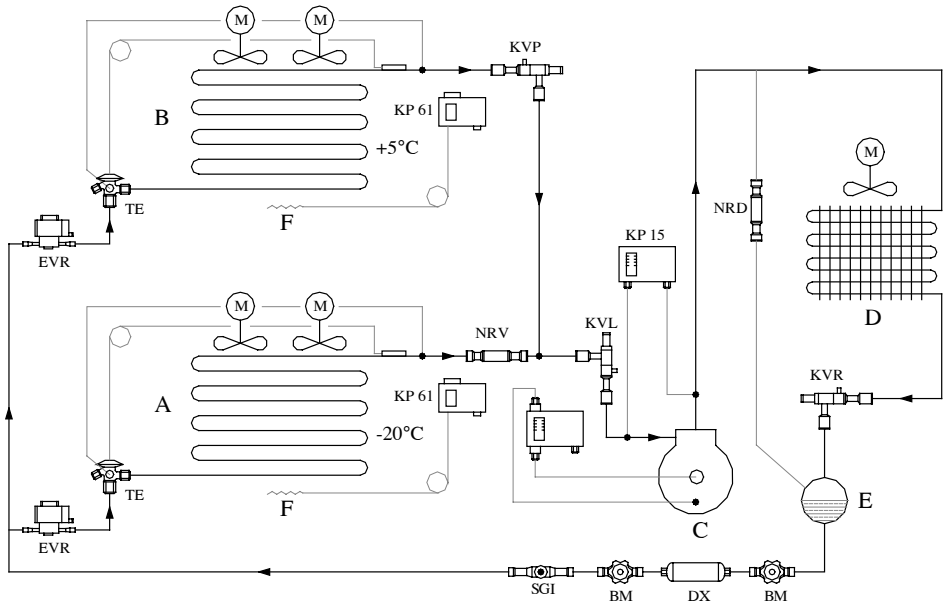
Tủ lạnh thương nghiệp (show case) được sử dụng bảo quản thực phẩm trong các siêu thị, nhà hàng. Thực phẩm gồm 2 loại và yêu cầu bảo quản ở các chế độ khác nhau, đó là thực phẩm có nguồn gốc động vật và rau quả.

Vì thế, tủ lạnh thương nghiệp thường có 02 ngăn : Ngăn bảo quản thịt, cá và ngăn bảo quản rau quả. Chế độ nhiệt bảo quản của thịt cá là -20°C và rau qủa ở nhiệt độ +5°C. Để tạo ra các chế độ nhiệt khác

nhau đó người ta chọn giải pháp, duy trì hai chế độ bay hơi cho các dàn lạnh. Để làm việc ở hai áp suất bay hơi trên sơ đồ nguyên lý cần phải có trang bị van điều chỉnh áp suất hút KVP. Van này được đặt ở đầu ra của dàn lạnh có nhiệt độ bay hơi cao (tức áp suất bay hơi cao). Như vậy khi làm việc áp suất hút của máy nén tương ứng với áp suất dàn có nhiệt độ thấp (hình 5-9).

Mỗi dàn lạnh hoạt động hoàn toàn độc lập và được điều khiển bằng thermostat KP 61, nhằm khống chế nhiệt độ của các ngăn cho phù hợp yêu cầu bảo quản thực phẩm. Thermostat điều khiển việc đóng mở van điện từ cấp dịch cho các dàn lạnh.

Máy lạnh sử dụng thường là máy nén kín hoặc nửa kín. Hệ thống có trang bị đầy đủ các thiết bị bảo vệ và điều khiển.

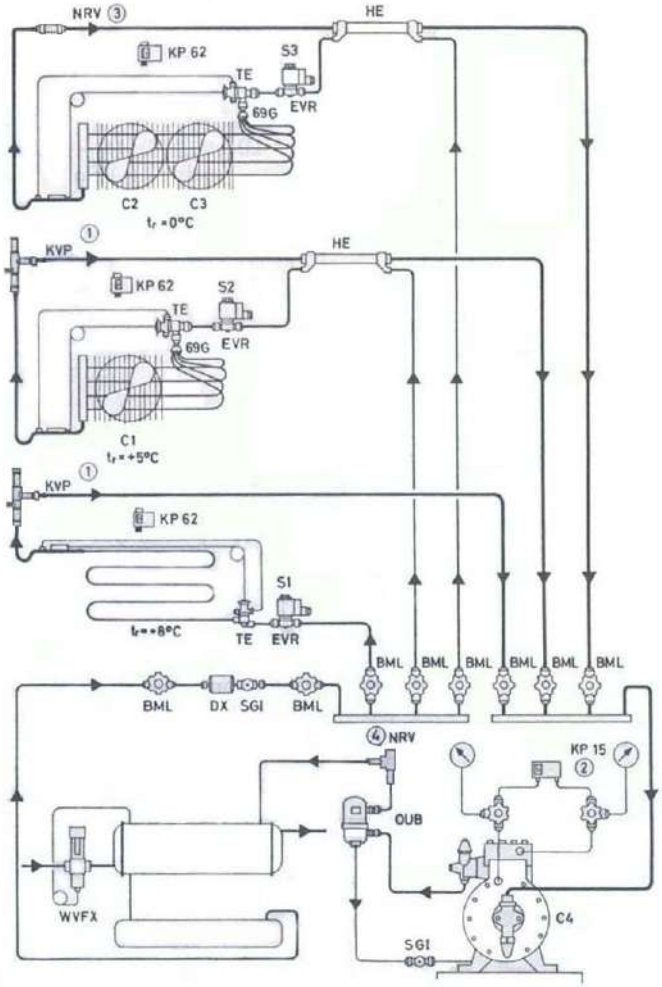


Hình 5-9 : Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh của tủ lạnh thương nghiệp (show case)

Trên hình 5-10 là sơ đồ hệ thống lạnh hoạt đông ở nhiều chế độ bay hơi khác nhau., thương được sử dụng cho các tủ lạnh thương nghiệp, để bảo quản các thực phẩm nông sản có nhiệt độ yêu cầu khác nhau.

Trong trường hợp này có 03 ngăn với 3 chế độ nhiệt độ khác nhau là 0, +5 và +8°C. đầu ra các dàn lạnh các buồng +5 và +8oC có trang

bị các van điều áp KVP , riêng dàn lạnh có chế độ nhiệt độ thấp nhất 0°C là chế độ làm việc của máy nén nên không cần. Mỗi dàn lạnh có trang bị 01 thiết bị hồi nhiệt HE.

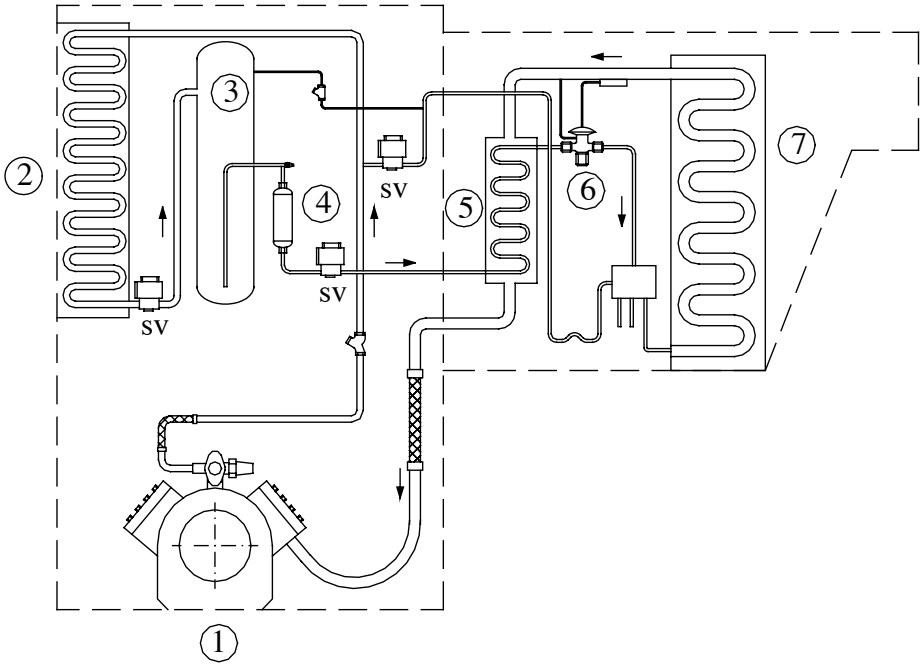


Hình 5-10 : Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh hoạt động ở nhiều chế độ bay hơi

5.3.3 Hệ thống lạnh xe tải lạnh

Trên hình 5-11 giới thiệu sơ đồ hệ thống máy lạnh các xe tải lạnh. Máy được sử dụng làm lạnh không khí trong xe tải trong quá trình vận chuyển các mặt hàng tươi sống hoặc đông lạnh.

Hệ thống gồm máy nén piston nửa kín, các dàn lạnh, dàn nóng, bình chứa gas dạng đứng, bộ lọc ẩm, bình hồi nhiệt. Máy cũng được xả băng bằng gas nóng. Ống hút và ống đẩy của máy nén có trang bị ống nối mềm để khử chấn động từ máy nén truyền theo đường ống. Hệ thống cũng được trang bị các thiết bị bảo vệ và điều khiển đầy đủ. Phương pháp xả băng cho dàn lạnh cũng bằng gas nóng. Quá trình hoạt động của máy hoàn toàn tự động nhờ thermostat.



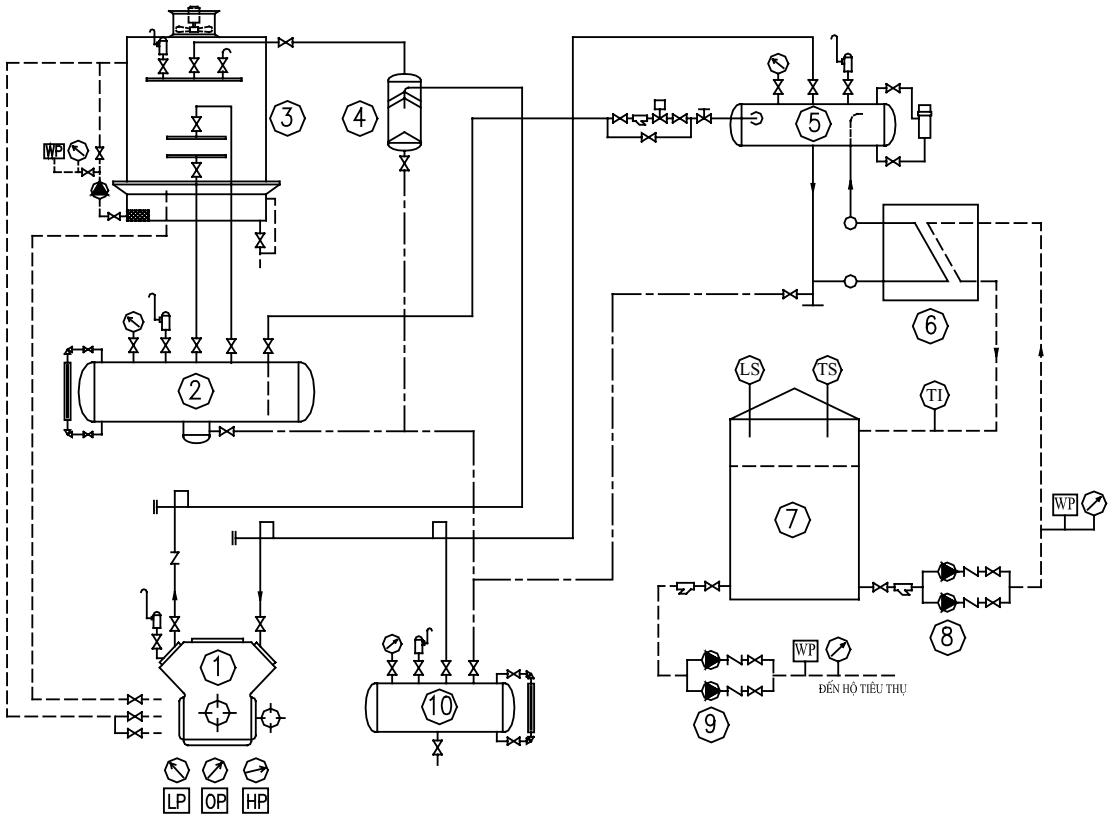
1- Máy nén; 2- Dàn ngưng; 3- Bình chứa; 4- Lọc ẩm; 5- TB hồi nhiệt
6- Tiết lưu; 7- Dàn lạnh, SV- Van điện từ

Hình 5-11 : Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh của xe tải lạnh

5.4. HỆ THỐNG LÀM LẠNH NƯỚC CHẾ BIẾN

5.4.1 Sơ đồ nguyên lý

Trong các nhà máy chế biến thực phẩm để đảm bảo vệ sinh thực phẩm yêu cầu nước chế biến phải có nhiệt độ tương đối thấp cỡ 7ºC.



1- Máy nén; 2- Bình chứa cao áp; 3- Dàn ngưng; 4- Bình tách dầu; 5- Bình trống tràn; 6- Bộ làm lạnh nước; 7- Bồn chứa nước lạnh; 8- Bơm tuần hoàn; 9- Bơm tiêu thụ

Hình 5-12: Sơ đồ nguyên lý hệ thống làm lạnh nước chế biến

Về nguyên tắc có thể sử dụng cụm máy lạnh chiller để làm lạnh nước, tuy nhiên phương pháp này thường không kinh tế vì phải nhập nguyên cụm chiller khá đắt tiền. Vì thế trên thực tế nhiều nhà máy chế biến lựa chọn phương án lắp đặt hệ thống rời bằng cách chỉ nhập máy nén lạnh và một số trang thiết bị đặc biệt còn các thiết bị khác chế tạo trong nước để giảm giá thành sản phẩm, nhưng vẫn đảm bảo hoạt động rất hiệu quả, bền và đẹp.

Trên hình 5-12 là sơ đồ nguyên lý hệ thống làm lạnh nước chế biến. Điểm đặc biệt trong sơ đồ này là dàn lạnh sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm bản của Alfalaval, cấp dịch theo kiểu ngập lỏng và do đó thời gian làm lạnh rất nhanh đảm bảo yêu cầu sản xuất và nhu cầu lớn về nước lạnh trong các nhà máy chế biến thực phẩm.

5.4.2 Tính toán công suất lạnh hệ thống

5.4.2.1. Tổn thất nhiệt để làm lạnh nước

Tổn thất nhiệt do làm lạnh nước là tổn thất lớn nhất trong hệ thống này và được xác định như sau:

$$Q_1 = G_n.C_n.(t'_n - t''_n) / 3600 = G_n.q_n, W \qquad (5\text{-}8)$$

G_n - Khối lượng nước cần làm mát trong một giờ, kg/h;
C_n - Nhiệt dung riêng của nước, C_n = 4186 J/kg.K;
t'_n, t''_n - Nhiệt độ nước trước và sau làm lạnh, ^oC;
q_n - Nhiệt làm lạnh 01 kg nước từ nhiệt độ t'_n đến t''_n trong 1 giờ, J/kg.

Bảng 5-4: Nhiệt lượng q_n(J/kg) phụ thuộc nhiệt độ nước vào

Nhiệt độ t'_n, ^oC	Nhiệt độ nước ra, t''_n, ^oC					
	3	5	7	10	12	15
25	25,581	23,256	20,930	17,442	15,116	11,628
30	31,395	29,069	26,744	23,256	20,930	17,442
35	37,209	34,883	32,558	29,069	26,744	23,256

5.4.2.2. Tổn thất nhiệt qua bình trữ nước lạnh

Thùng trữ nước lạnh có cấu tạo hình trụ, tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che thùng có thể được tính theo công thức sau :

$$Q = k.h.\Delta t \qquad (5\text{-}9)$$

trong đó:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\Pi.d_1.\alpha_1} + \sum \frac{1}{2.\Pi.\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\Pi.d_2.\alpha_2}}, W/m^2.K; \quad (5\text{-}10)$$

h - Chiều cao qui đổi của thùng, m;

d_1, d_{n+1} là đường kính trong cùng và ngoài cùng của thùng, m;

α_1 - Hệ số toả nhiệt bên trong thùng ra nước lạnh , $W/m^2.K$;

α_2 - Hệ số toả nhiệt bên ngoài thùng, $W/m^2.K$;

$\Delta t = t_1 - t_2$: Hiệu nhiệt độ không khí bên ngoài và nước lạnh bên trong bình, ^oC;

λ_i - Hệ số dẫn nhiệt của các lớp vật liệu, W/m.K.

STT	Tên lớp vật liệu	Độ dày, mm	Hệ số dẫn nhiệt W/m.K
1	Lớp inox vỏ ngoài	0,5 ÷ 0,6	45,3
2	Lớp polyurethan	100 ÷ 150	0,018 ÷ 0,020
3	Lớp vỏ inox thùng	3 ÷ 4	45,3

CHƯƠNG VI
THIẾT BỊ NGƯNG TỤ

6.1. VAI TRÒ, VỊ TRÍ CỦA CÁC THIẾT BỊ TRAO ĐỔI NHIỆT TRONG HỆ THỐNG LẠNH

6.1.1 Vai trò thiết bi ngưng tụ

Thiết bị ngưng tụ có nhiệm vụ ngưng tụ gas quá nhiệt sau máy nén thành môi chất lạnh trạng thái lỏng. Quá trình làm việc của thiết bị ngưng tụ có ảnh hưởng quyết định đến áp suất và nhiệt độ ngưng tụ và do đó ảnh hưởng đến hiệu quả và độ an toàn làm việc của toàn hệ thống lạnh. Khi thiết bị ngưng tụ làm việc kém hiệu quả, các thông số của hệ thống sẽ thay đổi theo chiều hướng không tốt, cụ thể là:

- Năng suất lạnh của hệ thống giảm, tổn thất tiết lưu tăng.
- Nhiệt độ cuối quá trình nén tăng.
- Công nén tăng, mô tơ có thể quá tải
- Độ an toàn giảm do áp suất phía cao áp tăng, rơ le HP có thể tác động ngừng máy nén, van an toàn có thể hoạt động.
- Nhiệt độ cao ảnh hưởng đến dầu bôi trơn như cháy dầu.

6.1.2 Phân loại thiết bị ngưng tụ

Thiết bị ngưng tụ có rất nhiều loại và nguyên lý làm việc cũng rất khác nhau. Người ta phân loại thiết bị ngưng tự căn cứ vào nhiều đặc tính khác nhau.

- Theo môi trường làm mát.

+ Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước. Để làm mát bằng nước cấu tạo của thiết bị thường có dạng bình hoặc dạng dàn nhúng trong các bể.

+ Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước và không khí. Một số thiết bị ngưng tụ trong đó kết hợp cả nước và không khí để giải nhiệt, trong thiết bị kiểu đó vai trò của nước và không khí có khác nhau: nước sử dụng để giải nhiệt cho môi chất lạnh và không khí giải nhiệt cho nước. Ví dụ như dàn ngưng tụ bay hơi, dàn ngưng kiểu tưới vv

+ Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí. Không khí đối lưu cưỡng bức hoặc tự nhiên qua thiết bị và trao đổi nhiệt với môi chất.

+ Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng chất khác. Có thể thấy thiết bị kiểu này trong các hệ thống máy lạnh ghép tầng, ở đó dàn ngưng chu

trình dưới được làm lạnh bằng môi chất lạnh bay hơi của chu trình trên.

- Theo đặc điểm cấu tạo:

+ Bình ngưng tụ giải nhiệt bằng nước.
+ Dàn ngưng tụ bay hơi.
+ Dàn ngưng kiểu tưới.
+ Dàn ngưng tụ làm mát bằng không khí.
+ Dàn ngưng kiểu ống lồng ống.
+ Thiết bị ngưng tụ kiểu tấm bản.

- Theo đặc điểm đối lưu của không khí:

+ Thiết bị ngưng tụ làm mát nhờ đối lưu tự nhiên
+ Thiết bị ngưng tụ làm mát nhờ đối lưu cưỡng bức.

Ngoài ra có thể có rất nhiều cách phân chia theo các đặc điểm khác như: theo chiều chuyển động của môi chất lạnh và môi trường giải nhiệt. Về cấu tạo cũng có nhiệt kiểu khác nhau như kiểu ngưng tụ bên ngoài bề mặt ống trao đổi nhiệt, bên trong ống trao đổi nhiệt hoặc trên các bề mặt phẳng.

Dưới đây chúng tôi xin giới thiệu một số thiết bị ngưng tụ thường được sử dụng nhất trong các hệ thống lạnh ở nước ta.

6.2. THIẾT BỊ NGƯNG TỤ

6.2.1 Bình ngưng giải nhiệt bằng nước

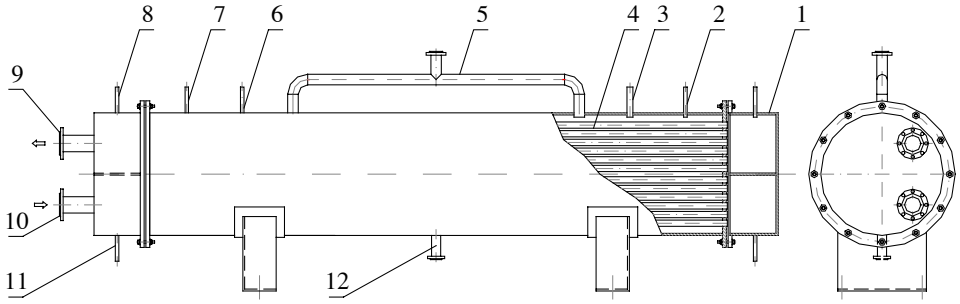
6.2.1.1 Bình ngưng ống chùm nằm ngang

Bình ngưng ống chùm nằm ngang là thiết bị ngưng tụ được sử dụng rất phổ biến cho các hệ thống máy và thiết bị lạnh hiện nay. Môi chất sử dụng có thể là amôniắc hoặc frêôn. Đối bình ngưng NH_3 các ống trao đổi nhiệt là các ống thép áp lực C_{20} còn đối với bình ngưng frêôn thường sử dụng ống đồng có cánh về phía môi chất lạnh.

1. Bình ngưng ống chùm nằm ngang NH_3

Trên hình 6-1 trình bày cấu tạo bình ngưng sử dụng trong các hệ thống lạnh NH_3. Bình ngưng có thân hình trụ nằm ngang làm từ vật liệu thép CT_3, bên trong là các ống trao đổi nhiệt bằng thép áp lực C_{20}. Các ống trao đổi nhiệt được hàn kín hoặc núc lên hai mặt sàng hai đầu. Để có thể hàn hoặc núc các ống trao đổi nhiệt vào mặt sàng, nó phải có độ dày khá lớn từ 20÷30mm. Hai đầu thân bình là các nắp bình.

Các nắp bình tạo thành vách phân dòng nước để nước tuần hoàn nhiều lần trong bình ngưng. Mục đích tuần hoàn nhiều lần là để tăng thời gian tiếp xúc của nước và môi chất; tăng tốc độ chuyển động của nước trong các ống trao đổi nhiệt nhằm nâng cao hệ số toả nhiệt α. Cứ một lần nước chuyển động từ đầu này đến đầu kia của bình thì gọi là một pass. Ví dụ bình ngưng 4 pass, là bình có nước chuyển động qua lại 4 lần (hình 6-2). Một trong những vấn đề cần quan tâm khi chế tạo bình ngưng là bố trí số lượng ống của các pass phải đều nhau, nếu không đều thì tốc độ nước trong các pass sẽ khác nhau, tạo nên tổn thất áp lực không cần thiết.



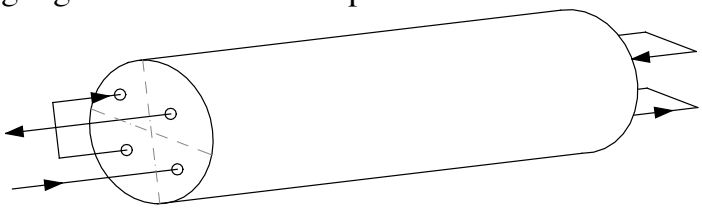
1- Nắp bình; 2- Ống xả khí không ngưng; 3- Ống Cân bằng; 4- Ống trao đổi nhiệt; 5- Ống gas vào; 6- Ống lắp van an toàn; 7- Ống lắp áp kế ; 8- Ống xả air của nước; 9- Ống nước ra; 10- Ống nước vào; 11- Ống xả cặn; 12- Ống lỏng về bình chứa

Hình 6-1 : Bình ngưng ống chùm nằm ngang

Các trang thiết bị đi kèm theo bình ngưng gồm: van an toàn, đồng hồ áp suất với khoảng làm việc từ 0 ÷ 30 kG/cm^2 là hợp lý nhất, đường ống gas vào, đường cân bằng, đường xả khí không ngưng, đường lỏng về bình chứa cao áp, đường ống nước vào và ra, các van xả khí và cặn đường nước. Để gas phân bố đều trong bình trong quá trình làm việc đường ống gas vào phân thành 2 nhánh bố trí 2 đầu bình và đường ống lỏng về bình chứa nằm ở tâm bình.

Nguyên lý làm việc của bình như sau: Gas từ máy nén được đưa vào bình từ 2 nhánh ở 2 đầu và bao phủ lên không gian giữa các ống trao đổi nhiệt và thân bình. Bên trong bình gas quá nhiệt trao đổi nhiệt với nước lạnh chuyển động bên trong các ống trao đổi nhiệt và ngưng tụ lại thành lỏng. Lỏng ngưng tụ bao nhiêu lập tức chảy ngay về bình chứa đặt bên dưới bình ngưng. Một số hệ thống không có bình chứa

cao áp mà sử dụng một phần bình ngưng làm bình chứa. Trong trường hợp này người ta không bố trí các ống trao đổi nhiệt phần dưới của bình. Để lỏng ngưng tụ chảy thuận lợi phải có ống cân bằng nối phần hơi bình ngưng với bình chứa cao áp.



Hình 6-2: Bố trí đường nước tuần hoàn

Tuỳ theo kích cỡ và công suất bình mà các ống trao đổi nhiệt có thể to hoặc nhỏ. Các ống thường được sử dụng là: Φ27x3, Φ38x3, Φ49x3,5, Φ57x3,5.

Từ bình ngưng người ta thường trích đường xả khí không ngưng đưa đến bình xả khí, ở đó khí không ngưng được tách ra khỏi môi chất và thải ra bên ngoài. Trong trường hợp trong bình ngưng có lọt khí không ngưng thì áp suất ngưng tụ sẽ cao hơn bình thường, kim đồng hồ thường bị rung.

Các nắp bình được gắn vào thân bằng bu lông. Khi lắp đặt cần lưu ý 2 đầu bình ngưng có khoảng hở cần thiết để vệ sinh bề mặt bên trong các ống trao đổi nhiệt. Làm kín phía nước bằng roăn cao su, đường ống nối vào nắp bình bằng bích để có thể tháo khi cần vệ sinh và sửa chữa.

Trong quá trình sử dụng bình ngưng cần lưu ý:

- *Định kỳ vệ sinh bình để nâng cao hiệu quả làm việc*. Do quá trình bay hơi nước ở tháp giải nhiệt rất mạnh nên tạp chất tích tụ ngày một nhiều, khi hệ thống hoạt động các tạp chất đi theo nước vào bình và bám lên các bề mặt trao đổi nhiệt làm giảm hiệu quả trao đổi nhiệt. Vệ sinh bình có thể thực hiện bằng nhiều cách: ngâm Na_2CO_3 hoặc NaOH để tẩy rửa, sau đó cho nước tuần hoàn nhiều lần để vệ sinh. Tuy nhiên cách này hiệu quả không cao, đặc biệt đối với các loại cáu cặn bám chặt lên bề mặt ống. Có thể vệ sinh bằng cơ khí như buộc các giẻ lau vào dây và hai người đứng hai phía bình kéo qua lại nhiều lần.

Khi lau phải cẩn thận, tránh làm xây xước bề mặt bên trong bình, vì như vậy cặn bẫn lần sau dễ dàng bám hơn.

- *Xả khi không ngưng.*

Khí không ngưng lọt vào hệ thống làm tăng áp suất ngưng tụ do đó cần thường xuyên kiểm tra và tiến hành xả khí không ngưng bình.

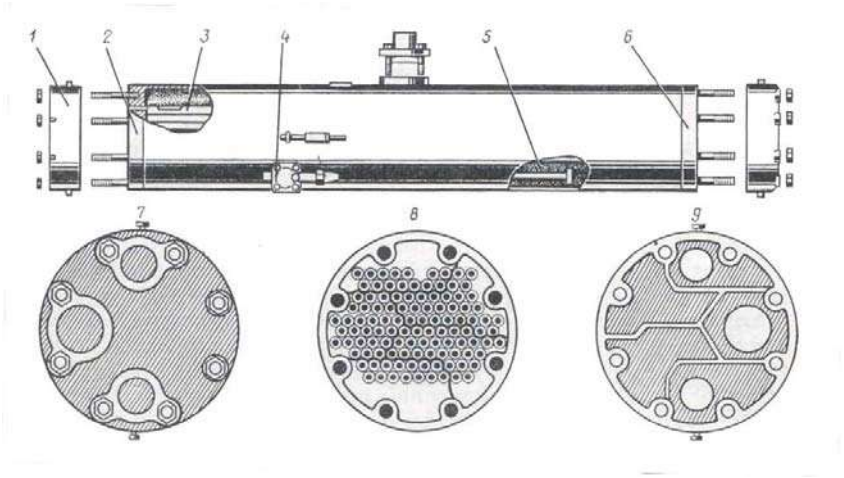
2. Bình ngưng môi chất Frêôn

Bình ngưng có ống trao đổi nhiệt bằng thép có thể sử dụng cho hệ thống frêôn, nhưng cần lưu ý là các chất frêôn có tính tẩy rửa mạnh nên phải vệ sinh bên trong đường ống rất sạch sẽ và hệ thống phải trang bị bộ lọc cơ khí.

Đối với frêôn an toàn và hiệu quả nhất là sử dụng bình ngưng ống đồng, vừa loại trừ vấn đề tắc bẩn, vừa có khả năng trao đổi nhiệt tốt hơn, nên kích thước bình gọn.

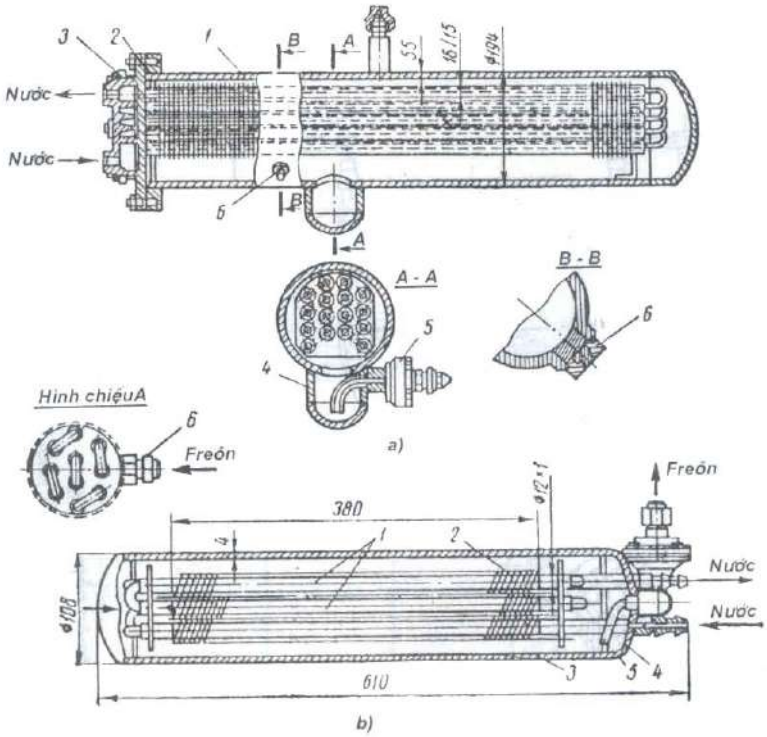
Trên hình 6-3 giới thiệu các loại bình ngưng ống đồng có cánh sử dụng cho môi chất frêôn. Các cánh được làm về phía môi chất frêôn.

3. Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng của bình ngưng ống chùm nằm ngang



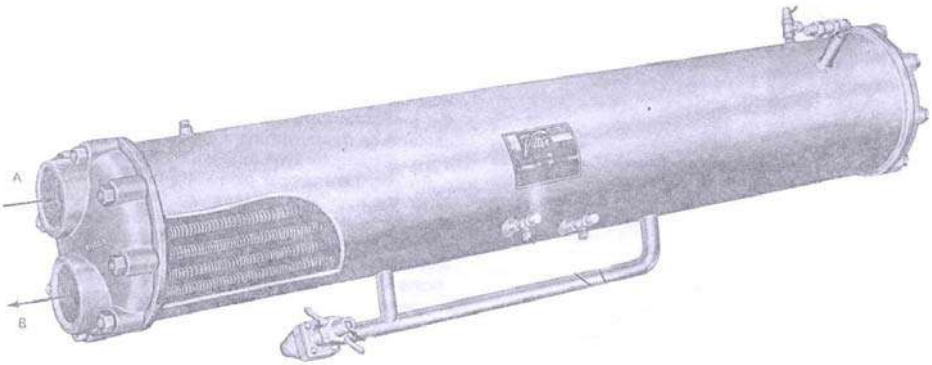
1- Nắp bình, 2,6- Mặt sàng; 3- ống TĐN; 4- Lỏng ra; 5- Không gian giữa các ống

Hình 6-3a: Bình ngưng frêôn



a): Kiểu mặt bích: 1- Vỏ; 2- Mặt sàng; 3- Nắp; 4- Bầu gom lỏng; 5- Van lấy lỏng; 6- Nút an toàn. b) Kiểu hàn : 1- ống trao đổi nhiệt có cánh; 2- Cánh tản nhiệt; 3- Vỏ; 4- Vỏ hàn vào ống xoắn; 5- Lỏng frêôn ra; 6- Hơi frêôn vào

Hình 6-3b: Bình ngưng frêôn



Hình 6-3c: Bình ngưng frêôn

**** Ưu điểm***

- Bình ngưng ống chùm nằm ngang, giải nhiệt bằng nước nên hiệu quả giải nhiệt cao, mật độ dòng nhiệt khá lớn q = 3000 ÷ 6000 W/m^2, k= 800÷1000 W/m^2.K, độ chênh nhiệt độ trung bình Δt = 5÷6 K. Dễ dàng thay đổi tốc độ nước trong bình để có tốc độ thích hợp nhằm nâng cao hiệu quả trao đổi nhiệt, bằng cách tăng số pass tuần hoàn nước.
- Hiệu quả trao đổi nhiệt khá ổn định, ít phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường.
- Cấu tạo chắc chắn, gọn và rất tiện lợi trong việc lắp đặt trong nhà, có suất tiêu hao kim loại nhỏ, khoảng 40÷45 kg/m^2 diện tích bề mặt trao đổi nhiệt, hình dạng đẹp phù hợp với yêu cầu thẩm mỹ công nghiệp.
- Dễ chế tạo, lắp đặt, vệ sinh, bảo dưỡng và vận hành.
- Có thể sử dụng một phần của bình để làm bình chứa, đặc biệt tiện lợi trong các hệ thống lạnh nhỏ, ví dụ như hệ thống kho lạnh.
- Ít hư hỏng và tuổi thọ cao: Đối với các loại dàn ngưng tụ kiểu khác, các ống sắt thường xuyên phải tiếp xúc môi trường nước và không khí nên tốc độ ăn mòn ống trao đổi nhiệt khá nhanh. Đối với bình ngưng, do thường xuyên chứa nước nên bề mặt trao đổi nhiệt hầu như luôn luôn ngập trong nước mà không tiếp xúc với không khí. Vì vậy tốc độ ăn mòn diễn ra chậm hơn nhiều.

**** Nhược điểm***

- Đối với hệ thống lớn sử dụng bình ngưng không thích hợp vì khi đó đường kính bình quá lớn, không đảm bảo an toàn. Nếu tăng độ dày thân bình sẽ rất khó gia công chế tạo. Vì vậy các nhà máy công suất lớn, ít khi sử dụng bình ngưng.
- Khi sử dụng bình ngưng, bắt buộc trang bị thêm hệ thống nước giải nhiệt gồm: Tháp giải nhiệt, bơm nước giải nhiệt, hệ thống đường ống nước, thiết bị phụ đường nước vv□ nên tăng chi phí đầu tư và vận hành. Ngoài buồng máy, yêu cầu phải có không gian thoáng bên ngoài để đặt tháp giải nhiệt. Quá trình làm việc của tháp luôn luôn kéo theo bay hơi nước đáng kể, nên chi phí nước giải nhiệt khá lớn, nước thường làm ẩm ướt khu lân cận, vì thế nên bố trí xa các công trình.

- Kích thước bình tuy gọn, nhưng khi lắp đặt bắt buộc phải để dành khoảng không gian cần thiết hai đầu bình để vệ sinh và sửa chữa khi cần thiết.

- Quá trình bám bẩn trên bề mặt đường ống tương đối nhanh, đặc biệt khi chất lượng nguồn nước kém.

Khi sử dụng bình ngưng ống vỏ nằm ngang cần quan tâm chú ý hiện tượng bám bẩn bề mặt bên trong các ống trao đổi nhiệt, trong trường hợp này cần vệ sinh bằng hoá chất hoặc cơ khí. Thường xuyên xả cặn bẩn đọng lại ở tháp giải nhiệt và bổ sung nước mới. Xả khí và cặn đường nước.

6.2.1.2 Bình ngưng ống vỏ thẳng đứng

1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Để tiết kiệm diện tích lắp đặt người ta sử dụng bình ngưng ống vỏ đặt đứng. Cấu tạo tương tự bình ngưng ống chùm nằm ngang, gồm có: vỏ bình hình trụ thường được chế tạo từ thép CT_3, bên trong là các ống trao đổi nhiệt thép áp lực C_{20}, kích cỡ Φ57x3,5, bố trí đều, được hàn hoặc núc vào các mặt sàng. Nước được bơm bơm lên máng phân phối nước ở trên cùng và chảy vào bên trong các ống trao đổi nhiệt. Để nước chảy theo thành ống trao đổi nhiệt, ở phía trên các ống trao đổi nhiệt có đặt các ống hình côn. Phía dưới bình có máng hứng nước. Nước sau khi giải nhiệt xong thường được xả bỏ. Hơi quá nhiệt sau máy nén đi vào bình từ phía trên. Lỏng ngưng tụ chảy xuống phần dưới của bình giữa các ống trao đổi nhiệt và chảy ra bình chứa cao áp. Bình ngưng có trang bị van an toàn, đồng hồ áp suất, van xả khí, kính quan sát mức lỏng.

Trong quá trình sử dụng bình ngưng ống vỏ thẳng đứng cần lưu ý những hư hỏng có thể xảy ra như sự bám bẩn bên trong các ống trao đổi nhiệt, các cửa nước vào các ống trao đổi nhiệt khá hẹp nên dễ bị tắc, cần định kỳ kiểm tra sửa chữa. Việc vệ sinh bình ngưng tương đối phức tạp. Ngoài ra khi lọt khí không ngưng vào bình thì hiệu quả làm việc giảm, áp suất ngưng tụ tăng vì vậy phải tiến hành xả khí không ngưng thường xuyên. Bình ngưng ống vỏ thẳng đứng ít sử dụng ở nước ta do có một số nhược điểm quan trọng.

2. Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng

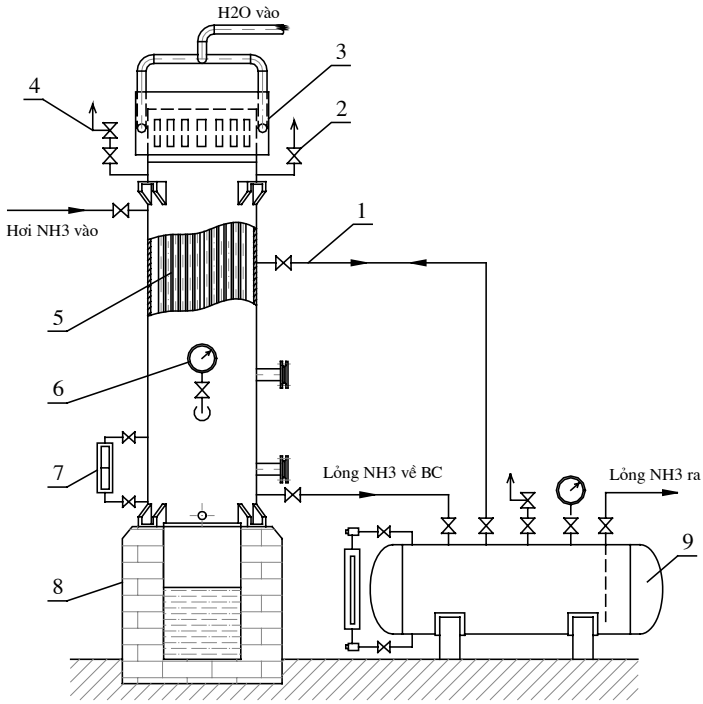
* Ưu điểm

- Hiệu quả trao đổi nhiệt khá lớn, phụ tải nhiệt của bình đạt 4500 W/m^2 ở độ chênh nhiệt độ 4÷5K, tương ứng hệ số truyền nhiệt k = 800÷1000 $W/m^2.K$

- Thích hợp cho hệ thống công suất trung bình và lớn, không gian lắp đặt chật hẹp, phải bố trí bình ngưng ở ngoài trời.

- Do các ống trao đổi nhiệt đặt thẳng đứng nên khả năng bám bẩn ít hơn so với bình ngưng ống chùm nằm ngang, do đó không yêu cầu chất lượng nguồn nước cao lắm.

- Do kết cấu thẳng đứng nên lỏng môi chất và dầu chảy ra ngoài khá thuận lợi , việc thu hồi dầu cũng dễ dàng. Vì vậy bề mặt trao đổi nhiệt nhanh chóng được giải phóng để cho môi chất làm mát.



1- Ống cân bằng, 2- Xả khí không ngưng, 3- Bộ phân phối nước, 4- Van an toàn; 5- Ống TĐN, 6- áp kế, 7- Ống thuỷ, 8- Bể nước, 9- Bình chứa cao áp

Hình 6-4 : Bình ngưng ống vỏ thẳng đứng

**** Nhược điểm***

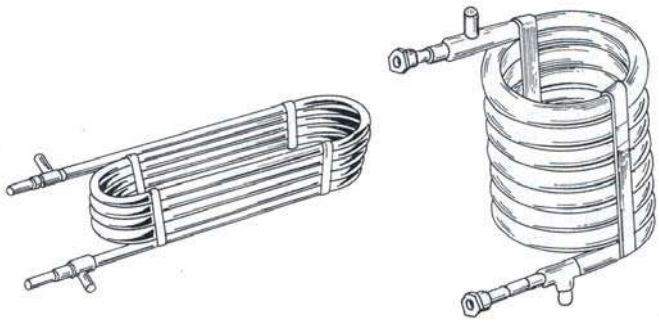
- Vận chuyển, lắp đặt, chế tạo, vận hành tương đối phức tạp.
- Lượng nước tiêu thụ khá lớn nên chỉ thích hợp những nơi có nguồn nước dồi dào và rẻ tiền.
- Đối với hệ thống rất lớn sử dụng bình ngưng kiểu này không thích hợp, do kích thước cồng kềnh, đường kính bình quá lớn không đảm bảo an toàn.

6.2.1.3 Thiết bị ngưng tụ kiểu ống lồng ống

1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Thiết bị ngưng tụ kiểu ống lồng ống cũng là dạng thiết bị ngưng tụ giải nhiệt bằng nước, chúng được sử dụng rất rộng rãi trong các máy lạnh nhỏ, đặc biệt trong các máy điều hoà không khí công suất trung bình.

Thiết bị gồm 02 ống lồng vào nhau và thường được cuộn lại cho gọn. Nước chuyển động ở ống bên trong, môi chất lạnh chuyển động ngược lại ở phần không gian giữa các ống. Ống thường sử dụng là ống đồng (hệ thống frêôn) và có thể sử dụng ống thép.

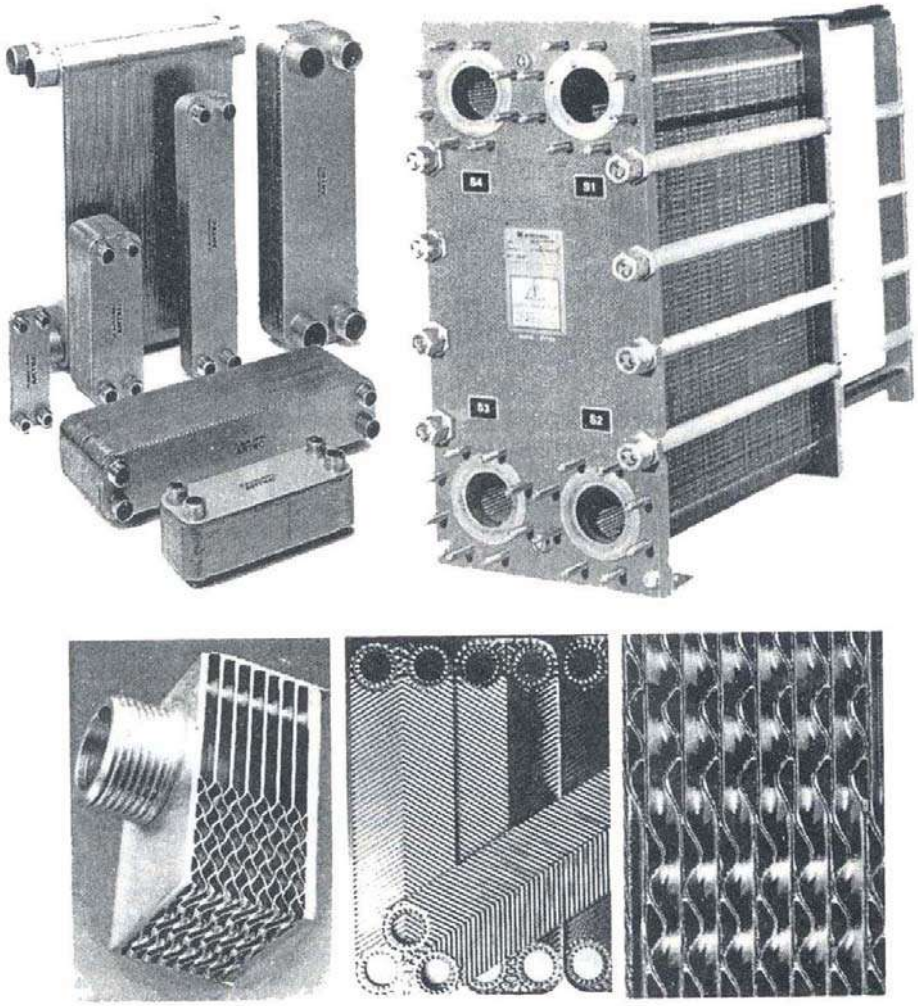


Hình 6-5: Thiết bị ngưng tụ kiểu ống lồng ống

2 Ưu điểm và nhược điểm

Có hiệu quả trao đổi nhiệt khá lớn, gọn . Tuy nhiên chế tạo tương đối khó khăn, các ống lồng vào nhau sau đó được cuộn lại cho gọn, nếu không có các biện pháp chế tạo đặc biệt, các ống dễ bị móp, nhất là ống lớn ở ngoài, dẫn đến tiết diện bị co thắt, ảnh hưởng đến sự lưu chuyển của môi chất bên trong. Do môi chất chỉ chuyển động vào ra một ống duy nhất nên lưu lượng nhỏ, thiết bị ngưng tụ kiểu ống lồng ống chỉ thích hợp đối với hệ thống nhỏ và trung bình.

6.2.1.4 Thiết bị ngưng tụ kiểu tấm bản



Hình 6-6: Thiết bị ngưng tụ kiểu tấm bản

1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Thiết bị ngưng tụ kiểu tấm bản được ghép từ nhiều tấm kim loại ép chặt với nhau nhờ hai nắp kim loại có độ bề cao. Các tấm được dập gợn sóng. Môi chất lạnh và nước giải nhiệt được bố trí đi xen kẻ nhau.

Cấu tạo gợn sóng có tác dụng làm rối dòng chuyển động của môi chất và tăng hệ số truyền nhiệt đồng thời tăng độ bền của nó. Các tấm bản có chiều dày khá mỏng nên nhiệt trở dẫn nhiệt bé, trong khi diện tích trao đổi nhiệt rất lớn. Thường cứ 02 tấm được hàn ghép với nhau thành một panel. Môi chất chuyển động bên trong, nước chuyển động ở khoảng hở giữa các panel khi lắp đặt.

Trong quá trình sử dụng cần lưu ý hiện tượng bám bẩn ở bề mặt ngoài các panel (phía đường nước) nên cần định kỳ mở ra vệ sinh hoặc sử dụng nguồn nước có chất lượng cao. Có thể vệ sinh cáu bẩn bên trong bằng hoá chất, sau khi rửa hoá chất cần trung hoà và rửa sạch để không gây ăn mòn làm hỏng các panel.

2 Ưu điểm và nhược điểm

**** Ưu điểm:***

- Do được ghép từ các tấm bản mỏng nên diện tích trao đổi nhiệt khá lớn, cấu tạo gọn.
- Dễ dàng tháo lắp để vệ sinh sửa chữa và thay thế. Có thể thêm bớt một số panel để thay đổi công suất giải nhiệt một cách dễ dàng.
- Hiệu quả trao đổi nhiệt cao, tương đương bình ngưng ống vỏ amôniắc,

**** Nhược điểm:***

- Chế tạo khó khăn. Cho đến nay chỉ có các hãng nước ngoài là có khả năng chế tạo các dàn ngưng kiểu tấm bản. Do đó thiếu các phụ tùng có sẵn để thay thế sửa chữa.
- Khả năng rò rỉ đường nước khá lớn do số đệm kín nhiều.

6.2.2 Thiết bị ngưng tụ giải nhiệt bằng nước và không khí

Thiết bị ngưng tụ làm mát kết hợp giữa nước và không khí tiểu biểu nhất là thiết bị ngưng tụ kiểu bay hơi và thiết bị ngưng tụ kiểu tưới.

Khác với thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước phải trang bị thêm các tháp giải nhiệt, bơm nước và hệ thống ống dẫn nước giải nhiệt, thiết bị ngưng tụ giải nhiệt bằng nước và không khí kết hợp không cần trang bị các thiết bị đó, nước ở đây đã được không khí làm nguội trực tiếp trong quá trình trao đổi nhiệt với môi chất lạnh.

6.2.2.1 Thiết bị ngưng tụ kiểu bay hơi

1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Trên hình 6-7 trình bày cấu tạo của dàn ngưng tụ bay hơi. Dàn ngưng gồm một cụm ống trao đổi nhiệt ống thép áp lực C_{20}. Kích cỡ ống thường được sử dụng là Φ38x3,5; Φ49x3,5 và Φ57x3,5. Toàn bộ cụm ống được đặt trên khung thép U vững chắc, phía dưới là bể nước tuần hoàn để giải nhiệt, phía trên là dàn phun nước, bộ chắn nước và quạt hút gió. Để chống ăn mòn, các ống trao đổi nhiệt được nhúng kẽm nóng bề mặt bên ngoài.

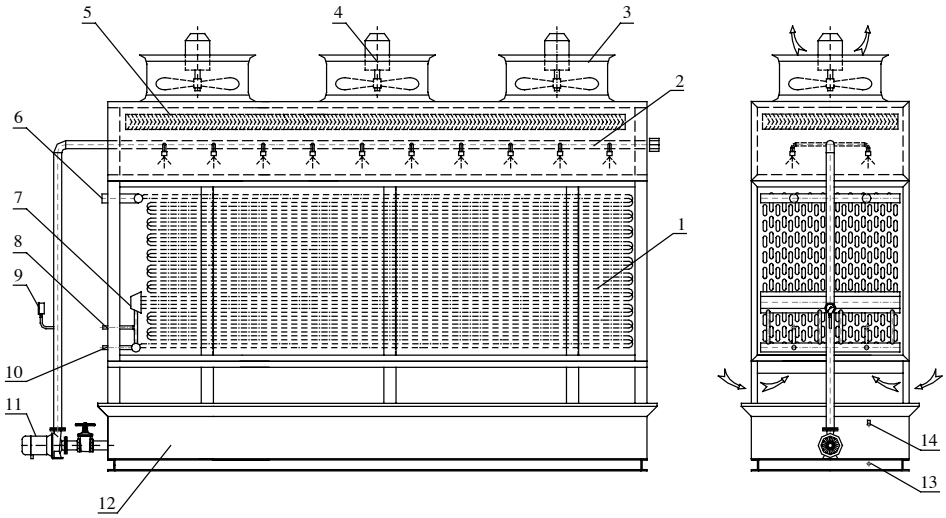
Hơi môi chất đi vào ống góp hơi ở phía trên vào dàn ống trao đổi nhiệt và ngưng tụ rồi chảy về bình chứa cao áp ở phía dưới. Thiết bị được làm mát nhờ hệ thống nước phun từ các vòi phun được phân bố đều ở ngay phía trên cụm ống trao đổi nhiệt. Nước sau khi trao đổi nhiệt với môi chất lạnh, nóng lên và được giải nhiệt nhờ không khí chuyển động ngược lại từ dưới lên, do vậy nhiệt độ của nước hầu như không đổi. Toàn bộ nhiệt Q_k của môi chất đã được không khí mang thải ra ngoài. Không khí chuyển động cưỡng bức nhờ các quạt đặt phía trên hoặc phía dưới. Đặt quạt phía dưới (quạt thổi), thì trong quá trình làm việc không sợ quạt bị nước làm ướt, trong khi đặt phía trên (quạt hút) dễ bị nước cuốn theo làm ướt và giảm tuổi thọ. Tuy nhiên đặt phía trên gọn và dễ chế tạo hơn nên thường được sử dụng. Trong quá trình trao đổi nhiệt một lượng khá lớn nước bốc hơi và bị cuốn theo không khí, do vậy phải thường xuyên cấp nước bổ sung cho bể. Phương pháp cấp nước là hoàn toàn tự động nhờ van phao. Bộ chắn nước có tác dụng chắn các giọt nước bị cuốn theo không khí ra ngoài, nhờ vậy tiết kiệm nước và tránh làm ướt quạt. Bộ chắn nước được làm bằng tôn mỏng và được gập theo đường dích dắc, không khí khi qua bộ chắn va đập vào các tấm chắn và đồng thời rẽ dòng liên tục nên các hạt nước mất quá tính và rơi xuống lại phía dưới.

Sau khi tuần hoàn khoảng 2/3 dàn ống trao đổi nhiệt, một phần lớn gas đã được hoá lỏng, để nâng cao hiệu quả trao đổi nhiệt cần tách lượng lỏng này trước, giải phóng bề mặt trao đổi nhiệt phía sau cho lượng hơi chưa ngưng còn lại. Vì vậy ở vị trí này người ta bố trí ống góp lỏng trung gian, để gom dịch lỏng cho chảy thẳng về ống góp lỏng phía dưới và trực tiếp ra bình chứa, phần hơi còn lại tiếp tục luân chuyển theo 1/3 cụm ống còn lại.

Toàn bộ phía ngoài dàn ống và cụm dàn phun đều có vỏ bao che bằng tôn tráng kẽm.

Ống góp lỏng trung gian cũng được sử dụng làm nơi đặt ống cân bằng.

Trước đây ở nhiều xí nghiệp đông lạnh nước ta thường hay sử dụng các dàn ngưng tụ bay hơi sử dụng quạt ly tâm đặt phía dưới. Tuy nhiên chúng tôi nhận thấy các quạt này có công suất mô tơ khá lớn, rất tốn kém.



1- Ống trao đổi nhiệt; 2- Dàn phun nước; 3- Lồng quạt; 4- Mô tơ quạt; 5- Bộ chắn nước;6-Ống gas vào; 7-Ống góp; 8-Ống cân bằng; 9-Đồng hồ áp suất; 10- Ống lỏng ra; 11- Bơm nước; 12-Máng hứng nước; 13- Xả đáy bể nước; 14- Xả tràn

Hình 6-7: Thiết bị ngưng tụ bay hơi

Năng suất nhiệt riêng của dàn ngưng kiểu tưới không cao lắm, khoảng 1900÷2300 W/m^2, hệ số truyền nhiệt k =450÷600 W/m^2.K.

Trong quá trình sử dụng cần lưu ý, các mũi phun có kích thước nhỏ nên dễ bị tắc bẩn. Khi một số mũi bị tắc thì một số vùng của cụm ống trao đổi nhiệt không được làm mát tốt, hiệu quả trao đổi nhiệt giảm rỏ rệt, áp suất ngưng tụ sẽ lớn bất thường. Vì vậy phải luôn luôn kiểm tra, vệ sinh hoặc thay thế các vòi phun bị hỏng. Cũng như bình ngưng, mặt ngoài các cụm ống trao đổi nhiệt sau một thời gian làm việc cũng có hiện tượng bám bẩn, ăn mòn nên phải định kỳ vệ sinh và sửa chữa thay thế.

2 Ưu điểm và nhược điểm

**** Ưu điểm***

- Do cấu tạo dạng dàn ống nên công suất của nó có thể thiết kế đạt rất lớn mà không bị hạn chế vì bất cứ lý do gì. Hiện nay nhiều xí nghiệp chế biến thuỷ sản nước ta sử dụng dàn ngưng tụ bay hơi công suất đạt từ 600÷1000 kW.
- So với các thiết bị ngưng tụ kiểu khác, dàn ngưng tụ bay hơi ít tiêu tốn nước hơn, vì nước sử dụng theo kiểu tuần hoàn.
- Các dàn ống kích cỡ nhỏ nên làm việc an toàn.
- Dễ dàng chế tạo, vận hành và sửa chữa.

**** Nhược điểm***

- Do năng suất lạnh riêng bé nên suất tiêu hao vật liệu khá lớn.
- Các cụm ống trao đổi nhiệt thường xuyên tiếp xúc với nước và không khí, đó là môi trường ăn mòn mạnh, nên chóng bị hỏng. Do đó bắt buộc phải nhúng kẽm nóng để chống ăn mòn.
- Nhiệt độ ngưng tụ phụ thuộc vào trạng thái khí tượng và thay đổi theo mùa trong năm.
- Chỉ thích hợp lắp đặt ngoài trời, trong quá trình làm việc, khu vực nền và không gian xung quanh thường bị ẩm ướt, vì vậy cần lắp đặt ở vị trí riêng biệt tách hẳn các công trình.

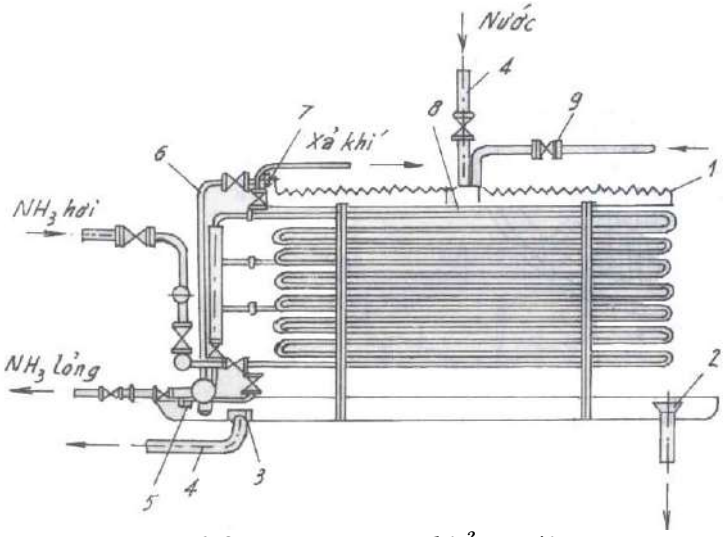
6.2.2.2 Dàn ngưng kiểu tưới

1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Trên hình 6-8 trình bày cấu tạo dàn ngưng kiểu tưới. Dàn gồm một cụm ống trao đổi nhiệt ống thép nhúng kẽm nóng để trần, không có vỏ bao che, có rất nhiều ống góp ở hai đầu. Phía trên dàn là một máng phân phối nước hoặc dàn ống phun, phun nước xuống. Dàn ống thường được đặt ngay phía trên một bể chứa nước. Nước được bơm bơm từ bể lên máng phân phối nước trên cùng. Máng phân phối nước được làm bằng thép và có đục rất nhiều lổ hoặc có dạng răng cưa. Nước sẽ chảy tự do theo các lổ và xối lên dàn ống trao đổi nhiệt. Nước sau khi trao đổi nhiệt được không khí đối lưu tự nhiên giải nhiệt trực tiếp ngay trên dàn. Để tăng cường giải nhiệt cho nước ở nắp bể người ta đặt lưới hoặc các tấm tre đan.

Gas quá nhiệt đi vào dàn ống từ phía trên, ngưng tụ dần và chảy ra ống góp lỏng phía dưới, sau đó được dẫn ra bình chứa cao áp. Ở trên cùng của dàn ngưng có lắp đặt van an toàn, đồng hồ áp suất và van xả khí không ngưng.

Dàn ngưng tụ kiểu tưới cũng có các ống trích lỏng trung gian để giải phóng bề mặt trao đổi nhiệt phía dưới , tăng hiệu quả trao đổi nhiệt.



6-8: Dàn ngưng kiểu tưới

Trong quá trình hoạt động cần lưu ý các hư hỏng có thể xảy ra đối với dàn ngưng kiểu tưới như sau:

- Hiện tượng bám bẩn và ăn mòn bề mặt.
- Cặn bẩn đọng lại trong bể hứng nước cần phải xả bỏ và vệ sinh bể thường xuyên.
- Các lổ phun bị tắc bẩn cần phải kiểm tra và vệ sinh.
- Nhiệt độ nước trong bể tăng cao, ảnh hưởng đến quá trình trao đổi nhiệt, nên luôn luôn xả bỏ một phần và bổ sung nước mới lạnh hơn.

2 Ưu điểm và nhược điểm

**** Ưu điểm***

- Hiệu quả trao đổi nhiệt cao, hệ số truyền nhiệt đạt 700 ÷ 900 W/m^2.K. Mặt khác do cấu tạo, ngoài dàn ống trao đổi nhiệt ra, các thiết bị phụ khác như khung đỡ, bao che hầu như không có nên suất tiêu hao kim loại nhỏ, giá thành rẻ.
- Cấu tạo đơn giản, chắc chắn, dễ chế tạo và có khả năng sử dụng cả nguồn nước bẩn vì dàn ống để trần rất dễ vệ sinh. Vì vậy dàn ngưng

kiểu tưới rất thích hợp khu vực nông thôn, nơi có nguồn nước phong phú, nhưng chất lượng không cao.

- So với bình ngưng ống vỏ, lượng nước tiêu thụ không lớn. Nước rơi tự do trên dàn ống để trần hoàn toàn nên nhả nhiệt cho không khí phần lớn, nhiệt độ nước ở bể tăng không đáng kể, vì vậy lượng nước bổ sung chỉ chiếm khoảng 30% lượng nước tuần hoàn.

**** Nhược điểm***

- Trong quá trình làm việc, nước bắn tung toé xung quanh, nên dàn chỉ có thể lắp đặt bên ngoài trời, xa hẳn khu nhà xưởng.
- Cùng với bình ngưng ống vỏ, dàn ngưng kiểu tưới tiêu thụ nước khá nhiều do phải thường xuyên xả bỏ nước.
- Do tiếp xúc thường xuyên với nước và không khí, trong môi trưởng ẩm như vậy nên quá trình ăn mòn diễn ra rất nhanh, nếu dàn ống không được nhúng kẽm nóng sẽ rất nhanh chóng bị bục, hư hỏng.
- Hiệu quả giải nhiệt chịu ảnh hưởng của môi trường khí hậu.

6.2.3 Dàn ngưng giải nhiệt bằng không khí

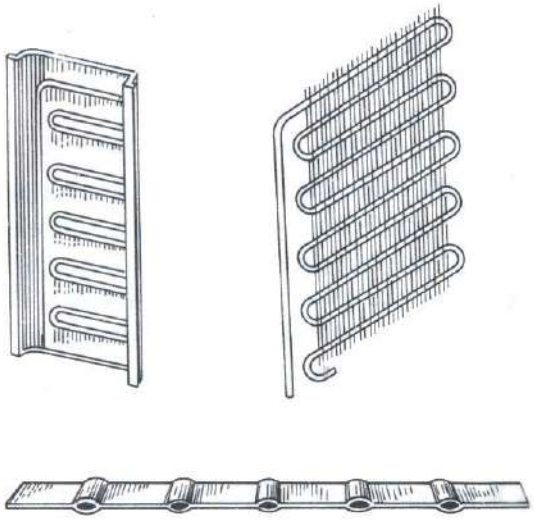
1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Dàn ngưng không khí được chia ra làm 02 loại : đối lưu tự nhiên và đối lưu cưỡng bức.

**** Dàn ngưng đối lưu tự nhiên***

Loại dàn ngưng đối lưu tự nhiên chỉ sử dụng trong các hệ thống rất nhỏ, ví dụ như tủ lạnh gia đình, tủ lạnh thương nghiệp. Các dàn này có cấu tạo khá đa dạng.

- Dạng ống xoắn có cánh là các sợi dây thép hàn vuông góc với các ống xoắn. Môi chất chuyển động trong ống xoắn và trao đổi nhiệt với không khí bên ngoài. Loại này hiệu quả không cao và hay sử dụng trong các tủ lạnh gia đình trước đây.
- Dạng tấm: Gồm tấm kim loại sử dụng làm cánh tản nhiệt, trên đó có hàn đính ống xoắn bằng đồng .
- Dạng panel: Nó gồm 02 tấm nhôm dày khoảng 1,5mm, được tạo rãnh cho môi chất chuyển động tuần hoàn. Khi chế tạo, người ta cán nóng hai tấm lại với nhau, ở khoảng tạo rãnh, người ta bôi môi chất đặc biệt để 02 tấm không dính vào nhau, sau đó thổi nước hoặc không khí áp lực cao (khoảng 40÷100 bar) trong các khuôn đặc biệt, hai tấm sẽ phồng lên thành rãnh.



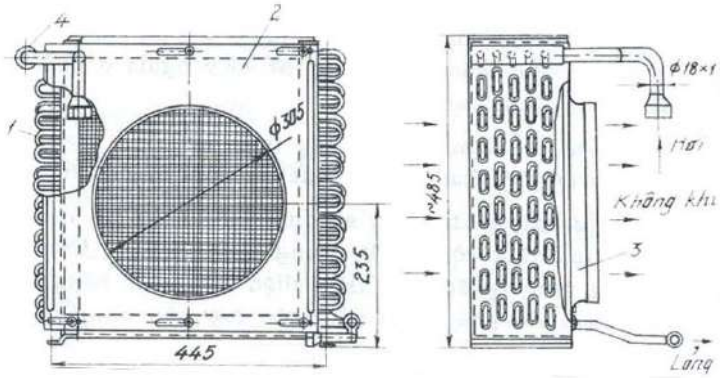
Hình 6-9 : Dàn ngưng không khí đối lưu tự nhiên

Hệ số truyền nhiệt của thiết bị ngưng tụ đối lưu gió tự nhiên khoảng 6÷7 $W/m^2.K$.

**** Dàn ngưng đối lưu cưỡng bức***

Dàn ngưng tụ không khí đối lưu cưỡng bức được sử dụng rất rộng rãi trong đời sống và công nghiệp. Cấu tạo gồm một dàn ống trao đổi nhiệt bằng ống thép hoặc ống đồng có cánh nhôm hoặc cánh sắt bên ngoài, bước cánh nằm trong khoảng 3÷10mm. Không khí được quạt thổi, chuyển động ngang bên ngoài qua dàn ống với tốc độ khá lớn. Quạt dàn ngưng thường là quạt kiểu hướng trục. Mật độ dòng nhiệt của dàn ngưng không khí đạt khoảng 180 ÷ 340 W/m^2 , hệ số truyền nhiệt k = 30 ÷ 35 $W/m^2.K$, hiệu nhiệt độ $\Delta t = 7 \div 8^oC$

Trong quá trình sử dụng cần lưu ý: Dàn ngưng thường bụi bám bụi bẩn, giảm hiệu quả trao đổi nhiệt nên thường xuyên vệ sinh bằng chổi hoặc nước. Khi khí không ngưng lọt vào bên trong dàn sẽ làm tăng áp suất ngưng tụ. Cần che chắn nắng cho dàn ngưng, tránh đặt vị trí chịu nhiều bức xạ mặt trời ảnh hưởng đến hiệu quả trao đổi nhiệt.



1- ống trao đổi nhiệt; 2- Vỏ dàn; 3- ống lắp quạt; 4- Hơi ra

Hình 6-10 : Dàn ngưng không khí đối cưỡng bức

2 Ưu điểm và nhược điểm

**** Ưu điểm***

- Không sử dụng nước nên chi phí vận hành giảm. Điều này rất phù hợp ở những nơi thiếu nước như khu vực thành phố và khu dân cư đông đúc.

- Không sử dụng hệ thống bơm, tháp giải nhiệt, vừa tốn kém lại gây ẩm ướt khu vực nhà xưởng. Dàn ngưng không khí ít gây ảnh hưởng đến xung quanh và có thể lắp đặt ở nhiều vị trí trong công trình như treo tường, đặt trên nóc nhà vv . . .

- Hệ thống sử dụng dàn ngưng không khí có trang thiết bị đơn giản hơn và dễ sử dụng.

- So với các thiết bị ngưng tụ giải nhiệt bằng nước, dàn ngưng không khí ít hư hỏng và ít bị ăn mòn.

**** Nhược điểm***

- Mật độ dòng nhiệt thấp, nên kết cấu khá cồng kềnh và chỉ thích hợp cho hệ thống công suất nhỏ và trung bình.

- Hiệu quả giải nhiệt phụ thuộc nhiều vào điều kiện khí hậu. Những ngày nhiệt độ cao áp suất ngưng tụ lên rất cao Ví dụ, hệ thống sử dụng R22, ở miền Trung, những ngày hè nhiệt độ không khí ngoài trời có thể đạt 40°C, tương ứng nhiệt độ ngưng tụ có thể đạt 48°C, áp suất ngưng tụ tương ứng là 18,5 bar, bằng giá trị đặt của rơ le áp suất cao. Nếu trong những ngày này không có những biện pháp đặc biệt thì hệ thống không thể hoạt động được do rơ le HP tác động. Đối với dàn ngưng trao đổi nhiệt đối lưu tự nhiên hiệu quả còn thấp nữa.

6.3 TÍNH TOÁN THIẾT BỊ NGƯNG TỤ

Có hai bài toán tinh toán thiết bị ngưng tụ : Tính kiểm tra và tính thiết kế

Tính toán thiết bị ngưng tụ là xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết để đáp ứng phụ tải nhiệt đã cho.

- Thông số ban đầu:
  + Điều kiện khí hậu nơi lắp đặt công trình
  + Loại thiết bị ngưng tụ
  + Phụ tải nhiệt yêu cầu Q_k
- Thông số cần xác định : Diện tích trao đổi nhiêt, bố trí và kết cấu thiết bị ngưng tụ. Đối với bình ngưng cần thiết phải xác định cả độ dày của bình. Ngoài ra còn phải xác định lưu lượng môi chất giải nhiệt, chọn hoặc kiểm tra bơm quạt.

6.3.1 Các bước tính toán thiết bị ngưng tụ

1. Chọn loại thiết bị ngưng tụ

Khi tính toán thiết kế cần phải tiến hành chọn thiết bị ngưng tụ cho phù hợp. Việc lựa chọn dựa trên nhiều tiêu chí khác nhau như mức độ đáp ứng của loại thiết bị ngưng tụ, tính kinh tế, đặc điểm công trình vv□

2. Tính diện tích trao đổi nhiệt

$$F = \frac{Q_k}{k.\Delta t_k} = \frac{Q_k}{q_{kf}}, \text{ m}^2 \qquad (6\text{-}1)$$

Q_k — Phụ tải nhiệt yêu cầu của thiết bị ngưng tụ, W;

k — Hệ số truyền nhiệt, W/m^2.K;

Δt_k -Độ chênh nhiệt độ trung bình logarit, °K;

q_{kf} — Mật độ dòng nhiệt, W/m^2.

a. Xác định hệ số truyền nhiệt k

Hệ số truyền nhiệt k có thể xác định theo kinh nghiệm và muốn chính xác hơn xác định theo lý thuyết. Tuy nhiên các bài toán thực tế luôn phức tạp nên thường người ta tính theo kinh nghiệm. Có thể tham khảo theo bảng dưới đây:

Bảng 6-1: Hệ số truyền nhiệt và mật độ dòng nhiệt của các loại thiết bị ngưng tụ

STT	Kiểu thiết bị ngưng tụ	k ($W/m^2.K$)	q_f (W/m^2)	Δt (°C)
1	- Bình ngưng ống chùm nằm ngang NH_3	700 ÷ 1000	3500÷4500 4200	5÷6 5÷6
2	- Bình ngưng ống vỏ thẳng đứng NH_3	800	3600	5÷6
3	- Bình ngưng nằm ngang frêôn	700	3500÷4650	5÷6
4	- Dàn ngưng kiểu tưới	700 ÷ 930	1500÷2100	3
5	- Dàn ngưng tụ bay hơi	500 ÷ 700	240÷300	8÷10
6	- Dàn ngưng không khí	30		

Do bề mặt trao đổi nhiệt thiết bị ngưng tụ rất khác nhau nên công thức xác định hệ số truyền nhiệt cũng khác nhau. Các trường hợp thường gặp là vách trụ, vách phẳng, vách trụ có cánh.

Trong trường hợp vách trụ, hệ số truyền nhiệt được tính theo công thức:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\Pi.d_1.\alpha_1} + \frac{1}{2.\Pi.\lambda}.\ln\frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\Pi.d_2.\alpha_2}}, W/m.K \qquad (6\text{-}2)$$

trong đó:

α_1, α_2 — Hệ số toả nhiệt bên trong và ngoài ống trao đổi nhiệt, $W/m^2.K$;

d_1, d_2 - Đường kính trong và ngoài ống trao đổi nhiệt, mm;

λ - Hệ số dẫn nhiệt vật liệu ống, W/m.K .

b. Xác định độ chênh nhiệt độ trung bình logarit

$$\Delta t_{tb} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln\frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} \qquad (6\text{-}3)$$

Δt_{max}, Δt_{min}- Hiệu nhiệt độ lớn nhất và bé nhất ở đầu vào và đầu ra của thiết bị trao đổi nhiệt

c. Xác định lưu lượng nước hoặc không khí giải nhiệt

**** Lưu lượng nước***

Lưu lượng nước tuần hoàn được xác định theo công thức sau:

$$G_n = \frac{Q_k}{C_n.\rho_n.\Delta t_n}, \text{ kg/s} \qquad (6\text{-}4)$$

C_n — Nhiệt dung riêng của nước, C_n = 4,186 KJ/kg.K;

ρ_n — Khối lượng riêng của nước, kg/m^3, $\rho_n \approx 1000$ kg/m^3;

Δt_n - Độ chênh nhiệt độ của nước vào và ra thiết bị ngưng tụ, lấy $\Delta t_n = 4 \div 6$ ^oC

**** Lưu lượng không khí***

Lưu lượng không khí giải nhiệt được xác định theo công thức sau:

$$G_{KK} = \frac{Q_k}{C_{KK}.\rho_{KK}.\Delta t_{KK}}, \text{ kg/s} \qquad (6\text{-}5)$$

C_{KK} — Nhiệt dung riêng của không khí, C_{KK} = 1,0 kJ/kg.K;

ρ_{KK} — Khối lượng riêng của không khí, kg/m^3, $\rho_{KK} = 1,15 \div 1,2$ kg/m^3;

Δt_{KK} - Độ chênh nhiệt độ của không khí vào ra thiết bị ngưng tụ, $\Delta t_n = 6 \div 10$ ^oC;

6.3.2 Xác định hệ số toả nhiệt về các môi trường

6.3.2.1 Xác định hệ số toả nhiệt khi ngưng tụ môi chất trong thiết bị ngưng tụ

Hệ số toả nhiệt khi ngưng tụ môi chất trong các thiết bị ngưng tụ rất nhiều dạng và được xác định cụ thể cho từng trường hợp như sau:

**** Ngưng tụ trên chùm ống trơn nằm ngang***

Ngưng tụ trên chùm ống trơn nằm ngang xảy ra ở bình ngưng ống chùm nằm ngang NH_3. Hệ số toả nhiệt khi ngưng trong trường hợp này được tính theo công thức:

$$\alpha = 0,72.\sqrt[4]{\frac{\Delta i.\rho.\lambda^3.g}{\nu.\theta_a.d_{ng}}}.\psi'_h \qquad (6\text{-}6)$$

Δi — Hiệu entanpi của tác nhân lạnh khi vào ra bình ngưng, J/kg;
ρ - Khối lượng riêng của môi chất lỏng trong bình ngưng, kg/m^3;
λ - Hệ số dẫn nhiệt của môi chất lỏng trong bình ngưng, W/m.K;
ν - độ nhớt của môi chất lỏng trong bình ngưng, m^2/s;
$\theta = t_k - t_w$: độ chênh nhiệt độ ngưng tụ và vách ống, ;K
g — Gia tốc trọng trường, m/s^2;
d_{ng} - Đường kính ngoài của ống trao đổi nhiệt, m;
ψ'_h — Hệ số hiệu chỉnh sự thay đổi tốc độ dòng hơi và màng nước từ trên xuống:

$$\psi'_h = n_z^{-0,167} \qquad (6\text{-}7)$$

n_z — Số hàng theo chiều thẳng đứng khi bố trí song song và một nửa số hàng khi bố trí so le.

Nếu chùm ống bố trí so le trong thân trụ thì:

$$n_z = 1,393.\frac{\sqrt{\pi.n}}{2}.\frac{S_1}{S_2} \qquad (6\text{-}8)$$

n — Tổng số ống trong bình;
S_1 và S_2 — Bước ngang và bước đứng, m.

**** Ngưng tụ trên chùm ống có cánh nằm ngang***

Hệ số toả nhiệt khi ngưng trong trường hợp này được tính:

$$\alpha = 0,72.\sqrt[4]{\frac{\Delta i.\rho.\lambda^3.g}{\nu.\theta_a.d_{ng}}}.\psi'_h.\psi_c \qquad (6\text{-}9)$$

ψ_c — Hệ số tính đến điều kiện có cánh

$$\psi_C = 1,3.\frac{F_d.E^{3/4}}{F}.\left(\frac{d_{ng}}{h'}\right)^{0,25} + \frac{F_n}{F} \qquad (6\text{-}10)$$

F_d, F_n — Bề mặt đứng và ngang của 1m ống có cánh, m^2/m

$$F_d = \frac{\pi.(D^2 - d^2_{ng})}{2.S_c} \qquad (6\text{-}11)$$

và

$$F_n = \pi.d_{ng}.\left(1 - \frac{\delta_o}{S_c}\right) + \frac{\pi.D.\delta_d}{S_c} \qquad (6\text{-}12)$$

D, d_{ng} - Đường kính đỉnh và chân cánh, m;
S_c — Bước cánh, m;

δ_o, δ_d — Bề dày chân và đỉnh cánh, m;
$F = F_d + F_n$ — Tổng diện tích bề mặt ngoài của ống có cánh, m^2/m;
E — Hiệu suất của cánh;
h' — Chiều cao qui ước của cánh:

$$h' = \frac{\pi}{4}.\frac{D^2 - d^2_{ng}}{D}, \text{ m} \qquad (6\text{-}13)$$

**** Ngưng tụ trên vách đứng và bên ngoài ống đứng***

- Tiêu chuẩn Re đối với trường hợp này được xác định như sau:

$$\text{Re} = \frac{4.G}{\mu} = \frac{4.\alpha.\theta_a.H}{r.\mu} \qquad (6\text{-}14)$$

G — Lưu lượng môi chất chảy qua trên một đơn vị bề dày của lớp chất lỏng, kg/m.s;

μ - Độ nhớt động lực học của tác nhân lạnh lỏng, PaS.

- Khi Re < 1600 Chảy sóng

$$\alpha = 0{,}943.\sqrt[4]{\frac{\Delta i.\rho.\lambda^3.g}{\nu.\theta_a.H}}.\varepsilon_v \qquad (6\text{-}15)$$

H — Chiều cao bề mặt truyền nhiệt, m

ε_v — Hệ số hiệu chỉnh :

$$\varepsilon_v = \left(\frac{\text{Re}}{4}\right)^{0,04} \qquad (6\text{-}16)$$

- Khi Re > 1600 Chảy rối

$$\alpha = 400.\frac{r.\mu}{H.\theta_a}\left(1 + 0{,}625.\text{Pr}^{0,5}.\left[\frac{H.\theta_a}{(H.\theta_a)_{th}} - 1\right]\right)^{4/3} \qquad (6\text{-}17)$$

Các thông số ở công thức trên đây đều được tính ở t_K

Tích số $(H.\theta)_{th}$ tới hạn được xác định:

$$(H.\theta_a)_{th} = 2300.\frac{r.\rho'.\nu^{5/3}}{g^{1/3}.\lambda}.\left(\frac{\rho'}{\rho' + \rho''}\right)^{1/3} \qquad (6\text{-}18)$$

**** Ngưng tụ bên trong ống đứng và rãnh đứng***

Đối với dòng hơi đứng yên có thể sử dụng các công thức giống như khi ngưng bên ngoài ống đứng ở trên. Khi dòng hơi chuyển động thì tuỳ thuộc và giá trị Re" của hơi tác nhân lạnh

- Nếu Re" = $1{,}2.10^5 \div 4{,}5.10^6$

$$\alpha = 0{,}2.\ \alpha_N.(\text{Re''})^{0,12}.(\text{Pr''})^{-0,33} \qquad (6\text{-}19)$$

- Nếu Re" = $4,5.10^6 \div 2,5.10^7$

$$\alpha = 0,246.\ \alpha_N.10^{-3}.(Re")^{0,55}.(Pr")^{-0,33} \qquad (6\text{-}20)$$

Giá trị α_N xác định theo công thức:

$$\alpha_N = 0,943.\sqrt[4]{\frac{r.\rho.\lambda^3.g}{\nu.\theta_a.H}} \qquad (6\text{-}21)$$

**** Ngưng tụ bên trong ống nằm ngang***

Người ta nhận thấy tuỳ thuộc vào tốc độ hơi ω" và đường kính trong của ống d_{tr} mà quá trình ngưng tụ của hơi bên trong ống phân thành một trong 3 chế độ: phân lớp, quá độ và vành khăn. Chế độ phân lớp là lỏng chảy ở dưới hơi ở trên, khi tăng tốc độ hơi nó sẽ chuyển qua chế độ quá độ và sau đó chuyển qua chế độ vành khăn, lỏng bao xung quanh và hơi ở giữa ống.

Tiêu chuẩn Re" là cơ sở xác định các chế độ:

$$Re" = \frac{\omega".d_{tr}}{\nu"} = \frac{4.q_F.l}{r.\rho".\nu"} = C.q_F.l \qquad (6\text{-}22)$$

l — Chiều dài ống, m;

Nếu $t_K = 30^oC$ thì:

Đối với NH_3 : C = 0,3 ;

Đối với R_{12} : C = 2,1;

Đối với R_{22} : C=1,73

Trong bình ngưng quá trình ngưng tụ trong ống nằm ngang thường là chế độ phân lớp, (Re" < 60.10^3). Khi ngưng tụ NH_3 thì :

$$\alpha = 2100.\theta_a^{-0,167}.d_{tr}^{-0,25} \qquad (6\text{-}23)$$

- Đối với môi chất frêôn ngưng tụ trong ống đồng nằm ngang có thể xác định hệ số toả nhiệt α khi ngưng tổng quát với C = 0,72 và l = d_{tr}

$$\alpha_N = 0,72.\sqrt[4]{\frac{r.\rho.\lambda^3.g}{\nu.\theta_a.d_{tr}}} \qquad (6\text{-}24)$$

- Nếu ngưng tụ trong ống xoắn nằm ngang thì:

$$\alpha_x = \alpha_N\ .\ \varepsilon_x \qquad (6\text{-}25)$$

ε_x — Hệ số hiệu chỉnh ống xoắn:

$$\varepsilon_x = 0,25.q_{tr}^{0,15} \qquad (6\text{-}26)$$

q_{tr} — Mật độ dòng nhiệt đối với bề mặt trong, w/m^2

6.3.2.2 Xác định hệ số toả nhiệt về phía môi trường giải nhiệt

**** Trường hợp môi chất chuyển động bên trong ống hoặc rãnh***

- *Chế độ chảy tầng Re < 2300*

$$Nu = 0{,}15.\mathrm{Re}^{0,33}.\mathrm{Pr}^{0,43}.Gr^{0,1}.\left(\frac{\mathrm{Pr}_f}{\mathrm{Pr}_w}\right)^{0,25}.\varepsilon_l.\varepsilon_R \qquad (6\text{-}27)$$

trong đó các tiêu chuẩn Re, Pr, Gr, Nu tính theo các công thức thông thường ở nhiệt độ xác định là nhiệt độ của môi trường.

Kích thước xác định là đường kính trong hoặc đường kính tương đương bên trong nếu đó là rãnh: $d_{td} = \frac{4.f}{U}$

f, U — Là diện tích và chu vi tiết diện của rãnh;

P_{rf}, P_{rw} — Tiêu chuẩn Pr ở nhiệt độ của môi trường giải nhiệt và bề mặt trong vách ống.

Đối với không khí, do tiêu chuẩn Pr không đổi nên:

$$Nu = 0{,}13.\mathrm{Re}^{0,33}.Gr^{0,1}.\varepsilon_l.\varepsilon_R \qquad (6\text{-}28)$$

Hệ số ε_l là hệ số hiệu chỉnh khi chiều dài của ống , nếu $l/d_t \geq 50$ thì $\varepsilon_l = 1$ nếu $l/d_t < 50$ thì tra theo bảng dưới đây:

Bảng 6-2: Hệ số hiệu chỉnh chiều dài ống

Re	L/d_t								
	1	2	5	10	15	20	30	40	50
2.10^3	1,9	1,7	1,44	1,28	1,18	1,13	1,05	1,02	1
10^4	1,56	1,5	1,34	1,23	1,17	1,13	1,05	1,03	1
2.10^4	1,51	1,4	1,27	1,18	1,13	1,10	1,05	1,02	1
5.10^4	1,34	1,27	1,18	1,13	1,10	1,08	1,04	1,02	1
10^5	1,28	1,22	1,15	1,10	1,08	1,06	1,03	1,02	1

Hệ số ε_R — là hệ số hiệu chỉnh khi ống bị uốn cong

$$\varepsilon_R = 1 + 1{,}77.\frac{d_t}{R} \qquad (6\text{-}29)$$

R bán kính uốn cong của tâm ống

- *Chế độ chảy rối Re > 10^4*

$$Nu = 0{,}021.\mathrm{Re}^{0,8}.\mathrm{Pr}^{0,43}.\left(\frac{\mathrm{Pr}_f}{\mathrm{Pr}_w}\right)^{0,25}.\varepsilon_l.\varepsilon_R \qquad (6\text{-}30)$$

Đối với không khí

$$Nu = 0{,}018.\mathrm{Re}^{0,8}.\varepsilon_l.\varepsilon_R \qquad (6\text{-}31)$$

- *Chế độ chảy quá độ* $2300 \leq Re \leq 10^4$

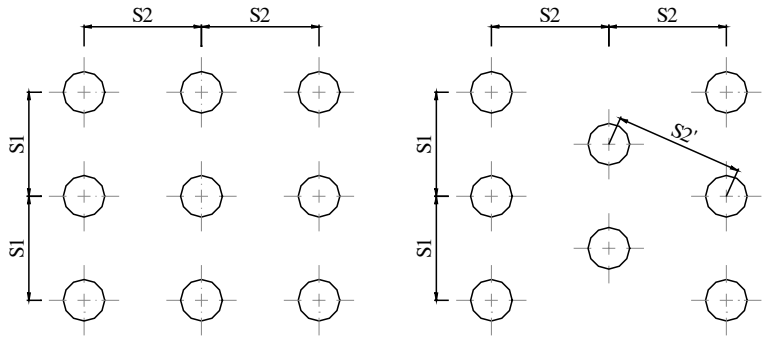
Tính giống như trường hợp chảy rối nhưng nhân với hệ số hiệu chỉnh dưới đây:

Bảng 6-3: Hệ số hiệu chỉnh ε_{qd}

Re	2.500	3.000	4.000	5.000	6.000	8.000	10.000
ε_{qd}	0,40	0,57	0,72	0,81	0,88	0,96	1

**** Trường hợp không khí chuyển động ngang qua chùm ống***

Chùm ống có thể bố trí theo kiểu song song hoặc so le.



$$Nu = C \cdot Re^m \cdot Pr^n \cdot \varepsilon_z \qquad (6\text{-}32)$$

ε_Z — Hệ số hiệu chỉnh tính đến số dãy ống theo chiều chuyển động của không khí, nếu số dãy lớn hơn 10 thì có thể lấy bằng $\varepsilon_Z = 1$.

Bảng 6-4: Hệ số hiệu chỉnh số dãy ống ε_z

Số dãy	1	2	4	6	8	10	12
Chùm song song $Re > 10^3$	0,71	0,80	0,89	0,93	0,95	0,98	0,99
Chùm so le $10^2 < Re < 10^3$	0,83	0,88	0,93	0,96	0,97	0,99	1,0
Chùm so le $Re > 10^3$	0,61	0,73	0,88	0,92	0,95	0,98	0,99

Kích thước xác định là đường kính ngoài, nhiệt độ xác định là nhiệt độ không khí.

Các trị số C, m và n tra theo bảng dưới đây, phụ thuộc vào chế độ chuyển động

Bảng 6-5: Các hằng số C,m và n

Chế độ chảy	Chùm ống song song			Chùm ống so le			
	C	m	n	C	m	n	a/b
Chảy tầng $Re=10^2 \div 10^3$	0,52	0,5	0,36	0,71	0,5	0,36	
Quá độ $Re=10^3 \div 2.10^5$	0,27	0,63	0,36	$0,35.(a/b)^{0,2}$ 0,4	0,6 0,6	0,36 0,36	< 2 > 2
Chảy rối $R > 2.10^5$	0,033	0,80	0,4	$0,031.(a/b)^{0,2}$	0,8	0,4	

Trong đó, $a = S_1/d_{ng}$ và $b = S_2/d_{ng}$

**** Trường hợp không khí chuyển động ngang qua chùm ống có cánh***

- Đối với cánh tròn:

$$Nu = C.C_z.C_s.\varphi^{-m}{}_{ng}.\mathrm{Re}^n \qquad (6\text{-}33)$$

- Các hằng số C và m xác định như sau:

  Chùm ống song song : C = 0,18; m = 0,7;

  Chùm ống so le : C = 0,32; m = 0,5.

- Hằng số Cz hiệu chỉnh ảnh hưởng của số hàng ống z theo chiều chuyển động của dòng không khí, tra theo bảng dưới đây:

Bảng 6-6 : Hệ số hiệu chỉnh số dãy ống Cz

Bố trí	Re	Số hàng ống			
		1	2	3	≥ 4
So le	12.000	0,62	0,9	0,97	1,0
	50.000	0,75	0,88	0,97	1,0
Song song	12.000	1,4	1,3	1,0	1,0
	30.000	1,2	1,2	1,0	1,0
	50.000	1,0	1,0	1,0	1,0

- Hệ số Cs hiệu chỉnh ảnh hưởng của cách bố trí

+ Bố trí song song : $C_s = \left(\frac{S_1 - d_{ng}}{S_2 - d_{ng}}\right)^{0,1}$ (6-34)

+ Bố trí so le : $C_s = \left(\frac{S_1 - d_{ng}}{S'_2 - d_{ng}}\right)^{0,1}$ (6-35)

- Chỉ số n được xác định như sau : $n = 0,6.\varphi_{ng}^{0,07}$;

trong đó φ_{ng} hệ số làm cánh bên ngoài $\varphi_{ng} = F/F_{ng}$;
F, F_{ng} — Toàn bộ diện tích bên ngoài và diện tích bề ngoài ngoài phần ống, m^2/m.

- Kích thước xác định của các tiêu chuẩn được xác định như sau:

$$l = \frac{F_o}{F}.dng + \frac{F_c}{F}.\sqrt{0,785.(D^2 - d^2{}_{ng})} \quad (6\text{-}36)$$

F_o, F_c, F — Diện tích ngoài phần ống giữa các cánh, diện tích mặt ngoài của cánh và tổng diện tích của chúng, m^2;
D, d_{ng} - Đường kính ngoài của cánh và ống, m.

- Đối với cánh chữ nhật:

Khi chùm ống bố trí song song:

$$Nu = C.\mathrm{Re}^n.\left(\frac{L}{d_{td}}\right)^m \quad (6\text{-}37)$$

ở đây d_{td} - Đường kính tương đương, m:

$$dt_d = \frac{2(S_1 - d_{ng}).(S_c - \delta_c)}{(S_1 - d_{ng}) + (S_c - \delta_c)} \quad (6\text{-}38)$$

L — Tổng chiều dài cánh theo chiều chuyển động của không khí, m;

$n = 0,45 + 0,0066.L/d_{td}$;

m = -0,28 + 0,08.Re/1000;

C = A. (1,36 — 0,24.Re/1000)

Trị số A tra theo bảng sau:

Bảng 6-7: Hệ số A

L/d_{td}	5	10	20	30	40	50
A	0,412	0,326	0,201	0,125	0,080	0,0475

Trong trường hợp bố trí so le vẫn tính như trên nhưng hệ số toả nhiệt α tăng thêm 10%.

**** Toả nhiệt của màng nước***

Khi tính hệ số truyền nhiệt của dàn ngưng kiểu tưới và bay hơi, ta gặp trường hợp trao đổi nhiệt giữa bề mặt ống trao đổi nhiệt với màng nước bao quanh. Trong trường hợp này hệ số toả nhiệt về phía màng nước được xác định như sau:

- Đối với ống nằm ngang

+ Nếu Re = 1,1 ÷ 200:

$$Nu = 0,51.Re^{0,33}.Pr^{0,48} \quad (6\text{-}39)$$

+ Nếu Re > 200:

$$Nu = 0,1.Re^{0,63}.Pr^{0,48} \quad (6\text{-}40)$$

Trong các công thức trên, xác định Re theo đường kính ngoài và tốc độ chuyển động trung bình của màng nước qua ống :

$$\omega_{tb} = \frac{G_1}{\rho_n.\delta_m}, \text{ m/s} \quad (6\text{-}41)$$

G_1 — Lượng nước xối trên 1m chiều dài ống:

$$G_1 = \frac{G_n}{2.l.z}, \text{ kg/m.s} \quad (6\text{-}42)$$

G_n — Lưu lượng nước xối tưới, kg/s;

l — Chiều dài ống, m;

Z — Số dãy ống đặt song song (nằm ngang) cùng được xối tưới;

δ_m — Chiều dày màng nước, m.

$$\delta_m = 1,94.\sqrt[3]{\frac{\mu.G_1}{g.\rho^2}} \quad (6\text{-}43)$$

Kích thước tính toán : $d_{td} = 4.\delta_m$

Đối với nước có thể tính hệ số toả nhiệt theo công thức đơn giản sau:

$$\alpha = 9750.G_1^{1/3} \quad (6\text{-}44)$$

- Đối với ống đặt thẳng đứng

+ Nếu Re < 2000:

$$Nu = 0,67.\sqrt[9]{Ga^2.\Pr^3.\mathrm{Re}_m} \quad (6\text{-}45)$$

+ Nếu Re ≥ 2000:

$$Nu = 0{,}01.\sqrt[3]{Ga.\Pr.\mathrm{Re}_m} \qquad (6\text{-}46)$$

trong đó : $Re_m = 4.G_1/\mu$ với $G_1 = \dfrac{G_n}{\pi.d_{tr}.n}$

Chiều dài xác định là chiều cao ống, m;
n — Số ống;
d_{tr} - Đường kính trong của ống, m.

* * *

CHƯƠNG VII
THIẾT BỊ BAY HƠI

7.1. VAI TRÒ, VỊ TRÍ VÀ PHÂN LOẠI THIẾT BỊ BAY HƠI

7.1.1 Vai trò, vị trí của thiết bị bay hơi

Thiết bị bay hơi có nhiệm vụ hoá hơi gas bão hoà ẩm sau tiết lưu đồng thời làm lạnh môi trường cần làm lạnh. Như vậy cùng với thiết bị ngưng tụ, máy nén và thiết bị tiết lưu, thiết bị bay hơi là một trong những thiết bị quan trọng nhất không thể thiếu được trong các hệ thống lạnh. Quá trình làm việc của thiết bị bay hơi ảnh hưởng đến thời gian và hiệu quả làm lạnh. Đó là mục đích chính của hệ thống lạnh. Vì vậy, dù toàn bộ trang thiết bị hệ thống tốt đến đâu nhưng thiết bị bay hơi làm việc kém hiệu quả thì tất cả trở nên vô ích.

Khi quá trình trao đổi nhiệt ở thiết bị bay hơi kém thì thời gian làm lạnh tăng, nhiệt độ phòng không đảm bảo yêu cầu, trong một số trường hợp do không bay hơi hết lỏng trong dàn lạnh dẫn tới máy nén có thể hút ẩm về gây ngập lỏng.

Ngược lại, khi thiết bị bay hơi có diện tích quá lớn so với yêu cầu, thì chi phí đầu tư cao và đồng thời còn làm cho độ quá nhiệt hơi ra thiết bị lớn. Khi độ quá nhiệt lớn thì nhiệt độ cuối quá trình nén cao, tăng công suất nén.

Lựa chọn thiết bị bay hơi dựa trên nhiều yếu tố như hiệu quả làm việc, đặc điểm và tính chất sản phẩm cần làm lạnh.

7.1.2 Phân loại thiết bị bay hơi

Thiết bị bay hơi sử dụng trong các hệ thống lạnh rất đa dạng. Tuỳ thuộc vào mục đích sử dụng khác nhau mà nên chọn loại dàn cho thích hợp. Có nhiều cách phân loại thiết bị bay hơi.

- Theo môi trường cần làm lạnh:

+ Bình bay hơi, được sử dụng để làm lạnh chất lỏng như nước, nước muối, glycol vv..

+ Dàn lạnh không khí, được sử dụng để làm lạnh không khí.

+ Dàn lạnh kiểu tấm, có thể sử dụng làm lạnh không khí, chất lỏng hoặc sản phẩm dạng đặc. Ví dụ như các tấm lắc trong tủ đông tiếp xúc, trống làm đá trong tủ đá vảy vv

+ Dàn làm lạnh chất lỏng: dàn lạnh xương cá, panen trong các hệ thống lạnh máy đá cây.

- Theo mức độ chứa dịch trong dàn lạnh:

Dàn lạnh kiểu ngập lỏng hoặc không ngập lỏng.

Ngoài ra người ta còn phân loại theo tính chất kín hở của môi trường làm lạnh

7.2. THIẾT BỊ BAY HƠI

7.2.1 Thiết bị bay hơi làm lạnh chất lỏng

7.2.1.1 Bình bay hơi làm lạnh chất lỏng

a. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Bình bay hơi làm lạnh chất lỏng có cấu tạo tương tự bình ngưng tụ ống chùm nằm ngang. Có thể phân bình bay hơi làm lạnh chất lỏng thành 02 loại:

- Bình bay hơi hệ thống NH_3 : Đặc điểm cơ bản của bình bay hơi kiểu này là môi chất lạnh bay hơi bên ngoài các ống trao đổi nhiệt, tức khoảng không gian giữa các ống, chất lỏng cần làm lạnh chuyển động bên trong các ống trao đổi nhiệt.

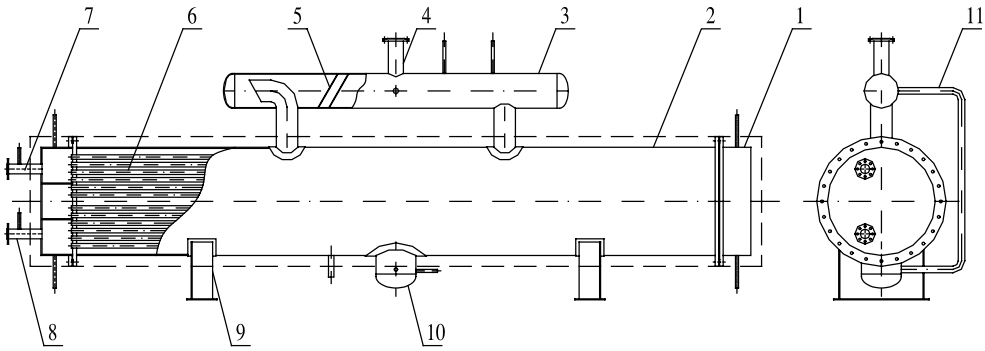
- Bình bay hơi frêôn : Bình bay hơi frêôn ngược lại môi chất lạnh có thể sôi ở bên trong hoặc ngoài ống trao đổi nhiệt, chất lỏng cần làm lạnh chuyển động dích dắc bên ngoài hoặc bên trong các ống trao đổi nhiệt.

**** Bình bay hơi NH_3***

Trên hình 7-1 trình bày bình bay hơi NH_3. Bình sử dụng các trao đổi nhiệt là thép áp lực trơn C20 đường kính Φ38x3, Φ51x3,5 hoặc Φ57x3,5. Các chùm ống được bố trí so le, cách đều và nằm trên các đỉnh tam giác đều, mật độ tương đối dày để giảm kích thước bình, đồng thời giảm dung tích chứa NH_3. Thân và nắp bình bằng thép CT_3. Để bình có hình dáng đẹp, hợp lý tỷ số giữa chiều dài và đường kính cần duy trì trong khoảng L/D=5÷8. Các mặt sàng thường được làm bằng thép cácbon hoặc thép hợp kim và có độ dày khá lớn 20÷30mm. Ống được núc chặt vào mặt sàng hoặc hàn. Khoảng hở cần thiết nhỏ nhất giữa các ống ngoài cùng và mặt trong của thân bình là 15÷20mm.

Phía dưới bình có thể có rốn để thu hồi dầu, từ đây dầu được đưa về bình thu hồi dầu. Môi chất được tiết lưu vào bình từ phía dưới, sau khi trao đổi nhiệt hơi sẽ được hút về máy từ bình tách lỏng gắn ở phía trên bình bay hơi. Đối với các bình công suất lớn, lỏng được đưa vào ống góp rồi đưa vào một số ống nhánh dẫn vào bình, phân bố đều theo chiều dài. Hơi ra bình cũng được dẫn ra từ nhiều ống phân bố đều trong không gian. Bình bay hơi có trang bị van phao khống chế mức lỏng tránh hút hơi ẩm về máy nén. Van phao tác động đóng van điện từ cấp dịch khi mức dịch vượt quá mức cho phép. Trường hợp muốn khống chế mức dịch dưới có thể dùng thêm van phao thứ 2 tác động mở van điện từ cấp dịch khi lượng dịch quá thấp.

Các nắp bình cũng có các vách phân dòng để chất tải lạnh chuyển động nhiều lần trong bình, tăng thời gian làm lạnh và tốc độ chuyển động của nó nhằm nâng cao hiệu quả trao đổi nhiệt.



1- Nắp bình; 2-Thân bình; 3-Tách lỏng; 4- Ống NH_3 ra; 5- Tấm chắn lỏng; 6- Ống TĐN; 7- Ống lỏng ra; 8- Ống lỏng vào; 9- Chân bình; 10- Rốn bình; 11- Ống nối van phao

Hình 7-1: Bình bay hơi NH_3

Cường độ trao đổi nhiệt trong thiết bị phụ thuộc vào nhiều yếu tố như chế độ nhiệt, tốc độ chuyển động, nhiệt độ và bản chất vật lý của chất lỏng trong ống. Đối với bình làm lạnh nước muối khi tốc độ v=1÷1,5 m/s, độ làm lạnh nước muối khoảng 2÷3°C, hệ số truyền nhiệt k = 400÷520 W/m^2.K; mật độ dòng nhiệt q_{of} = 2000÷4500 W/m^2 .

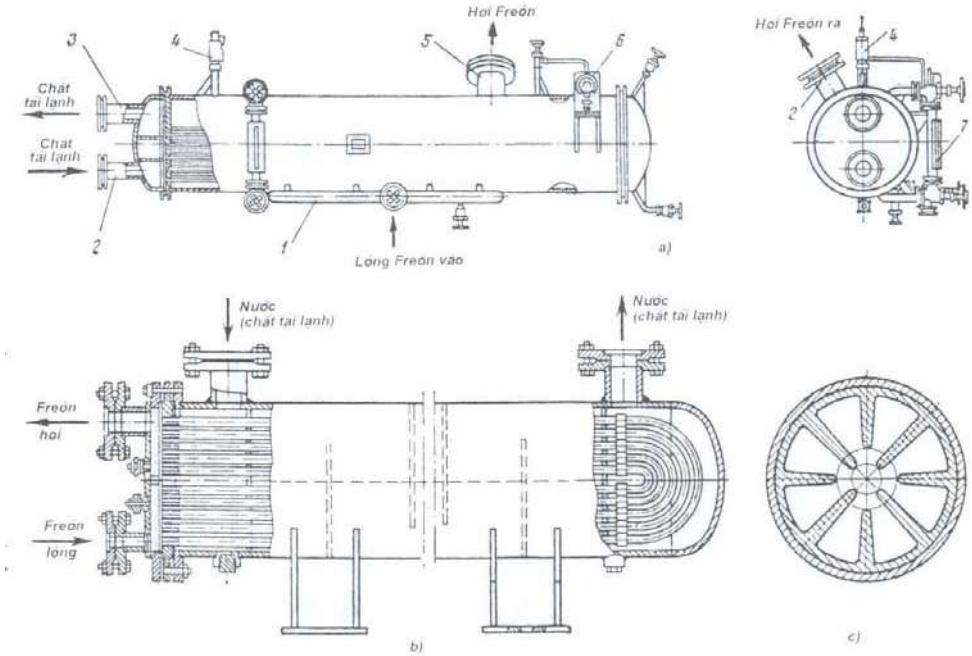
Chất lỏng thường được làm lạnh là nước, glycol, muối Nacl và $CaCl_2$. Khi làm lạnh muối NaCl và $CaCl_2$ thì thiết bị chịu ăn mòn đặc

biệt khi để lọt khí vào bên trong nên thực tế ít sử dụng. Trường hợp này nên sử dụng các dàn lạnh kiểu hở khi bị hư hỏng dễ sửa chữa và thay thế. Để làm lạnh nước và glycol người ta thường sử dụng bình bay hơi frêôn.

Ưu điểm của bình bay hơi là chất tải lạnh tuần hoàn trong hệ thống kín không lọt không khí vào bên trong nên giảm ăn mòn.

**** Bình bay hơi frêôn***

Trên hình 7-2 giới thiệu 02 loại bình bay hơi khác nhau loại môi chất sôi ngoài ống và bên trong ống trao đổi nhiệt. Bình bay hơi frêôn môi chất sôi trong ống thường được sử dụng để làm lạnh các môi chất có nhiệt độ đóng băng cao như nước trong các hệ thống điều hoà water chiller.



a) Môi chất sôi ngoài ống: 1) Ống phân phối lỏng, 2,3- Chất tải lạnh vào, ra; 4- Van an toàn; 5- Hơi ra; 6- áp kế; 7- Ống thuỷ
b) Môi chất sôi trong ống (dạng chữ U)
c) Tiết diện ống có cánh trong gồm 02 lớp: lớp ngoài là đồng niken, trong là nhôm

Hình 7-2: Bình bay hơi frêôn

Khi xảy ra đóng băng ít nguy hiểm hơn trường hợp nước chuyển động bên trong ống. Đối với bình môi chất sôi trong ống khối lượng môi chất giảm 2 ÷3 lần so với sôi ngoài ống. Điều này rất có ý nghĩa đối với hệ thống frêôn vì giá thành frêôn cao hơn NH_3 nhiều. Để nâng cao hiệu quả trao đổi nhiệt đối với bình frêôn, đặc biệt R_{12} người ta làm cánh về phía môi chất. Khi môi chất chuyển động bên trong người ta chế tạo ống có cánh bằng 02 lớp vật liệu khác nhau, bên ngoài là đồng, bên trong là nhôm.

Hệ số truyền nhiệt bình ngưng sử dụng môi chất R12 khoảng 230÷350 $W/m^2.K$, độ chênh nhiệt độ khoảng 5÷8K. Đối với môi chất R22 ông trao đổi nhiệt có thể là ống dồng nhẵn vì hệ số truyền nhiệt của nó cao hơn so với R12 từ 20÷30%.

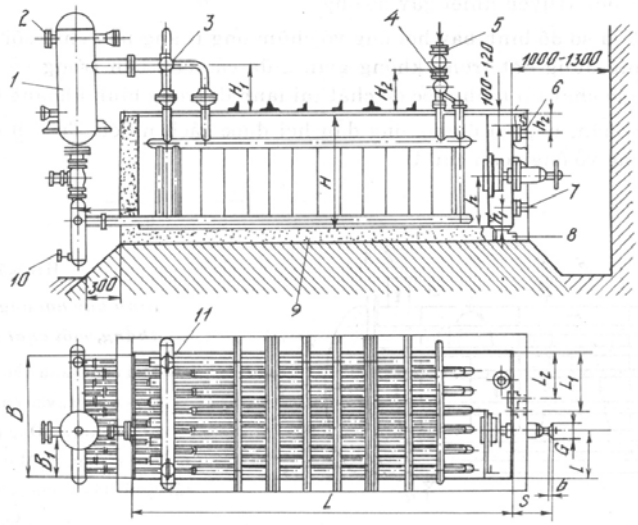
7.2.1.2 Dàn lạnh panen

Để làm lạnh các chất lỏng trong chu trình hở người ta sử dụng các dàn lạnh panen

Cấu tạo của dàn gồm 02 ống góp lớn nằm phía trên và phía dưới, nối giữa hai ống góp là các ống trao đổi nhiệt dạng ống trơn thẳng đứng. Môi chất chuyển động và sôi trong các ống, chất lỏng cần làm lạnh chuyển động ngang qua ống. Các dàn lạnh panen được cấp dịch theo kiểu ngập lỏng nhờ bình giữ mức- tách lỏng. Môi chất lạnh đi vào ống góp dưới và đi ra ống góp trên.

Tốc độ luân chuyển của nước muối trong bể khoảng 0,5÷0,8 m/s, hệ số truyền nhiệt k=460÷580 $w/m^2.K$. Khi hiệu nhiệt độ giữa môi chất và nước muối khoảng 5÷6K, mật độ dòng nhiệt của dàn bay hơi panen khá cao khoảng 2900÷3500 W/m^2

Dàn lạnh panen kiểu ống thẳng có nhược điểm là quảng đường đi của dòng môi chất trong các ống trao đổi nhiệt khá ngắn và kích thước tương đối cồng kềnh. Để khắc phục điều đó người ta làm dàn lạnh theo kiểu xương cá.



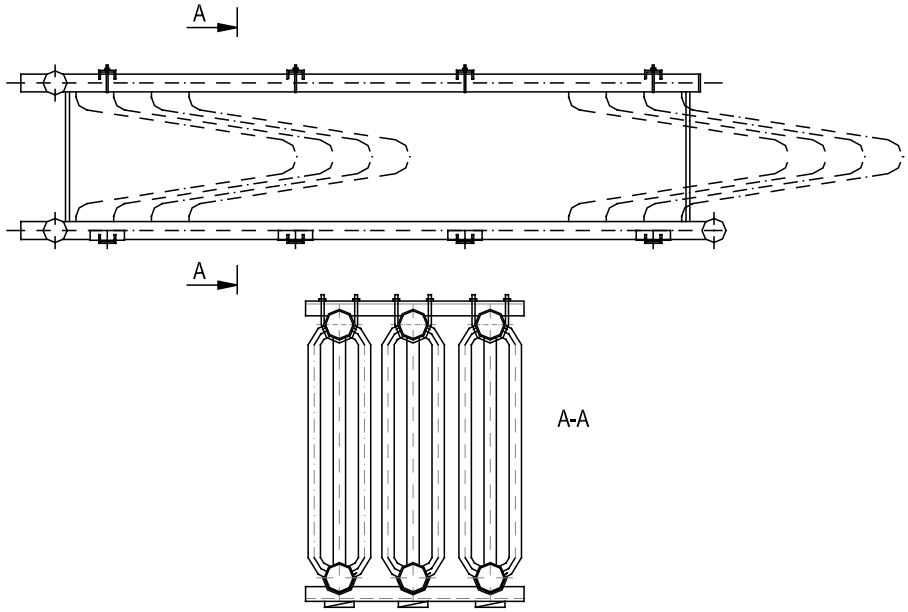
1- Bình giữ mức-tách lỏng; 2- Hơi về máy nén; 3- Ống góp hơi; 4- Góp lỏng vào; 5- Lỏng vào; 6- Xả tràn nước muối; 7- Xả nước muối ; 8- Xả cạn; 9- Nền cách nhiệt; 10- Xả dầu; 11- Van an toàn

Hình 7-3: Thiết bị bay hơi kiểu panen

7.2.1.3 Dàn lạnh xương cá

Dàn lạnh xương cá được sử dụng rất phổ biến trong các hệ thống làm lạnh nước hoặc nước muối, ví dụ như hệ thống máy đá cây. Về cấu tạo, tương tụ dàn lạnh panen nhưng ở đây các ống trao đổi nhiệt được uốn cong, do đó chiều dài mỗi ống tăng lên đáng kể. Các ống trao đổi nhiệt gắn vào các ống góp trông giống như một xương cá khổng lồ. Đó là các ống thép áp lực dạng trơn, không cánh. Dàn lạnh xương cá cũng có cấu tạo gồm ngiều cụm (môđun), mỗi cụm có 01 ống góp trên và 01 ống góp dưới và hệ thống 2÷4 dãy ống trao đổi nhiệt nối giữa các ống góp.

Mật độ dòng nhiệt của dàn bay hơi xương cá tương đương dàn lạnh kiểu panen tức khoảng 2900÷3500 W/m^2



1- Ống góp ngang; 2- Ống trao đổi nhiệt; 3- Ống góp dọc; 4- Kẹp ống; 5- Thanh đỡ

Hình 7-4: Dàn lạnh xương cá

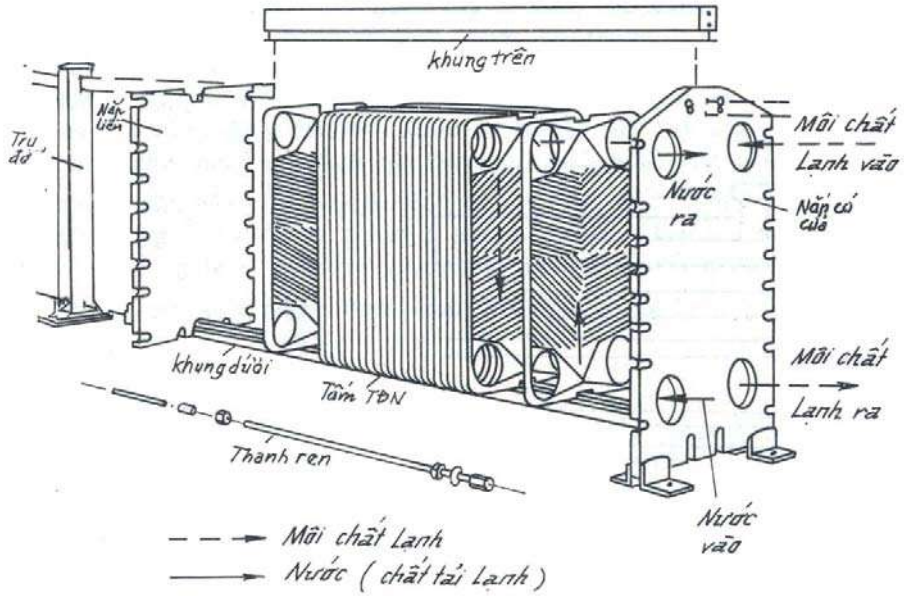
7.2.1.4 Dàn lạnh tấm bản

Ngoài các dàn lạnh thường được sử dụng ở trên, trong công nghiệp người ta còn sử dụng dàn bay hơi kiểu tấm bản để làm lạnh nhanh các chất lỏng. Ví dụ hạ nhanh dịch đường và glycol trong công nghiệp bia, sản xuất nước lạnh chế biến trong nhà máy chế biến thực phẩm vv..

Cấu tạo dàn lạnh kiểu tấm bản hoàn toàn giống dàn ngưng tấm bản, gồm các tấm trao đổi nhiệt dạng phẳng có dập sóng được ghép với nhau bằng đệm kín. Hai đầu là các tấm khung dày, chắc chắn được giữ nhờ thanh giằng và bu lông. Đường chuyển động của môi chất và chất tải lạnh ngược chiều và xen kẻ nhau. Tổng diện tích trao đổi nhiệt rất lớn. Quá trình trao đổi nhiệt giữa hai môi chất thực hiện qua vách tương đối mỏng nên hiệu quả trao đổi nhiệt cao. Các lớp chất tải lạnh khá mỏng nên quá trình trao đổi nhiệt diễn ra nhanh chóng. Dàn lạnh tấm bản NH_3 có thể đạt k =2500÷4500 W/m^2.K khi làm lạnh nước. Đối với R_{22} làm lạnh nước hệ số truyền nhiệt đạt k =1500÷3000

W/m^2.K. Đặc điểm của dàn lạnh kiểu tấm bản là thời gian làm lạnh rất nhanh, khối lượng môi chất lạnh cần thiết nhỏ.

Nhược điểm là chế tạo phức tạp nên chỉ có các hãng nổi tiếng mới có khả năng chế tạo. Do đó khi hư hỏng, không có vật tư thay thế, sửa chữa khó khăn.



Hình 7-5: Dàn lạnh kiểu tấm bản

7.2.2 Thiết bị bay hơi làm lạnh không khí

7.2.2.1 Dàn lạnh đối lưu tự nhiên

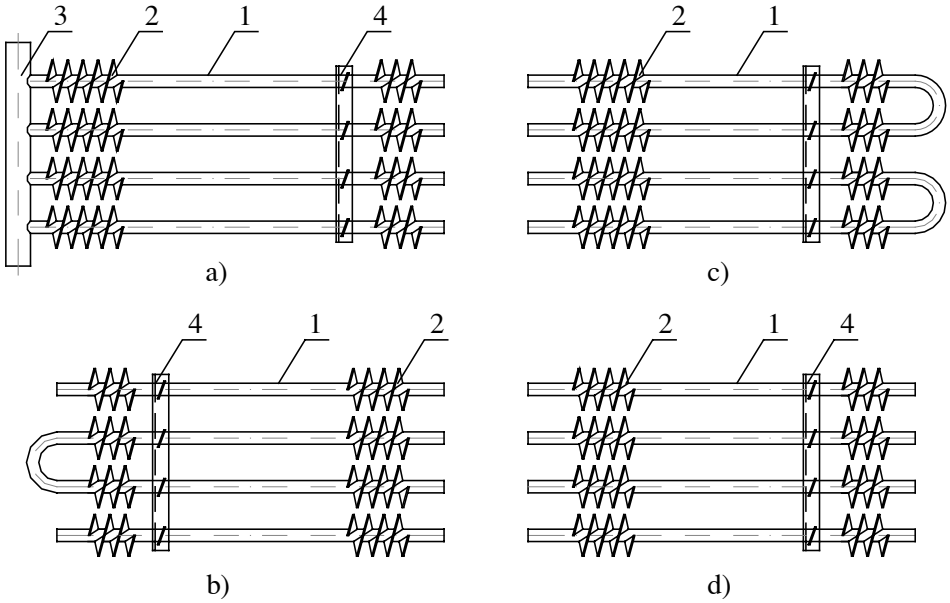
Dàn lạnh đối lưu tự nhiên không dùng quạt được sử dụng để làm lạnh không khí trong các buồng lạnh. Dàn có thể được lắp đặt áp trần hoặc áp tường, ống trao đổi nhiệt là ống thép trơn hoặc ống có cánh bên ngoài. Cánh tản nhiệt sử dụng là cánh thẳng hoặc cánh xoắn.

Đối với dàn ống trơn thường dùng là ống thép Φ57x3,5, bước ống từ 180÷300mm. Dàn ống có hệ số truyền nhiệt khoảng k=7÷10 W/m^2.K

Đối với dàn ống có cánh của Nga được làm từ các ống trao đổi nhiệt Φ38x3, cánh tản nhiệt dạng xoắn thép dày 0,8÷1,0mm, chiều rộng lá thép là 45mm, bước cánh khoảng 20÷30mm. Hệ số truyền nhiệt tính theo diện tích mặt ngoài có cánh đối với dàn áp tường k=3÷4,5

W/m^2.K và dàn áp trần k =4÷5,5 W/m^2.K . Nhược điểm của dàn lạnh đối lưu tự nhiên là hiệu quả trao đổi nhiệt thấp, nên thực tế ít sử dụng.

Đối với dàn ống của Nga người ta thường chế tạo theo các kiểu như sau: Dàn ống có 01 ống góp (hình 7-6a), dàn ống xoắn đầu (7-6b), dàn ống xoăn đuôi (7-6c) và dàn ống có 02 ống góp (7-6d)



1- Ống trao đổi nhiệt; 2- Cánh tản nhiệt; 3- Ống góp; 4- Thanh đỡ

Hình 7-6: Dàn lạnh đối lưu tự nhiên có cánh

7.2.2.2 Dàn lạnh đối lưu cưỡng bức

Dàn lạnh đối lưu không khí cưỡng bức được sử dụng rất rộng rãi trong các hệ thống lạnh để làm lạnh không khí như trong các kho lạnh, thiết bị cấp đông, trong điều hoà không khí vv□

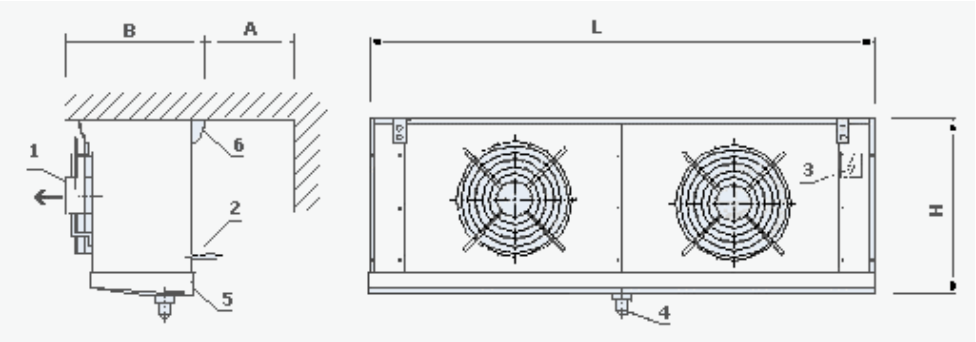
Dàn lạnh đối lưu cưỡng bức có 02 loại : Loại ống đồng và ống sắt. Thường các dàn lạnh đều được làm cánh nhôm hoặc cánh sắt. Dàn lạnh có vỏ bao bọc, lồng quat, ống khuyếch tán gió, khay hứng nước ngưng. Việc xả nước ngưng có thể sử dụng bằng nhiều phương pháp, nhưng phổ biến nhất là dùng điện trở xả băng.

Dàn lạnh ống trơn NH_3 có k = 35÷43 W/m^2.K. Đối với dàn lạnh frêôn k = 12 W/m^2.K

Dàn lạnh sử dụng trong các kho lạnh có cấu tạo với chiều rộng khá lớn, trải dài theo chiều rộng kho lạnh.

Hình 7-7: Dàn lạnh đối lưu cưỡng bức

Mỗi dàn có từ 1÷6 quạt, các dàn lạnh đặt phía trước mỗi dàn, hút không khí chuyển động qua các dàn. Dàn lạnh có bước cánh từ 3÷8 mm, tuỳ thuộc mức độ thoát ẩm của các sản phẩm trong kho. Vỏ bao che của dàn lạnh là tôn mạ kẽm, phía dưới có máng hứng nước ngưng. Máng hứng nước nghiêng về phía sau để nước ngưng chảy kệt, tránh đọng nước trong máng, nước đọng có thể đóng băng làm tắc đường thoát nước. Dàn gồm nhiều cụm ống độc lập song song dọc theo chiều cao của dàn, vì vậy thường có các búp phân phối ga ga để phân bố dịch lỏng đều cho các cụm.



1- Quạt dàn lạnh; 2- ống môi chất vào, ra; 3- Hộp đấu dây; 4- ống xả nước ngưng;
5- Máng nước ngưng; 6- Bách treo

Hình 7-8: Dàn lạnh trong các kho lạnh

7.3 TÍNH TOÁN THIẾT BỊ BAY HƠI

Có hai bài toán tính toán thiết bị bay hơi : Tính kiểm tra và tính thiết kế

Tính toán thiết bị bay hơi là xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết để đáp ứng phụ tải nhiệt đã cho.

- Thông số ban đầu:
  + Chế độ nhiệt ẩm của buồng lạnh
  + Loại thiết bị bay hơi
  + Công suất lạnh cầu Q_o
- Thông số cần xác định : Diện tích trao đổi nhiêt, bố trí và kết cấu thiết bị bay hơi.

7.3.1 Các bước tính toán dàn lạnh

1. Chọn loại thiết bị bay hơi

Chọn kiểu loại dàn lạnh cho hệ thống lạnh cũng dựa trên nhiều tiêu chí khác nhau nhưu đặc điểm cấu tạo, yêu cầu về làm lạnh vv□

2. Tính diện tích trao đổi nhiệt

$$F = \frac{Q_o}{k.\Delta t_o} = \frac{Q_o}{q_{of}}, \text{ m}^2 \qquad (7\text{-}1)$$

Q_o — Công suất lạnh yêu cầu của thiết bị bay hơi, W

k — Hệ số truyền nhiệt, W/m^2.K;

Δt_o -Độ chênh nhiệt độ trung bình lôgarit, ^oK;
q_{of} — Mật độ dòng nhiệt của thiết bị bay hơi, W/m^2.

a. Xác định hệ số truyền nhiệt k

Hệ số truyền nhiệt k có thể xác định theo kinh nghiệm theo bảng 7-1 dưới đây. Trong trường hợp cụ thể có thể tiến hành tính toán theo các công thức tính toán truyền nhiệt thông thường. Đối với thiết bị bay hơi hệ thống lạnh, hệ số toả nhiệt về các môi trường ở thiết bị bay hơi có những đặc điểm khác.

Bảng 7-1 : Hệ số truyền nhiệt k và mật độ dòng nhiệt các dàn lạnh

TT	Kiểu thiết bị bay hơi	k ($W/m^2.K$)	q_f (W/m^2)	Δt (^oC)
1	***Thiết bị bay hơi làm lạnh chất lỏng***			
	- Bình bay hơi NH3	460÷580	2000÷4500	4÷6
	- Bình bay hơi frêôn			
	+ R12	230÷350		8÷10
	+ R22	350÷400		8÷10
	- Dàn lạnh kiểu panen	460÷580	2900÷3500	
	- Dàn lạnh xương cá		2900÷3500	
	- Dàn lạnh kiểu tấm bản			
	+ NH3	2500÷4500		
	+ R22	1500÷3000		
2	***Thiết bị bay hơi làm lạnh không khí***			
	- Thiết bị bay hơi đối lưu tự nhiên	3÷5,5		
	- Thiết bị bay hơi đối lưu cưỡng bức			
	+ ống trơn NH3	35 ÷ 43		
	+ Frêôn	12		

Hệ số truyền nhiệt được tính tuỳ thuộc trường hợp cụ thể của bề mặt trao đổi nhiệt. Chẳng hạn như trường hợp ống trơn có thể tính như sau:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\Pi.d_1.\alpha_1} + \frac{1}{2.\Pi.\lambda}.\ln\frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\Pi.d_2.\alpha_2}}, W/m.K \qquad (7\text{-}2)$$

trong đó:

α_1, α_2 — Hệ số toả nhiệt bên trong và ngoài ống trao đổi nhiệt, W/m^2.K;

d_1, d_2 - Đường kính trong và ngoài ống trao đổi nhiệt, mm;

λ - Hệ số dẫn nhiệt vật liệu ống, W/m.K.

b. Xác định độ chênh nhiệt độ trung bình logarit

$$\Delta t_{tb} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \dfrac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} \qquad (7\text{-}3)$$

Δt_{max}, Δt_{min}- Hiệu nhiệt độ lớn nhất và bé nhất ở đầu vào và ra của thiết bị trao đổi nhiệt.

c. Xác định lưu lượng chất lỏng hoặc không khí làm lạnh

**** Lưu lượng chất lỏng***

Lưu lượng chất lỏng được làm lạnh ở thiết bị bay hơi được xác định theo công thức sau:

$$G = \frac{Q_o}{C.\rho.\Delta t}, \text{ kg/s} \qquad (7\text{-}4)$$

C — Nhiệt dung riêng của chất lỏng, J/kg.K;

ρ — Khối lượng riêng của chất lỏng, kg/m^3;

Δt - Độ chênh nhiệt độ của chất lỏng vào ra thiết bị bay hơi, ^{o}C.

**** Lưu lượng không khí***

Lưu lượng không khí làm lạnh được xác định theo công thức sau:

$$G_{KK} = \frac{Q_o}{C_{KK}.\rho_{KK}.\Delta t_{KK}}, \text{ kg/s} \qquad (7\text{-}5)$$

C_{KK} — Nhiệt dung riêng của không khí, C_n = 1,0 kJ/kg.K;

ρ_{KK} — Khối lượng riêng của không khí , kg/m^3, ρ_{KK} = 1,15÷1,2 kg/m^3;

Δt_{KK} - Độ chênh nhiệt độ của không khí vào ra thiết bị bay hơi , ^{o}C.

7.3.2 Xác định hệ số toả nhiệt về phía các môi chất ở thiết bị bay hơi

7.3.2.1 Hệ số toả nhiệt khi sôi môi chất lạnh

**** Sôi trong ống và rãnh nằm ngang***

- Đối với Frêôn

$$\alpha = C.q_{tr}^{0,15}(\omega.\rho)^n \qquad (7\text{-}6)$$

ω - Tốc độ chuyển động của frêôn lỏng, m/s;

ρ - Khối lượng riêng của frêôn lỏng, kg/m^3;

Trị số C và n được xác định như sau:

+ Đối với R_{12} : C = 23,4 và n = 0,47;

+ Đối với R_{22} : C = 32,0 và n = 0,47.

Tuy nhiên công thức trên chỉ đúng khi mật độ dòng nhiệt q (W/m^2) nhỏ tức là nhỏ hơn giá trị nằm trong bảng 7-2 dưới đây:

Bảng 7-2: Giới hạn mật độ dòng nhiệt, W/m^2

Môi chất	ω.ρ, Kg/m^2.s				
	60	120	250	400	650
R12	1500	1800	2000	2500	3000
R22	1500	1800	2000	2500	3500

Trong trường hợp mật độ dòng nhiệt q lớn hơn trị số đã nêu trong bảng 7-2 thì hệ số toả nhiệt được xác định theo công thức sau đây:

$$\alpha = A.q^{0,6}{}_{tr}.\left(\frac{\omega.\rho}{d}\right)^{0,2} \qquad (7\text{-}7)$$

hay:

$$\alpha = A^{2,5}.\theta^{1,5}.\left(\frac{\omega.\rho}{d}\right)^{0,5} \qquad (7\text{-}8)$$

trong đó: $\theta = t_w - t_o$.

Hệ số A tra theo bảng 7-3 dưới đây:

Bảng 7-3 : Hệ số A

Môi chất	to , ^oC				
	-30	-10	0	10	30
R12	0,85	1,045	1,14	1,23	1,47
R22	0,95	1,17	1,32	1,47	1,25

- Đối với NH_3

$$\alpha = \alpha_w.\left[1 + \left(\frac{\alpha_p}{\alpha_w}\right)^{1,5}\right]^{0,667} \qquad (7\text{-}9)$$

α_w — Hệ số toả nhiệt của lỏng NH_3 khi chuyển động trong ống tính như chất lỏng thường chuyể động trong ống, W/m^2.K.
α_p — Hệ số toả nhiệt trung bình của NH_3 khi sôi mạnh, W/m^2.K.

$$\alpha_P = 2{,}2.q_{ng}^{0,7}.P_o^{0,21} \qquad (7\text{-}10)$$

hay

$$\alpha_P = 13{,}85.\theta^{2,333}.P_O^{0,7} \qquad (7\text{-}11)$$

q_{ng} — Mật độ dòng nhiệt theo bề mặt ngoài của dàn lạnh, W/m^2;
P_o - áp suất sôi của NH_3 , bar.

**** Sôi trong ống và rãnh đứng***
- Đối với Frêôn

+ Khi sôi bọt (x $\leq$ 0,02)

$$Nu = 0{,}25.\left(\frac{q_{tr}.d_{tr}.C}{r.\lambda}\right)x\left[\left(\frac{\rho'}{\rho''}-1\right).\frac{P_o.d_{tr}}{\sigma}\right]^{0,31} \qquad (7\text{-}12)$$

+ Khi sôi vành khăn (x = 0,17 ÷0,89) thì:

$$\frac{\alpha}{\alpha_w}.\left(\frac{\omega.r.\rho}{q_{tr}}\right)^{0,1} = 3{,}79.\left[\frac{1+x}{1-x}\right]^{1,16} \qquad (7\text{-}13)$$

trong đó hệ số toả nhiệt α_w được tính theo tiêu chuẩn Nu như sau:

$$Nu = 0{,}023.Re^{0,8}.Pr^{0,33} \qquad (7\text{-}14)$$

và vận tốc được xác định :

$$\omega = \frac{4.G.(1-x)}{\pi.d_{tr}^2.z\rho}, \text{ m/s} \qquad (7\text{-}15)$$

trong đó:
G — Lưu lượng tác nhân đi vào dàn lạnh, kg/s;
d_{tr} - đường kính trong của ống, m;
x - độ khô của tác nhân lạnh vào ống, kg/kg;
z- Số ống đặt song song của dàn lạnh;
ρ, ρ’ — Khối lượng riêng của môi chất lỏng, kg/m^3;
ρ” — Khối lượng riêng của hơi, kg/m^3;
λ- Hệ số dẫn nhiệt của frêôn lỏng, W/m.K;
C — Nhiệt dung riêng của frêôn lỏng, J/kg.K;

P_o - Áp suất sôi, bar;
σ- Sức căng bề mặt, N/m;
r — Nhiệt ẩn hoá hơi của frêôn, J/kg.
Các trị số Re và Pr đều xác định theo frêôn lỏng

- Đối với NH_3

$$\alpha = (27,3 + 0,04.t_o).q_{tr}^{0,45}.d_{tr}^{-0,24} \qquad (7\text{-}15)$$

7.3.2.2 Hệ số toả nhiệt về phía không khí

- Đối lưu cưỡng bức

Đại bộ phận các loại dàn lạnh đều có không khí và môi chất tải lạnh khác đối lưu cưỡng bức đi qua dàn lạnh. Trong trường hợp này các tính toán cũng tương tự như tính toán cho dàn ngưng. điều khác biệt duy nhất là phạm vi nhiệt độ làm việc của dàn lạnh khác dàn ngưng mà thôi.

- Đối lưu tự nhiên

Các dàn lạnh sử dụng phương pháp đối lưu tự nhiên ít gặp hơn nên ở đây chúng tôi không trình bày.

* * *

CHƯƠNG IX
QUI HOẠCH MẶT BẰNG NHÀ MÁY CHẾ BIẾN THƯC PHẨM

9.1 YÊU CẦU KHI QUI HOẠCH MẶT NHÀ MÁY CHẾ BIẾN THỰC PHẨM

9.1.1 Yêu cầu chung khi qui hoạch nhà máy

Các nhà máy chế biến thực phẩm, trong đó khâu chế biến, điều hoà, cấp đông, bảo quản lạnh và xuất hàng liên quan mật thiết với nhau. Vì thế khi thiết kế và qui hoạch mặt bằng nhà máy cần nắm rỏ qui trình công nghệ và yêu cầu về mọi mặt của các khâu trong dây chuyền đó.

Qui hoạch mặt bằng nhà máy chế biến thực phẩm 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 những mục đích đó cần tuân thủ các yêu cầu cơ bản sau đây:

1) Bố trí các khâu phải hợp lý, phù hợp dây chuyền và qui trình công nghệ sản xuất, chế biến thực phẩm trong nhà máy. Dây chuyển phải đảm bảo sản phẩm đi theo một trình tự khoa học, không đan chéo, giao nhau, cản trở lẫn nhau, nhưng vẫn đảm bảo sao cho đường đi là ngắn nhất.

Nói chung cần bố trí theo trình tự dây chuyền chế biến của mặt hàng chủ yếu của nhà máy. Các hệ thống thiết bị phụ trợ bố trí riêng rẽ tránh ảnh hưởng đến dây chuyền chính.

2) Các khâu yêu cầu nghiêm ngặt về vệ sinh phải cách ly với các khâu khác. Chẳng hạn khu vực nhập hàng, sơ chế và khu phân xưởng, sửa chữa phải cách xa và tách biệt với khu tinh chế, đóng gói và bảo quản. Khi đi vào các khu đòi hỏi vệ sinh cao cần phải bố trí các hố chao chân khử trùng và phải mang dày ủng, áo quần bảo hộ đúng qui định.

3) Qui hoạch nhà máy chế biến thực phẩm cần phải đạt chi phí đầu tư là bé nhất. Cần sử dụng rộng rãi các cấu kiện tiêu chuẩn giảm đến mức thấp nhất các diện tích phụ nhưng phải đảm bảo tiện nghi. Giảm công suất thiết bị đến mức thấp nhất.

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

- Phải đảm bảo không gian làm việc, đường đi lối lại, bốc xếp và vận chuyển thủ công hoặc cơ giới thuận lợi.
- Sắp xếp khoa học các khu vực để đường đi ngắn nhất.
- Có không gian cần thiết để sắp xếp các thiết bị, phương tiện trong dây chuyền.

5) Mặt bằng phải phù hợp với hệ thống lạnh đã chọn.

6) Mặt bằng phải đảm bảo thẩm mỹ công nghiệp, an toàn cháy nổ. Khi xảy ra các sự cố có thể dễ dàng ra khỏi khu vực và đi vào để khắc phục sự cố.

7) Khi qui hoạch cũng cần phải tính toán đến khả năng mở rộng nhà máy.

9.1.2 Yêu cầu đối với gian máy lạnh, phân xưởng cơ khí sửa chữa, lò hơi

Đối với các nhà máy chế biến thực phẩm, cần phải bố trí các gian máy lạnh, phân xưởng cơ khí, gian lò hơi hợp lý, không gây ảnh hưởng đến khu vực chế biến, nhất là vấn đề vệ sinh.

9.1.2.1.Yêu cầu đối với gian máy lạnh

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

- Gian máy bố trí sao cho không gây ồn, ảnh hưởng đến các khu vực gia công chế biến và bảo quản thực phẩm.
- Nằm ở vị trí thuận lợi, không gian thoáng đãng có thể đưa xe vào ra để vận chuyển di dời thiết bị khi cần thiết hoặc các xe phòng cháy chữa cháy có thể vào ra.
- Không ảnh hưởng đến các khu vực khác như : khu văn phòng, khu KCS vv. . .
- Không quá xa các khu vực gia công chế biến và bảo quản thực phẩm để đường ống từ gian máy đến các dàn lạnh ngắn.
- Cấu tạo và bố trí gian máy hợp lý

+ Vận hành máy thuận tiện.

+ Bố trí gọn, hiệu quả.

+ Đảm bảo an toàn phòng cháy chữa cháy, phòng nổ và vệ sinh công nghiệp : các cửa ra vào đủ lớn, mở ra bên ngoài, có trang bị các lam thông gió gian máy, chiều cao đủ lớn thoáng đãng. Trong phòng

máy có đầy đủ các bảng, nội qui, qui định, các dụng cụ vận hành sửa chữa, bảo hộ lao động, mặt nạ phòng độc vv. . .

+ 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 khu vực gia công chế biến và bảo quản thực phẩm để đường nối ống giữa máy thiết bị và dàn lạnh là ngắn nhất.

Buồng máy và thiết bị có thể nằm chung trong khối nhà của khu vực gia công chế biến và bảo quản thực phẩm hoặc tách rời. Đối với các hệ thống lớn có thể có buồng máy riêng và buồng thiết bị riêng.

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

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 amôniac ít nhất đạt 4,2m, frêôn 3,5m đối với công suất lớn và 2,6m 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 344 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 amôniắc, bình tách khí không ngưng, bình tách lỏng v.v... Chiều cao buồng thiết bị không nhỏ hơn 3,6m. Khi bố trí bình bay hơi và bình ngưng ống vỏ nằm ngang phải chú ý đến việc vệ sinh, làm sạch định kỳ cặn bẩn 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 bốc dỡ 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 1,9m 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 amoniac 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.

Bố trí dàn lạnh hợp lý để tuần hoàn gió đều. Tầm với của các quạt dàn lạnh chỉ đạt một khoảng nhất định, khi chiều dài buồng lạnh lớn cần bố trí thổi theo chiều rộng và bố trí một vài dàn lạnh.

9.1.2.2.Yêu cầu đối với phân xưởng cơ khí và gian lò hơi

Đi đôi với phân gian máy móc thiết bị, trong các xí nghiệp chế biến thực phẩm cần có phân xưởng cơ khí và gian lò hơi.

Phân xưởng cơ khí là nơi được sử dụng để bảo trì, bảo dưỡng và sửa chữa các thiết bị máy móc hư hỏng, sản xuất và chế tạo các thiết bị mới vv

Lò hơi được sử dụng trong các nhà máy chế biến thực phẩm nhằm cấp nhiệt cho băng chuyền hấp luộc thực phẩm. Yêu cầu hơi hấp luộc thường không lớn lắn nên gian lò hơi cũng nhỏ. Nên sử dụng lò hơi đốt dầu , không nên sử dụng than vì bụi nhiều ảnh hưởng đến vệ sinh thực phẩm nói chung.

Do tính chất công việc của gian cơ khí và lò hơi giống gian máy lạnh nên yêu cầu về xây dựng các gian này tương tự như gian máy và nên bố trí gần gian máy, xa khu vực chế biến và khu văn phòng.

9.1.3 Yêu cầu đối khu vực chế biến

Khu chế biến có thể nói là khu vực có diện tích lớn nhất trong các nhà máy chế biến thực phẩm, là nơi tập trung đông người và trực tiếp chế biến thực phẩm. Vì vậy khu chế biến phải đảm bảo các yêu cầu cơ bản sau:

1. Phải đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm tuyệt đối. Khu vực chế biến phải cách ly hoàn toàn với các khu vực khác. Trước khi vào khu vực chế biến phải tiến hành khử trùng bằng cách phải đi qua các bể rửa có pha hoá chất tiệt trùng.

2. Người vào khu vực chế biến phải thay đổi trang phục và mặc áo quần, dày ủng bảo hộ đúng yêu cầu, không được mặc áo quần thường để vào khu vực này.

3. Khu vực chế biến phải được điều hoà nhiệt độ đảm bảo yêu cầu. Nhiệt độ và độ ẩm phải đảm bảo yêu cầu, tuỳ thuộc vào loại thực phẩm.

4. Tường khu vực chế biến được lát gạch men lên 100% và phía trên lắp đặt kính để người bên ngoài có thể theo dỏi và quan sát mọi hoạt động bên trong khu chế biến qua kính.

5. Nguồn nước chế biến phải đảm bảo đạt yêu cầu kỹ thuật.

6. Cấp thoát nước khu chế biến phải đảm bảo tốt nhất vì khu vực này sử dụng một lượng nước rất lớn trong ngày. Đặc biệt rãnh thoát nước khu chế biến phải lớn, thoát nước tốt và đảm bảo vệ sinh tránh tạo nguồn gây nhiểm vi trùng từ đó lên.

7. Diện tích khu chế biến phải rộng, thoáng đảng đảm bảo nhu cầu cần thiết cho người lao động làm việc thuận lợi nhất.

8. Việc đưa vào vào ra khu chế biến có thể thực hiện qua các cửa chính nhưng tốt nhất là đưa qua các cửa ra vào hàng chuyên dụng, nó có cấu tạo giống các cửa sổ trên bố trí bàn trượt để đưa sản phẩm vào ra thuận lợi.

9. Trong quá trình chế biến thường sử dụng rất nhiều đá để bảo quản thực phẩm trước và sau chế biến. Ngày nay người ta thường sử dụng đá vảy để chế biến, trong trường hợp này cối đá vảy được lắp đặt ngay giữa khu vực chế biến. Với cối đá lớn người ta đặt ngay ở tường ngăn của khu sơ chế và tinh chế.

10. Yêu cầu về chiếu sáng: Chiếu sáng khu vực chế biến phải đạt tiêu chuẩn quốc tế, đạt khoảng 12 W/m^2.

9.1.4 Yêu cầu đối khu vực cấp đông

Khu cấp đông là nơi lắp đặt các thiết bị cấp đông thực phẩm sau chế biến, bao gồm các tủ, kho và dây chuyền cấp đông. Vì vậy khu cấp đông phải bố trí liền kề với khu chế biến. Ngoài các thiết bị cấp đông , kho chờ đông cũng được bố trí ở khu vực này. So với kho lạnh, kích thước kho chờ đông không lớn lắm nên chiếm diện tích nhỏ.

Đối với đại bộ phận các hệ thống cấp đông, diện tích yêu cầu cho các thiết bị cấp đông thường không lớn lắm. Nhưng đối với dây chuyền I.Q.F do có nhiều khâu đi kèm nên chiếm diện đáng kể. Số lượng người làm việc ở khu vực này cũng không nhiều lắm. Khi thiết kế, bố trí khu cấp đông chỉ cần lưu ý để dành không gian vận chuyển và đẩy các xe hàng. Riêng các tủ đông cần bố trí các khoảng hở về cả 2 phía tủ để mở các cánh cửa tủ. Và vào, ra hàng. Hệ thống I.Q.F cũng cần các khoảng cần thiết ở về hai phía để người vận hành dễ dàng đi lại xung quanh quan sát.

Mặt khác cần bố trí hợp lý các tủ đông, kho đông một cách phù hợp và đảm bảo yêu cầu thẩm mỹ.

Nhiệt độ yêu cầu của không khí môi trường khu cấp đông không có yêu cầu gì đặc biệt. Vì vậy khu cấp đông không nhất thiết phải điều hoà không khí vì thực phẩm khi đưa sang khu vực này hoặc được đưa vào kho chờ đông hoặc đưa vào cấp đông ngay.

Cũng như khu chế biến, khu cấp đông cũng yêu cầu về vệ sinh rất nghiêm ngặt và đòi hỏi cách ly với bên ngoài , nền, tường cũng được lót gạch men đảm bảo sạch sẽ. Không gian bố trí hợp lý và có tính đến mở rộng công suất cấp đông.

Kích thước các tủ cấp đông tương đối gần giống nhau vì vậy cần bố trí thẳng hàng thẳng lối vừa tiết kiệm không gian vừa đảm bảo mỹ quan công nghiệp.

9.1.5 Yêu cầu đối với khu vực bảo quản

Sau cấp đông thực phẩm được đưa sang đóng gói và đưa vào bảo quản. Như vậy khu vực bảo quản cần bố trí cạnh khu cấp đông và đóng bao gói. Ngoài ra khu bảo quản phải được mở thông ra khu xuất hàng.

Nhiệt độ khu vực bảo quản không có yêu cầu gì đặc biệt. Do đó cũng như khu cấp đông khu bảo quản cũng không cần điều hoà không khí. Việc điều hoà là hoàn toàn không cần thiết.

Tuy không yêu cầu điều hoà không khí nhưng khu vực bảo quản cũng đòi hỏi đảm bảo vệ sinh cần thiết, tránh gây nhiểm vinh sinh vật vào thực phẩm bảo quản.

Cụm máy lạnh của các kho lạnh có thể bố trí ngay cạnh tường các kho lạnh, nhằm giảm thiểu đường ống. Hiện nay người ta có xu bố trí cụm máy ở gian máy, hạn chế tối đa người vận hành có thể vào ra khu bảo quản và cấp đông cũng như ảnh hưởng của dầu mỡ lây lan khu vực này.

9.2 QUI TRÌNH SẢN XUẤT MỘT SỐ HÀNG THỰC PHẨM

Để bố trí và qui hoạch mặt bằng nhà máy chế biến thực phẩm tốt, nhất thiết phải tìm hiểu qui trình công nghệ sản xuất của các mặt hàng thực phẩm để từ đó bố trí dây chuyền thiết bị phù hợp với công nghệ chế biến thực phẩm.

Dưới đây xin giới thiệu qui trình công nghệ sản xuất và chế biến của một số mặt hàng thực phẩm thông dụng nhất.

9.2.1 Qui trình chế biến các loại thuỷ sản

Mỗi mặt hàng thủy sản đều có qui trình công nghệ sản xuất và chế biến riêng và được chỉ rỏ trong nhiều sách viết về kỹ thuật chế biến thuỷ sản. Từ các qui trình công nghệ cụ thể đó, chúng tôi rút ra qui trình tổng quát cho tất cả các mặt hàng để từ đó có thể định hướng bố trí dây chuyền công nghệ nhà máy chế biến thuỷ sản.

Qui trình công nghệ chế biến của đại đa số các mặt hàng thuỷ sản được trình bày trên hình 9-1. Đối với từng khâu đối với từng sản phẩm các công việc cụ thể có khác nhau.

9.2.1.1 Tiếp nhận nguyên liệu, rửa và bảo quản sơ bộ

Thuỷ sản là mặt hàng có giá trị kinh tế cao. Để đảm bảo chất lượng sản phẩm, một trong những khâu then chốt là phải giữ độ tươi của nguyên liệu trước khi đưa vào dây chuyền chế biến. Thuỷ sản sau khi tiếp nhận cần rửa sơ bộ và sau đó ướp đá hoặc dung dịch nước muối lạnh. Tỷ lệ đá ướp tuỳ thuộc vào từng sản phẩm, mùa vụ

9.2.1.2 Khâu chế biến

Khâu chế biến các mặt hàng bao gồm sơ chế và tinh chế, đối với các nguyên liệu rất khác nhau, ngay cả cùng một nguyên liệu nhưng

có thể chế biến theo nhiều cách khác nhau để cho các sản phẩm đa dạng.

- Các khâu chế biến tôm: Chế biến tôm bao gồm các công việc: Vặt đầu, bóc vỏ, bỏ gân, rút ruột, luộc, nhuộm màu, rửa và xếp khuôn. Tuỳ thuộc sản phẩm khác nhau mà có thể có hoặc không có một số khâu.
- Chế biến mực: Rửa, mổ bụng, bỏ ruột, xếp khuôn
- Chế biến cá: Rửa, vuốt nhớt, chặt đầu, vây, đánh vãy, mổ bụng, bỏ ruột, lột da, cắt phi lê, rút xương, xếp khuôn, khay
- Chế biến lươn : Rửa nhớt bằng hoá chất, rửa sạch, mổ bụng, bỏ ruột, xếp khuôn
- Sò huyết : Ngâm 6÷8 giờ, loại bỏ sò chết, chà, rửa sạch bùn rêu, phân loại.
- Ốc bươu, ốc sên: Ngâm, rửa, rửa nhớt bằng hoá chất, chặt đít ốc, lấy thịt ra khỏi vỏ, tách bỏ vảy miệng, rửa, để ráo nước, xếp khuôn.

Kết thúc quá trình chế biến sản phẩm được phân cỡ theo qui định đối với từng mặt hàng khác nhau, giá trị của chúng cũng vì thế sẽ rất khác nhau. Quá trình phân cỡ phải được tiến hành kỹ lưỡng và nhanh chóng. Sau đó sản phẩm được xếp vào các khay theo đúng qui định đảm bảo mỹ quan và khối lượng cần thiết của các khay. Mỗi khay thường có 2 hoặc 5 kg sản phẩm.

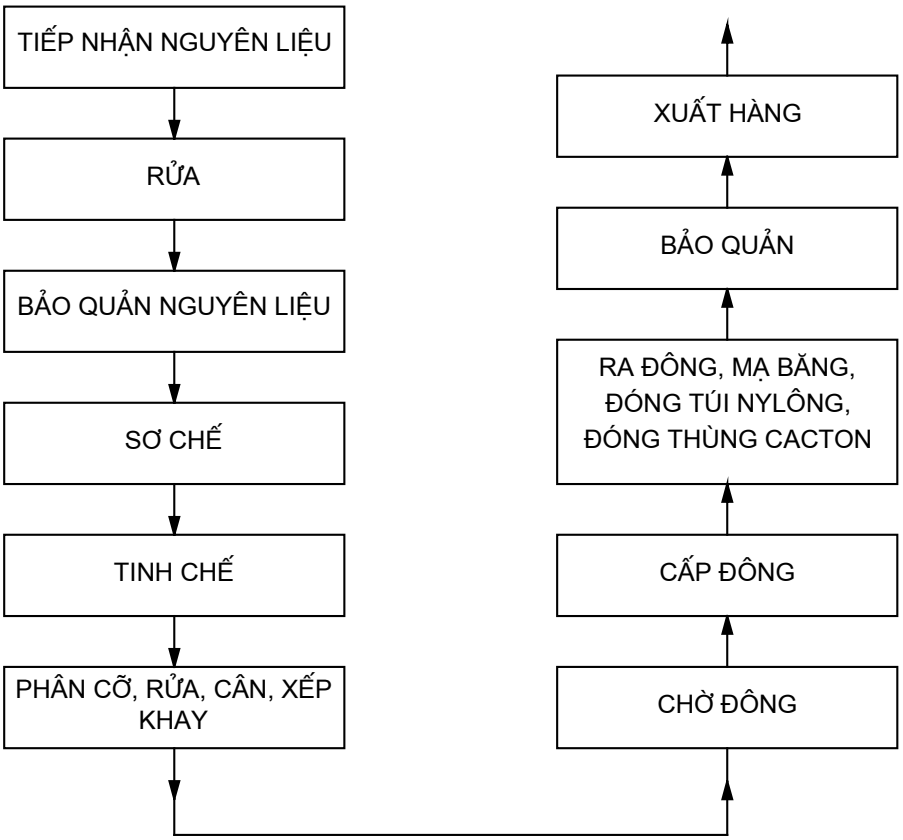
9.2.1.3 Chờ đông và cấp đông

Quá trình chế biến thực phẩm diễn ra trong thời gian khá dài, một lúc không thể có đủ hàng để cấp đông. Vì vậy sau khi chế biến xong khay cấp đông nào, người ta đưa vào tạm thời bảo quản trong các kho chờ đông. Trong kho chờ đông sản phẩm được làm lạnh đến khoảng 10÷12°C.

Tuỳ thuộc vào từng loại sản phẩm mà khâu cấp đông có thể có hoặc không các bước sau: Hấp, luộc, làm nguội, làm khô, cấp đông, châm nước, mạ băng, hoá cứng và tái đông. Toàn bộ các bước trên tạo thành một dây chuyền cấp đông chung, chiếm khá nhiều diện tích.

Các sản phẩm chín phải qua khâu hấp, luộc bằng hơi nước. Các sản phẩm rời cần phải mạ băng để tăng thẩm mỹ sản phẩm và chống ôxi hoá.

Đi đôi với khâu hấp luộc phải bố trí băng chuyền làm mát và làm khô.



Hình 9-1: Qui trình công nghệ chế biến các mặt hàng thuỷ sản

9.2.2 Qui trình chế biến thịt và thức ăn chín

9.2.2.1 Thịt và các sản phẩm từ thịt động vật

Thịt động vật bao gồm thịt lơn, trâu, bò, dê vv.. Thịt được làm lạnh đông ở các buồng đông hoặc các hầm cấp đông. Thịt được để nguyên khối lớn hoặc dặng block, filê và miếng vụn.

- *Dạng khối nguyên*: Thịt bò, trâu được để nguyên khối dạng 1/4 con, thịt lợn dạng 1/2 con, thịt cừu và lợn sữa để nguyên con.

Sau khi giết mổ, bỏ ruột , cạo lông và loại bỏ các bộ phận không cần thiết như chân, đầu vv.. các khối thịt được treo bằng các móc đặc biệt trên các xe vận chuyển. Nhờ vậy việc vận chuyển nhẹ nhàng và có thể tự động hoá được.

Trong các kho cấp đông, các sản phẩm được làm lạnh bằng không khí đối lưu cưỡng bức, tốc độ đạt 5 m/s và nhiệt độ khoảng —35ºC÷-40ºC

Thịt cấp đông được coi là đạt yêu cầu khi đóng băng 86% nước trong thịt và nhiệt độ trong cơ đùi ở tâm khối thịt đạt —12ºC . Tổn hao khối lượng trong quá trình cấp đông khoảng 0,6÷2,6% tuỳ thuộc vào chất lượng thịt, phương pháp cấp đông và điều kiện kỹ thuật của thiết bị.

Phương pháp cấp đông có thể thực hiện 2 pha hoặc 1 pha. Phương pháp cấp đông 1 pha cho sản phẩm chất lượng tốt hơn và tốn hao năng lượng ít hơn.

- Ngoài cấp đông dạng khối nguyên như trên, người ta còn chế biến thịt dưới dạng block, filê hoặc miếng vụn. Sản phẩm được xếp trên các khay và xếp vào các xe cấp đông hoặc đưa thẳng vào vào thiết bị cấp đông (kiểu tiếp xúc) để cấp động hạ nhiệt độ tâm xuống nhiệt độ yêu cầu. Thời gian cấp đông tuỳ thuộc vào sản phẩm, kích thước và thiết bị cấp đông. Tuy nhiên để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật thời gian cấp đông không nên kéo dài quá 9 giờ. Hiện nay có nhiều loại thiết bị cấp đông cho phép rút ngắn đáng kể thời gian cấp đông xuống khoảng còng 60 phút.

+ *Chế biến thịt bò 1/4 và 1/2 con* : Đối với sản phẩm 1/4 con, mỗi con được được cia làm 4 phần bằng cách xẻ đôi giữa cột sống và cắt ngang giữa đốt xương số 9÷10 và 10÷11. Khối lượng mỗi phần đạt từ 30÷50 kg. Lớp mỡ dưới da từ cổ đến mông giữ lại dày không quá 1cm. Lớp mỡ bên trong, cơ hoành, động mạch chủ, nội tạng, vú, huyết và bộ phận sinh dục phải bị loại bỏ. Khi cấp đông, nhiệt độ tâm thịt đạt ít nhất —12°C, thời gian bảo quản không quá 90 ngày.

+ *Thịt bò 1/2 con* : Mỗi con được chia đôi bằng cách xẻ dọc xương sống từ đầu đến đuôi. Cắt bỏ khớp xương số 1, cắt chân đến gối, mỗi phần cân nặng từ 20 kg trở lên. Lợn mổ phanh thành tấm phẳng, bỏ hết nội tạng, da để nguyên vẹ, không xây xước. Thịt phải qua cấp đông ở —35ºC÷-40ºC, bảo quản ở —18ºC và tâm thịt phải đạt —12ºC.

+ Lợn sữa để nguyên con, được mổ từ hậu môn và bóc hết toàn bộ nội tạng. Sau cấp đông cho 30 gam muối hạt to vào mạch mổ từ mông đuôi đến vai trước. Dùng bao tải loại 30 kg để đóng kiện, mỗi bao chừng 4÷5 con, tuỳ theo khối lượng.

9.2.2.2 Thịt gà và vịt

- *Đối với gà*: Gà giết mổ xong, lấy đầu, cổ, chân, tim, gan, ruột và mề. Sau đó được làm sạch nội tạng, cho vào túi nylông và đặt kèm vào bụng từng con một. Tuỳ thuộc vào thị trường mà đầu, cổ, nội tạng để kèm theo hoặc chế biến riêng. Khối lượng thành phẩm mỗi con phải từ 0,5 kg trở lên.

Thành phẩm được cho vào túi nylông, dán kín miệng, xếp khay và cho vào cấp đông. Thời gian cấp đông từ 5 đến 8 giờ. Sau cấp đông gà được đóng kiện trong các thùng cactông với số lượng 20 con/thùng và được bảo quản ở —18ºC.

- *Đối với vịt*: Qui trình có phức tạp hơn bao gồm:

+ Cắt tiết.
+ Nhúng nước nóng 90÷100ºC
+ Nhổ lông;
+ Nhúng colophan;
+ Tuốt sạch lông con;
+ Rửa sạch;
+ Mổ, tách nội tạng, đầu, chân
+ Rửa sạch, phân loại
+ Cho vào túi nylông;
+ Làm lạnh đông;
+ Đóng kiện;
+ Trữ đông

9.2.2.3 Thực phẩm chế biến sẵn và thức ăn chín

Để nâng cao giá trị của thực phẩm xuất khẩu, tận dụng nguồn nhân công rẻ trong nước, trong những năm qua nhiều đơn vị xuất khẩu thực phẩm đã đầu tư các dây chuyền chế biến thực phẩm chế biến sẵn và thực phẩm chín. Các sản phẩm đó sau khi xuất khẩu sang thị trường các nước, có thể được đưa thẳng vào các siêu thị và mang thương hiệu Việt Nam, được gọi là sản phẩm giá trị gia tăng. Việc xuất khẩu các mặt hàng giá trị gia tăng không những mang lại hiệu quả kinh tế cao mà còn rất chủ động trong xuất khẩu.

Việc sản xuất các mặt hàng nêu trên đòi hỏi phải có trang thiết bị đặc biệt như hệ thống cấp đông I.Q.F dây chuyền hấp luộc vv..

9.2.3 Qui trình chế biến sữa và sản phẩm từ sữa.

* *Lạnh đông sữa*: Để bảo quản sữa lâu dài cần phải làm lạnh đông ở nhiệt độ thấp từ 0÷-35ºC. Quá trình làm lạnh đông sữa cần tiến hành nhanh, nếu tiến hành chậm thì phần mỡ sẽ bị tách ra, các chất tan như đường, muối tập trung vào tâm khối sữa, do đó khi làm tan giá nó sẽ không trở lại trạng thái ban đầu như sữa tươi. Vì vậy phải tiến hành làm lạnh đông nhanh theo từng lớp mỏng thì mới hạn chế sự phá vỡ hệ phân bổ tự nhiên của các thành phần trong sữa. Sữa qua lạnh đông được bảo quản ở —20ºC.

* *Lạnh đông pho mát* : Các loại pho mát là sản phẩm chứa nhiều prôtêin của sữa. Trước đây pho mát chỉ được làm lạnh đông trong các thùng lớn và đông chậm do nhiệt độ làm lạnh đông chỉ khoảng —20ºC, khi đem sử dụng pho mát bị vón cục. Khi làm lạnh đông ở —30ºC trong các hộp nhỏ, thời gian làm lạnh đông khoảng 5 đến 14 giờ tuỳ thuộc và phương pháp cấp đông, kích thước hộp pha mát. Nhiệt độ tâm pha mát sau cấp đông đạt —18ºC, được bảo quản trong các kho ở nhiệt độ —18÷-20ºC, với nhiệt độ này thời gian bảo quản có thể đạt được 1 năm.

Pho mát muối có thể làm lạnh đông nhanh và trữ đến 1 năm, tuy nhiên người ta thường trữ ở nhiệt độ trên điểm đóng băng một ít để vừa bảo quản trên 6 tháng vừa cho pho mát "chín" thêm mà vừa sử dụng tiện lợi.

* *Lạnh đông bơ*

Trước khi đem lạnh đông cần phải khử trùng bơ ở nhiệt độ 95÷98ºC, trong thời gian 20 giấy, sau đó làm nguội đến 3÷5ºC .

Bơ được lạnh đông đến —18ºC và bảo quản dưới dạng gói nhỏ hay từng mảng lớn. Nó có khả năng chịu đựng được nhiệt độ thấp. Để có chất lượng bơ tốt, sau khi sản xuất và đóng gói phải đưa đi làm lạnh nhanh ngay, sau đó giữ ở nhiệt độ thấp trong quá trình bảo quản tạm thời, vận chuyển cho tới khi đưa vào kho bảo quản. Chế độ bảo quản bơ phải liên tục và khép kín. Trong quá trình bảo quản bơ có thể biến đổi không có lợi, vì vậy phải duy trì tốt nhiệt độ bảo quản và phải lọc không khí trong phòng để loại trừ mùi lạ hoặc vi sinh vật.

* *Chế biến các loại kem sữa.*

Các loại kem sữa được sử dụng phục vụ giải khát và ăn tráng miệng, có hơn 100 loại kem sữa khác nhau: Kem sữa, kem mỡ sữa, kem trái

cây vv□ được sản xuất từ các hổn hợp pha chế theo những công thức và qui trình sản xuất nhất định. Hổn hợp sau khi pha chế xong được quấy tròn đều, đồng hoá kỹ trong thiết bị lạnh đông, để kem xốp người ta sục khí vào hổn hợp. Sau khi làm lạnh đông hổn hợp kem đến —6÷-8°C ở thiết bị làm lạnh nhanh , kem sữa được chuyển sang bộ phận tạo hình và làm cứng thêm gọi là bộ phận tôi kem. Sau khi kem đạt nhiệt độ —18°C được đua đi đóng gói và bảo quản ở nhiệt độ -18÷-25°C từ 1 đến 2 tháng. Trong quá trình bảo quản cần duy trì nhiệt độ đều đặn tránh làm cho nhiệt độ dao động vì như vậy sẽ có hiện tượng tái lập tinh thể làm giảm chất lượng kem và cảm quan bị giảm.

9.2.4 Qui trình chế biến các loại rau quả

Khác với sản phẩm thịt, cá là sản phẩm của sinh vật đã chế, nên quá trình làm lạnh đông là kìm hãm các quá trình biến đổi không có lợi của thực phẩm đã mất hoạt động sống dưới sự hoạt động của các vi sinh vật; còn ở rau quả là kìm hãm các hoạt động sống của tế bào rau quả. Vì vậy bảo quản rau quả phải duy trì tính chất tươi sống của rau quả và chỉ như vậy mới đảm bảo duy trì các sinh tố, thành phần vi lượng, giá trị cảm quan của rau quả.

Có hai phương pháp chế biến rau quả : Bảo quản lạnh và chế biến lạnh đông.

9.3 QUY HOẠCH MẶT BẰNG NHÀ MÁY CHẾ BIẾN THUỶ SẢN

9.3.1 Các căn cứ để qui hoạch mặt bằng nhà máy chế biến thực phẩm

Việc bố trí mặt bằng quy trình công nghệ được căn cứ vào :

- Yêu cầu cơ bản khi quy hoạch mặt bằng nhà máy chế biến thực phẩm.
- Quy trình công nghệ sản xuất của từng mặt hàng. Đối với yêu cầu này cần lưu ý:

+ Bố trí theo từng nhóm mặt hàng có qui trình sản xuất tương tự : ở đây sẽ phân các mặt hàng theo nhóm qui trình công nghệ nhằm bố trí mặt bằng sản xuất đáp ứng đầy đủ đòi hỏi nghiêm ngặt của qui trình vệ sinh trong sản xuất các mặt hàng cao cấp, xuất khẩu sang các thị trường khó tính nhất như EU, Mỹ, Nhật. Mặt khác phải đảm bảo chi

phí xây dựng thấp và hiệu quả sử dụng cao, đạt hiệu quả kinh tế chung của dự án.

+ Bố trí dây chuyền chế biến các mặt hàng theo nhóm có các qui trình công nghệ hoặc công đoạn chính tương tự nhau và có mức độ vệ sinh giống nhau. Mặt hàng trong cùng nhóm nếu không đủ qui mô sản lượng để bố trí sản xuất riêng thì có thể thiết kế sử dụng chung từng công đoạn, hoặc dùng xen kẽ có điều kiện trên cùng một mặt bằng.

Ví dụ các nhóm mặt hàng có quy trình công nghệ tương tự nhau tại khu vực chế biến như nhau:

1. Các sản phẩm đông block, IQF nguyên liệu từ tôm
2. Sản phẩm đông block và IQF: nguyên liệu từ mực, cá , ghẹ.

9.3.2 Một số số liệu về qui hoạch mặt bằng nhà máy chế biến thực phẩm

Bảng 9-1: Thông số xây dựng các kho lạnh mẩu của MYCOM

Công suất bảo quản (Tấn)		100	200	300	500	800	1000
Công suất cấp đông (Tấn/ngày)		-	5	10	15	20	20
Diện tích nền (m^2)	- Kho lạnh	132	231,5	283,5	443,5	698,0	978,0
	- Phòng chờ	33,1	54,5	69,5	84,5	99,2	132,0
	- Buồng cấp đông	-	23,2	40,5	63,6	89,3	89,3
	- Buồng chờ cấp 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 và nghỉ ngơi	-	-	21,5	24,8	44,6	44,7
	Tổng cộng	***247,8***	***421,6***	***583,6***	***837,6***	***1297,8***	***1630,7***
Cách nhiệt (mm)	- Kho lạnh	150	150	150	150	150	150
	- Buồng cấp đông	200	200	200	200	200	200
	- Phòng chờ	100	100	100	100	100	100
	- Vật liệu cách nhiệt	Styrofor					
Công suất máy nén lạnh (Kcal/h)	- Kho lạnh	34.780	68.040	76.200	102.720	141.220	194.440
	- Buồng cấp đông	-	44.150	88.300	132.750	177.810	177.810
	- Phòng chờ	2.720	3.930	7.560	7.860	10.280	11.490
	Tổng cộng	***37.500***	***116.120***	***172.060***	***244.330***	***329.290***	***383.740***

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

Trên bảng 9-1 và 9-2 trình bày các thông số xây dựng của một số nhà máy chế biến bảo quản lạnh và sản xuất, bảo quản đá mẫu của MYCOM dùng tham khảo

Bảng 9-2: Thông số xây dựng khu vực sản xuất và bảo quản đá của MYCOM

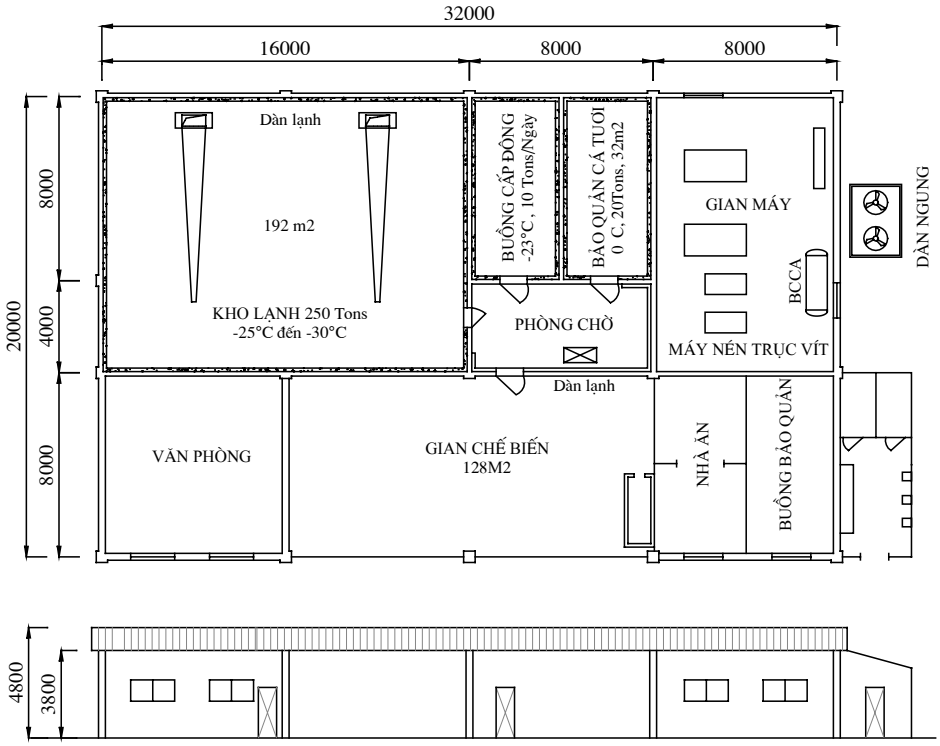
Năng suất bể đá (Tấn/Ngày)		10	15	20	30	50	100
Kho bảo quản đá (Tấn)		600	700	1100	1500	2000	2800
Diện tích sàn (m^2)	- Buồng sản xuất đá	87,0	148,5	178,5	231,0	377,0	755,0
	- Kho chứa đá	178,5	218,0	294,0	397,0	535,0	775,0
	- Phòng đợi bảo quản	49,6	26,8	33,1	33,1	39,7	99,0
	- Phòng máy	49,6	69,5	79,4	66,2	89,3	139,0
	- Trạm điện	-	-	-	-	19,8	33,1
	- Văn phòng hành chính	24,8	28,9	46,3	39,7	52,9	52,9
	- Nhà ăn, hành lang, nghỉ ngơi	-	-	-	26,4	36,4	62,8
	Tổng cộng	359,7	491,3	631,3	793,4	1150,1	1917,0

Cách nhiệt (mm)	- Bể đá - Kho bảo quản đá	150 mmT 100 mmT					
Công suất máy nén (Kcal/h)	- Sản xuất đá - Bảo quản đá ***Tổng cộng***	57.760 30.844 88.604	85.280 34.170 119.450	113.100 43.240 156.340	202.910 65.620 268.530	279.420 77.720 357.140	558.840 93.140 651.980
Máy nén MYCOM	- Máy nén piston	N8A	N4A hoặc N6A	N6A	2 máy N8A	2 máy N6B	N8A và N8B
	- Máy nén trục vít	N125LU	N125LU	N160LSU	N160LU	N160SU	N200SU

9.3.3 Qui hoạch mặt bằng nhà máy chế biến thuỷ sản

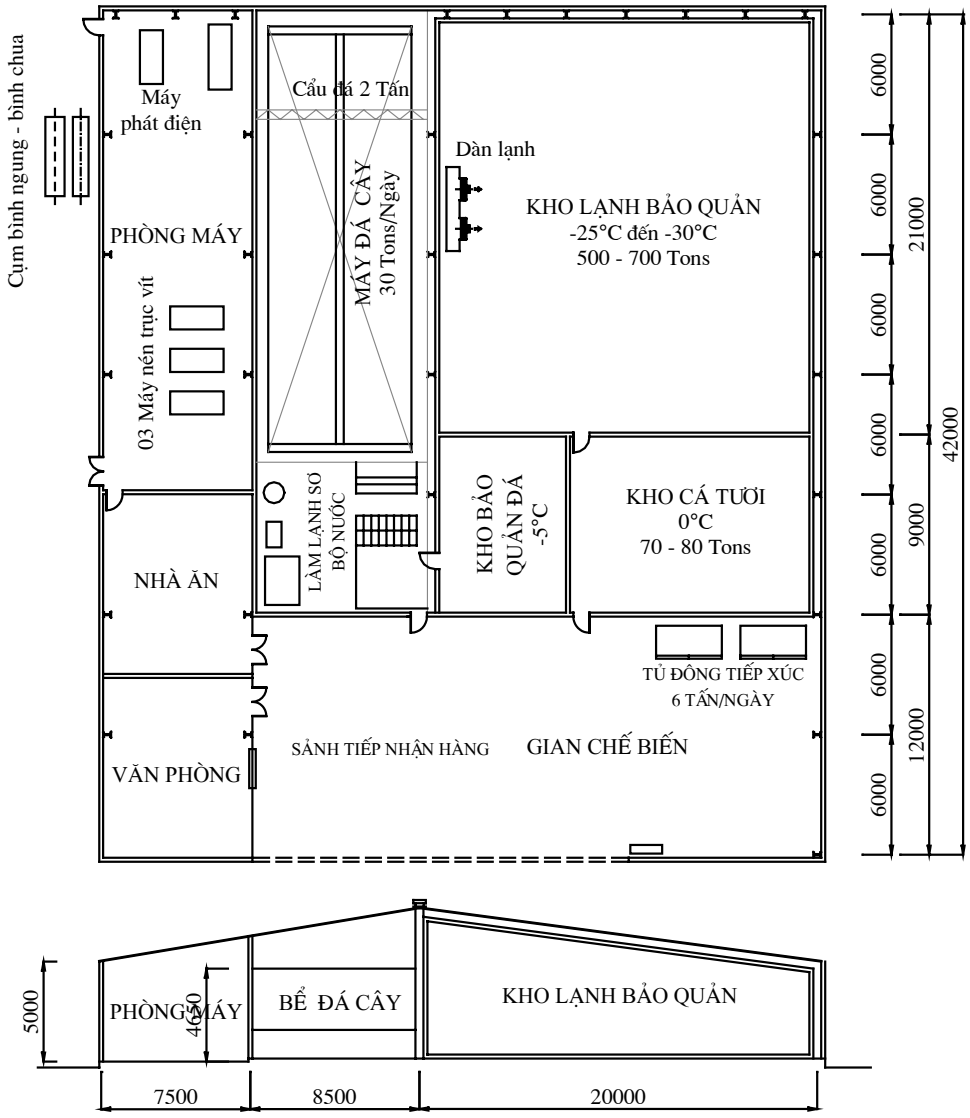
Để có tài liệu tham khảo về qui hoạch mặt bằng các nhà máy chế biến thuỷ sản, dưới đây chúng tôi giới thiệu, qui hoăch mặt bằng của một số xí nghiệp đông lạnh mẩu của MYCOM và một số xí nghiệp đông lạnh mới tại Việt Nam.

1. Nhà máy chế biến thuỷ sản với : Kho lạnh 270tấn, máy cấp đông 10 Tấn/ngày.



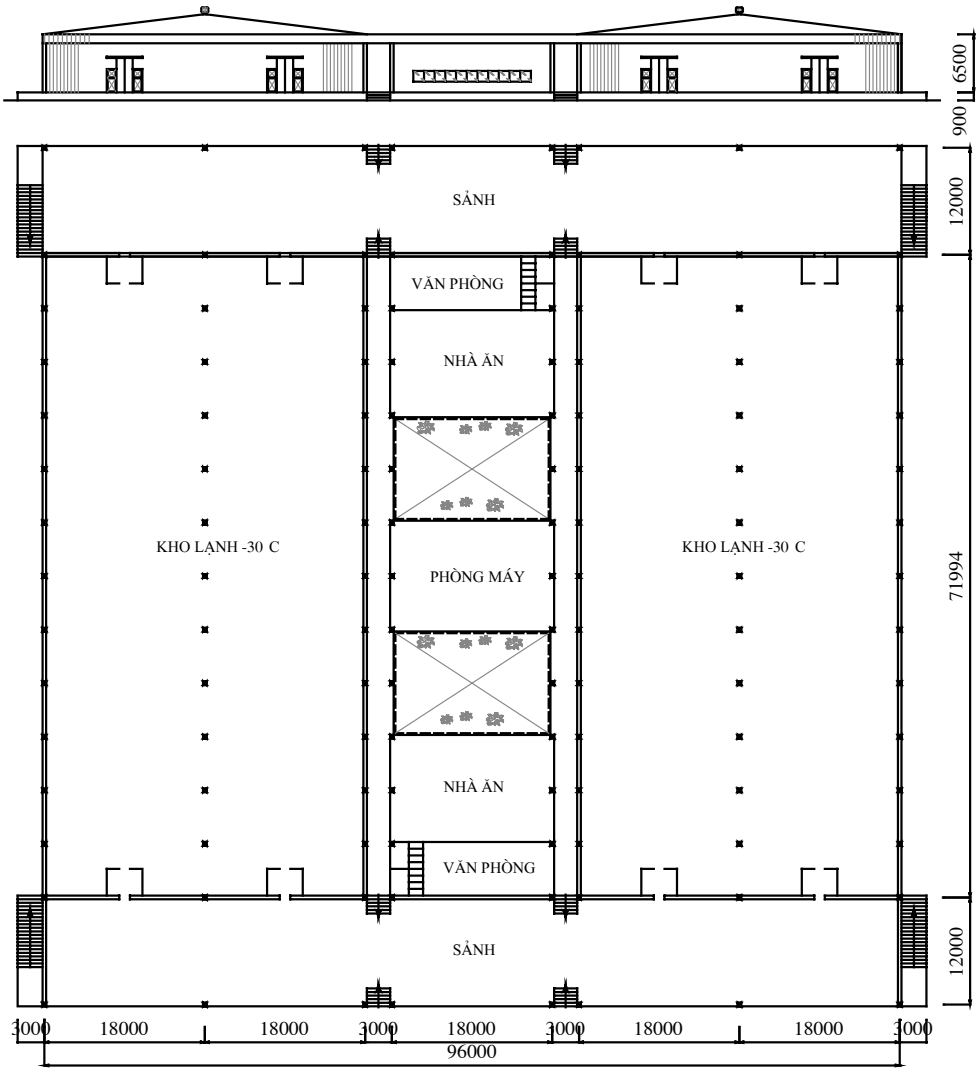
Hình 9-2 : Mặt bằng kho lạnh

1. Nhà máy chế biến thuỷ sản với kho lạnh 500 đến 700 tấn, tủ đông kiểu tiếp xúc 12 Tấn/ngày và máy đá 30 Tấn/ngày.



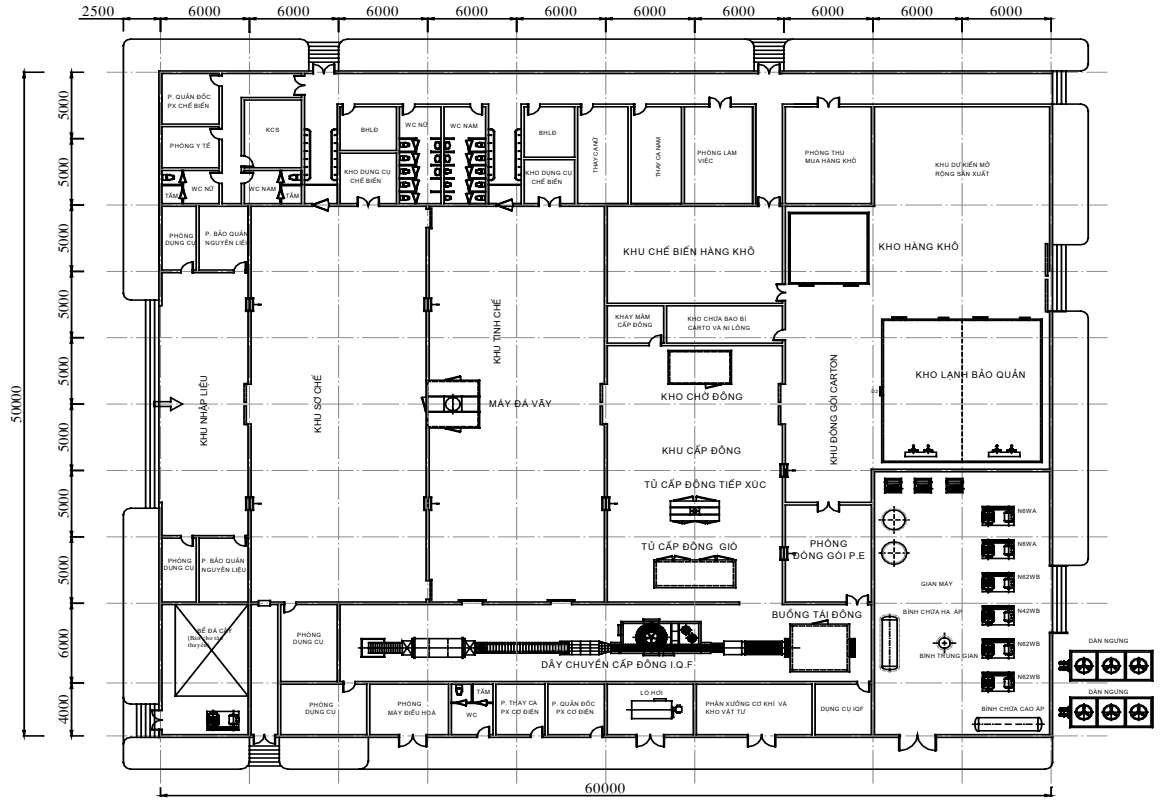
Hình 9-2 : Mặt bằng kho lạnh

3. Nhà máy bảo quản lạnh đông.



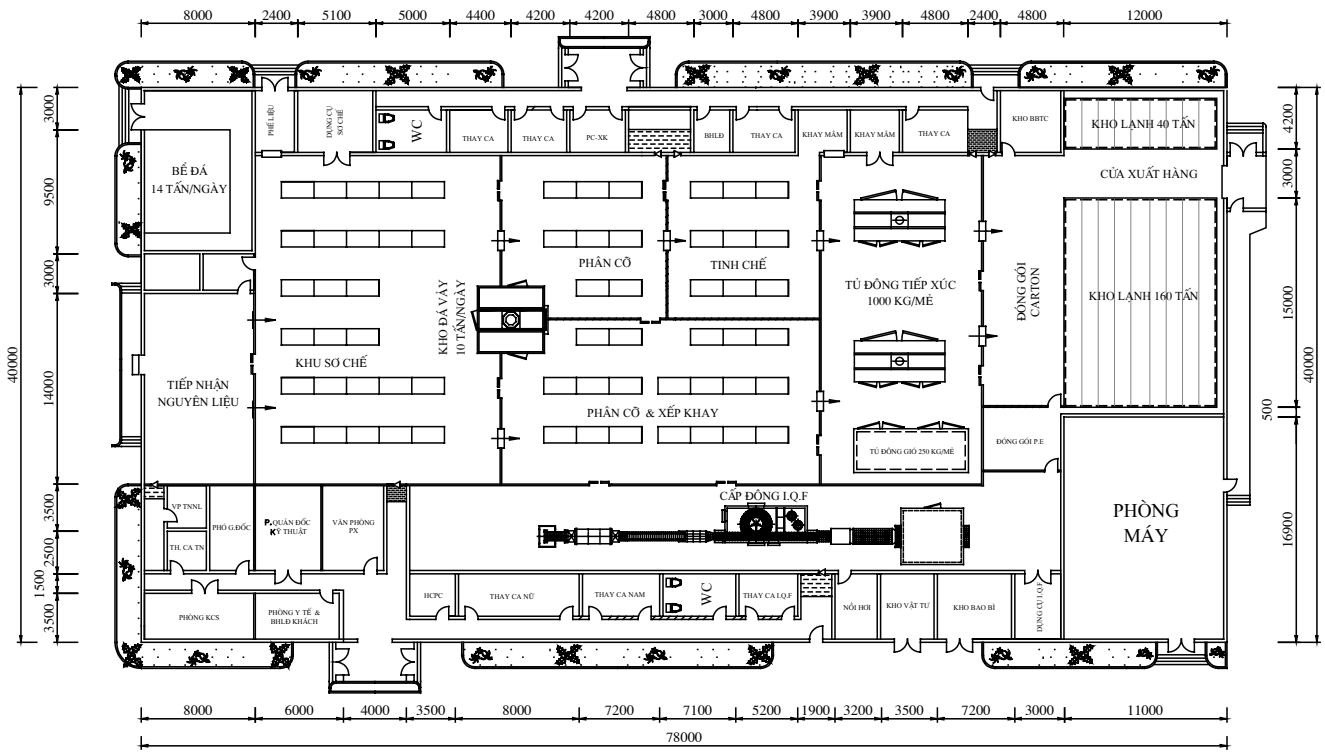
Hình 9-3 : Mặt bằng kho lạnh

4. Qui hoạch nhà máy chế biến thuỷ sản xuất khẩu Cửa Luỹ Quảng Ngãi (dự án)



Hình 9-5 :Mặt bằng nhà máy chế biến thuỷ sản xuất khẩu 1000 Tấn sản phẩm / năm

5. Qui hoạch nhà máy chế biến thuỷ sản xuất khẩu Thọ Quang - Đà Nẵng 1000 Tấn SP/năm



Hình 9-6 : Mặt bằng nhà máy chế biến thuỷ sản xuất khẩu Thọ Quang 1000 Tấn sản phẩm / năm

* * *

CHƯƠNG X
HỆ THỐNG ĐIỆN ĐỘNG LỰC, ĐIỀU KHIỂN VÀ BẢO VỆ CỦA HỆ THỐNG LẠNH

10.1. CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN THƯỜNG HAY SỬ DỤNG TRONG HỆ THỐNG LẠNH

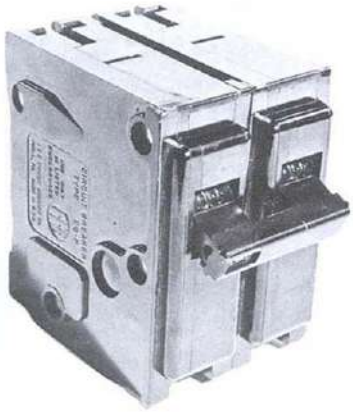
10.1.1 Các thiết bị điều khiển

Để làm nhiệm vụ điều khiển, đóng mở máy trong các mạch điện người ta sử dụng nhiều thiết bị điện khác nhau.

10.1.1.1 Aptomat (MCCB)

Để đóng ngắt không thường xuyên trong các mạch điện người ta sử dụng các aptomat. Cấu tạo aptomat gồm hệ thống các tiếp điểm có bộ phận dập hồ quang, bộ phận tự động cắt mạch để bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Bộ phận cắt mạch điện bằng tác động điện từ theo dòng cực đại. Khi dòng vượt quá trị số cho phép chúng sẽ cắt mạch điện để bảo vệ thiết bị.

Như vậy áptomat được sử dụng để đóng, ngắt các mạch điện và bảo vệ thiết bị trong trong trường hợp quá tải.

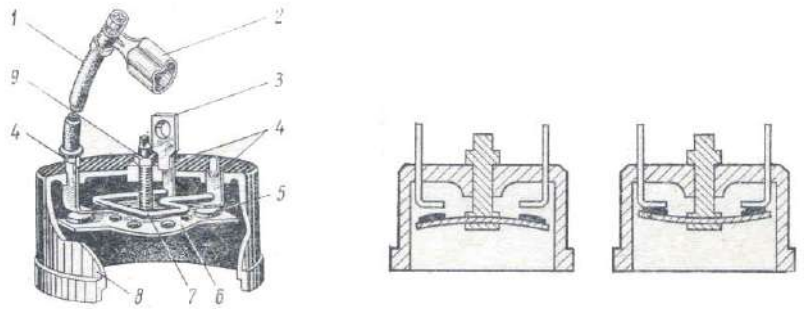


Hình 10-1: Thiết bị đóng ngắt điện tự động (aptomat)

10.1.1.2 Rơ le nhiệt bảo vệ quá dòng và quá nhiệt (OCR)

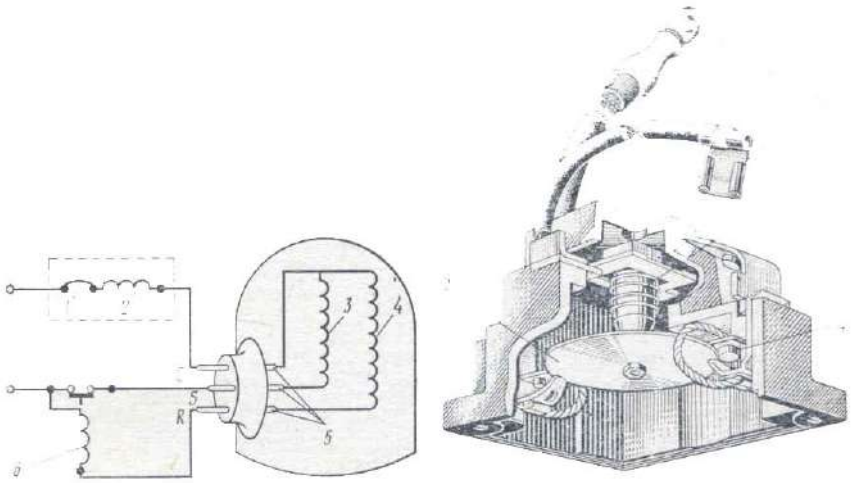
Rơ le nhiệt được sử dụng để bảo vệ quá dòng hoặc quá nhiệt. Khi dòng điện quá lớn hoặc vì một lý do gì đó nhiệt độ cuộn dây mô tơ quá cao. Rơ le nhiệt ngát mạch điện để bảo vệ mô tơ máy nén.

Rơ le nhiệt có thể đặt bên trong hoặc bên ngoài máy nén. Trường hợp đặt bên ngoài rơ le nhằm bảo vệ quá dòng thường được lắp đi kèm công tắc tơ. Một số máy lạnh nhỏ có bố trí rơ le nhiệt bên trong ở ngay đầu máy nén.



1- Dây nối, 2- Chụp nối; 3- Chốt tiếp điểm; 4- Đầu cực 5- Tiếp điểm; 6- Cơ cấu lưỡng kim; 7- Điện trở; 8- Thân; 9- Vít

Hình 10-2: Rơ le nhiệt lắp trong máy nén



Hình 10-3: Rơ le nhiệt và mạch điện

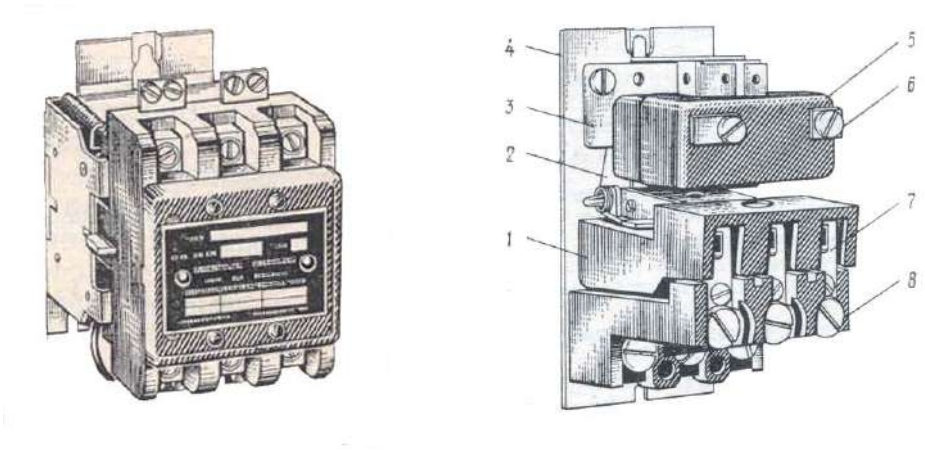
Phần tử cơ bản của rơ le nhiệt là một cơ cấu lưỡng kim gồm có 2 kim loại khác nhau về bản chất, có hệ số giãn nở nhiệt khác nhau và hàn với nhau. Bản lưỡng kim được đốt nóng bằng điện trở có dòng điện của mạch cần bảo vệ chạy qua. Khi làm việc bình thường sự phát nóng ở điện trở này không đủ để cơ cấu lưỡng kim biến dạng. Khi

dòng điện vượt quá định mức bản lưỡng kim bị đốt nóng và bị uốn cong, kết quả mạch điện của thiết bị bảo vệ hở

10.1.1.3 Công tắc tơ và rơ le trung gian

Các công tắc tơ và rơ le trung gian được sử dụng để đóng ngắt các mạch điện. Cấu tạo của chúng bao gồm các bộ phận chính sau đây :

1. Cuộn dây hút
2. Mạch từ tính
3. Phần động (phần ứng)
4. Hệ thống tiếp điểm (thường đóng và thường mở)



Hình 10-4: Công tắc tơ

Cần lưu ý các tiếp điểm thường mở của thiết bị chỉ đóng khi cuộn dây hút có điện và ngược lại các tiếp điểm thường đóng sẽ mở khi cuộn dây có điện, đóng khi mất điện.

Hệ thống các tiếp điểm có cấu tạo khác nhau và thường được mạ kẽm để đảm bảo tiếp xúc tốt. Các thiết bị đóng ngắt lớn có bộ phận dập hồ quang ngoài ra còn có thêm các tiếp điểm phụ để đóng mạch điều khiển.

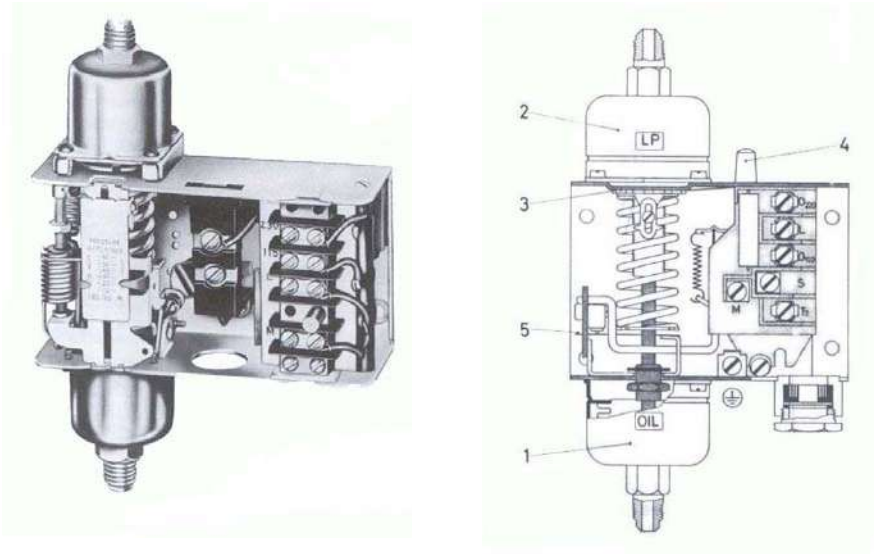
10.1.2 Rơ le bảo vệ áp suất và thermostat

Để bảo vệ máy nén khi áp suất dầu và áp suất hút thấp, áp suất đầu đẩy quá cao người ta sử dụng các rơ le áp suất dầu (OP), rơ le áp suất thấp (LP) và rơ le áp suất cao (HP). Khi có một trong các sự cố nêu

trên, các rơ le áp suất sẽ ngắt mạch điện cuộn dây của công tắc tơ máy máy nén để dừng máy.

Dưới đây chúng là cấu tạo và nguyên lý làm việc của các rơ le áp suất

10.1.2.1 Rơ le áp suất dầu



1- Phần tử cảm biến áp suất dầu; 2- Phần tử cảm biến áp suất hút; 3- Cơ cấu điều chỉnh; 4- Cần điều chỉnh; 5-

Hình 10-5 : Rơ le áp suất dầu

Áp sấu dầu của máy nén phải được duy trì ở một giá trị cao hơn áp suất hút của máy nén một khoảng nhất định nào đó, tuỳ thuộc vào từng máy nén cụ thể nhằm đảm bảo quá trình lưu chuyển trong hệ thống rãnh cấp dầu bôi trơn và tác động cơ cấu giảm tải của máy nén. Khi làm việc rơ le áp suất dầu sẽ so sánh hiệu áp suất dầu và áp suất trong cacte máy nén nên còn gọi là rơ le hiệu áp suất. Vì vậy khi hiệu áp suất quá thấp, chế độ bôi trơn không đảm bảo, không điều khiển được cơ cấu giảm tải.

Áp suất dầu xuống thấp có thể do các nguyên nhân sau:

- Bơm dầu bị hỏng
- Thiếu dầu bôi trơn.

- Phin lọc dầu bị bẫn, tắc ống dẫn dầu;
- Lẫn môi chất vào dầu quá nhiều.

Trên hình 10-5 giới thiệu cấu tạo bên ngoài và bên trong rơ le áp suất dầu.

Rơ le bảo vệ áp suất dầu lấy tín hiệu của áp suất dầu và áp suất cacte máy nén. Phần tử cảm biến áp suất dầu "OIL" (1) ở phía dưới của rơ le được nối đầu đẩy bơm dầu và phần tử cảm biến áp suất thấp "LP" (2) được nối với cacte máy nén.

Nếu chênh lệch áp suất dầu so với áp suất trong cacte $\Delta p = p_d - p_o$ nhỏ hơn giá trị đặt trước được duy trì trong một khoảng thời gian nhất định thì mạch điều khiển tác động dừng máy nén. Khi Δp nhỏ thì dòng điện sẽ đi qua rơ le thời gian (hoặc mạch sấy cơ cấu lưỡng kim). Sau một khoảng thời gian trễ nhất định, thì rơ le thời gian (hoặc cơ cấu lưỡng kim ngắt mạch điện) ngắt dòng điều khiển khởi đến khởi động từ máy nén

Độ chênh lệch áp suất cực tiểu cho phép có thể điều chỉnh nhờ cơ cấu 3. Khi quay theo chiều kim đồng hồ sẽ tăng độ chênh lệch áp suất cho phép, nghĩa làm tăng áp suất dầu cực tiểu ở đó máy nén có thể làm việc.

Độ chênh áp suất được cố định ở 0,2 bar

10.1.2.2. Rơ le áp suất cao HP và rơ le áp suất thấp LP

Rơ le áp suất cao và rơ le áp suất thấp có hai kiểu khác nhau :

** Dạng tổ hợp gồm 02 rơ le*

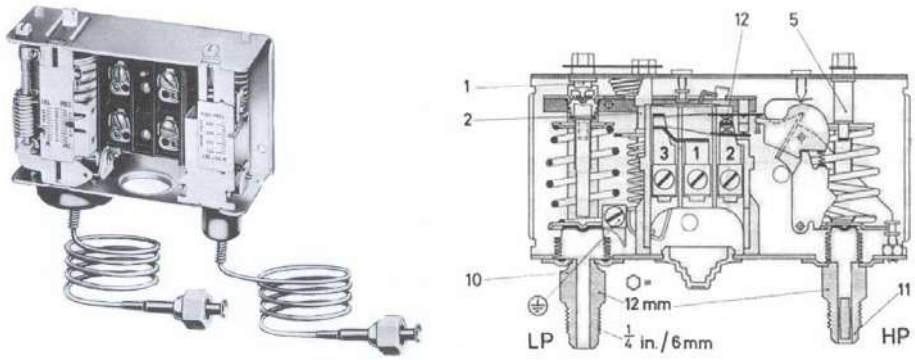
** Dạng các rơ le rời nhau*

Trên hình 10-6 là cặp rơ le tổ hợp của HP và LP, chúng hoạt động hoàn toàn độc lập với nhau, mỗi rơ le có ống nối lấy tín hiệu riêng.

Cụm LP thường bố trí nằm phía trái, còn Hp bố trí nằm phía phải. Có thể phân biệt LP và HP theo giá trị nhiệt độ đặt trên các thang kẻ, tránh nhầm lẫn.

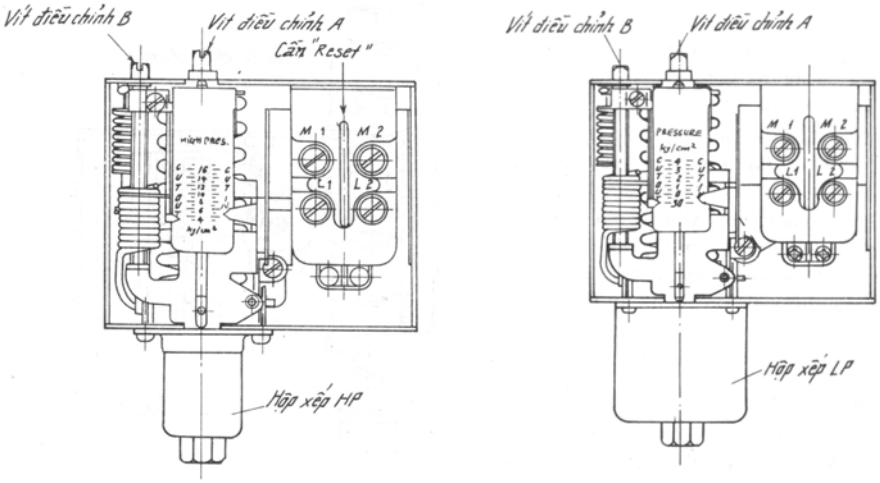
Trên hình 10-7 là các rơ le áp suất cao và thấp dạng rời.

Rơ le áp suất cao được sử dụng bảo vệ máy nén khi áp suất đầu đẩy cao quá mức quy định, nó sẽ tác động trước khi van an toàn mở. Hơi đầu đẩy được dẫn vào hộp xếp ở phía dưới của rơ le, tín hiệu áp suất được hộp xếp chuyển thành tín hiệu cơ khí và chuyển dịch hệ thống tiếp điểm, qua đó ngắt mạch điện khởi động từ máy nén.



Hình 10-6 : Rơ le tổ hợp áp suất cao và thấp

Giá trị đặt của rơ le áp suất cao là 18,5 kG/cm^2 thấp hơn giá trị đặt của van an toàn 19,5 kG/cm^2. Giá trị đặt này có thể điều chỉnh thông qua vít "A". Độ chênh áp suất làm việc được điều chỉnh bằng vít "B". Khi quay các vít "A" và "B" kim chỉ áp suất đặt di chuyển trên bảng chỉ thị áp suất.



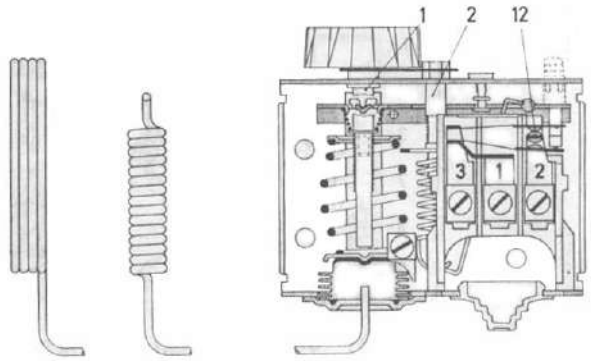
a- Rơ le áp suất cao HP ***b- Rơ le áp suất thấp***

Hình 10-7 : Rơ le áp suất cao và thấp

Sau khi xảy ra sự cố áp suất và đã tiến hành xử lý, khắc phục xong cần nhấn nút Reset để ngặt mạch duy trì sự cố mới có thể khởi động lại được.

Tương tự HP, rơ le áp suất thấp LP được sử dụng để tự động đóng mở máy nén, trong các hệ thống lạnh chạy tự động. Khi nhiệt độ buồng lạnh đạt yêu cầu, van điện từ ngừng cấp dịch cho dàn lạnh, máy thực hiện rút gas về bình chứa và áp suất phía đầu hút giảm xuống dưới giá trị đặt, rơ le áp suất tác động dừng máy. Khi nhiệt độ phòng lạnh lên cao van điện từ mở, dịch vào dàn lạnh và áp suất hút lên cao và vượt giá trị đặt, rơ le áp suất thấp tự động đóng mạch cho động cơ hoạt động.

10.1.2.3. Thermostat



Hình 10-8 : Thermostat

Thermostat là một thiết bị điều khiển dùng để duy trì nhiệt độ của phòng lạnh. Cấu tạo gồm có một công tắc đổi hướng đơn cực (12) duy trì mạch điện giữ các tiếp điểm 1 và 2 khi nhiệt độ bầu cảm biến tăng lên, nghĩa là nhiệt độ phòng tăng. Khi quay trục (1) theo chiều kim đồng hồ thì sẽ tăng nhiệt độ đóng và ngắt của Thermostat. Khi quay trục vi sai (2) theo chiều kim thì giảm vi sai giữa nhiệt độ đóng và ngắt thiết bị.

Hình 10-9 : Cấu tạo bên ngoài của thermostat

10.1.2.4. Rơ le bảo vệ áp suất nước (WP) và rơ le lưu lượng (Flow Switch)

Nhằm bảo vệ máy nén khi các bơm giải nhiệt thiết bị ngưng tụ và bơm giải nhiệt máy nén làm việc không được tốt (áp suất tụt, thiếu nước ..) người ta sử dụng rơ le áp suất nước và rơ le lưu lượng.

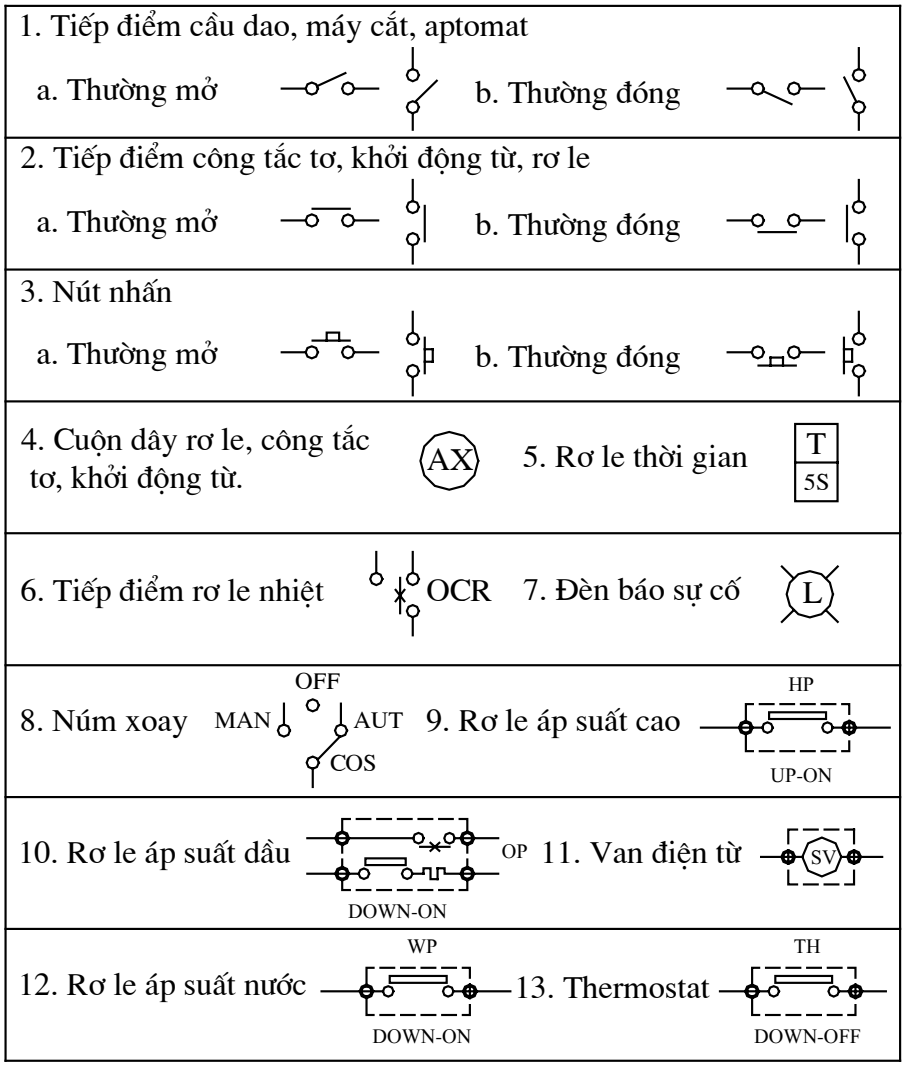
Rơ le áp suất nước hoạt động giống các rơ le áp suất khác, khi áp suất nước thấp, không đảm bảo điều kiện giải nhiệt cho dàn ngưng hay máy nén, rơ le sẽ ngắt điện cuộn dây khởi động từ của máy nén để dừng máy. Như vậy rơ le áp suất nước lấy tín hiệu áp suất đầu đẩy của các bơm nước.

Ngược lại rơ le lưu lượng lấy tín hiệu của dòng chảy. Khi có nước chảy qua rơ le lưu lượng tiếp điểm tiếp xúc hở, hệ thống hoạt động bình thường. Khi không có nước chảy qua, tiếp điểm của rơ le lưu lượng đóng lại, đồng thời ngắt mạch điện cuộn dây khởi động từ và dừng máy.

10.1.3 Các ký hiệu trên bản vẽ

Để thuận lợi cho việc đọc các bản vẽ các mạch điện, trên hình 10-10 dưới đây xin giới thiệu một số ký hiệu qui ước các thiết bị điện của mạch điện các hệ thống lạnh. Đây là các ký hiệu thường hay sử dụng cho các mạch điện hệ thống lạnh hiện nay thường hay được sử dụng.

Mặt khác để tránh nhầm lẫn khi thuyết minh nguyên lý hoạt động của các mạch điện chúng tôi ký hiệu chỉ số "1" cho tiếp điểm thường đóng và chỉ số "2" cho tiếp điểm thường mở.



Hình 10-10: Các ký hiệu qui ước trên các mach điện

10.2 ĐIỀU KHIỂN VÀ BẢO VỆ CÁC THIẾT BỊ LẠNH

10.2.1 Bảo vệ máy nén

Máy nén là thiết bị quan trọng nhất trong hệ thống lạnh, vì vậy nó được bảo vệ rất nghiêm ngặt. Khi các điều kiện làm việc không đạt yêu cầu, hệ thống bảo vệ tự động ngắt điện để dừng máy. Cụ thể, máy nén được bảo vệ bởi các thiết bị sau:

1. Bảo vệ áp suất

- Áp suất cao HP.
- Áp suất dầu OP.
- Áp suất thấp LP

2. Bảo vệ quá dòng và quá nhiệt (OCR):

- Bảo vệ quá dòng.
- Bảo vệ quá nhiệt.

3. Bảo vệ khi các điều kiện giải nhiệt không tốt

- Bảo vệ áp suất nước, lưu lượng nước
- Bảo vệ khi bơm nước giải nhiệt dàn ngưng hoặc máy nén ngừng hoạt động
- Bảo vệ khi quạt dàn ngưng không làm việc
- Bảo vệ khi quạt tháp giải nhiệt không làm việc

4. Bảo vệ khi một số thiết bị khác không làm việc

Trong một số mạch điện, máy nén sẽ tự động dừng khi một thiết bị nào đó không làm việc, chẳng hạn như quạt dàn lạnh, mô tơ cánh khuấy nước muối, bơm nước lạnh vv..

10.2.2 Điều khiển mức dịch ở bình trung gian

Để điều khiển mức dịch ở các bình trung gian trong các hệ thống lạnh 2 cấp người ta sử dụng các van phao điện từ.

Mức dịch ở bình trung gian, nói chung được được khống chế giữa 02 mức: cực đại và cực tiểu.

- Mức cực đại : Khống chế mức cực đại nhằm bảo vệ máy nén tránh hút ẩm, gây ngập lỏng phía cao áp.
- Mức cực tiểu : Nhằm đảm bảo lượng dịch tối thiểu trong bình để tăng cường trao đổi nhiệt cho ống xoắn.

Khi mức dịch trong bình đạt mức cực đại van phao phía trên tác động ngắt điện cuộn dây van điện từ cấp dịch cho bình trung gian, khi đó mức dịch trong bình sẽ không tăng.

Khi mức dịch hạ xuống mức cực tiểu van phao tác động mở van điện từ và dịch được tiết lưu vào bình.

10.2.3 Điều khiển mức dịch ở bình giữa mức

Đối với các bình giữ mức của các dàn lạnh, yêu cầu chỉ bảo vệ mức dịch trên của bình tránh hút lỏng về máy nén, do đó chỉ cần 01 van phao tác động đóng mở van điện từ cấp dịch cho bình và qua đó duy trì mức dịch trong bình ở giới hạn cho phép.

10.2.4 Điều khiển mức dịch ở bình chứa hạ áp

Bình chứa hạ áp được bảo vệ bằng 03 van phao. Nhiệm vụ của các van phao như sau:

- Van phao trên cùng, bảo vệ mức dịch cực đại tránh vượt quá mức cho phép, máy nén có thể hút lỏng về nguy hiểm. Khi đạt mức cực đại van phao tác động đóng van điện từ cấp dịch vào bình.
- Van phao giữa, duy trì mức dịch trung bình, khi mức dịch trong bình giảm xuống mức trung bình, van phao đóng mạch điện van điện từ và cấp dịch vào bình chứa hạ áp.
- Van phao dưới cùng bảo vệ mức dịch cực tiểu, đây là mức dịch sự cố, nhằm bảo vệ bơm. Khi lượng dịch trong bình quá thấp, van phao tác động ngắt điện cuộn dây khởi động từ bơm cấp dịch và bơm cấp dịch sẽ ngừng hoạt động.

10.2.5 Điều khiển nhiệt độ phòng lạnh

Đối với kho lạnh bảo quản hệ thống lạnh hoạt động hoàn toàn tự động và được điều khiển đóng tắt theo nhiệt độ phòng.

Quá trình tác động như sau : Khi nhiệt độ phòng lạnh đạt yêu cầu (xuống bằng nhiệt độ đặt của thermostat), thermostat tác động đóng van điện từ ngừng cấp dịch cho dàn lạnh, máy nén tiếp tục hoạt động nên áp suất hút hạ xuống, sau một thời gian khi áp suất hút xuống thấp rơ le áp suất thấp tác động dừng máy.

Khi nhiệt độ phòng nâng lên cao, thermostat tác động mở van điện từ cấp dịch cho dàn lạnh, áp suất hút tăng lên và rơ áp suất thấp đóng mạch khởi động lại máy nén.

Về mặt nguyên tắc, thermostat có thể trực tiếp tác động mạch điều khiển đóng máy nén. Tuy nhiên để đảm bảo an toàn khi dừng máy phải hút kiệt gas khỏi dàn lạnh nên người ta mới cho hoạt động như đã nêu ở trên.

10.3 MẠCH ĐIỆN ĐỘNG LỰC VÀ ĐIỀU KHIỂN MÁY NÉN

10.3.1 Mạch động lực của các máy nén, bơm và quạt

Mạch điện động lực còn gọi là mạch điện nguồn là mạch điện cấp điện nguồn để chạy các thiết bị như máy nén, bơm, quạt vv.. Dòng điện trong mạch điện động lực lớn nhỏ tuỳ thuộc vào công suất thiết bị và do đó công suất các thiết bị đi kèm mạch điện động lực phụ thuộc công suất thiết bị và lựa chọn một cách tương ứng.

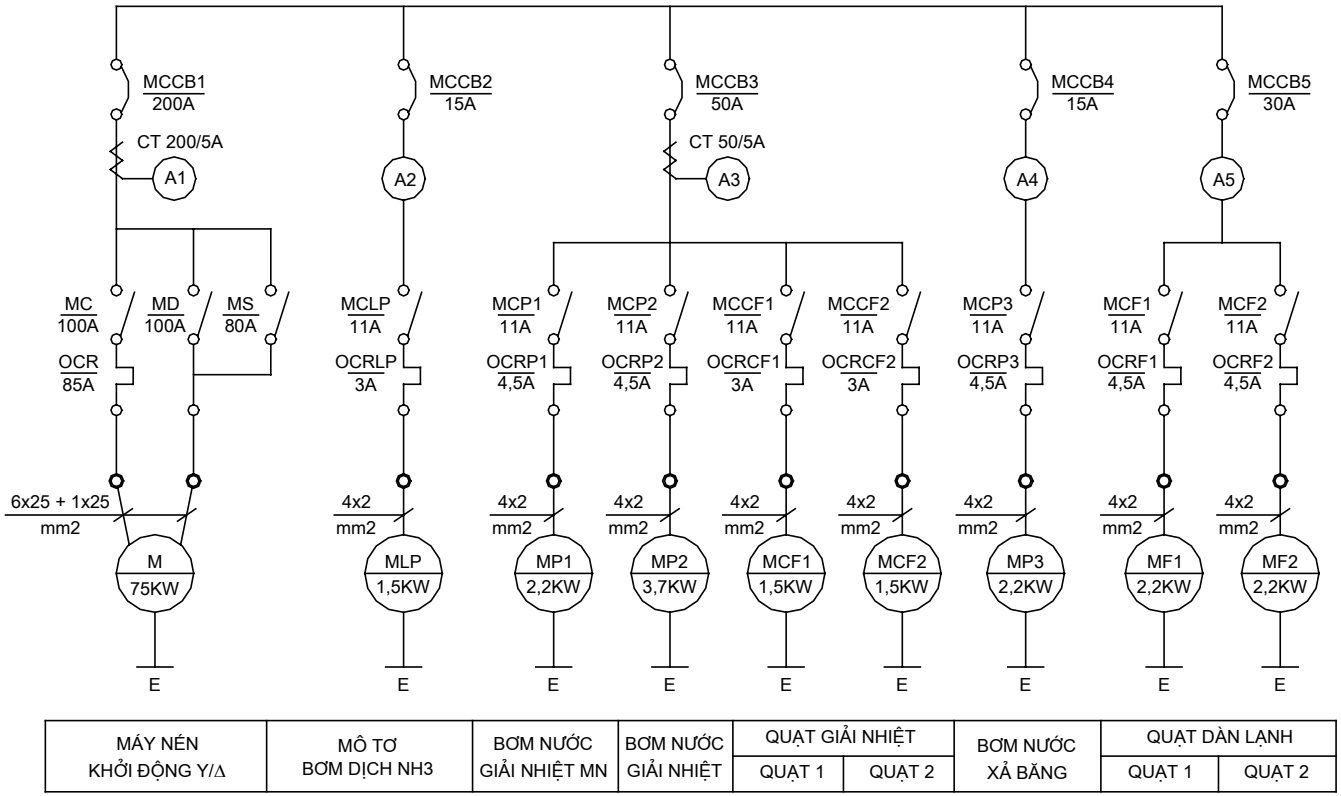
Để có khái niệm về một mạch điện động lực ta giả sử có hệ thống lạnh kho cấp đông gồm các thiết bị chính sau đây (hình 10-11):

- Máy nén với mô tơ 75kW
- Bơm cấp dịch dàn lạnh 1,5 kW
- Bơm nước giải nhiệt máy nén 2,2 kW
- Bơm nước giải nhiệt dàn ngưng 3,7 kW
- Bơm nước xả băng dàn lạnh 2,2 kW
- Quạt giải nhiệt dàn ngưng : 2 x 1,5 kW
- Quạt giải nhiệt dàn lạnh : 2 x 2,2 kW

Đối với các động cơ và thiết bị điện của hệ thống lạnh, do công suất lớn nên việc đóng mở các động cơ đều thực hiện bằng các khởi động từ. Các thiết bị đều được đóng mở và bảo vệ bằng các aptomat, tất cả các thiết bị đều có rơ le nhiệt bảo vệ quá dòng. Các thiết bị có công suất nhỏ, ampekế nối trực tiếp vào mạch điện, còn các thiết bị có công suất lớn ampekế được qua biến dòng CT.

Các thiết bị chính trên mạch điện động lực bao gồm :

- MCCB - Aptomat
- CT : Biến dòng
- MC : Tiếp điểm khởi động từ cuộn chạy của máy nén
- MD - Tiếp điểm khởi động từ mạch tam giác
- MS - Tiếp điểm khởi động từ mạch sao
- OCR - Rơle nhiệt
- M - Môtơ ; P — Bơm (Pump); F — Quạt (Fan)
- A — Ampekế
- Dây điện các loại



MÁY NÉN KHỞI ĐỘNG Y/Δ	MÔ TƠ BƠM DỊCH NH3	BƠM NƯỚC GIẢI NHIỆT MN	BƠM NƯỚC GIẢI NHIỆT	QUẠT GIẢI NHIỆT		BƠM NƯỚC XẢ BĂNG	QUẠT DÀN LẠNH	
				QUẠT 1	QUẠT 2		QUẠT 1	QUẠT 2

Hình 10-11 : Mạch điện động lực trong hệ thống lạnh

Đối với động cơ máy nén quá trình khởi động diễn ra như sau :

Khi nhấn nút START trên mạch điều khiển, nếu không có bất cứ sự cố nào thì cuộn dây khởi động từ (MC) có điện và đóng tiếp điểm thường mở MC trên mạch động lực. Trong khoảng 5 giây đầu tiên (đặt ở rơ le thời gian), cuộn dây khởi động từ (MS) có điện và tiếp điểm thường mở MS của nó trên mạch động lực đóng. Lúc đó máy chạy theo sơ đồ sao, dòng khởi động giảm đáng kể. Sau thời gian đặt, rơ le thời gian tác động ngắt điện cuộn (MS) và đóng điện cho cuộn (MD), tương ứng các tiếp điểm trên mạch động lực, MD đóng và MS mở. Máy chuyển từ sơ đồ nối sao sang sơ đồ tam giác.

Đối với các thiết bị có công suất nhỏ như bơm, quạt dòng khởi động nhỏ nên không cần khởi động theo sơ đồ sao — tam giác như máy nén.

10.3.2 Mạch khởi động sao - tam giác

10.3.2.1 Dòng điện khởi động

Hầu hết các máy nén lạnh cỡ lớn đều sử dụng động cơ không đồng bộ 3 pha. Để khởi động được các động cơ không đồng bộ 3 pha mô men khởi động của động cơ phải đủ lớn để thắng được mô men cản của tải khi khởi động và đồng thời đảm bảo thời gian khởi động nằm trong giới hạn cho phép.

Dòng điện pha khi khởi động được xác định theo công thức sau:

$$I_P^{KD} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2^{'})^2 + (X_1 + X_2^{'})^2}} \qquad (10\text{-}1)$$

trong đó:

R_1 - Điện trở dây quấn stato;

X_1 - Điện kháng stato;

R'_2 - Điện trở dây quấn rôto qui đổi về stato;

X'_2 - Điện kháng dây quấn rôto qui đổi về stato;

Dòng điện khi mở máy khá lớn, gấp 5 ÷ 7 lần dòng điện định mức. Do đó đối với lưới điện công suất nhỏ khi khởi động máy có thể làm sụt áp mạng ảnh hưởng đến sự làm việc của các thiết bị khác. Vì vậy cần có các biện pháp khởi động hợp lý để giảm dòng khởi động.

10.3.2.2 Các phương pháp khởi động

1. Đối với động cơ rôto dây quấn

Để giảm dòng khởi động đối với động cơ loại này người ta nối dây quấn rôto với 01 biến trở khởi động.

Muốn mô men khởi động cực đại hệ số trượt tới hạn phải bằng 1 tức là

$$S_{TH} = \frac{R_2^{'} + R_{KD}^{'}}{X_1 + X_2^{'}} = 1 \qquad (10\text{-}2)$$

Từ đó xác định được điện trở khởi động tối ưu để đạt mô men cực đại

Nhờ mạch rôto có thêm điện trở $R'_{kđ}$ nên dòng điện khởi động giảm

$$I_P^{KD} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2^{'} + R_{KD}^{'})^2 + (X_1 + X_2^{'})^2}} \qquad (10\text{-}3)$$

2. Đối với động cơ lồng sóc

**** Khởi động trực tiếp***

Đóng trực tiếp động cơ vào mạch điện. Phương pháp này chỉ áp dụng cho các động cơ công suất nhỏ. Đây là phương pháp đơn giản, nhưng dòng khởi động lớn, điện áp sụt nhiều, thời gian khởi động lâu.

**** Giảm điện áp stato***

Khi giảm điện áp stato thì dòng điện mở máy giảm. Tuy nhiên lúc đó mô men khởi động cũng giảm theo, nên phương pháp này chỉ áp dụng cho động cơ không đòi hỏi mô men khởi động lớn. Để giảm điện áp stato có các cách sau :

- Dùng điện kháng nối tiếp vào mạch stato
- Dùng máy tự biến áp

**** Đổi mạch nối sao - tam giác***

Phương pháp này áp dụng cho các động cơ khi làm việc bình thường dây quấn stato nối theo kiểu tam giác.

Khi khởi động, mạch điện tự động chuyển nối sao, lúc đó điện áp đặt vào mỗi pha giảm $\sqrt{3}$ lần. Sau thời gian khởi động người ta chuyển sang mạch nối tam giác như qui định.

- Dòng điện dây khi nối tam giác:

$$I_{d\Delta} = \frac{\sqrt{3}.U_1}{z_n} \qquad (10\text{-}4)$$

- Dòng điện dây khi nối sao:

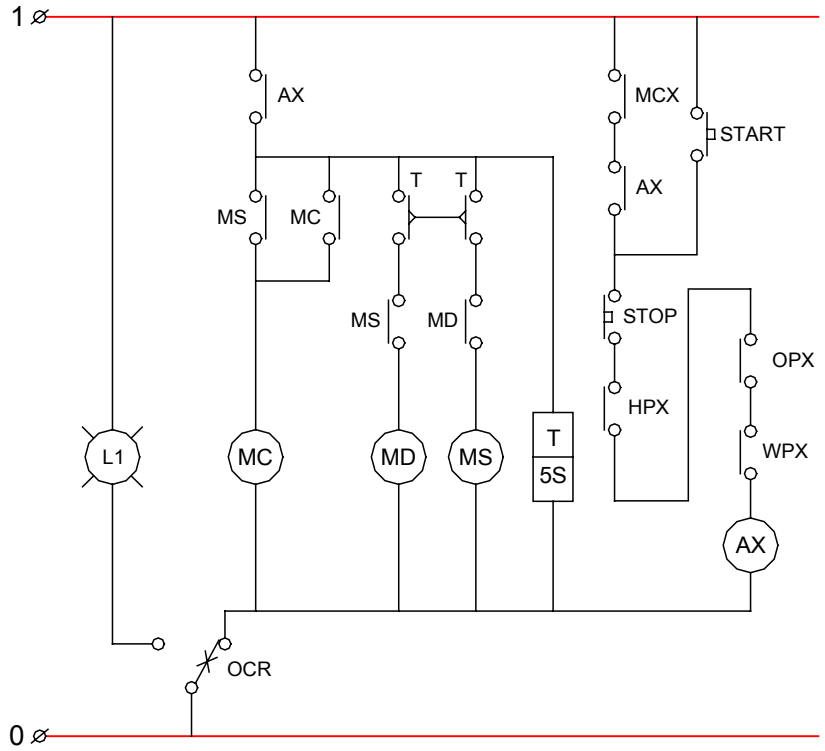
$$I_{d\Delta} = \frac{U_1}{\sqrt{3}.z_n} \qquad (10\text{-}5)$$

Theo các công thức trên, dòng điện khởi động khi nối sao nhỏ hơn khi nối tam giác 3 lần.

Qua việc nghiên cứu các phương pháp khởi động, chúng ta nhận thấy hầu hết các phương pháp đều làm giảm mô men khởi động. Để khắc phục điều này người ta đã chế tạo loại động cơ lồng sóc kép và loại rãnh sâu có đặc tính mở máy tốt.

10.3.2.3 Mạch khởi động sao tam giác

Trên hình 10-12 giới thiệu mạch điện khởi động sao - tam giác thường hay được sử dụng trong các hệ thống lạnh.



Hình 10-12 : Mạch khởi động sao - tam giác

Các ký hiệu trên mạch điện

- MC, MS và MD — Cuộn dây khởi động từ sử dụng đóng mạch chính, mạch sao và mạch tam giác của mô tơ máy nén.
- AX - Rơ le trung gian
- T - Rơ le thời gian

Khi hệ thống đang dừng cuộn dây của rơ le trung gian (AX) không có điện, các tiếp điểm thường mở của nó ở trạng thái hở nên các cuộn dây (MC), (MD), (MS) không có điện.

Khi nhấn nút START để khởi động máy, nếu hệ thống không có các sự cố áp suất cao, áp suất dầu, áp suất nước, quá nhiệt thì tất cả các tiếp điểm thường đóng HPX, OPX, WPX, OCR ở trạng thái đóng. Dòng điện đi qua cuộn dây của rơ le trung gian (AX). Khi cuộn dây (AX) có điện nhờ tiếp điểm thường đóng AX mắc nối tiếp với tiếp điểm MCX nên tự duy trì điện cho cuộn AX. Tiếp điểm thường mở MCX đóng khi không có sự cố áp suất nước ở bơm giải nhiệt máy nén và bơm giải nhiệt dàn ngưng (xem mạch bảo vệ áp suất nước).

Khi cuộn (AX) có điện, tiếp điểm thường mở AX thứ hai của nó sẽ đóng mạch điện cho các cuộn dây khởi động từ (MC) và (MS) hoặc (MD). Trong thời gian 5 giây đầu (thời gian này có thể thay đổi tuỳ ý) rơ le thời gian T có điện và bắt đầu đếm thời gian, mạch cuộn dây khởi động từ (MS) có điện, máy chạy theo sơ đồ nối sao, cuộn (MD) không có điện.

Sau thời gian đặt 5 giây, tiếp điểm của rơ le thời gian nhảy và đóng mạch cuộn (MD) và mạch cuộn (MS) mất điện. Kết quả máy chuyển từ sơ đồ nối sao sang tam giác.

Do cuộn dây (MC) nối với cặp tiếp điểm thường mở MS, MD nối song song nên dù máy có chạy theo sơ đồ nào thì cuộn (MC) cũng có điện.

Khi xảy ra quá nhiệt (do máy quá nóng hay dòng điện quá lớn) thì cơ cấu lưỡng kim của rơ le quá nhiệt OCR nhảy và đóng mạch điện đèn báo hiệu sự cố (L_1) báo hiệu sự cố đồng thời cuộn (AX) mất điện và đồng thời các khởi động từ của mô tơ máy nén mất điện và máy dừng.

Nếu xảy ra một trong các sự cố áp suất dầu, áp suất cao hoặc áp suất nước, hoặc nhấn nút STOP thì cuộn (AX) mất điện và máy nén cũng sẽ dừng.

10.4 CÁC MẠCH ĐIỆN BẢO VỆ KHÁC TRONG HỆ THỐNG LẠNH

Hầu hết các mạch bảo vệ áp suất dầu OP, áp suất cao HP, áp suất nước WP của các hệ thống lạnh đều được thiết kế để ngắt điện cuộn dây (AX) trên mạch điều khiển chạy máy nén. Khi cuộn dây (AX) mất điện các cuộn dây khởi động từ mô tơ máy nén sẽ mất điện theo và máy nén ngừng chạy.

Khi xảy ra bất cứ sự cố nào nêu trên thì cuộn (AX) sẽ ngay lập tức mất điện và máy nén sẽ ngừng hoạt động, đồng thời các đèn báo hiệu sự cố sáng để người vận hành có thể nhanh chóng biết được sự cố đã xảy ra, đồng thời chuông báo sự cố reo lên.

Dưới đây chúng tôi xin giới thiệu nguyên tắc làm việc của các mạch điện điều khiển nêu trên.

10.4.1 Mạch bảo vệ áp suất dầu

Trên hình 10-13 giới thiệu sơ đồ nguyên lý hoạt động của rơ le áp suất dầu. Khi hiệu áp suất dầu và áp suất trong cacte máy nén giảm xuống quá thấp, tiếp điểm mạch điện trở đóng, dòng điện đi qua điện trở và đốt nóng cơ cấu lưỡng kim. Khi nhiệt độ cơ cấu lưỡng kim đủ lớn, do giãn nở nhiệt nên cơ cấu lưỡng kim bị uốn cong làm hở tiếp điểm (Timer switch), mạch điện nối với rơ le áp suất OP mất điện.

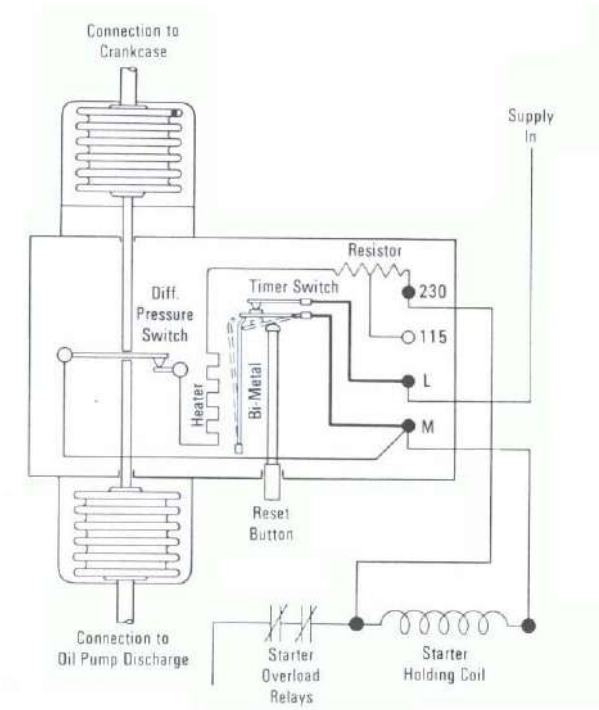
Trên hình 10-14 trình bày mạch điện bảo vệ áp suất dầu. Khi hệ thống đang hoạt động bình thường cơ cấu lưỡng kim của rơ le áp suất dầu đóng, cuộn dây rơ le trung gian (OP) mắc nối tiếp với nó có điện. Mạch điện cuộn (OPX) và đèn (L2) không có điện do tiếp điểm thường đóng OP và thường mở OPX đang ở trạng thái hở.

- Khi áp suất dầu nhỏ hơn giá trị định sẵn, dòng điện đi qua điện trở sấy của rơ le và bắt đầu đốt nóng cơ cấu lưỡng kim, khi cơ cấu lưỡng kim nhả ra cuộn dây rơ le trung gian (OP) mắc nối tiếp với nó mất điện, kéo theo các tiếp điểm thường đóng OP đóng lại, cuộn dây rơ le trung gian (OPX) và đèn (L2) có điện. Cuộn dây (OPX) có điện kéo theo tất cả các tiếp điểm thường đóng của nó nhả ra, cuộn dây (AX) trên mạch khởi động máy nén mất điện và tác động dừng máy nén.

Thông thường khi sự cố xảy ra, các mạch điện sự cố sẽ tự duy trì, chỉ sau khi xử lý xong sự cố và nhấn nút RESET mới có thể khởi động lại máy nén. Mạch điện cuộn sự cố (OPX) cũng tự duy trì thông qua

tiếp điểm thường đóng của nó ở trên sơ đồ. Nếu không có mạch này thì sẽ rất nguy hiểm, vì người vận hành có thể chạy lại máy ngay mà không để ý là đang có cố áp suất dầu.

Trên mạch áp suất dầu, người ta sử dụng tiếp điểm thường mở của cuộn dây rơ le trung gian AX như là điều kiện để mạch áp suất dầu có hiệu lực. Mạch sự cố của cuộn (OPX) chỉ có hiệu lực khi cuộn (AX) có điện tức khi máy nén đang hoạt động mà mất áp suất dầu. Trường hợp khi khởi động máy, do bơm dầu chưa hoạt động nên hiệu áp suất sẽ bằng 0, nhưng nhờ cuộn (AX) chưa có điện nên mạch sự cố áp suất dầu chưa có hiệu lực và máy vẫn có thể khởi động được.



Hình 10-13: Sơ đồ hoạt động của rơ le áp suất dầu

Một điểm trong cấu tạo của rơ le áp suất dầu cũng cần lưu ý là khi hiệu áp suất giảm, rơ le không tác động dừng máy ngay mà phải thông qua điện trở đốt nóng cơ cấu lưỡng kim, cơ cấu lưỡng kim giãn nở nhiệt mới dừng máy. Có nghĩa rằng, hiệu áp suất phải thực sự giảm và giảm trong một thời gian nhất định. Điều này có ý nghĩa rất quan trọng

vì trong quá trình làm việc, do sự dao động hoặc do có lẫn các bọt khí hiệu áp suất có thể giảm tức thời. Đây không phải là sự cố mà chỉ là những tác động mang tính nhất thời.

Trường hợp rơ le áp suất không có điện trở sấy và cơ cấu lưỡng kim như trên, cần phải sử dụng rơ le thời gian để đếm thời gian giảm hiệu áp suất. Chỉ khi hiệu áp suất giảm trong một khoảng thời gian nhất định (thường là 10 giây) thì mới tác động dừng máy nén.

10.4.2 Mạch giảm tải

Mạch giảm tải trong sơ đồ đã chỉ ra trên hình 10-14 được sử dụng để giảm tải trong các trường hợp sau:

a) Khi mới khởi động đang chạy theo sơ đồ sao Y, do dòng khởi động rất lớn nên bắt buộc giảm tải.

b) Khi vận hành do phụ tải lớn, người vận hành muốn giảm tải bằng tay.

c) Lúc chạy bình thường (chế độ tam giác Δ) nhưng áp suất hút quá thấp, hệ thống hoạt động không hiệu qủa nên máy chuyển sang chế độ giảm tải.

Khi giảm tải, cuộn dây van điện từ (SV) có điện và mở thông đường dầu tác động lên cơ cấu giảm tải của máy nén để giảm tải.

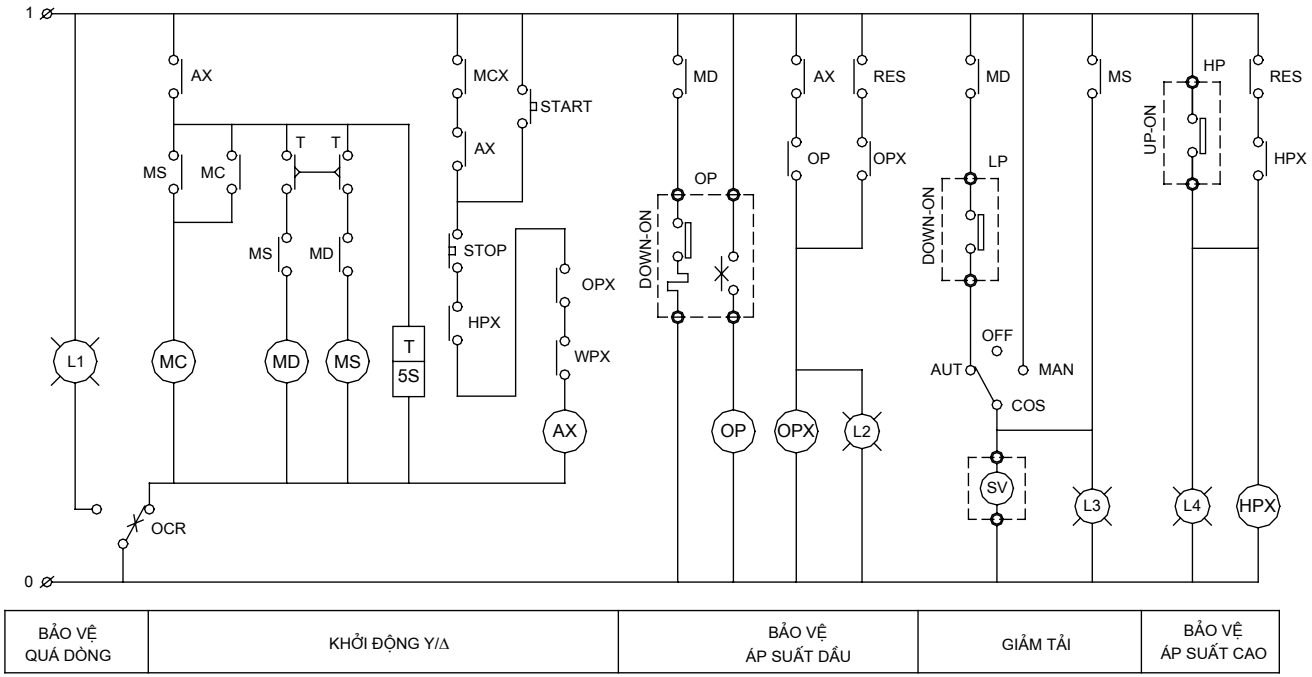
Công tắc xoay COS trên sơ đồ điều khiển cho phép lựa chọn chế độ giảm tải bằng tay MANUAL (ngay lập tức), chế độ giảm tải tự động AUTO hoặc ngắt mạch giảm tải OFF.

Sơ đồ mạch điện trên hình 10-13 cho thấy trong quá trình khởi động khi đang chạy theo sơ đồ sao Y thì máy nén luôn luôn giảm tải vì lúc này cuộn dây khởi động từ (MS) đang có điện, tiếp điểm thường mở của nó trên mạch giảm tải đóng và cuộn (SV) có điện.

Khi ở chế độ tự động AUTO, chỉ khi áp suất hút nhỏ hơn giá trị đặt trước thì sẽ giảm tải.

Ngoài ra ở thời điểm bất kỳ nào cũng có thể giảm tải máy nén được khi xoay công tắc COS sang vị trí MANUAL.

Khi máy nén đang ở chế độ giảm tải, đèn (L3) sẽ sáng báo hiệu hệ thống đang chạy chế độ giảm tải.



BẢO VỆ QUÁ DÒNG	KHỞI ĐỘNG Y/Δ	BẢO VỆ ÁP SUẤT DẦU	GIẢM TẢI	BẢO VỆ ÁP SUẤT CAO

Hình 10-14: Mạch điện điều khiển hệ thống lạnh

10.4.3 Mạch bảo vệ áp suất cao

Trên hình 10-14 biểu diễn mạch điện bảo vệ áp suất cao.

Khi hệ thống hoạt động bình thường, tiếp điểm của rơ le áp suất cao HP mở, đèn (L_4) và cuộn (HPX) không có điện.

Khi áp suất phía đẩy của máy nén vượt quá giá trị đặt trước khoảng 18,5 kG/cm^2, tiếp điểm rơ le áp suất cao HP đóng (UP-ON), cuộn dây rơ le trung gian (HPX) có điện và đèn (L_4) sáng báo hiệu sự cố. Lúc này các tiếp điểm thường đóng HPX nhả ra. Trên mạch khởi động cuộn (AX) mất điện và tác động dừng máy nén.

Rơ le sự cố (HPX) cũng tự duy trì điện cho nó thông qua các tiếp điểm thường đóng RES và tiếp điểm thường mở HPX.

Chỉ sau khi khắc phục xong sự cố và nhấn nút RESET thì cuộn (HPX) mới mất điện.

10.4.4 Mạch bảo vệ quá dòng

Trên hình 10-14, OCR biểu thị cơ cấu lưỡng kim của rơ le nhiệt. Ở nhiệt độ bình thường cơ cấu lưỡng kim đóng tiếp điểm mạch điện cho các công tắc tơ máy nén và cuộn (AX). Lúc này hệ thống có thể khởi động làm việc.

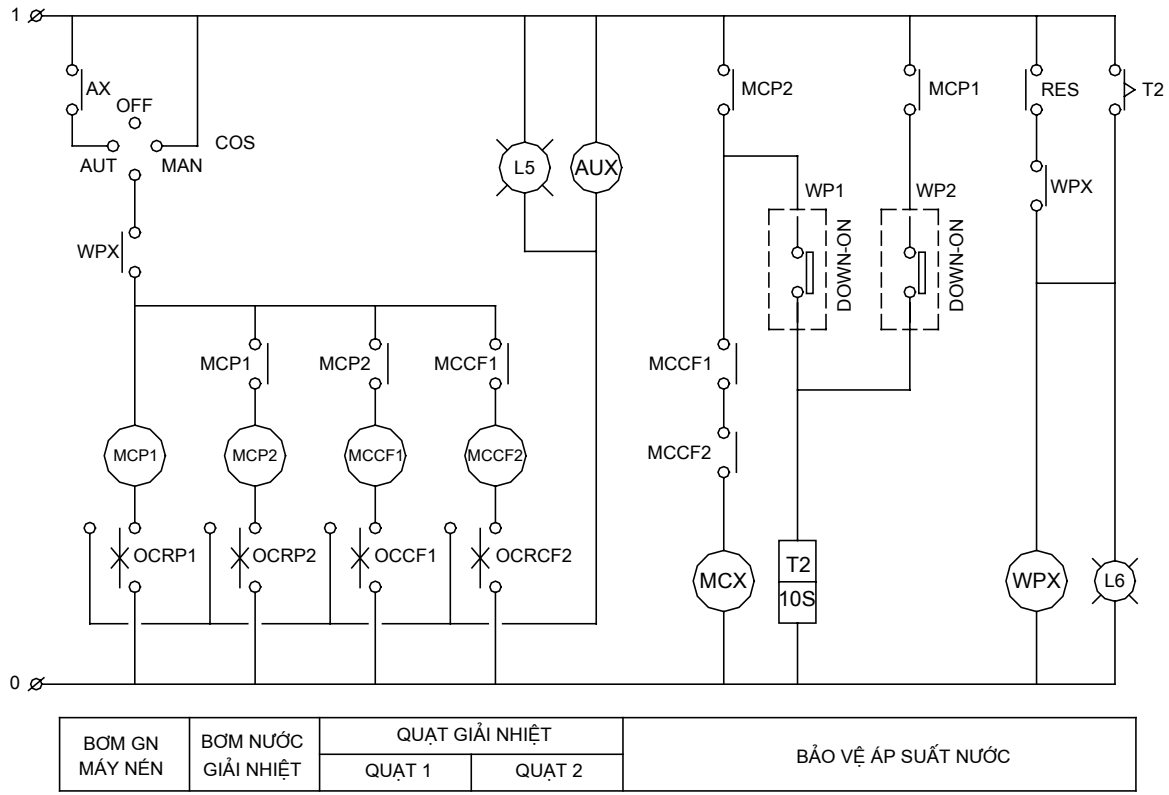
Khi dòng điện chạy qua môtơ quá lớn, máy nén nóng cơ cấu lưỡng kim của rơ le nhiệt nhả ra và mạch điện khởi động mất điện, cơ cấu lưỡng kim nhảy sang phía mạch đèn (L1), đèn (L1) sáng báo hiệu sự cố quá dòng.

Khi xảy ra sự cố quá dòng, phải đợi cho cơ cấu lưỡng kim nguội và nhảy trở về vị trí bình thường, thì mới có thể khởi động lại được.

Mạch bảo vệ quá dòng, không phục hồi qua nút RESET như các mạch sự cố áp suất khác.

10.4.5 Mạch điều khiển và bảo vệ bơm, quạt giải nhiệt

Trên hình 10-15 giới thiệu mạch điều khiển, bảo vệ bơm, quạt giải nhiệt và bảo vệ áp suất nước. Mạch điện có tác dụng điều khiển chạy các bơm, quạt giải nhiệt dàn ngưng và bảo vệ máy nén khi áp suất nước thấp.



Hình 10-15: Mạch bảo vệ áp suất nước và quá dòng bơm, quạt giải nhiệt

**** Điều khiển chạy các bơm và quạt***

Để chạy các bơm và quạt giải nhiệt có thể thực hiện theo hai chế độ:

- *Chế độ bằng tay* : Bật công tắc COS sang vị trí MAN , nếu không có sự cố áp suất nước và sự cố quá dòng của các bơm quạt (tiếp điểm WPX và OCR đóng) các cuộn dây khởi động từ của các bơm, quạt có điện và đóng điện cho mô tơ các bơm, quạt.

- *Chế độ tự động* : Bật công tắc COS sang vị trí AUT. Ở chế độ tự động bơm quạt sẽ khởi động cùng với máy nén. Sau khi nhấn nút START trên mạch khởi động nếu không có bất cứ sự cố nào thì cuộn (AX) có điện, đồng thời đóng tiếp điểm AX cấp điện cho các cuộn dây của các khởi động từ (MCP1), (MCP2), (MCCF1) và (MCCF2) của bơm, quạt giải nhiệt và bơm, quạt hoạt động.

Khi một trong các thiết bị bơm giải nhiệt máy nén, bơm và quạt giải nhiệt dàn ngưng không làm việc thì cuộn (MCX) mất điện, mạch khởi động máy nén mất điện và ngừng máy nén.

**** Bảo vệ quá dòng bơm, quạt giải nhiệt***

Khi một trong 4 thiết bị gồm bơm giải nhiệt máy nén, bơm giải nhiệt và các quạt giải nhiệt dàn ngưng bị quá dòng, rơ le nhiệt nhảy khỏi vị trí thường đóng và đóng mạch điện cuộn dây rơ le trung gian (AUX) và đèn (L_5) sáng báo sự cố. Cuộn dây sự cố (AUX) đóng mạch chuông báo hiệu sự cố (hình 10-), đồng thời cuộn dây của rơ le trung gian (MCX) mất điện. Tiếp điểm thường mở của nó trên mạch khởi động nhả ra, cuộn (AX) mất điện và máy dừng ngay lập tức.

10.4.6 Mạch bảo vệ áp suất nước

Trên hình 10-15 trình bày mạch bảo vệ áp suất nước. Trong hệ thống này có 02 bơm: Bơm giải nhiệt dàn ngưng và bơm giải nhiệt máy nén, vì thế tương ứng sẽ có 02 rơ le áp suất nước WP_1 và WP_2 bảo vệ.

Khi đang hoạt động bình thường, tiếp điểm của các rơ le áp suất nước mở, cuộn dây rơ le thời gian T_2 không có điện.

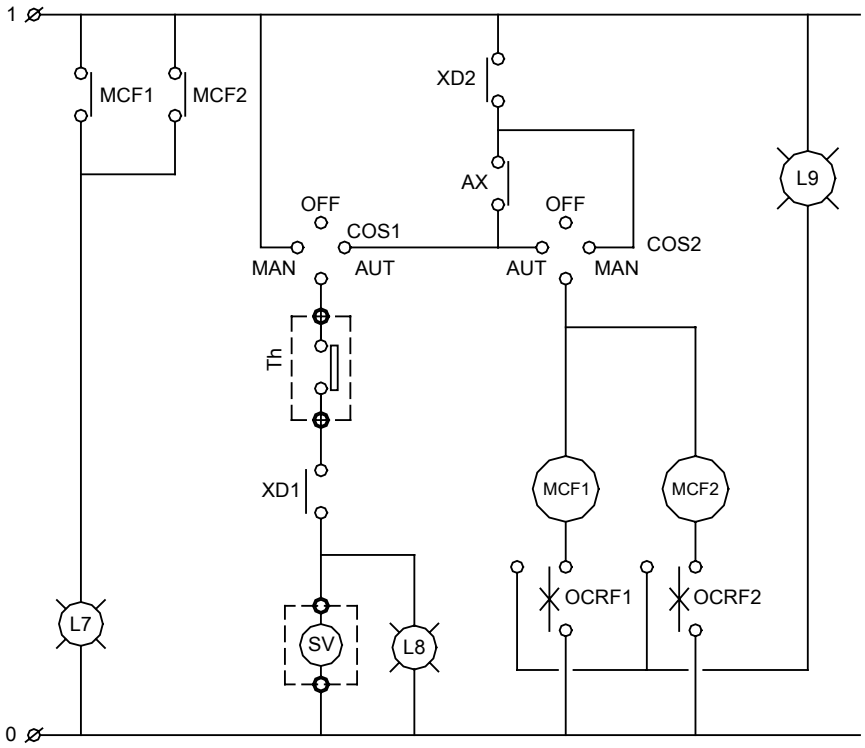
Khi xảy ra sự cố mất áp suất nước của một trong hai bơm thì cuộn dây rơ le thời gian (T_2) có điện và bắt đầu đếm thời gian. Nếu sự cố kéo dài quá thời gian đặt (10 giây) tiếp điểm T_2 đóng, cuộn (WPX) có điện và đèn (L_6) sáng báo hiệu sự cố. Cuộn (WPX) tự duy trì nhờ tiếp điểm thường đóng của nó và tiếp điểm RES.

Đồng thời với báo hiệu sự cố tiếp điểm thường đóng của WPX trên mạch khởi động nhả ra, cuộn (AX) mất điện và máy dừng.

Rơ le thời gian T_2 rất quan trọng, nó có tác dụng điều khiển dừng máy khi áp suất nước thực sự giảm trong một thời gian nhất định, mà không tác dụng tức thời. Tránh trường hợp dừng máy do giảm áp suất tức thời khi có các bọt khí trong dòng nước hoặc dao động bất thường khác.

Sau sự cố áp suất nước, muốn khởi động lại hệ thống, phải nhấn nút RESET mới có thể khởi động lại máy nén.

10.4.7 Mạch cấp dịch và điều khiển quạt dàn lạnh



ĐÈN BÁO QUẠT DÀN LẠNH CHẠY	CẤP DỊCH DÀN LẠNH	QUẠT DÀN LẠNH	
		QUẠT 1	QUẠT 2

Hình 10-16 : Mạch cấp dịch và điều khiển quạt dàn lạnh.

Trên hình 10-16 trình bày mạch cấp dịch, bảo vệ quá dòng quạt dàn lạnh và báo chạy dàn lạnh. Trên mạch này van điện từ (SV) là van điện từ điều khiển cấp dịch cho dàn lạnh. Thermostat (Th) điều khiển nhiệt độ phòng lạnh, khi nhiệt độ đạt thì không cấp dịch cho dàn lạnh nữa, các tiếp điểm XD1 và XD2 là liên quan tới mạch xả băng. Khi xả băng có những giai đoạn phải khống chế dừng cấp dịch hoặc dừng không cho quạt hoạt động tránh bắn nước tung toé trong kho lạnh.

a) Mạch cấp dịch dàn lạnh : Mạch điện sẽ tác động ngừng cấp dịch cho dàn lạnh trong các trường hợp sau đây :

+ Trong giai đoạn hút dịch của quá trình xả băng (cuộn XD1 có điện và tiếp điểm thường đóng XD1 mở)

+ Khi nhiệt độ phòng đạt yêu cầu : Tiếp điểm thermostat (Th) ngắt.

+ Người vận hành có thể ngừng cấp dịch dàn lạnh bất cứ lúc nào khi xoay công tắc COS_1 về vị trí OFF

Có 02 chế độ cấp dịch :

- *Chế độ tự động* : Bật công tắc COS1 sang vị trí AUT. Ở chế độ này việc cấp dịch chỉ dừng khi xả băng hoặc khi nhiệt độ phòng đạt yêu cầu. Khi hệ thống dừng, mạch cấp dịch đóng.

- *Chế độ bằng tay*: Bật công tắc COS1 sang vị trí MAN. Ở chế độ cấp dịch bằng tay việc cấp dịch có thể thực hiện ngay cả khi máy nén đang ngừng hoạt động miễn là nhiệt độ phòng không quá thấp và không phải trong giai đoạn rút dịch của quá trình xả băng

Khi hệ thống đang cấp dịch thì đèn L_8 sẽ sáng báo hiệu đang thực hiện cấp dịch.

b). Mạch điều khiển quạt dàn lạnh.

Mạch điện này có các dụng điều khiển cấp điện cho các bơm, quạt giải nhiệt và bảo vệ các thiết bị đó khi quá dòng.

**** Điều khiển chạy quạt :***

Khi khởi động hệ thống, cuộn dây của rơ le trung gian (AX) có điện, tiếp điểm thường mở AX của nó đóng mạch cung cấp điện cho các cuộn dây của khởi động từ (MCF1) và (MCF2) của các quạt giải nhiệt và mô tơ quạt có điện và bắt đầu làm việc.

Thông qua công tắc COS2 có thể lựa chọn chế độ chạy quat là tự động AUT hoặc bằng tay MAN và có thể dừng quạt khi xoay về vị trí OFF. Tuy nhiên dù ở chế độ nào thì khi đang xả băng (cuộn XD_2 có điện) thì quạt cũng phải dừng.

**** Bảo vệ quá dòng***

Khi xảy ra sự cố quá dòng của một trong 2 quạt thì tiếp điểm rơ le nhiệt nhảy và đèn (L9) sáng báo hiệu sự cố.

Lúc này các cuộn dây của khởi động từ (MCF1 hoặc MCF2) tương ứng sẽ mất điện, trên mạch điện bảo vệ áp suất nước (hình 10-14) cuộn (MCX) mất điện và kéo theo cuộn (AX) trên mạch khởi động mất điện và dừng máy.

10.4.8 Mạch xả băng ba giai đoạn

Khi băng bám nhiều trên dàn lạnh, hiệu quả trao đổi nhiệt giảm, mô tơ quạt có thể bị quá tải và cháy. Vậy thì lúc nào cần xả băng cho dàn lạnh ? Trong quá trình làm việc, việc phải vào trong các buồng lạnh là bất đắc dĩ và cần hạn chế, mặt khác bên trong buồng lạnh khi đang hoạt động cũng rất khó quan sát, kiểm tra mức độ bám băng. Hơn nữa nhiều dàn lạnh có vỏ bao che khá kín bên ngoài nên cũng rất khó xác định mức độ bám băng.

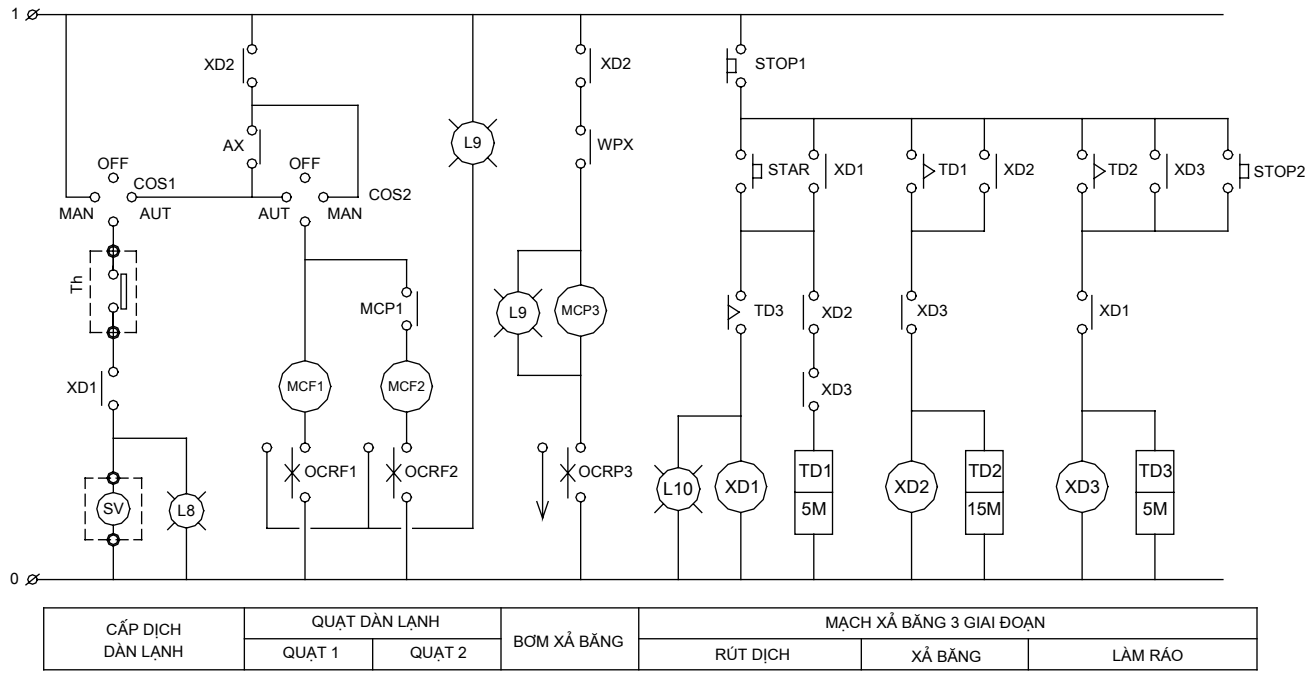
Vì vậy, xác định mức độ bám băng dàn lạnh gián tiếp thông qua dòng điện mô tơ quạt. Khi băng bám nhiều, đường gió tuần hoàn trong dàn lạnh bị thu hẹp, trở lực tăng lên và dòng điện mô tơ tăng theo. Đối với người vận hành có kinh nhiệm, khi dòng điện mô tơ tăng đến một giá trị nào đó so với dòng chạy bình thường thì biết cần phải tiến hành xả băng. Một số hệ thống lạnh do MYCOM lắp đặt tại Việt Nam người ta đánh dấu vị trí cần xả băng trên ampekế của quạt dàn lạnh.

Quá trình xả băng thực hiện qua 3 giai đoạn và hoạt động hoàn toàn tự động. Thời gian thực hiện một giai đoạn được đặt sẵn thông qua rơ le thời gian TD1, TD2 và TD3. Quá trình làm việc thực tế có thể điều chỉnh lại thời gian cho phù hợp.

Tiến hành xả băng như sau:

- Nhấn nút START để bắt đầu quá trình xả băng.
- Khi cần dừng xả băng nhấn nút STOP1

Sau khi nhấn nút START quá trình xả băng thực hiện theo các giai đoạn sau :



Hình 10-17 : Mạch điện xả băng

- Giai đoạn 1: Rút dịch khỏi dàn lạnh

Thực hiện trong khoảng 5 phút, thời gian này được khống chế bằng rơ le thời gian (TD1).

Sau khi nhấn nút START trên mạch xả băng, cuộn dây rơ le trung gian (XD1) có điện, tiếp điểm thường mở XD1 của nó đóng, rơ le trung gian tự duy trì điện cho nó và rơ le thời gian TD1 có điện. Rơ le thời gian TD1 bắt đầu đếm thời gian. Trong lúc này tiếp điểm thường đóng XD1 của nó trên mạch cấp dịch dàn lạnh nhả ra, van điện từ (SV) mất điện và ngừng cấp dịch cho dàn lạnh, hệ thống lạnh vẫn chạy nên hút dịch ra khỏi dàn lạnh.

Nếu trong thời gian 5 phút mà vẫn chưa hút kiệt gas trong dàn lạnh (P_h = -50CmHg) thì phải tăng thời gian đặt ở (TD1).

- Giai đoạn 2: Giai đoạn xả băng

Sau thời gian đã định (5 phút), rơ le thời gian TD1 điều khiển đóng tiếp điểm TD1 nối nối tiếp với rơ le trung gian (XD2). Rơ le trung gian (XD2) và rơ le thời gian (TD2) có điện. Rơ le thời gian TD2 bắt đầu đếm thời gian. Trong thời gian này, tiếp điểm thường mở của XD2 trên mạch bơm xả băng đóng, bơm xả băng hoạt động và thực hiện bơm nước xả băng.

Trong lúc xả băng rơ le trung gian XD2 điều khiển dừng các quạt dàn lạnh để nước không bắn tung toé trong buồng lạnh, đồng thời ngắt điện vào rơ le thời gian TD1.

Rơ le trung gan (XD2) cũng tự duy trì điện thông qua tiếp điểm thường mở của nó ở trên mạch xả băng.

- Giai đoạn 3: Giai đoạn làm khô dàn lạnh

Sau thời gian xả băng (15 phút), rơ le thời gian (TD2) điều khiển đóng tiếp điểm TD2 trên mạch làm làm khô dàn lạnh, cuộn (XD3) và rơ le thời gian TD3 có điện. Rơ le thời gian TD3 bắt đầu đếm thời gian làm khô dàn lạnh.

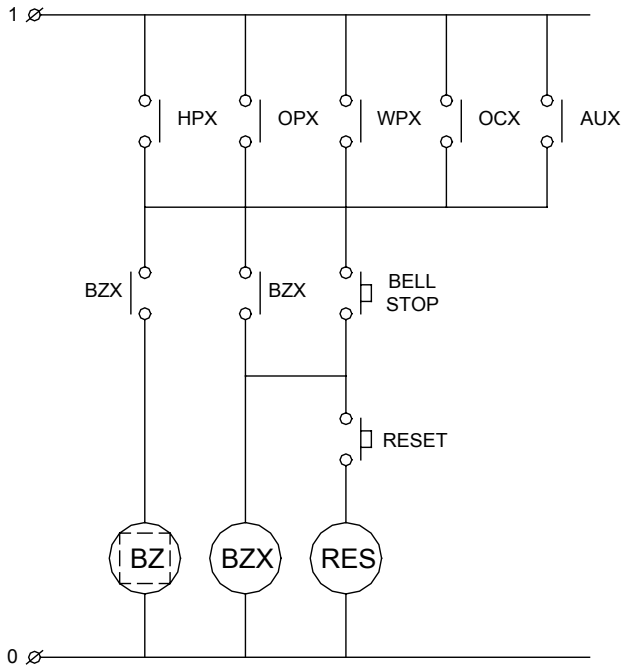
Trong giai đoạn này bơm xả băng ngừng chạy và các quạt dàn lạnh làm việc. Một điểm cần lưu ý là trong suốt thời gian xả băng, cuộn (XD1) luôn luôn có điện.

Sau thời gian làm khô rơ le thời gian (TD3) ngắt điện cuộn (XD1) thông qua tiếp điểm thường đóng TD3 và cuộn dây rơ le trung gian (XD3) mất điện theo. Quá trình xả băng kết thúc.

Ghi chú:

- Trong quá trình vận hành xả băng, nếu phát hiện sau một thời gian ngắn hơn qui định băng ở dàn lạnh đã được xả tan hết, lúc đó có thể dừng xả băng để giảm tổn thất nhiệt, không cần duy trì đúng thời gian qui định, nhờ nút STOP2 có thể chuyển ngay sang giai đoạn 3.
- Có thể ngừng hoàn toàn quá trình xả băng bất cứ lúc nào thông qua nút nhấn STOP1
- Các tiếp điểm XD2 và XD3 nối nối tiếp với rơ le thời gian (TD1) nhằm ngắt điện vào nó khi đang ở giai đoạn 2 và 3.
- Tiếp điểm thường đóng XD3 nối nối tiếp với cuộn dây rơ le trung gian (XD2) có tác dụng ngắt điện cuộn khi chuyển sang giai đoạn 3.
- Tiếp điểm XD1 trên mạch làm ráo dùng ngắt điện cho cuộn (XD3) và rơ le thời gian TD3 khi kết thúc xả băng.

10.4.9 Mạch chuông báo động sự cố



Hình 10-18 : Mạch chuông báo sự cố

Khi xả ra các sự cố áp suất hoặc quá dòng mạch điện của chuông BZ có điện và chuông reo báo sự cố.

Khi đó, người vận hành phải nhất nút BELL STOP để ngừng tiếng chuông. Lúc đó cuộn dây của rơ le trung gian (BZX) có điện và tiếp điểm thường đóng của nó nhả ra, ngắt điện của chuông (BZ)

Sau khi khắc phục các sự cố xong, nhấn nút RESET, điện đi qua cuộn dây của rơ le trung gian (RES), tất cả các tiếp điểm thường đóng RES của nó trên các mạch sự cố sẽ nhả ra, làm mất điện mạch báo sự cố và hệ thống có thể bắt đầu khởi động.

* *

* * *

CHƯƠNG XI
THIẾT KẾ, LẮP ĐẶT, THỬ NGHIỆM VÀ VẬN HÀNH HỆ THỐNG LẠNH

11.1 NHỮNG VẤN ĐỀ CẦN QUAN TÂM KHI THIẾT KẾ HỆ THỐNG LẠNH

11.1.1 Chọn phương pháp cấp dịch dàn lạnh

Lựa chọn phương pháp cấp dịch cho dàn lạnh có ý nghĩa rất quan trọng đến hiệu quả làm việc, khả năng thu hồi dầu..

Có các phương pháp cấp dịch chủ yếu sau :

- Cấp dịch bằng tiết lưu trực tiếp
- Cấp dịch kiểu ngập dịch từ bình giữ mức
- Cấp dịch bằng bơm dịch

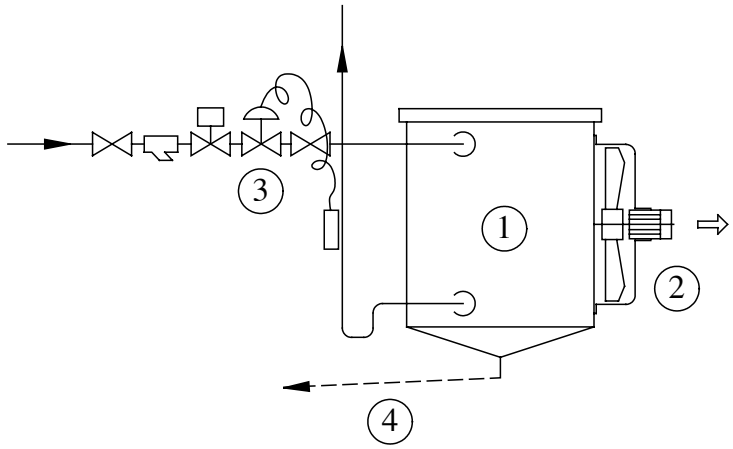
11.1.2.1 Phương pháp cấp dịch tiết lưu trực tiếp

Phương pháp cấp dịch tiết lưu trực tiếp là phương pháp cấp dịch mà môi chất sau tiết lưu đi trực tiếp vào dàn lạnh không qua bất cứ khâu trung gian nào (hình 11-1).

Môi chất lạnh sau tiết lưu đi trực tiếp vào dàn lạnh không qua các khâu trung gian nên tổn thất nhiệt thấp. Đây là phương pháp đơn giãn, không đòi hỏi phải có các thiết bị khác đi kèm, chi phí đầu tư thấp.

Phương pháp tiết lưu trực tiếp có thể sử dụng van tiết lưu tay và van tiết lưu tự động. Nhưng van tiết lưu tay chỉ nên sử dụng tiết lưu trực tiếp cho các hệ thống có chế độ nhiệt ổn định lâu dài. Đối với các hệ thống hoạt động không ổn định, phụ tải luôn biến động không nên sử dụng van tiết lưu tay, vì có thể gây ngập dịch khi phụ tải giảm, nhiệt độ buồng lạnh thấp.

Tuy nhiên, để điều chỉnh lưu lượng hợp lý theo phụ tải thực tế, chỉ nên sử dụng van tiết lưu tự động và công suất của van phải tương ứng với phụ tải của hệ thống. Trong trường hợp sử dụng van tiết lưu tay hoặc sử dung van tiết lưu tự động nhưng có công suất lớn hơn sẽ rất nguy hiểm khi phụ tải nhiệt bên ngoài thay đổi. Khi phụ tải nhiệt giảm, rất dễ gây ra ngập lỏng.



1- Dàn lạnh; 2- Quạt dàn lạnh; 3- Cụm van tiết lưu; 4- Xả nước ngưng

Hình 11-1 : Phương pháp tiết lưu trực tiếp

Phương pháp tiết lưu trực tiếp thường được sử dụng cho các dàn lạnh nhỏ, phụ tải nhiệt không lớn, ví dụ như hệ thống lạnh máy điều hoà, kho lạnh thương nghiệp, kho bảo quản, kho chờ đông vv Đối với các hệ thống công suất lớn, phương pháp này tỏ ra hiệu quả thấp, trong nhiều trường hợp dàn lạnh thiếu môi chất trầm trọng làm cho thời gian làm lạnh tăng lên đáng kể, đặc biệt ở cuối dàn lạnh.

Mặt khác do môi chất ở trong dàn lạnh chủ yếu ở thể hơi nên hiệu quả trao đổi nhiệt không cao, đối với hệ thống làm lạnh nhanh người ta ít sử dụng kiểu cấp dịch này.

11.1.2.2 Phương pháp cấp dịch kiểu ngập lỏng từ bình giữ mức

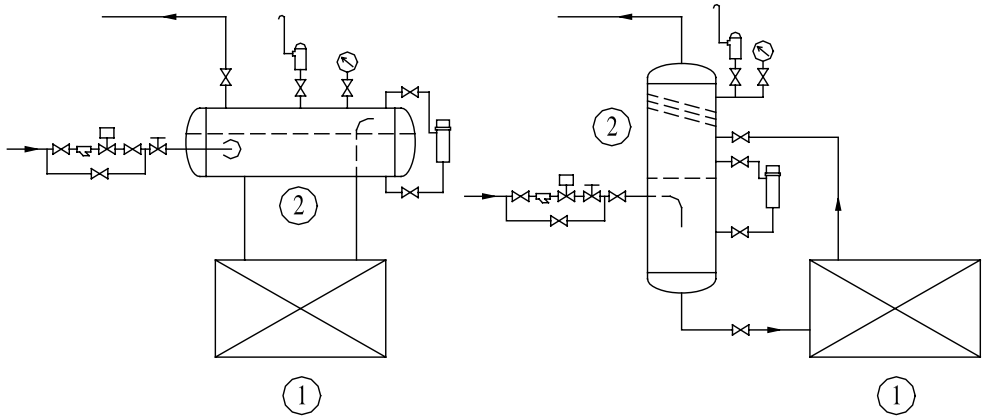
Phương pháp cấp dịch kiểu ngập lỏng từ bình giữ mức được sử dụng cho các thiết bị bay hơi đòi hỏi lưu lượng môi chất và phụ tải nhiệt lớn, thời gian làm lạnh tương đối nhanh (hình 11-2).

Thiết bị bay hơi trong hệ thống lạnh cấp dịch kiểu ngập lỏng luôn luôn chứa ngập lỏng lỏng bão hoà. Dịch lỏng được cấp trực tiếp từ bình giữ mức xuống nhờ cột áp thuỷ tĩnh. Để đảm bảo cung cấp dịch lỏng đầy đủ cho dàn lạnh, mức dịch tối thiểu trong bình giữ mức luôn được duy trì.

Do trong dàn lạnh luôn luôn ngập dịch lỏng nên hiệu quả trao đổi nhiệt khá lớn so với hơi bão hoà khi tiết lưu trực tiếp, giảm đáng kể thời gian làm lạnh.

Tuy nhiên, phương pháp này có một số nhược điểm :

- Phải trang bị thêm bình giữ mức và các thiết bị khác đi kèm (van phao, van an toàn, đồng hồ áp suất, van chặn vv..) nên chi phí đầu tư tăng lên đáng kể.
- Lượng môi chất sử dụng trong hệ thống tăng do trong quá trình hoạt động một lượng lớn đã tích tụ tại bình giữ mức.
- Chuyển động của môi chất trong dàn bay hơi là chuyển động đối lưu tự nhiên, nhờ cột áp thuỷ tĩnh nên tốc độ khá thấp. Tốc độ đó phụ thuộc vào tốc độ hoá hơi của môi chất trong dàn lạnh. Nếu tốc độ hoá hơi chậm thì kéo theo tốc độ luân chuyển chậm. Do tốc độ môi chất bên trong dàn lạnh chậm nên hiệu quả trao đổi nhiệt cũng không thực sự cao và thời gian làm lạnh vẫn còn dài. Đối với hệ thống đòi hỏi thời gian làm lạnh ngắn như các hệ thống cấp đông nhanh phương pháp này không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.
- Vòng tuần hoàn môi chất giữa dàn lạnh và bình giữa mức là riêng biệt so với hệ thống, hầu như không chịu tác động của máy nén mà chỉ phụ thuộc tốc độ hoá hơi ở dàn lạnh, nên rất khó can thiệp để thay đổi tốc độ. Nếu tốc độ làm lạnh chậm thì vòng luân chuyển cũng chậm theo.



1- Dàn lạnh, 2- Bình giữ mức

Hình 11-2 : Phương pháp tiết lưu ngập lỏng

Phương pháp cấp dịch kiểu ngập lỏng thường sử dụng cho các hệ thống sau đây :

- Máy đá cây và máy đá vảy.

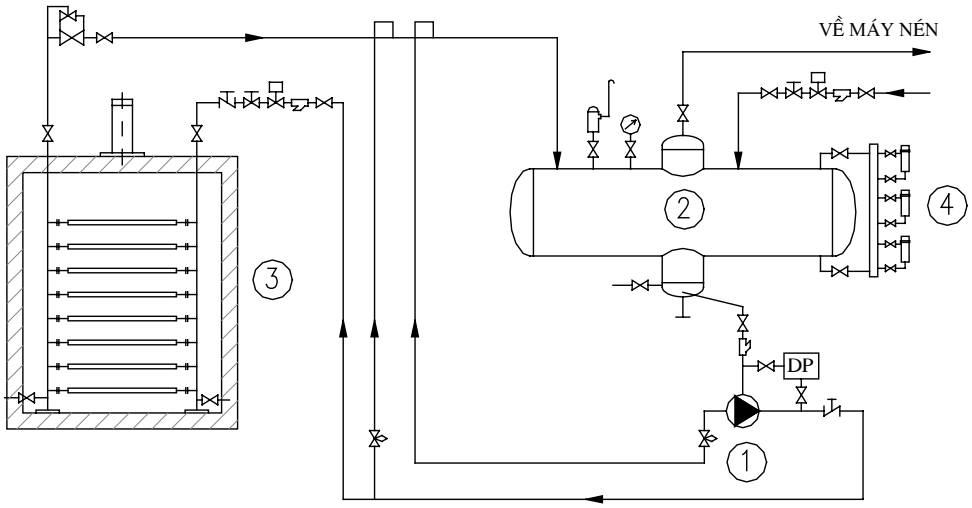
- Tủ cấp đông tiếp xúc (thời gian làm lạnh 4-5 giờ/mẻ)
- Thiết bị làm lạnh nước chế biến và điều hoà không khí trong các nhà máy chế biến thực phẩm
- Một số thiết bị cấp đông I.Q.F

Mặc dù bên trong dàn lạnh là môi chất lỏng, nhưng do tốc độ chuyển động chậm nên trong các hệ thống làm lạnh nhanh hoặc siêu tốc phương pháp cấp dịch từ bình giữ mức không đảm bảo yêu cầu nên người ta bắt buộc sử dụng phương pháp đối lưu cưỡng bức nhờ bơm.

11.1.2.3 Phương pháp cấp dịch bằng bơm cấp dịch

Để tăng tốc độ chuyển động của dịch lỏng tuần hoàn trong dàn lạnh, nâng cao hiệu quả giải nhiệt, giảm thời gian làm lạnh, người ta sử dụng phương pháp cấp dịch bằng bơm. Phương pháp này được sử dụng dụng trong các thiết bị cấp đông lạnh nhanh. Sở dĩ cấp dịch bằng bơm thì hiệu quả trao đổi nhiệt rất cao và thời gian làm lạnh giảm là vì 2 lý do sau :

- Môi chất trong dàn lạnh ở trạng thái lỏng có nhiệt rất thấp.
- Môi chất lỏng chuyển động cưỡng bức với tốc độ lớn.



Hình 11-3 : Phương pháp cấp dịch bằng bơm

Tuy nhiên sử dụng bơm cấp dịch cho dàn lạnh có nhược điểm chỉ có một lượng lỏng khi qua dàn lạnh sẽ hoá hơi, một lượng lớn sau dàn

lạnh không kịp hoá hơi nên khả năng ngập lỏng rất lớn nếu hút trực tiếp về máy nén ngay. Trong trường hợp này bắt buộc phải có bình chứa hạ áp. Bình chứa hạ áp có chức năng vừa là nơi chứa lỏng cho bơm cấp dịch hoạt động ổn định vừa là thiết bị để tách lỏng và hơi sau dàn lạnh.

11.1.2 Lựa chọn thiết bị ngưng tụ

Để chọn thiết bị ngưng tụ phù hợp với từng hệ thống cụ thể, chúng ta cần nắm rỏ các đặc điểm của từng loại thiết bị ngưng tụ.

Các hệ thống lạnh lớn thường sử dụng các thiết bị ngưng tụ sau đây:

- Dàn ngưng không khí
- Bình ngưng ống chùm nằm ngang
- Dàn ngưng tụ bay hơi
- Dàn ngưng kiểu tưới

Bảng 11-1 : Phạm vi ứng dụng của các thiết bị ngưng tụ

STT	*Loại thiết bị ngưng tụ*	*Phạm vi sử dụng*
1	***Bình ngưng tụ*** - Bình ngưng tụ nằm ngang ống thép - Bình ngưng ống đồng	 - Hệ thống NH_3 và frêôn công suất trung bình và lớn: Tủ đông, kho cấp đông, máy đá. - Hệ thống lạnh frêôn công suất nhỏ, trung bình và lớn: Kho lạnh, kho cấp đông, kho chờ đông, máy đá, máy điều hoà không khí
2	Dàn ngưng tụ bay hơi	- Hệ thống lạnh công suất lớn và rất lớn: Máy đá, tủ cấp đông, hệ thống lạnh I.Q.F, hệ thống lạnh nhà máy bia, hệ thống lạnh trung tâm, đặc biệt hay sử dụng trong các hệ thống NH_3 công suất lớn. - Nơi nguồn nước khan hiếm, phải sử dụng nước thuỷ cục hoặc nước ngầm đã qua xử lý.
3	Dàn ngưng kiểu tưới	- Dùng trong các hệ thống công suất

		trung bình và lớn, nơi chất lượng nguồn nước không tốt (sông, ao, hồ), khu vực xa dân cư, ven sông, hồ. - Hệ thống sử dụng: Máy đá cây
4	Dàn ngưng không khí	- Dùng cho hệ thống lạnh công suất nhỏ và trung bình, đặc biệt các hệ thống lạnh, môi chất frêôn - Hệ thống sử dụng: Kho lạnh, kho chờ đông, hệ thống điều hoà không khí .
5	Dàn ống lồng ống	- Dùng trong các hệ thống nhỏ, đặc biệt hệ thống lạnh frêôn , trong các máy điều hoà không khí

11.1.3 Chọn môi chất lạnh

Lựa chọn môi chất lạnh hợp lý là một trong những vấn đề rất quan trọng khi thiết kế các hệ thống lạnh.

- Môi chất amôniắc NH_3 là môi chất lạnh không gây phá huỷ tầng ôzôn và hiệu ứng nhà kính, có thể nói NH_3 là môi chất lạnh của hiện tại và tương lai. Hiện nay hầu hết các hệ thống lạnh trong các nhà máy chế biến thuỷ sản (trừ kho lạnh bảo quản), trong các nhà máy bia đều được thiết kế sử dụng môi chất NH_3. Đặc điểm của NH_3 là rất thích hợp đối với hệ thống lớn và rất lớn, do năng suất lạnh riêng thể tích lớn. Các hệ thống lạnh máy đá cây, máy đá vảy, kho cấp đông, tủ cấp đông các loại và dây chuyền I.Q.F, hệ thống làm lạnh glycol trong nhà máy bia đều rất thích hợp khi sử dụng NH_3. Nhược điểm của NH_3 là làm hỏng thực phẩm và ăn mòn kim loại màu nên không phù hợp khi sử dụng cho các hệ thống nhỏ.

Tuyệt đối không nên sử dụng NH_3 cho các kho lạnh bảo quản, vì đặc điểm của NH_3 là độc và làm hỏng thực phẩm, nếu xảy ra rò rỉ môi chất bên trong các kho lạnh thì rất khó phát hiện, khi phát hiện thì đã quá trễ. Khác với các thiết bị cấp đông, máy đá hoạt động theo mẻ, hàng hoá chỉ đưa vào làm lạnh trong một thời gian ngắn, mỗi lần làm lạnh số lượng hàng không lớn lắm, các kho lạnh hoạt động lâu dài, hàng hoá được bảo quản hàng tháng, có khi cả năm trời, trong quá trình đó xác suất rò rỉ rất lớn, nghĩa là rủi ro rất cao. Mặt khác kho lạnh là nơi tập trung một khối lượng hàng rất lớn, hàng trăm thậm chí nghìn tấn sản phẩm. Giá trị hàng hoá trong các kho lạnh cực kỳ lớn, nếu xảy ra rò rỉ môi chất NH_3 vào bên trong các kho lạnh, hàng hoá bị

hỏng các xí nghiệp có thể sẽ bị phá sản. Việc thiết kế kế các kho lạnh sử dụng NH_3 là chứa đựng nhiều nguy cơ và rủi ro cho doanh nghiệp.

- Đối với hệ thống nhỏ , trung bình nên sử dụng môi chất lạnh frêôn

+ Môi chất R134a là môi chất thay thế thích hợp nhất cho R_{12}, nó được sử dụng cho các hệ thống lạnh công suất rất nhỏ như tủ lạnh gia đình, máy điều hoà công suất nhỏ, máy điều hoà xe hơi vv.. vì năng suất lạnh riêng thể tích nhỏ.

+ Môi chất lạnh R_{22} được sử dụng chủ yếu cho các hệ thống lạnh nhỏ và trung bình, ví dụ trong các máy điều hoà công suất trung bình và lớn (từ 24.000 Btu/h trở lên) , môi chất R_{22} cũng rất thích hợp các kho lạnh bảo quản, kho lạnh thương nghiệp, kho chờ đông và các hệ thống lạnh công suất lớn khác như tủ đông, máy đá đơn lẻ. Hiện nay và trong tương lai gần người ta sử dụng R404A hoặc R407C thay cho R22. Trước mắt nước ta còn có thể sử dụng R22 đến năm 2040.

Ưu điểm nổi trội khi sử dụng là không làm hỏng thực phẩm, không độc nên được sử dụng cho các kho lạnh bảo quản, không ăn mòn kim loại màu như đồng nên thiết bị gọn nhẹ và rất phù hợp các hệ thống lạnh trong dân dụng như điều hoà, các tủ lạnh thương nghiệp.

11.1.4 Chọn dầu máy lạnh

Chất lượng và đặc tính của dầu có ảnh hưởng đến tuổi thọ của máy nén. Trong mọi trường hợp cũng phải chọn loại dầu tốt nhất. Khi tỷ số nén, nhiệt độ đầu đẩy không cao, dầu tiêu hao ở mức bình thường mà than bám nhiều ở vòng cách của van xả (dischage valve cage) hay các bộ phận chuyển động chóng mòn thì cần kiểm tra:

1. Trong dầu có lẫn tạp chất hay không
2. Phẩm chất của dầu
3. Dầu có phù hợp với máy hay không

Phán đoán phẩm chất của dầu là rất khó mà chỉ có thể xác định thông qua sử dụng.

Do vậy nên sử dụng loại dầu của các nhã hiệu có uy tín đã được nhà cung cấp giới thiệu. Không nên cho rằng dầu tốt nếu giá cao. Những thông số quan trọng của dầu là điểm đông đặc thấp, điểm bắt lửa cao, độ nhớt ít thay đổi khi nhiệt độ thay đổi. Bảo quản dầu cẩn thận tránh lọt ẩm, bụi vào bên trong dầu.

Không nên sử dụng tuỳ tiện dầu. Khi cần thay dầu cần có sự góp ý của nhà sản xuất.

11.2 LẮP ĐẶT HỆ THỐNG LẠNH

11.2.1. Lắp đặt các thiết bị

11.2.1.1 Lắp đặt máy nén lạnh

** Yêu cầu đối với phòng máy*

- Các phòng máy tốt nhất nên bố trí ở tầng trệt, cách biệt hẳn khu sản xuất, tránh ảnh hưởng xấu đến quá trình chế biến thực phẩm.
- Có đầy đủ trang thiết bị phòng cháy, chữa cháy, mặt nạ phòng độc, dụng cụ thao tác vận hành, sửa chữa, các bảng nội quy, quy trình vận hành và an toàn cháy, nổ.
- Gian máy phải đảm bảo thông thoáng, có bố trí các lam và cửa sổ thông gió, không gian bố trí máy rộng rãi, cao ráo để người vận hành dễ dàng đi lại và thao tác, xử lý. Cửa chính là cửa 02 cánh mở ra phía ngoài, các thiết bị đo lường, điều khiển phải nằm ở vị trí thuận lợi thao tác, dễ quan sát. Mỗ gian máy có ít nhất 02 cửa.
- Bố trí gian máy phải tính đến ít gây ảnh hưởng đến sản xuất nhất.
- Độ sáng trong gian máy phải đảm bảo trong mọi hoàn cảnh , ban ngày cũng như ban đêm để người vận hành máy dễ dàng thao tác, đọc các thông số.
- Nền phòng máy đảm bảo cao ráo, tránh ngập lụt khi mưa bão có thể làm hư hại máy móc thiết bị.
- Nếu gian máy không được thông gió tự nhiên tốt, có thể lắp quạt thông gió, đảm bảo không khí trong phòng được trong lành, nhiệt thải từ các mô tơ được thải ra bên ngoài.

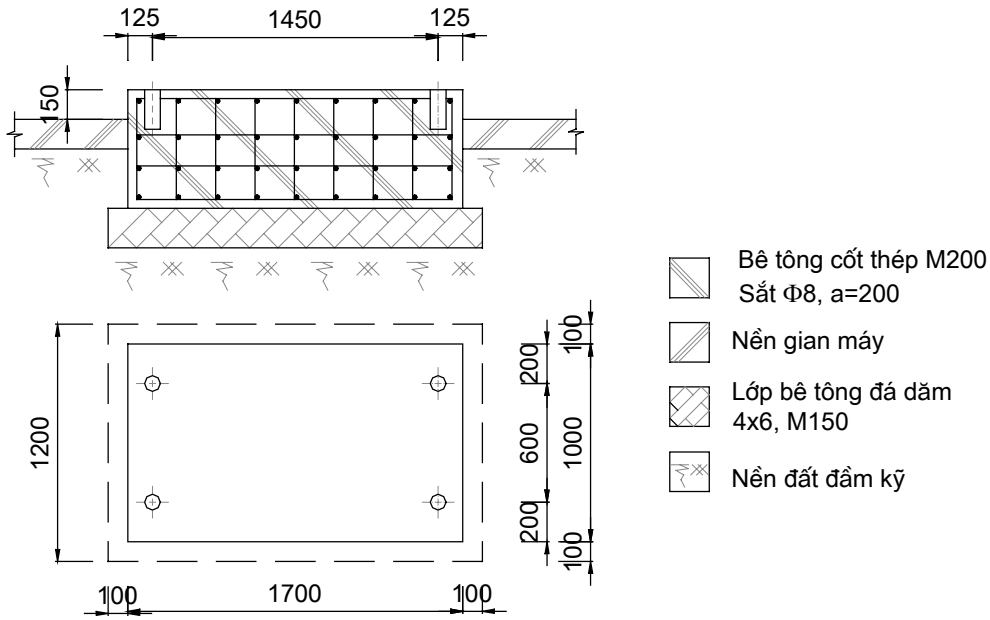
** Lắp đặt máy nén*

- Đưa máy vào vị trí lắp đặt : Khi cẩu chuyển cần chú ý chỉ được móc vào các vị trí đã được định sẵn, không được móc tuỳ tiện vào ống, thân máy gây trầy xước và hư hỏng máy nén.
- Khi lắp đặt máy nén cần chú ý đến các vấn đề : thao tác vận hành, kiểm tra, an toàn, bảo trì, tháo dỡ, thi công đường ống, sửa chữa, thông gió và chiếu sáng thuận lợi nhất.
- Máy nén lạnh thường được lắp đặt trên các bệ móng bê tông cốt thép (hình 11-4). Đối với các máy nhỏ có thể lắp đặt trên các khung sắt hoặc ngay trên các bình ngưng thành 01 khối như ở các cụm máy lạnh water chiller. Bệ móng phải cao hơn bề mặt nền tối thiểu 100mm, tránh bị ướt bẩn khi vệ sinh gian máy. Bệ móng được tính toán theo tải trọng động của nó, máy được gắn chặt lên nền bê tông bằng các bu

lông chôn sẵn, chắc chắn. Khả năng chịu đựng của móng phải đạt ít nhất 2,3 lần tải trọng của máy nén kể cả môtơ.

- Bệ móng không được đúc liền với kết cấu xây dựng của toà nhà tránh truyền chấn động làm hỏng kết cấu xây dựng. Để chấn động không truyền vào kết cấu xây dựng nhà khoảng cách tối thiểu từ bệ móng đến móng nhát ít nhất 30cm. Ngoài ra nên dùng vật liệu chống rung giữa móng giữa móng máy và móng nhà.

- Các bu lông cố định máy vào bệ móng có thể đúc sẵn trong bê tông trước hoặc sau khi lắp đặt máy rồi chôn vào sau cũng được. Phương pháp chôn bu lông sau khi lắp máy thuận lợi hơn. Muốn vậy cần để sẵn các lỗ có kích thước lớn hơn yêu cầu, khi đưa thiết bị vào vị trí , ta tiến hành lắp bu lông rồi sau đó cho vữa xi măng vào để cố định bu lông (xem hình 11-4).



Hình 11-4: Móng cụm máy nén kho lạnh

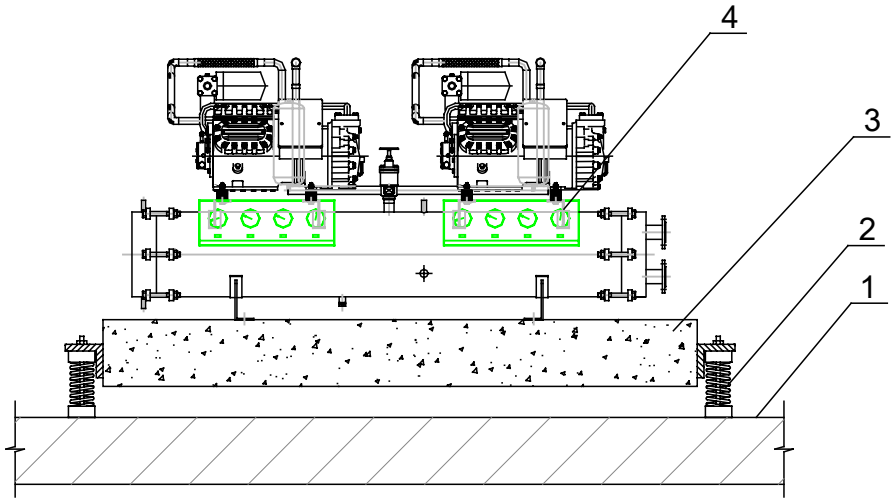
- Nếu đặt máy ở các tầng trên thì phải đặt trên các bệ chống rung và bệ quá tính (hình 11-5).

- Sau khi đưa được máy vào vị trí lắp đặt dùng thước level kiểm tra mức độ nằm ngang, kiểm tra mức độ đồng trục của dây đai. Không

được cố đẩy các dây đai vào puli, nên nới lỏng khoảng cách giữa môtơ và máy nén rồi cho dây đai vào, sau đó vặn bu lông đẩy bàn trượt. Kiểm tra độ căng của dây đai bằng cách ấn nếu thấy lỏng bằng chiều dày của dây là đạt yêu cầu.

Khi thay nên thay cả bộ dây đai, không nên dùng chung cũ lẫn mới vì không tương xứng dễ làm rung bất thường, giảm tuổi thọ của dây. Không được cho dầu, mỡ vào dây đai.

Khi thay các dây đai mới thì sau 48 giờ làm việc cần kiểm tra lại độ căng của các dây đai và định kỳ kiểm tra, đặc biệt khi thấy các dây đai chuyển động không đều. Không được cho dầu mỡ vào dây đai làm hỏng dây.



1- Nền nhà; 2- Bộ lò xo giảm chấn; 3- Bệ quá tính; 4- Cụm máy lạnh

Hình 11-5: Giảm chấn cụm máy khi đặt ở các tầng lầu

Có thể khử các truyền động của máy nén theo đường ống bằng cách sử dụng ống mềm nối vào máy nén theo tất cả các hướng, đặc biệt cần chú ý tới các giá đỡ ống.

11.2.1.2 Lắp đặt panel kho lạnh, kho cấp đông

Hầu hết các kho lạnh bảo quản và kho cấp đông hiện nay đều sử dụng các tấm panel polyurethan đã được chế tạo theo các kích thước tiêu chuẩn. Bề rộng của các tấm panel thường là 300mm, 600mm,

1200mm. Vì vậy khi thiết kế cần chọn kích thước kho thích hợp : kích thước bề rộng, ngang phải là bội số của 300mm.

Các panel sau khi sản xuất đều có bọc lớp ni lông bảo vệ tránh xây xước bề mặt trong quá trình vận chuyển, lắp đặt. Lớp ni lông đó chỉ nên được dỡ ra sau khi lắp đặt hoàn thiện và chạy thử kho, để đảm bảo thẩm mỹ cho vỏ kho.

1. Lắp đặt panel kho lạnh

Panel kho lạnh được lắp đặt trên các con lươn thông gió. Các con lươn thông gió được xây bằng bê tông hoặc gạch thẻ, cao khoảng 100÷200mm đảm bảo thông gió tốt tránh đóng băng làm hỏng panel. Bề mặt các con lươn dốc về hai phía 2% để tránh đọng nước.

So với panel trần và tường, panel nền do phải chịu tải trọng lớn của hàng nên sử dụng loại có mật độ cao hơn, khả năng chịu nén tốt. Các tấm panel nền được xếp vuông góc với các con lươn thông gió. Khoảng cách hợp lý giữa các con lương khoảng 300÷500mm.

Các tấm panel được liên kết với nhau bằng các móc khoá gọi là camlocking đã được gắn sẵn trong panel, vì thế lắp ghép rất nhanh, vừa sát và chắc chắn..

Panel trần được gối lên các tấm panel tường đối diện nhau. Khi kích thước kho quá lớn cần có khung treo đỡ panel, nếu không panel sẽ bị võng.

Sau khi lắp đặt xong các khe hở giữa các tấm panel được làm kín bằng cách phun silicon hoặc sealant. Do có sự biến động về nhiệt độ nên áp suất trong kho luôn thay đổi, để cân bằng áp bên trong và bên ngoài kho, người ta gắn trên tường các van thông áp. Nếu không có van thông áp thì khi áp suất trong kho thay đổi sẽ rất khó khăn khi mở cửa hoặc ngược lại khi áp suất lớn cửa sẽ bị tự động mở ra.

Để giảm tổn thất nhiệt khi mở cửa, ở ngay cửa kho có lắp quạt màng dùng ngăn cản luồng không khí thâm nhập vào ra. Mặt khác do thời gian xuất nhập hàng thường dài nên người ta có bố trí trên tường kho 01 cửa nhỏ, kích thước 600x600mm để ra vào hàng. Không nên ra, vào hàng ở cửa lớn vì như thế tổn thất nhiệt rất lớn.

Cửa kho lạnh có trang bị bộ chốt tự mở chống nhốt người, còi báo động, bộ điện trở sấy chống đóng băng.

Do khả năng chịu tải trọng của panel không lớn, nên các dàn lạnh được treo trên bộ giá đỡ và được treo giằng lên xà nhà nhờ hệ thống tăng đơ, dây cáp.

2. Lắp đặt kho (hầm) cấp đông

Do hàng cấp đông đưa vào kho đặt trên các xe tải trọng lượng khá lớn nên nền được xây dựng giống như kho xây.

Các tấm panel cũng được liên kết với nhau như kho lạnh bảo quản nhờ các khoá camlocking.

Phía bên trong hầm cấp đông có hệ thống kênh hướng gió và palet bảo quản panel tránh xe va đập làm thủng lớp tôn bảo vệ.

11.2.1.3 Lắp đặt thiết bị ngưng tụ

Khi lắp đặt thiết bị ngưng tụ cần lưu ý đến vấn đề giải nhiệt của thiết bị, ảnh hưởng củ nhiệt ngưng tụ đến xung quanh, khả năng thoát môi chất lỏng về bình chứa để giải phóng bề mặt trao đổi nhiệt.

- Để môi chất lạnh sau khi ngưng tụ có thể tự chảy về bình chứa cao áp, thiết bị ngưng tụ thường được lắp đặt trên cao, ở trên các bệ bê tông, các giá đỡ hoặc ngay trên bình chứa thành 01 cụm mà người ta thường gọi là cụm condensing unit.

- Vị trí lắp đặt thiết bị ngưng tụ cần thoáng mát cho phép dễ dàng thoát được nhiệt ra môi trường xung quanh, không gây ảnh hưởngvtới con người và quá trình sản xuất.

* *Đối với bình ngưng tụ ống chùm nằm ngang.*

Bình ngưng tụ nằm ngang có cấu tạo tương đối gọn, tuy nhiên khi lắp cần lưu ý để dành các khoảng hở ở hai đầu bình đủ để có thể vệ sinh bình trong thời kỳ bảo dưỡng. Các đoạn đường ống nước giải nhiệt vào ra bình dễ dàng tháo dỡ khi vệ sinh.

Khi diện tích trao đổi nhiệt của bình F = 200 ÷ 400m^2 đường kính ống dẫn lỏng phải d $\geq$ 70mm. Khi diện tích nhỏ hơn 200m^2 thì d $\geq$ 50mm. Đối với bình ngưng để thuận lợi cho việc tuần hoàn môi chất lạnh, bắt buộc phải có đường cân bằng nối với bình chứa. Bình ngưng cần có trang bị đồng hồ áp suất và van an toàn với áp suất tác động 19,5kG/cm^2. Các nắp bình về nơi các ống nước vào ra phải có các van xả air. Bình ngưng được sơn màu đỏ.

* *Dàn ngưng tụ bay hơi*

Dàn ngưng tụ bay hơi thường được lắp đặt trên các bệ bê tông đặt ở ngoài trời. Khi hoạt động, nước có thể bị cuốn theo gió hoặc bắn ra từ bể chứa nước, vì thế nên đặt dàn xa các công trình xây dựng ít nhất 1500mm.

Dàn ngưng tụ bay hơi có trang bị van xả nước ở đáy, van phao tự động cấp nước, thang để trèo lên đỉnh dàn. Đáy bể chứa nước dốc để chảy kiệt nước khi vệ sinh. Đầu hút bơm có lưới chắn rác.

Phía trên dàn ngưng tụ có các cửa để vệ sinh và thay thế các đầu phun của dàn phun nước. Chắn nước lắp trên cùng dạng dích dắc.

* *Dàn ngưng kiểu tưới*

Dàn ngưng tụ kiểu tưới được lắp đặt ngay trên bể nước tuần hoàn. Bể đặt nơi thoáng mát và dễ dàng thoát nhiệt ra môi trường, không gây ảnh hưởng tới xung quanh. Phía dưới bể nước có đặt các tấm lưới tre để tăng cường quá trình tản nhiệt.

* *Dàn ngưng không khí :*

Khối lượng nói chung của các dàn ngưng không khí thường không lớn, vì thế đại bộ phận các dàn ngưng đều được lắp đặt trên các giá đỡ đặt ở ngoài trời.

Do hiệu quả trao đổi nhiệt thường không lớn nên khi lắp cần lưu ý tránh bị bức xạ nhiệt trực tiếp, cần có không gian thoát gió lớn.

11.2.1.4. Lắp đặt thiết bị bay hơi.

Thiết bị bay hơi có nhiều dạng, mỗi một dạng có những cách lắp đặt khác nhau.

* *Dàn lạnh xương cá*

Dàn lạnh xương cá chủ yếu được sử dụng để làm lạnh nước muối trong các máy đá cây và làm lạnh các loại chất lỏng cho các mục đích khác nhau.

Khi lắp dàn lạnh xương cá phải ngập hoàn toàn trong chất lỏng cần làm lạnh.

Nên bố trí dàn lạnh ở giữa bể muối để quá trình trao đổi nhiệt được nhanh và ít tổn thất nhiệt.

Thường người ta bố trí dòng nước chảy theo chiều từ đỉnh đến chân của các ống trao đổi nhiệt. Cấp dịch từ phía dưới và hơi đi ra phía trên.

* *Dàn lạnh không khí*

Dàn lạnh không khí được sử dụng trong các hệ thống kho lạnh, kho cấp đông, hệ thống cấp đông gió và I.Q.F

Khi lắp đặt cần lưu ý hướng tuần hoàn gió sao cho thuận lợi và thích hợp nhất. Tầm với của gió thoát ra dàn lạnh khoảng 10m khi chiều dài lớn cần bố trí thêm dàn lạnh hoặc lắp thêm hệ thống kênh dẫn gió trên đầu ra của dàn lạnh.

Khi lắp dàn lạnh cần phải để khoảng hở phía sau dàn lạnh một khoảng ít nhất 500mm. Ống thoát nước dàn lạnh phải dốc, ở đầu ra nên có chi tiết cổ ngỗng để ngăn không khí nóng tràn vào kho, gây ra các tổn thất nhiệt không cần thiết.

* *Bình bay hơi*

Bình bay hơi được sử dụng để làm lạnh chất lỏng như glycol, nước, nước muối. Bình thường được lắp đặt ở bên trong nhà đặt trên các gối đỡ bằng bê tông.

11.2.1.5. Lắp đặt các thiết bị khác

- Bình tách dầu: Bình tách dầu được lắp đặt ngay sau đầu đẩy của máy nén và thường lắp đặt ở trên cao trong phòng máy. Nhiệt độ bình rất cao nên lắp đặt nó ở vị trí thoáng gió để giải nhiệt được tốt.
- Bình tách lỏng: Bình tách lỏng làm việc ở nhiệt độ thấp nên phải bọc cách nhiệt. Khác với bình tách dầu, bình tách lỏng thường lắp đặt ngoài gian máy, trên cao ngay trên buồng lạnh.
- Bình tách khí không ngưng được lắp đặt trên cao để khí không ngưng từ dàn ngưng có thể đi lên , thực hiện làm lạnh để tách phần môi chất còn lại trước khi thải ra ngoài.
- Các bình trung gian, bình thu hồi dầu, bình chứa cao áp, bình chứa hạ áp thường được lắp đặt ngay trong gian máy để thuận lợi cho việc lắp đặt đường ống và vận hành. Tất cả các bình đều được lắp đặt trên các bệ móng bê tông chắc chắn, cao hơn nền phòng máy ít nhất 100mm.

11.2.2. Lắp đặt đường

11.2.2.1 Lắp đặt đường ống môi chất

Trong quá trình thi công và lắp đặt đường ống môi chất cần lưu ý các điểm sau:

- Không được để bụi bẩn, rác lọt vào bên trong đường ống. Loại bỏ các đầu nút ống, tránh bỏ sót rất nguy hiểm.

- Không được đứng lên thiết bị, đường ống, dùng ống môi chất để bẩy di dời thiết bị, để các vật nặng đè lên ống,

- Không dùng giẻ hoặc vật liệu xơ, mềm để lau bên trong ống vì xơ vải sót lại gây tắc bộ lọc máy nén.

- Không để nước lọt vào bên trong ống, đặc biệt môi chất frêôn. Ống trước khi lắp đặt cần để nới khô ráo, trong phòng, tốt nhất nên để ống trên các giá đỡ cao ráo, chắc chắn.

- Không tựa, gối thiết bị lên các cụm van, van an toàn, các tay van, ống môi chất

- Đối với đường ống frêôn phải chú ý hồi dầu, ống hút đặt nghiêng.

- Các đường ống trong trường hợp có thể nên lắp đặt trên cùng một cao độ, bố trí song song với các tường, không nên đi chéo từ góc này đến góc khác làm giảm mỹ quan công trình.

1. Ống dẫn NH_3

- Vật liệu : Thép áp lực C20
- Kích cỡ đường ống

Bảng 11-2 : Qui cách đường ống thép áp lực

Ký hiệu	10A	15A	20A	25A	32A	40A
Kích cỡ	Φ15x2,5	Φ21x3	Φ27x3	Φ34x3,5	Φ38x3,5	Φ51x3,5
Ký hiệu	50A	65A	80A	90A	100A	125A
Kích cỡ	Φ60x3,5	Φ76x4	Φ89x4	Φ104x5	Φ108x5	Φ140x7

- ***Hàn đường ống*** : Trước khi hàn cần vệ sinh kỹ, vát mép theo đúng quy định. Vị trí điểm hàn phải nằm ở chổ dễ dàng kiểm tra và xử lý.

- Uốn ống : Bán kính cong uốn ống đủ lớn để ống không bị bẹp khi uốn. Khi uốn phải sử dụng thiết bị uốn ống chuyên dụng hoặc sử dụng cút có sẵn. Không nên sử dụng cát để uốn ống vì cát lẫn bên trong nguy hiểm.

- Cách nhiệt : Việc bọc cách nhiệt chỉ được tiến hành sau khi đã kết thúc công việc thử kín và thử bền hệ thống. Cách nhiệt đường ống thép là styrofor hoặc polyurethan. Chiều dày đủ lớn để không đọng sương thường nằm trong khoảng 50 ÷ 200mm, tuỳ thuộc kích thước đường

ống, ống càng lớn cách nhiệt càng dày. Các lớp cách nhiệt đường ống như sau: Sơn chống rỉ, Lớp cách nhiệt, giấy dầu chống thấm và ngoài cùng là lớp inox hoặc nhôm bọc thẩm mỹ.

Chiều dày cụ thể cách nhiệt phụ thuộc vào kích thước đường ống và nhiệt độ làm việc cho ở bảng 11-3 dưới đây.

Bảng 11-3: Chiều dày cách nhiệt đường ống môi chất

Thiết bị	***Chiều dày cách nhiệt, mm***		
	- 40°C	- 33°C÷ - 28°C	- 15°C÷ - 10°C
- Bình bay hơi	200÷250	150÷200	125÷150
- Bộ làm lạnh không khí và thiết bị phụ	150÷200	150÷200	125÷150
- Ống có đường kính d ≥ 200mm	150	100÷150	100
- Ống có đường kính d = 50 ÷ 200 mm	100÷150	100÷125	75
- Ống có đường kính d < 50mm	75÷100	50 ÷ 100	50

- Sơn ống : Đường ống NH_3 được quy định sơn màu như sau :

Bảng 11-4: Màu sắc đường ống môi chất

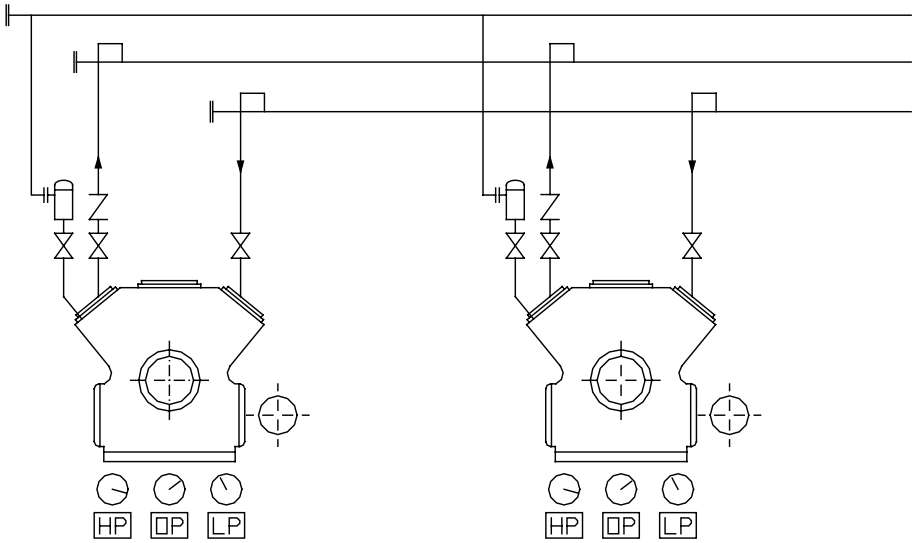
Đường ống	Môi chất lạnh	
	NH_3	Frêôn
- Ống hút (áp suất thấp)	Màu xanh da trời	Màu xanh lá cây
- Ống đẩy (hơi cao áp)	Màu đỏ	Màu đỏ
- Ống dẫn lỏng	Màu vàng	Màu nhôm
- Ống nước muối	Màu xám	Màu xám
- Ống nước làm mát	Màu xanh lá cây	Màu xanh da trời

Các lưu ý khi lắp đặt đường ống

+ Các đường ống khi lắp đặt phải chú ý để dầu và dịch lỏng khi dừng máy không tự chảy về máy nén, muốn vậy đường ống thẳng đứng từ máy nén lên ống góp phải đi vòng lên phía trên ống góp.

+ Trường hợp nhiều cụm máy chung một dàn ngưng để tránh ảnh hưởng qua lại giữa các máy nén đầu đẩy phải lắp đặt van 1 chiều. Ngoài ra van 1 chiều phía đầu đẩy còn có tác dụng ngăn ngừa lỏng

ngưng tụ chảy ngược về máy nén và áp lực cao phía dàn ngưng tụ không tác động liên tục lên clắppê máy nén làm cho nó chóng hỏng.



Hình 11-6 : Lắp đặt đường ống vào ra máy nén

+ Nói chung các đường hút của các máy nén trong các hệ thống lạnh trung tâm đều độc lập với nhau, đặc biệt các máy có chế độ nhiệt độ bay hơi khác nhau bắt buộc phải tách biệt. Ngoại trừ trường hợp dùng chung một vài máy nén cho một hệ thống hoặc có tính đến việc thay thế lẫn nhau khi sữa chữa và bảo dưỡng. Tuy nhiên giữa các đường hút cũng nên có các van thông đường hút để có thể trợ giúp lẫn nhau khi một trong các máy trên bị ngập lỏng.

- Kích cỡ đường ống lắp đặt

Các thiết bị chính, đặc biệt máy nén khi thiết kế người ta đã tính toán kích thước đường ống vào ra hợp lý. Vì vậy khi lắp đặt có thể căn cứ vào các ống đó mà xác định kích thước đường ống.

Tuy nhiên, tốt nhất là phải tính toán kiểm tra theo công thức dưới đây. Đường kính trong của đường ống được xác định theo công thức:

$$d_t = \sqrt{\frac{4.V}{\pi.\omega}} \qquad (11\text{-}1)$$

trong đó:

V — Lưu lượng môi chất chuyển động qua đường ống, m^3/s;

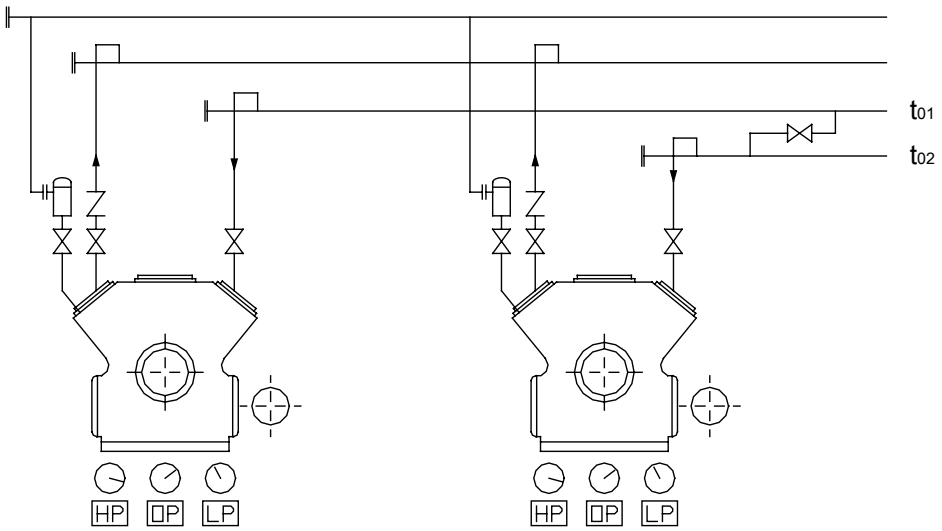
$$V = G.v = G/\rho \qquad (11\text{-}2)$$

G — Lưu lượng khối lượng chuyển động qua đường ống, kg/s;

ρ, v - Khối lượng riêng (kg/m^3) và thể tích riêng của môi chất ở trạng thái khi chuyển dịch qua đường ống, m^3/kg;

ω - Tốc độ môi chất chuyển động trên đường ống, m/s.

Tốc độ môi chất được chọn theo bảng 11-5 .



Hình 11-7 : Lắp đặt hệ thống nhiều máy nén nhiều nhiệt độ bay hơi

2. Lắp đặt ống Frêôn

- Vật liệu : ống thép hoặc ống đồng. Tốt nhất nên sử dụng ống đồng vì môi chất lạnh frêôn có tính tẩy rửa cao, với các ống đồng bề mặt bên trong thường bóng và sạch hơn, trong khi bề mặt ống sắt thường bị hoen rỉ và dễ bụi bụi bám bẫn nên trong quá trình vận hành các bụi bẩn hoặc vết hoen rỉ sẽ bị cuốn theo dòng môi chất gây tắc van tiết lưu hoặc lọc cơ khí.

- Đối với môi chất frêôn cần đảm bảo bên trong ống luôn luôn khô ráo, tránh tắc ẩm.

- Việc hàn ống đồng bằng các que hàn bạc

- Cắt ống bằng dao cắt ống chuyên dụng hoặc dao cắt có răng nhỏ.

- Đối với môi chất lạnh frêôn do hoà tan dầu nên dầu đi theo môi chất đến dàn lạnh khá nhiều và đọng lại. Vì thế để hồi dầu dễ dàng người ta thường cấp dịch từ phía trên, môi chất ra dàn lạnh từ phía dưới và phía sau dàn lạnh thường có bẩy dầu. Mặt khác đường ống hút phải nghiêng dần về máy nén để dầu có thể tự chảy về.

Bảng 11-5: Tốc độ môi chất trên đường ống, m/s

STT	Đường ống	ω, m/s		
		NH_3	R_{12}	R_{22}, R_{502}
1	Đường ống đẩy	15 ÷ 25	7 ÷ 12	8 ÷ 15
2	Đường ống hút	15 ÷ 20	5 ÷ 10	7 ÷ 12
3	Đường cấp lỏng	0,5 ÷ 2	0,4 ÷ 1,0	0,4 ÷ 1,0
4	Nước muối	0,3 ÷ 1,0		
5	Nước	0,5 ÷ 2,0		

11.2.2.2 Lắp đặt đường ống nước

Đường ống nước trong các hệ thống lạnh được sử dụng để: Giải nhiệt máy nén, thiết bị ngưng tụ, xả băng, nước chế biến và xả nước ngưng các loại.

- Đường ống nước giải nhiệt và xả băng sử dụng ống thép tráng kẽm, bên ngoài sơn màu xanh nước biển.
- Đối với nước ngưng từ các dàn lạnh và các thiết bị khác có thể sử dụng ống PVC, có thể bọc hoặc không bọc cách nhiệt, tuỳ vị trí lắp đặt.
- Đường nước chế biến nên sử dụng ống inox bọc cách nhiệt

** Đường ống giải nhiệt máy nén*

Trong các hệ thống lạnh NH_3 và R_{22} nhiệt độ đầu đẩy khá lớn nên nắp máy nén và dầu có nhiệt độ khá cao. Đường ống nước lạnh đủ lớn để giải nhiệt cho máy nén và bộ giải nhiệt dầu. Bảng 11-6 dưới đây là lưu lượng nước giải nhiệt yêu cầu cho các máy nén lạnh MYCOM tương ứng với nhiệt độ nước giải nhiệt.

Bảng 11-6: Lưu lượng nước giải nhiệt máy nén MYCOM, L/phút

Nhiệt độ nước	Máy nén MYCOM								
	2A	4A	6A	8A	4B	6B	8B	12B	12-4B
$20^{O}C$	18	20	24	28	30	32	38	44	50
$30^{O}C$	26	30	37	43	40	47	55	66	75

Trường hợp giải nhiệt các máy bố trí song song cần phải lắp đầu vào các máy van chặn để điều chỉnh lượng nước thích hợp cho các máy. Trong trường hợp vận hành tự động, có thể lắp van điện từ tự động cấp nước giải nhiệt cho các máy nén khi hệ thống làm việc.

11.2.3 Lắp đặt thiết bị phụ, đo lường, điều khiển và bảo vệ

11.2.3.1 Lắp đặt van chặn

Các van chặn hệ thống lạnh cần được lắp đặt tại vị trí dễ thao tác, vận hành, có thể nằm trên đường nằm ngang hoặc thẳng đứng. Khi nằm trên đoạn ống nằm ngang thì phải lắp các tay van lên phía trên.

Khoảng hở các phía của van đủ để thao tác và sửa chữa, tháo lắp van khi cần.

Phương pháp nối van chủ yếu là hàn và nối bích. Đối với van nối bích cần lưu ý sử dụng các đệm kín thích hợp. Đối với van nối bằng phương pháp hàn, khi hàn tránh không để van quá nóng làm hỏng roăn bên trong van. Vì thế khi hàn có thể tháo các bộ phận chính của van hoặc quấn bằng giẻ nhúng nước để giảm nhiệt độ phần thân van.

Trên thân van có mủi tên chỉ chiều chuyển động của môi chất, cần chú ý và lắp đặt đúng chiều. Trường hợp trên một bình có nhiều van, các van cần lắp thẳng hàng và ngay phía trên các bình. Không nên lắp van ở vị trí quá cao khó thao tác vận hành.

11.2.3.2 Lắp đặt van điện từ

Lỏi sắt của van điện từ chuyển động lên xuống nhờ sức hút của cuộn dây và trọng lực, nên van điện từ bắt buộc phải được lắp đặt trên đoạn ống nằm ngang. Cuộn dây của van điện từ nằm lên phía trên.

Do van điện từ là thiết bị hay bị cháy hỏng thường xuyên và cần phải được thay thế, nên trước và sau van điện từ phải bố trí các van chặn, nhằm cô lập van điện từ khi cần thiết để thay thế hoặc sửa chữa.

11.2.3.3 Lắp đặt van tiết lưu tự động

Van tiết lưu tự động được lắp đặt trên đường cấp dịch vào dàn lạnh.

Việc chọn van tiết lưu phải phù hợp với công suất và chế độ nhiệt của hệ thống. Trong trường hợp chọn công suất của van lớn thì khi vận hành thường hay bị ngập lỏng và ngược lại khi công suất của van nhỏ thì lượng môi chất cung cấp không đủ cho dàn lạnh ảnh hưởng nhiều đến năng suất lạnh của hệ thống.

- Khi lắp đặt van tiết lưu tự động cần chú ý lắp đặt bầu cảm biến đúng vị trí quy định, cụ thể như sau :

+ Đặt ở ống hơi ra ngay sau dàn lạnh và đảm bảo tiếp xúc tốt nhất bằng kẹp đồng hay nhôm, để tránh ảnh hưởng của nhiệt độ bên ngoài cần bọc cách nhiệt bầu cảm biến cùng ống hút có bầu cảm biến.

+ Khi ống hút nhỏ thì đặt bầu ngay trên ống hút, nhưng khí ống lớn hơn 18mm thì đặt ở vị trí 4 giờ.

+ Không được quấn hoặc làm dập ống mao dẫn tới bầu cảm biến.

11.3 THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG LẠNH

11.3.1 Áp suất thử

Theo qui định, áp suất thử các thiết bị áp lực như sau: áp suất thử kín bằng áp suất làm việc, áp suất thử bền bằng 1,5 lần áp suất làm việc. Trên cơ sở đó có thể tiến hành thử áp suất các thiết bị theo các số liệu nêu ở các bảng dưới đây.

**** Tại nơi chế tạo :***

Bảng 11-7: Áp suất thử kín và thử bền

Hệ thống lạnh	Phía	Áp suất thử, bar	
		Thử bền bằng chất lỏng	Thử kín bằng chất khí
Hệ thống NH_3 và R_{22}	Cao áp	25	16
	Hạ áp	16	10
Hệ thống R_{12}	Cao áp	24	16
	Hạ áp	15	10

**** Tại nơi lắp đặt***

Bảng 11-8: Áp suất thử kín và thử bền

Hệ thống lạnh	Phía	Áp suất thử, bar	
		Thử bền bằng chất khí	Thử kín bằng chất khí
Hệ thống NH_3 và R_{22}	Cao áp Hạ áp	25 15	18 12
Hệ thống R_{12}	Cao áp Hạ áp	24 15	15 10

Để thử các hệ thống lạnh thường người ta sử dụng : Khí nén, khí CO_2 hoặc N_2.

- Đối với hệ thống NH_3 không được sử dụng CO_2 vì gây phản ứng hoá học.

- Đối Frêôn không được dùng không khí vì hơi nước trong không khí gây tắc ẩm.

- Khi dùng không khí để thử trong hệ thống NH_3 thì phải sử dụng 01 máy nén riêng, không được sử dụng máy nén lạnh để nén tạo áp suất vì nhiệt độ đầu đẩy quá lớn làm cháy dầu máy lạnh. Điểm tự bốc cháy của ndầu máy lạnh khoảng 180÷200°C, nếu nén không khí từ 16°C lên 10 kG/cm^2 nhiệt độ có thể đạt 260°C vượt quá nhiệt độ tự bốc cháy của dầu.

- Khi nối với bình N_2 không được nối trực tiếp mà phải qua 01 van giảm áp.

- Khi thử phải đóng các van nối với các rơ le áp suất HP, LP và OP nếu không có thể làm hỏng thiết bị.

- Khi nén khí để thử nếu nhiệt độ khí nén tăng cao phải dừng ngay cho khí nén nguội rồi nén tiếp, không được để cho nhiệt độ tăng cao.

- Đối với mạch có các van điện từ, van tiết lưu tự động thì phải mở thông mạch bằng tay (Manual circuit), đối với mạch tự động muốn thông mạch phải mở van điện từ bằng tay.

- Sau khi thử mở van xả để thải bụi ra ngoài. Nếu hệ thống frêôn thì dùng bơm chân không đồng thời xả nước ra ngoài.

- Sau khi hút chân không đạt 700mmHg cần thử chân không bằng cách ngâm như vậy trong 24 giờ. Nếu áp suất lên ít hơn 5mmHg coi như đạt yêu cầu.

Cần lưu ý trường hợp sử dụng R_{22}, khi nhiệt độ lên 135÷140°C nếu thành phần hơi nước trên 100 ppm sẽ có sự thuỷ phân (hydrolize) tạo nên axit clohydric và axit florhydric làm giảm chất lượng dầu, ăn mòn đường ống, ăn mòn chi tiết máy lạnh gây nên hỏng hóc.

11.3.2. Qui trình thử nghiệm

1.3.2.1 Thử bền

Thử bền hệ thống được tiến hành như sau :

- Chuẩn bị thử : Cô lập máy nén, ngắt áp kế đầu hút, mở van (trừ van xả), nối bình khí (hoặc N_2) qua van giảm áp.
- Nâng áp suất hệ thống từ từ lên áp suất thử bền cho phía cao áp và hạ áp
- Duy trì áp suất thử trong vòng 5 phút rồi giảm dần tới áp suất thử kín

Tuy nhiên cần lưu ý, máy nén và thiết bị đã được thử bền tại nơi chế tạo rồi nên có thể không cần thử bền lại lần nữa, mà chỉ thử hệ thống đường ống, mối hàn.

1.3.2.2. Thử kín

- Nâng áp suất lên áp suất thử kín.
- Duy trì áp lực thử trong vòng 24 giờ. Trong 6 giờ đầu áp suất thử giảm không quá 10% và sau đó không giảm.
- Tiến hành thử bằng nước xà phòng. Khả năng rò rỉ trên đường ống nguyên rất ít xảy ra vì thế nên kiểm tra ở các mối hàn, mặt bích, nối van trước. Nếu đã thử hết mà không phát hiện vết xì hở mà áp suất vẫn giảm thì có thể kiểm tra trên đường ống.

Khi không phát hiện được chổ rò rỉ cần khoanh vùng để kiểm tra.

Một điều cần lưu ý là áp suất trong hệ thống phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ môi trường, tức là phụ thuộc vào giờ trong ngày, vì vậy cần kiểm tra theo một thời điểm nhất định trong ngày.

Khi phát hiện rò rỉ cần loại bỏ áp lực trên hệ thống rồi mới xử lý. Tuyệt đối không được xử lý khi áp lực vẫn còn.

Chỉ sau khi đã thử xong hoàn chỉnh không phát hiện rò rỉ mới tiến hành bọc cách nhiệt đường ống và thiết bị.

11.3.3. Hút chân không

Việc hút chân không được tiến hành nhiều lần mới đảm bảo hút kiệt không khí và hơi ẩm có trong hệ thống đường ống và thiết bị. Duy trí áp lực 50 ÷ 75mmHg (tức độ chân không khoảng —700mmHg) trong 24 giờ, trong 6 giờ đầu áp lực cho phép tăng 50% nhưng sau đó không tăng.

11.4 NẠP MÔI CHẤT CHO HỆ THỐNG LẠNH

11.4.1 Xác định số lượng môi chất cần nạp

Để nạp môi chất trước hết cần xác định lượng môi chất cần thiết nạp vào hệ thống. Việc nạp môi chất quá nhiều hay quá ít đều ảnh hưởng đến năng suất và hiệu quả của hệ thống.

- *Nếu nạp môi chất quá ít* : Môi chất không đủ cho hoạt động bình thường của hệ thống dẫn đến dàn lạnh không đủ môi chất, năng suất lạnh hệ thống giảm, chế độ làm lạnh không đạt (thời gian kéo dài, nhiệt độ không đạt..). Mặt khác, nếu thiếu môi chất lưu lượng tiết lưu giảm do đó độ quá nhiệt tăng làm cho nhiệt độ đầu đẩy tăng lên.

- *Nếu nạp môi chất quá nhiều:* bình chứa không chứa hết dẫn đến một lượng lỏng sẽ nằm ở thiết bị ngưng tụ, làm giảm diện tích trao đổi nhiệt, áp suất ngưng tụ tăng, máy có thể bị quá tải.

Có nhiều phương pháp xác định lượng môi chất cần nạp. Tuy nhiên trên thực tế cách xác định hợp lý và chính xác nhất là xác định lượng môi chất trên từng thiết bị khi hệ thống đang hoạt động. Ở mỗi một thiết bị môi chất thường tồn tại ở 2 trạng thái : Phía trên là hơi, ở dưới là lỏng, rỏ ràng khối lượng môi chất ở trạng thái lỏng mới đáng kể còn khối lượng môi chất ở trạng thái hơi không lớn, nên chỉ cần xác định lượng lỏng ở thiết bị khi hệ thống đang hoạt động ở chế độ nhiệt bình thường. Sau đó có thể nhân thêm 10÷15% khi tính đến môi chất ở trạng thái hơi.

Theo kinh nghiệm số lượng phần trăm chứa môi chất lỏng trong các thiết bị cụ thể như sau :

- Bình chứa cao áp : 20%
- Bình trung gian nằm ngang : 90%
- Bình trung gian kiểu đứng : 60%
- Bình tách dầu : 0%
- Bình tách lỏng : 20%

- Dàn lạnh làm việc theo chế độ ngập lỏng : 80 ÷ 100%
- Dàn lạnh cấp dịch theo kiểu tiết lưu trực tiếp : 30%
- Thiết bị ngưng tụ : 10%
- Bình chứa hạ áp : 60%
- Đường cấp dịch : 100%
- Bình giữ mức lỏng : 60%

Khối lượng môi chất ở trạng thái lỏng trên toàn hệ thống :

$$G_1 = \Sigma a_i.V_i.\rho_i \quad (11\text{-}3)$$

a_i - Số lượng phần trăm không gian chứa lỏng ở từng thiết bị, %

V_i - Dung tích của thiết bị thứ i, m^3

ρ_i - Khối lượng riêng của môi chất lỏng ở trạng thái của thiết bị thứ i, kg/m^3

Khối lượng môi chất của hệ thống nhiều hơn lượng môi chất G_1 do còn một lượng môi chất ở trạng thái hơi ở các thiết bị, lượng này chiếm 10 ÷ 15% lượng lỏng. Vì thế lượng môi chất cần nạp là :

$$G = G_1.\ k \quad (11\text{-}4)$$

k - Hệ số dự phòng tính tới lượng môi chất ở trạng thái hơi ở các thiết bị.

11.4.2. Nạp môi chất cho hệ thống lạnh

Có 02 phương pháp nạp môi chất : Nạp theo đường hút và nạp theo đường cấp dịch

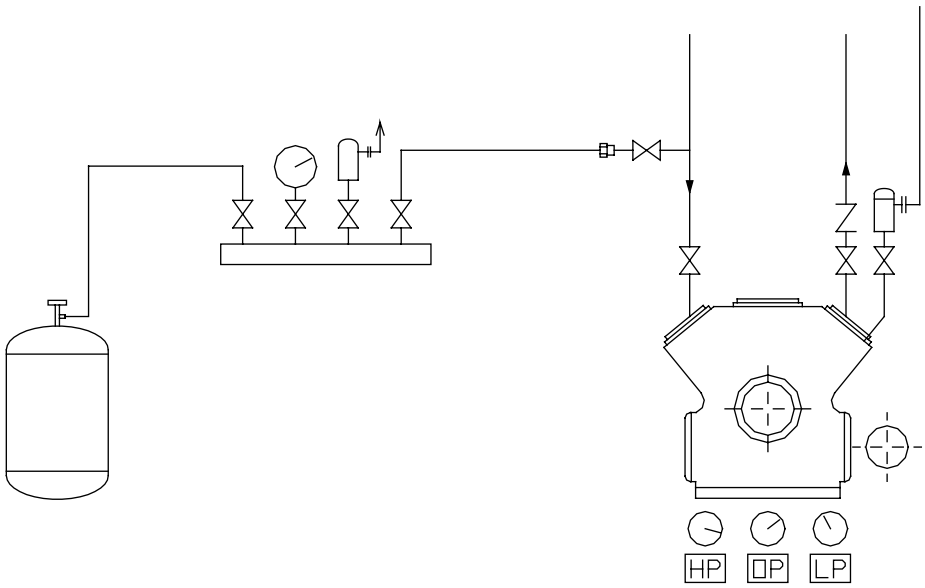
11.4.2.1. Nạp môi chất theo đường hút

Nạp môi chất theo đường hút thường áp dụng cho hệ thống máy lạnh nhỏ. Phương pháp này có đặc điểm :

- Nạp ở trạng thái hơi, số lượng nạp ít, thời gian nạp lâu.
- Chỉ áp dụng cho máy công suất nhỏ.
- Việc nạp môi chất thực hiện khi hệ thống đang hoạt động.

Các thao tác :

- Nối bình môi chất vào đầu hút máy nén qua bộ đồng hồ áp suất
- Dùng môi chất đuổi hết không khí trong ống nối
- Mở từ từ van nối để môi chất đi theo đường ống hút và hệ thống.



Hình 1-8 : Sơ đồ nạp môi chất dạng hơi theo đường hút

Theo dỏi lượng băng bám trên thân máy, kiểm tra dòng điện của máy nén và áp suất đầu hút không quá 3 kG/cm^2. Nếu áp suất hút lớn thì có thể quá dòng

Khi nạp môi chất chú ý không được để cho lỏng bị hút về máy nén gây ra hiện tượng ngập lỏng rất nguy hiểm. Vì thế đầu hút chỉ được nối vào phía trên của bình, tức là chỉ hút hơi về máy nén, không được dốc ngược hoặc nghiêng bình trong khi nạp và tốt nhất bình môi chất nên đặt thấp hơn máy nén.

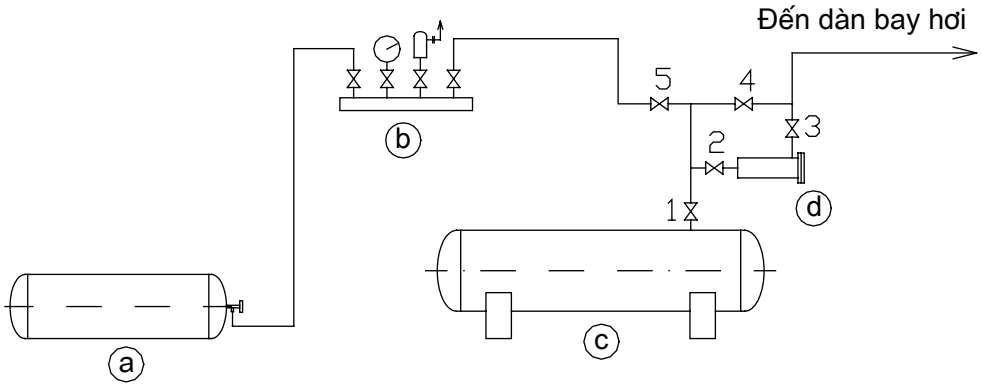
Trong quá trình nạp có thể theo dỏi lượng môi chất nạp bằng cách đặt bình môi chất trên cân đĩa.

11.4.2.2. Nạp môi chất theo đường cấp dịch

Việc nạp môi chất theo đường cấp dịch được thực hiện cho các hệ thống lớn. Phương pháp này có các đặc điểm sau :

- Nạp dưới dạng lỏng, số lượng nạp nhiều, thời gian nạp nhanh
- Sử dụng cho hệ thống lớn.

Trên hình 11-9 là sơ đồ nạp môi chất theo đường cấp dịch, được sử dụng rất phổ biến trên thực tế.



a)- Bình môi chất; b- Bộ đồng hồ nạp môi chất; c- Bình chứa; d- Bộ lọc ẩm

Hình 11-9 : Sơ đồ nạp môi chất dạng lỏng theo đường cấp dịch

- Bình thường các van (1), (2) và (3) mở, các van (4) và (5) đóng, môi chất được cấp đến dàn bay hơi từ bình chứa cao áp.

- Khi cần nạp môi chất, đóng van (1) và (4), môi chất từ bình môi chất đi theo van (5), (2) vào bộ lọc, ra van (3) đến thiết bị bay hơi.

- Khi thay thế, sửa chữa hoặc bảo dưỡng bộ lọc, hệ thống vẫn hoạt động được, đóng các van (2), (3) và (5) môi chất từ bình chứa qua van (1) và van (4) đến dàn bay hơi.

Trong trường hợp này vẫn có thể nạp thêm môi chất bằng cách đóng các van (1), (2) và (3), mở các van (4) và (5). Môi chất từ bình nạp đi qua van (5) và (4) vào hệ thống.

11.5 VẬN HÀNH HỆ THỐNG LẠNH

11.5.1 Chuẩn bị vận hành

- Kiểm tra điện áp nguồn không được sai lệch định mức 5% :

$$360V < U < 400V$$

- Kiểm tra bên ngoài máy nén và các thiết bị chuyển động xem có vật gì gây trở ngại sự làm việc bình thường của thiết bị không.

- Kiểm tra số lượng và chất lượng dầu trong máy nén. Mức dầu thường phải chiếm 2/3 mắt kính quan sát. Mức dầu quá lớn và quá bé đều không tốt.

- Kiểm tra mức nước trong các bể chứa nước, trong tháp giải nhiệt, trong bể dàn ngưng đồng thời kiểm tra chất lượng nước xem có đảm

bảo yêu cầu kỹ thuật không. Nếu không đảm bảo thì phải bỏ để bố sung nước mới, sạch hơn.

- Kiểm tra các thiết bị đo lường, điều khiển và bảo vệ hệ thống
- Kiểm tra hệ thống điện trong tủ điện, đảm bảo trong tình trạng hoạt động tốt.
- Kiểm tra tình trạng đóng mở của các van :

+ Các van thường đóng : van xả đáy các bình, van nạp môi chất, van by-pass, van xả khí không ngưng, van thu hồi dầu hoặc xả bỏ dầu, van đấu hoà các hệ thống, van xả air. Riêng van chặn đường hút khi dừng máy thường phải đóng và khi khởi động thì mở từ từ.

+ Tất cả các van còn lại đều ở trạng thái mở. Đặc biệt lưu ý van đầu đẩy máy nén, van chặn của các thiết bị đo lường và bảo vệ phải luôn luôn mở.

+ Các van điều chỉnh : Van tiết lưu tự động, rơ le nhiệt, rơ le áp suất vv... Chỉ có người có trách nhiệm mới được mở và điều chỉnh.

11.5.2 Vận hành

Tuỳ thuộc vào từng hệ thống cụ thể mà qui trình vận hành có khác nhau. Tuy nhiên trong hầu hết các hệ thống lạnh được thiết kế thường có 02 chế độ vận hành : Chế độ vận hành tự động (AUTO) và chế độ vận hành bằng tay (MANUAL).

- *Chế độ tự động*: Hệ thống hoạt động hoàn toàn tự động, trình tự khởi động đã được người thiết kế định sẵn. Chế độ này có ưu điểm hạn chế những sai sót của người vận hành. Tuy nhiên ở chế độ tự động các thiết bị ảnh hưởng, khống chế qua lại với nhau nên không thể tuỳ tiện thay đổi được.
- *Chế độ bằng tay*: Người vận hành cho chạy độc lập các thiết bị . Khi chạy ở chế độ này, đòi hỏi người vận hành phải có kinh nghiệm. Chế độ chạy bằng tay chỉ nên sử dụng khi cần kiểm tra hiệu chỉnh các thiết bị hoặc khi cần chạy một thiết bị riêng lẻ nào đó mà thôi.

1.5.2.1 Các bước vận hành tự động AUTO

- Bật Aptomat tổng của tủ điện động lực, aptomat của tất cả các thiết bị của hệ thống cần chạy.
- Bật các công tắc chạy các thiết bị sang vị trí AUTO
- Nhất nút START cho hệ thống hoạt động. Khi đó các thiết bị sẽ hoạt động theo một trình tự nhất định.

- Từ từ mở van chặn hút của máy nén. Nếu mở nhanh có thể gây ra ngập lỏng, mặt khác khi mở quá lớn dòng điện mô tơ cao sẽ quá dòng, không tốt.

- Lắng nghe tiếng nổ của máy, nếu có tiếng gỏ bất thường, kèm sương bám nhiều ở đầu hút thì dừng máy ngay.

- Theo dỏi dòng điện máy nén. Dòng điện không được lớn quá so với qui định. Nếu dòng điện lớn quá thì đóng van chặn hút lại hoặc thực hiện giảm tải bằng tay. Trong các tủ điện, giai đoạn dầu ở mạch chạy sao, hệ thống luôn luôn được giảm tải, nhưng giai đoạn này thường rất ngắn.

- Quan sát tình trạng bám tuyết trên carte máy nén. Tuyết không được bám lên phần thân máy quá nhiều. Nếu lớn quá thì đóng van chặn hút lại và tiếp tục theo dỏi.

- Tiếp tục mở van chặn hút cho đến khi mở hoàn toàn nhưng dòng điện máy nén không lớn quá quy định, tuyết bám trên thân máy không nhiều thì quá trình khởi động đã xong.

- Bật công tắc cấp dịch cho dàn lạnh, bình trung gian và bình chứa hạ áp (nếu có)

- Kiểm tra áp suất hệ thống:

+ Áp suất ngưng tụ

NH_3 : $P_k < 16,5$ kG/cm^2 ($t_k < 40^oC$)

R_{22} : $P_k < 16$ kG/cm^2

R_{12} : $P_k < 12$ kG/cm^2

+ Áp suất dầu

$P_d = P_h + (2 \div 3)$ kG/cm^2

- Ghi lại toàn bộ các thông số hoạt động của hệ thống. Cứ 30 phút ghi 01 lần. Các số liệu bao gồm : Điện áp nguồn, dòng điện các thiết bị, nhiệt độ đầu đẩy, đầu hút và nhiệt độ ở tất cả các thiết bị, buồng lạnh, áp suất đầu đẩy, đầu hút, áp suất trung gian, áp suất dầu, áp suất nước.

So sánh và đánh giá các số liệu với các thông số vận hành thường ngày.

1.5.2.2. Các bước vận hành bằng tay (MANUAL)

- Bật Aptomat tổng của tủ điện động lực, aptomat của tất cả các thiết bị của hệ thống cần chạy.

- Bật các công tắc để chạy các thiết bị như bơm, quạt giải nhiệt, bộ cánh khuấy, quạt dàn lạnh, tháp giải nhiệt vv.. sang vị trí MANUAL. Tất cả các thiết bị này sẽ được chạy trước.

- Bậc công tắc giảm tải máy nén sang MANUAL để giảm tải trước khi chạy máy.

- Nhấn nút START cho máy nén hoạt động.

- Mở từ từ van chặn hút và quan sát dòng điện máy nén nằm trong giới hạn cho phép.

- Bật công tắc cấp dịch dàn lạnh, bình trung gian, bình chứa hạ áp (nếu có) đồng thời quan sát và theo dỏi các thông số như ở chế độ AUTO.

- Sau khi đã mở hoàn toàn van chặn hút, nhưng các thông số như dòng điện, áp suất hút, độ bám tuyết bình thường thì tiến hành ghi lại các thông số vận hành, cứ 30 phút ghi 01 lần.

11.5.3. Dừng máy

1.5.3.1 Dừng máy bình thường

**** Hệ thống đang ở hoạt động ở chế độ tự động***

- Tắt tất cả các công tắc cấp dịch cho dàn lạnh, bình chứa hạ áp, bình trung gian.

- Khi áp suất $P_h < 50$cmHg thì nhấn nút STOP để dừng máy hoặc đợi cho rơle áp suất thấp LP tác động dừng máy.

- Đóng van chặn hút máy nén

- Sau khi máy đã ngừng hoạt động có thể cho bơm giải nhiệt hoặc quạt dàn ngưng chạy thêm 5 phút để giải hết nhiệt cho dàn ngưng bằng cách bật công tắc chạy bơm, quạt sang vị trí MANUAL

- Ngắt aptomat của các thiết bị

- Đóng cửa tủ điện

**** Hệ thống đang ở hoạt động ở chế độ bằng tay***

- Tắt tất cả các công tắc cấp dịch cho dàn lạnh, bình chứa hạ áp, bình trung gian.

- Khi áp suất $P_h < 50$cmHg thì nhất nút STOP để dừng máy.

- Bật các công tắc chạy bơm, quạt sang vị trí OFF để dừng chạy các thiết bị này.

- Đóng van chặn hút

- Ngắt các aptomat của các thiết bị

- Đóng cửa tủ điện

1.5.3.2. Dừng máy sự cố

Khi có sự cố khẩn cấp cần tiến hành ngay lập tức:

- Nhất nút EMERENCY hoặc STOP để dừng máy
- Tắt aptomat tổng của tủ điện
- Đóng van chặn hút
- Nhanh chóng tìm hiểu và khắc phục sự cố

Cần lưu ý :

+ Nếu sự cố rò rỉ NH_3 thì phải sử dụng mặt nạ phòng độc để xử lý sự cố.

+ Các sự cố áp suất xảy ra, sau khi xử lý xong muốn phục hồi để chạy lại cần nhấn nút RESET trên tủ điện.

+ Trường hợp sự cố ngập lỏng thì không được chạy lại ngay. Bạn có thể sử dụng máy khác để hút kiệt môi chất trong máy ngập lỏng rồi mới có thể chạy lại tiếp. Trường hợp không có máy nén khác thì phải để như vậy cho môi chất tự bốc hơi hết hoặc sử dụng máy nén bên ngoài rút dịch trong cacte máy ngập lỏng.

1.5.3.3. Dừng máy lâu dài

Để dừng máy lâu dài cần tiến hành hút nhiều lần để hút kiệt môi chất trong dàn lạnh và đưa về bình chứa cao áp.

Sau khi đã tiến hành dừng máy, tắt aptomat nguồn và khoá tủ điện.

11.6 MỘT SỐ THAO TÁC TRONG QUÁ TRÌNH VẬN HÀNH

11.6.1 Xả băng dàn lạnh

Khi băng bám ở dàn lạnh quá nhiều hiệu quả làm lạnh kém do băng tạo nên lớp cách nhiệt, đường gió đi bị tắc, làm cháy quạt gió, làm ngập lỏng máy nén. Vì vậy phải thường xuyên xả băng cho dàn lạnh.

Để xả băng có 2 phương pháp: Quan sát trực tiếp trên dàn lạnh nếu thấy băng bám nhiều thì tiến hành công việc xả băng, quan sát dòng điện quạt dàn lạnh, nếu lớn hơn trị số quy định thì thực hiện xả băng.

Có 3 phương thức xả băng : Dùng điện trở, môi chất nóng và dùng nước

Quá trình xả băng qua 3 giai đoạn :

1.6.1.1. Rút môi chất dàn lạnh

Rút kiệt môi chất trong dàn lạnh: điều này rất quan trọng, vì nếu môi chất còn tồn đọng nhiều trong dàn lạnh, khi xả băng sẽ bốc hơi về đầu hút máy nén và ngưng tụ lại ở đó thành lỏng, khi khởi động máy lại sẽ gây ra hiện tượng ngập lỏng, rất nguy hiểm.

Rút môi chất cho tới khi áp suất trong dàn bay hơi đạt độ chân không P_{ck} = 600mmHg thì có thể coi đạt yêu cầu. Thời gian xả băng đã được đặt sẵn nhờ rơ le thời gian, đối với mỗi một hệ thống nên quan sát và đặt cho phù hợp để vừa hút kiệt môi chất là được.

1.6.1.2. Xả băng

Quá trình xả băng dàn lạnh diễn ra trong vòng 15 ÷ 30 phút tuỳ thuộc vào từng thiết bị cụ thể và phương thức xả băng. Trong giai đoạn này có thể quan sát thấy nước băng tan chảy ra ống thoát nước dàn lạnh.

Trong quá trình xả băng các quạt dàn lạnh phải dừng tránh thổi bắn nước xả băng tung toé trong buồng lạnh. Thời gian xả băng cũng cần chỉnh lý cho phù hợp thực tế, không nên kéo dài quá lâu, gây tổn thất lạnh không cần thiết. Có thể ngừng giai đoạn xả băng bất cứ lúc nào để chuyển sang giai đoạn sau bằng cách nhấn nút dừng xả băng trên tủ điện.

1.6.1.3. Làm khô dàn lạnh

Sau khi xả băng xong, dàn lạnh vẫn còn bị ướt, nhất là khi dùng nước để xả băng. Nếu cho hệ thống hoạt động lại ngay nước bám trên dàn lạnh sẽ lập tức đông lại tạo nên một lớp băng mới. Vì vậy cần tiến hành làm khô dàn lạnh trước khi khởi động lại. Giai đoạn này các quạt dàn lạnh làm việc, hệ thống xả băng dừng. Thời gian làm khô thường đặt 10 phút.

11.6.2 Xả khí không ngưng

Khí không ngưng lọt vào hệ thống làm cho áp suất ngưng tụ cao ảnh hưởng đến độ bền và hiệu qủa làm việc của hệ thống.

Khi quan sát thấy áp suất ngưng tụ cao hơn bình thường, kim đồng hồ áp suất rung mạnh thì trong hệ thống đã bị lọt khí không ngưng.

Khí không ngưng có thể lọt vào hệ thống do rò rỉ phía hạ áp hoặc lọt vào các thiết bị trong quá trình sửa chữa, bảo dưỡng.

Việc xả khí không ngưng trong hệ thống có trang bị bình xả khí không ngưng khác với trong hệ thống không trang bị thiết bị này.

Khí không ngưng thường tích tụ nhiều nhất tại thiết bị ngưng tụ, mặt khác nhờ quá trình giải nhiệt ở đó, nên quá trình tách khí đã diễn ra ít nhiều ở thiết bị này. Khí không ngưng có lẫn môi chất được lấy

từ thiết bị ngưng tụ dẫn lên bình tách khí không ngưng. Ở đây hổn hợp được làm lạnh để tách phần môi chất còn lẫn trước khi xả khí không ngưng ra ngoài.

1.6.2.1. Hệ thống không có bình xả khí không ngưng

Quá trình xả khí không ngưng thực hiện trực tiếp từ thiết bị ngưng tụ và thực hiện theo các bước sau:

- Cho dừng hệ thống lạnh.
- Bật công tắc chạy bơm, quạt giải nhiệt sang vị trí MANUAL để giải nhiệt thiết bị ngưng tụ, tiếp tục ngưng lượng môi chất còn tích tụ ở thiết bi và chảy về bình chứa. Thời gian làm mát khoảng 15 ÷ 20 phút.
- Ngừng chạy bơm, quạt và đóng các van để cô lập thiết bị ngưng tụ với hệ thống.
- Tiến hành xả khí không ngưng trong thiết bị ngưng tụ. Quan sát áp suất thiết bị ngưng tụ, không nên xả quá nhiều mỗi lần. Cần chú ý dù quá trình làm mát có lâu như thế nào thì trong khí không ngưng vẫn lẫn một ít môi chất lạnh. Vì vậy đối với hệ thống NH_3 khí xả phải được đưa vào bể nước để nước hấp thụ hết NH_3 lẫn và khí, tránh gây ảnh hưởng đối với xung quanh.

1.6.2.2 Hệ thống có bình xả khí không ngưng

Quá trình xả khí không ngưng trong trường hợp hệ thống có thiết bị xả khí không ngưng chỉ có thể tiến hành khi hệ thống đang hoạt động. Tuy nhiên để hạn chế lưu lượng môi chất tuần hoàn khi xả khi nên tắt cấp dịch dàn lạnh.

- Cấp dịch làm lạnh bình xả khí không ngưng.
- Mở thông đường lấy khí không ngưng từ thiết bị ngưng tụ đến bình xả khí không ngưng để khí không ngưng đi vào thiết bị xả khí
- Sau một thời gian làm lạnh ở thiết bị xả khí để ngưng tụ hết môi chất còn lẫn, tiến hành xả khí ra ngoài.

11.6.3 Ngập lỏng và xử lý ngập lỏng

Phần lớn các sự cố máy nén là do ngập lỏng.

11.6.3.1. Ngập lỏng : Ngập lỏng là hiện tượng hút dịch lỏng về máy nén. Do ở trạng thái lỏng không thể nén được nên nếu máy nén hút lỏng vào xi lanh thì khi nén máy nén sẽ bị hỏng, như gãy tay quay, vỡ xi lanh vv..

Nguyên nhân của ngập lỏng là do :

- Phụ tải nhiệt quá lớn quá trình sôi ở dàn lạnh mãnh liệt và hơi cuốn lỏng về máy nén
- Van tiết lưu mở quá lớn hoặc không phù hợp.
- Khi mới khởi động, do có lỏng nằm sẵn trên ống hút hoặc trong dàn lạnh.
- Van phao khống chế mức dịch dàn lạnh hỏng nên dịch tràn về máy nén.
- Môi chất không bay hơi ở dàn lạnh được : do bám tuyết nhiều ở dàn lạnh, nhiệt độ buồng lạnh thấp, quạt dàn lạnh hỏng...

11.6.3.2. Xử lý ngập lỏng

a. Ngập lỏng nhẹ

- Đóng van tiết lưu hoặc tắt cấp dịch dàn lạnh và kiểm tra tình trạng ngập lỏng, đồng thời kiểm tra nguyên nhân gây ngập lỏng. Khi biết được nguyên nhân phải khắc phục ngay.

Trong trường hợp nhẹ có thể mở van xả khí tạp cho môi chất bốc hơi ra sau khi đã làm nóng cácte lên 30ºC, sau đó có thể vận hành trở lại.

Trường hợp nặng hơn, sương bắt đầu bám ở thân các te, nhiệt độ đầu hút thấp nhưng nhiệt độ bơm dầu trên 30ºC thí áp dụng cách sau :

a. Đóng van tiết lưu hoặc tắt van điện từ cấp dịch. Cho máy chạy tiếp tục.

b. Khi áp suất hút đã xuống thấp mở từ từ van chặn hút rồi quan sát tình trạng. Qua 30 phút dù đã mở hết van hút nhưng áp suất không tăng chứng tỏ dịch ở trong dàn lạnh đã bốc hơi hết.

c. Mở van tiết lưu cấp dịch cho dàn lạnh để hệ thống hoạt động lại và quan sát.

b. Ngập lỏng nặng

Khi quan sát qua kính xem môi chất thấy dịch trong cácte nổi thành tầng thì đó là lúc ngập nặng. Lập tức cho máy ngập lỏng dừng và thực hiện các biện pháp sau :

**** Trường hợp hệ thống có nhiều máy đấu chung***

- Đóng van tiết lưu hoặc tắt van điện từ cấp dịch.
- Đóng van xả máy ngập lỏng

- Sử dụng van by-pass giữa các máy nén dùng máy nén không ngập lỏng hút hết môi chất trong máy ngập lỏng.

- Khi áp suất xuống thấp làm nóng các te máy ngập lỏng cho bốc hết môi chất bên trong.

- Quan sát qua kính xem dầu môi chất lạnh bên trong cácte.

- Rút bỏ dầu trong cácte

- Nạp dầu mới đã được làm nóng lên 35÷40ºC

- Khi đã hoàn tất mở van xả và cho máy hoạt động lại, theo dỏi và kiểm tra

**** Trường hợp không có máy đấu chung***

- Tắt cấp dịch, dừng máy.

- Đóng van xả và van hút.

- Qua lổ xả dầu xả bỏ dầu và môi chất lạnh.

- Nạp lại dầu cho máy lạnh.

- Mở van xả.

- Cho máy hoạt động trở lại và từ từ mở van hút.

- Sau khi đã mở hoàn toàn mà không có hiện tượng gì thì coi như đã xử lý xong.

Trong trường hợp này cũng có thể hút dịch trong cacte máy nén ngập lỏng bằng máy nén nhỏ khác bên ngoài.

* * *

CHƯƠNG XII
BẢO DƯỠNG, SỬA CHỮA VÀ KHẮC PHỤC SỰ CỐ HỆ THỐNG LẠNH

12.1 BẢO DƯỠNG HỆ THỐNG LẠNH

12.1.1. Bảo dưỡng máy nén

Việc bảo dưỡng máy nén là cực kỳ quan trọng đảm bảo cho hệ thống hoạt động được tốt, bền, hiệu suất làm việc cao nhất, đặc biệt đối với các máy có công suất lớn.

Máy lạnh dễ xảy ra sự cố ở trong 3 thời kỳ : Thời kỳ ban đầu khi mới chạy thử và thời kỳ đã xảy ra các hao mòn các chi tiết máy.

a. Cứ sau 6.000 giờ thì phải đại tu máy một lần. Dù máy ít chạy thì 01 năm cũng phải đại tu 01 lần.

b. Các máy dừng lâu ngày , trước khi chạy lại phải tiến hành kiểm tra.

Công tác đại tu và kiểm tra bao gồm:

(1) - Kiểm tra độ kín và tình trạng của các van xả van hút máy nén.

(2) - Kiểm tra bên trong máy nén, tình trạng dầu, các chi tiết máy có bị hoen rỉ, lau chùi các chi tiết. Trong các kỳ đại tu cần phải tháo các chi tiết, lau chùi và thay dầu mỡ.

- Kiểm tra dầu bên trong cacte qua cửa quan sát dầu. Nếu thấy có bột kim loại màu vàng, cặn bẩn thì phải kiểm tra nguyên nhân. Có nhiều nguyên nhân do bẩn trên đường hút, do mài mòn các chi tiết máy

- Kiểm mức độ mài mòn của các thiết bị như trục khuỷu, các đệm kín, vòng bạc, pittông, vòng găng, thanh truyền vv.. so với kích thước tiêu chuẩn. Mỗi chi tiết yêu cầu độ mòn tối đa khác nhau. Khi độ mòn vượt qúa mức cho phép thì phải thay thế cái mới.

(3) - Thử tác động của các thiết bị điều khiển HP, OP, WP, LP và bộ phận cấp dầu

(4) - Lau chùi vệ sinh bộ lọc hút máy nén.

Đối với các máy nén lạnh các bộ lọc bao gồm: Lọc hút máy nén, bbộ lọc dầu kiểu đĩa và bộ lọc tinh.

- Đối với bộ lọc hút: Kiểm tra xem lưới có bị tắc, bị rách hay không. Sau đó sử dụng các hoá chất chuyên dụng để lau rửa lưới lọc.

- Đối với bộ lọc tinh cần kiểm tra xem bộ lọc có xoay nhẹ nhàng không. Nếu cặn bẫn bám giữa các miếng gạt thì sử dụng miếng thép mỏng như dao lam để gạt cặn bẩn. Sau đó chùi sạch bên trong. Sau khi chùi xong thổi hơi nén từ trong ra để làm sạch bộ lọc.

(5) - Kiểm tra hệ thống nước giải nhiệt.

(6) - Vệ sinh bên trong mô tơ: Trong quá trình làm việc không khí được hút vào giải nhiệt cuộn dây mô tơ và cuốn theo bụi khá nhiều, bụi đó lâu ngày tích tụ trở thành lớp cách nhiệt ảnh hưởng giải nhiệt cuộn dây.

- Bảo dưỡng định kỳ : Theo quy định cứ sau 72 đến 100 giờ làm việc đầu tiên phải tiến hành thay dầu máy nén. Trong 5 lần đầu tiên phải tiến hành thay dầu hoàn toàn, bằng cách mở nắp bên tháo sạch dầu, dùng giẻ sạch thấm hết dầu bên trong các te, vệ sinh sạch sẽ và châm dầu mới vào với số lượng đầy đủ.

- Kiểm tra dự phòng : Cứ sau 3 tháng phải mở và kiểm tra các chi tiết quan trọng của máy như : xilanh, piston, tay quay thanh truyền, clắppe, nắpbít vv...

- Phá cặn áo nước làm mát : Nếu trên áo nước làm mát bị đóng cáu cặn nhiều thì phải tiến hành xả bỏ cặn bằng cách dùng hổn hợp axit clohidric 25% ngâm 8 ÷ 12 giờ sau đó rửa sạch bằng dung dịch NaOH 10 ÷ 15% và rửa lại bằng nước sạch.

- Tiến hành cân chỉnh và căng lại dây đai của môtơ khi thấy lỏng. Công việc này tiến hành kiểm tra hàng tuần.

12.1.2. Bảo dưỡng thiết bị ngưng tụ

Tình trạng làm việc của thiết bị ngưng tụ ảnh hưởng nhiều đến hiệu suất làm việc của hệ thống, độ an toàn, độ bền của các thiết bị.

Bảo dưỡng thiết bị ngưng tụ bao gồm các công việc chính sau đây:

- Vệ sinh bề mặt trao đổi nhiệt.
- Xả dầu tích tụ bên trong thiết bị.
- Bảo dưỡng cân chỉnh bơm quạt giải nhiệt
- Xả khí không ngưng ở thiết bị ngưng tụ.
- Vệ sinh bể nước, xả cặn.
- Kiểm tra thay thế các vòi phun nước, các tấm chắn nước (nếu có)
- Sơn sửa bên ngoài

- Sửa chữa thay thế thiết bị điện, các thiết bị an toàn và điều khiển liên quan.

12.1.2.1. Bảo dưỡng bình ngưng

Để vệ sinh bình ngưng có thể tiến hành vệ sinh bằng thủ công hoặc có thể sử dụng hoá chất để vệ sinh.

Khi cáu cặn bám vào bên trong thành lớp dày, bám chặt thì nên sử dụng hoá chất phá cáu cặn. Rửa bằng dung dịch $NaCO_3$ ấm, sau đó thổi khô bằng khí nén.

Trong trường hợp cáu cặn dễ vệ sinh thì có thể tiến hành bằng phương pháp vệ sinh cơ học. Khi tiến hành vệ sinh, phải tháo các nắp bình, dùng que thép có quấn vải để lau chùi bên trong đường ống. Cần chú ý trong quá trình vệ sinh không được làm xây xước bên trong đường ống, các vết xước có thể làm cho đường ống hoen rỉ hoặc tích tụ bẫn dễ hơn. Đặc biệt khi sử dụng ống đồng thì phải càng cẩn thận.

- Vệ sinh tháp giải nhiệt, thay nước mới.

- Xả dầu : Nói chung dầu ít khi tích tụ trong bình ngưng mà chảy theo đường lỏng về bình chứa nên thực tế thường không có.

- Định kỳ xả air và cặn bẫn ở các nắp bình về phía đường nước giải nhiệt.

- Xả khí không ngưng trong bình ngưng: Khi áp suất trong bình khác với áp suất ngưng tụ của môi chất ở cùng nhiệt độ thì chứng tỏ trong bình có lọt khí không ngưng. Để xả khi không ngưng ta cho nước tuần hoàn nhiều lần qua bình ngưng để ngưng tụ hết gas còn trong bình ngưng. Sau đó cô lập bình ngưng bằng cách đóng van hơi vào và lỏng ra khỏi bình ngưng. Nếu hệ thống có bình xả khí không ngưng thì nối thông bình ngưng với bình xả khí không ngưng, sau đó tiến hành làm mát và xả khí không ngưng. Nếu không có thiết bị xả khí không ngưng thì có thể xả trực tiếp.

- Bảo dưỡng bơm giải nhiệt và quạt giải nhiệt của tháp giải nhiệt.

12.1.2.2. Bảo dưỡng dàn ngưng tụ bay hơi

- Khi dàn ống trao đổi nhiệt của dàn ngưng bị bám bẩn có thể lau chùi bằng giẻ hoặc dùng hoá chất như trường hợp bình ngưng. Công việc này cần tiến hành thường xuyên. Bề mặt các ống trao đổi nhiệt thường xuyên tiếp xúc với nước và không khí nên tốc độ ăn mòn khá

nhanh. Vì vậy thường các ống được nhúng kẽm nóng, khi vệ sinh cần cẩn thận, không được gây trầy xước, gây ăn mòn cục bộ.

- Quá trình làm việc của dàn ngưng đã làm bay hơi một lượng nước lớn, cặn bẫn được tích tụ lại ở bể. Sau một thời gian ngắn nước trong bể rất bẫn. Nếu tiếp tục sử dụng các đầu phun sẽ bị tắc hoặc cặn bẫn bám trên bề mặt dàn trao đổi nhiệt làm giảm hiệu qủa của chúng. Vì vậy phải thường xuyên xả cặn bẫn trong bể, công việc này được tiến hành tuỳ thuộc chất lượng nguồn nước.

- Vệ sinh và thay thế vòi phun : Kích thước các lổ phun rất nhỏ nên rất dễ bị tắc bẫn, đặc biệt khi chất lượng nguồn nước kém. Khi một số mũi phun bị tắc, một số vùng của dàn ngưng không được giải nhiệt làm giảm hiệu quả trao đổi nhiệt rõ rệt. Vì vậy phải thường xuyên kiểm tra, vệ sinh và thay thế các vòi phun hư hỏng

- Định kỳ cân chỉnh cánh quạt dàn ngưng đảm bảo cân bằng động tốt nhất.

- Bảo dưỡng các bơm, môtơ quạt, thay dầu mỡ.

- Kiểm tra thay thế tấm chắn nước, nếu không quạt bị ẩm chóng hỏng.

12.1.2.3. Dàn ngưng kiểu tưới

- Đặc thù của dàn ngưng tụ kiểu tưới là các dàn trao đổi nhiệt để trần trong môi trường kí nước thường xuyên nên các loại rêu thường hay phát triển,. Vì vậy dàn thường bị bám bẫn rất nhanh. Việc vệ sinh dàn trao đổi nhiệt tương đối dễ dàng. Trong trường hợp này cách tốt nhất là sử dụng các bàn chải mềm để lau chùi cặn bẫn.

- Nguồn nước sử dụng, có chất lượng không cao nên thường xuyên xả cặn bể chứa nước.

- Xả dầu tồn đọng bên trong dàn ngưng.

- Bảo dưỡng bơm nước tuần hoàn, thay dầu mỡ

12.1.2.4. Bảo dưỡng dàn ngưng tụ không khí

- Vệ sinh dàn trao đổi nhiệt : Một số dàn trao đổi nhiệt không khí có bộ lọc khí bằng nhựa hoặc sắt đặt phía trước. Trong trường hợp này có thể rút bộ lọc ra lau chùi vệ sinh bằng chổi hoặc sử dụng nước.

Đối với dàn bình thường : Dùng chổi mềm quét sạch bụi bẫn bám trên các ống và cánh trao đổi nhiệt. Trong trường hợp bụi bẫn bám

nhiều và sâu bên trong có thể dùng khí nén hoặc nước phun mạnh vào để rửa.

- Cân chỉnh cánh quạt và bảo dưỡng mô tơ quạt
- Tiến hành xả dầu trong dàn ngưng

12.1.3. Bảo dưỡng thiết bị bay hơi

12.1.3.1. Bảo dưỡng dàn bay hơi không khí

- Xả băng dàn lạnh : Khi băng bám trên dàn lạnh nhiều sẽ làm tăng nhiệt trở của dàn lạnh, dòng không khí đi qua dàn bị tắc, giảm lưu lượng gió, trong một số trường hợp làm tắc các cánh quạt, mô tơ quạt không thể quay làm cháy mô tơ.

Vì vậy phải thường xuyên xả băng dàn lạnh.

Trong 01 ngày tối thiểu xả 02 lần. Trong nhiều hệ thống có thể quan sát dòng điện quạt dàn lạnh để tiến hành xả băng. Nói chung khi băng bám nhiều, dòng không khí bị thu hẹp dòng làm tăng trở lực kéo theo dòng điện của quạt tăng. Theo dỏi dòng điện quạt dàn lạnh có thể biết chừng nào xả băng là hợp lý nhất.

Quá trình xả băng chia ra làm 3 giai đoạn :

+ Giai đoạn 1 : Hút hết gas trong dàn lạnh
+ Giai đoạn 2 : Xả băng dàn lạnh
+ Giai đoạn 3 : Làm khô dàn lạnh

- Bảo dưỡng quạt dàn lạnh.
- Vệ sinh dàn trao đổi nhiệt, cmuốn vậy cần ngừng hệ thống hoàn toàn, để khô dàn lạnh và dùng chổi quét sạch. Nếu không được cần phải rửa bằng nước, hệ thống có xả nước ngưng bằng nuớc có thể dùng để vệ sinh dàn.
- Xả dầu dàn lạnh về bình thu hồi dầu hoặc xả trực tiếp ra ngoài.
- Vệ sinh máng thoát nước dàn lạnh.
- Kiểm tra bảo dưỡng các thiết bị đo lường, điều khiển.

12.1.3.2. Bảo dưỡng dàn lạnh xương cá

Đối với dàn lạnh xương cá khả năng bám bẫn ít vì thường xuyên ngập trong nước muối. Các công việc liên quan tới dàn lạnh xương cá bao gồm:

- Định kỳ xả dầu tích tụ trong dàn lạnh. Do dung tích dàn lạnh xương cá rất lớn nên khả năng tích tụ ở dàn rất nhiều dầu. Khi dầu tích ở dàn lạnh xương cá hiệu quả trao đổi nhiệt giảm, quá trình tuần hoàn

môi chất bị ảnh hưởng và đặc biệt làm máy thiếu dầu nghiêm trọng ảnh hưởng nhiều tới chế độ bôi trơn.

- Bão dưỡng bộ cánh khuấy

Đồng thời với quá trình bảo dưỡng dàn lạnh xương cá cần tiến hành kiểm tra, lọc nước bên trong bể. Nếu quá bẫn có thể xả bỏ để thay nước mới. Trong quá trình làm việc, nước có thể chảy tràn từ các khuôn đá ra bể làm giảm nống độ muối, nếu nồng độ nước muối không đảm bảo cần bổ dung thêm muối.

12.1.3.3. Bảo dưỡng bình bay hơi

Bình bay hơi ít xả ra hỏng hóc, ngoại trừ tình trạng tích tụ dầu bên trong bình. Vì vậy đối với bình bay hơi cần lưu ý thường xuyên xả dầu tồn động bên trong bình. Trường hợp sử dụng làm lạnh nước, có thể xảy ra tình trạng bám bẩn bên trong theo hướng đường nước, do đó cũng cần phải vệ sinh, xả cặn trong trường hợp đó.

12.1.4. Bảo dưỡng tháp giải nhiệt

Nhiệm vụ của tháp giải nhiệt trong hệ thống lạnh là làm nguội nước giải nhiệt từ bình ngưng. Vệ sinh bảo dưỡng tháp giải nhiệt nhằm nâng cao hiệu quả giải nhiệt bình ngưng.

Quá trình bảo dưỡng bao gồm các công việc chủ yếu sau:

- Kiểm tra hoạt động của cánh quạt, môtơ, bơm, dây đai, trục ria phân phối nước.
- Định kỳ vệ sinh lưới nhựa tản nước
- Xả cặn bẫn ở đáy tháp, vệ sinh, thay nước mới.
- Kiểm tra dòng hoạt động của môtơ bơm, quạt, tình trạng làm việc của van phao. Bảo dưỡng bơm quạt giải nhiệt.

12.1.5. Bảo dưỡng bơm

Bơm trong hệ thống lạnh gồm :

- Bơm nước giải nhiệt, bơm nước xả băng và bơm nước lạnh.
- Bơm glycol và các chất tải lạnh khác.
- Bơm môi chất lạnh.

Tất cả các bơm này dù sử dụng bơm các tác nhân khác nhau nhưng về nguyên lý và cấu tạo lại hoàn toàn tương tự. Vì vậy quy trình bảo dưỡng của chúng cũng tương tự nhau, cụ thể là:

- Kiểm tra tình trạng làm việc, bạc trục, đệm kín nước, xả air cho bơm, kiểm tra khớp nối truyền động. Bôi trơn bạc trục .
- Kiểm tra áp suất trước sau bơm đảm bảo bộ lọc không bị tắc.
- Hoán đổi chức năng của các bơm dự phòng.
- Kiểm tra hiệu chỉnh hoặc thay thế dây đai (nếu có)
- Kiểm tra dòng điện và so sánh với bình thường.

12.1.6. Bảo dưỡng quạt

- Kiểm tra độ ồn , rung động bất thường
- Kiểm tra độ căng dây đai, hiệu chỉnh và thay thế.
- Kiểm tra bạc trục, vô dầu mỡ.
- Vệ sinh cánh quạt, trong trường hợp cánh quạt chạy không êm cần tiến hành sửa chữa để cân bằng động tốt nhất.

12.2 CÁC SỰ CỐ THƯỜNG GẶP, NGUYÊN NHÂN VÀ TRIỆU CHỨNG

Trong quá trình vận hành và sử dụng hệ thống lạnh, chúng ta bắt gặp rất nhiều sự cố có thể xảy ra. Phân tích các triệu chứng và năm bắt được nguyên nhân chúng ta sẽ có biện pháp hợp lý nhất để sửa chữa.

12.2.1. Mô tơ máy nén không quay

Bảng 12-1: Các nguyên nhân và triệu chứng mô tơ không quay

Nguyên nhân	Triệu chứng
1. Mô tơ có sự cố : Cháy, tiếp xúc không tốt , khởi động từ cháy vv..	- Không có tín hiệu gì
2. Dây đai quá căng	- Mô tơ kêu ù ù nhưng không chạy được
3. Tải quá lớn (áp suất phía cao áp và hạ áp cao, dòng lớn)	- nt -
4. Điện thế thấp	- Có tiếng kêu
5. Cơ cấu cơ khí bên trong bị hỏng	- Có tiếng kêu và rung bất thường
6. Nối dây vào mô tơ sai	

7. Đứt cầu chì, công tắc tơ hỏng, đứt dây điện	Không có phản ứng gì khi ấn nút công tắc điện từ.
8. Các công tắc HP, OP và OCR đang trong tình trạng hoạt động	- nt -
9. Nối dây vào bộ điều khiển sai hoặc tiếp điểm không tốt.	Điện qua khi ấn nút, nhưng nhả ra thì bị ngắt
10. Các công tắc OP tác động : Do hết dầu, áp suất dầu thấp, dịch vào carte nên áp suất dầu không lên	Mô tơ chạy và sau đó dừng ngay
11. Công tắc HP tác động	- nt -
12. Công tắc LP tác động :	- nt -
13. Dòng khởi động quá lớn	- nt -

12.2.2 Áp suất đẩy quá cao

Sự cố áp suất cao là sự cố thường gặp nhất trên thực tế . Có rất nhiều nguyên nhân gây nên áp suất cao.

Bảng 12-2: Các nguyên nhân và triệu chứng áp suất đẩy cao

Nguyên nhân	Triệu chứng
1. Thiếu nước giải nhiệt : Do bơm nhỏ, do tắc lọc, do ống nước nhỏ, bơm hỏng, đường ống bẫn, tắc vòi phun, nước trong bể vơi.	- Nước nóng - Dòng điện bơm giải nhiệt cao. - Thiết bị ngưng tụ nóng bất thường
2. Quạt tháp giải nhiệt không làm việc	- Nước trong tháp nóng - Dòng điện quạt chỉ 0
3. Bề mặt trao đổi nhiệt bị bẫn, bị bám dầu	- Nước ra không nóng - Thiết bị ngưng tụ nóng bất thường
4. Bình chứa nhỏ, gas ngập một phần thiết bị ngưng tụ	- Gas ngập kính xem gas ở bình chứa - Phần dưới thiết bị ngưng tụ lạnh, trên nóng
5. Lọt khí không ngưng	- Kim đồng hồ rung mạnh - Áp suất ngưng tụ cao bất

	thường
6. Do nhiệt độ nước, không khí giải nhiệt quá cao.	- Nhiệt độ nước(không khí) và ra cao - Thiết bị ngưng tụ nóng bất thường
7. Diện tích thiết bị ngưng tụ không đủ.	- Thiết bị ngưng tụ nóng
8. Nạp quá nhiều gas	- Phần dưới thiết bị ngưng tụ lạnh, trên nóng.
9 Nước giải nhiệt phân bố không đều	- Nhiệt độ trong thiết bị ngưng tụ không đều

12.2.3 Áp suất đẩy quá thấp

Nếu áp suất ngưng tụ thấp do quá trình giải nhiệt tốt thì rất tốt. Nhưng nếu do các nguyên nhân khác thì sẽ làm ảnh hưởng đến hệ thống.

Bảng 12-3: Các nguyên nhân và triệu chứng áp suất đẩy thấp

Nguyên nhân	Triệu chứng
1. Ống dịch hay ống hút bị nghẽn	Ống dịch có sương bám, ống không
2. Nén ẩm do mở van tiết lưu to.	Sương bám ở carte, nắp máy lạnh
3. Thiếu hoặc mất môi chất lạnh	Áp suất hút thấp, van tiết lưu phát tiếng kêu ‘xù xù”
4. Ga xì ở van hút, van đẩy, vòng găng của pittông van by-pass	Áp suất hút cao
5. Máy đang hoạt động giảm tải	Áp suất hút cao

12.2.4 Áp suất hút cao

Áp suất hút cao có thể làm cho máy bị quá tải hoặc đơn giản là không thể hạ nhiệt độ của buồng lạnh xuống thấp.

Bảng 12-4: Các nguyên nhân và triệu chứng áp suất hút cao

Nguyên nhân	Triệu chứng
1. Van tiết lưu mở quá to, Chọn van có công suất lớn quá	Sương bám ở carte do nén ẩm
2. Phu tải nhiệt lớn	Dòng điện lớn
3. Ga xì ở van hút, van đẩy, vòng găng của pittông van by-pass	Áp suất đẩy nhỏ, phòng lạnh không lạnh
4. Đang ở chế độ giảm tải	Áp suất đẩy nhỏ, phòng lạnh không lạnh

12.2.5 Áp suất hút thấp

Khi áp suất hút thấp hệ thống hoạt động hiệu quả rất thấp, nhiệt độ phòng lạnh không đảm bảo vì vậy nên tránh hoạt động ở các chế độ này .

Bảng 12-5: Các nguyên nhân và triệu chứng áp suất hút thấp

Nguyên nhân	Triệu chứng
1. Thiếu môi chất lạnh, van tiết lưu nhỏ hoặc mở quá nhỏ.	Nhiệt độ buồng lạnh cao hơn nhiều so với nhiệt độ hút.
2. Dầu đọng trong dàn lạnh, tuyết bám quá dày, buồng lạnh nhiệt độ thấp	Ngập dịch, sương bám ở các te
3. Đường kính ống trao đổi nhiệt dàn lạnh, ống hút nhỏ so với chiều dài nên ma sát lớn, bộ lọc hút máy nén bẩn, tắc	

12.2.6 Có tiếng lạ phát ra từ máy nén

Bảng 12-6: Các nguyên nhân và triệu chứng khi có tiếng phát lạ từ máy nén

Nguyên nhân	Triệu chứng
1. Có vật rơi vào giữa xi lanh và piston. Van xả hút, hỏng	Âm thanh phát ra liên tục
2. Vòng lót bộ đệm kín hỏng, bơm dầu hỏng	Bộ đệm kín bị quá nhiệt
3. Ngập dịch	Sương bám ở carte
4. Ngập dầu	Âm thanh xả lớn ở nắp máy

12.2.7 Carte bị quá nhiệt

Bảng 12-7: Các nguyên nhân và triệu chứng carte quá nhiệt

Nguyên nhân	Triệu chứng
1. Tỷ số nén cao do Pk cao, phụ tải nhiệt lớn, đường gas ra bị nghẽn, đế van xả gãy	Nắp máy bị quá nhiệt
2. Bộ giải nhiệt dầu hỏng, thiếu dầu, bơm dầu hỏng lọc dầu tắc	Nhiệt độ dầu tăng
3. Giải nhiệt máy nén kém hoặc không mở.	
4. Các cơ cấu cơ khí (xi lanh, piston) hỏng, trầy xước, mài mòn. Bộ đệm kín hỏng	Nắp máy hoặc bộ đệm kín nóng

12.2.8 Dầu tiêu thụ quá nhiều

Bảng 12-8: Các nguyên nhân và triệu chứng áp dầu tiêu thụ nhiều

Nguyên nhân	Triệu chứng
1. Ngập dịch, dầu sôi lên nên hút đi nhiều	Sương bám ở carte
2. Dầu cháy do nhiệt độ cao	Máy , đầu đẩy và thiết bị ngưng tụ nóng
3. Hệ thống tách dầu và thu hồi dầu kém	

12.2.9 Nhiệt độ buồng lạnh không đạt

Bảng 12-9: Các nguyên nhân và triệu chứng nhiệt độ buồng lạnh không đạt

Nguyên nhân	Triệu chứng
1. Công suất lạnh thiếu: máy nén, dàn ngưng, bay hơi nhỏ	áp suất thấp áp không xuống
2. Cách nhiệt buồng lạnh không tốt	- nt -
3. Ga xì	- nt -
4. Giải nhiệt cao áp kém	- nt -
5. Phụ tải quá lớn	- nt -
6. Vận hành phía dàn lạnh không tốt : - Thiếu gas , độ quá nhiệt lớn - Dàn lạnh nhỏ - Tuyết dàn lạnh nhiều, dầu đọng ở dàn lạnh, ống hút nhỏ	- Áp suất hút thấp - Ống hút không đọng sương - Dễ xảy ra ngập dịch
7. Vận hành dàn ngưng không tốt : Thiếu nước, dàn ngưng nhỏ, dàn bị bám bẫn, châm nhiều môi chất, đường xả nghẽn, bám dầu dàn ngưng..	- Áp suất ngưng tụ cao
8. Các cơ cấu cơ khí bên trong hỏng	Có tiếng kêu bất thường, nhiệt độ máy cao, tiêu thụ dầu lớn.

12.2.10 Các trục trặc thường gặp ở máy nén

Bảng 12-10: Các trục trặc của máy nén lạnh và nguyên nhân

Các trục trặc	Nguyên nhân
1. Máy nén vì trục trặc về điện	Mô tơ trục trặc, đứt dây, cháy máy, không cách điện, hết dầu. Các thiết bị điều khiển hay an toàn hỏng, điều chỉnh sai.
2. Các sự cố về các cơ cấu	Cơ cấu chuyển động hỏng, gãy, lắp sai,

cơ khí	dùng vật tư kém, van hở, dầu bôi trơn kém máy không chạy được, bị các bon hoá do dùng lẫn lộn các loại dầu khác nhau.
3. Khâu chuyển động trục trặc	Dây curoa đứt, giãn nhiều, Puli mất cân bằng, Rảnh hoặc góc của puli không đúng, Trục mô tơ và máy nén không song song
4. Máy làm việc quá nóng	Áp suất cao áp cao, thiếu nước giải nhiệt, áo nước bị nghẽn, đường ống giải nhiệt máy nhỏ, bị nghẽn, cháy bộ phận chuyển động , thiếu dầu bôi trơn.
5. Âm thanh kêu to quá	Tỉ số nén cao, các vòng lót bị mòn hay lỏng, áp suất dầu nhỏ hay thiếu dầu bôi trơn, ngập dịch, hỏng bên trong cơ cấu chuyển động.
6. Chấn động máy nén lớn	Bu lông bắt máy nén lỏng, Puli , mô tơ mất cân bằng, trục không song song, dây đai lỏng, cộng hưởng với kết cấu xây dựng.
7. Dầu tiêu hao nhiều	Hoà trộn với dịch khi ngập dịch, Vòng găng bị mài mòn, píttông và sơ mi bị xước
8. Dầu bôi trơn bị bẫn	Nước vào carte, do mài mòn và do cặn bẫn trên hệ thống, do dầu bị ôxi hoá, do nhiệt độ cao dầu cháy.
9. Dầu rỉ ra bộ đệm kín,	Lắp không đúng, mài mòn
10. Áo nước vỡ do đông đá	ở vùng lạnh, khi máy dừng nước trong áo dóng băng gây nứt vỡ áo nước.

❄ ❄ ❄

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Thông số tính toán ngoài trời của các địa phương

TT	Địa phương	Nhiệt độ, ºC			Độ ẩm, %	
		Trung bình năm	Mùa hè	Mùa đông	Mùa hè	Mùa đông
1	Lai Châu	23,1	37,7	9,0	80	80
2	Điện Biên	22,0	36,9	5,9	82	82
3	Lao 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 Kạn	22,0	37,2	6,2	84	82
14	Bắc Giang	23,3	37,6	8,3	83	77
15	Hòng gai	22,9	36,2	9,2	82	77
16	Móng cái	22,5	35,2	6,6	86	79
17	Vĩnh 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
32	Thanh Hoá	23,6	37,5	10,1	82	84
33	Yên Định	23,5	37,1	9,1	83	83
34	Hồi 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	Đồng 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,	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 Mê 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	18,9	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	6,8	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

Phụ lục 2 : Các tính chất nhiệt vật lý của không khí khô

t, °C	ρ Kg/cm^3	Cp KCal/KgK	λ KCal/mh.K	a.10^2 m^2/h	μ.10^6 kG.S/m^2	ν.10^6 m^2/S	Pr
-50	1,584	0,242	1,75	4,57	1,49	9,23	0,728
-40	1,515	0,242	1,82	4,96	1,55	10,04	0,728
-30	1,453	0,242	1,89	5,37	1,60	10,80	0,723
-20	1,395	0,241	1,96	5,83	1,65	12,79	0,716
-10	1,342	0,241	2,03	6,28	1,70	12,43	0,712
0	1,293	0,240	2,10	6,77	1,75	13,28	0,707
10	1,247	0,240	2,16	7,22	1,80	14,16	0,705
20	1,205	0,240	2,23	7,71	1,85	15,06	0,703
30	1,165	0,240	2,30	8,23	1,90	16,00	0,701
40	1,128	0,240	2,37	8,75	1,95	16,96	0,699
50	1,093	0,240	2,43	9,26	2,00	17,95	0,698
60	1,060	0,240	2,49	9,79	2,05	18,97	0,696
70	1,029	0,241	2,55	10,28	2,10	20,02	0,694
80	1,000	0,241	2,62	10,87	2,15	21,09	0,692
90	0,972	0,241	2,69	11,48	2,19	22,10	0,690
100	0,946	0,241	2,76	12,11	2,23	23,13	0,688
120	0,898	0,241	2,87	13,26	2,33	25,45	0,686
140	0,854	0,242	3,00	14,52	2,42	27,80	0,684
160	0,815	0,243	3,13	15,80	2,50	30,09	0,682
180	0,779	0,244	3,25	17,10	2,58	32,49	0,681
200	0,746	0,245	3,38	18,49	2,65	31,85	0,680
250	0,674	0,248	3,67	21,96	2,79	40,61	0,677
300	0,615	0,250	3,96	25,76	3,03	48,33	0,674
350	0,566	0,253	4,22	29,47	3,20	55,46	0,676
400	0,524	0,255	4,48	33,52	3,37	63,09	0,678
500	0,456	0,261	4,94	41,51	3,69	79,38	0,687
600	0,404	0,266	5,35	49,78	3,99	96,89	0,699
700	0,362	0,271	5,77	58,82	4,26	115,40	0,706
800	0,329	0,276	6,17	67,95	4,52	134,80	0,713
900	0,301	0,280	6,56	77,84	4,76	155,10	0,717
1000	0,277	0,283	6,94	88,53	5,00	177,10	0,719
1100	0,257	0,286	7,31	99,45	5,22	199,30	0,722
1200	0,239	0,289	7,87	113,94	5,45	223,70	0,724

Phụ lục 3 : Các tính chất nhiệt vật lý của NH3 lỏng bão hoà

t, °C	ρ Kg/m³	Cp KCal/Kg.K	λ KCal/m.h.K	a.10⁴ m²/h	μ.10⁴ kG.S/m²	ν.10⁶ m²/S	σ.10⁴ kG/m	β.10⁴ 1/độ	Pr
-77,9	-	1,032	0,473	-	0,663	-	58,2	-	-
-70	725,3	1,036	0,473	6,295	0,483	0,653	56,0	15,6	3,73
-60	713,8	1,044	0,475	6,374	0,388	0,533	52,4	16,1	3,01
-50	702,0	1,053	0,475	6,426	0,330	0,461	49,1	16,9	2,58
-40	690,0	1,060	0,474	6,481	0,291	0,414	45,7	17,7	2,30
-30	677,7	1,067	0,472	6,527	0,260	0,376	42,5	18,3	2,07
-20	665,0	1,077	0,468	6,534	0,237	0,342	39,2	19,3	1,88
-10	652,0	1,087	0,462	6,519	0,210	0,316	36,0	20,2	1,74
0	638,6	1,098	0,451	6,432	0,191	0,293	33,0	21,1	1,64
10	624,7	1,110	0,438	6,316	0,172	0,270	29,9	22,5	1,54
20	610,3	1,125	0,425	6,190	0,155	0,249	26,9	23,9	1,45
30	595,2	1,146	0,408	5,982	0,140	0,230	23,9	25,7	1,38
40	579,5	1,170	0,391	5,779	0,128	0,216	21,0	27,9	1,34
50	562,8	1,199	0,372	5,513	0,116	0,202	18,1	30,3	1,32
60	544,0	1,230	0,353	5,276	0,105	0,189	15,2	33,2	1,29
70	524,8	1,270	-	-	0,094	0,176	-	36,8	-
80	504,2	1,321	-	-	0,084	0,163	-	42,3	-
90	481,6	-	-	-	0,075	0,153	-	-	-
100	456,3	1,481	-	-	0,065	0,140	-	-	-
132,4	242,0	-	-	-	0,027	0,109	-	-	-

Phụ lục 4 : Các tính chất nhiệt vật lý của NH3 hơi bão hoà

t, °C	ρ Kg/m³	C_p KCal/Kg.K	λ.10² KCal/m.h.K	a.10² m²/h	μ.10⁶ kG.S/m²	ν.10⁶ m²/S	Pr
-70	0,121	-	1,30	-	0,714	63,12	-
-60	0,213	0,51	1,37	12,64	0,748	34,46	0,93
-50	0,381	0,52	1,44	7,17	0,780	20,07	1,01
-40	0,645	0,54	1,51	4,32	0,816	12,41	1,04
-30	1,038	0,57	1,51	2,71	0,852	8,04	1,07
-20	1,604	0,59	1,69	1,78	0,886	5,42	1,10
-10	2,390	0,62	1,78	1,20	0,928	3,81	1,14
0	3,452	0,65	1,90	0,85	0,975	2,77	1,18

10	4,859	0,69	2,04	0,61	1,010	2,04	1,21
20	6,694	0,73	2,19	0,45	1,065	1,56	1,25
30	9,034	0,79	2,36	0,33	1,153	1,28	1,34
40	12,005	0,85	2,57	0,25	1,199	0,98	1,40
50	15,75	0,92	2,88	0,20	1,332	0,83	1,50
60	20,35	1,00	-	-	1,522	0,73	-
70	26,36	1,10	-	-	1,747	0,65	-
80	33,90	1,29	-	-	2,073	0,60	-
90	43,60	1,36	-	-	-	-	-
100	56,10	1,52	-	-	-	-	-
110	-	1,74	-	-	-	-	-
120	-	2,01	-	-	-	-	-
130	-	2,53	-	-	-	-	-
132,4	-	-	-	-	2,662	0,11	-

Phụ lục 6 : Các tính chất nhiệt vật lý của R_{22} lỏng bão hoà

t, °C	ρ Kg/m^3	Cp KCal/Kg.K	λ KCal/m.h.K	a.10^4 m^2/h	μ.10^4 kG.S/m^2	ν.10^6 m^2/S	σ.10^4 kG/m	β.10^4 1/độ	Pr
-70	1489	0,227	0,107	3,16	0,661	0,434	23,5	15,69	3,94
-60	1465	0,235	0,103	3,00	0,484	0,323	21,9	16,91	3,88
-50	1439	0,243	0,100	2,86	0,404	0,275	20,5	19,50	3,46
-40	1411	0,250	0,096	2,71	0,358	0,249	18,8	19,84	3,31
-30	1382	0,258	0,093	2,60	0,326	0,232	17,2	20,82	3,20
-20	1350	0,266	0,089	2,48	0,301	0,218	15,5	23,74	3,17
-10	1318	0,274	0,086	2,38	0,282	0,210	13,9	24,52	3,18
0	1285	0,282	0,082	2,26	0,268	0,204	12,25	29,72	3,25
10	1249	0,290	0,078	2,16	0,254	0,199	10,60	29,53	3,32
20	1213	0,298	0,075	2,08	0,243	0,197	9,19	30,51	3,41
30	1176	0,305	0,071	1,98	0,234	0,196	7,74	33,70	3,55
40	1132	0,313	0,068	1,91	0,226	0,196	6,14	39,95	3,67
50	1084	0,321	0,064	1,84	0,217	0,196	4,76	45,50	3,78
60	1032	0,328	0,061	1,80	0,212	0,202	3,44	54,60	3,92
70	969	0,336	0,059	1,77	0,205	0,208	2,17	68,83	4,11
80	895	0,344	0,054	1,75	02,00	0,219	1,14	95,71	4,41

Phụ lục 7 : Các tính chất nhiệt vật lý của R22 hơi bão hoà

t, °C	ρ Kg/m³	Cp KCal/Kg.K	λ KCal/m.h.K	a.10³ m²/h	μ.10⁶ kG.S/m²	ν.10⁶ m²/S	Pr
-100	0,120	0,120	0,0060	418,7	0,78	63,8	0,55
-80	0,563	0,124	0,0068	96,73	0,88	15,3	0,57
-60	1,869	0,129	0,0073	30,33	0,98	5,14	0,61
-50	3,096	0,132	0,0076	18,44	1,02	3,23	0,63
-40	4,878	0,136	0,0080	12,06	1,07	2,15	0,64
-30	7,407	0,140	0,0083	7,96	1,11	1,47	0,66
-20	10,76	0,144	0,0086	5,55	1,14	1,04	0,67
-10	15,29	0,148	0,0089	3,95	1,19	0,763	0,70
0	21,23	0,153	0,0092	2,83	1,22	0,563	0,72
10	28,90	0,160	0,0095	2,04	1,25	0,424	0,75
20	38,76	0,169	0,0098	1,49	1,30	0,329	0,79
30	51,55	0,180	0,0101	1,09	1,33	0,253	0,84
40	67,57	0,192	0,0104	0,80	1,37	0,199	0,90
50	88,50	0,205	-	-	-	-	-
60	111,5	-	0,0110	-	1,42	0,125	-

Phụ lục 8 : Các tính chất nhiệt vật lý của nước

t, °C	ρ Kg/m³	Cp KCal/Kg.K	λ.10² KCal/m.h.K	a.10⁴ m²/h	μ.10⁶ kG.S/m²	ν.10⁶ m²/S	σ.10⁴ kG/m	β.10⁴ 1/độ	Pr
0	999,9	1,006	47,74	4,71	182,3	1,789	77,1	0,63	13,67
10	999,7	1,001	49,4	4,94	133,1	1,306	75,6	0,70	9,52
20	998,2	0,999	51,5	5,16	102,4	1,006	74,1	1,82	7,02
30	995,7	0,997	53,1	5,35	81,7	0,805	72,6	3,21	5,42
40	992,2	0,997	54,5	5,51	66,6	0,659	71,0	3,87	4,31
50	988,1	0,997	55,7	5,65	56,0	0,556	69,0	4,49	3,54
60	983,2	0,998	56,7	5,78	47,9	0,478	67,5	5,11	2,98
70	977,8	1,000	57,4	5,87	41,4	0,415	65,6	5,70	2,55
80	971,8	1,002	58,0	5,96	36,2	0,365	63,8	6,32	2,21
90	965,3	1,005	58,5	6,03	32,1	0,326	61,9	6,95	1,95
100	958,4	1,008	58,7	6,08	28,8	0,295	60,0	7,52	1,75

110	951,0	1,011	58,9	6,13	26,4	0,272	58,0	8,08	1,60
120	943,1	1,015	59,0	6,16	24,2	0,252	55,9	8,64	1,47
130	934,8	1,019	59,0	6,19	22,2	0,233	53,9	9,19	1,36
140	926,1	1,024	58,9	6,21	20,5	0,217	51,7	9,72	1,26
150	917,0	1,030	58,8	6,22	19,0	0,203	49,6	10,3	1,17
160	907,4	1,038	58,7	6,23	17,7	0,191	47,5	10,7	1,10
170	897,3	1,046	58,4	6,22	16,6	0,181	45,2	11,3	1,05
180	886,9	1,055	58,0	6,20	15,6	0,173	43,1	11,9	1,00
190	876,0	1,065	57,6	6,17	14,7	0,165	40,8	12,6	0,96
200	863,0	1,076	57,0	6,14	13,9	0,158	38,4	13,3	0,93
210	852,8	1,088	56,3	6,07	13,3	0,153	36,1	14,1	0,91
220	840,3	1,102	55,5	5,99	12,7	0,148	33,8	14,8	0,89
230	827,3	1,118	54,8	5,92	12,2	0,145	31,6	15,9	0,88
240	813,6	1,136	54,0	5,84	11,7	0,141	29,1	16,8	0,87
250	799,0	1,157	53,1	5,74	11,2	0,137	26,7	18,1	0,86
260	784,0	1,182	52,0	5,61	10,8	0,135	24,2	19,7	0,87
270	767,9	1,211	50,7	5,45	10,4	0,133	21,9	21,6	0,88
280	750,7	1,249	49,4	5,27	10,0	0,131	19,5	23,7	0,90
290	732,3	1,310	48,0	5,00	9,6	0,129	17,2	26,2	0,93
300	712,5	1,370	46,4	4,75	9,3	0,128	14,7	29,2	0,97
310	691,1	1,450	45,0	4,49	9,0	0,128	12,3	32,9	1,03
320	667,1	1,570	43,5	4,15	8,7	0,128	10,0	38,2	1,11
330	640,2	1,730	41,6	3,76	8,3	0,127	7,82	43,3	1,22
340	610,1	1,950	39,3	3,30	7,9	0,127	5,78	53,4	1,39
350	574,4	2,270	37,0	2,84	7,4	0,126	3,89	66,8	1,60
360	528,0	3,340	34,0	1,93	6,8	0,126	2,06	109,0	2,35
370	450,5	9,630	29,0	0,67	5,8	0,126	0,48	264,0	6,79

Phụ lục 9 : Các tính chất nhiệt vật lý của dung dịch muối NaCl

ξ %	$t_đ$, °C	ρ Kg/m^3	t, °C	C KCal/Kg.K	λ KCal/m.h.K	a.10^4 m^2/h	μ.10^4 kG.S/m^2	ν.10^6 m^2/S	Pr
7	-4,4	1050	20	0,918	0,510	5,31	1,10	1,03	6,9
			10	0,916	0,495	5,16	1,44	1,34	9,4

			0	0,914	0,481	5,02	1,91	1,78	12,7
			-4	0,912	0,478	5,00	2,20	2,06	14,8
11	-7,5	1030	20	0,883	0,510	5,33	1,17	1,06	7,2
			10	0,880	0,490	5,15	1,55	1,41	9,9
			0	0,878	0,478	5,03	2,06	1,87	13,4
			-5	0,877	0,472	4,98	2,49	2,26	16,4
			-7,5	0,877	0,469	4,96	2,70	2,45	17,8
13,6	-9,8	1100	20	0,862	0,510	5,40	1,25	1,12	7,4
			10	0,860	0,488	5,15	1,65	1,47	10,3
			0	0,857	0,476	5,07	2,19	1,95	13,9
			-5	0,856	0,470	5,00	2,66	2,37	17,1
			-9,8	0,855	0,464	4,94	3,50	3,13	22,9
16,2	-12,2	1120	20	0,844	0,493	5,21	1,34	1,20	8,3
			10	0,842	0,489	5,18	1,76	1,57	10,9
			-5	0,838	0,468	5,00	2,89	2,58	18,6
			-10	0,837	0,460	4,93	3,56	3,18	23,2
			-12,2	0,836	0,458	4,90	4,30	3,84	28,3
18,8	-15,1	1140	20	0,827	0,500	5,32	1,46	1,26	8,5
			10	0,825	0,487	5,17	1,89	1,63	11,4
			0	0,822	0,473	5,05	2,61	2,25	16,1
			-5	0,820	0,466	5,00	3,18	2,74	19,8
			-10	0,819	0,458	4,92	3,95	3,40	24,8
			-15	0,818	0,451	4,86	4,87	4,19	31,0
21,2	-18,2	1160	20	0,811	0,498	5,27	1,53	1,33	9,1
			10	0,808	0,484	5,17	2,05	1,73	12,1
			0	0,806	0,470	5,03	2,88	2,44	17,5
			-5	0,804	0,463	4,96	3,51	2,96	21,5
			-10	0,803	0,456	4,90	4,39	3,70	27,1
			-15	0,802	0,449	4,85	5,38	4,55	33,9
			-18	0,802	0,445	4,80	6,20	5,24	39,4
23,1	-21,2	1175							
			20	0,799	0,486	5,30	1,70	1,42	9,6
			10	0,796	0,472	5,05	2,20	1,84	13,1
			0	0,794	0,468	5,02	3,10	2,59	18,6
			-5	0,793	0,461	4,95	3,82	3,20	23,3
			-10	0,791	0,454	4,89	4,80	4,02	29,5
			-15	0,790	0,447	4,83	5,86	4,90	36,5
			-21	0,789	0,442	4,77	7,90	6,60	50,0

Phụ lục 10 : Các tính chất nhiệt vật lý của dung dịch muối $CaCl_2$

ξ %	t_d, °C	ρ Kg/m³	t, °C	C KCal/Kg.K	λ KCal/m.h.K	a.10⁴ m²/h	μ.10⁴ kG.S/m²	ν.10⁶ m²/S	Pr
9,4	-5,2	1080	20	0,870	0,502	5,35	1,26	1,15	7,8
			10	0,868	0,490	5,23	1,58	1,44	9,9
			0	0,866	0,478	5,11	2,20	2,00	14,1
			-5	0,860	0,472	5,08	2,60	2,36	16,7
14,7	-10,2	1130	10	0,803	0,495	5,46	1,52	1,32	8,7
			20	0,800	0,484	5,35	1,90	1,64	11,0
			0	0,795	0,472	5,26	2,61	2,27	15,6
			-5	0,792	0,466	5,20	3,10	2,70	18,7
			-10	0,790	0,459	5,15	4,14	3,60	25,3
18,9	-15,7	1170	20	0,752	0,492	5,60	1,84	1,54	9,9
			10	0,750	0,480	5,47	2,28	1,91	12,6
			0	0,747	0,468	5,37	3,05	2,56	17,2
			-5	0,740	0,462	5,34	3,50	2,94	19,8
			-10	0,737	0,455	5,29	4,76	4,00	27,3
			-15	0,732	0,450	5,28	6,27	5,27	35,9
20,9	-19,2	1190	20	0,735	0,489	5,59	2,04	1,68	10,9
			10	0,730	0,477	5,50	2,50	2,06	13,4
			0	0,727	0,466	5,38	3,34	2,76	18,5
			-5	0,720	0,460	5,38	3,90	3,22	21,5
			-10	0,720	0,453	5,30	5,17	4,25	28,9
			-15	0,720	0,448	5,23	6,72	5,53	38,2
23,8	-25,7	1220	20	0,710	0,486	5,62	2,40	1,94	12,5
			10	0,705	0,474	5,50	2,93	2,35	15,4
			0	0,700	0,463	5,43	3,89	3,13	20,8
			-5	0,695	0,456	5,38	4,50	3,63	24,4
			-10	0,695	0,450	5,32	6,04	4,87	33,0
			-15	0,695	0,445	5,27	7,70	6,20	42,5
			-20	0,690	0,439	5,20	9,66	7,77	53,8
			-25	0,690	0,433	5,15	11,80	9,48	66,5
25,7	-31,2	1240							
			20	0,690	0,483	5,66	2,68	2,12	13,5
			10	0,690	0,471	5,50	3,28	2,51	16,5
			0	0,685	0,460	5,43	4,34	3,43	22,7
			-10	0,680	0,448	5,32	6,81	5,40	36,6

			-15	0,680	0,442	5,25	8,53	6,75	46,3
			-20	0,670	0,437	5,26	10,77	8,52	58,5
			-25	0,670	0,431	5,20	13,16	10,40	72,0
			-30	0,660	0,425	5,21	15,10	12,00	83,0
27,5	-38,6	1260	20	0,680	0,480	5,63	2,99	2,33	14,9
			10	0,675	0,469	5,50	3,68	2,87	18,8
			0	0,671	0,457	5,41	4,99	3,81	25,3
			-10	0,665	0,446	5,33	7,67	5,97	40,3
			-20	0,660	0,435	5,24	12,1	9,45	65,0
			-25	0,655	0,429	5,20	15,0	11,70	80,7
			-30	0,655	0,423	5,12	17,5	13,60	95,5
			-35	0,650	0,418	5,12	22,0	17,10	120,0
28,5			20	0,670	0,479	5,62	3,20	2,47	15,8
			0	0,664	0,455	5,40	5,22	4,02	26,7
			-10	0,660	0,445	5,31	8,18	6,32	42,7
			-20	0,650	0,434	5,25	12,9	10,0	68,8
			-25	0,650	0,428	5,18	16,3	12,6	87,5
			-30	0,645	0,422	5,16	19,2	14,9	103,5
			-35	0,645	0,416	5,10	25,0	19,3	136,5
			-40	0,640	0,411	5,07	31,0	24,0	171,0
29,4			20	0,670	0,477	5,57	3,4	2,65	17,2
			0	0,658	0,454	5,40	5,6	4,30	28,7
			-10	0,650	0,444	5,35	8,8	6,75	45,4
			-20	0,640	0,433	5,28	14,1	10,8	73,4
			-30	0,635	0,421	5,19	21,7	16,6	115,0
			-35	0,630	0,415	5,15	26,0	19,9	139,0
			-40	0,630	0,410	5,10	33,0	25,3	179,0
			-45	0,625	0,404	5,06	41,0	31,4	223,0
			-50	0,625	0,399	4,68	50,0	38,3	295,0
29,9			20	0,665	0,476	5,58	3,53	2,75	17,8
			0	0,654	0,454	5,40	5,80	4,43	29,5
			-10	0,645	0,443	5,34	9,22	7,04	47,5
			-20	0,640	0,432	5,25	14,7	11,23	77,0
			-30	0,635	0,420	5,16	23,0	17,6	123,0
			-35	0,630	0,415	5,10	29,0	22,1	156,5
			-40	0,630	0,409	5,06	36,0	27,5	196,0
			-45	0,625	0,404	5,02	44,0	33,5	240,0
			-50	0,625	0,398	4,96	52,0	39,7	290,0
			-55	0,620	0,392	4,91	66,0	50,2	368,0

Phụ lục 11 : Các tính chất nhiệt vật lý của vật liệu

Vật liệu	t, °C	ρ Kg/m³	λ KCal/m.h.K	Cp KCal/Kg.K	a.10³ m²/h	Độ ẩm %
VẬT LIỆU XÂY DỰNG VÀ CÁCH NHIỆT						
- Nhôm lá	50	20	0,04	-	-	-
- Nhôm lá có dạng hạt	20	160	0,25	0,20	18,5	-
- Amiăng						
+ Loại tấm	30	770	0,10	0,195	0,712	-
+ Loại sợi	50	470	0,095	0,195	1,04	-
- Bakelit amiăng	20	156	0,061	0,280	13,96	-
	20	210	0,074	0,280	12,47	-
	20	293	0,093	0,280	11,32	-
	20	363	0,106	0,280	10,12	-
-Tấm lợp ximăng amian	-	1800	0,30	-	-	-
- Nhựa đường	20	2110	0,60	0,50	0,57	-
- Keo	-196	90	0,0108	0,126	8,52	-
	-80	90	0,016	0,18	10,2	-
	-30	90	0,018	0,20	10,0	-
	0	90	0,020	0,218	10,2	-
	20	90	0,023	0,231	11,0	-
	50	90	0,025	0,246	11,2	-
- Sơn bakelit	20	1400	0,25	-	-	-
- Bê tông	20	2300	1,10	0,27	1,77	-
- Bê tông khí	-	600	0,10	-	-	-
Bê tông thạch cao bằng						-
+ Xỉ lò luyện kim	-	1000	0,32	0,19	16,8	-
+ Xỉ than	-	1300	0,48	0,19	19,4	-
- Bê tông xốp	90	400	0,108	0,20	13,8	1,5
	25	360	0,082	0,19	12,2	1,5
	-14	520	0,22	0,33	12,9	77,5
- Bông	50	50	0,055	0,437	25,4	-
	9	50	0,046	0,401	23,0	-
	-78	50	0,037	0,331	22,7	-
	-196	50	0,023	0,211	21,9	-
- Phớt						
+ Loại giấy	-	300	0,050	-	-	-
+ Loại vải	30	330	0,045	-	-	-
- Cao su tấm lưu hoá	50	400	0,078	-	-	-
- Thạch cao						
+ Thạch cao có độn chất hữu cơ	-	700	0,20	0,25	11,4	-
- Đất sét chịu lửa	450	1845	0,89	0,26	1,855	-
- Sỏi	20	1840	0,31	-	-	-

Phụ lục 11 : (Tiếp theo)

Vật liệu	t, °C	ρ Kg/m³	λ KCal/m.h.K	Cp KCal/Kg.K	a.10³ m²/h	Độ ẩm %
- Đất						
+ Đất sét	18	2160	1,19	0,31	17,70	17,5
	18	1500	0,16	0,17	6,4	0,0
	-25	2160	1,64	0,22	33,6	17,5
+ Đất sét Cambri	18	1280	0,26	0,23	8,74	0,0
	10	2000	1,15	0,33	17,4	12,8
	-14	2000	0,95	0,27	17,5	12,8
+ Đất cát mịn	16	2000	1,93	0,37	26,2	25,0
	0	1430	0,16	0,16	7,1	0,24
	-25	2000	2,50	0,24	54,1	25,0
+ Đất cát chảy	17	1500	0,19	0,19	6,8	0,0
	18	2200	1,29	0,40	14,7	35,0
	-16	2200	2,30	0,27	39,0	35,0
+ Đất đá sét băng tích	17	1270	0,13	0,16	6,3	0,0
	18	2020	1,17	0,46	12,6	35,0
	-20	2020	1,46	0,28	25,8	35,0
+ Đất pha cát	24	1900	0,68	0,15	24,0	0,0
	-10	2060	1,13	0,21	26,1	7,4
	-14	2060	0,96	0,08	26,0	7,4
- Gổ						
+ Hổ tạp	30	128	0,045	-	-	-
+ Gổ sồi thớ ngang	20	800	0,178	0,42	0,53	-
+ Gổ sồi thớ dọc	20	800	0,312	-	-	-
+ Gổ thông thớ ngang	20	448	0,092	-	-	-
+ Gổ thông thớ dọc	20	448	0,220	-	-	-
+ Mùn cưa	20	200	0,600	-	-	-
+ Dăm bào	25	150	0,007	0,66	7,46	11,4
+ Tấm làm từ dăm bào	-	150	0,050	0,60	5,60	-
	-	250	0,065	0,60	4,3	-
	-	600	0,140	0,60	3,	-
- Đất						
+ Đất ẩm	-	1700	0,565	0,48	0,693	-
+ Đất khô	-	1500	0,119	-	-	-
- Than đá	20	1400	0,16	0,312	0,37	-
- Tấm cói	-	400	0,12	0,35	8,6	-
- Các tông						
+ Loại ẩm	-	150	0,055	0,35	10,5	-
+ Gợn sóng	-	-	0,055	-	-	-

Phụ lục 11 : (Tiếp theo)

Vật liệu	t, °C	ρ Kg/m³	λ KCal/m.h.K	Cp KCal/Kg.K	a.10³ m²/h	Độ ẩm %
+ Loại thường	-	700	0,150	0,35	6,1	-
+ Loại ép chặt	-	1000	0,200	0,35	5,7	-
+ Cao su tổng hợp	-	1600	0,184	0,373	3,1	-
- Thạch anh tinh thể						
+ Loại trục ngang	0	2500÷280	6,2	0,2	12,0	-
+ Loại trục dọc	0	0	11,7	-	-	-
- Keramzit đổ thành đống	-	1400	0,45	0,20	26,1	-
- Gạch						
+ Gạch cách nhiệt	100	550	0,12	-	-	-
+ Gạch cacborundum	-	1000	0,97	0,162	0,60	-
+ Gạch xây dựng	20	800÷1500	0,2÷0,25	-	-	-
- Clinke	30	1400	0,14	0,34	0,41	-
- Da	30	1000	0,137	-	-	-
- Than cốc loại bột	100	449	0,164	0,29	0,125	-
- Mồ hóng	40	190	0,027	-	-	-
- Nước đá	0	920	1,935	0,54	3,89	-
- Vải dầu	20	1180	0,16	-	-	-
- Ma nhê 85% (bột)	100	216	0,058	-	-	-
- Phấn	50	2000	0,80	0,21	1,91	-
- Bông khoáng	100	100	0,045	0,200	22,1	-
	50	100	0,042	0,192	22,0	-
	0	100	0,038	0,174	21,8	-
	-30	100	0,034	0,162	20,9	-
	-80	100	0,028	0,142	19,7	-
	-196	100	0,014	0,082	17,1	-
- Bông khoáng tấm bitum	25	390	0,060	0,250	5,8	-
- Tấm bông khoáng nén chặt	-	400	0,100	0,180	12,9	-
- Vải khoáng	-50	200	0,04	0,220	0,91	-
- Mút xốp	20	20	0,035	0,338	51,2	-
	0	20	0,033	0,322	51,0	-
	-30	20	0,030	0,302	50,0	-
	-80	20	0,025	0,260	48,0	-
	-196	20	0,012	0,138	42,8	-
- Câm thạch	90	2700	1,12	0,10	4,15	-
- Lớp cáu lò hơi	65	-	1,13÷2,7	-	-	-

Phụ lục 11 : (Tiếp theo)

Vật liệu	t, °C	ρ Kg/m³	λ KCal/m.h.K	Cp KCal/Kg.K	a.10³ m²/h	Độ ẩm %
- Paraphin	20	920	0,23	-	-	-
- Giấy nhựa chống thấm	-	600	0,15	0,35	7,1	-
- Cát						
+ Cát khô	20	1500	0,28	0,19	9,85	-
+ Cát ẩm	20	1650	0,97	0,50	1,77	-
- Nhựa						
+ Polystyrol	20	33	0,035	0,28	34,4	-
+ Polyclovinyl	20	50	0,037	0,28	26,7	-
- Xi măng pooclan	30	1900	0,26	0,27	0,506	-
- Li-e (bần, điền)						
+ Loại hạt	20	45	0,033	-	-	-
+ Loại tấm	30	190	0,036	0,45	0,42	-
- Cao su	0	1200	0,14	0,33	0,353	-
- Giấy dầu	-	600	0,15	0,35	0,71	-
- Đá phiến	100	2800	1,28	-	-	-
- Mica	-	290	0,5	0,21	8,2	-
- Tuyết	-	290	0,5	0,21	8,20	-
		560	0,4	0,50	1,43	-
- Thuỷ tinh	20	2500	0,64	0,16	1,6	-
- Bông thuỷ tinh	0	200	0,032	0,16	1,0	-
- Sợi thuỷ tinh	50	50	0,041	0,222	36,9	-
	0	50	0,035	0,206	34,0	-
	-30	50	0,032	0,192	33,1	-
	-80	50	0,026	0,170	30,4	-
	-196	50	0,013	0,104	25,1	-
- Tấm than bùn	50	220	0,055	-	-	-
- Gổ dán	0	600	0,13	0,6	3,61	-
- Đồ sứ	95	2400	0,89	0,26	1,43	-
	1055	2400	1,69	-	-	-
- Tấm cách điện sợi phíp	20	240	0,042	-	-	-
- Xêlulô	30	1400	0,18	-	-	-
- Selôtec	20	215	0,04	-	-	-

Phụ lục 11 : (Tiếp theo)

Vật liệu	t, °C	ρ Kg/m³	λ KCal/m.h.K	Cp KCal/Kg.K	a.10³ m²/h	Độ ẩm %
- Sevêlin	14	260	0,047	0,40	-	-
- Vải bố xây dựng	-	150	0,05	0,45	7,4	-
- Xỉ hạt	-	574	0,114	0,205	9,7	-
- Bông xỉ	20	100	0,04	0,177	22,4	-
	40	200	0,055	0,200	5,8	-
	100	250	0,06	-	-	-
	170	300	0,071	0,20	11,4	-
	320	300	0,081	0,20	13,5	-
	490	300	0,092	0,22	14,0	-
- Vữa	20	1680	0,67	-	-	-
- Êbônít	20	1200	0,14	0,34	3,43	-
KIM LOẠI						
- Nhôm	0	2670	175	0,22	328	-
- Đồng thanh	20	8000	55	0,091	75	-
- Đồng thau	0	8600	73,5	0,090	95	-
- Đồng	0	8800	330	0,091	412	-
- Niken	20	900	50	0,11	50,5	-
- Thiếc	0	7230	55	0,054	141	-
- Thuỷ ngân	0	13600	6,8	0,033	15,3	-
- Chì	0	11400	30	0,031	85	-
- Bạc	0	10500	394	0,056	670	-
- Thép	20	7900	39	0,011	45	-
- Kẽm	20	7000	100	0,094	152	-
- Gang	20	7220	54	0,120	62,5	-

Phụ lục 12: Tính chất của không khí khô ở b=760mmHg

t °C	ρ kg/m³	C_p kJ/kg.°C	λ.10² W/m.°C	a.10⁶ m²/s	μ.10⁶ m²/s	ν.10⁶ m²/s	Pr
-50	1,584	1,013	2,04	12,7	14,6	9,23	0,728
-40	1,515	1,013	2,12	13,8	15,2	10,04	0,728
-30	1,453	1,013	2,20	14,9	15,7	10,80	0,723
-20	1,395	1,009	2,28	16,2	16,2	11,79	0,716

-10	1,342	1,009	2,36	17,4	16,7	12,43	0,712
0	1,293	1,005	2,44	18,8	17,2	13,28	0,707
10	1,247	1,005	2,51	20,0	17,6	14,16	0,705
20	1,205	1,005	2,59	21,4	18,1	15,06	0,703
30	1,165	1,005	2,67	22,9	18,6	16,00	0,701
40	1,128	1,005	2,76	24,3	19,1	16,96	0,699
50	1,093	1,005	2,83	25,7	19,6	17,95	0,698
60	1,060	1,005	1,90	27,2	20,1	18,97	0,696
70	1,029	1,009	2,96	28,6	20,6	20,02	0,694
80	1,000	1,009	3,05	30,2	21,1	21,09	0,692
90	0,972	1,009	3,13	31,9	21,5	22,10	0,690
100	0,946	1,009	3,21	33,6	21,9	23,13	0,688
120	0,898	1,009	3,34	36,8	22,8	25,45	0,686
140	0,854	1,013	3,49	40,3	23,7	27,80	0,684
160	0,815	1,017	3,64	43,9	24,5	30,09	0,682
180	0,779	1,022	3,78	47,5	25,3	32,49	0,681
200	0,746	1,026	3,93	51,4	26,0	34,85	0,680
250	0,674	1,038	4,27	61,0	27,4	40,61	0,677
300	0,615	1,047	4,60	71,6	29,7	48,33	0,674
350	0,566	1,059	4,91	81,9	31,4	55,46	0,676
400	0,524	1,068	5,21	93,1	33,0	63,09	0,678
500	0,456	1,093	5,74	115,3	36,2	79,38	0,687
600	0,404	1,114	6,22	138,3	39,1	96,89	0,699
700	0,362	1,135	6,71	163,4	41,8	115,4	0,706
800	0,329	1,156	7,18	188,8	44,3	134,8	0,713
900	0,301	1,172	7,63	216,2	46,7	155,1	0,717
1000	0,277	1,185	8,07	245,9	49,0	177,1	0,719
1100	0,257	1,197	8,50	276,2	51,2	199,3	0,722
1200	0,239	1,210	9,15	316,5	53,5	233,7	0,724

BẢNG CHUYỂN ĐỔI ĐƠN VỊ

1. Áp suất

1 psi = 6,89476 kPa = 6894,76 N/m^2
1 in Hg = 3,38639 kPa
1 in H_2O = 0,24908 kPa
1 ft H_2O = 2,98896 kPa
1 $tonf/in^2$ = 15,4443 MPa
1 bar = 10^5 N/m^2 = 10^5 Pa
1 at = 0,9807 Bar = 735,5 mmHg = 10 mH_2O
1 kgf/cm^2 = 1 at = 98,0665 kPa = 10^4 mmAq
1 mm Hg = 1 torr = 133,322 Pa
1 mmH_2O = 9,80665 Pa
1 mmAq = 1 kgf/m^2 = 9,807 N/m^2

2. Nhiệt độ :

$$t^oC = T^oK - 273{,}15 = \frac{5}{9}[t^oF - 32] = \frac{5}{9}T^oR - 273{,}15$$

3. Khối lượng riêng

1 lb/in^3 = 27,68 g/cm^3
1 lb/ft^3 = 16,019 kg/m^3
1 kg/m^3 = 0,06243 lb/ft^3

4. Gia tốc

1 ft/s^2 = 0,3048 m/s^2
1 m/s^2 = 3,2835 ft/s^2

5. Lưu lượng thể tích

1 cfm = $4{,}71947.10^{-4}$ m^3/s = 1,699 m^3/h
1 m^3/h = 0,588578 cfm

6. Chiều dài

1 in = 25,4 mm
1 ft = 12 in = 304,8 mm = 0,333 yard
1 yard = 0,9144 m
1 mile = 1,609344 km = 5280 ft
1 m = 3,2808 ft

7. Diện tích

1 m^2 = 10,7639 ft^2 = 1550 in^2
1 are = 100 m^2
1 hectare = 10^4 m^2

1 ft^2 = 144 in^2 = 929 cm^2
1 in^2 = 645,16 mm^2

8. Thể tích

1 Gal (US) = 3,7854 Lờt = 0,13368 ft^3
1 in^3 = 16,387 cm^3
1 ft^3 = 0,0283168 m^3
1 m^3 = 35,3147 ft^3
1 cm^2 = 0,061024 in^3

9. Khối lượng

1 oz = 28,3495 g
1 lb = 0,45359237 kg = 16 oz
1 quital = 100 kg
1 Ton = 1016,05 kg
1 kg = 2,2046 lb
1 g = 15,432 grains

10. Công suất

1 HP = 0,7457 kW
1 W = 1 J/s
1 Ton laỷnh (US) = 12.000 Btu/h = 3,5169 kW
1 Tonlanh (Japan) = 13.175 Btu/h = 3,86 kW

11. Năng lượng

1 kWh = 3600 kJ = 3412 Btu
1 kCal = 4,187 kJ
1 Btu = 1,05506 kJ = 0,25198 kCal
1 Cal = 3,968 Btu
1 ft.lbf = 1,35582 J
1 Therm = 105,506 MJ
1 kJ = 1 kW.s

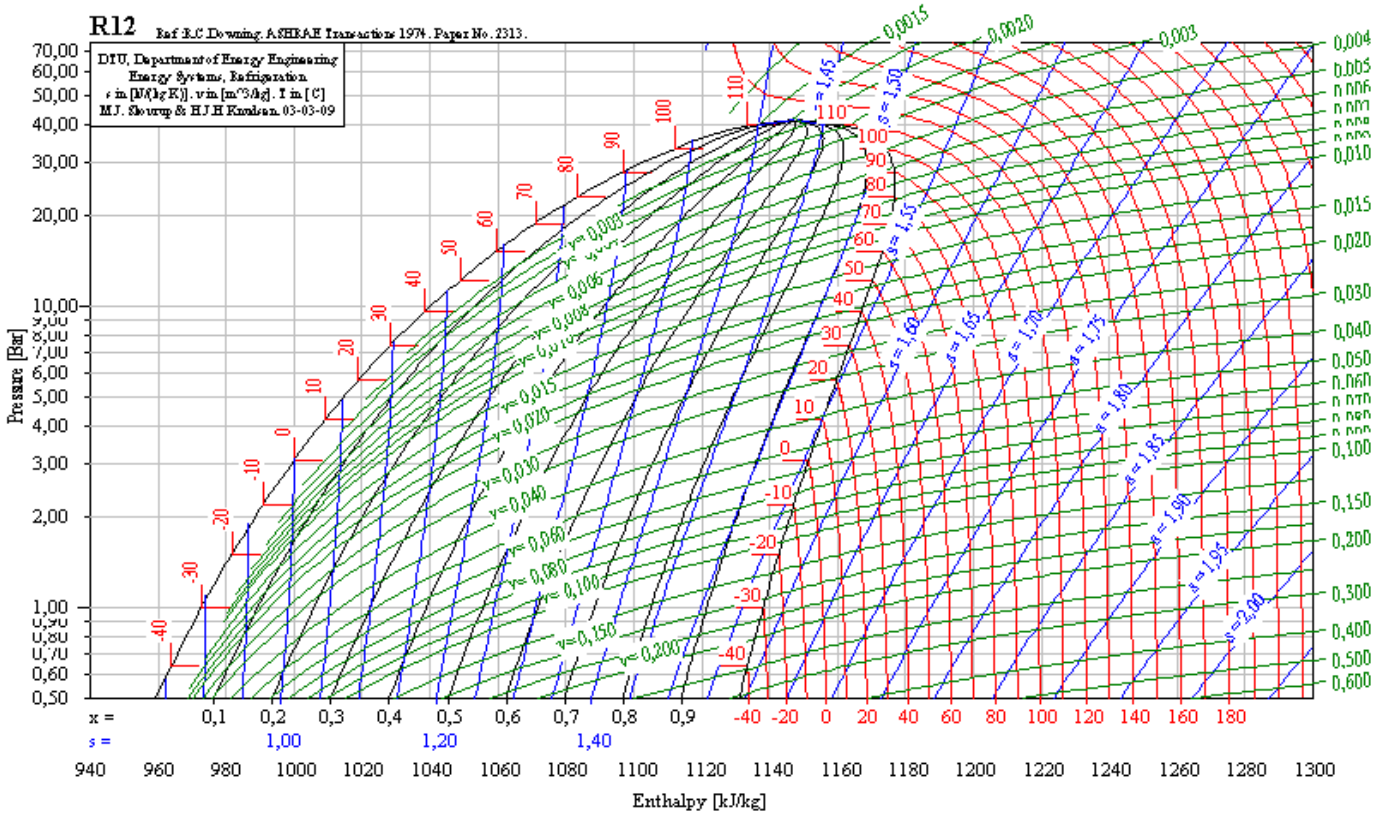
12. Tốc độ:

1 fpm = 0,00508 m/s
1 fps = 0,3048 m/s
1 m/s = 196,85 fpm

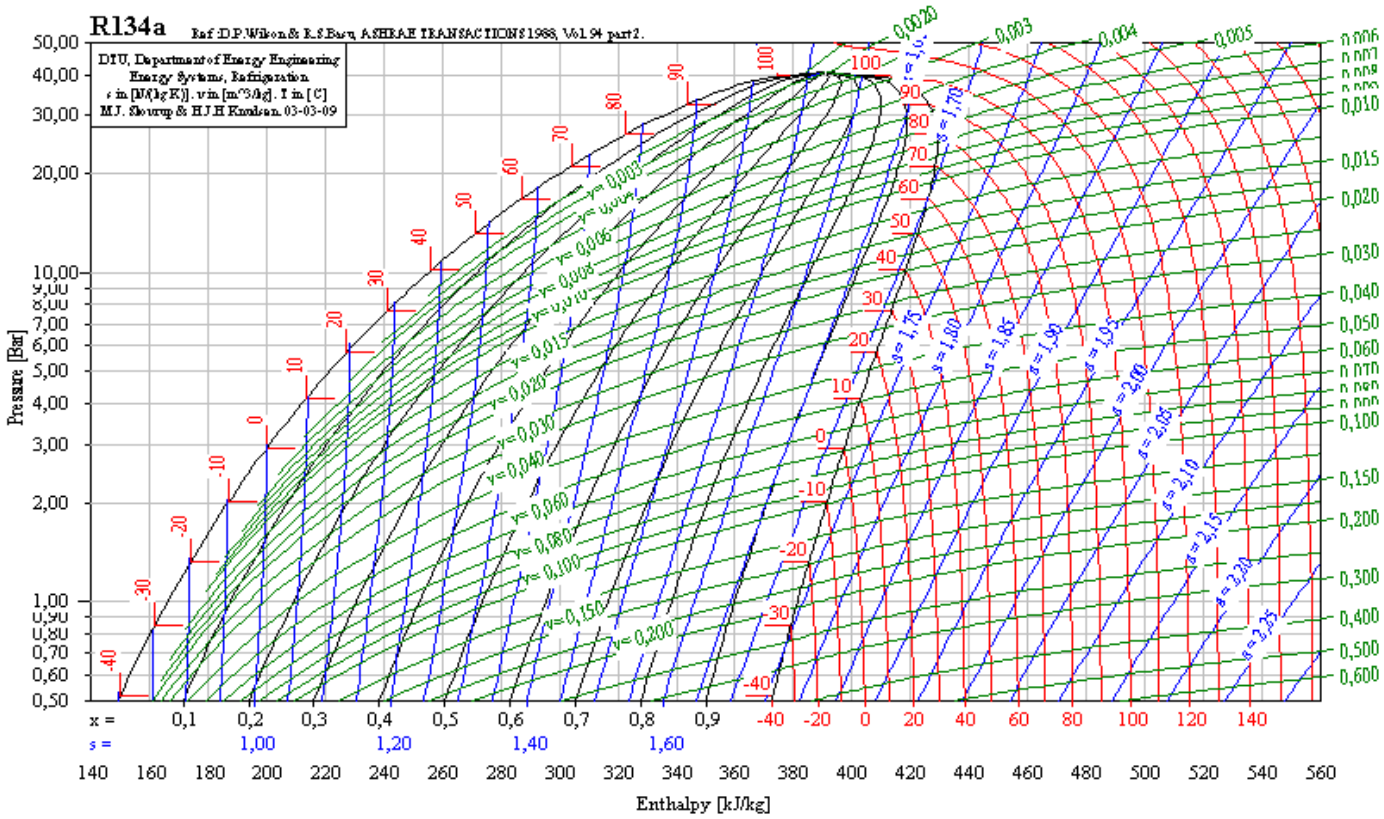
13. Lực

1 lbf = 4,44822 N
1 tonf = 9,964 kN
1 kip = 4,44822 kN
1 kgf = 1 kp = 9,80665 N

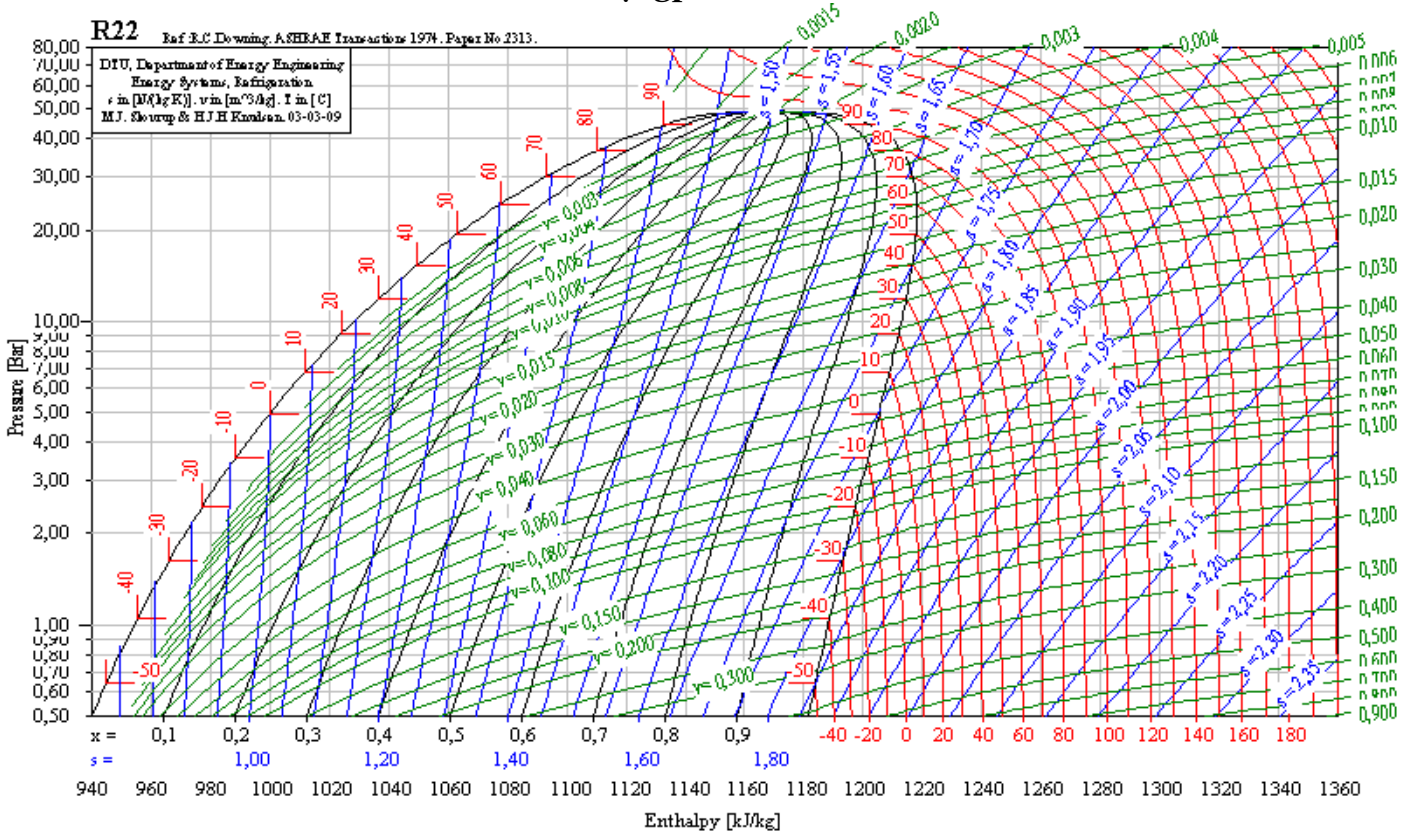
Đồ thị lgp-i của R12



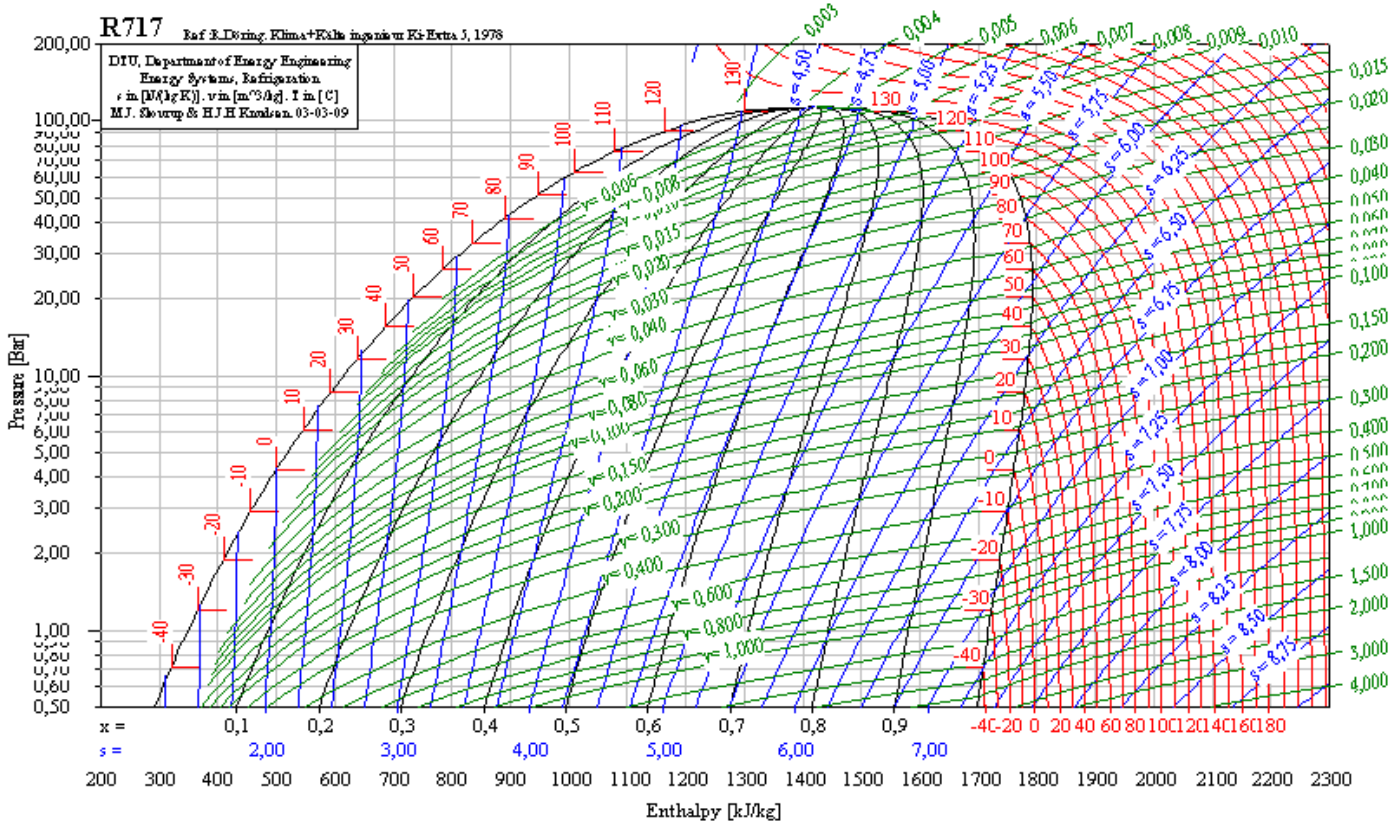
Đồ thị lgp-i của R134a



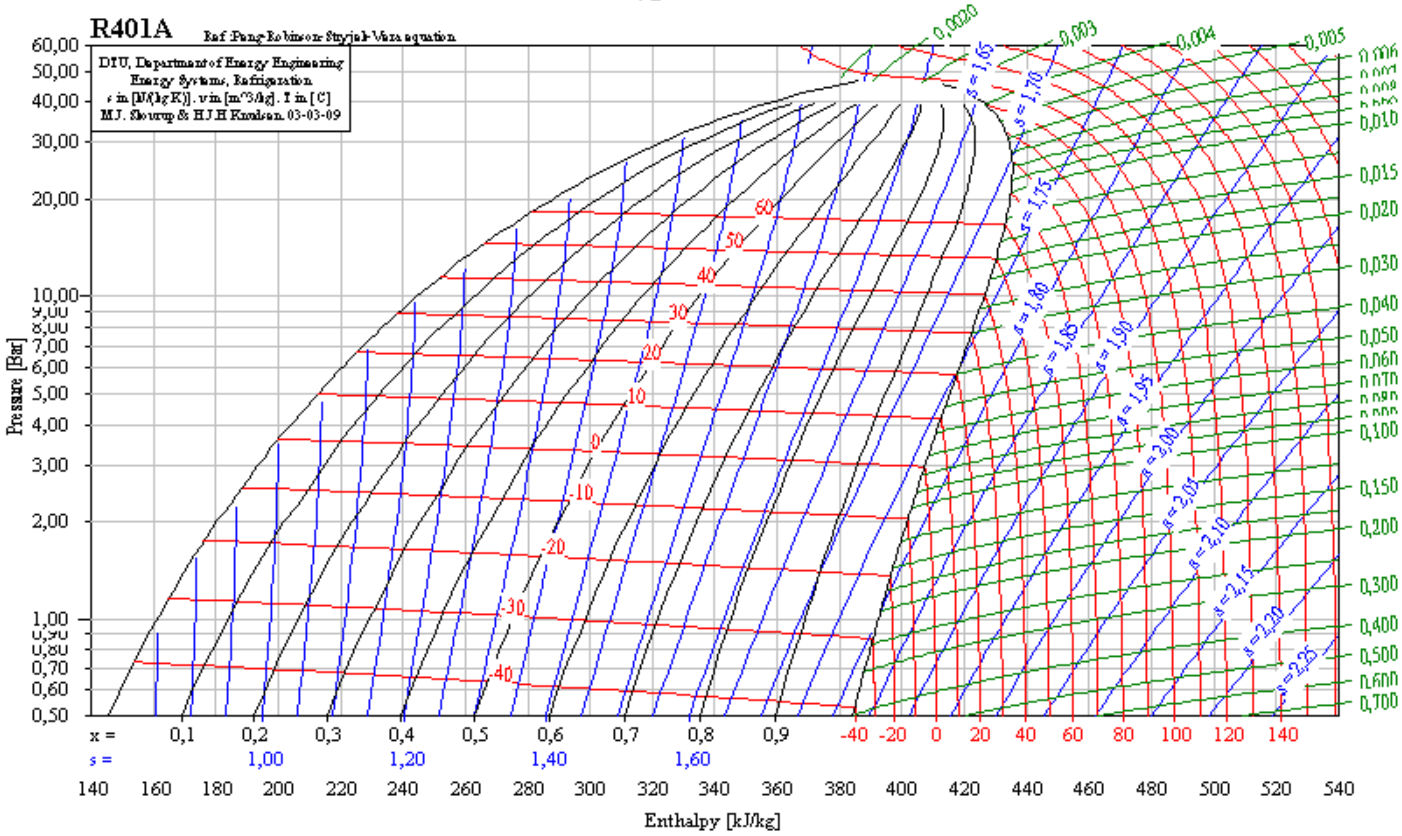
Đồ thị lgp-i của R22



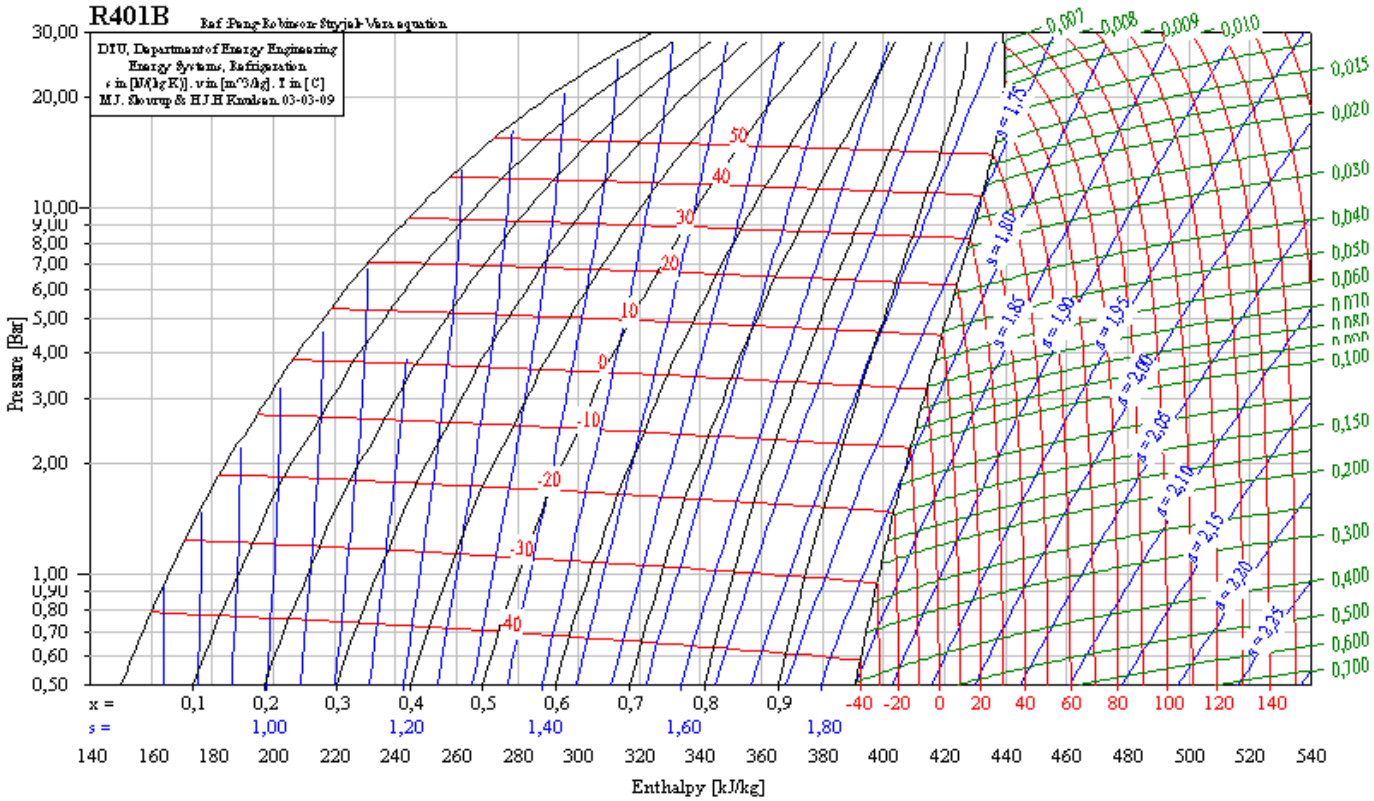
Đồ thị lgp-i của NH3



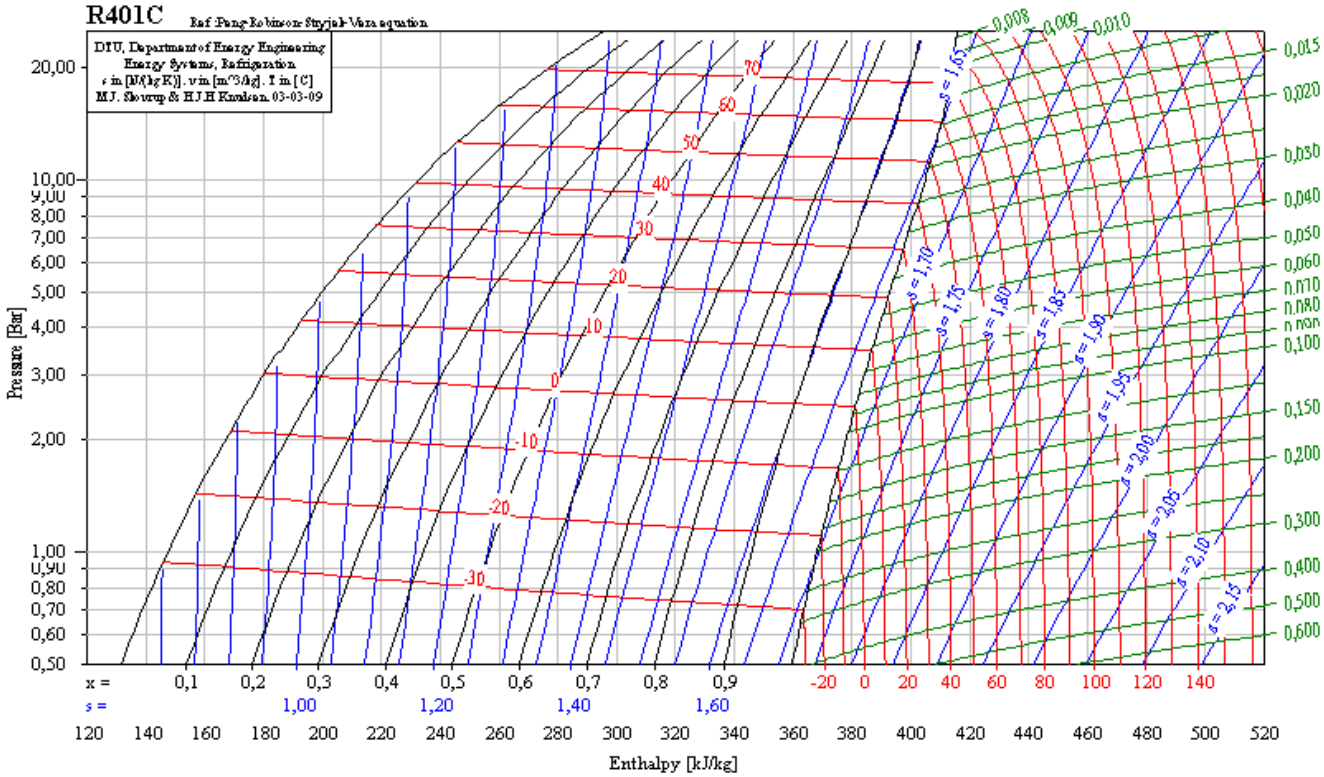
Đồ thị lgp-i của R401A



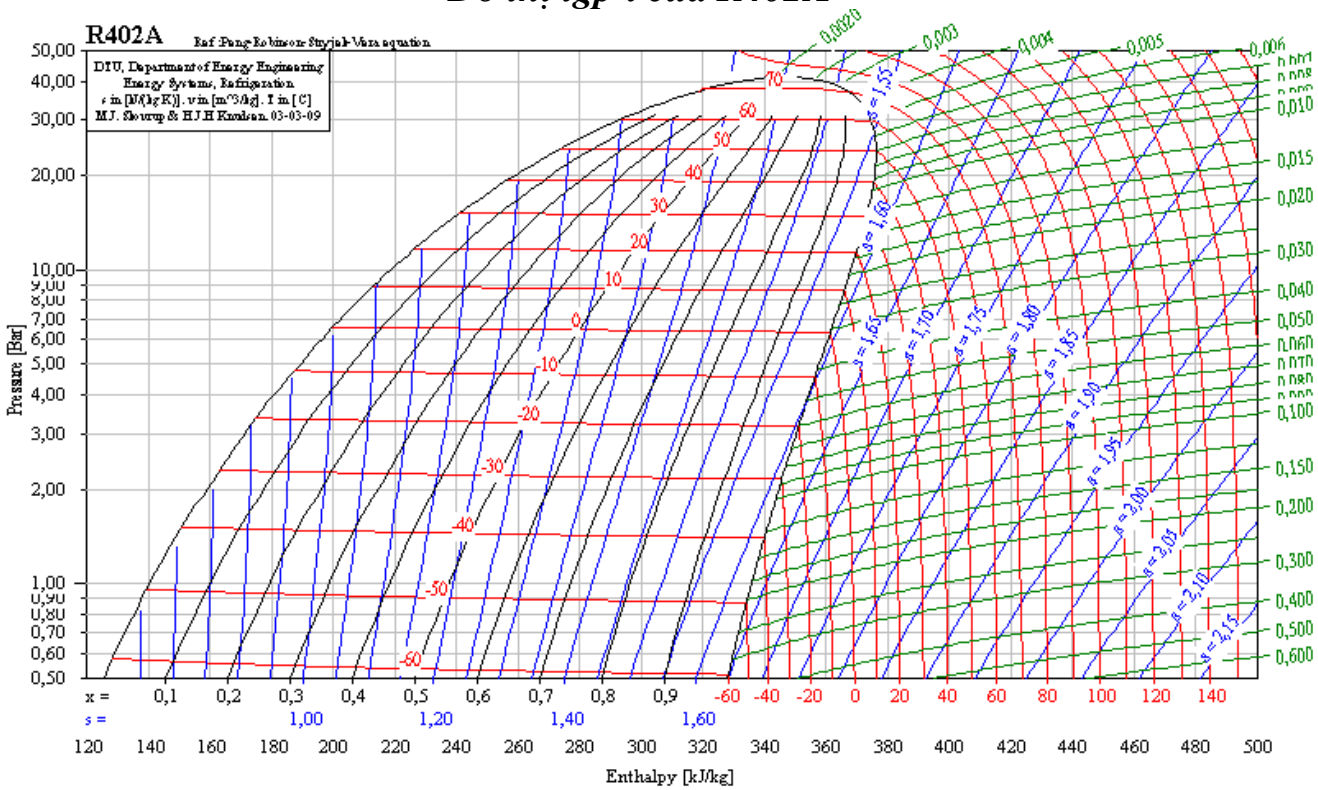
Đồ thị lgp-i của R401B



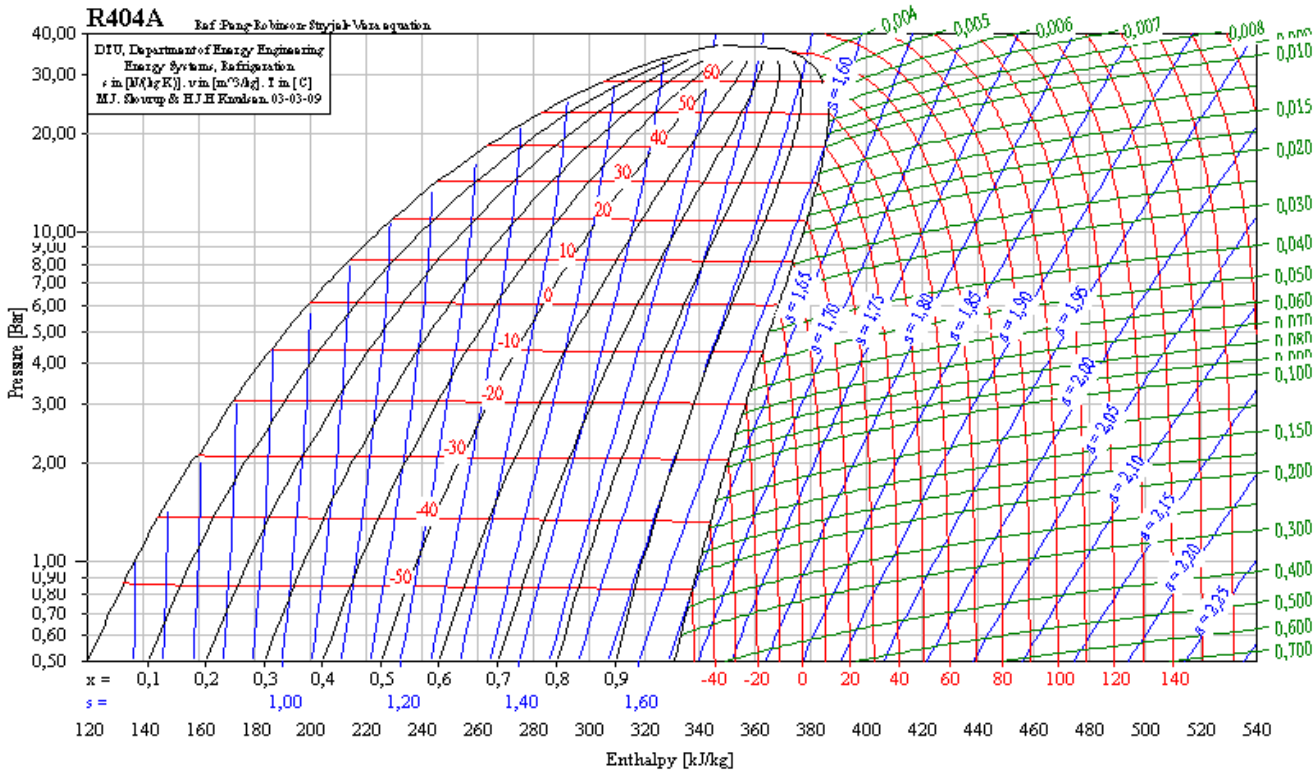
Đồ thị lgp-i của R401C



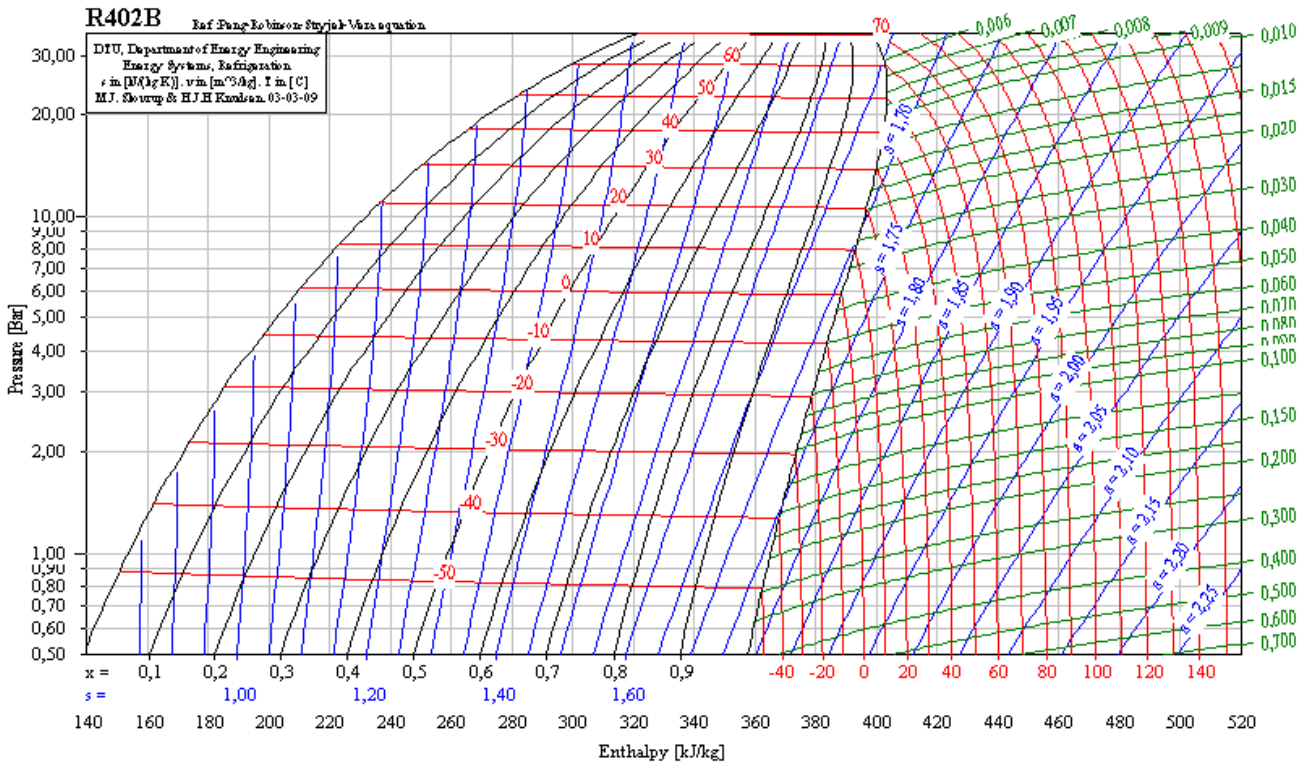
Đồ thị lgp-i của R402A



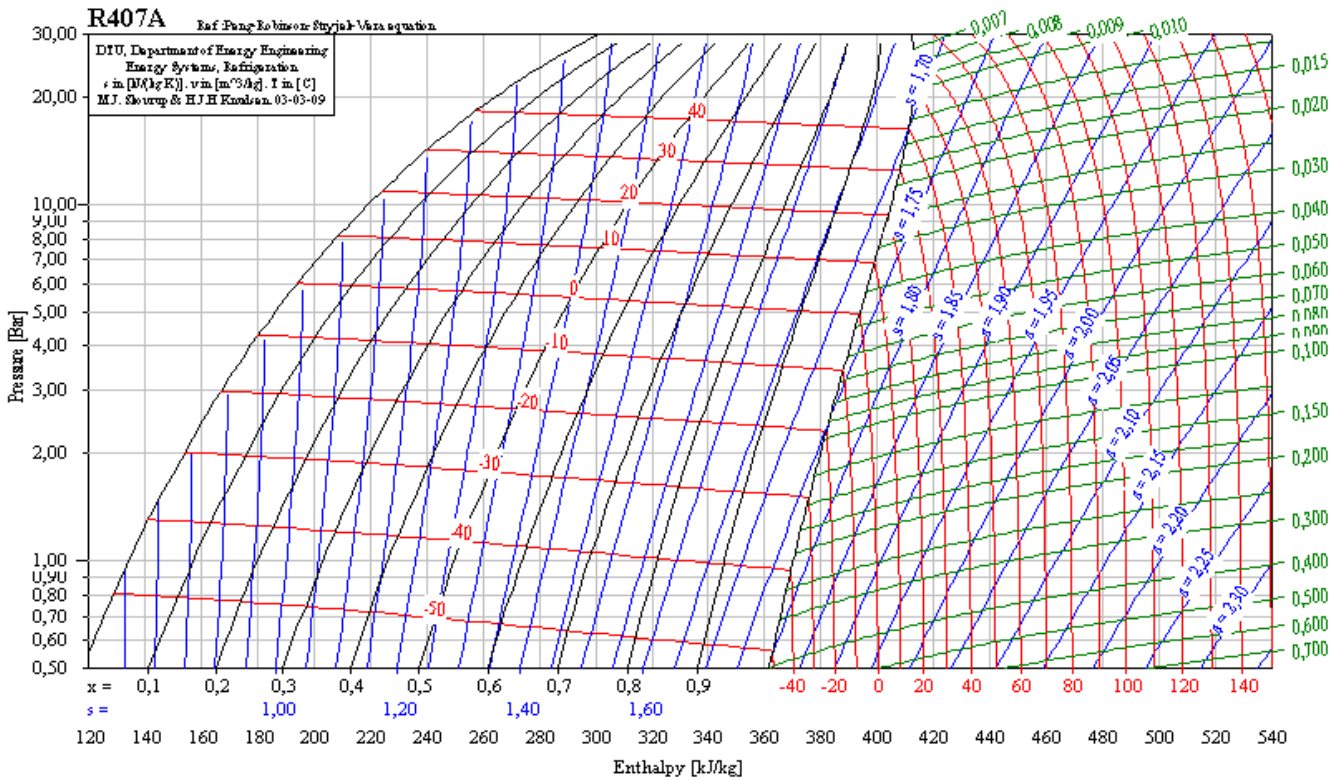
Đồ thị lgp-i của R402B



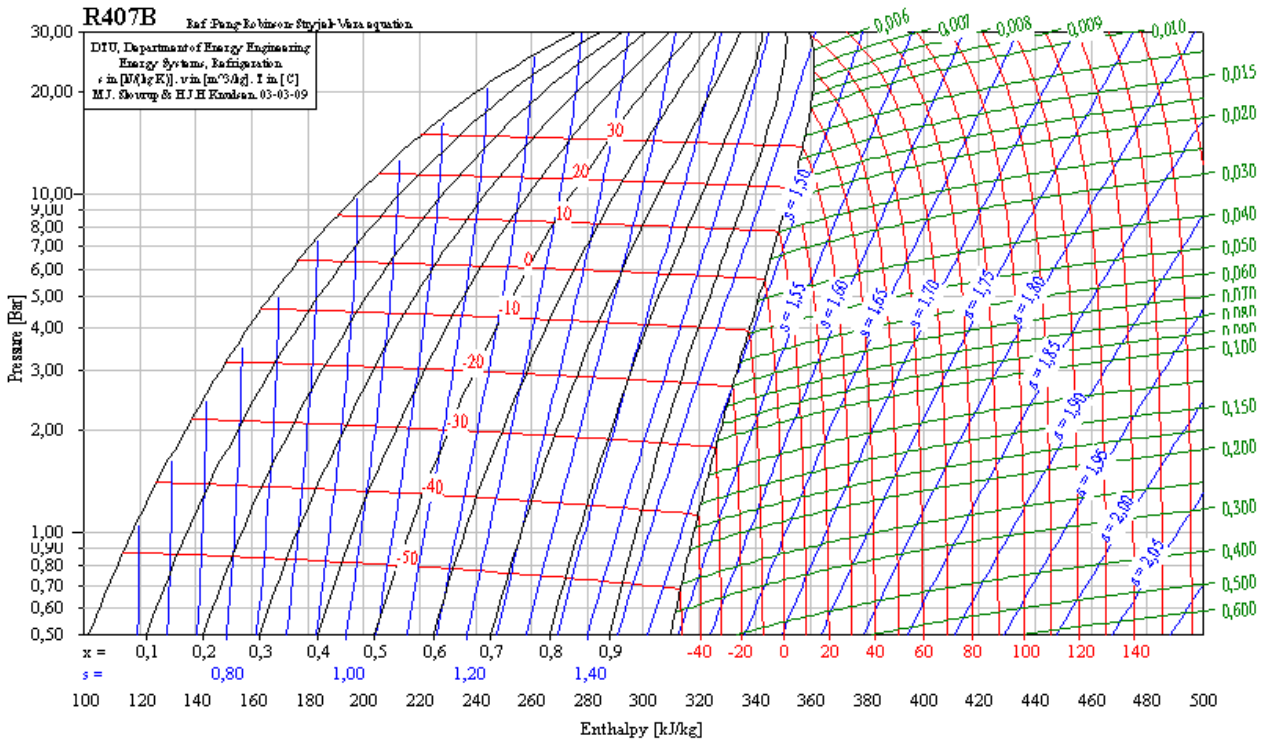
Đồ thị lgp-i của R401A



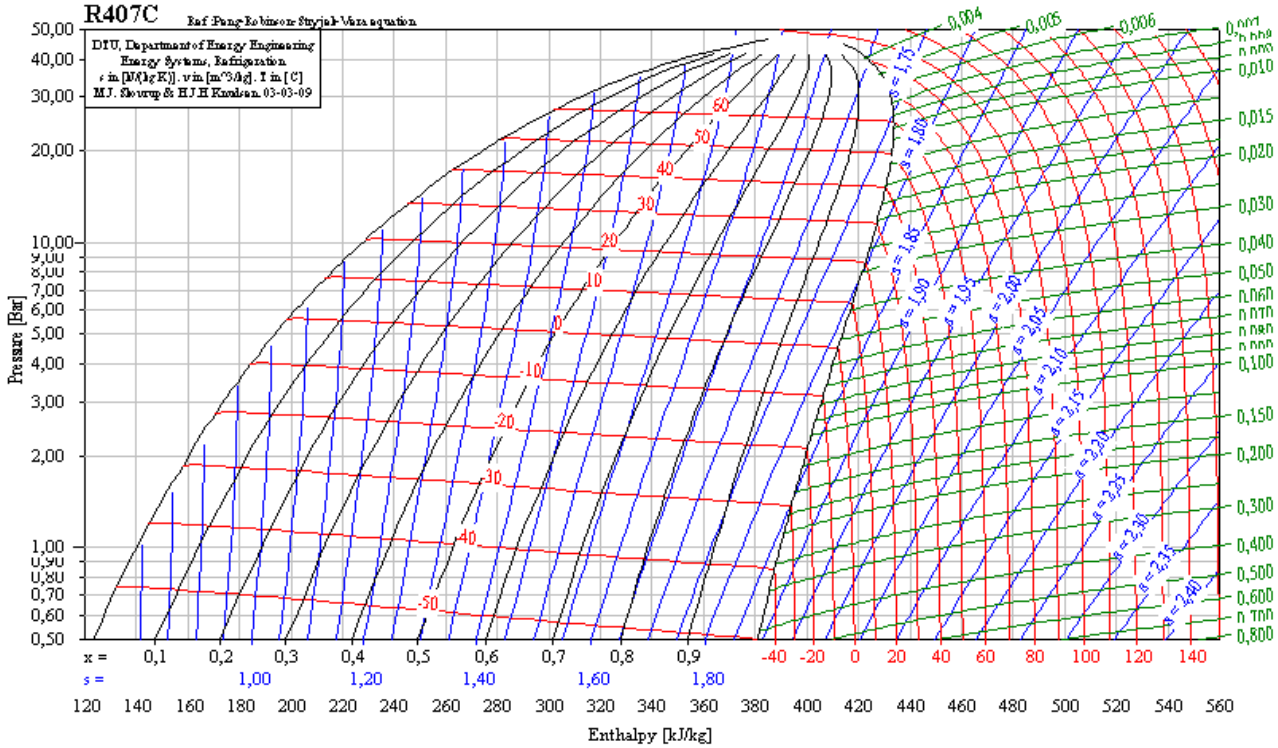
Đồ thị lgp-i của R407A



Đồ thị lgp-i của R407B



Đồ thị lgp-i của R407C



TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Đức Lợi
Hướng dẫn thiết kế hệ thống lạnh
Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội 1999

[2] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ
Máy và thiết bị lạnh
Nhà xuất bản giáo dục, Hà Nội, 1999

[3] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ, Đinh Văn Thuận
Kỹ thuật lạnh ứng dụng
Nhà xuất bản giáo dục, Hà Nội, 1995

[4] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ
Môi Chất lạnh
Nhà xuất bản giáo dục, Hà Nội, 1998

[5] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ
Kỹ thuật lạnh cơ sở
Nhà xuất bản giáo dục, Hà Nội, 1996

[6] Đặng Quốc Phú, Trần Thế Sơn, Trần Văn Phú
Truyền nhiệt
Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội năm 1991

[7] Trần Thanh Kỳ
Máy lạnh
Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh

[8] Trần Đức Ba, Lê Vi Phúc, Nguyễn Văn Quan
Kỹ thuật chế biến lạnh thuỷ sản
Nhà xuất bản ĐH và giáo dục chuyên nghiệp — Hà Nội 1990

[9] Trần Đức Ba, Phạm Văn Bôn, Choumak I.G, Larianovski C.I
Công Nghệ lanh thực phẩm nhiệt đới
Trường đại học bách khoa TP. Hồ Chí Minh — Năm 1993

[10] Các bản thông tin Ôzôn và biến đổi khí hậu các số từ 2000 đến 2003 - Văn phòng công ước quốc tế.

[11] Các tài liệu về môi chất lạnh của các hãng Dupont, ICI.

[12] Tài liệu kỹ thuật của hãng Copeland (Mỹ)

[13] Tài liệu kỹ thuật của hãng Bitzer (Đức)

[14] Tài liệu kỹ thuật của hãng MYCOM (Nhật)

[15] Tài liệu kỹ thuật của hãng Friga-Bohn (Anh)

[16] Tài liệu kỹ thuật của hãng Pointer (Đài Loan)

[17] Tài liệu kỹ thuật của hãng DANFOSS (Đan Mạch)
[18] Tài liệu kỹ thuật của hãng Copeland (Mỹ)
[19] Tài liệu kỹ thuật của hãng FRIGOSCANDIA (Thụy Điển)
[20] Tài liệu kỹ thuật của hãng GRASSO (EU)
[21] Các tài liệu kỹ thuật của hãng MYCOM (Nhật)

[22] A.D. Althouse / C.H.Turnquist / A.F Bracciano.
Modern Refrigeration and Air Conditioning .
The goodheart Willcox Company, inc. 1988

[23] Billy C Langley,
Reffrigeration and Air Conditioning,
Reston Publishing Company 1978

[24] Wilbert F.Stoecker / Jerold W.Jones.
Refrigeration and Air Conditioning.
McGraw Hill - Book Company. Singapore

[25] Ю.С. КРЫЛОВ, П.И. ПИРОГ, В.В. ВАСЮТОВИЧ, А.В. КАРПОВ,
А.И. ДЕМЕNТЪЕВ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЪНИКОВ
ИЗДАТЕЛЪСТВО "ПИЩЕВАЯ ПРОМЫІШЛЕННОСТЪ"
МОСКВА 1972

[26] Е.В. МАЛЪГИНА, Ю.b. МАЛЪГИН, В.П. СУЕДОВ
ХОЛОДИЛЪНЫІЕ МАШИНЫІ И УСТАНОВКИ
ИЗДАТЕЛЪСТВО "ПИЩЕВАЯ ПРОМЫІШЛЕННОСТЪ"
МОСКВА 1980

[27] А.П. ЕРКИН, А.М. КОРЕНЕВ, В.П. ХАРИТОНОВ
УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХОЛОДИЛЪНЫІХ УСТАНОВОК
ИЗДАТЕЛЪСТВО "ПИЩЕВАЯ ПРОМЫІШЛЕННОСТЪ"
МОСКВА 1980

[28] Б.К. ЛЭНГЛИ
ХОЛОДИЛЪНАЯ ТЕХНИКА И КОНДИЦИОННИРОВАНИЕ ВОЗДУХА
ИЗДАТЕЛЪСТВО "ЛЕГКАЯ И ПИЩЕВАЯ ПРОМЫІШЛЕННОСТЪ"
МОСКВА 1981

* * *

MỤC LỤC

CHƯƠNG I
VAI TRÒ CÁC HỆ THỐNG LẠNH TRONG NỀN KINH TẾ QUỐC DÂN

1.1 Ứng dụng trong ngành chế biến và bảo quản thực phẩm
1.1.1 Tác dụng của nhiệt độ thấp đối với thực phẩm
1.1.2 Các chế độ xử lý lạnh thực phẩm
1.2 Ứng dụng trong các ngành khác
1.2.1 Ứng dụng trong sản xuất bia, nước ngọt
1.2.1.1. Sử dụng để làm lạnh nhanh dịch đường sau khi nấu
1.2.1.2. Quá trình lên men bia
1.2.1.3. Bảo quản và nhân men giống
1.2.1.4. Làm lạnh đông CO_2
1.2.1.5. Làm lạnh nước 1°C
1.2.1.6. Làm lạnh hầm bảo quản tank lên men và điều hoà
1.2.2 Ứng dụng trong công nghiệp hoá chất
1.2.2.1 Tách các chất từ các hỗn hợp
1.2.2.2 Điều khiển tốc độ phản ứng
1.2.2.3 Lưu kho và vận chuyển hoá chất
1.2.3 Ứng dụng trong điều hoà không khí
1.2.3.1 Các hệ thống điều hoà trong dân dụng
1.2.3.2 Các hệ thống điều hoà trong công nghiệp.
1.2.4 Ứng dụng trong siêu dẫn
1.2.5 Ứng dụng trong y tế và sinh học cryô
1.2.5.1 Ứng dụng trong y tế
1.2.5.2 Kỹ thuật cryô
1.2.6 Ứng dụng trong kỹ thuật đo và tự động
1.2.7 Ứng dụng trong thể thao
1.2.7.1 Hệ thống làm lạnh sân băng
1.2.7.2 Tính toán tải lạnh sân băng
1.2.8 Ứng dụng trong sấy thăng hoa
1.2.9 Ứng dụng trong xây dựng

1.2.9.1 Làm lạnh bê tông ở các đập chắn nước
1.2.9.2 Kết đông nền móng
1.2.10 Ứng dụng trong công nghiệp chế tạo vật liệu và dụng cụ
1.2.10.1 Kim loại
1.2.10.2 Vật liệu phi kim loại và các vật liệu khác
1.2.11 Ứng dụng khác
1.2.11.1 Các phòng thử nghiệm
1.2.11.2 Làm mát động cơ và máy phát
1.2.11.3 Xử lý lạnh các sản phẩm khác nhau

CHƯƠNG II
HỆ THỐNG VÀ THIẾT BỊ KHO LẠNH BẢO QUẢN

2.1 Khái niệm, phân loại và chọn nhiệt độ bảo quản
2.1.1 Kho lạnh bảo quản
2.1.2 Phân loại
2.1.3 Chọn nhiệt độ bảo quản
2.2 Kết cấu, lắp đặt và tính toán dung tích kho lạnh
2.2.1 Kết cấu kho lạnh
2.2.2 Tính toán dung tích kho lạnh
2.2.2.1. Thể tích kho lạnh
2.2.2.2. Diện tích chất tải
2.2.2.3. Diện tích cần xây dựng
2.2.3 Một số vấn đề khi thiết kế, lắp đặt và sử dụng kho lạnh
2.2.3.1. Hiện tượng lọt ẩm
2.2.3.2. Hiện tượng cơi nền do băng
2.2.3.3. Hiện tượng lọt không khí
2.2.3.4. Tuần hoàn gió trong kho lạnh
2.2.3.5. Xả băng dàn lạnh
2.3 Tính phụ tải nhiệt kho lạnh
2.3.1 Tính nhiệt kho lạnh bảo quản
2.3.1.1 Dòng nhiệt truyền qua kết cấu bao che
2.3.1.2 Dòng nhiệt do sản phẩm và bao bì toả ra
2.3.1.3 Dòng nhiệt do thông gió buồng lạnh
2.3.1.4 Các dòng nhiệt do vận hành
2.3.1.5 Dòng nhiệt do hoa quả hô hấp

2.3.2 Xác định phụ tải thiết bị, máy nén và tổng hợp các kết quả
2.3.2.1 Phụ tải nhiệt thiết bị
2.3.2.2 Phụ tải nhiệt máy nén
2.4 Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh và cấu tạo các thiết bị chính
2.4.1 Sơ đồ nguyên lý
2.4.2 Chọn thiết bị chính
2.4.2.1 Chọn máy nén
2.4.2.2 Thiết bị ngưng tụ
2.4.2.3 Thiết bị bay hơi
2.4.2.4 Cụm máy nén - bình ngưng, bình chứa
2.4.2.5 Môi chất, đường ống

CHƯƠNG III
HỆ THỐNG LẠNH MÁY ĐÁ

3.1 Một số vấn đề cần quan tâm khi sản xuất nước đá
3.1.1 Nồng độ tạp chất cho phép
3.1.3 Phân loại nước đá
3.1.3.1 Phân loại theo màu sắc
3.1.3.2 Phân loại theo hình dạng
3.1.3.3 Phân loại theo nguồn nước sản xuất đá
3.2 Hệ thống máy đá cây
3.2.1 Sơ đồ nguyên lý hệ thống máy đá cây
3.2.2 Kết cấu bể đá
3.2.2.1. Kết cấu cách nhiệt tường
3.2.2.2. Kết cấu cách nhiệt nền
3.2.2.3. Kết cấu nắp bể đá
3.2.2.4. Xác định chiều dày cách nhiệt và kiểm tra đọng sương tường bể đá
3.2.3 Xác định kích thước bể đá
3.2.3.1 Xác định số lượng và kích thước khuôn đá
3.2.3.2 Xác định số lượng và kích thước linh đá
3.2.3.3 Xác định kích thước bên trong bể đá
3.2.4 Thời gian làm đá
3.2.5 Tính nhiệt bể đá

3.2.4.1 Nhiệt truyền qua kết cấu bao che bể đá
3.2.4.2 Nhiệt để đông đá và làm lạnh khuôn đá
3.2.4.3 Nhiệt do bộ cánh khuấy gây ra
3.2.4.4 Nhiệt do nhúng cây đá
3.2.4.5 Tổn thất nhiệt ở phòng bảo quản đá
3.2.6 Các thiết bị phụ máy đá cây
3.2.5.1 Dàn lạnh bể đá
3.2.5.2 Bình giữ mức - tách lỏng
3.2.7 Chọn máy nén lạnh
3.3 Hệ thống máy đá vảy
3.3.1 Nguyên lý làm việc của máy đá vảy
3.3.2 Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh máy đá vảy
3.3.2 Cấu tạo, kích thước và cách nhiệt cối đá vảy
3.3.2.1 Cấu tạo cối đá vảy
3.3.2.2 Xác định kích thước cối đá vảy
3.3.2.3 Kết cấu cách nhiệt
3.3.3 Tính nhiệt hệ thống cối đá vảy
3.3.3.1 Tổn thất nhiệt do truyền nhiệt
3.3.3.2 Nhiệt để làm lạnh đá
3.3.3.3 Nhiệt do mô tơ dao cắt đá tạo ra
3.3.3.4 Tổn thất nhiệt do bơm nước tuần hoàn
3.3.3.5 Tổn thất nhiệt ở kho chứa đá
3.3.4 Chọn cối đá vảy
3.4 Các loại máy đá kiểu khác
3.4.1 Máy đá viên
3.4.2 Máy đá tuyết

CHƯƠNG IV
HỆ THỐNG THIẾT BỊ CẤP ĐÔNG

4.1 Các vấn đề về cấp đông thực phẩm
4.1.1 Mục đích và ý nghĩa
4.1.1.1 Phân loại giới hạn làm lạnh
4.1.1.2 Mục đích và ý nghĩa
4.1.2 Sự kết tinh của nước trong thực phẩm

4.1.2.1 Nước trong thực phẩm
4.1.2.2 Cơ chế đóng băng trong thực phẩm khi cấp đông.
4.1.2.3. Tác động của sự kết tinh của nước đối với thực phẩm.
4.1.2.4 Các yếu tố ảnh hưởng đến sự kết tinh của nước trong thực phẩm.
4.1.3 Sự biến đổi của thực phẩm trong quá trình kết đông
4.1.3.1. Biến đổi về nhiệt vật lý
4.1.3.2 Biến đổi hoá học
4.1.3.3 Biến đổi do vi sinh
4.1.4. Thời gian làm lạnh đông thực phẩm
4.1.4.1 Xác định thời gian kết tinh nước trong thực phẩm
4.1.4.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian kết đông
4.1.5. Các phương pháp và thiết bị kết đông thực phẩm
4.1.5.1 Làm đông thực phẩm trong không khí lạnh
4.1.5.2 Làm đông tiếp xúc
4.1.5.3 Làm đông cực nhanh
4.1.5.4 Làm đông bằng hổn hợp đá và muối
4.1.5.5 Làm đông bằng nước muối lạnh
4.1.6 Xử lý thực phẩm sau cấp đông
4.1.6.1 Mạ băng sản phẩm đông
4.1.6.2 Bao gói thực phẩm
4.1.6.3 Tái đông thực phẩm

4.2 Hệ thống kho cấp đông

4.2.1 Sơ đồ nguyên lý
4.2.2 Kết cấu cách nhiệt và kích thước kho cấp đông
4.2.2.1 Kích thước kho cấp đông
4.2.2.2 Kết cấu cách nhiệt kho cấp đông
4.2.3 Tính nhiệt kho cấp đông
4.2.3.1 Tổn thất do truyền nhiệt qua kết cấu bao che
4.2.3.2 Nhiệt do làm lạnh sản phẩm
4.2.3.3 Tổn thất nhiệt do vận hành
4.2.4 Cấu tạo một số thiết bị chính
4.2.4.1 Bình trung gian kiểu nằm ngang
4.2.4.2 Bình hồi nhiệt tách lỏng

4.3 Hệ thống tủ cấp đông tiếp xúc

4.3.1 Cấu tạo tủ cấp đông
4.3.2 Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh

4.3.2.1 Sơ đồ nguyên lý tủ cấp đông cấp dịch từ bình trống tràn

4.3.2.2 Sơ đồ nguyên lý tủ cấp đông cấp dịch nhờ bơm

4.3.3 Cấu tạo và kích thước tủ cấp đông

4.3.3.1 Cấu cách nhiệt vỏ tủ cấp đông

4.3.3.2 Xác định kích thước tủ cấp đông

4.3.4 Tính nhiệt tủ cấp đông

4.3.4.1 Tổn thất do truyền nhiệt qua kết cấu bao che

4.3.4.2 Tổn thất do sản phẩm mang vào

4.3.4.3 Tổn thất do làm lạnh các thiết bị trong tủ

4.3.5 Cấu tạo một số thiết bị chính

4.4 Hệ thống tủ cấp đông gió

4.4.1 Sơ đồ nguyên lý hệ thống

4.4.2 Kết cấu và đặc tính kỹ thuật tủ đông gió

4.4.3 Tính nhiệt tủ đông gió

4.4.3.1 Tổn thất do truyền nhiệt qua kết cấu bao che

4.4.3.2 Tổn thất do làm lạnh sản phẩm.

4.4.3.3. Tổn thất xả băng Q_3

4.4.3.4 Tổn thất do động cơ quạt

4.5 Hệ thống cấp đông I.Q.F

4.5.1 Khái niệm và phân loại

4.5.2 Hệ thống cấp đông I.Q.F với buồng cấp đông có băng tải dạng xoắn

4.5.2.1 Sơ đồ nguyên lý

4.5.2.2 Kết cấu buồng cấp đông I.Q.F dạng xoắn

4.5.3 Hệ thống cấp đông I.Q.F buồng cấp đông có băng chuyền kiểu thẳng

4.5.3.1 Cấu tạo băng chuyền dạng thẳng

4.5.3.2. Thông số kỹ thuật buồng cấp đông I.Q.F kiểu thẳng

4.5.4 Hệ thống cấp đông I.Q.F siêu tốc

4.5.4.1 Cấu tạo và nguyên lý làm việc

4.5.4.2 Thông số kỹ thuật một số buồng cấp đông siêu tốc

4.5.5 Các băng chuyền thường đi kèm các buồng cấp đông I.Q.F

4.5.5.1 Thiết bị hấp

4.5.5.2 Thiết bị làm mát sau hấp

4.5.5.3 Nồi hơi của băng chuyền hấp
4.5.5.4 Thiết bị mạ băng
4.5.5.5 Băng chuyền làm cứng
4.5.6 Tính toán nhiệt hệ thống cấp đông I.Q.F
4.5.6.1 Tổn thất do truyền nhiệt qua kết cấu bao che
4.5.6.2 Tổn thất do làm lạnh sản phẩm
4.5.6.3 Tổn thất do động cơ điện
4.6 Chọn máy lạnh

CHƯƠNG V
HỆ THỐNG LẠNH KHÁC TRONG CÔNG NGHIỆP VÀ ĐỜI SỐNG

5.1. Hệ thống lạnh trong nhà máy bia
5.1.1 Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh trung tâm
5.1.2 Tính toán nhiệt nhà máy bia
5.1.2.1 Tổn thất nhiệt do truyền nhiệt ở các thiết bị sử dụng và bảo quản lạnh
5.1.2.2 Tổn thất nhiệt do làm lạnh dịch đường
5.1.2.3 Tổn thất nhiệt để làm lạnh các đối tượng khác.
5.2. Hệ thống lạnh trong điều hoà không khí
5.2.1 Hệ thống lạnh máy điều hoà cỡ nhỏ
5.2.2 Hệ thống điều hoà công suất trung bình và lớn trong đời sống
5.2.2.1 Sơ đồ nguyên lý
5.2.2.2 Tính chọn cụm water chiller
5.2.3 Hệ thống điều hoà gian chế biến nhà máy chế biến thực phẩm.
5.2.3.1 Sơ đồ nguyên lý
5.2.3.2 Dàn lạnh không khí
5.3. Hệ thống lạnh trong tủ lạnh gia đình và thương nghiệp
5.3.1 Hệ thống lạnh tủ lạnh gia đình
5.3.2 Hệ thống lạnh các buồng bảo quản thực phẩm thương nghiệp (Show case)
5.3.3 Hệ thống lạnh xe tải lạnh
5.4. Hệ thống làm lạnh nước chế biến
5.4.1 Sơ đồ nguyên lý
5.4.2 Tính toán công suất lạnh hệ thống

5.4.2.1. Tổn thất nhiệt để làm lạnh nước
5.4.2.2. Tổn thất nhiệt qua bình trữ nước lạnh

CHƯƠNG VI
THIẾT BỊ NGƯNG TỤ

6.1. Vai trò, vị trí của các thiết bị trao đổi nhiệt trong hệ thống lạnh

6.1.1 Vai trò thiết bị ngưng tụ
6.1.2 Phân loại thiết bị ngưng tụ

6.2. Thiết bị ngưng tụ

6.2.1 Bình ngưng giải nhiệt bằng nước
6.2.1.1 Bình ngưng ống chùm nằm ngang
6.2.1.2 Bình ngưng ống vỏ thẳng đứng
6.2.1.3 Thiết bị ngưng tụ kiểu ống lồng ống
6.2.1.4 Thiết bị ngưng tụ kiểu tấm bản
6.2.2 Thiết bị ngưng tụ giải nhiệt bằng nước và không khí
6.2.2.1 Thiết bị ngưng tụ kiểu bay hơi
6.2.2.2 Dàn ngưng kiểu tưới
6.2.3 Dàn ngưng giải nhiệt bằng không khí

6.3 Tính toán thiết bị ngưng tụ

6.3.1 Các bước tính toán thiết bị ngưng tụ
6.3.2 Xác định hệ số toả nhiệt về các môi trường
6.3.2.1 Xác định hệ số toả nhiệt khi ngưng tụ môi chất trong thiết bị ngưng tụ
6.3.2.2 Xác định hệ số toả nhiệt về phía môi trường giải nhiệt

CHƯƠNG VII
THIẾT BỊ BAY HƠI

7.1. Vai trò, vị trí và phân loại thiết bị bay hơi

7.1.1 Vai trò, vị trí của thiết bị bay hơi
7.1.2 Phân loại thiết bị bay hơi

7.2. Thiết bị bay hơi

7.2.1 Thiết bị bay hơi làm lạnh chất lỏng

7.2.1.1 Bình bay hơi làm lạnh chất lỏng
7.2.1.2 Dàn lạnh panen
7.2.1.3 Dàn lạnh xương cá
7.2.1.4 Dàn lạnh tấm bản
7.2.2 Thiết bị bay hơi làm lạnh không khí
7.2.2.1 Dàn lạnh đối lưu tự nhiên
7.2.2.2 Dàn lạnh đối lưu cưỡng bức

7.3 Tính toán thiết bị bay hơi

7.3.1 Các bước tính toán dàn lạnh
7.3.2 Xác định hệ số toả nhiệt về phía các môi chất ở thiết bi bay hơi
7.3.2.1 Hệ số toả nhiệt khi sôi môi chất lạnh
7.3.2.2 Hệ số toả nhiệt về phía không khí

CHƯƠNG VIII
THIẾT BỊ PHỤ TRONG HỆ THỐNG LẠNH

8.1. Vai trò, vị trí thiết bị phụ trong hệ thống lạnh

8.2. Thiết bị phụ trong hệ thống lạnh

8.2.1 Thiết bị trung gian
8.2.1.1 Bình trung gian đặt đứng có ống xoắn ruột gà
8.2.1.2 Bình trung gian kiểu nằm ngang
8.2.1.3 Thiết bị trung gian kiểu tấm bản
8.2.1.4 Tính toán bình trung gian
8.2.2 Bình tách dầu
8.2.2.1 Bình tách dầu kiểu nón chắn
8.2.2.2 Bình tách dầu có van phao thu hồi dầu
8.2.3 Bình tách lỏng
8.2.3.1 Bình tách lỏng kiểu nón chắn
8.2.3.2 Bình tách lỏng hồi nhiệt
8.2.3.3 Bình tách lỏng kiểu khác
8.2.4 Bình giữ mức - tách lỏng
8.2.5 Bình thu hồi dầu
8.2.6 Bình tách khí không ngưng

8.2.7 Bình chứa cao áp và hạ áp
8.2.7.1 Bình chứa cao áp
8.2.7.2 Bình chứa hạ áp
8.2.8 Tháp giải nhiệt
8.2.9 Van tiết lưu tự động
8.2.10 Búp phân phối lỏng
8.2.11 Bộ lọc ẩm và lọc cơ khí
8.2.12 Các thiết bị đường ống
8.2.12.1 Van chặn
8.2.12.2 Van 1 chiều
8.2.12.3 Kính xem ga
8.2.12.4 ống tiêu âm
8.2.12.5 Van nạp ga
8.2.12.6 Van xả gas (relief valve)

CHƯƠNG IX
QUI HOẠCH MẶT BẰNG
NHÀ MÁY CHẾ BIẾN THƯC PHẨM

9.1 Yêu cầu khi qui hoạch mặt nhà máy chế biến thực phẩm

9.1.1 Yêu cầu chung khi qui hoạch nhà máy
9.1.2 Yêu cầu đối với gian máy lạnh, phân xưởng cơ khí sửa chữa, lò hơi
9.1.2.1. Yêu cầu đối với gian máy lạnh
9.1.2.2. Yêu cầu đối với phân xưởng cơ khí và gian lò hơi
9.1.3 Yêu cầu đối khu vực chế biến
9.1.4 Yêu cầu đối khu vực cấp đông
9.1.5 Yêu cầu đối với khu vực bảo quản

9.2 Qui trình sản xuất một số hàng thực phẩm

9.2.1 Qui trình chế biến các loại thuỷ sản
9.2.1.1 Tiếp nhận nguyên liệu, rửa và bảo quản sơ bộ
9.2.1.2 Khâu chế biến
9.2.1.3 Chờ đông và cấp đông
9.2.2 Qui trình chế biến thịt và thức ăn chín
9.2.2.1 Thịt và các sản phẩm từ thịt động vật

9.2.2.2 Thịt gà và vịt
9.2.2.3 Thực phẩm chế biến sẵn và thức ăn chín
9.2.3 Qui trình chế biến sữa và sản phẩm từ sữa.
9.2.4 Qui trình chế biến các loại rau quả

9.3 Quy hoạch Mặt bằng nhà máy chế biến thuỷ sản

9.3.1. Các căn cứ để qui hoạch mặt bằng nhà máy chế biến thực phẩm
9.3.2. Một số số liệu về qui hoạch mặt bằng nhà máy chế biến thực phẩm
9.3.3. Qui hoạch mặt bằng nhà máy chế biến thuỷ sản

CHƯƠNG X
HỆ THỐNG ĐIỆN ĐỘNG LỰC, ĐIỀU KHIỂN VÀ BẢO VỆ CỦA HỆ THỐNG LẠNH

10.1. Các thiết bị điện thường hay sử dụng trong các hệ thống lạnh

10.1.1 Các thiết bị điều khiển
10.1.1.1 Aptomat (MCCB)
10.1.1.2 Rơ le nhiệt bảo vệ quá dòng và quá nhiệt (OCR)
10.1.1.3 Công tắc tơ và rơ le trung gian
10.1.2 Rơ le bảo vệ áp suất và thermostat
10.1.2.2. Rơ le áp suất cao HP và rơ le áp suất thấp LP
10.1.2.3. Thermostat
10.1.2.4. Rơ le bảo vệ áp suất nước (WP) và rơ le lưu lượng (Flow Switch)
10.1.3 Các ký hiệu trên bản vẽ

10.2 Điều khiển và bảo vệ các thiết bị lạnh

10.2.1 Bảo vệ máy nén
10.2.2 Điều khiển mức dịch ở bình trung gian
10.2.3 Điều khiển mức dịch ở bình giữa mức
10.2.4 Điều khiển mức dịch ở bình chứa hạ áp
10.2.5 Điều khiển nhiệt độ phòng lạnh

10.3 Mạch điện động lực và điều khiển máy nén

10.3.1 Mạch động lực của các máy nén, bơm và quạt
10.3.2 Mạch khởi động sao - tam giác

10.3.2.1 Dòng điện khởi động
10.3.2.2 Các phương pháp khởi động
10.3.2.3 Mạch khởi động sao tam giác
10.4 Các mạch điện khác trong hệ thống lạnh
10.4.1 Mạch bảo vệ áp suất dầu
10.4.2 Mạch giảm tải
10.4.3 Mạch bảo vệ áp suất cao
10.4.4 Mạch bảo vệ quá dòng
10.4.5 Mạch điều khiển và bảo vệ bơm, quạt giải nhiệt
10.4.6 Mạch bảo vệ áp suất nước
10.4.7 Mạch cấp dịch và điều khiển quạt dàn lạnh
10.4.8 Mạch xả băng ba giai đoạn

CHƯƠNG XI
THIẾT KẾ, LẮP ĐẶT, THỬ NGHIỆM VÀ VẬN HÀNH HỆ THỐNG LẠNH

11.1 Những vấn đề cần quan tâm khi thiết kế hệ thống lạnh
11.1.1 Chọn phương pháp cấp dịch dàn lạnh
11.1.2.1 Phương pháp cấp dịch tiết lưu trực tiếp
11.1.2.2 Phương pháp cấp dịch kiểu ngập lỏng từ bình giữ mức
11.1.2.3 Phương pháp cấp dịch bằng bơm cấp dịch
11.1.2 Lựa chọn thiết bị ngưng tụ
11.1.3 Chọn môi chất lạnh
11.1.4 Chọn dầu máy lạnh
11.2 Lắp đặt hệ thống lạnh
11.2.1. Lắp đặt các thiết bị
11.2.1.1 Lắp đặt máy nén lạnh
11.2.1.2 Lắp đặt panel kho lạnh, kho cấp đông
11.2.1.3 Lắp đặt thiết bị ngưng tụ
11.2.1.4. Lắp đặt thiết bị bay hơi.
11.2.1.5. Lắp đặt các thiết bị khác
11.2.2. Lắp đặt đường
11.2.2.1 Lắp đặt đường ống môi chất

11.2.2.2 Lắp đặt đường ống nước

11.2.3 Lắp đặt thiết bị phụ, đo lường, điều khiển và bảo vệ

11.2.3.1 Lắp đặt van chặn

11.2.3.2 Lắp đặt van điện từ

11.2.3.3 Lắp đặt van tiết lưu tự động

11.3 Thử nghiệm hệ thống lạnh

11.3.1 Áp suất thử

11.3.2. Qui trình thử nghiệm

1.3.2.1 Thử bền

1.3.2.2. Thử kín

11.3.3. Hút chân không

11.4 Nạp môi chất cho hệ thống lạnh

11.4.1 Xác định số lượng môi chất cần nạp

11.4.2. Nạp môi chất cho hệ thống lạnh

11.4.2.1. Nạp môi chất theo đường hút

11.4.2.2. Nạp môi chất theo đường cấp dịch

11.5 Vận hành hệ thống lạnh

11.5.1 Chuẩn bị vận hành

11.5.2 Vận hành

1.5.2.1 Các bước vận hành tự động AUTO

1.5.2.2. Các bước vận hành bằng tay (MANUAL)

11.5.3. Dừng máy

1.5.3.1 Dừng máy bình thường

1.5.3.2. Dừng máy sự cố

1.5.3.3. Dừng máy lâu dài

11.6 Một số thao tác trong quá trình vận hành

11.6.1 Xả băng dàn lạnh

1.6.1.1. Rút môi chất dàn lạnh

1.6.1.2. Xả băng

1.6.1.3. Làm khô dàn lạnh

11.6.2 Xả khí không ngưng

1.6.2.1. Hệ thống không có bình xả khí không ngưng

1.6.2.2 Hệ thống có bình xả khí không ngưng

11.6.3 Ngập lỏng và xử lý ngập lỏng

11.6.3.1. Ngập lỏng

11.6.3.2. Xử lý ngập lỏng

CHƯƠNG XII
BẢO DƯỠNG, SỬA CHỮA VÀ KHẮC PHỤC SỰ CỐ HỆ THỐNG LẠNH

12.1 Bảo dưỡng hệ thống lạnh
12.1.1. Bảo dưỡng máy nén
12.1.2. Bảo dưỡng thiết bị ngưng tụ
12.1.2.1. Bảo dưỡng bình ngưng
12.1.2.2. Bảo dưỡng dàn ngưng tụ bay hơi
12.1.2.3. Dàn ngưng kiểu tưới
12.1.2.4. Bảo dưỡng dàn ngưng tụ không khí
12.1.3. Bảo dưỡng thiết bị bay hơi
12.1.3.1. Bảo dưỡng dàn bay hơi không khí
12.1.3.2. Bảo dưỡng dàn lạnh xương cá
12.1.3.3. Bảo dưỡng bình bay hơi
12.1.4. Bảo dưỡng tháp giải nhiệt
12.1.5. Bảo dưỡng bơm
12.1.6. Bảo dưỡng quạt
12.2 Các sự cố thường gặp, nguyên nhân và triệu chứng
12.2.1. Mô tơ máy nén không quay
12.2.2 Áp suất đẩy quá cao
12.2.3 Áp suất đẩy quá thấp
12.2.4 Áp suất hút cao
12.2.5 Áp suất hút thấp
12.2.6 Có tiếng lạ phát ra từ máy nén
12.2.7 Carte bị quá nhiệt
12.2.8 Dầu tiêu thụ quá nhiều
12.2.9 Nhiệt độ buồng lạnh không đạt
12.2.10 Các trục trặc thường gặp ở máy nén

PHỤ LỤC
TÀI LIỆU THAM KHẢO
MỤC LỤC

* * *