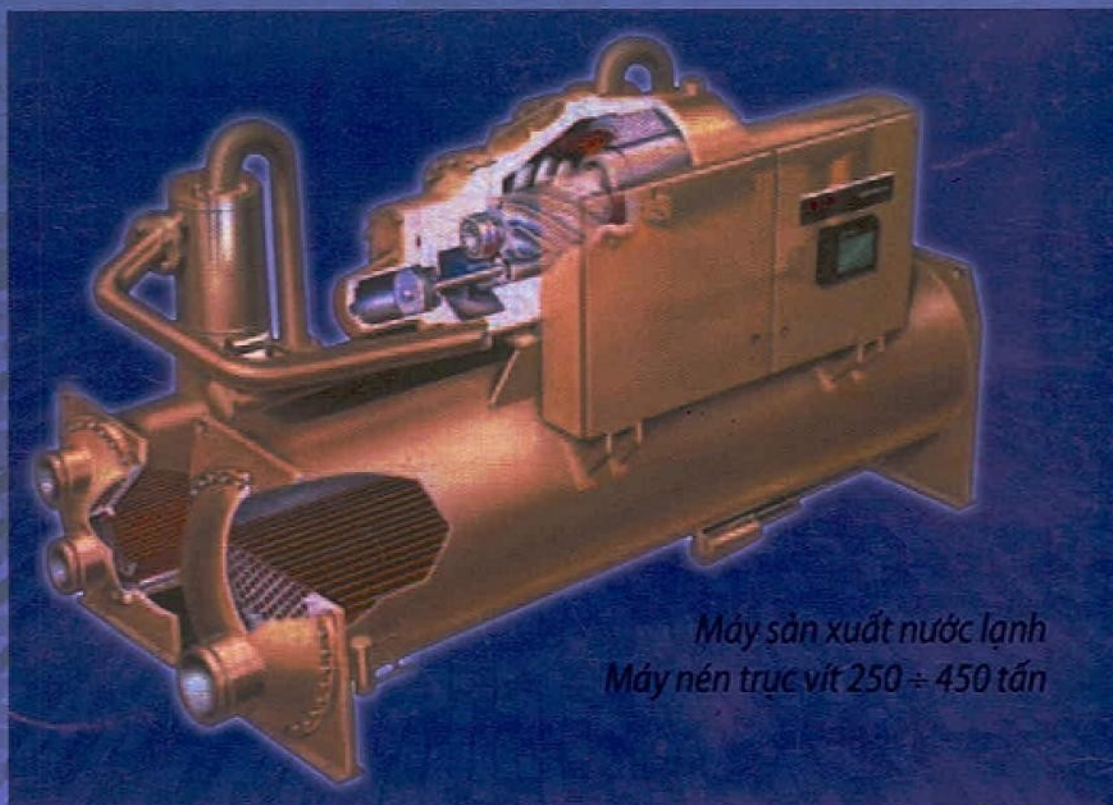


NGUYỄN ĐỨC LỢI - PHẠM VĂN TÙY - ĐINH VĂN THUẬN



* S 1 0 0 0 3 9 0 1 *

KỸ THUẬT LẠNH ỨNG DỤNG



*Máy sản xuất nước lạnh
Máy nén trục vít 250 - 450 tấn*

EBOOKBKMT.COM

TÀI LIỆU KỸ THUẬT MIỄN PHÍ



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

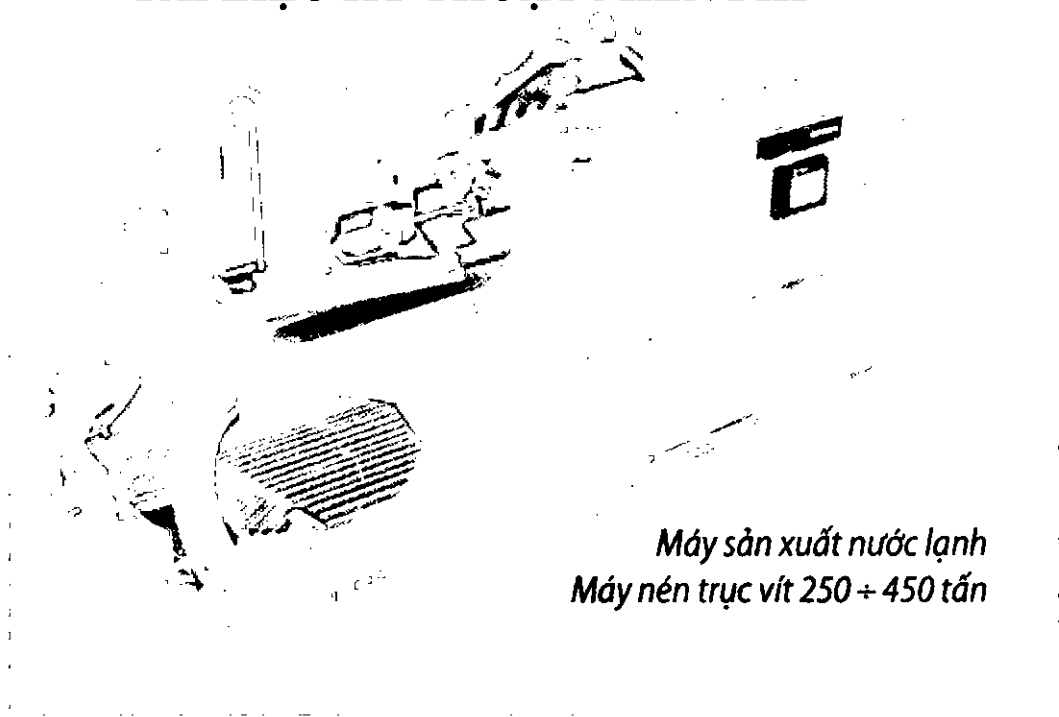
NGUYỄN ĐỨC LỢI - PHẠM VĂN TÙY - ĐINH VĂN THUẬN



KỸ THUẬT LẠNH ỨNG DỤNG

EBOOKBKMT.COM

TÀI LIỆU KỸ THUẬT MIỄN PHÍ



*Máy sản xuất nước lạnh
Máy nén trục vít 250 + 450 tấn*



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

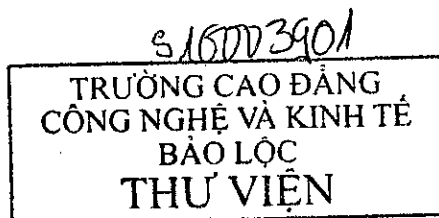
NGUYỄN ĐỨC LỢI - PHẠM VĂN TUYÊN - ĐINH VĂN THUẬN

KỸ THUẬT LẠNH ỨNG DỤNG

(Tái bản lần thứ năm)

EBOOKBKMT.COM

TÀI LIỆU KỸ THUẬT MIỄN PHÍ



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Giangiaily.com

Chuyên cung cấp khóa học tốt nhất

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

04 – 2009/CXB/101 – 2117/GD

Mã số : 7B208y9 – DAI

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình “Kỹ thuật lạnh ứng dụng” là phần 2 của giáo trình “Kỹ thuật lạnh”.

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

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

Phân công biên soạn :

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

GS. TS. Phạm Văn Tuỳ : chương 10, 13, 16, 17, 18, 19.

PGS. TS. Đinh Văn Thuận : chương 5, 8 và 15.

Chúng tôi chân thành cảm ơn Viện Khoa học công nghệ Nhiệt Lạnh, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội và các bạn đồng nghiệp đã giúp đỡ hoàn thành giáo trình.

Cuốn sách chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót. Chúng tôi mong nhận được các ý kiến đóng góp xây dựng để hoàn thiện hơn. Các ý kiến xin gửi về Công ty Cổ phần Sách Đại học - Dạy nghề, 25 Hàn Thuyên - Hà Nội hoặc Bộ môn Kỹ thuật lạnh và điều hoà không khí Viện Nhiệt lạnh, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

Tel. 8222393 hoặc nhà riêng 7165860.

CÁC TÁC GIẢ

TÀI LIỆU KỸ THUẬT MIỄN PHÍ

Chương 1 TỔ HỢP LẠNH

1.1. Phân loại

Các tổ hợp lạnh là các tập hợp máy và thiết bị lạnh với một hoặc nhiều thiết bị chính lắp đồng bộ với các thiết bị phụ và các thiết bị tự động cần thiết để đảm bảo một hoặc nhiều chức năng của một chu trình lạnh đáp ứng một yêu cầu ứng dụng cụ thể.

Càng ngày máy và thiết bị lạnh càng đa dạng về chủng loại và phong phú về kích cỡ. Có máy gọn nhẹ vài ba kilôgam, nhiệt độ xuống gần độ không tuyệt đối sử dụng trong phòng thí nghiệm, nhưng có hệ thống nặng hàng trăm tấn với rất nhiều yêu cầu nhiệt độ khác nhau từ -40°C để kết đông thực phẩm đến $+60^{\circ}\text{C}$ để chuẩn bị nước nóng cho sấy, sưởi...

Phương châm của các nhà chế tạo máy lạnh hiện nay là hoàn thiện máy lạnh đến mức tối đa ở nhà máy chế tạo để việc lắp đặt vận hành chúng chỉ cần đến thợ điện là đủ.

Tủ lạnh gia đình, máy lạnh thương nghiệp và các máy điều hoà nhiệt độ là các tổ hợp lạnh hoàn chỉnh kiểu đó. Khi mua về ta chỉ cần chú ý một vài đặc điểm có hướng dẫn sẵn là có thể lắp đặt vận hành một cách dễ dàng, thậm chí nhiều khi chỉ cần đặt vào một góc nhà cắm điện là tủ lạnh hoạt động.

Thế nhưng đối với các hệ thống máy nặng hàng chục thậm chí hàng trăm tấn, ta không thể lắp ráp hoàn chỉnh trong nhà máy vì không thể vận chuyển chúng đến nơi lắp đặt. Tuy nhiên, việc lắp ráp thành các tổ hợp rất được coi trọng vì chúng tỏ ra có các ưu điểm rõ ràng. Ví dụ :

– Độ tin cậy của máy và thiết bị được tăng lên rõ rệt do được lắp ráp, thử nghiệm ở nhà máy chế tạo với các điều kiện kỹ thuật tốt hơn nhiều so với khi lắp ráp thử nghiệm tại hiện trường.

– Các tổ hợp có độ gọn gàng cao, đường ống ngắn, tiết kiệm được không gian lắp đặt cũng như giảm được khối lượng công việc lắp đặt đáng kể tại hiện trường. Trong nhiều trường hợp đơn giản được cả công việc làm sạch, thử kín thử bền, nạp dầu và nạp môi chất tại hiện trường.

– Các tổ hợp cũng tỏ ra rất thuận tiện cho việc thay thế sửa chữa bằng cách thay thế từng cụm chi tiết máy hoặc thiết bị hỏng hóc.

Tuỳ theo yêu cầu và điều kiện bao bì, đóng gói, vận chuyển bảo quản, lắp ráp, vận hành... mà người ta chế tạo máy và thiết bị lạnh dưới các dạng tổ hợp sau :

– Tổ máy nén ;

– Tổ máy nén ngưng tụ ;

– Các loại tổ hợp thiết bị ví dụ tổ bay hơi tiết lưu, tổ ngưng tụ tiết lưu bay hơi, tổ bình trung gian và bay hơi...

– Máy và hệ thống lạnh hoàn chỉnh.

Các tổ hợp lạnh được kí hiệu và phân loại theo rất nhiều đặc điểm như :

1. *Kiểu máy nén* : Khi đọc các kí hiệu tổ hợp ta có thể biết được máy nén loại gì được sử dụng trong tổ hợp, ví dụ máy nén pittông, rôto, trục vít hoặc turbin, máy nén kín, nửa kín hoặc hở, máy nén freon hay amoniác, máy nén một hoặc hai cấp, một, hai hay nhiều xilanh, năng suất lạnh nhỏ, trung bình hay lớn, công suất lạnh có điều chỉnh được hay không, phương pháp điều chỉnh là vô cấp hay từng nấc...

2. *Nhiệt độ bay hơi* : Bình thường người ta phân biệt ba cấp nhiệt độ bay hơi khác nhau :

- Nhiệt độ bay hơi thấp từ -40°C đến -25°C ;
- Nhiệt độ bay hơi trung bình từ -25°C đến -10°C ;
- Nhiệt độ bay hơi cao từ -10°C đến $+10^{\circ}\text{C}$.

Các tổ hợp của Nga thường kí hiệu cho nhiệt độ bay hơi thấp với chữ H, trung bình C và cao Π ; các tổ hợp của Anh, Mĩ tương ứng là LBP, MBP và HBP.

3. *Nhiệt độ ngưng tụ* : Thường các tổ hợp được chia ra bốn cấp nhiệt độ ngưng tụ như sau :

- trung bình : 30°C đến 40°C ;
- nhiệt đới ẩm : 45°C đến 50°C ;
- cao : 40°C đến 45°C ;
- nhiệt đới khô : 50°C đến 55°C .

4. *Dạng thiết bị ngưng tụ* : Thường các tổ hợp lạnh chỉ có hai dạng thiết bị ngưng tụ là bình ngưng làm mát bằng nước hoặc dàn ngưng làm mát bằng không khí, không có loại dàn tưới kết hợp nước và không khí.

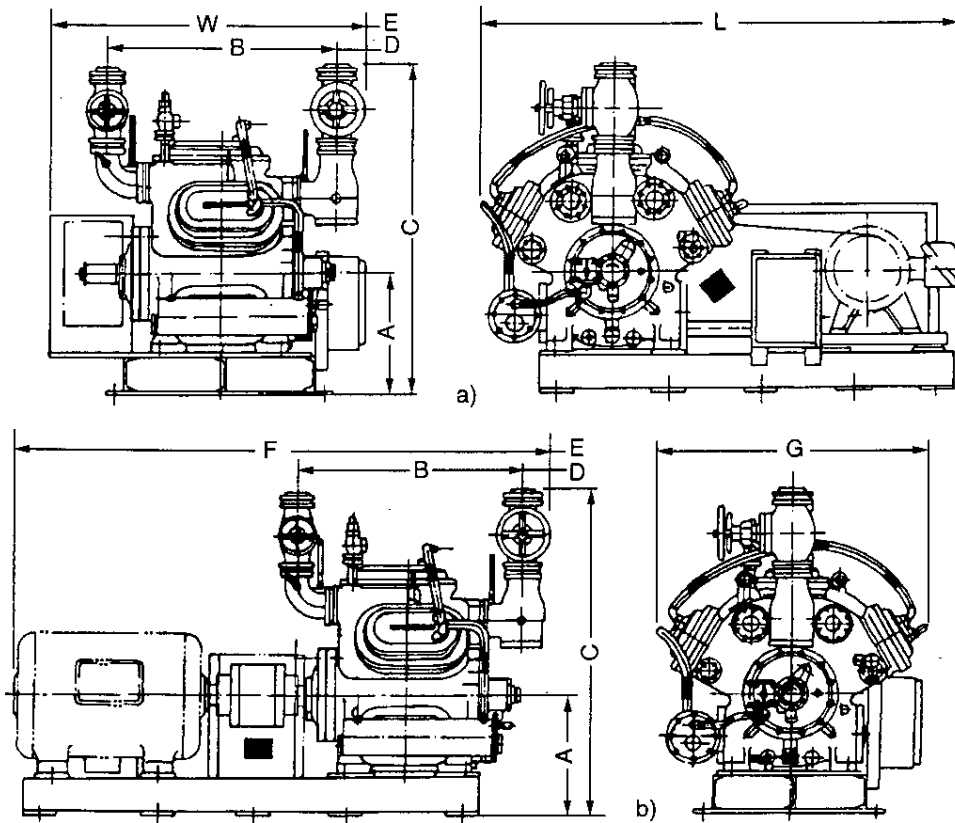
5. *Dạng thiết bị bay hơi* : Thường cũng chỉ có hai dạng thiết bị bay hơi là bình bay hơi làm lạnh chất tải lạnh lỏng và dàn bay hơi làm lạnh không khí. Như vậy, cần biết được các đặc điểm cơ bản như trên của một tổ hợp qua kí hiệu tổ hợp hoặc qua lí lịch máy để có thể sử dụng chúng phù hợp với từng trường hợp ứng dụng cụ thể.

1.2. Tổ máy nén

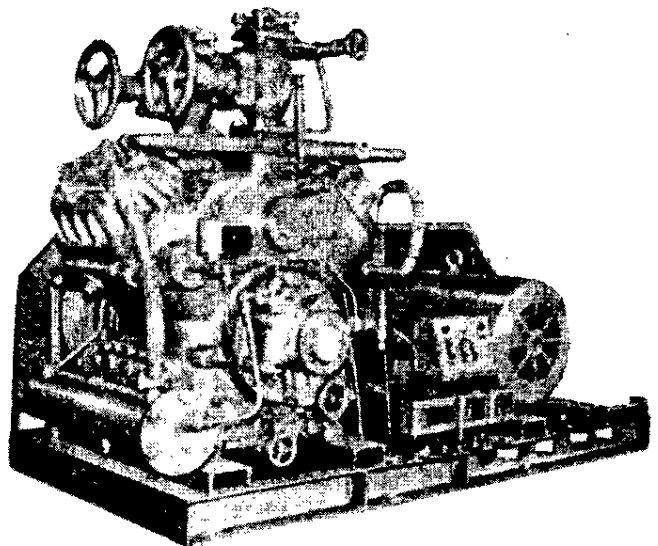
Tổ máy nén là tổ hợp máy nén, động cơ và các thiết bị phụ trợ, ví dụ một van chặn đường hút đối với máy nén một cấp, hai van chặn đường hút đối với máy nén hai cấp ; một van chặn đường đẩy (một cấp) hoặc 2 (hai cấp), bình làm mát dầu, bánh đai hoặc khớp nối, van an toàn (một với một cấp nén và hai với hai cấp nén), các van điện từ để điều chỉnh năng suất lạnh, một nhiệt kế đầu đẩy (hai nhiệt kế cho hai cấp nén), một nhiệt kế đầu hút (hai nhiệt kế đầu hút cho hai cấp nén), hộp điện điều khiển, bộ làm mát dầu máy nén, các thiết bị tự động bảo vệ và báo hiệu như : role áp cao, role áp thấp, role áp suất dầu (role hiệu áp), áp kế phía cao áp, áp kế phía thấp áp, áp kế dầu (các áp kế lắp chung trên một bảng áp kế), bộ sưởi dầu có role nhiệt độ. Trên một số tổ máy nén có lắp cả bình tách dầu với hệ thống van điện từ tự động xả dầu quay trở lại máy nén.

Hình 1-1 mô tả tổ máy nén pittông hở MYCOM (Nhật) một cấp nén, truyền động bằng khớp nối trực tiếp (h. 1-1a) và truyền động đai (h. 1-1b). Động cơ, máy nén và bộ phận truyền động cùng các thiết bị phụ được lắp đặt gọn gàng trên bệ máy hàn bằng thép hình. Trên bệ bố trí các lỗ để bắt chặt vào bulông móng. Bảng 1-1 giới thiệu các kích thước cơ bản của tổ máy nén pittông hở một cấp hiệu MYCOM của Nhật. Bảng 1-2 giới thiệu một số đặc tính kỹ thuật cơ bản của các loại máy nén pittông một và hai cấp hiệu MYCOM của Nhật. Với môi chất lạnh amoniác (R717) năng suất lạnh của tổ máy nén một cấp ở nhiệt độ ngưng tụ 40°C và nhiệt độ bay hơi -10°C từ 28.000kcal/h đến 566.000kcal/h, và năng suất

lạnh của tổ máy nén hai cấp ở nhiệt độ ngưng tụ 40°C và nhiệt độ bay hơi -40°C đạt từ 18.600kcal/h đến 117.900kcal/h. Hình 1-2 giới thiệu hình ảnh tổ máy nén một cấp N4WA của MYCOM.



Hình 1-1 : Tổ máy nén MYCOM pittông hờ, một cấp truyền động khớp trực tiếp (a) và truyền động đai (b). Kích thước cơ bản xem bảng 1-1



Hình 1-2 : Hình ảnh tổ máy nén MYCOM 4NWA

Bảng 1-1 : Kích thước cơ bản của tổ máy nén pittông một cấp, truyền động đai hoặc khớp nối hiệu Mycom

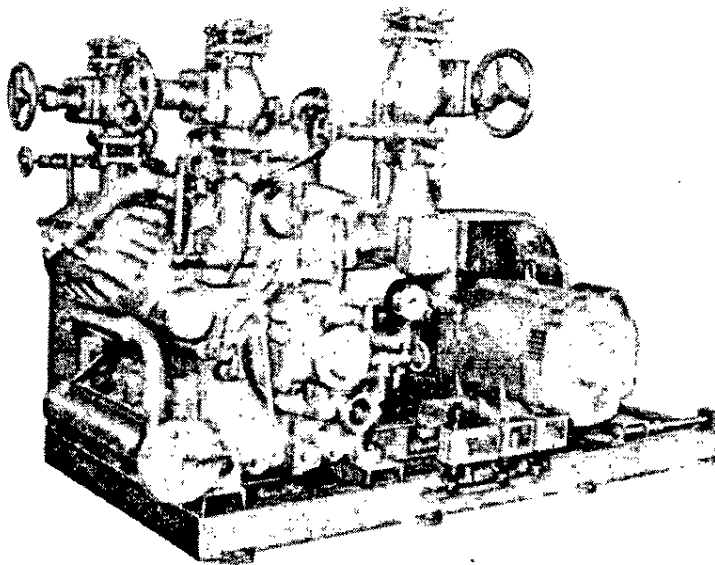
| Kiểu máy | Kích thước mm | | A | B | C | D | | E | F | G | L | W | Bánh đai | | Khối lượng (không kể mô tơ), kg |
|----------|---------------|------|------|------|-----|------------|---------|------|------|------|------|------|----------|------|---------------------------------|
| | Đai | Khớp | | | | Đường kính | Số rãnh | | | | | | | | |
| 2WA | 321 | - | 955 | 432 | - | 533 | - | - | 1475 | 865 | 336 | C×4 | 442 | | |
| 4WA | 451 | 306 | 1165 | 381 | 279 | 635 | 1690 | 965 | 1705 | 1070 | 392 | C×4 | 909 | | |
| 6WA | 451 | 814 | 1220 | 102 | 102 | 635 | 1875 | 1045 | 1765 | 1105 | 392 | C×6 | 1034 | | |
| 8WA | 481 | 824 | 1290 | 114 | 114 | 635 | 1985 | 1055 | 1802 | 1125 | 392 | C×8 | 1181 | | |
| 4WB | 521 | 402 | 1410 | 508 | 318 | 686 | 2085 | 1130 | 2060 | 1400 | 446 | C×10 | 1556 | | |
| 6WB | 541 | 1026 | 1485 | 127 | 127 | 711 | 2340 | 1270 | 2105 | 1400 | 446 | C×10 | 1805 | | |
| 8WB | 540 | 1008 | 1545 | 165 | 140 | 762 | 2415 | 1235 | 2130 | 1405 | 446 | C×10 | 2005 | | |
| 12WB | Đai | 591 | 1613 | 1565 | 127 | 127 | 1829 | 3120 | 1355 | 2235 | 2010 | 446 | C×12 | 3510 | |
| | Khớp | 641 | | 1615 | | | | | | | | - | - | 3242 | |

**Bảng 1-2 : Đặc tính kỹ thuật máy nén pittông hồ Mycom (Nhật) một và hai cấp,
truyền động đai hoặc khớp nối.
Môi chất lạnh R717, R22, R502, R12 và propan**

| Đặc tính | | Máy nén một cấp | | | | | | | | Máy nén hai cấp cấp thấp/cấp cao | | | | | |
|--------------------------------|----------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|----------------------------------|-------------|---------|-------------|-------------|----------|
| | | 2WA* | 4WA | 6WA (J) | 8WA (J) | 4WB | 6WB | 8WB | 12WB | 42WA | 62WA | 42WB | 62WB | 124WB | |
| Số xilanh | | 2 | 4 | 6 | 8 | 4 | 6 | 8 | 12 | 4/2 | 6/2 | 4/2 | 6/2 | 12/4 | |
| Đường kính xilanh, mm | | 95 | | | | 130 | | | | 95 | | 130 | | | |
| Khoảng chạy pittông, mm | | 76 | | | | 100 | | | | 76 | | 100 | | | |
| Tốc độ tối đa, vg/ph. | | 1100 | 1450 | 1450 | 1450 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1450 | 1450 | 1200 | 1200 | 1200 | |
| Thể tích hút m ³ /h | | 71 | 187 | 281 | 374 | 381 | 573 | 764 | 1145 | 187/94 | 281/94 | 381/191 | 573/191 | 1145/381 | |
| Điều chỉnh năng suất lạnh, % | | 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 | |
| Lượng dầu nạp, lít | | 5 | 12 | 14 | 17 | 20 | 25 | 26 | 52 | 14 | 17 | 25 | 26,5 | 55 | |
| Kích thước ống nối | Phía hút | R717 | 1-1/2" (40A) | 2" (50A) | 2-1/2" (65A) | 3" (80A) | 3-1/2" (90A) | 3-1/2" (90A) | 4" (100A) | 5" (125A) | 50A/40A | 65A/40A | 80A/65A | 100A/65A | 125A/80A |
| | | R22 R502 | 1-1/2" (40A) | 2-1/2" (65A) | 3" (80A) | 3-1/2" (90A) | 3-1/2" (90A) | 4" (100A) | 5" (125A) | 5" (125A) | 50A/40A | 65A/40A | 80A/65A | 90A/65A | 125A/80A |
| | Phía đẩy | R717 | 1-1/2" (40A) | 2" (50A) | 2-1/2" (65A) | 2-1/2" (65A) | 3" (80A) | 3" (80A) | 3-1/2" (90A) | 3" (80A)×2 | 50A | 50A | 65A | 65A | 80A |
| | | R22 R502 | 1-1/2" (40A) | 2" (50A) | 2-1/2" (65A) | 2-1/2" (80A) | 3" (80A) | 3" (90A) | 3-1/2" (100A) | 3" (80A)×2 | 40A | 40A | 50A | 50A | 50A×2 |
| Khối lượng, kg | | 370 | (A) 580 (J) 500 | (A) 700 (J) 560 | (A) 820 (J) 650 | 1100 | 1410 | 1750 | 2500 | 720 | 840 | 1440 | 1560 | 3100 | |

* Máy nén amoniác thêm N vào trước ví dụ N2WA ; Máy nén freôn thêm F vào trước thí dụ F2WA.

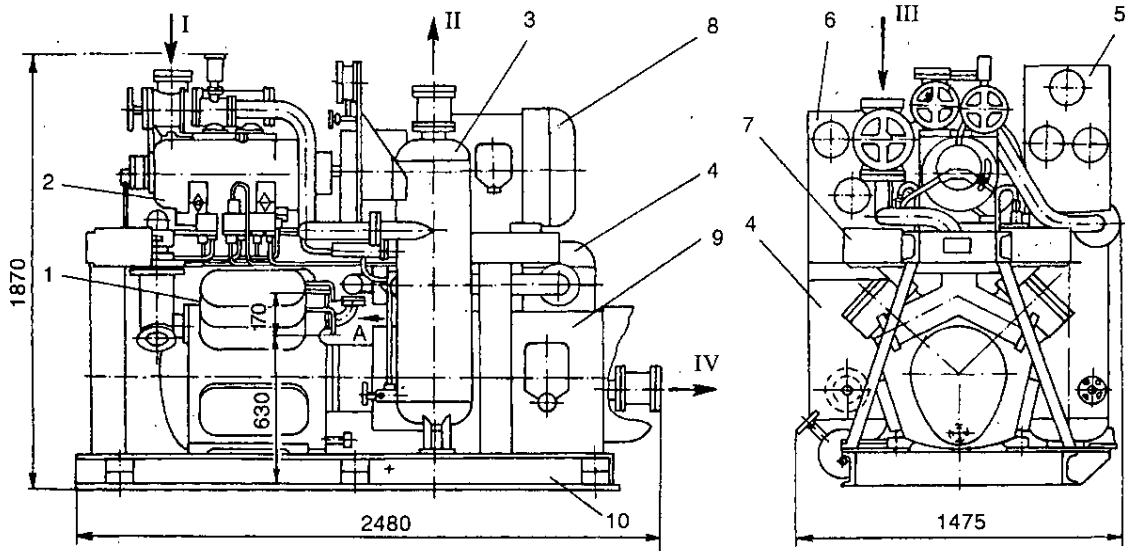
Các tổ máy nén hai cấp thường gồm động cơ và một máy nén có ít nhất 4 xilanh trở lên với các thiết bị phụ lắp đồng bộ trên bộ máy bằng thép hình hàn. Như bảng 1-2 giới thiệu, ví dụ máy nén 62WA có 8 xilanh thì 6 xilanh làm việc ở cấp áp suất thấp còn 2 xilanh làm việc ở cấp áp suất cao. Máy nén 124WB có 16 xilanh thì 12 xilanh áp thấp và 4 xilanh áp cao. Liên Xô (cũ) sản xuất các loại máy nén hai cấp giống như vậy có kí hiệu ДАУ với các con số kèm theo như 50 và 80... chỉ công suất lạnh 50.000 hoặc 80.000kcal/h ở chế độ tiêu chuẩn : nhiệt độ ngưng tụ +35°C và nhiệt độ bay hơi -40°C. Bảng 1-2 giới thiệu đặc tính kỹ thuật của 5 chủng loại tổ máy nén hai cấp MYCOM. Máy nén làm việc với môi chất amôniac thêm chữ N và freon thêm chữ F phía trước, ví dụ N42WA hoặc F42WA. Công suất lạnh của máy có thể tính toán dễ dàng từ thể tích hút áp thấp và áp cao đã cho trong bảng trên hoặc tra trực tiếp từ lí lịch máy hoặc trong tài liệu [10]. Hình 1-3 giới thiệu hình ảnh tổ máy nén hai cấp N42WA. Máy nén có 6 xilanh trong đó 4 xilanh làm việc ở cấp hạ áp, 2 xilanh làm việc ở cấp cao áp. Trên đầu máy bố trí hai van chặn đường hút hạ áp và cao áp, hai van chặn đường đẩy hạ áp và cao áp. Các đường ống hút và van hút được bảo ôn.



Hình 1-3 : Tổ máy nén MYCOM N42WA (hai cấp nén, môi chất amôniac)

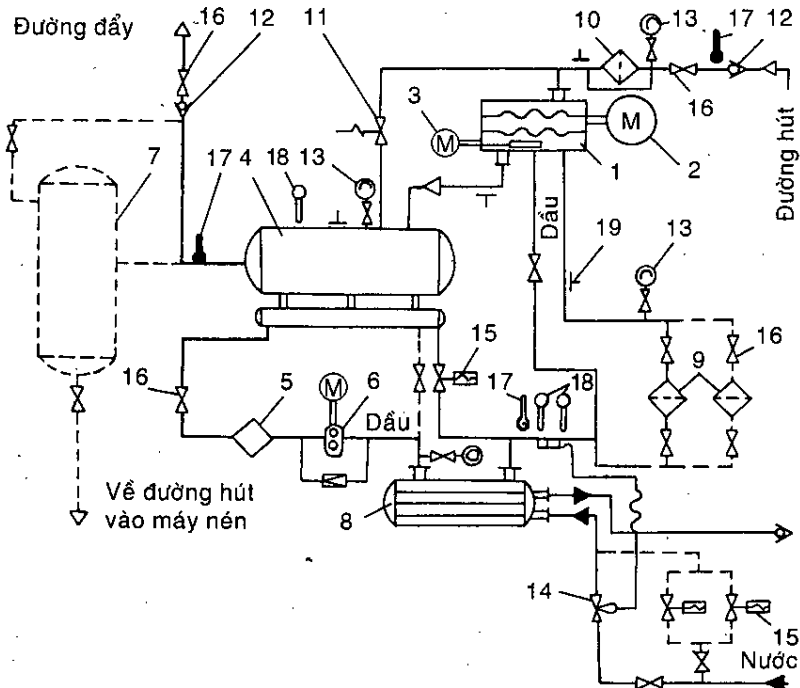
Một số tổ máy nén hai cấp được ghép từ 2 tổ máy một cấp. Tổ máy loại này sẽ có hai máy nén hai động cơ riêng biệt lắp lên cùng một bộ máy với các thiết bị phụ đồng bộ. Hình 1-4 giới thiệu tổ máy nén 2 cấp АД-90 do Liên Xô (cũ) chế tạo.

Tổ máy nén 2 cấp АД-90 gồm máy nén hạ áp ПБ-90 là máy nén rôto kiểu tám trượt và máy nén cao áp П110 là máy nén kiểu pittông. Hai tổ máy nén trên được lắp đồng bộ với các thiết bị phụ ví dụ như bình tách dầu phía cao áp 4 là bình tách dầu đặt đứng có thiết bị hồi dầu tự động về các te máy nén bằng van phao, bảng dụng cụ 5 của máy nén hạ áp, bảng dụng cụ 6 của máy nén cao áp, các dụng cụ điều chỉnh, kiểm tra và tự động điều khiển 7. Động cơ điện 8 và 9 truyền động cho máy nén qua khớp nối trực tiếp. Tất cả được lắp đặt và bố trí gọn gàng lên khung máy 10.



Hình 1-4 : Tổ máy nén 2 cấp АД-90

- I - Cửa hút máy nén rôto РБ-90 (hạ áp) ; II - Đường dẫn vào bình trung gian ;
- III - Cửa hút máy nén П110 (cao áp) ; IV - Cửa dẫn vào bình ngưng
- 1 - Máy nén cao áp П110 ; 2 - Máy nén hạ áp РБ-90 ; 3 - Bình tách dầu áp thấp ;
- 4 - Bình tách dầu áp cao ; 5 - Giá dụng cụ chỉ thị máy áp thấp ; 6 - Giá dụng cụ chỉ thị máy áp cao ;
- 7 - Các dụng cụ điều khiển và kiểm tra ; 8, 9 - Động cơ



Hình 1-5 : Sơ đồ nguyên tắc của tổ máy nén trực vít kiểu tràn dầu

- 1 - Máy nén ; 2 - Động cơ máy nén ; 3 - Động cơ điều chỉnh Q_0 ; 4 - Bình tách dầu ;
- 5 - Phin lọc cặn thô ; 6 - Bơm dầu ; 7 - Bình tách dầu ; 8 - Bình làm mát dầu ; 9 - Phin lọc tinh ;
- 10 - Phin lọc hơi ; 11 - Van khởi động ; 12 - Van I chiều ; 13 - Áp kế ;
- 14 - Van điều chỉnh nước làm mát dầu ; 15 - Van điện từ ; 16 - Van chặn ; 17 - Nhiệt kế ;
- 18 - Role nhiệt ; 19 - Vị trí lấy tín hiệu áp suất cho dụng cụ bảo vệ

Bảng 1-3 : Máy nén và tổ máy nén trực vít do Liên Xô (cũ) sản xuất

| Tổ máy nén trực vít | Năng suất lạnh, kW | | | | | | | Máy nén trực vít | Đường kính ngoài của rôto, mm | Ti số chiều dài trên đường kính ngoài | Thể tích hút li thuyết, m ³ /s |
|-----------------------|-----------------------|------|------------------------|------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---|
| | t _o = 0°C | | t _o = -15 | | t _o = -40°C | t _o = -70°C | t _o = -40°C | | | | |
| | t _k = 40°C | | t _{tg} = 30°C | | t _k = 35°C | t _{kg} = -30°C | t _{tg} = -10°C | | | | |
| | ε _r = 2,6 | | ε _r = 4,0 | | ε _r = 5,0 | ε _r = 2,6 | | | | | |
| R22 | R717 | R22 | R717 | R22 | R22 | R717 | | | | | |
| A350-7-1(0) | 710 | 710 | - | - | - | - | - | BX350-2(7)-1 | 200 | 1,35 | 0,243 |
| A350-7-3(2) | - | - | 444 | 430 | - | - | - | BX350-2(7)-3 | | | |
| A350-2-5 | - | - | - | - | 122 | - | - | BX350-2-5 | | | |
| AH30(130)-2(7)-7 | - | - | - | - | - | 35 | 155 | BX30(130)-2(7)-7 | | | |
| A470-7-1(0) | 950 | 950 | - | - | - | - | - | BX470-2(7)-1 | 250 | 0,9 | 0,365 |
| A470-7-3(2) | - | - | 600 | 570 | - | - | - | BX470-2(7)-3 | | | |
| A470-2-5 | - | - | - | - | 165 | - | - | BX470-2-5 | | | |
| AH45(200)-2(7)-7 | - | - | - | - | - | 52 | 230 | BX45(200)-2(7)-1 | | | |
| A700-2(7)-1(0) | 1420 | 1420 | - | - | - | - | - | BX700-2(7)-1 | 250 | 1,35 | 0,468 |
| A700-2(7)-3(2) | - | - | 890 | 860 | - | - | - | BX700-2(7)-3 | | | |
| A700-2-5 | - | - | - | - | 250 | - | - | BX700-2-5 | | | |
| AH60-(260) | - | - | - | - | - | 70 | 310 | BX60(266)-2(7)-7 | | | |
| A1400-2(7)-1(0) | 2850 | 2850 | - | - | - | - | - | BX1400-2(7)-1 | 315 | 1,35 | 0,972 |
| A1400-2(7)-3(2) | - | - | 1780 | 1720 | - | - | - | BX1400-2(7)-3 | | | |
| A1400-2-5 | - | - | - | - | 500 | - | - | BX1400-2-5 | | | |
| AH120-(520)-2(7)-7(6) | - | - | - | - | - | 140 | 620 | BX120(520)-2(7)-7 | | | |

- Ghi chú :
1. Kí hiệu trong ngoặc dùng cho môi chất amôniac
 2. Bố trí sử dụng tổ máy với cửa hút trung gian

Năng suất lạnh của tổ đạt 110kW (95.000 kcal/h) ở nhiệt độ sôi -40°C và nhiệt độ ngưng tụ $+35^{\circ}\text{C}$. Công suất động cơ hạ áp là 40kW và cao áp là 75kW. Tổ máy nén 2 cấp này dùng để trang bị cho các kho lạnh đông, các máy cấp đông... và do được bố trí rất gọn nên có thể trang bị cho cả các tàu thủy lạnh, nơi yêu cầu về chiếm chỗ rất khắt khe. Chữ A ở đầu kí hiệu tổ máy có nghĩa môi chất lạnh là amôniac.

Một loại tổ máy nén thường gặp nữa là tổ máy nén trục vít hoặc tổ máy nén li tâm... Chúng thường được xuất xưởng dưới dạng tổ hợp vì đi kèm với chúng là một loạt thiết bị đặc chủng. Hình 1-5 giới thiệu sơ đồ nguyên lí của tổ máy nén trục vít kiểu tràn dầu do Liên Xô (cũ) chế tạo. Ngoài máy nén 1, động cơ máy nén 2 còn có một loạt thiết bị phụ trợ đặc chủng như động cơ điều chỉnh công suất lạnh 3, bình tách dầu 4, phin lọc cặn thô 5, bơm phun dầu 6, bình tách dầu 7, bình làm mát dầu 8, phin lọc dầu 9, phin lọc đường hút 10, van khởi động 11, van một chiều 12, áp kế 13, van điều chỉnh nước làm mát dầu 14, van điện từ 15, van chặn 16, nhiệt kế 17, role nhiệt 18 v.v...

Bảng 1-3 giới thiệu đặc tính kỹ thuật cơ bản của các tổ máy nén trục vít do Liên Xô (cũ) chế tạo. Môi chất amôniac và freon R22. Năng suất lạnh từ 410 đến 1680 kW.

Trong kí hiệu của tổ máy nén ta có thể biết một số thông số chính của tổ máy như : năng suất lạnh, môi chất lạnh, phạm vi nhiệt độ sử dụng, khả năng điều chỉnh năng suất lạnh. Ví dụ kí hiệu tổ máy nén trục vít bảng 1-3 mang ý nghĩa như sau :

BX – máy nén trục vít kiểu hở ;

350 – năng suất lạnh là 350 ngàn kcal/h ở điều kiện tiêu chuẩn $t_0 = -15^{\circ}\text{C}$ và $t_k = 30^{\circ}\text{C}$;

2 và 7 tương ứng với môi chất R22 và amoniac R717.

1 ; 2 hoặc 7 : phạm vi nhiệt độ và khả năng điều chỉnh Q_0 (xem bảng 1-4) ;

A – Tổ máy nén ;

AH – Tổ máy nén cho khoảng nhiệt độ thấp.

Bảng 1-4 : Các kí hiệu về phạm vi nhiệt độ và cách điều chỉnh

| Phạm vi nhiệt độ | Điều chỉnh | |
|--|------------|---------|
| | bằng tay | tự động |
| Cao ($t_0 = +10 \dots -10^{\circ}\text{C}$) | 0 | 1 |
| Trung bình ($t_0 = -10 \dots -25^{\circ}\text{C}$) | 2 | 3 |
| Thấp ($t_0 = -25 \dots -45^{\circ}\text{C}$) | 4 | 5 |
| Rất thấp ($t_0 = -45 \dots -85^{\circ}\text{C}$) | 6 | 7 |

Điều kiện làm việc của máy nén trục vít một cấp nén là : áp suất hút tối thiểu 0,05 bar, nhiệt độ hơi hút tối thiểu -40°C , áp suất đẩy tối đa 2,1MPa, hiệu áp tối đa 1,7MPa, tỉ số nén tối đa 17, nhiệt độ cuối tầm nén (nhiệt độ đầu đẩy) tối đa 90°C , nhiệt độ dầu vào máy nén 20 ... 50°C .

Điều kiện làm việc tối ưu : nhiệt độ dầu vào máy nén 30 ... 40°C , nhiệt độ hút 5 ... 15°C của máy nén một cấp.

Điều kiện làm việc của máy nén theo môi chất lạnh và phạm vi nhiệt độ trình bày ở bảng 1-5.

Bảng 1-5 : Điều kiện làm việc theo môi chất lạnh và phạm vi nhiệt độ

| Tổ máy lạnh và thiết bị | Môi chất lạnh | Nhiệt độ ngưng tụ tối đa °C | Nhiệt độ sôi °C | |
|-------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------|------|
| | | | từ | đến |
| 1 cấp, 2 cấp, ghép tầng | R22 | 50 | 10 | -80 |
| 1 cấp, 2 cấp | R717 | 50 | 0 | -65 |
| 1 cấp | R12 | 70 | 10 | -35 |
| 1 cấp, 2 cấp, ghép tầng | R502 | 50 | 10 | -85 |
| 1 cấp, 2 cấp, ghép tầng | R143 | 40 | -15 | -85 |
| 1 cấp, 2 cấp, ghép tầng | R13B1 | 35 | -15 | -95 |
| ghép tầng | R13 | -5 | -60 | -115 |
| ghép tầng | R170 (étan) | -10 | -60 | -100 |

1.3. Tổ máy nén ngưng tụ

Tổ máy nén ngưng tụ là tổ máy nén có lắp thêm thiết bị ngưng tụ hoàn chỉnh với các thiết bị phụ và các thiết bị tự động hoàn chỉnh.

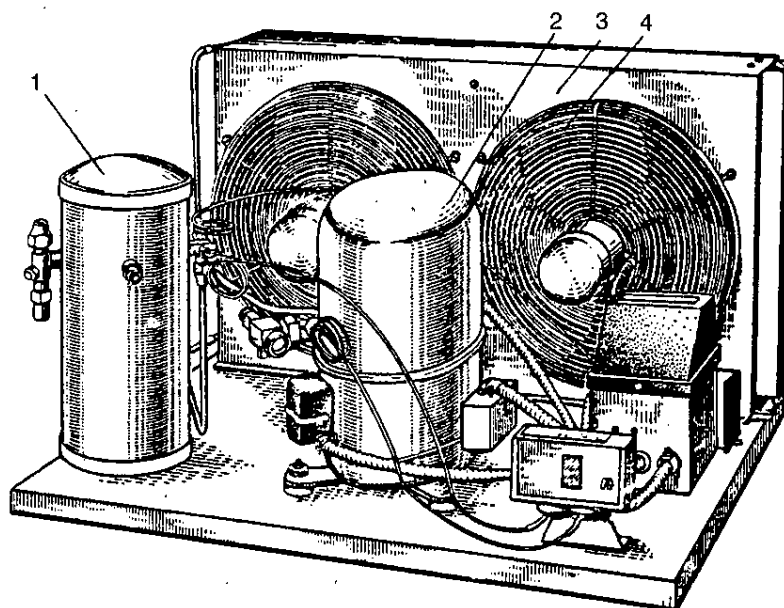
Tổ máy nén được ứng dụng rộng rãi trong việc làm lạnh trực tiếp phòng và trong các trường hợp dàn bay hơi phải đặt xa tổ máy nén ngưng tụ như dàn lạnh của bể làm đá khối, bể làm kem, dàn lạnh đặt trong phòng, trên trần... Nói chung là do công nghệ sản xuất, do thuận tiện về cách bố trí thiết bị mà dàn bay hơi phải nằm độc lập tách riêng khỏi tổ máy nén ngưng tụ.

Tổ máy nén ngưng tụ được chia làm hai loại :

- Tổ máy nén bình ngưng là tổ máy nén với thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước.

- Tổ máy nén dàn ngưng là tổ máy nén với thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí.

Vì bình ngưng có kích thước nhỏ nhưng công suất trao đổi nhiệt lớn nên tổ máy nén bình ngưng có năng suất lạnh đến 500kW mà tổ hợp vẫn rất gọn gàng. Ngược lại vì dàn ngưng làm mát bằng không khí khá công kênh nên năng suất lạnh của tổ

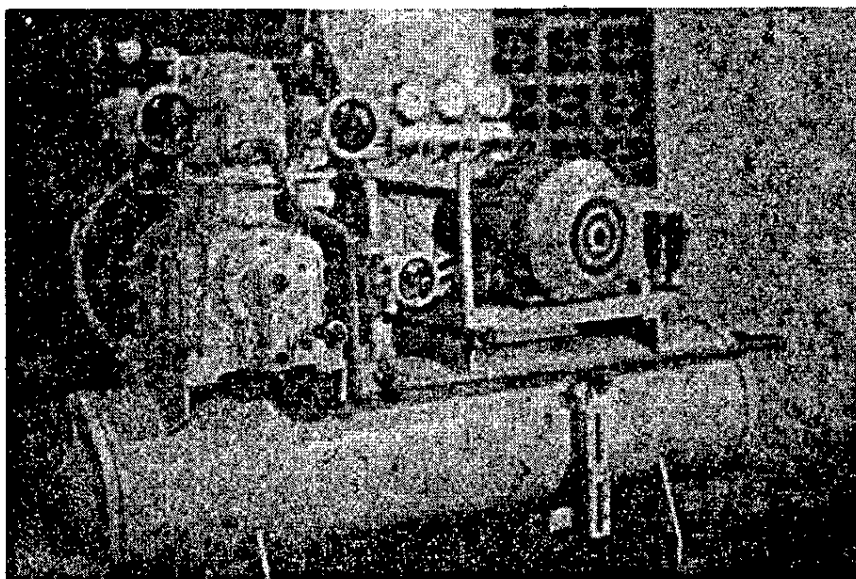


Hình 1-6 : Tổ máy nén dàn ngưng (Mĩ)

1 - Bình chứa ; 2 - Lốc ; 3 - Dàn ngưng ; 4 - Quạt gió.

thường chỉ đạt đến 20kW, ít trường hợp tổ máy nén dàn ngưng có công suất lớn hơn vì khi đó dàn ngưng rất lớn, vận chuyển, lắp đặt khó khăn, việc gắn dàn ngưng vào tổ máy nén là không thuận tiện. Tuy nhiên, ngày nay người ta đã chế tạo những tổ máy nén dàn ngưng có năng suất lạnh đến hàng trăm kW dùng cho các mục đích khác nhau, đặc biệt dùng cho điều tiết không khí ở các vùng thiếu nước làm mát.

Hình 1-6 giới thiệu một tổ máy nén dàn ngưng có máy nén kín, dàn ngưng có 2 quạt gió 4, bình chứa hình trụ đứng có van chặn đầu đẩy và đầu hút. Tổ máy nén dàn ngưng được trang bị đầy đủ các dụng cụ tự động điều khiển và bảo vệ như role áp suất, role khởi động, tụ ngâm và tụ kích...



Hình 1-7 : Tổ hợp máy nén bình ngưng 2AT125 của Công ty Chế tạo Thiết bị lạnh Long Biên – Hà Nội

Hình 1-7 giới thiệu tổ máy nén bình ngưng 2AT125 của Công ty Chế tạo Thiết bị lạnh Long Biên – Hà Nội. Cũng như các tổ máy nén bình ngưng khác, bình ngưng là loại ống chùm nằm ngang. Máy nén và động cơ được lắp đặt trực tiếp ngay trên bình ngưng. Bình ngưng được trang bị đầy đủ các loại thiết bị như thiết bị điều chỉnh nước làm mát, van an toàn, áp kế, ống thủy (mức lỏng kế) cũng như các nhiệt kế kiểm tra nước vào và ra.

1.4. Tổ máy nén bay hơi

Tổ máy nén bay hơi là tổ máy nén lắp thêm thiết bị bay hơi hoàn chỉnh với các thiết bị tự động và thiết bị phụ.

Trong các máy lạnh dùng để làm lạnh nước hoặc làm lạnh chất lỏng bằng bình bốc hơi ống chùm nhưng do tính toán tối ưu về kinh tế người ta thấy rằng dàn ngưng tưới hoặc dàn ngưng không khí có hiệu quả kinh tế lớn hơn thì khi đó bình bay hơi được tổ hợp với tổ máy nén còn dàn ngưng được lắp đặt ngoài trời tách biệt khỏi tổ máy nén bay hơi.

Đó là một giải pháp tổ hợp máy lạnh hay được ứng dụng đối với các máy sản xuất nước lạnh cỡ trung và lớn. Có một số máy điều hoà hai cục cỡ trung được bố trí thiết bị theo kiểu tổ máy nén bay hơi. Cục ngoài trời chỉ có dàn ngưng làm mát bằng không khí đặt trên trần nhà hoặc để ở ngoài trời. Cục trong nhà gồm có tổ máy nén và dàn bay hơi.

1.5. Các tổ hợp thiết bị

Các máy lạnh hiện đại cỡ lớn, do điều kiện chuyên chở và vận chuyển khó khăn hoặc do yêu cầu đặc biệt trong sử dụng vận hành bảo dưỡng sửa chữa người ta có thể phân ra các cụm thiết bị khác nhau như : cụm ngưng tụ – tiết lưu – bay hơi, cụm tiết lưu – bay hơi, cụm bình trung gian, cụm ngưng tụ, bình chứa v.v.

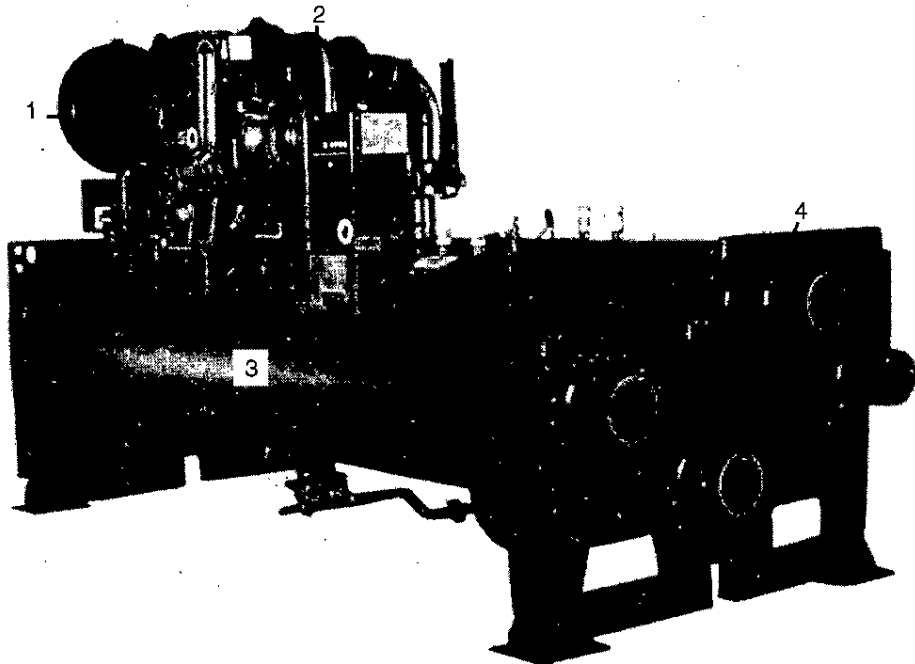
1.6. Các tổ hợp lạnh hoàn chỉnh

Yêu cầu tiện nghi cao nhất như đã giới thiệu là tổ hợp lạnh hoàn chỉnh đã được lắp thành một khối chỉ cần một số thao tác đơn giản là có thể cung cấp lạnh. Đây là dạng hoàn chỉnh và hiện đại nhất của tổ hợp lạnh.

Đại diện tiêu biểu cho các tổ hợp lạnh hoàn chỉnh là tủ lạnh gia đình và máy điều hoà nhiệt độ cửa sổ một cục. Chỉ cần một vài hướng dẫn đơn giản là người tiêu dùng lạnh có thể lắp đặt vận hành chúng một cách dễ dàng. Độ tin cậy, tuổi thọ của chúng lại rất cao vì tất cả các thao tác lắp ráp, thử kín, sấy khô, nạp môi chất, nạp dầu, chạy thử được thực hiện ngay trong xưởng chuyên dụng với các thiết bị hiện đại.

Thiết bị lạnh càng lớn càng gây nhiều khó khăn trong việc tổ hợp hoàn chỉnh chúng vì kích thước càng lớn càng khó vận chuyển và lắp đặt.

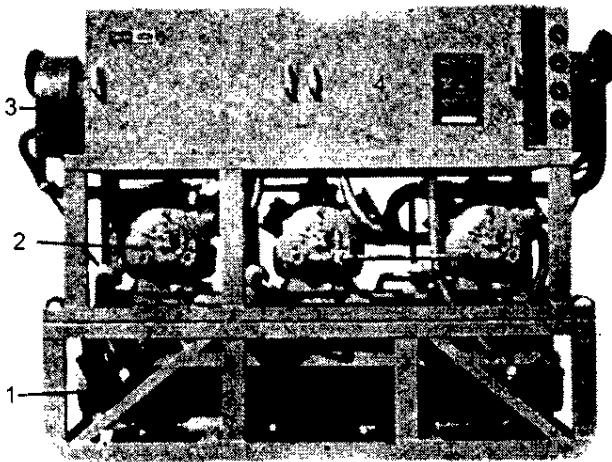
Tuy nhiên, do tiến bộ của khoa học kỹ thuật lạnh, máy và thiết bị ngày càng gọn nhẹ, tiêu tốn kim loại trên một đơn vị lạnh càng ngày càng bé, các thiết bị phụ và thiết bị tự động ngày càng hiệu quả và giảm dần kích thước nên càng ngày thiết bị lạnh càng được chế tạo dưới dạng tổ hợp hoàn chỉnh, tạo điều kiện hết sức thuận lợi cho người sử dụng lạnh cả về diện tích lắp đặt cũng như công việc lắp đặt vận hành bảo dưỡng và sửa chữa.



Hình 1-8 : Máy sản xuất nước lạnh, bình ngưng làm mát bằng nước, máy nén kiểu li tâm 19XL của hãng CARRIER (Mĩ).
1 – Động cơ ; 2 – Máy nén ; 3 – Bình bay hơi ; 4 – Bình ngưng tụ ; 5 – Tủ điện

Theo phương pháp tổ hợp có thể chia ra hai loại chính là có khung bệ và không có khung bệ. Trong tổ hợp không có khung bệ, bình ngưng và bình bay hơi thường được bố trí phía dưới và có chân đỡ. Trên đó bố trí tất cả các thiết bị còn lại như máy nén, động cơ, các thiết bị phụ, tủ điện các hộp dụng cụ điều khiển điều chỉnh báo hiệu và bảo vệ tự động. Hình 1-8 giới thiệu tổ hợp hoàn chỉnh : máy sản xuất nước lạnh bình ngưng làm mát bằng nước sử dụng máy nén li tâm kiểu 19XL công suất lạnh từ 600.000kcal/h đến 3.600.000kcal/h của hãng CARRIER (Mĩ). Để tiết kiệm diện tích hơn nữa một số tổ hợp bố trí bình ngưng phía dưới có chân đỡ sau đó đến máy nén động cơ và cuối cùng là bình bay hơi phía trên cùng. Tất cả các thiết bị khác bố trí vào khoảng giữa hai bình và đều quay ra một phía để có thể vận hành máy từ một phía, phía kia có thể kê gắn sát vào tường.

Trong các tổ hợp có khung bệ, toàn bộ thiết bị được bố trí vào trong khung bệ. Tuy nhiên để tiết kiệm diện tích và đạt độ gọn gàng cao, bình ngưng cũng được bố trí phía dưới, máy nén động cơ và các thiết bị phụ ở giữa và trên cùng là bình bay hơi theo kiểu xếp chồng lên nhau và các thiết bị cũng được bố trí sao cho có thể vận hành tất cả các thiết bị một cách dễ dàng từ một phía của tổ hợp. Phía kia có thể kê sát vào tường, hoặc chỉ để một khoảng đủ rộng theo quy tắc an toàn vận hành máy quy định. Hình 1-9 giới thiệu tổ hợp hoàn chỉnh. Máy sản xuất nước lạnh, bình ngưng làm mát bằng nước, máy nén pittông kiểu 30H của hãng CARRIER (Mĩ) năng suất lạnh từ 40.000kcal/h đến 1.000.000kcal/h.



Hình 1-9 : Máy sản xuất nước lạnh, bình ngưng làm mát bằng nước, máy nén pittông kiểu 30H, công suất lạnh từ 40.000 kcal/h đến 1.000.000kcal/h.
1 - Bình ngưng ; 2 - Cụm 3 máy nén pittông nửa kín ;
3 - Bình bay hơi ; 4 - Tủ điện điều khiển

Các máy sản xuất nước lạnh này phần lớn sử dụng cho hệ thống điều tiết không khí. Khi lắp đặt người ta chỉ cần nối đường nước giải nhiệt cho bình ngưng tụ và nối đường nước lạnh của hệ thống nước lạnh của phòng điều không với bình bay hơi, là có thể đưa máy vào vận hành.

Ngoài các loại máy đặc chủng cần có sự tổ hợp hoàn chỉnh cao, việc tổ hợp hoá bị lôi cuốn cả vào các loại máy lạnh hai cấp, máy lạnh ghép tầng hiện đại, năng suất lớn tạo nhiệt độ rất thấp. Sự lựa chọn hợp lí các bước tổ hợp kết hợp với việc tính toán kinh tế, kỹ thuật có thể đưa đến sự thuận lợi và tiện nghi trong việc vận chuyển, lắp đặt vận hành, sửa chữa và bảo dưỡng.

TÀI LIỆU KỸ THUẬT MIỄN PHÍ

Chương 2

KHO LẠNH

2.1. Đại cương

Kho lạnh là các kho có cấu tạo và kiến trúc đặc biệt dùng để bảo quản các sản phẩm và hàng hoá khác nhau ở điều kiện nhiệt độ lạnh và điều kiện không khí thích hợp. Do không khí trong buồng lạnh có tính chất khác xa không khí ngoài trời nên kết cấu xây dựng, cách nhiệt, cách ẩm của kho lạnh và kho lạnh đông có những yêu cầu đặc biệt nhằm bảo vệ hàng hoá bảo quản và kết cấu công trình khỏi hư hỏng do các điều kiện khí hậu bên ngoài. Cũng vì các lí do đó, kho lạnh khác biệt hẳn với các công trình xây dựng khác.

Kho lạnh đầu tiên được xây dựng ở Mĩ năm 1890. Qua hơn 100 năm phát triển, ngày nay kho lạnh các chủng loại khác nhau đã được xây dựng khắp nơi, đóng góp một phần không nhỏ vào việc bảo quản, dự trữ và phân phối lương thực thực phẩm một cách có hiệu quả trên phạm vi toàn thế giới, đồng thời hỗ trợ cho nhiều ngành kinh tế khác phát triển.

Ở Việt Nam, các kho lạnh đầu tiên được xây dựng vào các năm 60 với dung tích 100 đến 500 tấn. Vào các năm 80, một loạt các kho lạnh khác được xây dựng, dung tích có kho tới 1000 tấn. Nhưng do đặc điểm kinh tế bao cấp, các kho lạnh đó chưa phát huy được hiệu quả cao.

Với đặc điểm địa lí : nằm trải dài theo bờ biển và đặc điểm khí hậu : nóng ẩm nhiệt đới, có tiềm năng lớn về kinh tế biển và nông lâm nghiệp, chắc chắn nước ta sẽ xây dựng và phát triển nhiều kho lạnh để phục vụ cho xuất khẩu, bảo quản, phân phối, và tiêu dùng lương thực, thực phẩm rau hoa quả trong nước.

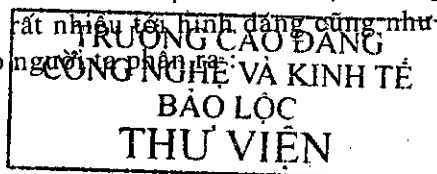
Việc thiết kế kho lạnh phải đạt được các yêu cầu cơ bản sau :

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

Với các yêu cầu cơ bản trên, chúng ta cần xây dựng được các tiêu chuẩn và đưa ra các phương án thiết kế phù hợp với hoàn cảnh Việt Nam.

2.2. Phân loại kho lạnh

Dung tích và công dụng của các kho lạnh và kho lạnh đông rất khác nhau. Dung tích và mục đích sử dụng ảnh hưởng rất nhiều tới hình dáng cũng như thiết kế mặt bằng cụ thể của kho. Theo công dụng của kho người ta phân ra:



1. Kho lạnh chế biến : là một bộ phận của cơ sở chế biến lạnh các loại thực phẩm như thịt, cá, sữa, rau, hoa, quả... Các sản phẩm được chế biến và bảo quản tạm thời ở xí nghiệp sau đó được chuyển đến các kho lạnh phân phối, trung chuyển, thương nghiệp hoặc xuất khẩu. Chúng là mắt xích đầu tiên của dây chuyền lạnh, dung tích không lớn.

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

Phần lớn các sản phẩm được kết đông hoặc gia lạnh ở xí nghiệp chế biến ở nơi khác rồi đưa đến đây bảo quản. Một phần nhỏ có thể được gia lạnh và kết đông tại chỗ. Thời hạn bảo quản tương đối dài 3 ÷ 6 tháng, dung tích của kho thường rất lớn tới 10, 15 ngàn tấn đặc biệt có thể tới 35 ngàn tấn.

Kho lạnh chuyên dùng để bảo quản một loại mặt hàng và kho lạnh vạn năng để bảo quản nhiều mặt hàng.

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

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

4. Kho lạnh thương nghiệp : dùng để bảo quản ngắn hạn thực phẩm sắp đưa ra tiêu thụ ở thị trường. Nguồn hàng chủ yếu là từ kho lạnh phân phối. Kho lạnh thương nghiệp được chia ra 2 loại theo dung tích : Cỡ lớn từ 10 đến 150t dùng cho các trung tâm công nghiệp, thị xã... ; cỡ nhỏ đến 10t dùng cho các cửa hàng, quầy hàng, khách sạn... Thời gian bảo quản khoảng 20 ngày.

5. Kho lạnh vận tải : thực tế là các ô tô, tàu hoả và tàu thuỷ lạnh dùng để chuyên chở, vận tải các sản phẩm bảo quản lạnh.

6. Kho lạnh sinh hoạt : thực chất là các tủ lạnh, tủ đông các loại sử dụng tại gia đình. Chúng được coi là mắt xích cuối cùng của dây chuyền lạnh, dùng để bảo quản thực phẩm trong vòng một tuần lễ.

2.3. Phân loại phòng lạnh

Kho lạnh thường có nhiều phòng với các chế độ nhiệt độ khác nhau để bảo quản các sản phẩm khác nhau. Ngay trong tủ lạnh gia đình cũng có 3 ngăn riêng với ba chế độ nhiệt độ : ngăn đông (nhiệt độ $-6, -12$ hoặc -18°C) để bảo quản đông ; ngăn lạnh (nhiệt độ $0 \div 5^{\circ}\text{C}$) để bảo quản lạnh và ngăn rau quả (nhiệt độ $7 \div 10^{\circ}\text{C}$) để bảo quản rau quả tươi. Sau đây là đặc trưng các loại phòng lạnh khác nhau có thể có trong kho lạnh.

1. Phòng bảo quản lạnh (0°C) : thường có nhiệt độ $-1,5$ đến 0°C độ ẩm $90 \div 95\%$. Các sản phẩm bảo quản như thịt, cá... được xếp trong bao bì và đặt lên giá trong phòng lạnh. Dàn lạnh là loại dàn tĩnh hoặc dàn quạt.

2. Phòng bảo quản đông (-18°C) : dùng để bảo quản các loại thịt, cá, rau, quả... đã được kết đông, nhiệt độ -18 đến -20°C nhiều khi đến -23°C theo yêu cầu đặc biệt ; độ ẩm $80 \div 95\%$. Dàn lạnh có thể là dàn tĩnh hoặc dàn quạt.

3. Phòng đa năng (-12°C) : được thiết kế cho nhiệt độ -12°C nhưng khi cần có thể đưa lên 0°C để bảo quản lạnh hoặc đưa xuống -18°C để bảo quản đông. Có thể dùng phòng đa năng gia lạnh cho sản phẩm. Dàn lạnh có thể là dàn tĩnh hoặc dàn quạt.

4. Phòng gia lạnh (0°C) : dùng để gia lạnh (làm lạnh) sản phẩm từ nhiệt độ môi trường xuống đến nhiệt độ bảo quản lạnh cần thiết hoặc để gia lạnh sơ bộ cho các sản phẩm đông, kết đông theo phương pháp hai pha.

Tùy theo yêu cầu có thể hạ nhiệt độ phòng gia lạnh xuống đến -5°C hoặc nâng nhiệt độ lên trên 0°C theo yêu cầu công nghệ lạnh. Dàn lạnh thường là loại dàn quạt để tăng cường trao đổi nhiệt, tăng tốc độ gia lạnh cho sản phẩm.

5. Phòng kết đông (-35°C) : dùng để kết đông các sản phẩm bảo quản như cá, thịt... Kết đông một pha nhiệt độ sản phẩm vào là 37°C , hai pha là 4°C . Sản phẩm ra có nhiệt độ bề mặt từ -12 đến -18°C , nhiệt độ tâm phải đạt -8°C .

Do có nhiều ưu điểm hơn, kết đông một pha ngày nay được sử dụng nhiều hơn. Phòng kết đông thường có dạng tunnel, nhiệt độ không khí đạt -35°C , tốc độ $1 \div 2 \text{ m/s}$; có khi $3 \div 5 \text{ m/s}$. Thịt được đặt trên giá hay treo trên xe đẩy và được kết đông theo từng mẻ.

Ngoài phòng kết đông, ngày nay người ta còn sử dụng rộng rãi các loại máy kết đông thực phẩm ví dụ máy kết đông tiếp xúc, băng chuyên, kiểu tấm, kiểu tầng sôi, kiểu nhúng chìm... có tốc độ kết đông nhanh và cực nhanh, đảm bảo chất lượng cao của thực phẩm.

6. Phòng chất tải và tháo tải (0°C) : có nhiệt độ không khí khoảng 0°C phục vụ cho các buồng kết đông và gia lạnh.

7. Phòng bảo quản nước đá (-4°C) : có nhiệt độ -4°C đi kèm bể sản xuất nước đá khối. Dung tích phòng tùy theo yêu cầu có thể trữ được từ 2 đến 5 lần (đặc biệt đến 30 lần) năng suất ngày đêm của bể đá. Dàn lạnh thường là loại treo trần tĩnh.

8. Phòng chế biến lạnh ($+15^{\circ}\text{C}$) : dùng trong các xí nghiệp chế biến lạnh thực phẩm có công nhân làm việc liên tục bên trong. Nhiệt độ tùy theo công nghệ chế biến có thể từ 10 đến 18°C .

Ngoài ra kho lạnh còn có thể có các phòng tiếp nhận phân loại và phân phối sản phẩm bảo quản, phòng phụ bảo quản các sản phẩm kém phẩm chất, phòng phụ cho phương tiện bốc xếp cơ khí khi đi vào thang máy, các hành lang giữa các phòng lạnh và các hành lang trong phòng lạnh. Các phòng này có thể có nhiệt độ từ 0°C đến nhiệt độ môi trường tùy theo vị trí của phòng:

2.4. Dung tích và tiêu chuẩn chất tải

Để đánh giá độ lớn của một kho lạnh người ta có thể dùng các tiêu chuẩn khác nhau :

– Đối với tủ lạnh, phòng lạnh lắp ghép thường tính theo lít và mét khối (m^3) thể tích hữu ích.

– Đối với kho lạnh lớn một số nơi dùng đơn vị là tấn sản phẩm bảo quản đồng thời trong kho ví dụ kho lạnh 2000t thịt lợn, kho lạnh 750t rau quả ; kho lạnh 1500t cá ; Có một số nơi dùng đơn vị là m^2 diện tích bảo quản lạnh hữu ích : kho lạnh 15.000m^2 hoặc 20.000m^2 .

Tuy nhiên khi nói kho lạnh 1000t ta khó tính được diện tích hoặc thể tích tổng thể các phòng vì đối với 1000t mỡ chỉ cần 1250m^3 nhưng đối với 1000t thịt cừu phải cần đến 3572m^3 vì tiêu chuẩn chất tải của mỡ chỉ có $0,8\text{t}/\text{m}^3$ nhưng của thịt cừu là $0,28\text{t}/\text{m}^3$.

Ở Mĩ và các nước phương tây, ngoài các kho lạnh chuyên dùng, các kho lạnh đa năng phần lớn dùng để cho thuê do đó người ta thường sử dụng đơn vị diện tích phòng lạnh là m² với chiều cao phòng thông thường từ 3,5 đến 3,8m. Khối lượng tải (t) có thể chất được phụ thuộc vào mật hàng và do người thuê tự tính lấy.

Bảng 2-1 giới thiệu tiêu chuẩn chất tải và hệ số thể tích của một số sản phẩm bảo quản lạnh và bảo quản đông.

Bảng 2-1 : Tiêu chuẩn chất tải và hệ số thể tích của một số sản phẩm bảo quản lạnh và lạnh đông (Chú ý : Tiêu chuẩn chất tải là khối lượng không bì nếu sản phẩm không bao bì và là khối lượng cả bì nếu sản phẩm có bao bì)

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

2.5. Xác định kích thước và số lượng phòng lạnh

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

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

E – dung tích kho lạnh, t ;

V – thể tích kho lạnh, m^3 ;

m_v – định mức chất tải theo thể tích, t/m^3 (tra bảng 2-1)

Như vậy chỉ cần biết thêm một thông số dung tích hoặc thể tích ta tính được thông số còn lại.

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

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

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

3. Tải trọng của nền và của trần được tính theo định mức chất tải và chiều cao tải của nền và giá treo cố định vào trần

$$m_F = m_v \cdot h \quad (2-3)$$

m_F – định mức chất tải theo diện tích, t/m^2 .

4. Xác định diện tích lạnh cần xây dựng (diện tích tổng thể)

$$F_1 = \frac{F}{\beta_F} \quad (2-4)$$

F_1 – diện tích lạnh tổng thể cần thiết, m^2 ;

β_F – hệ số sử dụng diện tích của các phòng lạnh. β_F là tỉ số giữa diện tích lạnh hữu ích trên diện tích tổng thể của phòng gồm cả đường đi lại bốc xếp hàng hoá, khoảng cách giữa các lô hàng, cột và các diện tích lắp đặt thiết bị như dàn quạt... β_F lấy theo bảng 2-2. Diện tích phòng càng rộng β_F càng lớn.

Bảng 2-2 : Hệ số sử dụng diện tích theo diện tích phòng lạnh

| Diện tích phòng lạnh, m^2 | β_F |
|-----------------------------|-------------|
| Đến 20 | 0,50 ÷ 0,60 |
| Từ 20 đến 100 | 0,70 ÷ 0,75 |
| Từ 100 đến 400 | 0,75 ÷ 0,80 |
| Từ 400 trở lên | 0,80 ÷ 0,85 |

5. Số lượng phòng

$$z = \frac{F_1}{f} \quad (2-5)$$

f – diện tích phòng lạnh quy chuẩn xác định qua các hàng cột kho, m^2 . Các hàng cột có khẩu độ 6m do đó diện tích quy chuẩn có thể là 36, 72, 108 m^2 ...

Để có z là số nguyên, diện tích phòng có thể lớn hơn 10 đến 15% so với diện tích lạnh cần thiết và dung tích thực tế cũng lớn hơn.

Ngoài việc tính toán các phòng lạnh, phòng đông, cần phải dự trù tính toán các buồng chất tải, tháo tải, kiểm nghiệm sản phẩm, phòng chứa phế phẩm, hành lang... sao cho hợp lý với công nghệ sản xuất và tối ưu về kinh tế xây dựng và vận hành.

2.6. Quy hoạch mặt bằng kho lạnh

2.6.1. Yêu cầu chung

Quy hoạch mặt bằng kho lạnh là bố trí các nơi sản xuất, xử lý, bảo quản lạnh và những nơi phụ trợ phù hợp với dây chuyền công nghệ, tối ưu kinh tế về xây dựng vận hành và sử dụng kho lạnh. Khi quy hoạch mặt bằng kho lạnh cần lưu ý một số yêu cầu sau :

1. Kho lạnh cần phải nằm cạnh các đường giao thông sắt bộ và nếu cần cả đường thủy. Các kho lạnh bến cảng cần phải có cầu cảng để bốc xếp hàng trực tiếp xuống tàu hoặc từ tàu vào kho lạnh.

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

3. Quy hoạch phải đạt chi phí đầu tư là nhỏ nhất. Cần sử dụng tối đa 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. Phải đảm bảo sự vận hành tiện lợi và rẻ tiền.

– Đảm bảo lối đi và đường vận chuyển thuận lợi cho việc bốc xếp thủ công hoặc cơ giới đã thiết kế.

– Chiều rộng kho lạnh nhiều tầng thường không quá 40m.

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

– Chiều dài kho lạnh có hiên bốc xếp tàu hoả nên chọn chứa được 5 toa tàu lạnh cùng bốc xếp một lúc.

– Chiều rộng hiên bốc dỡ tàu hoả và ô tô có chiều rộng từ 6 ÷ 7,5m.

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

– Kho lạnh dung tích tới 600t thường không bố trí đường sắt, chỉ có hiên ô tô dọc theo chiều dài kho đảm bảo mọi phương thức bốc dỡ.

– Để giảm tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che, giảm vật liệu cách nhiệt cần thiết, các phòng có cùng chế độ nhiệt độ được nhóm thành một khối.

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

6. Đảm bảo kỹ thuật an toàn phòng cháy, chữa cháy.

7. Khi quy hoạch luôn luôn phải tính đến khả năng mở rộng kho lạnh. Phải để lại một mặt nút tường để mở rộng kho.

2.6.2. Dung tích và ứng dụng của kho lạnh

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

Để đạt được hiệu quả kinh tế, giới hạn nhỏ nhất của một kho lạnh cho thuê có diện tích khoảng $2000m^2$, giới hạn lớn nhất là không hạn chế. Trung bình các kho lạnh cho thuê có diện tích 5000 đến $10000m^2$.

Các kho lạnh chuyên dùng có những quan điểm riêng về hiệu quả kinh tế nên cũng không có giới hạn về diện tích.

2.6.3. Tính toán kinh tế

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

2.6.4. Chọn mặt bằng xây dựng

Khi chọn mặt bằng xây dựng ngoài các yêu cầu chung như đã nêu ở mục 2.6.1 cần chú ý đến nền móng kho lạnh phải vững chắc bởi vậy cần phải tiến hành khảo sát nền móng và mực nước... Việc gia cố nền móng nhiều khi dẫn tới việc tăng đáng kể vốn đầu tư xây dựng. Đặc biệt các kho lạnh ở bến cảng có thể cần đóng cọc và xử lý nền móng. Ở các vùng khai thác mỏ, việc khai thác có thể dẫn tới các hư hỏng về nền móng, sụt lở đất đai. Các xử lý ổn định nền móng nhiều khi rất tốn kém.

Nếu mực nước quá lớn, các nền móng và công trình phải có biện pháp chống thấm ẩm.

Do nhiệt thải ở thiết bị ngưng tụ của một kho lạnh là rất lớn nên ngay từ khi thiết kế cần phải tính đến nguồn nước. Có thể lấy nước thành phố nhưng nếu có khả năng tự khai thác là tốt nhất, như vậy sẽ chủ động hơn nhiều. Cần phải khoan và bơm thử các giếng khoan, xác định chất lượng nước, trữ lượng nước và khả năng khai thác tại chỗ. Ở Miền Bắc Việt Nam nước khai thác ở các giếng khoan vào mùa hè có nhiệt độ trung bình $24^{\circ}C$ rất thuận lợi cho bình ngưng. So với nước tuần hoàn có nhiệt độ $32 \div 33^{\circ}C$ thậm chí có hôm tới $37 \div 38^{\circ}C$, nước giếng làm năng suất lạnh tăng tới 20% và tiêu tốn điện năng cũng giảm. Việc thoát nước cũng cần được dự tính. Có thể thoát ra kênh, mương hoặc sông ngòi:

Quan trọng tương tự là việc cung cấp điện đến công trình, giá điện và giá xây lắp công trình điện. Điện và nước là các hạng mục ảnh hưởng lớn đến vốn đầu tư xây dựng nên cần được quan tâm thích đáng khi chọn mặt bằng xây dựng.

Diện tích mặt bằng không quan trọng lắm đối với kho lạnh nhiều tầng. Các kho lạnh đều cần một sân rộng cho xe tải đi lại bốc dỡ hàng, đảm bảo được việc bốc dỡ hàng với khối lượng cao nhất đồng thời đảm bảo các mặt hàng đông lạnh không bị ảnh hưởng bởi thời tiết bên ngoài trong quá trình bốc xếp. Dọc theo chiều dài kho cần có hiên tầu hoả và hiên ôtô sao cho cùng một lúc có thể bốc xếp nhiều toa tầu và ôtô. Đối với kho lạnh bến cảng cần phải có cầu cảng của kho để có thể trực tiếp bốc xếp từ tầu vào kho.

Việc mở rộng kho lạnh cũng phải được dự trù. Có thể mở rộng theo cách xây thêm tầng hoặc nới rộng mặt bằng. Nếu xây thêm tầng thì phải gia cố móng trước. Việc đó làm cho vốn xây dựng ban đầu tăng thêm do đó thường người ta chọn phương án nới rộng mặt bằng nên diện tích mặt bằng phải đủ rộng.

Ngoài ra cần dự tính mặt bằng cho nhà đặt máy, nhà hành chính, khu nhà ở cho công nhân, gara, xưởng sửa chữa... Vì vậy, tùy theo cỡ cửa kho lạnh và ý định phát triển mở rộng mỗi kho lạnh cần một diện tích mặt bằng từ 5000 đến 10000m² hoặc hơn nữa.

2.6.5. Xưởng nước đá kèm theo

Sản xuất nước đá là công việc liên quan chặt chẽ đến kho lạnh, đặc biệt đối với kho lạnh bến cảng. Ở các cảng cá thì việc sản xuất nước đá là cần thiết không chỉ cho các tầu đánh cá mà còn cần thiết cho công nghiệp chế biến cá. Việc xây dựng các xưởng đá kèm theo các kho lạnh nội địa ở các vùng khác nhau là khác nhau tùy thuộc vào nhu cầu tại chỗ. Cần phải tính đến nhu cầu đá của các ngành công nghiệp và sức tiêu thụ của nhân dân. Sức tiêu thụ này phụ thuộc vào thời tiết và cả tập quán tiêu dùng đá của từng vùng dân cư cũng cần phải biết các xưởng nước đá khác (của các lò mổ, các nhà máy bia, nước ngọt, các xưởng nước đá độc lập khác...) đã đáp ứng đến đâu nhu cầu đó. Cũng cần dự trù lượng tiêu thụ đá trong mùa đông giảm 20 đến 50% và việc chuyên chở, vận chuyển, phân phối, chiếm khoảng 40% giá thành cây đá.

Nên bố trí xưởng nước đá vào một khu riêng biệt vì mặt bằng và chiều cao xưởng là quá lớn để bố trí vào kho lạnh. Ngay cả việc vận hành của xưởng cũng nên tách độc lập với kho lạnh. Bảng 2-3 giới thiệu các số liệu tham khảo cơ bản của các xưởng nước đá khối với công suất khác nhau.

Bảng 2-3 : Kích thước tham khảo của các xưởng sản xuất nước đá khối với các công suất khác nhau

| Năng suất t/24h | Kích thước xưởng m ² | Tiêu chuẩn diện tích m ² /tấn đá | Chiều cao xưởng |
|-----------------|------------------------------------|--|-----------------|
| 5 | 35 | 7 | 5 |
| 10 | 50 | 5 | 5 |
| 20 | 80 | 4 | 5 |
| 30 | 112 | 3,75 | 5 |
| 50 | 160 | 3,2 | 5 |

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

Phòng trữ đá nên đủ lớn để trữ đá cho cả tuần hoặc cả tháng sản xuất để đáp ứng cho các thời gian cao điểm của mùa nóng. Với cùng một nhu cầu về đá thì việc xây dựng một xưởng đá nhỏ nhưng có kho trữ lớn kinh tế hơn một xưởng đá lớn mà có kho trữ nhỏ, vì xưởng nhỏ hoạt động nhiều ngày trong năm hơn và hoạt động vào nhiều ngày mát trời thuận lợi hơn đối với công suất lạnh của máy nén và tiêu tốn điện năng ít hơn. Tuy nhiên, điều kiện cụ thể mỗi nơi một khác và phải có tính toán cụ thể thì mới xác định được phương án nào là kinh tế. Khi thiết kế xưởng nước đá cũng cần phải bố trí xe ô tô vào bốc đá ở kho một cách dễ dàng, không phụ thuộc vào kho lạnh.

2.7. Kết cấu xây dựng, cách nhiệt cách ẩm

2.7.1. Kết cấu xây dựng kho lạnh truyền thống

Kho lạnh truyền thống là các kho lạnh có kết cấu xây dựng bằng các vật liệu xây dựng như cột và mái bằng bê tông cốt thép, tường bao bằng gạch xây, cách nhiệt bằng xốp polystirol, cách ẩm bằng bitum, giấy dầu hoặc màng PVC. Do tận dụng được nguyên vật liệu địa phương thông dụng nên kho lạnh truyền thống có giá thành rẻ, có độ bền vững lâu dài (tuổi thọ 25 năm đối với kho lạnh nhỏ, 50 năm với kho lạnh trung bình, 100 năm với kho lạnh lớn), chịu được tải trọng lớn của bản thân và của hàng bảo quản, đảm bảo cách nhiệt tốt, giảm đầu tư máy ban đầu và chi phí vận hành, an toàn cháy nổ, an toàn cho người và hàng cao, thuận tiện cho việc bốc xếp bằng cơ giới.

Đối với kho lạnh lớn nhiều tầng, phương pháp xây khung bê tông cốt thép cột hình nấm có nhiều ưu điểm nên được áp dụng rộng rãi ở Mỹ, Anh, Pháp, Đức... Khi xây dựng kiểu khung, không cần tường chịu lực và có thể cách nhiệt kiểu quây chung quanh từ tầng hầm hoặc tầng 1 lên đến tầng trên cùng. Các cột hình nấm cho phép thực hiện các trần phẳng ở cả 2 phía trên và dưới không có dầm. Trần phẳng ở bên dưới tạo điều kiện dễ dàng cho việc bố trí dàn lạnh hoặc đường ống gió, ống dẫn ngay sát trần, tiết kiệm được chiều cao phòng. Tầng 1 có thể bố trí các phòng lạnh và phòng phụ, các phòng đông bố trí từ tầng 2 nên không sợ bị đóng băng nền. Nó còn có ưu điểm là ít bị bụi bẩn bám vào và vệ sinh tẩy rửa dễ dàng. Phương pháp cột hình nấm tuy tốn nhiều cốt sắt hơn, nhưng bù lại giá thành thi công giảm.

Tuy nhiên kho lạnh truyền thống đòi hỏi thời gian thi công lâu, không có khả năng di chuyển, nên ngày nay chỉ còn sử dụng ở các vùng nông thôn và các xí nghiệp lạnh lớn, ổn định. Ở đây chúng tôi cũng không giới thiệu về loại kho lạnh truyền thống nữa. Nếu đọc giả có nhu cầu xin tìm xem tài liệu tham khảo [3].

2.7.2. Kho lạnh lắp ghép

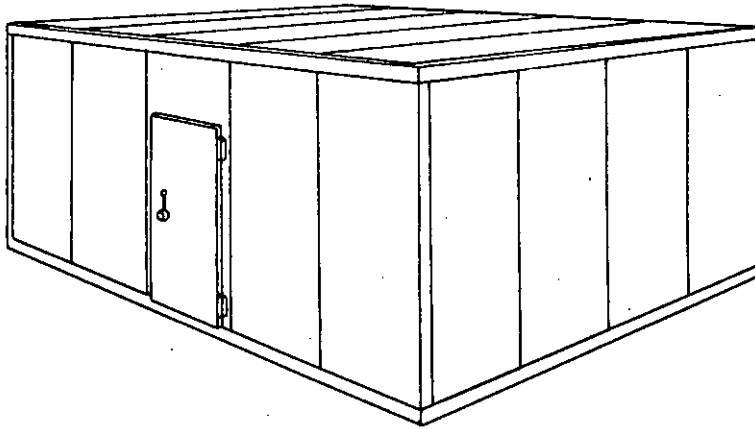
Ngày nay, kho lạnh lắp ghép được sử dụng rất rộng rãi do kết cấu đơn giản, có thể lắp ráp nhanh chóng và khi cần có thể tháo ra di chuyển đến địa điểm khác. Kho lạnh lắp ghép ngày nay rất đa dạng từ một vài mét khối đến hàng chục ngàn mét khối, chứa được vài ba tấn hàng đến hàng chục ngàn tấn.

Trước đây, kho lạnh lắp ghép được sử dụng chủ yếu cho ngành thương nghiệp (xem mục 8.6), nhưng ngày nay đã được sử dụng ở hầu hết các ngành kinh tế khác nhau như chế biến

thuỷ sản, sữa, bia, rượu vang, nước giải khát, nhà hàng, khách sạn, y tế, bệnh viện, dược phẩm, thực phẩm, rau quả...

Về kết cấu, kho lạnh lắp ghép được lắp từ các tấm panel tiêu chuẩn (tấm sàn, tấm trần, tấm sườn, tấm góc và tấm cửa). (xem hình 8.15 và 8.16). Các tấm này có kích thước và chiều dày tiêu chuẩn do nhà sản xuất quy định để có thể đáp ứng được nhu cầu rất đa dạng về kích cỡ cũng như nhiệt độ trong kho của các ngành kinh tế khác nhau.

Hình 2.1 giới thiệu hình dáng bên ngoài một kho lạnh lắp ghép của CHLB Đức.



Hình 2-1 : Hình dáng bên ngoài kho lạnh lắp ghép Teledoor (CHLB Đức)

2.7.2.1. Yêu cầu đối với kho lạnh lắp ghép

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

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

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

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

- Các cửa cần chắc chắn, khoá đảm bảo không bị han rỉ, sử dụng dễ dàng và nhẹ nhàng.

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

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

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

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

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

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

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

2.7.2.2. Ưu nhược điểm so với kho lạnh truyền thống

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

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

– Có thể lắp đặt ngay trong phân xưởng có mái che nhưng cần lưu ý với máy lạnh có dàn ngưng giải nhiệt gió thì thể tích phòng đặt kho không được nhỏ hơn $20m^3$ cho 1kW năng suất lạnh của máy. Khoảng cách tối thiểu từ vách kho lạnh đến các tường là 1m.

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

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

– Cách nhiệt là polyurethane có hệ số dẫn nhiệt thấp.

– Tấm bọc ngoài của panel đa dạng từ chất dẻo đến nhôm tấm hoặc thép không rỉ...

– Nhược điểm cơ bản là giá thành cao hơn khá nhiều so với kho lạnh truyền thống (cao hơn 3 ÷ 4 lần).

2.7.2.3. Cấu tạo kho lạnh lắp ghép

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

– Các tấm sàn

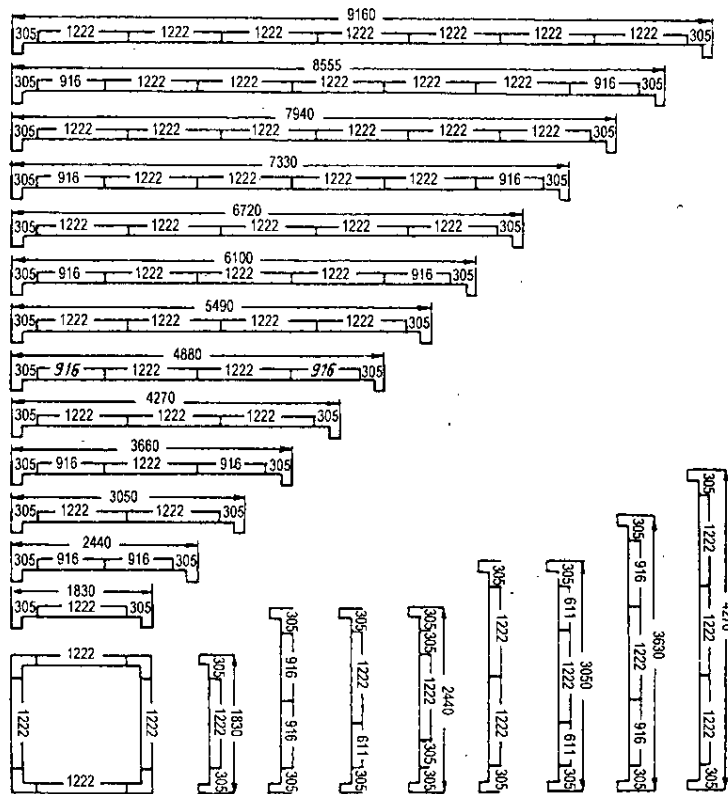
– Các tấm trần

– 4 tấm góc

– Các tấm sườn

– 1 tấm cửa (hoặc 2 nếu có thêm cửa phụ)

Hình 2.2 giới thiệu các tấm sườn và góc tiêu chuẩn cũng như khả năng mở rộng kho lắp ghép của hãng Tyler của Mỹ. Các tấm có bố trí cơ cấu khoá cam (cam lock) để lắp ghép. Thường dùng chìa 6 cạnh để khoá hoặc mở khi vận theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược lại.



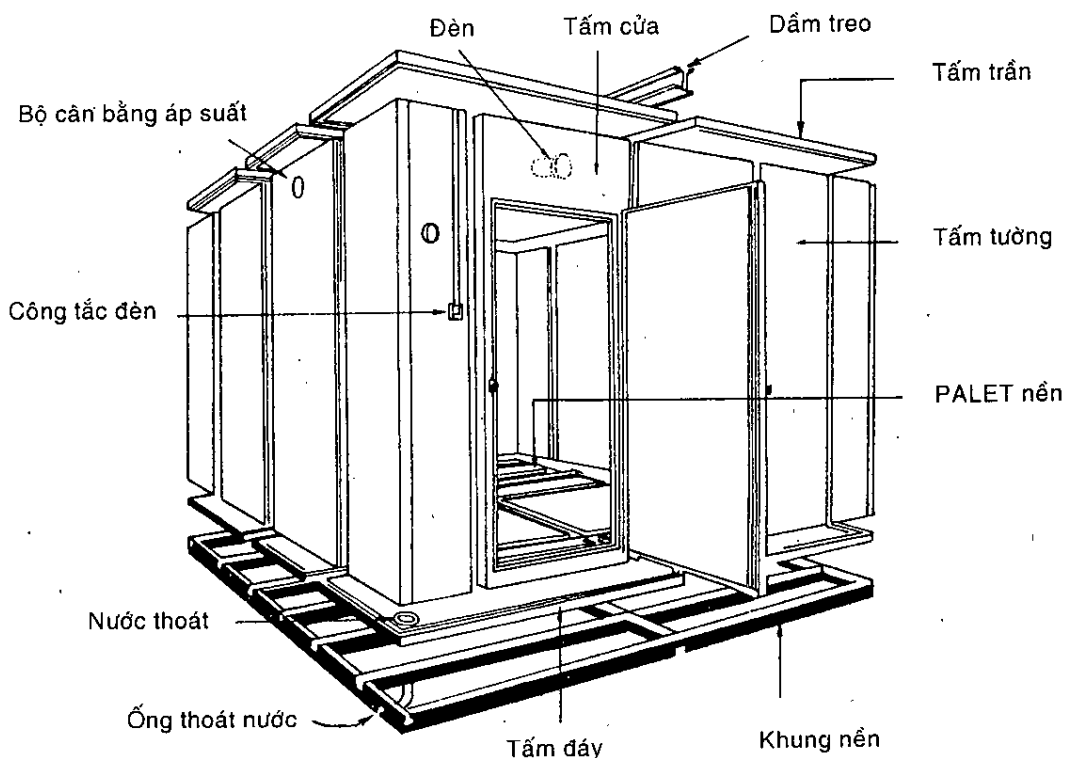
Hình 2-2 : Các tấm sườn và tấm góc tiêu chuẩn cũng như khả năng lắp ghép chúng thành các kho có kích cỡ khác nhau của hãng Tyler (Mỹ).

Như vậy kho nhỏ nhất có diện tích mặt bằng là $1,830 \times 1,830 = 3,35\text{m}^2$ và kho lạnh lớn nhất là $9,160 \times 4,270 = 39,1\text{m}^2$. Chiều ngang của kho không vượt quá 4270mm là do kích thước của tấm trần và tấm nền.

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

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

Hình 2.3 giới thiệu kết cấu của kho lạnh lắp ghép của công ty kỹ nghệ lạnh Searefico thuộc Seaprodex Thành phố Hồ Chí Minh. Theo Searefico, kích thước của panel không phải cố định (tiêu chuẩn) mà có thể thay đổi theo yêu cầu thiết kế, kết cấu cứng vững và lâu bền, liên kết chắc chắn nhờ khoá cam lock thiết bị đóng gói hiện đại giúp cho việc vận chuyển được dễ dàng và an toàn, lắp đặt nhanh chóng dễ dàng, chiều cao panel đến 12m, chiều dày đến 200mm thích hợp cho các kho cao có bố trí kệ di động, đáp ứng các tiêu chuẩn vệ sinh được phẩm FDA/HACCP.



Hình 2-3 : Kết cấu kho lạnh lắp ghép của Searefico

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

2.7.2.4. Cấu tạo panel

a) Độ dày panel và hệ số truyền nhiệt

Bảng 2.4 giới thiệu độ dày panel tiêu chuẩn, hệ số truyền nhiệt và lĩnh vực ứng dụng của kho lạnh.

Bảng 2.4. Độ dày panel, hệ số k và lĩnh vực ứng dụng của kho lạnh

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

b) Vật liệu

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

- Tôn mạ mầu (colorbond steel sheet) dày 0,5mm,
- Tôn phủ lớp PVC (PVC coated steel sheet) dày 0,6mm và
- Tôn inox (stainless steel sheet) dày 0,5mm.

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

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

Chiều dài tối đa của panel là 12m.

Chiều rộng tối đa của panel là 1,2m.

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

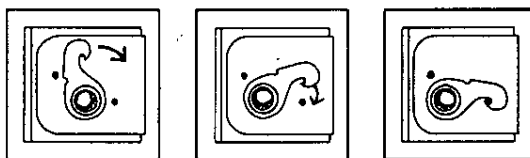
Chiều dày tiêu chuẩn là 50, 75, 100, 125, 150 và 175mm.

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

2.7.2.5. Chi tiết lắp ghép

a) Khoá cam (cam lock)

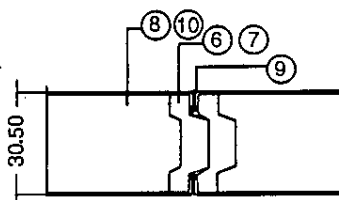
Hình 2.3 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của khoá cam. Cơ cấu móc bên trái nằm ở mép một panel, chốt ngang nằm ở vị trí tương ứng ở mép panel cần ghép nối. Khi đặt 2 panel cạnh nhau, dùng chìa khoá (thường là loại khoá chìm 6 cạnh) quay theo chiều kim đồng hồ 1/4 vòng thì móc đã ăn khớp vào chốt của panel đối diện, khi quay thêm 1/4 vòng nữa (quay đến khi chặt) thì cơ cấu cam kéo chốt về bên trái siết chặt 2 tấm panel vào với nhau.



Hình 2-4 : Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của khoá cam

b) Mộng âm dương

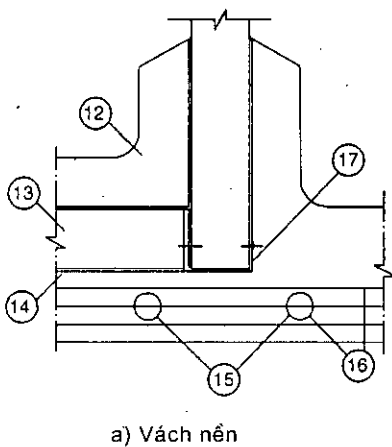
Mộng âm dương thường được sử dụng kết hợp với khoá cam để tăng hiệu quả cách nhiệt. Nguyên tắc cấu tạo là một cạnh panel bố trí khe còn cạnh tương ứng của panel ghép có vấu lồi để ăn khớp hoàn toàn với nhau (xem hình 2.5), qua đó tránh được khe hở ở mối ghép panel với nhau, với trần, nền...



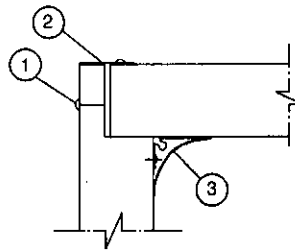
Hình 2-5 : Mộng âm dương cho panel và vách/sàn
6 - Bờ mép ; 7 - Nẹp nhôm ; 8 - Xốp polyurethane ;
9 - Silicom làm kín ; 10 - Xốp khoáng

c) Các chi tiết lắp ghép khác

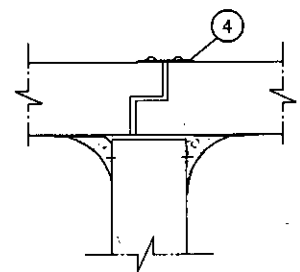
Các chi tiết lắp ghép khác được biểu diễn trên các hình 2.6a - 2.6g. Đó là các mối lắp ghép giữa vách và nền (hình 2.6a). Vách và trần (hình 2.6b) ; trần vách ngăn và trần (hình 2.6c), vách (tấm góc) và trần (hình 2.6f), giữa vách và vách (hình 2.6g). cũng như các cơ cấu treo trần (hình 2.6d và e).



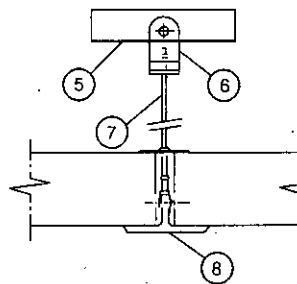
a) Vách nền



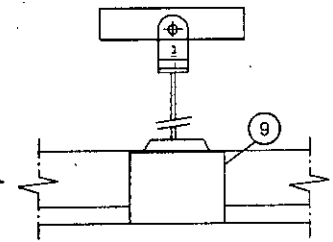
b) Vách / Trần



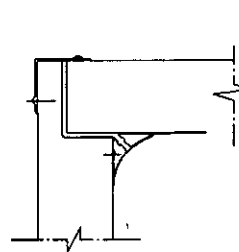
c) Trần/ Vách ngăn/ Trần



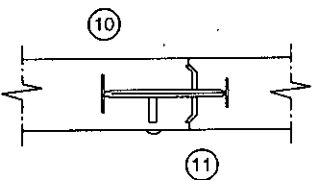
c) Trần/ Trần (treo trần)



d) Treo trần trung gian



f) Vách/ Vách (tấm góc)



g) Vách/ Vách

Hình 2-6: Các chi tiết lắp ghép

a) Vách/Nền ; b) Vách/Trần ; c) Trần/Vách ngăn/Trần ; d) Cơ cấu treo trần ;
e) Cơ cấu treo trần trung gian ; f) Vách (tấm góc)/Trần ; g. Vách/Vách.

1 - Tán rivê ; 2 - Thanh nhôm hình L ; 3 - Thanh nhựa profil bán kính ;

4 - Miếng che mối ghép bằng thép ; 5 - Khung dầm thép treo máng ; 6 - Tấm treo ;

7 - Thanh treo trần có tăng đơ ; 8 - Tấm nhựa ốp chữ T ; 9 - Tấm đệm treo ; 10 - Khoá cam ;

11 - Nút che lỗ khoá cam ; 12 - Nền bê tông kho lạnh ; 13 - Cách nhiệt nền kho ;

14 - Lớp cách ẩm (bitum + giấy dầu) ; 15 - Ống thông hơi nền kho ; 16 - Lớp bê tông lót ;

17 - Thanh thép hình chữ U định vị.

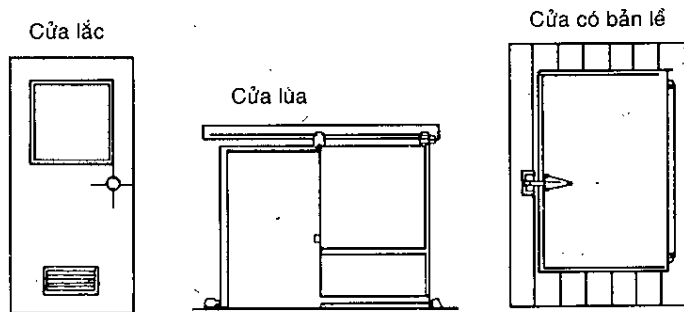
2.7.2.6. Cửa kho lạnh

Cửa buồng lạnh cũng là một chi tiết có nhiều yêu cầu đặc biệt.

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

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

Searefico chế tạo ba loại cửa buồng lạnh là : Cửa lắc, cửa lùa và cửa có bản lề (hình 2.6), nhưng thông dụng nhất là cửa có bản lề với kiểu bản lề tự đóng. Khi mở ra cửa bị nâng lên theo chiều vít xoắn lên. Khi thả cửa ra, do sức nặng của cửa tự trượt xuống và tự đóng lại.



Hình 2-7 : Cửa lắc, cửa lùa và cửa có bản lề của Searefico

Chương 3

TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NHIỆT

3.1. Đại cương

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

Mục đích cuối cùng của việc tính cân bằng nhiệt là để xác định công suất lạnh của máy cần lắp đặt.

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

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

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

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, W \quad (3-1)$$

Q_1 – dòng nhiệt đi qua kết cấu bao che ;

Q_2 – dòng nhiệt do sản phẩm toả ra (đặc biệt khi gia lạnh và kết đông) ;

Q_3 – dòng nhiệt từ ngoài vào do thông gió phòng lạnh ;

Q_4 – dòng nhiệt từ các nguồn khác nhau khi vận hành ;

Q_5 – dòng nhiệt toả ra khi sản phẩm thở (chỉ có ở các loại rau, hoa, quả, trứng...).

Dòng nhiệt tổn thất $Q = \sum Q_i$ tại một thời điểm nhất định được gọi là phụ tải nhiệt của thiết bị lạnh. Đặc điểm của các dòng nhiệt là chúng thay đổi liên tục theo thời gian.

Q_1 – phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ bên ngoài, thay đổi theo giờ trong ngày và theo mùa trong năm ;

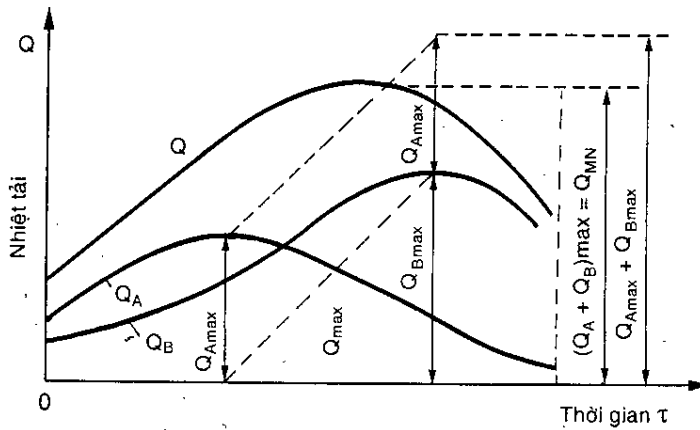
Q_2 – phụ thuộc vào thời vụ ;

Q_3 – phụ thuộc vào loại hàng bảo quản. Các sản phẩm như thịt, bơ, sữa, cá không phải thông gió nhưng các sản phẩm thở như rau, hoa, quả, trứng phải thông gió để chúng thở ;

Q_4 – phụ thuộc vào quy trình công nghệ chế biến và bảo quản ;

Q_5 – phụ thuộc vào biến đổi sinh hoá của sản phẩm thở.

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



Hình 3-1 : Sơ đồ tính phụ tải cho máy nén

Nhưng cần lưu ý rằng Q_{\max} không phải bằng tổng các phụ tải max thành phần vì các phụ tải max không trùng pha với nhau vào một thời điểm. Hình 3-1 mô tả sơ đồ tính phụ tải cho máy nén lạnh, ví dụ từ hai phụ tải thành phần :

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

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

Để đáp ứng mọi phụ tải ở bất kì thời điểm nào cần phải chọn máy nén có phụ tải nhiệt lớn nhất Q_{\max} . Ở đây phải chọn $Q_{MN} = (Q_A + Q_B)_{\max}$. Không nên chọn tổng nhiệt tải thành phần max là $Q_{A\max} + Q_{B\max}$ vì như vậy là quá dư thừa.

Trường hợp một máy lạnh phục vụ cho nhiều phòng thì có sự khác nhau giữa phụ tải của máy nén và phụ tải của thiết bị. Cũng dùng đồ thị trên và giả sử Q_A là phụ tải nhiệt của phòng lạnh A còn Q_B là của phòng B thì trong khi phụ tải của máy nén là $(Q_A + Q_B)_{\max}$ thì phụ tải của thiết bị (dàn bay hơi) phòng A là $Q_{A\max}$ và của phòng B là $Q_{B\max}$ và tổng phụ tải thiết bị sẽ là $Q_{A\max} + Q_{B\max}$, lớn hơn phụ tải máy nén.

3.2. Dòng nhiệt qua kết cấu bao che Q_l

$$Q_l = Q_{lv} + Q_{ln} + Q_{lt} + Q_{lhx}$$

Q_{lv} , Q_{ln} , Q_{lt} – dòng nhiệt tổn thất qua vách, nền và trần do chênh lệch nhiệt độ ;

Q_{lhx} – dòng nhiệt tổn thất qua tường và trần do ảnh hưởng của bức xạ mặt trời ;

$$Q_{lv} = k_1 F_v (t_1 - t_2) \quad (3-2)$$

k_1 – hệ số truyền nhiệt thực của kết cấu bao che, W/m^2K ;

F_v – diện tích bề mặt của kết cấu bao che, m^2 ;

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

t_2 – nhiệt độ phòng lạnh, $^{\circ}C$.

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

a) Kích thước chiều dài tường ngoài :

– Đối với phòng ở cạnh kho lạnh lấy chiều dài từ giữa các trục tâm ;

– Đối với phòng ở góc kho lấy chiều dài từ mép tường ngoài đến trục tâm tường ngăn.

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

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

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

Nhiệt độ không khí bên trong lấy theo yêu cầu thiết kế.

Nhiệt độ bên ngoài là nhiệt độ trung bình của 4 ÷ 5 ngày nóng nhất trong năm ghi nhận được trong vòng 25 năm gần đây. Nếu không tìm được số liệu đó có thể tính t_1 theo biểu thức :

$$t_1 = 0,5(t_{tbmax} + t_{max}) \quad (3-3)$$

t_{tbmax} – nhiệt độ trung bình cao nhất của tháng nóng nhất ;

t_{max} – nhiệt độ tuyệt đối cao nhất.

Ví dụ ở Hà Nội $t_{tbmax} = 32,7^\circ\text{C}$ và $t_{max} = 41,6^\circ\text{C}$ có $t_1 = 37,2^\circ\text{C}$.

Tuy nhiên. Đối với các công trình đòi hỏi hệ số an toàn không cao có thể chọn nhiệt độ thấp hơn còn đối với công trình đòi hỏi hệ số an toàn cao hơn, có thể chọn nhiệt độ cao hơn. Các số liệu thời tiết có thể lấy theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4088–85.

Đối với các tường ngăn mở ra hành lang, phòng đệm không cần xác định nhiệt độ bên ngoài mà hiệu nhiệt độ lấy theo định hướng như sau :

– Bằng 70% hiệu nhiệt độ giữa môi trường và phòng lạnh, nếu hành lang và phòng đệm có cửa thông ra bên ngoài ;

– Bằng 60% nếu hành lang và phòng đệm không có cửa thông ra ngoài.

Dòng nhiệt qua sàn lửng tính như đối với vách bao.

Dòng nhiệt qua nền có sườn xác định theo biểu thức :

$$Q_{1n} = k_n F_n (t_n - t_2) ; W \quad (3-4)$$

t_n – nhiệt độ trung bình của nền khi có sườn (thông thường $t_n = 4^\circ\text{C}$) ;

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

$$Q_m = \sum k_q F_n (t_1 - t_2) m \quad (3-5)$$

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

F_n – diện tích tương ứng với từng vùng nền, m^2 ;

t_1 – nhiệt độ không khí bên ngoài, $^\circ\text{C}$;

t_2 – nhiệt độ không khí trong phòng, $^\circ\text{C}$;

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

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

– vùng rộng 2m theo chu vi tường bao $k_q = 0,47$

– vùng rộng 2m tiếp theo về phía tâm phòng $k_q = 0,23$

– vùng rộng 2m tiếp theo $k_q = 0,12$

– vùng còn lại ở giữa phòng lạnh $k_q = 0,07$

Diện tích rộng 2m theo chu vi tường bao, ở góc tường được tính hai lần, vì được coi là có dòng nhiệt đi vào từ hai phía. Các diện tích phía trong không tính hai lần. Hệ số m tính theo biểu thức :

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right)} \quad (3-6)$$

δ – chiều dày các lớp nền, m ;

λ – hệ số dẫn nhiệt của các lớp nền, W/mK .

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

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

$$Q_{1bx} = k_1 F_{bx} \Delta t_{12} \quad (3-7)$$

k_1 – hệ số truyền nhiệt thực của vách ;

F_{bx} – diện tích nhận bức xạ trực tiếp ;

Δt_{12} – hiệu nhiệt độ dư, đặc trưng ảnh hưởng bức xạ mặt trời.

Dòng nhiệt do bức xạ mặt trời phụ thuộc vào vị trí địa lí của kho lạnh, hướng của vách cũng như diện tích của nó.

Hiện nay chưa có những nghiên cứu về bức xạ mặt trời đối với các kho lạnh ở Việt Nam, vĩ độ địa lí từ 10 đến 25° vĩ bắc. Có thể lấy các giá trị định hướng sau cho tính toán :

– Đối với trần màu xám (bê tông, xi măng hoặc lớp phủ) lấy $\Delta t_{12} = 19K$, màu sáng lấy 16K.

– Đối với tường lấy Δt_{12} theo bảng 3-1.

Bảng 3-1 : Hiệu nhiệt độ dư Δt_{12} theo hướng và tính chất bề mặt vách

| Hướng Vĩ độ | Nam | | | Đông Nam | Tây Nam | Đông | Tây | Tây Bắc | Đông Bắc | Bắc |
|----------------|-----|-----|-----|----------------|---------|------|-----|---------|----------|-----|
| | 10° | 20° | 30° | từ 10° đến 30° | | | | | | |
| Bê tông | 0 | 2 | 4 | 10 | 11 | 11 | 13 | 7 | 6 | 0 |
| Vữa thấm màu | 0 | 1,6 | 3,2 | 8 | 10 | 10 | 12 | 6 | 5 | 0 |
| Vôi trắng | 0 | 1,2 | 2,4 | 5 | 7 | 7 | 8 | 4 | 3 | 0 |

Cho mỗi phòng lạnh, người ta chỉ tính dòng nhiệt bức xạ mặt trời qua mái và qua một bức tường nào đó có tổn thất bức xạ lớn nhất. Ví dụ có nhiệt độ dư lớn nhất (hướng tây) hoặc có diện tích lớn nhất, bỏ qua các bề mặt tường còn lại.

Trong kho lạnh, có nhiều phòng với nhiệt độ khác nhau. Khi tính nhiệt cho phòng có nhiệt độ cao bố trí ngay cạnh phòng có nhiệt độ thấp hơn ta gặp trường hợp dòng nhiệt tổn thất là âm vì nhiệt không truyền vào mà truyền ra ngoài, vào phòng có nhiệt độ thấp hơn. Trong trường hợp này, ta lấy tổn thất nhiệt của vách bằng 0 để tính phụ tải cho thiết bị (dàn bay hơi) còn 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.

3.3. Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra Q_2

Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra khi xử lí lạnh như gia lạnh, kết đông và hạ nhiệt độ tiếp trong phòng bảo quản đông được tính theo biểu thức

$$Q_2 = M(h_1 - h_2) \frac{1000}{24 \cdot 3600} \quad (3-8)$$

h_1, h_2 – entanpi của sản phẩm trước và sau khi xử lí lạnh, kJ/kg, lấy theo bảng 3-2 ;

M – năng suất buồng gia lạnh, kết đông hoặc lượng hàng nhập vào các buồng bảo quản lạnh hoặc đông, t/24h ;

1000 : (24 . 3600) – hệ số chuyển đổi từ t/24h ra kg/s ;

Q_2 – dòng nhiệt do sản phẩm toả ra, kW.

Bảng 3-2 : Entanpi của sản phẩm, kJ/kg, ở nhiệt độ khác nhau, °C

| Sản phẩm \ °C | -20 | -18 | -15 | -12 | -10 | -8 | -5 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 4 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|-------------------------|-----|-----|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| - Thịt bò, gia cầm | 0 | 4,6 | 13,0 | 22,2 | 30,2 | 39,4 | 57,3 | 75,3 | 98,8 | 185,5 | 232,2 | 235,5 | 238,2 | 245,5 | 248,2 | 264,5 | 270,8 | 280,4 | 296,8 | 312,0 | 329,0 | 345,0 | 361,0 |
| - 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 | 230,0 | 236,3 | 249,0 | 255,3 | 271,2 | 271,2 | 286,7 | 301,8 | 314,0 | 334,0 | 349,8 |
| - 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 | 217,8 | 224,0 | 235,8 | 241,7 | 248,2 | 256,8 | 272,5 | 287,7 | 301,8 | 317,8 | 332,2 |
| - Sản phẩm phụ của thịt | 0 | 5,0 | 13,8 | 24,4 | 33,2 | 43,1 | 62,8 | 87,9 | 109,6 | 204,0 | 261,0 | 264,5 | 268,3 | 273,3 | 289,2 | 296,0 | 302,2 | 312,8 | 330,6 | 348,0 | 366,0 | 384,0 | 401,0 |
| - 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 | 272,9 | 280,0 | 293,9 | 301,0 | 308,0 | 314,4 | 336,0 | 353,6 | 371,0 | 388,0 | 406,0 |
| - 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 | 256,0 | 262,6 | 277,0 | 283,0 | 290,0 | 300,4 | 317,4 | 334,4 | 351,5 | 369,0 | 385,0 |
| - Trứng | - | - | - | - | - | - | - | 227,4 | 230,2 | 233,8 | 237,0 | 240,0 | 243,3 | 249,8 | 262,4 | 268,7 | 274,3 | 284,4 | 300,0 | 316,2 | 331,5 | 347,5 | 362,7 |
| - Mỡ động vật | 0 | 3,8 | 10,1 | 17,6 | 23,5 | 29,3 | 40,6 | 50,5 | 60,4 | 91,6 | 95,0 | 98,8 | 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 | 0 | 5,5 | 14,3 | 25,3 | 32,7 | 42,3 | 62,8 | 88,7 | 111,2 | 184,2 | 317,8 | 322,8 | 326,8 | 334,4 | 350,7 | 358,5 | 366,0 | 378,0 | 398,0 | 418,0 | 437,0 | 458,0 | 477,0 |
| - Sữa chua | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 3,2 | 8,0 | 15,9 | 31,4 | 39,4 | 47,3 | 59,0 | 78,6 | 98,4 | 118,0 | - | - | - |
| - Kem chua | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 8,3 | 5,9 | 13,0 | 29,3 | 36,8 | 44,4 | 55,2 | 73,7 | 95,8 | 110,6 | - | - | - |
| - Pho mát tươi | 0 | 9,4 | 26,8 | 41,2 | 53,2 | 63,7 | 85,9 | 103,0 | - | 192,6 | 299,1 | 302,2 | 205,5 | 313,0 | 326,9 | 334,0 | 344,3 | 351,5 | 369,4 | 387,2 | 404,7 | - | - |
| - Pho mát | - | - | - | - | - | 1,3 | 5,5 | 11,3 | 14,3 | 16,7 | 19,7 | 22,7 | 25,2 | 31,0 | 42,3 | 47,7 | 53,2 | 61,5 | 75,7 | 89,6 | 103,8 | - | - |
| - Kem | 0 | 7,1 | 19,7 | 34,8 | 46,9 | 62,4 | 105,3 | 178,8 | 221,0 | 224,4 | 227,4 | 230,8 | 234,0 | 240,9 | 254,4 | 264,0 | 267,9 | 277,8 | 294,8 | 311,0 | 328,0 | 344,6 | 361,4 |
| - Nho, mơ, anh đào | 0 | 7,5 | 20,6 | 36,5 | 49,8 | 66,5 | 116,0 | 202,2 | 229,0 | 232,6 | 235,8 | 239,5 | 242,9 | 250,2 | 264,5 | 271,8 | 278,6 | 289,6 | 307,0 | 325,5 | 343,0 | 360,5 | 378,0 |
| - Quả các loại | 0 | 6,7 | 17,2 | 29,2 | 38,5 | 51,0 | 82,9 | 139,0 | 211,0 | 267,9 | 271,7 | 274,3 | 274,0 | 286,7 | 302,0 | 308,8 | 317,0 | 328,0 | 346,5 | 365,6 | 384,8 | 403,0 | 421,0 |

Nếu không có các số liệu cụ thể để tính Q_2 , có thể lấy các số liệu định hướng sau đây để tính toán :

Khối lượng hàng nhập vào buồng bảo quản lạnh trong một ngày đêm M_1 khi tính phụ tải nhiệt cho máy nén.

$$M_1 = \frac{E_1 \cdot B \cdot m}{365} = 0,025 E_1, t/24h ; \quad (3-9)$$

E_1 – dung tích buồng bảo quản lạnh, t ;

m – hệ số nhập hàng không đồng đều (đối với kho lạnh phân phối $m = 1,5$) ;

365 – số ngày kho lạnh nhập hàng trong một năm ;

B – hệ số quay vòng hàng, đối với kho lạnh phân phối $B = 5 \div 6$ lần/năm. Khối lượng hàng nhập vào phòng bảo quản đông trong một ngày đêm dùng để xác định phụ tải nhiệt cho máy nén :

$$M_d = \frac{E_d \cdot \Psi \cdot B \cdot m}{365} = (0,027 \div 0,035) E_d, t/24h ; \quad (3-10)$$

M_d – khối lượng hàng nhập vào phòng bảo quản đông, t/24h ;

E_d – dung tích phòng bảo quản đông, t ;

Ψ – tỉ lệ nhập có nhiệt độ không cao hơn -8°C đưa trực tiếp vào phòng bảo quản đông. Trong thời gian bảo quản, lượng hàng này sẽ được hạ nhiệt độ xuống nhiệt độ phòng. Đối với kho lạnh phân phối : $\Psi = 0,65 \div 0,85$

$$m = 2,5$$

$$B = 5 \div 6 \text{ lần/năm.}$$

Khối lượng hàng nhập vào phòng kết đông trong một ngày đêm được tính theo biểu thức :

$$M_{kd} = \frac{E_{kd}(1-\Psi)B \cdot m}{365}, t/24h \quad (3-11)$$

$(1-\Psi)$ – tỉ lệ hàng có nhiệt độ cao hơn -8°C được đưa vào phòng kết đông trước khi đưa vào phòng bảo quản. Các hệ số B và m lấy như ở biểu thức (3-10).

Khi tính Q_2 cho phụ tải thiết bị, lấy khối lượng hàng nhập trong một ngày đêm vào phòng bảo quản lạnh và bảo quản đông bằng 8% dung tích phòng nếu dung tích phòng nhỏ hơn 200t và bằng 6% dung tích phòng nếu dung tích phòng lớn hơn 200t.

Vì hoa quả có thời vụ, nên đối với kho lạnh xử lí và bảo quản hoa quả, khối lượng hàng nhập vào trong một ngày đêm tính theo biểu thức :

$$M = \frac{E \cdot B \cdot m}{120}, t/24h \quad (3-12)$$

B – hệ số quay vòng hàng, $B = 8 \div 10$

m – hệ số nhập hàng không đồng đều, $m = 2 \div 2,5$;

120 – số ngày nhập hàng trong một năm.

Theo (3-12) $M = 10 \div 15\%$ dung tích kho lạnh.

Đối với kho lạnh trung chuyển cá, số lượng hàng nhập ngày đêm bằng 10% dung tích phòng.

Đối với kho lạnh của nhà máy liên hợp thịt, khối lượng hàng nhập vào kho lạnh trong một ngày đêm bằng năng suất của nhà máy liên hợp.

Để xác định được entanpi của sản phẩm trước và sau khi xử lý lạnh cần biết được nhiệt độ cụ thể hoặc nhiệt độ trung bình của sản phẩm trước và sau khi xử lý lạnh.

Nhiệt độ của sản phẩm vào kho lạnh phụ thuộc vào loại kho lạnh, đặc tính của sản phẩm cũng như quá trình xử lý lạnh. Ví dụ, hàng nhập vào kho lạnh chế biến và bảo quản tạm thời cao hơn nhiệt độ của hàng nhập vào kho lạnh phân phối hoặc thương nghiệp.

Đối với kho lạnh phân phối, nhiệt độ hàng nhập vào lấy bằng $5 \div 6^{\circ}\text{C}$. Các sản phẩm này được làm lạnh tiếp xuống trong phòng bảo quản. Nếu kho lạnh có phòng gia lạnh sơ bộ thì sản phẩm được làm lạnh sơ bộ xuống đến nhiệt độ bảo quản và dòng Q_2 không tính cho phòng bảo quản. Nhiệt độ của sản phẩm chưa được làm lạnh sơ bộ lấy bằng 5 đến 8°C thấp hơn nhiệt độ môi trường khi nhập vào phòng lạnh.

Các sản phẩm lạnh đông bị nóng lên trên -8°C trên đường vận chuyển (khoảng $15 \div 35\%$ tổng khối lượng nhập vào kho lạnh) sẽ được chuyển vào phòng kết đông. Ở phòng kết đông, nhiệt độ của chúng được hạ xuống đến nhiệt độ bảo quản -20°C . Số sản phẩm có nhiệt độ thấp hơn -8°C ($65 \div 85\%$ khối lượng hàng nhập vào kho) sẽ được đưa thẳng vào phòng bảo quản đông, ở đây các hàng này cũng sẽ được hạ nhiệt độ xuống đến -20°C . Bởi vậy hàng nhập vào phòng kết đông lấy là -6°C và hàng nhập thẳng vào phòng bảo quản đông lấy là $-8^{\circ}\text{C} \div -10^{\circ}\text{C}$.

Nhiệt độ sản phẩm xuất ra lấy bằng nhiệt độ phòng lạnh nếu thời gian bảo quản đủ dài (từ 4 đến 5 ngày trở lên). Nhiệt độ phòng bảo quản lạnh lấy là 0°C và bảo quản đông lấy là -20°C .

Hàng thực phẩm nhập vào một số kho lạnh thương nghiệp nhỏ có nhiệt độ từ -12 đến -15°C .

Lượng hàng xuất ra khỏi kho lạnh không cần dùng để tính phụ tải nhiệt mà chỉ để tính năng suất các phương tiện vận tải.

$$M_x = \frac{E.B.m}{265}, t/24h \quad (3-13)$$

M_x – lượng hàng xuất, t/24h ;

265 – số ngày xuất hàng trong một năm ;

Các hệ số B, m lấy theo biểu thức (3-9).

Khi tính toán dòng nhiệt cho các sản phẩm toả ra, cần lưu ý là nhiều sản phẩm được bảo quản trong bao bì, do đó phải tính cả tải nhiệt do bao bì toả ra khi làm lạnh sản phẩm.

Dòng nhiệt toả ra từ bao bì Q_{2b} :

$$Q_{2b} = M_b \cdot C_b (t_1 - t_2) \frac{1000}{24.3600}, \text{kW} \quad (3-14)$$

M_b – khối lượng bao bì đưa vào cùng sản phẩm, t/24h ;

C_b – nhiệt dung riêng của bao bì ;

$1000/(24.3600)$ – hệ số chuyển đổi từ t/24h ra kg/s.

Khối lượng bao bì bằng $10 \div 30\%$ khối lượng hàng, đặc biệt bao bì thuỷ tinh tới 100% . Bao bì gỗ chiếm khoảng 20% , khối lượng hoa quả : cứ 100 kg hoa quả cần 20kg bao bì gỗ.

Nhiệt dung riêng của bao bì lấy như sau :

| | |
|-------------|--------------|
| Bao bì gỗ : | 2,5 kJ/kgK |
| Bìa cactông | 1,46 kJ/kgK |
| Kim loại | 0,46 kJ/kgK |
| Thủy tinh | 0,835 kJ/kgK |

Trong các kho lạnh thương nghiệp và đời sống, sản phẩm bảo quản chỉ được làm lạnh (không có nhiệt ẩn hoá đông) nên dòng nhiệt Q_2 có thể tính theo biểu thức :

$$Q_2 = (M \cdot C + M_b \cdot C_b) \cdot (t_2 - t_1) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} ; \text{ kW} \quad (3-15)$$

M – khối lượng hàng nhập vào kho, t/24h ;

M_b – khối lượng bao bì kèm hàng, t/24h ;

C và C_b – nhiệt dung riêng của hàng và của bao bì, kJ/kgK.

Khối lượng hàng nhập vào kho lạnh thương nghiệp M phụ thuộc vào số ngày bảo quản trong kho. Nếu bảo quản 1 ÷ 2 ngày lấy $M = E$, bảo quản 3 ÷ 4 ngày lấy $M = 0,5E$ và nếu bảo quản từ 5 ngày trở lên lấy $M = 0,3E$.

Nhiệt dung riêng của sản phẩm lấy theo bảng 3-3.

Bảng 3-3 : Nhiệt dung riêng của một số sản phẩm

| Sản phẩm | C, kJ/kgK | Sản phẩm | C, kJ/kgK |
|----------------|-------------|---------------|-------------|
| Thịt bò | 3,44 | Sữa | 3,94 |
| Thịt lợn | 2,98 | Váng sữa | 3,86 |
| Thịt cừu | 2,89 | Kem sữa chua | 3,02 |
| Cá gáy | 3,62 | Pho mat | 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 | Bìa, nước quả | 3,94 |

Nhiệt độ t_1 lấy từ 5 đến 8°C. Nhiệt độ t_2 lấy bằng nhiệt độ bảo quản trong phòng lạnh. Trường hợp quãng đường vận chuyển xa, nhiệt độ sản phẩm tăng cao hơn thì phải lấy nhiệt độ tương ứng khi nhập vào kho.

3.4. Dòng nhiệt do thông gió phòng lạnh Q_3

Dòng nhiệt Q_3 chỉ tính toán cho các phòng lạnh bảo quản rau quả và các sản phẩm "thở" như trứng. Dòng nhiệt chủ yếu do không khí tươi đưa vào thay thế cho sản phẩm "thở". Dòng nhiệt Q_3 được xác định qua biểu thức :

$$Q_3 = M_k (h_1 - h_2) \quad (3-16)$$

M_k – lưu lượng không khí của quạt thông gió, kg/s ;

h_1 và h_2 – entanpi của không khí ở ngoài và ở trong phòng, kJ/kg, xác định trên đồ thị entanpi – độ chứa hơi h – d của không khí ẩm theo t và ϕ tương ứng.

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

$$M_k = \frac{V \cdot a \cdot \rho_k}{24 \cdot 3600} ; \text{ kg/s} ; \quad (3-17)$$

V – thể tích phòng 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 trong phòng lạnh, kg/m^3 .

Trong các kho lạnh thương nghiệp và đời sống các phòng bảo quản rau hoa quả và phòng bảo quản phế phẩm được thông gió.

Các phòng bảo quản rau hoa quả được trang bị quạt thông gió hai chiều đảm bảo thông gió với bội số tuần hoàn 4 lần trong 24h.

Các phòng bảo quản phế phẩm dùng quạt thổi ra đảm bảo bội số tuần hoàn 10 lần trong một giờ.

Dòng nhiệt Q_3 dùng để tính cho tải nhiệt của máy nén và của thiết bị.

3.5. Các dòng nhiệt vận hành Q_4

$$Q_4 = Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44}$$

Q_{41} – dòng nhiệt do chiếu sáng ;

Q_{42} – dòng nhiệt do người tỏa ra ;

Q_{43} – dòng nhiệt do các động cơ điện ;

Q_{44} – dòng nhiệt tổn thất khi mở cửa.

Các dòng nhiệt này được tính vào phụ tải nhiệt của máy nén và thiết bị.

1. Dòng nhiệt do chiếu sáng được tính theo biểu thức :

$$Q_{41} = AF; \quad W \quad (3-18)$$

F – diện tích phòng lạnh

A – công suất chiếu sáng riêng, W/m^2 ; đối với phòng bảo quản $A = 1,2 \text{ W/m}^2$; đối với phòng chế biến $A = 4,5 \text{ W/m}^2$.

2. Dòng nhiệt do người tỏa ra được xác định theo biểu thức :

$$Q_{42} = 350.n, \quad W \quad (3-19)$$

n – số người làm việc trong phòng ;

350 – nhiệt lượng do một người thải ra khi làm việc nặng, W/người .

Số người làm việc trong buồng phụ thuộc vào công nghệ gia công, chế biến, vận chuyển, bốc xếp... Nếu không có số liệu cụ thể có thể lấy các số liệu định hướng sau : Nếu phòng nhỏ hơn 200m^2 $n = 2 \div 3$ người và phòng lớn hơn 200m^2 $n = 3 \div 4$ người.

3. Dòng nhiệt do các động cơ điện tỏa ra

Các động cơ điện, ví dụ của dàn quạt thiết bị bay hơi, của quạt thông gió, của các máy móc gia công chế biến, của xe nâng vận chuyển... Khi hoạt động tỏa ra một dòng nhiệt. Dòng nhiệt đó có thể xác định theo biểu thức :

$$Q_{43} = 1000 \cdot N \cdot \varphi, \quad W \quad (3-20a)$$

N – tổng công suất của động cơ điện, kW ;

φ – hệ số hoạt động đồng thời, %. Nếu tất cả các động cơ đều hoạt động đồng thời thì $\varphi = 1$.

Nếu không có các số liệu về tổng công suất động cơ lắp đặt có thể lấy các số liệu định hướng sau :

Phòng bảo quản lạnh $N = 1 \div 4 \text{ kW}$;

Phòng gia lạnh $N = 3 \div 8 \text{ kW}$;

Phòng kết đông $N = 8 \div 16 \text{ kW}$.

Phòng có diện tích nhỏ lấy giá trị nhỏ và ngược lại.

Đối với các động cơ bố trí ngoài phòng lạnh như quạt thông gió, quạt dàn lạnh tính theo biểu thức :

$$Q_{43} = 1000 N \cdot \varphi \cdot \eta, \quad W \quad (3-20b)$$

η – hiệu suất động cơ.

4. Dòng nhiệt khi mở cửa được tính toán qua biểu thức :

$$Q_{44} = B \cdot F, \quad W \quad (3-21)$$

B – dòng nhiệt riêng khi mở cửa, W/m^2 , lấy theo bảng 3-4.

F – diện tích phòng, m^2 .

Bảng 3-4 : Dòng nhiệt riêng B khi mở cửa theo chiều cao của phòng là 6m và diện tích phòng .

| TÊN PHÒNG | B, W/m^2 đối với F, m^2 | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------|------------|
| | đến $50m^2$ | $50 + 150m^2$ | $> 150m^2$ |
| Gia lạnh, trữ lạnh và bảo quản cá | 23 | 12 | 10 |
| Bảo quản lạnh | 29 | 15 | 12 |
| Kết đông | 32 | 15 | 12 |
| Bảo quản đông | 22 | 12 | 8 |
| Xuất nhập | 78 | 32 | 20 |

Dòng nhiệt do mở cửa phòng không chỉ phụ thuộc vào tính chất của phòng, diện tích phòng mà còn phụ thuộc vào sự vận hành của cửa. Thợ chuyên môn bậc cao vận hành tốt hơn có thể giảm đáng kể dòng nhiệt do mở cửa, ngay cả việc bố trí ra vào hợp lí làm cho số lần đóng mở giảm và qua đó dòng nhiệt do mở cửa cũng giảm.

Dòng nhiệt vận hành Q_4 là tổng các dòng nhiệt thành phần. Đối với các kho lạnh thương nghiệp và đời sống, dòng nhiệt vận hành Q_4 có thể lấy như sau :

– Đối với các phòng bảo quản thịt, gia cầm, đồ ăn chín, mỡ, sữa, rau quả, cá, đồ uống, phế phẩm thực phẩm lấy $11,6 \text{ W/m}^2$;

– Đối với phòng bảo quản thức ăn chế biến sẵn, đồ ăn, bánh kẹo là 29 W/m^2 ;

– Đối với một số trường hợp lấy gần đúng bằng $10 \div 40\%$ dòng nhiệt qua kết cấu bao che và thông gió :

$$Q_4 = (0,1 \div 0,4)(Q_1 + Q_3) \quad (3-22)$$

3.6. Dòng nhiệt do hoa quả "hô hấp" Q_5

$$Q_5 = E(0,1 q_n + 0,9 q_{bq}), \quad W \quad (3-23)$$

E – dung tích kho lạnh, t ;

q_n và q_{bq} – dòng nhiệt toả ra khi nhập sản phẩm vào kho lạnh với nhiệt độ ban đầu và sau đó hạ xuống nhiệt độ bảo quản, W/t, tra theo bảng 3-5.

Bảng 3-5 : Dòng nhiệt toả ra khi sản phẩm thở, W/t, và ở các nhiệt độ khác nhau

| Thứ tự | Rau quả | Nhiệt độ t, °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 | Bắp cải | 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 | 119 | 199 | 524 | 900 |

Dòng nhiệt này được tính theo toàn bộ dung tích của phòng.

3.7. Bảng tổng hợp các kết quả tính toán

Đối với những kho lạnh nhiều phòng có các chế độ nhiệt độ khác nhau, để tiện theo dõi, các kết quả tính toán nên đưa vào bảng tổng hợp như sau :

Bảng tổng hợp kết quả tính cân bằng nhiệt

| Thứ tự | Phòng | Nhiệt độ phòng | Q ₁ | | Q ₂ | | Q ₃ | Q ₄ | | Q ₅ | ΣQ | |
|--------|-------------|----------------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|----------------|---------|----------------|----------|---------|
| | | | Thiết bị | Máy nén | Thiết bị | Máy nén | | Thiết bị | Máy nén | | Thiết bị | Máy nén |
| 1 | Bảo quản 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | Bảo quản 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | Gia lạnh... | | | | | | | | | | | |

Phụ tải nhiệt cho thiết bị (dàn bay hơi hoặc dàn nước muối) được ghi vào cột thiết bị còn phụ tải nhiệt cho máy nén được ghi vào cột máy nén.

Có thể phân ra từng nhóm phòng có cùng nhiệt độ. Thường trong kho lạnh có ba chế độ nhiệt độ gần giống nhau là :

- Phòng gia lạnh và bảo quản lạnh nhiệt độ từ -2 đến 4°C ;
- Phòng bảo quản đông nhiệt độ từ -18 đến -20°C ;
- Phòng đông nhiệt độ từ -30 đến -35°C.

Với mỗi nhóm phòng có nhiệt độ tương đối giống nhau, người ta thường chọn một phương pháp làm lạnh phòng phù hợp với nhiệt độ sôi môi chất phù hợp.

Chương 4

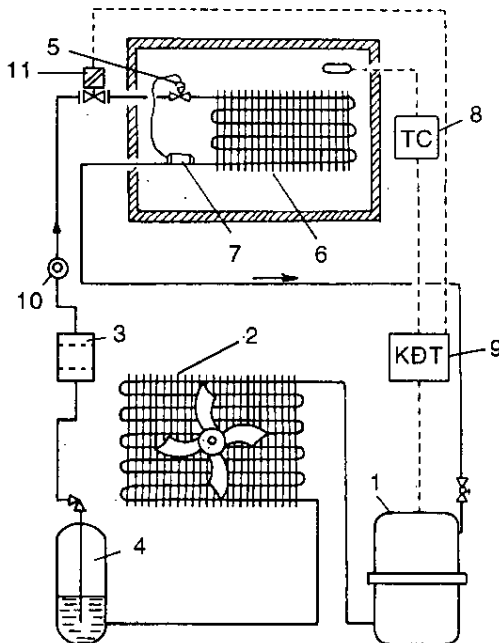
SƠ ĐỒ HỆ THỐNG LẠNH

Sơ đồ hệ thống lạnh là sự thể hiện đơn giản một hệ thống thiết bị và đường ống cho phép ta hình dung được tương đối cụ thể về máy móc, thiết bị, dụng cụ và mối liên hệ giữa chúng, cụ thể là các đường ống.

Sơ đồ hệ thống lạnh phần lớn được biểu diễn theo sơ đồ nguyên lí (có thể theo quy định chặt chẽ của Tiêu chuẩn ngành hoặc tiêu chuẩn nhà nước hiện hành) nhưng cũng có thể được biểu diễn theo sơ đồ không gian. Sơ đồ nguyên lí giúp ta nhìn tổng quát về các thiết bị và đường ống còn sơ đồ không gian có thể cho ta thấy rõ hơn về cách bố trí thiết bị máy móc, cách lắp đặt đường ống, dụng cụ trong không gian yêu cầu.

Tùy theo từng trường hợp cụ thể, có thể lập sơ đồ nguyên lí hay sơ đồ không gian.

Do các loại máy lạnh hấp thụ, ejectơ, nén khí còn ít được sử dụng, nên ở đây chúng tôi giới thiệu chủ yếu các sơ đồ máy lạnh nén hơi, môi chất amoniác và freon. Các hệ thống lạnh lớn có thể được phân ra từng cụm thiết bị để dễ theo dõi.



Hình 4-1 : Sơ đồ hệ thống lạnh nhỏ máy nén kín

- 1 - Máy nén kín ; 2 - Dàn ngưng quạt ; 3 - Phin sấy lọc ;
- 4 - Bình chứa ; 5 - Van tiết lưu nhiệt ; 6 - Dàn bay hơi tĩnh (đối lưu tự nhiên) ; 7 - Bầu cảm nhiệt ; 8 - Thermostat ;
- 9 - Khởi động từ ; 10 - Mát ga ; 11 - Van điện từ.

4.1. Sơ đồ hệ thống lạnh cỡ nhỏ

Máy lạnh cỡ nhỏ có công suất lạnh đến khoảng 18kW (15.000kcal/h). Môi chất lạnh chủ yếu là các loại freon như R12, R22 và R502 làm lạnh trực tiếp. Máy nén lạnh gồm các loại kín, nửa kín, hở kiểu pittông, rôto hoặc lá xoắn lò xo.

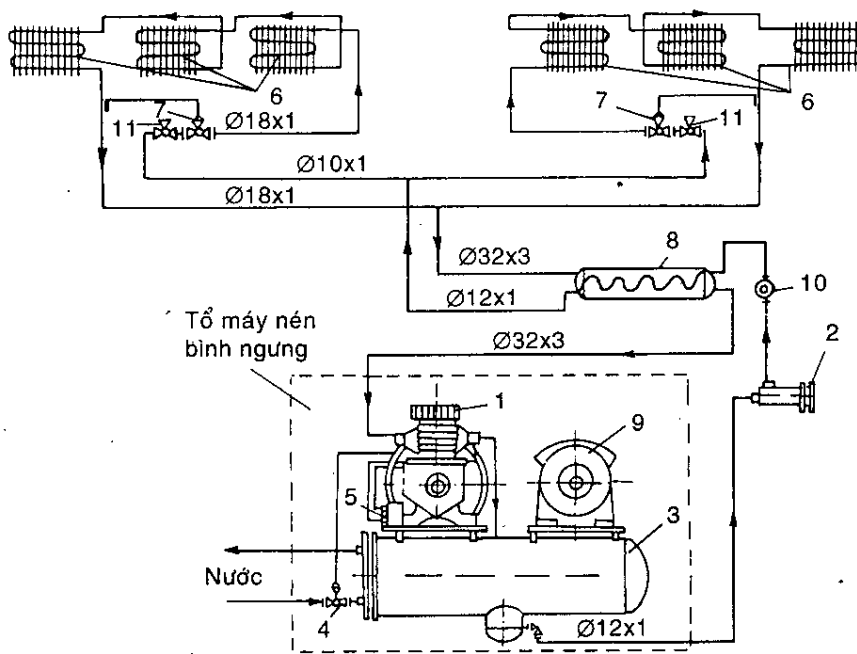
Máy lạnh nhỏ sử dụng chủ yếu cho tủ lạnh gia đình, tủ lạnh thương nghiệp, đời sống, y tế, các thiết bị lạnh thương nghiệp, các buồng lạnh lắp ghép, các máy kem, máy đá cỡ nhỏ, các loại máy điều hoà nhiệt độ cỡ nhỏ.

Thiết bị ngưng tụ thường là làm mát bằng không khí tự nhiên hoặc cưỡng bức (dàn ngưng quạt) hoặc bằng nước (bình ngưng). Thiết bị bay hơi

thường là các loại dàn ống xoắn có cánh đối lưu không khí tự nhiên hoặc cưỡng bức. Thiết bị tiết lưu thường là ống mao, van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài và cân bằng trong. Hình 4-1 giới thiệu sơ đồ hệ thống lạnh frêon có máy nén kín 1, dàn ngưng quạt 2, bình chứa 4, phin sấy lọc 3, van tiết lưu 5 và dàn bay hơi 6. Nhiệt độ phòng lạnh được điều chỉnh qua thermostat. Khi đạt nhiệt độ yêu cầu, thermostat ngắt mạch, máy nén ngừng hoạt động. Khi nhiệt độ vượt quá giới hạn cho phép, thermostat lại đóng mạch để máy nén làm việc.

Sơ đồ này có nhược điểm là khi dừng máy, môi chất lạnh lỏng có thể tích tụ vào dàn bay hơi là nơi có nhiệt độ lạnh nhất vì van tiết lưu nhiệt không đóng kín khi máy dừng. Khi khởi động trở lại, lỏng chạy nặng nề và rất dễ bị va đập thủy lực vì lỏng bị hút về máy nén. Để khắc phục hiện tượng trên người ta lắp thêm một van điện từ đằng trước van tiết lưu, sau phin sấy lọc. Khi máy dừng, van điện từ cũng đóng kín không cho môi chất lỏng đi vào dàn bay hơi. Nếu hệ thống có role áp suất thấp thì đầu dây như sau : Nếu đủ lạnh thermostat đóng van điện từ. Áp suất hút tụt xuống do dàn không được cấp lỏng, role áp suất thấp ngắt máy nén. Nếu thiếu lạnh, thermostat mở van điện từ, dàn bay được cấp lỏng, áp suất tăng, role áp suất hút đóng mạch cho máy nén hoạt động. Nếu hệ thống không có role áp suất thấp thì đầu trực tiếp vào mạch máy nén. Van điện từ mở khi máy nén hoạt động và đóng khi máy nén dừng.

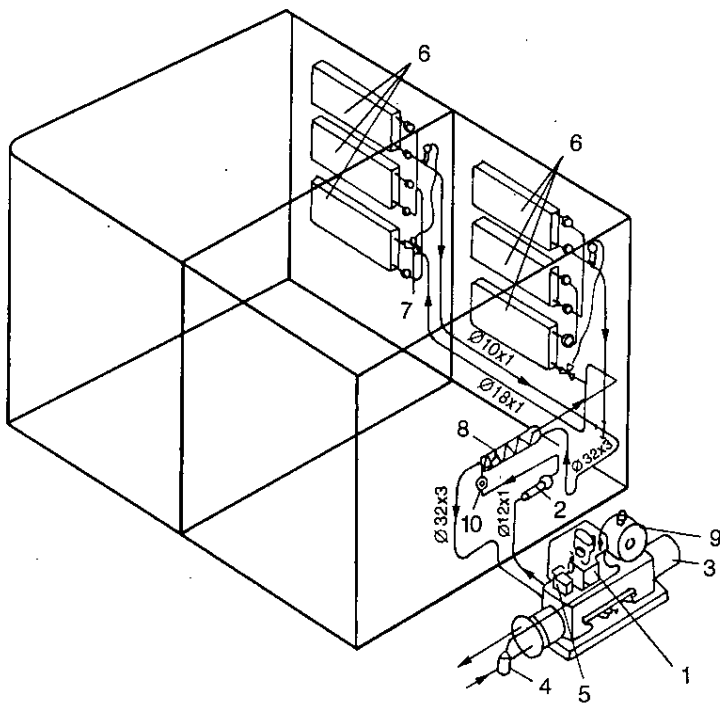
Hình 4-2 mô tả hệ thống lạnh kiểu hở, công suất lạnh 6000kcal/h, bình ngưng làm mát bằng nước, để làm lạnh một hoặc hai phòng lạnh.



Hình 4-2 : Sơ đồ hệ thống lạnh kiểu hở, bình ngưng làm mát bằng nước

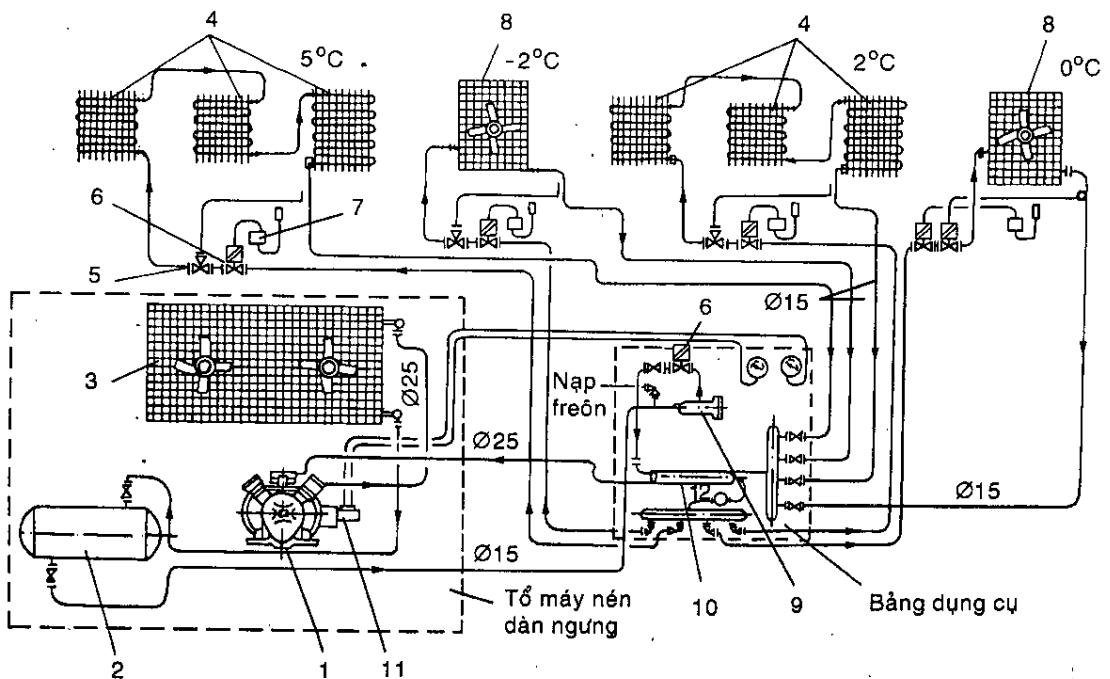
- 1 - Máy nén hở ; 2 - Phin sấy lọc ; 3 - Bình ngưng ; 4 - Van điều chỉnh nước, nhờ tín hiệu áp suất ngưng tụ ;
 5 - Role áp suất cao và thấp ; 6 - Dàn bay hơi tĩnh ; 7 - Van tiết lưu nhiệt ; 8 - Hồi nhiệt ; 9 - Động cơ ;
 10 - Mắt ga ; 11 - Van điện từ

Nguyên lí hoạt động của hệ thống như sau : hơi frêon sinh ra ở dàn bay hơi đi qua hồi nhiệt, thu nhiệt của lỏng, về máy nén, được nén lên áp suất cao và được đẩy vào bình ngưng tụ. Frêon thải nhiệt cho nước làm mát, ngưng thành lỏng, qua phin sấy lọc, qua hồi nhiệt thải nhiệt cho hơi lạnh rồi qua van tiết lưu quay lại dàn bay hơi, khép kín vòng tuần hoàn.



Hình 4-3 : Sơ đồ không gian hệ thống lạnh h.4-2
(chú thích xem h.4-2)

Để đảm bảo cho lỏng khô chảy về máy nén và tuần hoàn dầu dễ dàng, với sáu dàn bay hơi người ta áp dụng phương pháp hỗn hợp để lắp đặt các dàn bay hơi nghĩa là bốn dàn được cấp lỏng từ trên xuống và hai dàn được cấp lỏng từ dưới lên. Dàn cấp lỏng từ dưới lên lỏng không chảy được về máy nén nhưng tuần hoàn dầu khó hơn. Ngược lại dàn cấp lỏng từ trên, dầu tuần hoàn dễ nhưng có nguy cơ lỏng chảy về máy nén. Hình 4-3 giới thiệu sơ đồ không gian của máy lạnh đó khi lắp đặt thực tế cho phòng lạnh.



Hình 4-4 : Máy lạnh bốn phòng, bốn nhiệt độ dùng cho thương nghiệp.

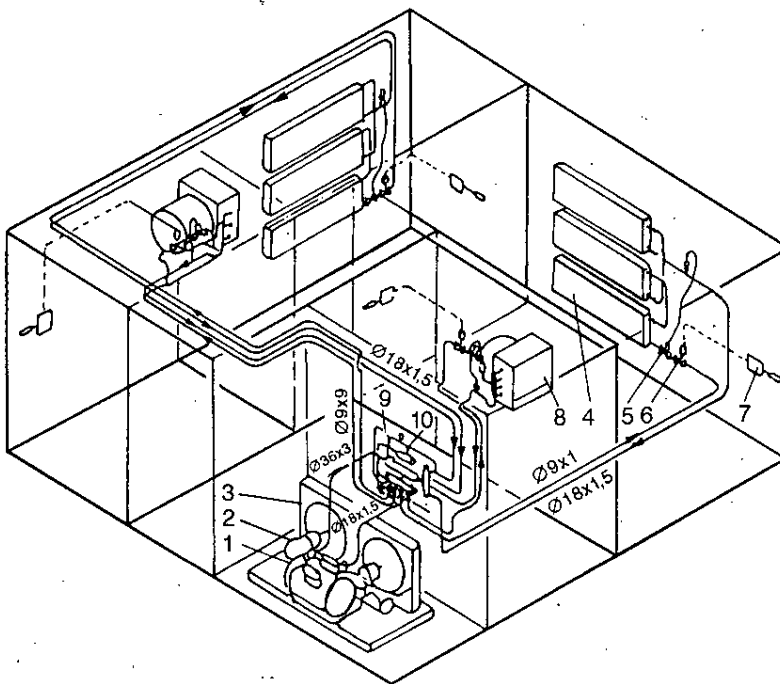
Công suất lạnh tiêu chuẩn 11,6 kW (10000 kcal/h) ; R12

1 - Máy nén nửa kín ; 2 - Bình chứa ; 3 - Dàn ngưng quạt ; 4 - Dàn lạnh tĩnh ; 5 - Van tiết lưu nhiệt ; 6 - Van điện tử ; 7 - Thermostat ; 8 - Dàn lạnh quạt ; 9 - Phin sấy lọc ; 10 - Hồi nhiệt ; 11 - Role áp suất ; 12 - Mất ga

Áp suất ngưng tụ được điều chỉnh bằng van điều chỉnh nước. Hồi nhiệt 8 làm nhiệm vụ quá lạnh lỏng môi chất nhằm tăng hiệu suất lạnh của hệ thống. Nhiệt độ phòng lạnh được khống chế bằng một thermostat đóng ngắt trực tiếp mạch điện cấp cho máy nén.

Nhược điểm cơ bản của hệ thống này cũng là thiếu một van điện từ đóng ngắt việc cấp lỏng cho các dàn bay hơi. Nếu bố trí thêm một van điện từ ở trước van tiết lưu nhiệt, hệ thống lạnh làm việc đảm bảo và ổn định hơn nhiều. Khi đó việc điều khiển đóng ngắt máy nén sẽ thực hiện qua role áp suất thấp.

Các hệ thống lạnh nhỏ, về nguyên tắc có thể cấp lạnh cho nhiều phòng lạnh với các nhiệt độ khác nhau. Hình 4-4 giới thiệu một sơ đồ hệ thống lạnh dùng để cấp lạnh cho bốn phòng lạnh thương nghiệp có nhiệt độ khác nhau, công suất 10.000kcal/h.



Hình 4-5 : Sơ đồ không gian máy lạnh bốn buồng, bốn nhiệt độ (chú thích xem h.4-4).

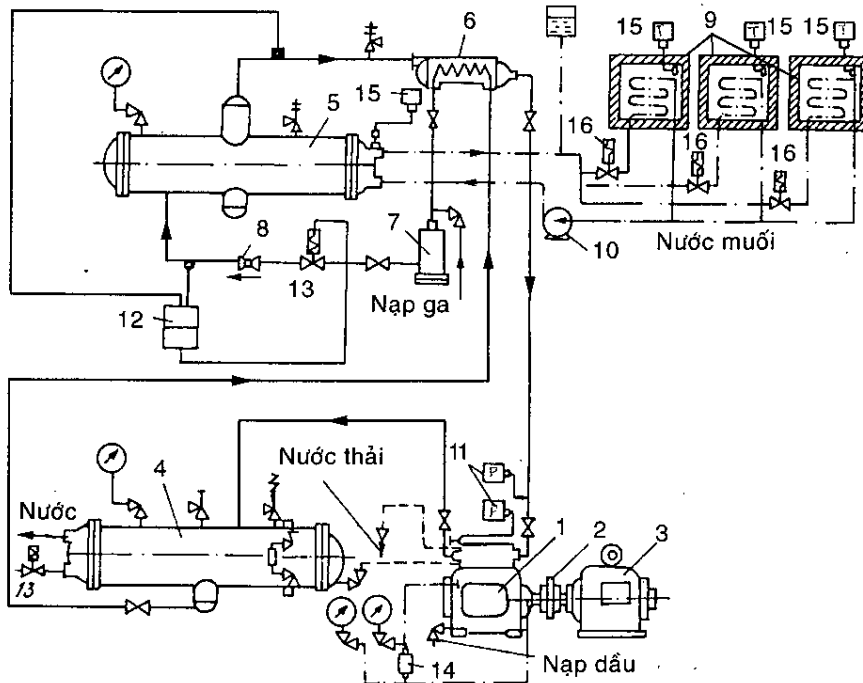
Máy lạnh làm việc như sau : Hơi sinh ra ở dàn bay hơi được máy nén hút về qua ống góp hơi, hồi nhiệt, nén lên áp suất cao, đẩy vào dàn ngưng quạt. Ở dàn ngưng hơi thải nhiệt cho không khí làm mát, ngưng tụ lại, chảy vào bình chứa sau đó đi qua phin sấy lọc, qua van điện từ vào hồi nhiệt để được làm quá lạnh, rồi vào ống góp lỏng, phân phối cho dàn lạnh trong các phòng lạnh. Van tiết lưu là loại van tiết lưu nhiệt. Việc khống chế nhiệt độ nhờ role nhiệt độ (thermostat) và van điện từ 6. Khi phòng đủ lạnh, thermostat ngắt mạch, van điện từ đóng, ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi. Khi phòng thiếu lạnh, thermostat đóng mạch, van điện từ mở ra để cấp lỏng cho dàn. Khi tất cả các phòng đều đủ lạnh, tất cả các van điện từ đều đóng, áp suất hút sẽ nhanh chóng tụt xuống dưới mức cho phép và role áp suất ngắt mạch cho máy nén ngừng chạy. Khi một trong bốn phòng thiếu lạnh, van điện từ mở, áp suất bay hơi tăng lên và role áp suất thấp lại đóng mạch cho máy nén hoạt động lại. Hình 4-5 mô tả sơ đồ không gian của hệ thống lạnh hình 4-4.

4.2. Sơ đồ hệ thống lạnh cỡ trung dạng tổ hợp freôn và amoniac

Do những ưu điểm nổi bật về lắp đặt vận hành dễ dàng, độ tin cậy, tuổi thọ cao, ngày nay các hệ thống lạnh hoàn chỉnh hoặc dạng tổ hợp lắp đặt gọn trong một hoặc hai cụm máy có xu hướng phát triển mạnh. Công suất lạnh từ bé cho tới lớn và rất lớn. Do dàn lạnh không khí khá công kênh nên các máy lạnh làm lạnh phòng trực tiếp thường được chia làm hai cụm : Cụm máy nén ngưng tụ và cụm dàn quạt đặc biệt với công suất lạnh trung bình và lớn. Các loại máy lạnh, làm lạnh gián tiếp phòng máy làm lạnh chất tải lạnh (như nước, nước muối...) được lắp gọn thành máy hoàn chỉnh (một cụm) kể cả đối với công suất lạnh lớn và rất lớn đến hàng triệu kcal/h với máy nén trực vít hoặc máy nén turbin.

Các loại máy lạnh trực tiếp thường được sử dụng cho một hệ tiêu thụ lạnh như các máy lạnh dùng trên ôtô, tàu hoả, tàu thuỷ, các phòng lạnh. Các loại máy lạnh gián tiếp dùng cho nhiều hệ tiêu thụ lạnh như các kho lạnh hoặc các hệ thống điều hoà không khí trung tâm.

Hình 4-6 giới thiệu sơ đồ của hệ thống lạnh gián tiếp XM22.



Hình 4-6 : Máy làm lạnh nước muối XM22, môi chất R22

- 1 - Máy nén ; 2 - Khớp nối ; 3 - Động cơ ; 4 - Bình ngưng ; 5 - Bình bay hơi ; 6 - Hối nhiệt ; 7 - Phin sấy lọc ;
 8 - Van tiết lưu ; 9 - Phòng lạnh ; 10 - Bơm nước muối ; 11 - Role áp suất ; 12 - Bộ điều chỉnh cấp lỏng cho
 bình bay hơi theo độ quá nhiệt hơi hút ; 13 - Van điện từ ; 14 - Role hiệu áp suất dầu ; 15 - Thermostat ;
 16 - Van điện từ phòng lạnh

Máy nén pittông loại hở, bình ngưng làm mát bằng nước, bình bay hơi làm lạnh nước muối, môi chất lạnh R22, năng suất lạnh tiêu chuẩn 22.000 đến 90.000kcal/h.

Nhiệt độ trong các phòng lạnh được điều chỉnh nhờ thermostat 15 và van điện từ 16 để đóng ngắt việc cấp nước muối cho các phòng lạnh. Các thermostat cũng điều khiển bơm nước muối hoạt động. Khi thermostat cuối cùng ngắt mạch van điện từ thì bơm nước muối ngừng hoạt động và máy nén cũng ngừng hoạt động. Khi một trong các thermostat đóng mạch van điện từ cấp nước muối cho phòng lạnh thì bơm hoạt động và máy nén cũng hoạt động theo.

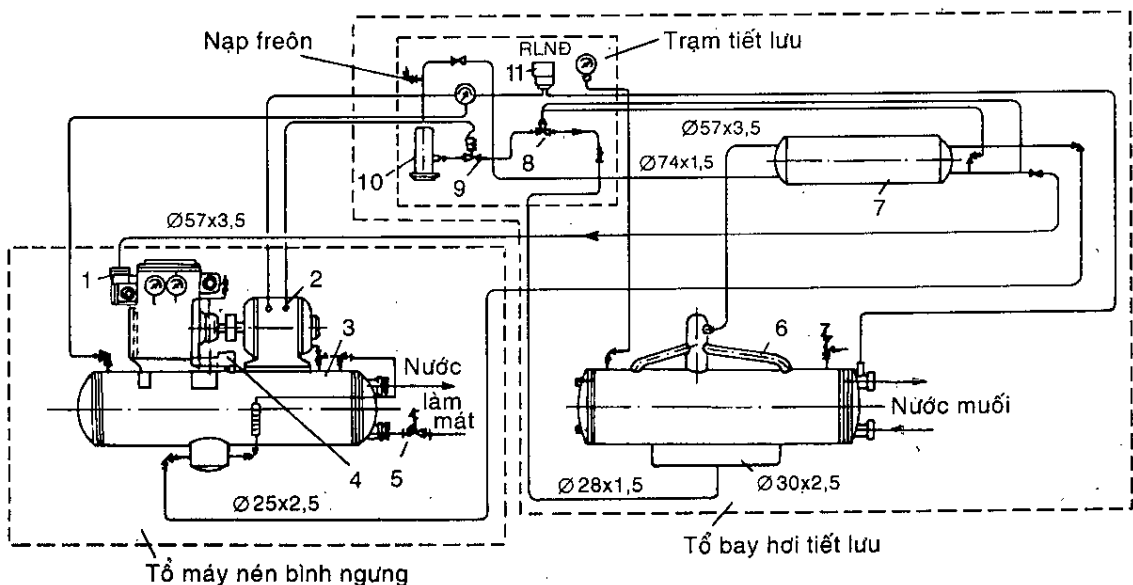
Môi chất lạnh được cấp vào bình bay hơi nhờ tổ hợp điều khiển nhiệt độ hai tiếp điểm bán dẫn vị sai và van điện từ. Tùy thuộc vào độ quá nhiệt của hơi môi chất lạnh hút về máy nén mà bộ điều khiển đóng ngắt van điện từ cấp lỏng hoặc ngừng cấp lỏng cho bình bay hơi. Van tiết lưu điều khiển bằng tay 8 được lắp sau van điện từ.

Role áp suất cao và thấp bảo vệ máy nén khỏi chế độ làm việc nguy hiểm : áp suất đầu đẩy quá lớn và áp suất đầu hút quá nhỏ. Trong các sơ đồ máy lạnh gián tiếp, role áp suất thấp rất quan trọng bảo vệ cho chất tải lạnh nước hoặc nước muối khỏi đóng băng trong các ống trao đổi nhiệt của bình bay hơi.

Hệ thống bôi trơn của máy nén được role hiệu áp suất dầu 19 kiểm tra bảo vệ. Nếu hệ thống bôi trơn có trục trặc, áp suất dầu không đáp ứng được yêu cầu bôi trơn, role sẽ tác động ngừng máy nén.

Để tiết kiệm nước cho bình ngưng, người ta bố trí van điều chỉnh nước cùng van điện từ. Van điều chỉnh nước dùng để điều chỉnh lượng nước theo áp suất ngưng tụ còn van điện từ để đóng và cấp nước đồng thời khi máy nén ngừng hoặc hoạt động trở lại.

Hình 4-7 giới thiệu tổ hợp lạnh hoàn chỉnh môi chất freôn. Năng suất lạnh tiêu chuẩn 20.000 đến 100.000kcal/h. Sơ đồ thiết bị và đường ống giống như h.4.6. Máy lạnh ghép từ tổ máy nén bình ngưng và bay hơi tiết lưu. Trạm tiết lưu đồng thời là bảng dụng cụ, trên đó lắp đặt hầu hết các dụng cụ của hệ thống như phin sấy lọc, van điện từ, role nhiệt độ (thermostat). Role nhiệt độ (RLND) có nhiệm vụ bảo vệ cho chất tải lạnh (nước muối) không đóng băng trong ống chùm bình bay hơi. Khi nhiệt độ xuống quá thấp, RLND ngắt mạch động cơ ngừng máy nén.



Hình 4-7 : Máy làm lạnh nước muối, môi chất freôn, $Q_0 = 23\text{kW}$ (20.000 kcal/h)

- 1 - Máy nén hơi ; 2 - Động cơ ; 3 - Bình ngưng ; 4 - Role áp suất ; 5 - Van điện từ ; 6 - Bình bay hơi ;
7 - Hối nhiệt ; 8 - Van tiết lưu nhiệt ; 9 - Van điện từ ; 10 - Phin sấy lọc ; 11 - Role nhiệt độ

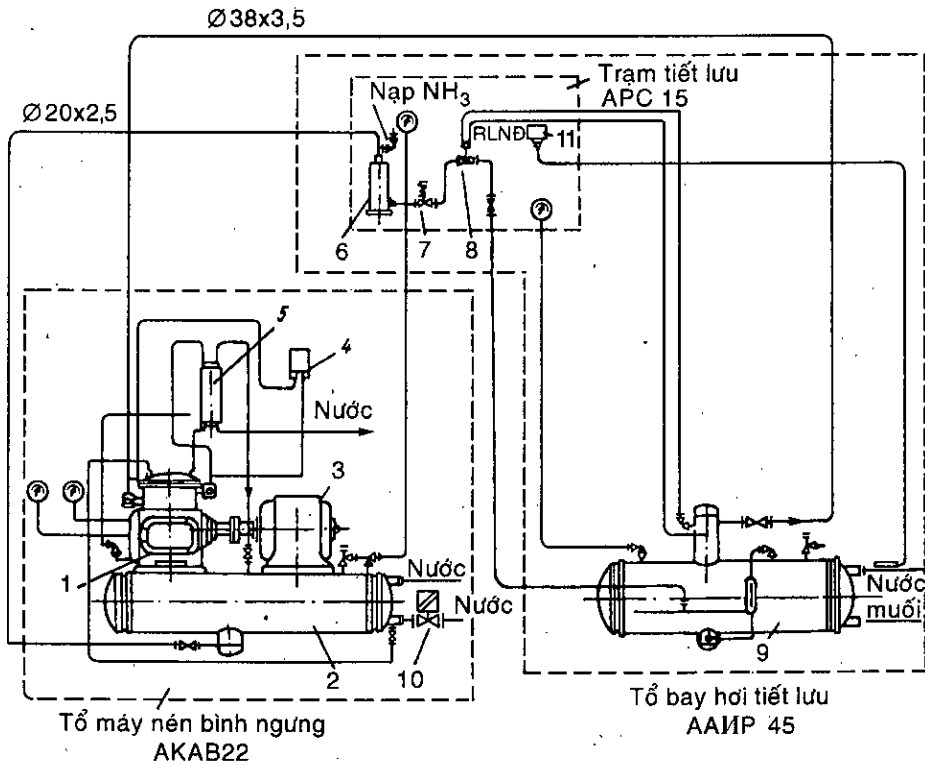
Hình 4-8 giới thiệu một tổ hợp lạnh hoàn chỉnh, môi chất amoniác. XMAB22, công suất lạnh tiêu chuẩn 22.000kcal/h. Máy lạnh được tổ hợp từ tổ máy nén bình ngưng AKAB22 và tổ bay hơi tiết lưu. Trạm tiết lưu và các dụng cụ được lắp đặt trên bảng dụng cụ APC 15.

Sơ đồ máy lạnh amoniác có một vài điểm khác với sơ đồ máy lạnh freon như sau :

- Sơ đồ có thêm bình tách dầu lắp trên đường đẩy giữa máy nén và bình ngưng. Bình tách dầu có thể làm mát bằng nước.

- Sơ đồ amoniác không có hồi nhiệt.

- Máy nén amoniác được làm mát bằng nước. Nước làm mát ở đây được chia làm hai nhánh. Một nhánh vào bình ngưng, một nhánh vào áo nước làm mát đầu xi lanh sau đó qua bình tách dầu rồi được thải ra ngoài.



Hình 4-8 : Máy làm lạnh nước muối môi chất amoniác XMAB-22

- 1 - Máy nén hơ AB-22 ; 2 - Bình ngưng ; 3 - Động cơ ; 4 - Role áp suất ; 5 - Bình tách dầu MOB-32M ;
6 - Phin lọc ; 7 - Van điện từ ; 8 - Van tiết lưu nhiệt ; 9 - Bình bay hơi làm lạnh nước muối ;
10 - Van điện từ ; 11 - Role nhiệt độ

Role nhiệt độ 11 cũng dùng để bảo vệ nước muối không đóng băng trong chum ống do nhiệt độ bay hơi quá thấp. RLNĐ có thể ngắt van điện từ 7 ngừng cung cấp lỏng cho bình bay hơi, hoặc trực tiếp ngắt mạch động cơ máy nén.

Ngoài các loại tổ hợp hoàn chỉnh một cấp như đã giới thiệu, còn nhiều loại tổ hợp hoàn chỉnh chuyên dùng một hai cấp thậm chí ba cấp nén, ghép tầng tạo các nhiệt độ thấp đến -70°C , -90°C đôi khi đến -140°C . Nhưng do khuôn khổ cuốn sách có hạn nên không thể giới thiệu được. Các sơ đồ hệ thống lạnh NH_3 lớn dùng cho các kho lạnh truyền thống xin tìm hiểu ở tài liệu tham khảo [3].

Chương 5

LÀM LẠNH CHẤT LỎNG VÀ CHẤT KHÍ

Làm lạnh chất lỏng, chủ yếu là làm lạnh các chất tải lạnh. Tính chất của các chất tải lạnh ảnh hưởng rất lớn đến kết cấu của thiết bị làm lạnh. Các tính chất chủ yếu của các chất tải lạnh khác nhau đã được giới thiệu ở chương 3 tài liệu [1].

5.1. Thiết bị làm lạnh chất lỏng

Đại đa số các thiết bị làm lạnh chất lỏng có vách ngăn cách giữa chất lỏng cần được làm lạnh và môi chất lạnh sôi (hình 5-1). Vấn đề cần giải quyết là thu hơi môi chất lạnh hình thành nhanh, giải phóng bề mặt trao đổi nhiệt để môi chất lỏng sôi luôn được tiếp xúc với chất tải lạnh, vì hơi có hệ số toả nhiệt nhỏ hơn nhiều so với môi chất lạnh sôi.

Năng suất lạnh (nhiệt lượng trao đổi) của thiết bị được tính theo biểu thức quen thuộc :

$$Q_0 = kF\Delta t \quad (5-1)$$

Q_0 – năng suất lạnh (năng suất nhiệt trao đổi) của thiết bị, W ;

k – hệ số truyền nhiệt, W/m^2K ;

F – diện tích trao đổi nhiệt, m^2 ;

Δt – hiệu nhiệt độ trung bình logarit, K.

Hệ số truyền nhiệt k xác định theo biểu thức

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_v}{\lambda_v} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \quad (5-2)$$

α_1 – hệ số toả nhiệt phía môi chất lạnh, W/m^2K ;

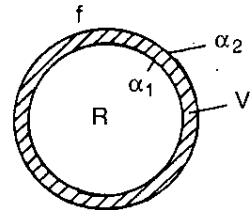
α_2 – hệ số toả nhiệt phía chất tải lạnh, W/m^2K ;

δ_v, λ_v – chiều dày, m, và hệ số dẫn nhiệt, W/mK của vách ngăn ;

δ_1, λ_1 – chiều dày, m, và hệ số dẫn nhiệt, W/mK của lớp cặn bẩn phía môi chất như lớp dầu bôi trơn và cặn bẩn khác ;

δ_2, λ_2 – chiều dày, m, và hệ số dẫn nhiệt, W/mK , của lớp cặn phía chất tải lạnh như lớp han rỉ và cặn bẩn khác cũng như lớp sơn chống gỉ...

Ví dụ nếu trở nhiệt của các lớp cặn bẩn là $1/2400 km^2/W$ thì hệ số truyền nhiệt của một thiết bị trao đổi nhiệt hiệu quả cao giảm từ $3000 W/m^2K$ xuống còn $1320 W/m^2K$ (giảm 56%), hệ số truyền nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt bình thường từ $300 W/m^2K$ xuống $276 W/m^2K$ (giảm 11%). Có thể kiểm tra các kết quả này nhờ công thức.



Hình 5-1 : Nguyên tắc làm việc thiết bị làm lạnh chất lỏng V – Vách ngăn ;
f – Chất tải lạnh (chất lỏng) ;
R – Môi chất lạnh. α_1 , α_2 – Hệ số toả nhiệt

Để đảm bảo năng suất lạnh cân trao đổi với chất tải lạnh, khi k càng giảm thì nhiệt độ trung bình logarit phải càng tăng. Hiệu nhiệt độ tăng làm tổn thất exergi tăng dẫn đến điện tiêu thụ tăng. Chính vì vậy thiết bị trao đổi nhiệt luôn được thiết kế theo hai tiêu chuẩn.

- Đạt được hệ số truyền nhiệt lớn.
- Khả năng làm vệ sinh thuận lợi.

Để tăng hệ số toả nhiệt phía chất lỏng cần phải tăng tốc độ dòng chảy. Tuy nhiên tốc độ dòng chảy cũng có giới hạn nhất định do tổn thất áp suất tăng và tiếng ồn tăng. Có thể bố trí các cơ cấu tạo dòng chảy rối để tăng hệ số toả nhiệt, nhưng tổn thất áp suất cũng tăng, và đôi khi ưu và nhược điểm bù trừ hết cho nhau.

Có thể phân loại các thiết bị làm lạnh chất lỏng trực tiếp bằng môi chất lỏng sôi ra ba loại : làm lạnh kiểu dòng chảy, làm lạnh kiểu trữ lạnh và làm lạnh kiểu tiếp xúc. Cấu tạo của thiết bị cũng phỏng theo tên gọi của chúng. Sau đây chúng tôi sẽ mô tả sơ qua các loại thiết bị làm lạnh chất lỏng.

5.1.1. Thiết bị làm lạnh kiểu dòng chảy

Chất lỏng chảy vào diện tích trao đổi nhiệt từ đầu này của thiết bị và chảy ra đầu kia của thiết bị với nhiệt độ thấp hơn. Diện tích trao đổi nhiệt được làm lạnh bằng môi chất lạnh sôi ở phía vách bên kia. Biến thiên nhiệt độ của thiết bị được biểu diễn trên hình 5-2. Chất lỏng với lưu lượng m_f có nhiệt độ t_1 đi vào thiết bị ra khỏi thiết bị với nhiệt độ t_2 . Nhiệt độ t_2 nhỏ hơn t_1 . Ở điều kiện cân bằng ta có biểu thức :

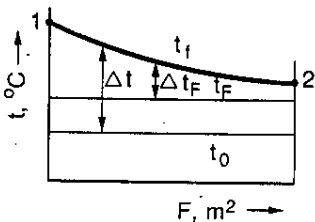
$$m_f C(t_1 - t_2) = \int_0^F k \Delta t dF \quad (5-3a)$$

- m_f - lưu lượng chất lỏng, kg/s ;
- C - nhiệt dung riêng khối lượng của chất lỏng, kJ/kgK ;
- k - hệ số truyền nhiệt cục bộ, W/m²K ;
- Δt - hiệu nhiệt độ cục bộ, K ;
- F - diện tích bề mặt trao đổi nhiệt, m².

Nếu tính với hiệu nhiệt độ logarit, ta có biểu thức :

$$m_f C(t_1 - t_2) = k_{tb} \cdot F \cdot \Delta t_{tb} \quad (5-3b)$$

k_{tb} - hệ số truyền nhiệt trung bình.



Hình 5-2 : Biến thiên nhiệt độ trong thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu dòng chảy :
 t_0 - Nhiệt độ sôi ; t_F - Nhiệt độ bề mặt vách phía chất lỏng ; t_1 - Nhiệt độ chất lỏng

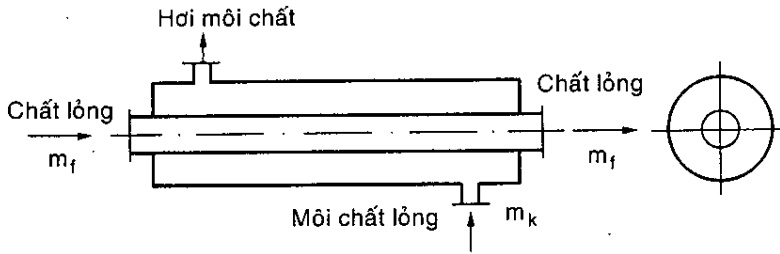
Hình 5-2 biểu diễn biến thiên nhiệt độ trong thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu dòng chảy.

Mật độ dòng nhiệt q ở các điểm trên bề mặt truyền nhiệt có thể xác định theo biểu thức :

$$q = \alpha_1(t_F - t_0) = \alpha_2 \Delta t_F = k \Delta t \quad (5-4)$$

Do hiệu nhiệt độ ở cửa vào lớn hơn cửa ra nên, mật độ dòng nhiệt ở cửa vào cũng lớn hơn mật độ dòng nhiệt ở cửa ra. Ngược lại mật độ dòng nhiệt phía môi chất lạnh lại tăng lên do hệ số toả nhiệt tăng (thành phần hơi nhỏ). Điều đó cắt nghĩa tại sao ở nhiệt độ sôi t_0 không đổi, nhiệt độ bề mặt t_F gần như không đổi.

1. *Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu ống lồng.* Thiết bị ống lồng bao gồm hai ống lồng vào nhau kiểu đồng tâm và là thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu dòng chảy đơn giản nhất (hình 5-3).



Hình 5-3 : Nguyên lí thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu ống lồng

Đối với môi chất lạnh sôi là NH_3 ở không gian giữa hai vỏ người ta tìm được biểu thức kinh nghiệm xác định hệ số toả nhiệt như sau :

$$\text{ở } t_0 = 0^\circ\text{C} \quad \alpha_2 = 48,5 \cdot q^{0,40} \quad (5-5a)$$

$$\text{ở } t_0 = -10^\circ\text{C} \quad \alpha_2 = 97 \cdot q^{0,335} \quad (5-5b)$$

t_0 – nhiệt độ sôi của NH_3 ;

α_2 – hệ số toả nhiệt phía môi chất lạnh, $\text{W/m}^2\text{K}$;

q – mật độ dòng nhiệt, W/m^2 .

Hệ số toả nhiệt tăng khi nhiệt độ sôi giảm có thể cắt nghĩa như sau : Ở nhiệt độ thấp, thể tích riêng của amoniác lớn, các bọt hơi tạo thành trong quá trình bay hơi làm cho amoniác xáo trộn mãnh liệt hơn làm cho hệ số toả nhiệt tăng. Nếu sử dụng bơm tuần hoàn môi chất lạnh sẽ đạt hệ số toả nhiệt lớn hơn và hệ số toả nhiệt hầu như không phụ thuộc vào nhiệt độ sôi nữa.

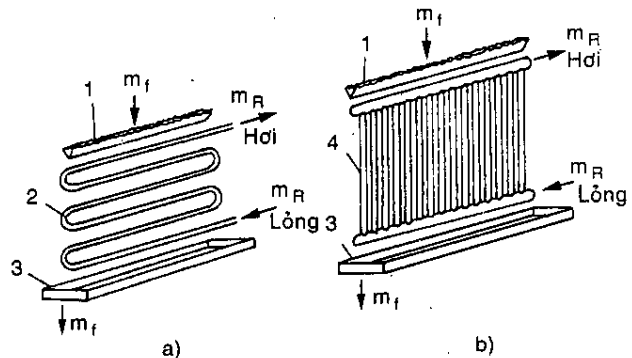
Đối với các môi chất lạnh khác không có các giá trị cụ thể đo ở không gian giữa hai vỏ được công bố, bởi vậy có thể lấy các giá trị tính toán cho môi chất lạnh sôi trong ống theo các tài liệu tham khảo khác nhau.

Đối với các chất lỏng làm lạnh trong ống, hệ số toả nhiệt với $10 < \text{Pr} < 300$ có thể xác định theo biểu thức sau :

$$\text{Nu} = 0,0216 \cdot \text{Re}^{0,86} \cdot \text{Pr}^{0,23} \quad (5-6)$$

2. *Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu ống vỏ.* Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu ống vỏ còn gọi là kiểu ống chùm được phân làm hai loại : môi chất lạnh sôi trong vỏ hoặc trong không gian giữa các ống và môi chất lạnh sôi trong ống. Cấu tạo cũng như phương pháp tính toán đã được trình bày ở chương 5 [1], ở đây chúng tôi không nhắc lại.

3. *Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tưới.* Nguyên tắc làm việc của thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tưới là môi chất lạnh sôi trong ống xoắn nằm ngang hoặc thẳng đứng còn chất lỏng cần làm lạnh được tưới lên bề mặt phía ngoài và chảy từ trên xuống (hình 5-4). Bình thường, toàn bộ thiết bị được bố trí trong vỏ kim loại để tránh tổn thất lạnh đồng thời tránh bụi bẩn, vi sinh vật từ không khí đi vào.



Hình 5-4 : Nguyên tắc làm việc của thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tưới

m_f – chất lỏng cần làm lạnh ; m_R – môi chất lạnh sôi
1 – Máng phân phối ; 2 – Dàn bay hơi ống xoắn nằm ngang ;
3 – Máng hứng chất lỏng ; 4 – Dàn bay hơi ống đứng.

Thiết bị làm lạnh chất lỏng này thường được sử dụng để làm lạnh nước, dịch bia, sữa, váng sữa... Các thiết bị này không phải đề phòng sự đóng băng của chất lỏng lên bề mặt dàn như loại chất lỏng chảy trong ống. Tính toán hệ số toả nhiệt phía môi chất lạnh xem mục 5.2.2 cho dàn bay hơi ống xoắn và ống đứng.

Hệ số toả nhiệt phía chất lỏng phụ thuộc vào tốc độ chất lỏng chảy trên bề mặt ống. Tốc độ dòng chảy lại phụ thuộc vào chiều dày của lớp chất lỏng cũng như lưu lượng chất lỏng và chiều rộng tưới.

Người ta sử dụng tiêu chuẩn Reynolds trong việc mô tả đặc tính của lớp chất lỏng chảy trên bề mặt ống như sau :

$$Re = \frac{\omega \delta}{\nu} \quad (5-7)$$

δ – chiều dày lớp chất lỏng tưới, m ;

ω – tốc độ tưới trung bình, m/s ;

ν – độ nhớt động học của chất lỏng, m²/s.

Giữa lưu lượng tưới m_f , bề ngang tưới B và chiều dày lớp chất lỏng tưới δ có quan hệ như sau :

$$m_f/\rho = \omega.B.\delta \quad (5-8)$$

Như vậy :

$$Re = \frac{(m_f/B)}{\rho.\nu}$$

ρ – khối lượng riêng của chất lỏng, kg/m³.

Bề ngang tưới B bằng toàn bộ chiều dài ống nhân đôi đối với ống xoắn nằm ngang và bằng tổng chu vi của các ống đứng đối với dàn bay hơi ống đứng.

Nếu $Re \leq 400$, dòng chảy là chảy tầng. Chiều dày tưới có thể xác định theo biểu thức thực nghiệm :

$$\delta = \left(\frac{3\nu^2}{g} \right)^{1/3} Re^{1/3} \quad (5-9)$$

Nếu $Re > 400$, dòng chảy là chảy rối :

$$\delta = 0,302 \left(\frac{3\nu^2}{g} \right)^{1/3} Re^{6/15} \quad (5-10)$$

Có thể sử dụng các biểu thức thực nghiệm sau đây để tính toán cho vùng hình thành dòng chảy tưới :

Với $400 < Re < 800$:

$$Nu = 0,00112 Re^{4/5} Pr^{0,344} \quad (5-11a)$$

Với $Re > 800$

$$Nu = 0,0066 Re^{14/15} Pr^{0,344} \quad (5-11b)$$

Tiêu chuẩn Nusselt được tính theo chiều dày dòng chảy tưới :

$$Nu = \frac{\alpha \delta}{\lambda} \quad (5-12)$$

Các công thức tính toán thực nghiệm cũng như các toán đồ xác định hệ số toả nhiệt ở dàn bay hơi ống nằm ngang và thẳng đứng có thể tham khảo ở [10] tập 6B.

4. Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu nạo

Trong kỹ thuật làm lạnh các chất lỏng đặc của công nghệ chế biến thực phẩm người ta phải dùng lưỡi nạo để nạo chất lỏng bị hoá rắn khi tiếp xúc với bề mặt lạnh. Các thiết bị như vậy gọi là thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu nạo.

Về nguyên tắc, thiết bị này giống như kiểu ống lồng. Khác biệt cơ bản là phía trong ống trong có lắp một trục đồng tâm, trên trục bố trí hai lưỡi nạo với ra đến bề mặt trao đổi nhiệt để nạo các chất lỏng đặc bị hoá rắn khi tiếp xúc với bề mặt lạnh (hình 5-5).

Hệ số toả nhiệt phía môi chất được xác định giống như đối với ống lồng. Để đảm bảo hệ số toả nhiệt lớn phải đưa môi chất lạnh không lẫn dầu vào dàn bay hơi. Trường hợp bị lẫn dầu, đặc biệt đối với amoniác, hệ số toả nhiệt giảm xuống rõ rệt, hậu quả càng rõ rệt khi mật độ dòng nhiệt ở thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu nạo lại rất lớn. Để cải thiện hệ số toả nhiệt phía môi chất lạnh có thể sử dụng bơm tuần hoàn môi chất lạnh vào dàn bay hơi.

Hệ số toả nhiệt phía chất lỏng được chia làm hai loại : làm lạnh chưa đến điểm đóng băng và làm lạnh quá điểm đóng băng. Ví dụ của trường hợp thứ hai là làm lạnh hỗn hợp kem cốt : Vừa phải làm lạnh vừa phải nạo các tinh thể đá tạo ra trên bề mặt trao đổi nhiệt.

Trường hợp làm lạnh quá điểm đóng băng có thể sử dụng biểu thức thực nghiệm sau đây :

$$Nu = 0,27 \cdot Re^{0,652} \cdot Pr^{0,333}$$

Chiều dài danh nghĩa trong tiêu chuẩn Nusselt và Reynolds là phân chu vi phân cách hai lưỡi nạo.

Tốc độ dòng chảy ở đây lấy tốc độ dài ở chu vi của lưỡi nạo :

$$Nu = \frac{\alpha \pi D_s}{\lambda} \frac{z}{\lambda} \quad (5-13)$$

$$Re = \frac{\pi D_s n}{60} \cdot \frac{\pi D_s}{z} = \frac{0,164 \cdot D_s^2 n}{z \cdot v} \quad (5-14)$$

D_s – đường kính của hình trụ tạo bởi lưỡi nạo quay, m ;

z – số lưỡi nạo ;

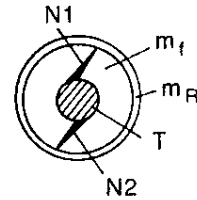
n – tốc độ vòng quay lưỡi nạo, Vg/ph.

Nếu có nước đá hình thành trên bề mặt lạnh, thì ngoài thành phần toả nhiệt tính toán ở trên ra còn có một thành phần toả nhiệt cho các phần tử nước đá. Như vậy hệ số toả nhiệt chung tăng lên.

Đối với quá trình làm lạnh đông kem cốt trong ống bay hơi trực tiếp amoniác, hệ số toả nhiệt thực nghiệm đo được là $2000 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

5.1.2. Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tích lạnh

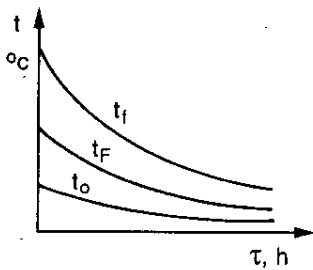
Thiết bị làm lạnh kiểu tích lạnh làm việc theo nguyên tắc chất lỏng được chứa trong một bình cách nhiệt và được làm lạnh nhờ dàn bay hơi kiểu ống xoắn hoặc kiểu tấm đặt trong bình. Để tăng cường hệ số toả nhiệt phía chất lỏng, người ta bố trí máy khuấy để khuấy chất lỏng.



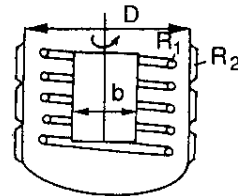
Hình 5-5 : Nguyên lý làm việc của thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu nạo : m_f – lưu lượng môi chất lạnh ; m_R – chất lỏng đặc ; T – Trục mang lưỡi nạo ; N_1, N_2 : lưỡi nạo 1 và 2

1. Thùng làm lạnh có máy khuấy. Chất lỏng cần làm lạnh được đưa vào thùng theo từng mẻ, sau đó được làm lạnh xuống đến mức độ cần thiết. Trong công nghiệp hoá học hoặc thực phẩm đôi khi còn thải nhiệt do phản ứng hoá học hoặc lên men sinh học sinh ra.

Nhiệt độ trong thùng ở các vị trí không gian khác nhau là khác nhau. Nếu được khuấy trộn đều nhiệt độ ở các vị trí chênh nhau không đáng kể. Nhiệt độ bay hơi gần như không đổi nếu như năng suất lạnh của máy lạnh lớn hơn năng suất lạnh cấp cho thùng nhiều lần. Một máy lạnh cấp lạnh cho nhiều thùng khuấy khác nhau và thời gian đưa chất lỏng nóng vào sau mỗi mẻ không trùng nhau. Nhưng nếu một máy lạnh chỉ cấp lạnh cho một thùng khuấy thì nhiệt độ sôi ban đầu sẽ rất cao, sau đó giảm dần. Đây là hiện tượng tự điều chỉnh năng suất lạnh của máy lạnh (hình 5-6). Do năng suất của dàn bay hơi ở thời điểm chất lỏng nóng mới đưa vào cao do đó máy lạnh tự điều chỉnh tăng nhiệt độ bay hơi để nâng cao năng suất lạnh cân bằng với năng suất dàn bay hơi. Nhiệt độ chất lỏng hạ xuống từ từ, năng suất dàn bay hơi cũng giảm và nhiệt độ bay hơi cũng giảm theo để năng suất lạnh của máy lạnh luôn luôn cân bằng với năng suất trao đổi nhiệt của dàn bay hơi.



Hình 5-6 : Biến thiên nhiệt độ trong thùng khuấy lạnh
 t_f – Nhiệt độ chất lỏng ; t_F – Nhiệt độ bề mặt dàn lạnh ;
 t_o – Nhiệt độ sôi



Hình 5-7 : Thùng khuấy hai vỏ R_2
 có dàn lạnh ống xoắn R_1
 và cách khuấy chiều rộng b

Nguyên tắc cấu tạo của thùng khuấy lạnh biểu diễn trên hình 5-7. Thùng khuấy có dàn bay hơi kiểu ống xoắn bố trí phía trong thùng. Chất lỏng được làm lạnh từ hai phía : ống xoắn R_1 và hai vỏ R_2 có môi chất lạnh sôi trực tiếp.

Để tính toán hệ số toả nhiệt của môi chất lạnh sôi trong không gian giữa hai vỏ có thể áp dụng các biểu thức tính cho môi chất lạnh sôi trong không gian giữa các ống của bình bay hơi ống vỏ. Đối với hệ số toả nhiệt trong ống xoắn sử dụng các biểu thức tính cho bình bay hơi ống vỏ môi chất sôi trong ống.

Hệ số toả nhiệt phía chất lỏng phải tính riêng cho thành phía trong của thùng khuấy và ở bề mặt ống xoắn.

Hệ số toả nhiệt của thành trong thùng khuấy được xác định theo biểu thức :

$$Nu = 0,36 Re^{2/3} Pr^{1/3} (\eta_f/\eta_v)^{0,14} \quad (5-15)$$

trong đó
$$Nu = \frac{\alpha D}{\lambda} \quad (5-16)$$

$$Re = \frac{n \cdot b^2}{\nu} \quad (5-17)$$

- D – đường kính trong của thùng khuấy, m ;
- b – chiều rộng cánh khuấy, m ;

n – số vòng quay của cánh khuấy, vg/s ;

η_f, η_v – độ nhớt động của chất lỏng ở nhiệt độ trung bình và nhiệt độ vách Ns/m^2 ;

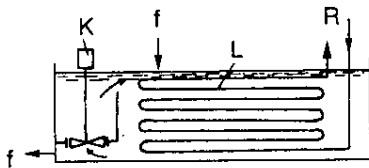
ν – độ nhớt động học của chất lỏng ở nhiệt độ trung bình, m^2/s .

Nếu sử dụng cánh khuấy chân vịt, hệ số toả nhiệt giảm xuống đáng kể.

Đối với ống xoắn, hệ số toả nhiệt phía chất lỏng được xác định theo biểu thức :

$$Nu = 0,87 Re^{0,62} \cdot Pr^{1/3} (\eta_f/\eta_v)^{0,14} \quad (5-18)$$

2. *Làm lạnh chất lỏng trong bể.* Phương pháp làm lạnh chất lỏng trong bể mô tả trên hình 5-8. Nguyên tắc làm việc của bể cũng giống như thùng khuấy. Toàn bộ bể được cách nhiệt. Dàn lạnh được nhúng trong chất lỏng chứa trong bể. Máy khuấy bố trí hơi khác máy khuấy của thùng khuấy, thường nằm ở góc bể có nhiệm vụ tuần hoàn chất lỏng như một bơm tuần hoàn do đó bể làm lạnh chất lỏng vừa mang tính chất của một thùng khuấy, vừa mang tính chất của thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu dòng chảy (h.5-9)

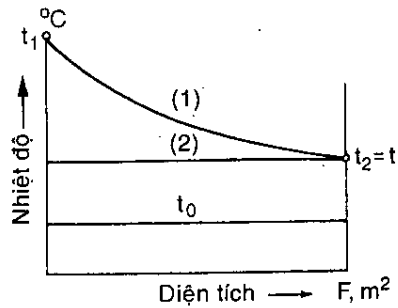


Hình 5-8 : Nguyên tắc làm lạnh chất lỏng trong bể

f – Chất lỏng vào, ra ;

R – Môi chất lạnh lỏng vào, hơi ra ;

K – Máy khuấy ; L – Dàn lạnh



Hình 5-9 : Biến thiên nhiệt độ trong thiết bị làm lạnh chất lỏng

(1) Kiểu dòng chảy ; (2) trong bể ;

t_0 – Nhiệt độ bay hơi ;

t_{tb} – Nhiệt độ hoà trộn trung bình trong bể

So với thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu dòng chảy, bể làm lạnh chất lỏng có những ưu nhược điểm sau :

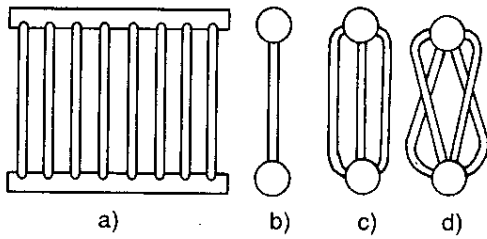
– Ưu điểm là đơn giản, dễ chế tạo, giá thành rẻ, không chịu áp lực nên có thể chế tạo bằng bê tông, xây bằng gạch...

– Nhược điểm là hệ số toả nhiệt bé, với cùng nhiệt độ chất lỏng ra, bể phải làm việc với hiệu nhiệt độ lớn hơn.

– Nhược điểm tiếp theo là bề mặt chất lỏng tiếp xúc với không khí, khả năng đọng ẩm, nhiễm vi sinh vật từ không khí là khó tránh và năng lượng tiêu tốn cho bơm tuần hoàn cũng lớn hơn.

Hệ số toả nhiệt phía môi chất lạnh của dàn bay hơi phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như : quá trình bay hơi là hoàn toàn hay không hoàn toàn trong dàn, mật độ dòng nhiệt hay tải nhiệt theo diện tích bề mặt bay hơi, cấu trúc bề mặt bay hơi, chiều dài dàn ống, tỉ lệ dầu bôi trơn lẫn trong môi chất, môi chất là hoà tan dầu hoặc không hoà tan dầu...

Để cải thiện hệ số toả nhiệt cả phía môi chất cả phía chất lỏng, kiểu cấu trúc ống xoắn của dàn bay hơi được thay thế bằng kiểu cấu trúc ống đứng với nhiều dạng ống đứng khác



Hình 5-10 : Nguyên tắc cấu tạo dàn bay hơi ống đứng

- a) Hình chiếu đứng ; b) Hình chiếu cạnh của a) ;
 c) Dạng các ống đứng tăng cường ; d) Các ống đứng tăng cường tạo dòng chảy rối phía chất lỏng

đứng đạt hệ số toả nhiệt lớn nhất khi mức lỏng trong dàn đạt mức tối ưu. Hệ số toả nhiệt giảm khi mức lỏng cao hơn hoặc thấp hơn mức lỏng tối ưu. Ở mức lỏng tối ưu của môi chất lạnh amoniác trong dàn có thể xác định hệ số toả nhiệt theo các biểu thức thực nghiệm sau :

$$\text{ở } t_0 = -10^\circ\text{C} \quad \alpha = 17,3q^{0,59} \quad (5-19a)$$

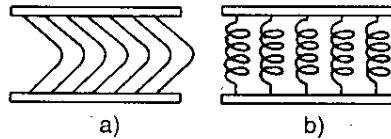
$$\text{ở } t_0 = -30^\circ\text{C} \quad \alpha = 13,7q^{0,59} \quad (5-19b)$$

t_0 – nhiệt độ bay hơi, $^\circ\text{C}$;

α – hệ số toả nhiệt, $\text{W/m}^2 \text{K}$;

q – mật độ dòng nhiệt, W/m^2 .

Để tạo dòng chảy rối phía chất lỏng cần làm lạnh, có thể sử dụng các ống đứng cong nhiều dạng khác nhau như giới thiệu trên hình 5-10c và d. Để giảm chiều cao của dàn ngoài phương pháp tăng cường ống đứng như hình 5-10c, d, còn có thể sử dụng dàn kiểu xương cá (h. 5-11a) hoặc dàn ống xoắn đứng (h. 5-11b)



Hình 5-11 : Các dạng dàn ống đứng đặc biệt

- a) Dàn xương cá ; b) Dàn ống xoắn đứng

Khi cải tiến dàn bay hơi ống đứng như trên, có thể đạt được một số yêu cầu về cấu trúc thiết bị nhưng có thể dẫn đến các tổn thất về hệ số toả nhiệt. Ví dụ ở dàn ống xoắn đứng, cấu trúc thiết bị gọn nhẹ hơn, chiều cao giảm, diện tích bề mặt trao đổi nhiệt tăng do bố trí được chiều dài ống lớn hơn nhưng việc thu gom hơi khó khăn hơn, ở các vòng xoắn trên cùng có khi chỉ có hơi mà không có lỏng bay hơi, nên hệ số toả nhiệt giảm hơn nhiều so với dàn ống đứng đơn giản.

Hệ số toả nhiệt phía chất lỏng có thể xác định theo biểu thức :

$$\text{Nu} = 0,0216 \text{Re}^{0,86} \text{Pr}^{0,23} \quad (5-20)$$

Đường kính danh nghĩa của Nu và Re được xác định theo tiết diện ngang của dòng chảy tự do :

$$D = \frac{4F}{U} \quad (5-21)$$

F – tiết diện ngang dòng chảy tự do, m^2 ;

U – chu vi dòng chảy theo tiết diện ngang, m.

nhau (hình 5-10). Nguyên tắc cấu tạo gồm hai ống góp hơi ở trên và góp lỏng ở dưới. Giữa hai ống góp là các ống đứng cho môi chất sôi bên trong. Hệ số toả nhiệt lớn hơn do hơi tạo thành nhanh chóng được thu gom lên ống góp hơi, giải phóng bề mặt trao đổi nhiệt cho quá trình bay hơi. Việc thu gom hơi ở đây nhanh hơn rất nhiều so với loại ống xoắn nằm ngang, sức chứa lỏng cũng lớn hơn và khối lượng môi chất lạnh nạp vào hệ thống cũng nhiều hơn. Các kết quả nghiên cứu cho thấy dàn bay hơi ống

Nếu hệ thống ống xoắn gồm nhiều ống dày đặc, trong đó chất lỏng chảy dọc theo ống thì đường kính danh nghĩa có thể xác định từ diện tích được giới hạn bởi 4 ống chung quanh (hình 5-12) :

$$F = a.b - \frac{\pi d^2}{4} \quad (5-22)$$

$$U = 4 \frac{\pi d}{4} = \pi d \quad (5-23)$$

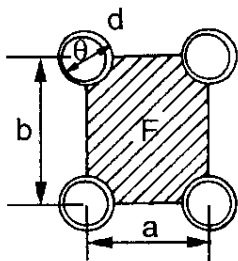
Thay F và U vào phương trình (5-21) ta có :

$$D = \frac{4ab}{\pi d} - d \quad (5-24)$$

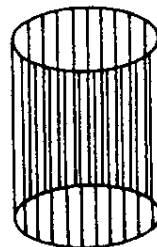
Đối với dàn bay hơi ống đứng, chất lỏng chảy vuông góc với ống bay hơi có thể xác định hệ số toả nhiệt phía chất lỏng :

$$Nu = 0,157 Re^{0,68} Pr^{0,31} \quad (5-25)$$

Đường kính dùng để tính Nu và Re chính là đường kính của ống đứng bay hơi.



Hình 5-12 : Phân tố để tính F và U của đường kính danh nghĩa



Hình 5-13 : Dàn bay hơi ống đứng kiểu lồng có ống góp hơi và góp lỏng hình khuyên

Hình 5-13 giới thiệu kết cấu của dàn bay hơi ống đứng kiểu lồng có ống góp lỏng và ống góp hơi hình khuyên. Bể chất lỏng lạnh là hình trụ, cánh khuấy bố trí ở giữa bể, trục khuấy từ trên xuống. Chất lỏng được cánh khuấy tác động xoay tròn chung quanh thành bình cắt vuông góc với các ống bay hơi. Phương pháp khuấy này tiêu tốn năng lượng ít hơn so với kiểu bơm tuần hoàn của các bể hình chữ nhật.

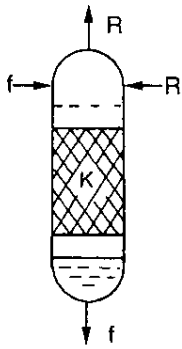
5.1.3. Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tiếp xúc

Có thể cho môi chất lạnh tiếp xúc trực tiếp với chất lỏng cần làm lạnh với điều kiện :

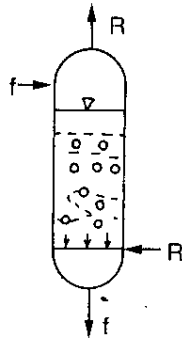
- Môi chất lạnh và chất lỏng không hoà tan vào nhau.
- Môi chất lạnh và chất lỏng không phản ứng hoá học với nhau.

Ví dụ : người ta có thể làm lạnh chất tải lạnh lỏng là dung dịch nước muối $CaCl_2$ bằng propan bay hơi trực tiếp hoặc làm lạnh nước bằng RC318 (C_4F_8) bay hơi trực tiếp, nước sau khi được xử lí lạnh có lẫn các phân tử nước đá rất nhỏ.

Ưu điểm chủ yếu của phương pháp làm lạnh tiếp xúc là không còn vách ngăn cách giữa môi chất lạnh và chất lỏng nên tất cả các trở nhiệt do vách gây ra không còn nữa. Nếu phân phối đều được môi chất lạnh và chất lỏng thì diện tích bề mặt trao đổi nhiệt tăng lên rất lớn, hiệu nhiệt độ yêu cầu giảm xuống và có thể tiến gần tới quá trình làm lạnh lí tưởng về mặt nhiệt động.



Hình 5-14 : Một phương pháp làm lạnh chất lỏng kiểu tiếp xúc



Hình 5-15 : Làm lạnh chất lỏng kiểu phun trực tiếp

Có nhiều phương pháp đưa chất lỏng vào tiếp xúc trực tiếp với môi chất lạnh. Hình 5-14 giới thiệu một phương pháp sử dụng tháp có khối đệm. Tháp gồm vỏ hình trụ đứng, ở giữa có bố trí khối đệm bằng các chi tiết đệm như vòng Raschig, chi tiết hình yên ngựa... mục đích tăng bề mặt tiếp xúc trao đổi nhiệt. Môi chất lạnh lỏng R và chất lỏng nóng f vào phía trên, hoà trộn với nhau chảy xuống dưới. Trong khối đệm K, môi chất lạnh bay hơi và được dẫn về máy nén ở ống nối trên đỉnh tháp. Chất lỏng lạnh tích tụ lại ở đáy tháp và được lấy ra ngoài.

Một phương pháp không cần dùng khối đệm, chất lỏng được vào tháp ở mức lỏng cao (h. 5-15). Môi chất lạnh dạng lỏng được phun trực tiếp vào phía đáy tháp. Môi chất lạnh bay hơi, bọt nổi lên trên tạo xáo trộn mạnh trong tháp. Chất lỏng lạnh được tháo ra ở đáy tháp. Hơi môi chất lạnh được thu hồi phía đỉnh tháp.

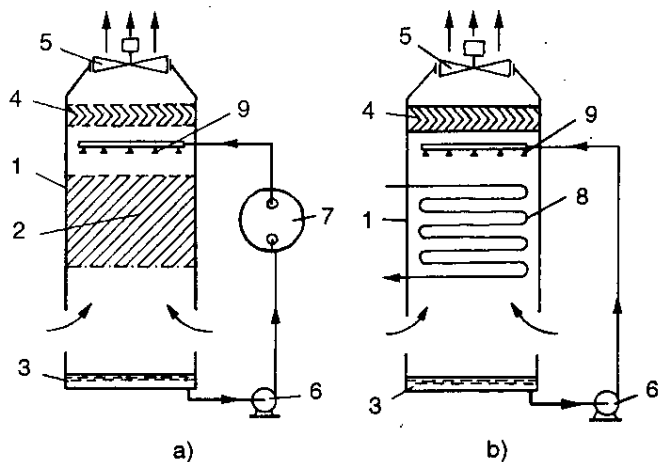
Do không thể xác định được diện tích bề mặt trao đổi nhiệt, nên không thể xác định được hệ số toả nhiệt. Một vài nghiên cứu sử dụng hệ số dẫn nhiệt lấy chuẩn theo thể tích tiếp xúc.

5.1.4. Thiết bị làm lạnh kiểu bay hơi khuếch tán

Thiết bị làm lạnh kiểu bay hơi khuếch tán sử dụng ngay chất lỏng cần làm lạnh đóng vai trò môi chất lạnh bay hơi khuếch tán một phần vào không khí. Nhiệt ẩn hoá hơi dùng để làm lạnh chất lỏng. Thông thường chất lỏng bay hơi khuếch tán ngay ở điều kiện nhiệt độ ngoài trời. Về nguyên tắc, tất cả các chất lỏng có khả năng bay hơi khuếch tán vào không khí ở điều kiện nhiệt độ ngoài trời đều có khả năng được làm lạnh bằng phương pháp bay hơi khuếch tán.

Người ta đã ứng dụng phương pháp này để làm lạnh rượu êtanol, êtylacetat, axêtôl, benzôl, tetraclomêtan, tôluol, xylol... nhưng trong thực tế phương pháp này được sử dụng rộng rãi chỉ để làm lạnh nước. Constance đã đưa ra các phương trình tính toán sự bay hơi khuếch tán của nước vào không khí phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau như tốc độ gió, độ ẩm tương đối của không khí... trong công bố ở tạp chí Heat., Pip. and Air Condit. 7/63. p. 133.

Các thiết bị làm lạnh nước kiểu bay hơi khuếch tán được gọi là tháp giải nhiệt nước, nếu có dàn ngưng tụ ở trong gọi là tháp ngưng tụ giải nhiệt nước, nếu có dàn làm lạnh chất lỏng gọi là tháp làm lạnh giải nhiệt nước (h. 5-16).



Hình 5-16 : Thiết bị làm lạnh kiểu bay hơi khuếch tán
a) Tháp giải nhiệt nước; b) Tháp ngưng tụ giải nhiệt nước.
1 - Vỏ tháp; 2 - Khối đệm; 3 - Bể nước; 4 - Chấn nước;
5 - Quạt gió; 6 - Bơm nước; 7 - Bình ngưng (hoặc hệ tiêu thụ lạnh); 8 - Dàn ngưng (hoặc dàn chất lỏng cần làm lạnh);
9 - Dàn phun nước

Tháp giải nhiệt (h. 5-16a) thường sử dụng để làm mát nước tuần hoàn cho bình ngưng của một máy lạnh chẳng hạn. Tháp giải nhiệt có dàn ống bố trí phía trong có thể sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau ví dụ làm dàn ngưng trực tiếp môi chất lạnh hoặc dùng làm dàn làm lạnh một loại chất lỏng nào đó, làm ngưng hơi nóng của một chất lỏng nào đó chẳng hạn (xem thêm chương 5[1]).

Sự trao đổi nhiệt và chất giữa nước và không khí thường được bố trí theo kiểu ngược dòng như hình 5-16b giới thiệu : không khí đi từ dưới lên, nước được phun từ trên xuống. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, để giảm chiều cao tháp có thể bố trí cho không khí đi ngang, nước phun từ trên xuống hoặc cũng phun ngang, ngược dòng hoặc thuận dòng.

Nhiệt độ thấp nhất có thể đạt được đối với nước cần làm mát là nhiệt độ nhiệt kế ướt của trạng thái không khí ngoài trời đi vào tháp giải nhiệt. Trên đồ thị h-x, trước tiên xác định trạng thái không khí ngoài trời. Từ đó kẻ đường nhiệt độ bão hoà đoạn nhiệt cắt đường $\phi = 100\%$ tại K. Nhiệt độ điểm K chính là nhiệt độ thấp nhất có thể đạt được theo lí thuyết.

5.1.5. Thiết bị làm lạnh chất lỏng gián tiếp

Nếu làm lạnh chất lỏng không phải bằng môi chất lạnh sôi trực tiếp mà là bằng chất tải lạnh thì người ta gọi là làm lạnh chất lỏng gián tiếp. Về nguyên tắc, làm lạnh chất lỏng gián tiếp cũng giống như trực tiếp, tuy nhiên do thiết bị làm lạnh gián tiếp không chịu áp suất nên hình dáng, cấu tạo cũng có nhiều khác biệt.

1. Kiểu ống lồng và ống vỏ. Thiết bị kiểu ống lồng và ống vỏ để làm lạnh chất lỏng gián tiếp cũng giống như để làm lạnh trực tiếp. Phía chất lỏng, phương pháp tính toán hệ số toả nhiệt cũng giống như khi làm lạnh trực tiếp.

Riêng đối với thiết bị kiểu ống lồng, chất lỏng (chất tải lạnh) chảy trong không gian giữa hai ống (hình vành khuyên), hệ số toả nhiệt được xác định như sau :

Với dòng chảy rối $Re \geq 2300$, Nu tính theo biểu thức (5-20), nhưng đường kính danh nghĩa phải tính theo biểu thức (5-21) :

$$D = \frac{D_i^2 - d_a^2}{d_a} \quad (5-26)$$

D_i – đường kính trong của ống ngoài, m ;

d_a – đường kính ngoài của ống trong, m.

Với dòng chảy tầng $Re < 2300$ trong khe hẹp có thể xác định hệ số toả nhiệt theo các quan hệ sau :

Với $Re \cdot Pr (2.s/L) < 10$

$$Nu = 7,6 \quad (5-27a)$$

Với $Re \cdot Pr (2.s/L)$ từ 35 đến 350

$$Nu = 4(Re \cdot Pr \cdot 2s/L)^{1/5} \quad (5-27b)$$

Với $Re \cdot Pr (2.s/L)$ từ 350 đến 1000 :

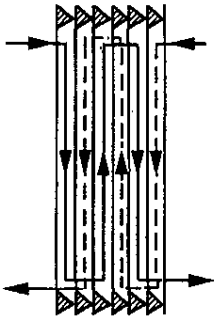
$$Nu = 1,85 (Re \cdot Pr \cdot 2s/L)^{1/3} \quad (5-27c)$$

s – chiều cao của khe hở, m

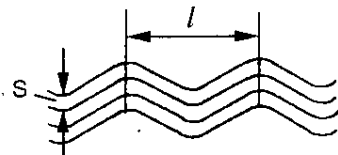
L – chiều dài của dòng chảy trao đổi nhiệt theo hướng dòng chảy, m.

Chiều rộng dòng chảy b (khi $b \gg s$) không đóng vai trò quan trọng trong quá trình trao đổi nhiệt.

2. Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tấm. Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tấm còn gọi là thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm. Hình 5-17 giới thiệu nguyên tắc kết cấu và làm việc của thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm. Thiết bị gồm các tấm kim loại được xếp lại với nhau, chu vi được làm kín bằng các vật liệu đàn hồi. Khoảng cách giữa các tấm được cố định bằng các tấm cỡ để đạt những khoảng cách đều nhau. Để tạo dòng chảy rối, các tấm trao đổi nhiệt được làm sóng (h. 5-18) với bước sóng l . Tỉ số l/s là tỉ số đặc trưng của mật độ sóng. Tỉ số l/s càng nhỏ, hệ số toả nhiệt càng lớn vì độ chảy rối của chất lỏng càng cao, tuy nhiên tổn thất áp suất cũng càng lớn. Theo một số tài liệu ở các thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm có tạo sóng, dòng chảy rối bắt đầu ngay từ $Re \geq 200$.



Hình 5-17 : Nguyên tắc cấu tạo và làm việc của thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm



Hình 5-18 : Bước sóng l của các tấm và khoảng cách tấm s (= chiều dày lớp chất lỏng)

Hệ số toả nhiệt trong thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm với $650 < Re < 3500$ và $Pr \approx 10$ có thể xác định theo biểu thức :

$$Nu = C \cdot Re^{0,65} \cdot Pr^m \quad (5-28)$$

Hằng số C có trị số từ 0,2 đến 0,3 tùy theo kiểu sóng của tấm. Số mũ $m = 0,3$ cho chất lỏng cần làm lạnh và $m = 0,4$ cho chất lỏng làm nóng. Đường kính danh nghĩa của cả Nu và Re đối với dòng chảy là :

$$D = \frac{4F}{u} = 2s. \quad (5-29)$$

Ngoài ra có thể tham khảo biểu thức sau đây để tính toán hệ số toả nhiệt cho thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm :

$$Nu = 0,08Re^{0,85} \cdot Pr^{0,33} (\eta_f/\eta_v)^{0,14} \quad (5-30)$$

η_f và η_v – độ nhớt động lực của chất lỏng ở nhiệt độ trung bình và nhiệt độ vách Ns/m^2 .

Với $Re = 650$ hai biểu thức (5-29 và 5-30) cho các giá trị Nu gần giống nhau nhưng khi Re tăng biểu thức (5-30) cho các giá trị Nu lớn hơn. Sự sai khác đó là do cấu trúc bề mặt của các tấm trao đổi nhiệt khác nhau.

Các thiết bị trao đổi nhiệt dạng tấm được sử dụng rất nhiều trong công nghiệp thực phẩm vì chúng dễ dàng làm vệ sinh tẩy rửa. Chúng được ứng dụng rộng rãi trong xí nghiệp sữa, xí nghiệp sản xuất nước khoáng, xí nghiệp sản xuất bia hoặc nước ngọt. Các tấm của thiết bị trao đổi nhiệt đại bộ phận làm bằng thép không gỉ.

Các dòng chảy của chất lỏng có thể bố trí nối tiếp, song song hoặc theo từng nhóm nên trong cùng một thiết bị có thể làm nóng, làm lạnh hoặc thu hồi nhiệt lượng. So sánh với

thiết bị trao đổi nhiệt kiểu ống vỏ thì thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm có mức chứa lỏng ít hơn nhiều do đó phù hợp hơn với kiểu vận hành theo từng mẻ hoặc vận hành gián đoạn. Diện tích bên ngoài của thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm cũng rất nhỏ do đó sự trao đổi nhiệt với môi trường bên ngoài có thể bỏ qua.

Thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm cũng có thể ứng dụng cho các chất lỏng đặc hoặc quánh như phomat nhão với độ nhớt đến 37000cP ở 6°C. Thiết bị không thể sử dụng cho các chất lỏng có chứa các phân tử rắn với kích thước hoặc đường kính bằng bề dày mặt thoáng giữa hai tấm.

Nhược điểm chủ yếu của thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm là diện tích làm kín rất lớn. Khi áp suất quá lớn có thể các tấm bị biến dạng làm cho tiết diện dòng chảy tăng lên.

Ngoài thiết bị trao đổi nhiệt tấm phẳng người ta còn có thể uốn các tấm cong hoặc tấm xoắn. Dùng hai tấm kim loại đàn hồi cuộn vào nhau, giữ đều khoảng cách hai tấm, hai đầu bịt kín, có thể tạo ra thiết bị trao đổi nhiệt ngược dòng kiểu tấm cuộn.

3. Các kết cấu đặc biệt khác. Trong công nghiệp hoá chất, có nhiều loại chất lỏng cần làm lạnh có tính ăn mòn rất cao. Việc lựa chọn kim loại phù hợp khá khó khăn. Người ta đã chọn vật liệu teflon là loại chất dẻo có thể chịu tính ăn mòn cao của chất lỏng để làm các vách ngăn trao đổi nhiệt như ống, tấm... Nhược điểm của teflon là hệ số dẫn nhiệt nhỏ ($\lambda = 0,19 \text{ W/mK}$). Để bù lại chiều dày ống hoặc tấm ngăn phải nhỏ.

Người ta chế tạo các thiết bị trao đổi nhiệt ống vỏ bằng chất dẻo teflon như sau : Đường kính ống từ 2,5 đến 6mm, chiều dày ống bằng khoảng 10% đường kính ngoài. Vỏ ngoài có thể bằng kim loại cũng có thể bằng teflon. Trong vỏ đường kính 8" có thể bố trí 2500 ống đường kính 2,5mm. Thực tế trong một đơn vị thể tích, người ta có thể bố trí diện tích bề mặt trao đổi nhiệt nhiều hơn rất nhiều so với ống kim loại.

Dòng chảy trong các ống nhỏ thường là dòng chảy tầng với $Re < 1000$. Hệ số toả nhiệt của chất lỏng chảy trong ống trong đường kính 2mm xác định thực nghiệm đạt khoảng 625 $\text{W/m}^2\text{K}$, đối với ống đường kính 5mm đạt 280 $\text{W/m}^2\text{K}$. Đường kính ống càng lớn, hệ số toả nhiệt càng giảm nhưng đường kính ống lớn có ưu điểm là khó bị tắc khi có các phân tử rắn lưu thông cùng với chất lỏng, ngoài ra tổn thất áp suất cũng nhỏ hơn.

Các ống teflon rất khó bị nhiễm bẩn vì chúng rất nhẵn và có thể uốn được. Người ta tránh cọ rửa vệ sinh ống bằng cơ học để tránh làm hư hại ống. Nếu thấy cần tẩy rửa phải sử dụng phương pháp hoá học.

Ngoài ra, còn rất nhiều các thiết bị đặc biệt khác được thiết kế dựa trên các tính chất đặc biệt của chất lỏng và chất tải lạnh. Ví dụ khi chất lỏng và chất tải lạnh không hoà tan vào nhau người ta bố trí sự tiếp xúc trực tiếp giữa chúng...

5.2. Làm lạnh khí và hơi

Khi làm lạnh khí và hơi bằng môi chất lạnh sôi hoặc bằng chất tải lạnh, hệ số toả nhiệt phía khí và hơi nhỏ hơn rất nhiều hệ số toả nhiệt phía môi chất lạnh sôi hoặc chất tải lạnh do đó phía khí và hơi thường bao giờ cũng được tạo cánh để tăng cường trao đổi nhiệt (xem thêm chương 5[1]).

5.2.1. Làm lạnh khí không có thành phần ngưng tụ

1. Khí ở áp suất khí quyển. Tuy khí không có thành phần ngưng tụ là rất hiếm, nhưng để nghiên cứu khí có thành phần phức tạp hơn, nhất thiết phải nghiên cứu chúng như những

bước di cơ bản đầu tiên. Bài toán đặt ra ở đây là xác định được hệ số toả nhiệt phía chất khí cần được làm lạnh để có thể xác định được diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết.

Nếu trong khí không có thành phần hơi ngưng tụ thì việc tính toán tương đối đơn giản vì không có lỏng ngưng tụ trên bề mặt dàn bay hơi. Năng suất lạnh được tính toán theo biểu thức (5-1) giống như làm lạnh chất lỏng vì không có dòng nhiệt ẩn đi kèm.

Hệ số toả nhiệt phía môi chất lạnh sôi hoặc chất tải lạnh được xác định giống như phần 5.1 (thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu dòng chảy).

Hệ số toả nhiệt phía khí thường được xác định theo điều kiện dòng khí chảy ngang qua chùm ống xoắn vì bố trí dòng chảy kiểu này cho hệ số toả nhiệt lớn hơn so với kiểu dòng chảy dọc theo ống. Đặc biệt khi ống có bố trí cánh thì chỉ có thể bố trí dòng chảy ngang qua ống. Hệ số toả nhiệt phụ thuộc nhiều vào cách bố trí ống trong chùm ống. Vấn đề này cũng đã được đề cập đến trong nhiều tài liệu và giáo trình truyền nhiệt.

Khi dòng khí chảy rối (kể cả dòng chất lỏng chảy rối) ta có biểu thức tổng quát :

$$Nu = C \cdot Re^m \cdot Pr^n \quad (5-31)$$

Trong đó các hằng số C, m, n phụ thuộc vào phương pháp bố trí ống trong dòng khí. Ví dụ đối với không khí khô chuyển động qua hàng ống không so le, ta có thể tính toán hệ số toả nhiệt với :

$$Nu = 0,18 Re^{0,64} \quad (5-32)$$

và qua hàng ống bố trí so le :

$$Nu = 0,29 \cdot Re^{0,60} \quad (5-33)$$

Khi khí đối lưu tự nhiên do chênh lệch mật độ giữa khí nóng và khí lạnh thì tiêu chuẩn Grashof Gr đóng một vai trò quan trọng. Phương trình tổng quát xác định hệ số toả nhiệt cho dòng khí đối lưu tự nhiên có dạng :

$$Nu = C (Gr \cdot Pr)^n \quad (5-34)$$

trong đó :

$$Gr = \frac{\beta \cdot \Delta t H^3 \cdot g}{\nu^2}$$

β – hệ số dẫn nở thể tích của chất khí, 1/K ;

ν – độ nhớt động học của chất khí, m²/s ;

Δt – hiệu nhiệt độ giữa chất khí và nhiệt độ bề mặt nhận nhiệt, K ;

H – chiều cao của bề mặt nhận nhiệt, m ;

g – gia tốc trọng trường, m/s².

Tất cả các giá trị các đại lượng trong các tiêu chuẩn Nu, Gr và Pr đều dựa trên nhiệt độ trung bình đại số giữa nhiệt độ vách nhận nhiệt và nhiệt độ dòng khí phía xa vách.

Có thể sử dụng các giá trị sau cho các hằng số C và n :

| Gr.Pr | C | n |
|---|-------|-----|
| từ 0,001 đến 500 | 1,18 | 1/8 |
| từ 500 đến 2.10 ⁷ | 0,54 | 1/4 |
| từ 2.10 ⁷ đến 10 ¹³ | 0,135 | 1/3 |

Đến trị số $Gr.Pr = 2.10^7$ dòng chảy còn là chảy tầng. Với các trị số cao hơn, dòng chảy là chảy rối. Quá trình chuyển biến từ dạng dòng chảy này sang dòng chảy kia diễn ra tương đối điều hoà.

2. Khí nén và khí có áp suất chân không. Từ biểu thức (5-31) cho dòng chảy rối ta có thể tìm được sự phụ thuộc của hệ số toả nhiệt vào áp suất của chất khí. Vì hệ số dẫn nhiệt và độ nhớt động học không phụ thuộc vào áp suất nên tiêu chuẩn Pr cũng không phụ thuộc vào áp suất. Chỉ có tiêu chuẩn Re phụ thuộc nhiều vào áp suất. Vì $Re = \omega D/\nu = \omega D\rho/\eta$ tỉ lệ thuận với áp suất p , bởi khối lượng riêng của khí ρ tỉ lệ thuận với áp suất p .

Sự phụ thuộc của Nu và cũng là sự phụ thuộc của α vào áp suất theo biểu thức (5-31) sẽ là :

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^m = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^m \quad (5-35)$$

Hệ số toả nhiệt tăng khi áp suất tăng và giảm khi áp suất giảm, tuy nhiên mức tăng và giảm còn phụ thuộc vào m .

Các nghiên cứu về dòng không khí đối lưu tự nhiên ở áp suất thấp cho các kết quả sau đây dựa trên giá trị của hệ số toả nhiệt ở áp suất 1 bar : Khi áp suất không khí giảm còn 0,5 bar thì hệ số toả nhiệt giảm 17% (còn 83%) và khi áp suất còn 0,2 bar thì hệ số toả nhiệt giảm 33% (còn 67%) so với giá trị ở 1 bar. Chỉ khi áp suất giảm đến 0 thì hệ số toả nhiệt cũng giảm đến 0.

5.2.2. Làm lạnh hơi (ngưng tụ)

Khi làm lạnh các loại hơi thì nhiệt độ bề mặt trao đổi nhiệt đóng vai trò rất quan trọng. Chừng nào nhiệt độ bề mặt trao đổi nhiệt còn cao hơn nhiệt độ bão hoà tương ứng với áp suất của hơi thì sự làm lạnh của hơi đó vẫn giống như làm lạnh chất khí. Chỉ khi nào nhiệt độ bề mặt trao đổi nhiệt thấp hơn nhiệt độ bão hoà tương ứng của hơi thì mới xảy ra quá trình ngưng tụ và thiết bị có thể được gọi là thiết bị ngưng tụ, quá trình trao đổi nhiệt diễn ra mạnh hơn rất nhiều. Trong đại đa số các trường hợp, bề mặt lạnh bị hơi ngưng đọng thành một màng lỏng (hình 5-19). Khi màng chất lỏng ngưng chảy xuống dưới với dòng chảy tầng thì xác định hệ số toả nhiệt theo biểu thức của Nusselt. Trong biểu thức này việc xác định hiệu nhiệt độ giữa nhiệt độ bão hoà của hơi và nhiệt độ của vách ngưng. Bằng cách đưa vào một đại lượng là lượng nước ngưng theo thời gian ta có thể loại bỏ được hiệu nhiệt độ đó. Nếu lấy chuẩn dòng lỏng ngưng tụ vào chiều rộng vách ngưng người ta có thể thu được hệ số toả nhiệt cho vách hoặc ống đặt thẳng đứng :

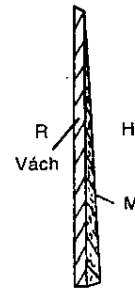
$$\alpha = 0,925\lambda \left(\frac{\rho^2 g}{\eta G}\right)^{1/3} \quad (5-36)$$

α – hệ số toả nhiệt trung bình trên tổng chiều dài của màng ngưng W/m^2K ;

λ – hệ số dẫn nhiệt của chất lỏng ngưng, W/mK ;

ρ – khối lượng riêng của lỏng ngưng, kg/m^3 ;

η – độ nhớt động của lỏng ngưng Ns/m^2 ;



Hình 5-19 : Một màng lỏng ngưng trên bề mặt trao đổi nhiệt
R – Môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh ; H - Hơi ;
M – Màng lỏng ngưng tụ

G – dòng chảy của lỏng ngưng theo mỗi mét chiều ngang vách, kg/sm ;

g – gia tốc trọng trường, m/s^2 .

Bề ngang vách đối với một chùm ống ngưng thẳng đứng là tổng chu vi của bề mặt ngưng tụ của ống.

Theo kết quả nghiên cứu thì hệ số toả nhiệt của các chất lỏng thông thường với $Pr \geq 1$ có thể tính toán khá chính xác với lí thuyết của Nusselt. Ở các chất lỏng có Pr nhỏ, ví dụ các chất lỏng nóng chảy của kim loại, thì hệ số toả nhiệt thực nhỏ hơn nhiều so với tính toán.

Khi $Re > 400$, lấy chuẩn theo khối lượng riêng của màng chất lỏng ngưng, thì màng ngưng có chế độ chảy rối. Đã có nhiều nghiên cứu công bố các kết quả thực nghiệm cũng như các biểu thức thực nghiệm để tính toán hệ số toả nhiệt ở vùng chảy rối, chảy tầng và vùng chuyển biến (xem thêm chương 5[1], [10], [7]).

Hệ số toả nhiệt khi ngưng giọt lớn hơn nhiều so với ngưng màng. Tuy nhiên trong thực tế khó duy trì chế độ ngưng giọt lâu dài và chắc chắn trong thiết bị ngưng tụ. Để cải thiện hệ số toả nhiệt khi ngưng tụ và chuyển chế độ ngưng màng sang ngưng giọt người ta đã đạt được các thành công trong việc phủ lên bề mặt ngưng tụ một lớp kim loại cao cấp mỏng, một lớp nhựa silicôn hoặc polyparaxyrol...

5.2.3. Làm lạnh hỗn hợp khí và hơi

Hỗn hợp khí và hơi được chia thành hai loại : hỗn hợp khí với một lượng nhỏ hơi và hỗn hợp hơi với một lượng nhỏ khí.

1. Hỗn hợp khí với một lượng nhỏ hơi. Đại diện cho nhóm này là không khí ẩm. Ví dụ ở nhiệt độ $20^\circ C$, độ ẩm tương đối 50% thì thành phần thể tích của hơi nước trong không khí chỉ khoảng 1%. Về các thiết bị làm lạnh không khí xin xem thêm chương 5 tài liệu [1] và [10].

Các thành phần của hỗn hợp khí và hơi được đặc trưng bằng áp suất riêng phần của chúng trong hỗn hợp. Tổng các áp suất riêng phần bằng áp suất chung của hỗn hợp. Tỉ số giữa áp suất riêng phần trên áp suất chung chính là thành phần thể tích của chất khí đó. Nhiệt độ bão hoà của hơi luôn tương ứng với một áp suất riêng phần của nó.

Nếu hỗn hợp khí – hơi được làm lạnh xuống dưới nhiệt độ bão hoà, hơi bắt đầu ngưng tụ lại. Nhiệt độ đó được gọi là điểm đọng sương hoặc nhiệt độ điểm sương của hỗn hợp (xem thêm chương 12). Nếu hỗn hợp gồm nhiều thành phần hơi khác nhau mà sau khi ngưng tụ chúng không tạo các hỗn hợp đồng sôi thì mỗi thành phần hơi có một nhiệt độ điểm sương khác nhau. Bằng cách chọn đúng nhiệt độ bề mặt lạnh người ta có thể tách các hơi thành phần ra. Nếu nhiệt độ bề mặt lạnh thấp hơn nhiệt độ hoá rắn của chất lỏng thì hơi ngưng tụ trên bề mặt lạnh cũng hoá rắn.

Mục đích chủ yếu của việc làm lạnh khí có lẫn hơi nước là để làm sạch và sấy khô khử ẩm cho khí vì hơi nước được coi là phân tử có hại, gây trực trặc. Ví dụ hơi nước có thể ngưng đọng lại trong các máy và thiết bị, gây han rỉ và trực trặc máy và thiết bị.

Chính vì vậy khí nén thường được làm lạnh xuống dưới nhiệt độ điểm sương để làm khô trước khi đưa vào đường ống để đi vào các thiết bị làm việc với khí nén.

Trong công nghiệp hoá lỏng không khí, trước khi đưa vào các tháp làm lạnh hoá lỏng người ta phải khử ẩm và cả CO_2 bằng cách làm lạnh khí. Thành phần hơi nước trong khí đốt cũng được tách ra nhờ làm lạnh xuống + 2 đến + $3^\circ C$. Hơi đốt đã làm lạnh lại được sử dụng để làm lạnh sơ bộ khí mới đưa vào bằng các thiết bị trao đổi nhiệt phù hợp để nâng cao hiệu suất quá trình xử lí khí đốt.

Một ví dụ khác là thu hồi các chất lỏng bay hơi từ dung dịch như thu hồi xăng trong không khí.

Để tính toán diện tích cần thiết của bề mặt lạnh có thể sử dụng năng suất lạnh để làm lạnh riêng phần khí. Trong trường hợp này tất nhiên phải sử dụng hệ số toả nhiệt của khí không lẫn hơi, nghĩa là không có thêm phần nhiệt ẩn. Đối với dòng chảy ngang qua ống có thể sử dụng các biểu thức (5-32) và (5-33).

Để tính toán hệ số toả nhiệt của dòng chảy rối dọc trong ống có thể sử dụng biểu thức thực nghiệm sau :

$$Nu = 0,037 (Re^{0,75} - 180) Pr^{0,42} [1 + (d/L)^{2/3}] \quad (5-37)$$

d – đường kính trong của ống, m ;

L – chiều dài ống, m.

Trường hợp không phải ống tròn, phải tính đường kính danh nghĩa D theo biểu thức (5-21). Giá trị các đại lượng chất khí lấy theo nhiệt độ bề mặt lạnh.

Một kết quả thử nghiệm đo hệ số toả nhiệt của không khí ẩm vào bề mặt thoáng của một chất tải lạnh lỏng cho các kết quả sau : Từ không khí ẩm nhiệt độ 25°C và độ ẩm 60% có dòng nhiệt khoảng 175W/m^2 và dòng ẩm khoảng $0,042\text{g/m}^2\text{s}$ truyền vào bề mặt thoáng chất tải lạnh có nhiệt độ 0°C

2. Hỗn hợp hơi với một ít khí. Các hỗn hợp hơi với một ít khí hay gặp trong công nghiệp hoá chất và ngay cả trong các bình ngưng hơi amoniác. Thành phần nhỏ khí ở đây được gọi là khí không ngưng. Ví dụ hơi amoniác có lẫn một ít khí nitơ và hydrô do amoniác phân huỷ trong quá trình nén hơi hoặc hơi clo có lẫn 5 đến 8% khí không ngưng trong quá trình điện phân.

Mục đích của việc làm lạnh các hỗn hợp này là để tách các hơi chất lỏng ra khỏi khí bằng cách ngưng tụ chúng lại. Hỗn hợp hơi khí đi vào bình ngưng được gọi là khí thô và hỗn hợp đi ra khỏi bình ngưng gọi là khí dư. Chỉ có thể ngưng tụ hoàn toàn hơi khí hơi đó không chứa khí. Nhưng vì hơi có chứa một phần nhỏ khí nên khí dư ra khỏi bình ngưng vẫn còn chứa một phần hơi. Phần hơi này được coi là hơi tổn thất do lẫn khí.

Để đánh giá hiệu quả của bình ngưng người ta sử dụng khái niệm hệ số khai thác. Hệ số khai thác chính là tỉ số giữa lượng hơi ngưng tụ được trong bình ngưng trên lượng hơi đưa vào bình ngưng.

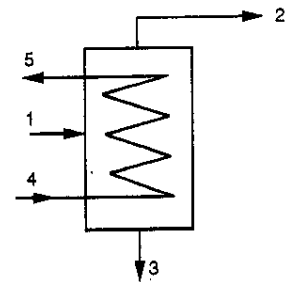
Nguyên tắc làm việc của quá trình ngưng tụ được trình bày trên hình 5-20.

Việc tính toán hệ số toả nhiệt gặp khá nhiều khó khăn. Đầu tiên, có thể giả thiết là chỉ ngưng tụ hơi không có thành phần khí. Nhưng hệ số toả nhiệt giảm xuống nhiều do tồn tại một lớp khí không ngưng bao bọc chung quanh bề mặt ngưng tụ.

Các biểu thức thực nghiệm khá phức tạp, ở đây không đi sâu giới thiệu.

5.2.4. Làm lạnh hỗn hợp khí với các phân tử rắn

Nếu trong dòng khí có các phân tử rắn rất mịn thì nhiệt độ của các phân tử rắn nhanh chóng bằng nhiệt độ không khí. Trường nhiệt độ bên trong phân tử rắn là có thể bỏ qua, và như vậy nhiệt độ của các phân tử rắn được coi là bằng nhiệt độ không khí.



Hình 5-20 : Ngưng tụ hơi từ hỗn hợp hơi và khí
1 – Khí thô ; 2 – Khí dư ;
3 – Lỏng ngưng ; 4, 5 – Môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh

Bởi vì hệ số dẫn nhiệt của các phân tử rắn lớn hơn nhiều so với không khí, do đó hỗn hợp khí với các phân tử rắn có hệ số dẫn nhiệt lớn hơn so với không khí nguyên chất.

Hệ số toả nhiệt của hỗn hợp khí với các phân tử rắn trong ống có thể được mô tả bằng biểu thức :

$$Nu = C \cdot Re^m \cdot \mu^n \quad (5-38)$$

μ – thành phần khối lượng của các phân tử rắn trong hỗn hợp, kg phân tử rắn/kg hỗn hợp.

Giá trị các đại lượng trong các tiêu chuẩn Nu và Re lấy theo khí nguyên chất.

Kết quả thực nghiệm đối với hỗn hợp khí và các phân tử rắn có kích thước từ 0,01 đến 0,2mm không phụ thuộc vào phân tử rắn loại gì cho thấy : $C = 0,14$; $m = 0,6$; $n = 0,45$ đến 5.

Chương 6

ỨNG DỤNG LẠNH TRONG CÔNG NGHIỆP THỰC PHẨM

6.1. Một số phương pháp bảo quản thực phẩm

Từ ngàn xưa, con người đã sản xuất chế biến thực phẩm phục vụ cho đời sống. Các loại thực phẩm đều là các loại dễ ôi thiu đặc biệt ở các nước nóng và ẩm như nước ta. Theo đánh giá, khoảng 20% sản lượng thực phẩm bị hư hỏng và mất hoặc giảm phẩm chất. Đó là những con số thiệt hại rất lớn. Giảm được số thực phẩm hư hỏng có nghĩa là gián tiếp nâng cao sản lượng thực phẩm sản xuất được. Chính vì vậy, từ lâu con người đã nghiên cứu các phương pháp bảo quản lâu dài và phân phối thực phẩm không những trong phạm vi một vùng, một quốc gia mà trên toàn thế giới : Hoa quả, rau hoặc thịt có thể được sản xuất ở một khu vực rất nhỏ nhưng sẽ được bảo quản phân phối trên toàn thế giới. Có nhiều phương pháp bảo quản thực phẩm. Ngày nay phương pháp quen thuộc nhất là bảo quản lạnh. Thực phẩm không sử dụng hết ở gia đình được cất giữ vào tủ lạnh, không dùng hết ở các bếp ăn tập thể ký túc xá sinh viên được cất giữ trong các kho lạnh hoặc phòng lạnh lắp ghép. Phương pháp bảo quản lạnh thực phẩm sẽ được giới thiệu sâu trong chương này. Ngoài ra người ta còn có thể bảo quản thực phẩm theo các phương pháp khác nhau như phương pháp phóng xạ ion, chiếu tia tử ngoại, sấy khô, sử dụng chất kháng sinh, sử dụng các chất chống ôxi hoá, khí cacbôníc, khí ozôn, khí sunfuro, các khí gốc halogen...

Tất cả các phương pháp đó đều có ưu và nhược điểm cũng như phạm vi ứng dụng nhất định. Các phương pháp đó đạt hiệu quả rõ rệt hơn nhiều khi kết hợp với phương pháp bảo quản lạnh. Thậm chí, một vài trường hợp nếu không có lạnh có thể gây hư hỏng thực phẩm nhanh chóng hơn.

6.1.1. Phương pháp phóng xạ

1. Phóng xạ ion. Các tia phóng xạ ion có khả năng sát trùng mạnh. Nếu đảm bảo định lượng, có thể tiệt trùng hoàn toàn sau vài giây. Các phóng xạ ion có thể là tia âm cực, tia ronghen và các tia phóng xạ gama. Các tia âm cực có đặc điểm là khả năng xuyên thấu nhỏ, do đó chiều sâu xử lí sản phẩm nhỏ. Nếu sử dụng với liều lượng cao có thể gây nguy hiểm bởi sự phóng xạ cảm ứng làm cho sản phẩm không dùng được. Bởi vậy, không phải lúc nào cũng có thể dùng tia âm cực để bảo quản thực phẩm.

Tia ronghen là tia bức xạ điện từ dải sóng ngắn, giới hạn phần sóng ngắn là các tia gama còn phần sóng dài là tia cực tím. Những tia ronghen có bước sóng càng ngắn, khả năng xuyên thấu càng lớn do đó các tia gama có ý nghĩa thực tế hơn cả.

Khi sử dụng phóng xạ ion, trong thực phẩm xảy ra một số biến đổi lí hoá học. Tùy vào mức độ chiếu xạ sản phẩm có thể bị biến chất, thay đổi mùi vị và màu sắc. Do đó trước khi sử dụng phóng xạ ion cần có các nghiên cứu cơ bản đối với loại sản phẩm cần bảo quản.

Liều lượng chiếu xạ cũng như công suất chiếu xạ phải phù hợp để có thể tiêu diệt toàn bộ vi sinh vật làm hỏng thực phẩm hoặc phải kìm hãm được chúng không phát triển trong thời gian dự định bảo quản ở nhiệt độ thường hoặc kết hợp với bảo quản lạnh.

Các ứng dụng triển vọng nhất của phóng xạ ion là

Đình chỉ sự nảy mầm của khoai tây, rau quả khi bảo quản, sát trùng hạt, rau quả khô và các thực phẩm cô đặc.

Khi sử dụng phóng xạ ion để bảo quản phải đặt ra yêu cầu là tiêu diệt hoặc ức chế được hoạt động của vi sinh vật, không làm biến đổi màu sắc, mùi vị, chất lượng và tính chất dinh dưỡng của sản phẩm, đặc biệt khi kết hợp với việc bảo quản lạnh. Trong vấn đề này liều lượng chiếu xạ và công suất chiếu xạ đóng vai trò rất quan trọng.

2. Chiếu tia tử ngoại (tia cực tím hay tia UV (ultraviolet)). Tia tử ngoại là một bộ phận của ánh sáng không nhìn thấy, bước sóng 1 – 390nm. Tia tử ngoại có khả năng tiêu diệt hoặc ức chế hoạt động của vi sinh vật mạnh nhất nằm trong khoảng bước sóng 255 ÷ 280nm. Tuy nhiên mỗi loại vi sinh vật riêng biệt bị tiêu diệt hiệu quả với mỗi bước sóng riêng biệt.

Tia tử ngoại có đặc điểm không thể xuyên thấu vào sản phẩm. Độ xuyên thấu chỉ đạt khoảng 0,1mm do đó chỉ có tác dụng tiêu diệt vi sinh vật trên bề mặt sản phẩm là chủ yếu. Tia tử ngoại được sử dụng rộng rãi để thanh trùng, diệt khuẩn trong không khí, nước, dung dịch muối và các chất lỏng trong suốt vì tia tử ngoại có khả năng xuyên thấu qua các chất này giống như ánh sáng.

Qua nghiên cứu người ta thấy rằng tia tử ngoại cũng có ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm bảo quản ví dụ protein có thể bị biến tính, cấu trúc bậc hai và bậc ba của các phân tử protein bị phân huỷ thành các mạch polypeptit riêng rẽ, và nếu chiếu xạ lâu các mạch polypeptit biến thành các gốc axit amin, kích thích sự hoạt động của các men. Tia tử ngoại còn kích thích sự ôxi hoá các chất béo. Tia tử ngoại nguy hiểm cho cả con người : tác dụng lên da và đặc biệt đối với mắt.

Chính vì những lí do trên nên việc nghiên cứu liều lượng bức xạ tia tử ngoại và thời gian bức xạ để bảo quản các sản phẩm là rất quan trọng, đảm bảo chất lượng của thực phẩm, đồng thời tiết kiệm được năng lượng bức xạ. Nếu kết hợp với bảo quản lạnh, hiệu quả bảo quản sẽ tăng lên rõ rệt, thời gian bảo quản có thể tăng lên 2 ÷ 2,5 lần.

Thời gian và chất lượng bảo quản ngoài ra còn phụ thuộc vào tình trạng sản phẩm trước khi bảo quản. Nếu sản phẩm được xử lí bức xạ và lạnh ngay sau khi thu hái hoặc chế biến sẽ có chất lượng và thời gian bảo quản lâu hơn nhiều các loại sản phẩm đã bị giảm chất lượng trước khi đưa vào xử lí.

6.1.2. Phương pháp sấy khô

Vi sinh vật và nấm mốc chỉ có thể phát triển và phá huỷ thực phẩm khi thuỷ phần thực phẩm đạt 20 ÷ 30% đối với vi sinh vật và 12 ÷ 15% đối với nấm mốc. Khi sấy khô sản phẩm, đưa thuỷ phần của thực phẩm xuống dưới 20% thì vi sinh vật ngừng hoạt động và khi thuỷ phần xuống dưới 12% thì nấm mốc sẽ ngừng hoạt động, tuy nhiên phản ứng của từng loại vi sinh vật và nấm mốc với việc sấy khô của từng loại thực phẩm có khác nhau.

Phương pháp sấy khô có rất nhiều ưu điểm so với các phương pháp khác song cũng có một số nhược điểm. Ví dụ, thực phẩm sấy khô không sử dụng được ngay mà phải ngâm nước trước khi sử dụng. Nếu sấy khô ở nhiệt độ cao có thể làm biến chất sản phẩm bảo quản.

Chính vì vậy để không phá huỷ các chất hoạt tính sinh học như hóc môn, men, vitamin người ta sấy khô thực phẩm ở nhiệt độ thấp bằng bơm nhiệt, bằng cách hút chân không hoặc sấy thăng hoa. Sấy thăng hoa thực phẩm ở nhiệt độ -20°C đạt chất lượng rất cao, hầu như không làm thay đổi tính chất sinh hoá của sản phẩm. Để đảm bảo một phần nước cho sản phẩm, người ta không sấy khô mà kết hợp thêm với các phương pháp khác như xông khói, ướp muối hoặc bảo quản lạnh, tạo điều kiện thuận lợi khi đưa thực phẩm ra sử dụng.

6.1.3. Phương pháp sử dụng chất kháng sinh

Hiện nay, nhiều nước trên thế giới đã sử dụng các chất kháng sinh như oreomixin, streptomixin, clomexitin, teremixin... để bảo quản thực phẩm kết hợp với bảo quản lạnh.

Đã một thời người ta rất ngạc nhiên là cá trên tàu đánh cá Nhật có thể bảo quản tới hàng nửa tháng trời mà cũng chỉ bằng nước đá ở 0°C . Mãi về sau người ta mới khám phá ra bí quyết của thứ nước đá thần kỳ đó là do có trộn thêm chất kháng sinh.

Các chất kháng sinh sử dụng để bảo quản không có hại đối với thực phẩm, bền vững đối với tác động khác nhau từ môi trường bên ngoài và lại dễ bị phân huỷ khi nấu nướng.

Khi dùng chất kháng sinh kết hợp với bảo quản lạnh có thể tăng thời hạn bảo quản lên gấp rưỡi thậm chí gấp 2 gấp 3 lần bình thường. Phương pháp này có thể mở ra triển vọng rất tốt đẹp đối với việc bảo quản lâu dài thực phẩm mau hỏng.

6.1.4. Phương pháp sử dụng các chất khí ôzôn, cacbôníc...

1. Dùng khí ôzôn. Ôzôn là chất khí có khả năng ôxi hoá mạnh, khi nó phân li thành ôxi O_2 và một nguyên tử ôxi O nó có khả năng triệt trùng mạnh. Người ta dùng ôzôn để triệt trùng nước và không khí. Ví dụ triệt trùng không khí các phòng lạnh trước khi đưa hàng vào, triệt trùng để khử mùi hôi thực phẩm, hoà trộn với nước để triệt trùng nước; tẩy rửa để tiêu diệt nấm, mốc... của sản phẩm hoặc nấm mốc phát triển trong phòng lạnh.

Khi xử lí ôzôn cần phải kết hợp với việc hạ nhiệt độ phòng lạnh và tăng độ ẩm bảo quản thì hiệu quả sẽ cao hơn. Tác dụng và liều lượng đối với từng trường hợp bảo quản và xử lí cũng khác nhau.

Sản xuất ôzôn bằng cách thổi không khí qua hai điện cực có điện thế cao. Nếu sát trùng nước thì dẫn dòng khí đã ôzôn hoá vào hoà trộn đều với nước.

2. Dùng khí cacbôníc

Khí CO_2 có tác dụng kéo dài thời gian bảo quản thực phẩm vì khí CO_2 kìm hãm sự hoạt động của vi sinh vật. Với liều lượng rất thấp cacbôníc kích thích sự phát triển của nấm mốc, nhưng với nồng độ khoảng 1% trong không khí trở lên, CO_2 có tác dụng kìm hãm sự hoạt động của nấm mốc và vi sinh vật. Tuy nhiên dù với liều lượng rất lớn, tới 100%, thì CO_2 cũng không có khả năng đình chỉ, tiêu diệt được nấm mốc và vi sinh vật do đó thường người ta không sử dụng CO_2 với liều lượng cao quá 25%.

Với nồng độ quá cao nhiều sản phẩm bảo quản như thịt, cá có biến đổi chất lượng, thịt mất màu tự nhiên làm xấu sản phẩm, mang cá chóng bị thối... nên cần có quy trình bảo quản từng sản phẩm riêng biệt với các nồng độ CO_2 thích hợp kết hợp với các phương pháp bảo quản khác để nâng cao thời gian bảo quản như: ướp muối, bảo quản lạnh...

Phương pháp dùng khí CO_2 rất có ý nghĩa trong việc bảo quản rau quả. Thường khi bảo quản, rau quả đã sinh ra CO_2 trong quá trình hô hấp. Nếu nồng độ CO_2 quá cao có thể làm

rau quả bị ngạt, hư hỏng và thối rữa. Nhưng với liều lượng vừa phải, CO₂ có tác dụng kìm hãm sự phát triển và hoạt động của rau quả và kéo dài thời gian bảo quản.

Một số cơ sở sử dụng bao bì kín bằng nilông để bảo quản rau quả. Khi CO₂ do rau quả hô hấp, thải ra được sử dụng để bảo quản chính ngay chúng. Ở một số ô tô lạnh sử dụng đá khô để bảo quản thì khí CO₂ thăng hoa từ đá khô lại được sử dụng ngay để bảo quản sản phẩm, nghĩa là người ta sử dụng cả khả năng sinh lạnh và khả năng kiểm chế hoạt động của vi sinh vật và nấm mốc. Tuy nhiên có một số loại rau quả không chịu đựng được nồng độ CO₂ quá mức bình thường. Chính vì vậy nồng độ CO₂ đối với việc bảo quản từng loại sản phẩm cũng phải được nghiên cứu kết hợp với các hình thức bảo quản khác như bao bì, ướp muối, bảo quản lạnh v.v..

6.1.5. Phương pháp sử dụng bao bì đóng gói

Bao bì đóng gói càng ngày càng chiếm vị trí quan trọng trong việc bảo quản thực phẩm.

Bao bì gồm rất nhiều loại khác nhau và tùy từng loại có các tác dụng khác nhau. Nhiều loại bao bì chỉ dùng để chứa, đựng thực phẩm khi chuyên chở nhưng nhiều loại dùng để bảo quản thực phẩm : chống sự xâm nhập của vi sinh vật từ bên ngoài vào, chống mất mùi và chống thấm khí thấm ẩm từ bên ngoài vào, chống nhiễm mùi lạ, tăng cảm quang thực phẩm (bao bì thủy tinh, giấy bóng, nhựa trong suốt...); đảm bảo vô trùng và cách li với môi trường xung quanh, tăng thời gian bảo quản, giữ được khí CO₂ hoặc khí trơ cần thiết để bảo quản.

Các dạng chủ yếu của bao bì thực phẩm là : thủy tinh, gỗ, hộp sắt tây, giấy cactông, giấy gói, giấy tráng parafin, giấy tráng thiếc hoặc tráng nhôm, các vật liệu tổng hợp : bao bì polyme như polyetylen, polyvinylclorit (PVC), các loại nhựa làm túi, can bảo quản thực phẩm... Nếu kết hợp với các phương pháp khác như bảo quản lạnh, sấy khô, ướp muối, chiếu phóng xạ, chiếu tia cực tím, bảo quản khí... thì thời gian bảo quản sẽ tăng lên đáng kể.

Ngoài các phương pháp đã nêu, người ta còn có thể sử dụng các chất sát trùng khác nhau để sát trùng các phòng bảo quản lạnh, các thiết bị và dụng cụ sử dụng trong các phòng bảo quản lạnh, thanh trùng không khí phòng lạnh hoặc nước dùng tẩy rửa, nước làm nước đá v.v.. Các chất tẩy trùng thường là các hợp chất có chứa clo. Khi sử dụng, clo được giải phóng sẽ tiêu diệt các vi sinh vật có hại cho thực phẩm.

6.2. Cơ sở lý thuyết về làm lạnh thực phẩm

6.2.1. Các nguyên nhân gây hư hỏng thực phẩm

Có nhiều nguyên nhân gây hư hỏng thực phẩm, trong đó có ba nguyên nhân chính là :

- Do tác dụng của men của chính thực phẩm ;
- Do vi sinh vật từ bên ngoài ;
- Do các độc tố tiết ra từ các loại vi sinh vật, nấm mốc hoặc từ thực phẩm.

Trong ba nguyên nhân trên thì nguyên nhân do vi sinh vật xâm nhập là lớn hơn cả. Vi sinh vật có thể chia làm ba nhóm : ưa nóng (30 ÷ 80°C), ưa ấm (24 ÷ 40°C) và ưa lạnh (-10 ÷ 25°C). Phổ biến nhất là các loài ưa ấm còn các loài ưa nóng và ưa lạnh ít phổ biến hơn tuy rằng ở đâu cũng tồn tại tất cả các loại trên. Tất nhiên các loại vi sinh vật chỉ phát triển tốt trong điều kiện nhiệt độ thích hợp. Vượt ra ngoài phạm vi nhiệt độ đó chúng sẽ bị kìm hãm phát triển hoặc có thể bị tiêu diệt.

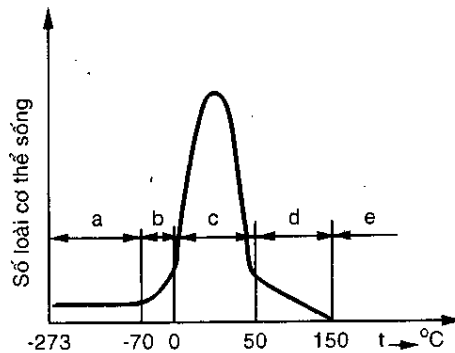
Hình 6-1. biểu diễn sự phân bố số loài cơ thể sống theo từng khoảng nhiệt độ. Qua biểu đồ ta thấy ở khoảng nhiệt độ $0 \div 50^{\circ}\text{C}$ đặc biệt khoảng $20 \div 30^{\circ}\text{C}$ có nhiều loài cơ thể sống hoạt động nhất. Vùng từ 50 đến 150°C là vùng có số lượng rất ít loài cơ thể sống hoạt động. Các vi sinh vật hoạt động trong vùng này phải chịu được nhiệt độ cao. Từ 150°C trở lên hầu như không có một loài vi sinh vật sống được nữa. Bình thường để tiêu diệt vi khuẩn và vi trùng ta chỉ cần đưa nhiệt độ của thực phẩm lên đến 100°C là nhiệt độ nước sôi. Khi cần thanh trùng triệt để hơn người ta tiệt trùng trong các nồi hấp tiệt trùng có áp suất cao và nhiệt độ có thể đạt tới $130 \div 150^{\circ}\text{C}$. Nhóm ưa nóng có khả năng chịu được nhiệt độ cao nhưng dễ bị tiêu diệt ở nhiệt độ thấp. Ngược lại, nhiệt độ thấp lại khó tiêu diệt các loại vi sinh vật ưa lạnh.

Trong việc bảo quản lạnh thực phẩm, các loại vi sinh vật ưa lạnh này là thủ phạm chủ yếu làm giảm chất lượng sản phẩm. Một vài loại tiêu biểu có thể kể ra là pseudomonas làm cho thực phẩm biến màu thành màu xanh hay màu sẫm tối, hoặc các loại nấm mốc như Penecillium mucor... hoạt động ở nhiệt độ -15°C thậm chí đến -80°C , nấm men ưa lạnh phát triển ở nhiệt độ -2 đến 3°C ở môi trường chua. Các loại vi sinh vật và nấm mốc này có khả năng phát triển ở tất cả các loại thực phẩm bảo quản, đặc biệt trên bề mặt và trong một số trường hợp cả theo chiều sâu vào khối thực phẩm.

Nói tóm lại, nhiệt độ thấp không có khả năng tiêu diệt vi sinh vật. Đối với các vi sinh vật ưa ấm, chúng có thể bị kìm hãm, chúng tạo các vỏ bọc bảo vệ, nằm im nhưng khi nhiệt độ nâng lên chúng lại hoạt động trở lại. Còn các vi sinh vật ưa lạnh, chúng vẫn hoạt động bình thường ở nhiệt độ thấp. Qua các kết quả nghiên cứu người ta thấy rằng cần phải hạ nhiệt độ thực phẩm bảo quản xuống đến -18°C thì hệ thống nấm men bị tiêu diệt phần lớn. Tuy nhiên ở nhiệt độ này vẫn có một số loại nấm mốc phát triển. Các độc tố do nấm mốc và vi sinh vật tiết ra hoặc do chính thực phẩm tạo ra không bị biến đổi khi bảo quản lạnh. Chính đây cũng là nhược điểm chủ yếu của việc bảo quản lạnh thực phẩm. Để việc bảo quản lạnh thực phẩm đạt hiệu quả cao hơn, người ta thường kết hợp bảo quản lạnh với các phương pháp bảo quản khác như cho thêm hoá chất, chất sát trùng, chiếu xạ bằng các tia tử ngoại, tia X, tia phóng xạ α , β , γ và cả các tia siêu âm.

6.2.2. Các biến đổi chính trong quá trình làm lạnh thực phẩm

Trong quá trình làm lạnh và bảo quản lạnh, nhiệt độ thấp chỉ có tác dụng ức chế, kìm hãm sự biến đổi sinh hoá, lí hoá... Các quá trình này thực tế vẫn tiến triển nên chất lượng sản phẩm vẫn bị thay đổi.



Hình 6-1 : Sự phân bố số loài cơ thể sống theo khoảng nhiệt độ

- Vùng nhiệt độ cơ thể sống rất bị kìm hãm ;
- Vùng nhiệt độ cơ thể sống bị kìm hãm và hoạt động yếu ; chỉ có số ít loài tồn tại.
- Vùng nhiệt độ thích hợp, có nhiều loài cơ thể sống hoạt động mãnh liệt nhất.
- Giống vùng b ;
- Vùng nhiệt độ cơ thể sống hầu như không tồn tại.

1. Biến đổi lý học. Đó là các biến đổi về hình dạng, màu sắc... của thực phẩm, nhưng quan trọng hơn cả là sự khô hao thực phẩm. Trong buồng bảo quản đông hoặc lạnh luôn xảy ra một sự di chuyển ẩm từ sản phẩm đến dàn bay hơi hoặc dàn lạnh. Do sự chênh lệch nhiệt độ giữa dàn lạnh và sản phẩm, ẩm từ bề mặt sản phẩm (thịt hoặc rau quả) bay hơi rồi đến bám vào dàn lạnh làm cho bề mặt sản phẩm luôn khô ráo, rau quả mau bị héo quắt. Bị mất nước, bề mặt thịt có thể trở nên tối sẫm, một phần do mao quản bị teo không phản quang, một phần do bề mặt thịt bị ôxi hoá.

Sự bay hơi phụ thuộc chủ yếu vào diện tích bề mặt bay hơi, độ chênh lệch nhiệt độ giữa sản phẩm và dàn, tốc độ gió trong phòng, tính chất sản phẩm, phương pháp bao gói sản phẩm, độ chín tới của sản phẩm, đặc biệt đối với các loại rau quả.

Sự bay hơi là nguyên nhân chính gây ra sự tổn hao khối lượng khi bảo quản.

2. Biến đổi hoá học. Sự biến đổi hoá học bị kìm hãm do nhiệt độ thấp nhưng không hoàn toàn bị triệt tiêu, do đó vẫn có những biến đổi hoá học trong thực phẩm bảo quản tuy nhiên không đáng kể.

3. Biến đổi về sinh lí. Biến đổi về sinh lí chủ yếu chỉ xảy ra với các loại rau quả có sự hô hấp khi bảo quản. Đó là quá trình trao đổi chất của tế bào cơ thể sống : hấp thụ ôxi, thải khí cacbôníc, hơi nước và nhiệt.

4. Biến đổi sinh hoá. Sau khi chết, nhiệt độ tế bào động vật tăng lên khá nhiều. Nhiệt toả ra trong giai đoạn này nhiều hơn cả khi con vật còn sống. Ở cá cũng ghi nhận thấy hiện tượng này, làm lạnh càng sớm, càng kịp thời thì càng kìm hãm được những quá trình biến đổi sinh hoá đó.

Nói chung, động vật sau khi giết và đem làm lạnh đều trải qua ba giai đoạn biến đổi sinh hoá là :

- Giai đoạn tê cứng sau khi chết ;
- Giai đoạn chín tới (chín hoá học) ;
- Giai đoạn phân huỷ sâu sắc (thối rữa).

Giai đoạn tê cứng : là quá trình biến đổi sinh hoá – cơ lý – hoá học trong tế bào động vật chết, khác hẳn với sự tê cứng khi cơ thể sống gặp lạnh. Giai đoạn này tùy thuộc nhiều yếu tố khác nhau như : loài động vật, tuổi, nòi giống, điều kiện sống, nhiệt độ bảo quản... ở cá có thể chỉ vài phút, ở bò, lợn có khi vài giờ đến hàng chục giờ. Trong giai đoạn tê cứng độ chắc của cơ bắp tăng, độ đàn hồi giảm, trở lực cắt có thể tăng gấp đôi do đó đem chế biến thịt đang ở giai đoạn tê cứng sẽ mất ngon.

Giai đoạn chín tới : sau khi tê cứng, thịt bắt đầu mềm ra, lúc đó thịt đã chuyển sang giai đoạn chín tới. Ở cá không có giai đoạn chín hoá học mà chuyển ngay sang giai đoạn phân huỷ sâu sắc hay thối rữa.

Các quá trình sinh hoá xảy ra trong giai đoạn này gần như ngược với giai đoạn tê cứng. Độ chắc của thịt giảm mạnh nhất là khoảng 6 ngày sau khi giết thịt. Thịt chín sinh học có độ tiêu hoá cao, ngon hơn thịt tươi, khi chế biến thịt cho nhiều hương vị thơm ngon hơn. Thịt được bảo quản lạnh, sau khoảng 2 ngày có hương vị thơm ngon hơn, sau 5 ngày hương vị rất tốt, sau 10 ÷ 14 ngày hương vị càng dễ nhận rõ hơn. Vị ngọt của thịt chủ yếu nhờ lượng axit glutamic và các muối của nó tạo ra trong thịt.

Giai đoạn phân huỷ sâu sắc : xảy ra sau quá trình chín tới do các men ở chính trong thịt súc vật. Nếu để thịt ở nhiệt độ thân nhiệt của con vật (36 ÷ 37°C), tốc độ phản ứng rất mãnh liệt và thịt con vật bắt đầu thối rữa.

6.2.3. Phương pháp làm lạnh thực phẩm

Làm lạnh thực phẩm là hạ nhiệt độ thực phẩm xuống đến gần nhiệt độ đông cứng của nó, có nghĩa không xuống đến nhiệt độ đóng băng của sản phẩm. Nhiệt độ đóng băng của thịt động vật hoặc sản phẩm từ thực vật thấp hơn nhiệt độ đóng băng của nước. Nó không phải là hằng số mà thay đổi theo từng điều kiện cụ thể. Thường nhiệt độ đông cứng của tế bào thấp hơn nhiệt độ đóng băng của nước một vài độ.

1. Làm lạnh tĩnh. Các phòng lạnh được trang bị các dàn lạnh tĩnh bay hơi trực tiếp hoặc làm lạnh gián tiếp qua nước muối. Không khí lạnh trong phòng đối lưu tự nhiên. Sản phẩm cần làm lạnh được xếp lên giá (rau quả) hoặc treo trên giá xe đẩy (thịt lợn nửa con hoặc thịt bò nửa hoặc một phần tư con). Giai đoạn đầu khi nhiệt độ sản phẩm còn cao có thể điều chỉnh để nhiệt độ phòng xuống đến -2 hoặc -3°C . Giai đoạn cuối khi nhiệt độ sản phẩm xuống thấp, nâng nhiệt độ phòng lên -1 đến 0°C .

Phương pháp làm lạnh tĩnh có tốc độ làm lạnh chậm, tổn diện tích làm lạnh nhưng độ khô hao thực phẩm nhỏ ; độ ẩm không khí cao.

2. Làm lạnh tăng cường. Các phòng lạnh được trang bị các loại dàn quạt. Dàn lạnh có thể là bay hơi trực tiếp hoặc gián tiếp qua nước muối. Tốc độ lưu thông không khí trong phòng có thể lên tới $3 \div 4\text{m/s}$. Ở giai đoạn đầu, nhiệt độ có thể hạ xuống đến -5°C cho thịt lợn và -1°C cho bò, giai đoạn sau nâng nhiệt độ lên -1 đến 0°C và tốc độ không khí giảm xuống còn một nửa. Độ ẩm không khí duy trì từ 85 đến 95%.

Do có tuần hoàn không khí nên quá trình làm lạnh tăng, thời gian làm lạnh rút ngắn. Cần chú ý để sản phẩm không bị đóng băng. Tổn hao khối lượng do khô hao lớn hơn phương pháp làm lạnh tĩnh. Phương pháp này có thể áp dụng cho tất cả các loại sản phẩm thịt, cá, rau quả v.v.. Phòng lạnh có thể xây dựng theo kiểu tunel có xe đẩy chất sản phẩm và đường ray đẩy vào và ra.

3. Làm lạnh phun. Các phòng lạnh được trang bị các buồng phun nước muối. Không khí trao đổi nhiệt ẩm trực tiếp với nước muối, sau đó vào làm lạnh sản phẩm. Phương pháp này giảm được tổn hao khối lượng do độ ẩm rất cao, tránh được ôxi hoá mỡ, giữ vitamin. Nhược điểm của phương pháp này là không dùng được cho các sản phẩm kị ẩm và kị thấm muối.

Phương pháp này sử dụng rất hiệu quả đối với gà vịt gia cầm đóng trong bao nilông hút chân không. Có thể phun trực tiếp nước muối lạnh lên sản phẩm. Đối với rau quả dùng nước lạnh gần 0°C xối trực tiếp vừa có tác dụng làm lạnh vừa tác dụng tẩy rửa rau quả.

4. Làm lạnh bằng cách nhúng sản phẩm trong nước muối lạnh. Để làm lạnh, có thể nhúng sản phẩm trực tiếp trong nước muối lạnh, nước lạnh, nước biển đã làm lạnh. Do hệ số trao đổi nhiệt rất lớn giữa nước muối và sản phẩm nên thời gian làm lạnh rút xuống đáng kể. Phương pháp này có thể sử dụng rất hiệu quả cho các sản phẩm đóng gói trong bao nilông kín như gà vịt, gia cầm. Người ta cũng có thể sử dụng phương pháp này để làm lạnh cá không cần bao nilông. Tuy nhiên khi ngâm cá không có bao nilông trong nước biển lạnh cá bị trương và khối lượng tăng tới 10% nên phải cho thêm phụ gia vào nước biển lạnh để cân bằng áp suất thẩm thấu.

5. Ướp đá, vùi tuyết. Làm lạnh cá thông dụng nhất là phương pháp ướp đá. Đá được đập vụn hoặc xay vụn, sau đó có thể được trộn thêm với muối hoặc chất kháng sinh rồi mang bảo quản cá. Đá và cá được xếp thành từng lớp và sau một thời gian nhất định có thể

làm chặt thêm vì một số đá đã tan. Nếu cá đã được làm lạnh trong nước muối thì sẽ đỡ tổn đá khi ướp đá và thời gian giữ đá trong hòm cá sẽ lâu hơn nhiều.

Ướp đá cũng có thể sử dụng cho các loại sản phẩm khác đặc biệt rau quả. Chỉ cần xếp đá vào các ngăn bảo ôn sau đó đặt thực phẩm hoặc rau quả ở giữa. Nhiệt độ của thực phẩm hoặc rau quả được giảm xuống gần đến nhiệt độ đá tan 0°C . Ở các nước xứ lạnh, người ta có thể sử dụng phương pháp vùi tuyết để bảo quản thực phẩm và rau quả.

6. Làm lạnh chân không. Đây là phương pháp làm lạnh mới dùng cho rau quả là chính. Rau quả được xếp vào một phòng kín bằng kim loại, sau khi đóng kín phòng được hút chân không nhờ các máy nén kiểu ejectơ. Dưới áp lực chân không, hơi nước từ chính rau quả bốc ra để làm lạnh rau quả. Phương pháp này có ưu điểm là quá trình làm lạnh rất nhanh, đảm bảo chất lượng và mỹ quan của sản phẩm.

6.2.4. Phương pháp kết đông thực phẩm

1. Đại cương

Sự khác nhau giữa làm lạnh và kết đông. Như đã giới thiệu, làm lạnh là hạ nhiệt độ của thực phẩm xuống đến gần nhiệt độ đóng băng hoặc kết đông của nó. Nhiệt độ này thấp hơn nhiệt độ đóng băng của nước đá một vài độ. Bảo quản lạnh là bảo quản thực phẩm ở nhiệt độ trên nhiệt độ đóng băng của thực phẩm thường là bảo quản ở nhiệt độ trên 0°C . Ở nhiệt độ này chỉ có thể bảo quản ngắn ngày từ một vài tuần đến tối đa hai tháng tùy từng loại thực phẩm.

Muốn bảo quản thực phẩm lâu dài hơn : hai ba tháng trở lên, người ta phải kết đông và bảo quản đông thực phẩm.

Kết đông là làm lạnh đông thực phẩm xuống đến dưới nhiệt độ đóng băng của thực phẩm nhưng không có nghĩa là toàn bộ nước trong thực phẩm đã bị đóng băng. Ví dụ : đối với thịt gồm 76% nước, ở -10°C có 84% nước đóng thành băng ; ở -20°C : 90% ; ở -30°C : 92%. Chỉ khi đạt nhiệt độ -60°C thì toàn bộ nước mới đóng băng.

Thường nhiệt độ bề mặt sản phẩm (lợn nửa con) đạt -12 đến -18°C , nhiệt độ tâm đạt -6 đến -8°C . Bảo quản đông là bảo quản các thực phẩm kết đông đó ở nhiệt độ -12 ; -18 hoặc -24°C ... tùy theo yêu cầu của từng loại thực phẩm : cá, tôm, gia cầm, rau, hoa, quả...

Kết đông chậm. Thời gian kết đông 15 ÷ 20h tốc độ kết đông khoảng 0,1 đến 0,5cm/h. Nhiệt độ không khí khoảng -25°C , tốc độ lưu thông không khí khoảng 1m/s.

Do thời gian kết đông chậm, tinh thể đá kết tinh trong gian tế bào có kích thước lớn, phá vỡ làm rách các màng tế bào, phá huỷ mô tế bào sản phẩm. Khi làm tan giá, dịch bào bị chảy mất dọ các màng bị rách nên chất lượng sản phẩm giảm giá trị dinh dưỡng, dễ nhiễm trùng. Ngày nay hầu như người ta không sử dụng phương pháp kết đông chậm để kết đông thực phẩm trừ một số ứng dụng có mục đích như đông chậm các loại thịt dai, già như thịt trâu... hoặc rau quả.

Thịt trâu già kết đông chậm, các tinh thể đá làm rách các màng tế bào, khi đem nấu thịt mềm và dễ ăn hơn. Rau quả cần ép nước, khi qua kết đông chậm, các màng tế bào bị phá huỷ nên công ép giảm xuống, năng suất ép có khi đạt 150% so với rau quả tươi không qua kết đông chậm.

Kết đông nhanh. Thời gian kết đông nhanh hơn, tốc độ kết đông đạt khoảng 0,5 đến 5cm/h. Có thể kết đông nhanh trong môi trường không khí hoặc chất tải lạnh lỏng. Kết đông trong phòng hoặc tunel yêu cầu nhiệt độ không khí đạt -35°C , tốc độ không khí 3 đến 5m/s. Các máy kết đông thực phẩm có thể có nhiệt độ và đối lưu không khí khác hơn. Nếu dùng chất tải lạnh, người ta nhúng trực tiếp sản phẩm trong chất tải lạnh là nước muối hoặc môi chất lạnh đang sôi. Hiệu quả và thời gian kết đông đảm bảo yêu cầu của phương pháp kết đông nhanh.

Kết đông nhanh làm cho các tinh thể đá mịn hơn, không làm rách màng tế bào. Khi làm tan giá, sản phẩm không bị chảy mất dịch bào, đảm bảo chất lượng của sản phẩm.

Kết đông cực nhanh. Phương pháp kết đông cực nhanh thường thực hiện bằng cách nhúng sản phẩm trong CO_2 lỏng, nitơ lỏng hoặc các khí hoá lỏng khác. Thời gian kết đông chỉ còn 5 ÷ 10 phút, chỉ bằng 1/6 so với phương pháp kết đông nhanh. Tốc độ kết đông có khi đạt tới 300 đến 600cm/h.

Kết đông cực nhanh cho phép bảo quản hầu như nguyên vẹn mọi tính chất và chất lượng sản phẩm, do đó triển vọng của phương pháp này rất lớn. Đặc biệt nitơ lỏng có nhiều ưu điểm : sôi ở nhiệt độ -196°C , có khả năng kìm hãm sự phát triển của vi sinh vật vì nó là khí trơ và có sẵn chung quanh ta. Nitơ chiếm 79% không khí.

Tóm lại có ba phương pháp kết đông chính là kết đông trong luồng không khí lạnh, kết đông tiếp xúc và kết đông bằng cách nhúng trong chất lỏng sôi với tốc độ kết đông khác nhau có thể phân loại như sau :

Kết đông rất chậm : với tốc độ kết đông dưới 0,1cm/h

Kết đông chậm : từ 0,1 đến 0,5cm/h

Kết đông nhanh : từ 0,5 đến 5cm/h

Kết đông rất nhanh : trên 5cm/h và

Kết đông cực nhanh : trong các khí lỏng ví dụ nitơ lỏng tốc độ từ 300 đến 600cm/h.

2. Điều kiện để có sản phẩm kết đông chất lượng cao. Chất lượng sản phẩm kết đông phụ thuộc vào các điều kiện sau :

– Chất lượng ban đầu của sản phẩm khi đưa vào kết đông.

– Điều kiện vệ sinh và gia công chế biến.

– Vào độ chín tới của sản phẩm. Đối với rau quả vào thời gian giữa lúc thu hoạch và khi đưa vào kết đông. Thời gian đó càng dài, chất lượng càng giảm. Đối với thịt động vật vào độ chín sinh học của thịt. Ví dụ nếu bảo quản lạnh ở $0 - 2^{\circ}\text{C}$ thì thời gian chín sinh học của các loại thịt như sau :

Thịt bò 4 ÷ 8 ngày

Thịt lợn 2 ÷ 3 ngày

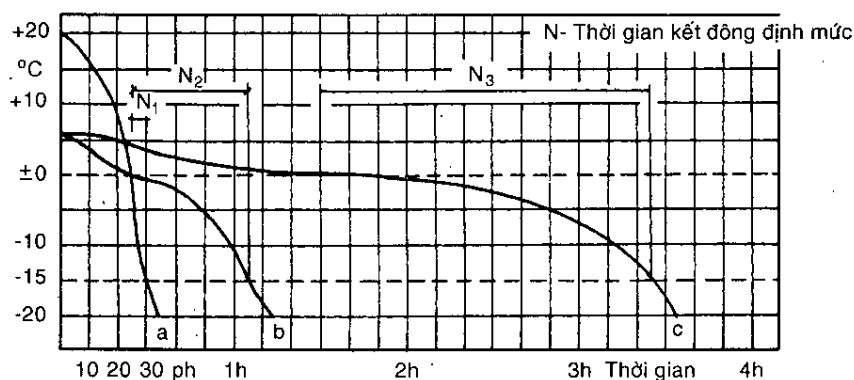
Thịt bê 1 ÷ 2 ngày

Thịt cừu 2 ÷ 4 ngày (trên 16h ở $+12 - +16^{\circ}\text{C}$).

Cá phải kết đông ngay sau khi đánh bắt. Ngoài ra chất lượng kết đông còn phụ thuộc :

- Vào bao bì bảo quản không thấm hơi ;
- Vào quá trình kết đông trong máy kết đông ;
- Vào quá trình bảo quản đông và độ ổn định nhiệt độ ;
- Vào quá trình làm ấm sản phẩm (tan giá và làm ấm).

3. Một vài so sánh giữa ba phương pháp kết đông. Để có thể kết đông và bảo quản các loại thực phẩm khác nhau một cách tối ưu người ta đã sử dụng nhiều phương pháp kết đông khác nhau với các điều kiện về tiêu tốn năng lượng, yêu cầu diện tích, thời gian kết đông, phương pháp nạp và tháo sản phẩm khác nhau. Bảng 6-1 giới thiệu các giá trị để so sánh.



Hình 6-2 : Kết đông gà (loại 1000g/con) bằng các phương pháp kết đông khác nhau

- Kết đông bằng cách phun nitơ lỏng ;
- Kết đông bằng cách nhúng trong nước muối CaCl_2 - 22°C (tương đương phương pháp kết đông tiếp xúc)
- Kết đông bằng luồng không khí lạnh -35°C ; tốc độ $3 \div 4\text{m/s}$

Hình 6-2 giới thiệu biến thiên nhiệt độ khi kết đông gà bằng các phương pháp kết đông khác nhau. Khi kết đông gà (1000g/con) bằng nitơ lỏng chỉ cần 30 phút để hạ nhiệt độ gà từ 20°C xuống -15°C ; nếu nhúng trong nước muối CaCl_2 thì cần thời gian 1h05' để hạ nhiệt độ gà từ 5°C xuống -15°C và nếu kết đông bằng luồng không khí lạnh (kết đông nhanh) nhiệt độ -35°C , tốc độ không khí 3 đến 4m/s thì cần tới 3h25'.

Thời gian N_1 , N_2 , N_3 là thời gian kết đông định mức hay thời gian kết đông tính từ lúc sản phẩm đạt nhiệt độ 0°C đến lúc đạt nhiệt độ -15°C .

**Bảng 6-1 : Các giá trị so sánh về nhu cầu lạnh đối với các phương pháp kết đông khác nhau.
(1kcal/kg = 4,18kJ/kg)**

| Phương pháp kết đông | Kết đông bằng luồng không khí lạnh | | | Máy kết đông tiếp xúc | | Kết đông bằng nhúng hoặc phun | | |
|---|---|--|---|------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|--------------------|
| | Thùng trong hầm kiểu tunnel chất tải theo chiều dọc | Hầm tunnel tự động chất tải theo chiều ngang | Sản phẩm rời trong luồng không khí lạnh | Kiểu tấm với nước muối | Kiểu tấm bay hơi trực tiếp | Với nước muối hoặc glycol | Với nitơ lỏng | Với frêon R12 lỏng |
| Năng suất kết đông, t/h | 0,5 ÷ 1 | 2 ÷ 6 | 2 ÷ 3 | 0,5 ÷ 1 | 0,5 ÷ 1 | 2 ÷ 3 | 1 | 2 ÷ 3 |
| Nhiệt độ bay hơi °C trung bình | -40 ÷ -45 | -40 ÷ -45 | -35 ÷ -40 | -40 | -35 | -35 | - | -43 |
| Trong chất tải lạnh °C trung bình | - | - | - | -35 | - | -30 | đến -196 | -30 ÷ -35 |
| Nhiệt độ không khí °C trung bình | -35 | -35 | -30 | - | - | - | - | - |
| | | | | kJ/kg | | | | |
| 1) Nhiệt tổn thất | 29 | 17 | 13 | 13 | 13 | 13 | 17 | 13 |
| 2) Đương lượng nhiệt của quạt và bơm | 63 | 105 | 75 | - | 21 | 17 | 8 | - |
| 3) Nhiệt tổn thất cho thiết bị vận chuyển | 13 | - | - | 8 | 8 | - | 4 | - |
| 4) Tổn thất chung | 54 | 37 | 37 | 75 | 75 | 67 | 67 | 71 |
| Công suất lạnh yêu cầu | 159 | 159 | 125 | 96 | 117 | 97 | 97 | 84 |
| Công suất lạnh yêu cầu tổng thể từ +5 đến -18°C | | | | | | | | |
| - Cá gầy | 473 | 473 | 440 | 410 | 431 | 410 | trung bình cần | 398 |
| - Cá béo | 410 | 410 | 377 | 348 | 368 | 348 | 1,2 kg | 335 |
| - Thịt gầy | 452 | 452 | 419 | 389 | 368 | 389 | nitơ lỏng cho | 377 |
| - Thịt béo | 368 | 368 | 345 | 306 | 327 | 306 | 1kg sản phẩm | 393 |
| - Rau quả | 452 | 452 | 419 | 385 | 410 | 389 | | 377 |

4. Kết đông trong luồng không khí lạnh. Đây là phương pháp cổ điển nhất dùng để kết đông các sản phẩm không có hình dáng cố định như thịt lợn nửa con hay cả con, thịt bò nửa con hoặc 1/4 con, gia cầm, hoa quả... Do hệ số tỏa nhiệt của không khí thấp nên nhiệt độ không khí phải đủ thấp (-35 đến -40°C) và tốc độ không khí phải đủ cao (3 đến 5m/s) để có thể đạt được tốc độ kết đông yêu cầu.

Do nhiệt độ không khí thấp nên nhiệt độ sôi của môi chất thấp (đến -45°C) do đó máy lạnh phải là loại hai cấp nén, tiêu tốn năng lượng lớn. Thêm vào đó các quạt gió rất lớn, đương lượng nhiệt lớn và máy lạnh phải có công suất lớn hơn để bù vào lượng nhiệt tỏa ra từ quạt. Chính vì vậy so với các phương pháp khác, phương pháp này kém hiệu quả kinh tế.

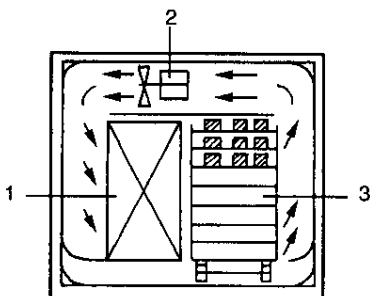
Thuận lợi cơ bản của phương pháp này là thiết bị đơn giản vận hành dễ dàng. Về nguyên tắc thì bất cứ một phòng lạnh nào có đủ độ dày cách nhiệt, lắp đặt hệ thống lạnh thích hợp, có quạt gió lạnh thích hợp là có thể sử dụng để làm phòng kết đông thực phẩm. Tuy nhiên phòng kết đông loại này cũng đã được nghiên cứu chế tạo với nhiều kiểu và dạng rất phong phú.

Để kết đông khối lượng nhỏ, khoảng 50kg chẳng hạn, có thể sử dụng tủ kết đông nhanh hoặc hầm kết đông nhanh. Chúng trông giống như tủ lạnh thương nghiệp nhưng có cách nhiệt dày hơn để hạn chế tổn thất lạnh ở nhiệt độ rất thấp. Cánh cửa thường có bố trí dây điện trở đốt nóng hoặc một vòng ống xoắn dàn ngưng để khỏi bị dính do đóng băng và quạt phải đủ mạnh để đạt không khí lưu thông trong tủ khoảng 4m/s.

Dàn bay hơi phải được bố trí xả đá bằng dây điện trở hoặc hơi nóng để có thể xả băng khi nghỉ thay mẻ kết đông mới. Máy lạnh có thể tùy theo cỡ tủ mà bố trí ngay trong tủ hoặc bên ngoài tủ. Thực phẩm cần kết đông được đặt lên giá hoặc lên tấm kim loại, nằm trực tiếp ngay trên luồng không khí lạnh.

Đối với các phòng kết đông lớn hơn có thể sử dụng dạng xe đẩy có nhiều ngăn để chứa sản phẩm kết đông. Khi kết đông xong có thể kéo xe ra ngoài để thu sản phẩm đã kết đông xong và xếp sản phẩm mới vào.

Đối với các phòng kết đông lớn hơn nữa, có thể chứa nhiều xe (thường gọi là hầm kết đông hay phòng kết đông kiểu tunnel). Các xe chạy trên đường ray hoặc được treo trên ray gắn trên trần. Có thể dùng cơ cấu cơ học hoặc thủy lực để di chuyển các xe theo kiểu kết đông gần như liên tục. Xe đã kết đông xong được đẩy ra ở đầu này thì có một xe vừa mới xếp xong sản phẩm mới đưa vào ở đầu kia.

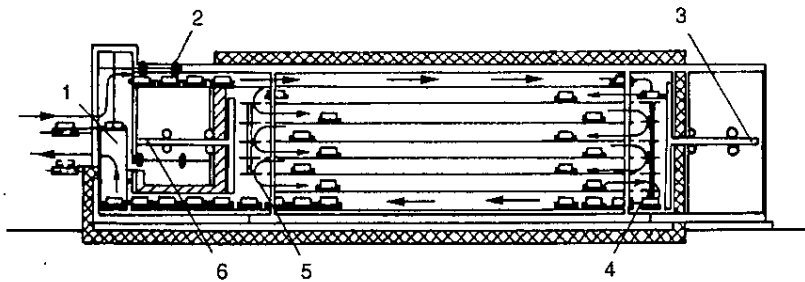


Hình 6-3 : Nguyên lí hầm kết đông kiểu tunnel với xe sản phẩm :
1 - Dàn lạnh ; 2 - Quạt ;
3 - Xe xếp sản phẩm kết đông

Hình 6-3 giới thiệu nguyên lí hầm kết đông kiểu tunnel.

Xe xếp sản phẩm 3 di động trên hai đường ray ở giữa phòng. Phía bên là dàn bay hơi 1 bố trí dọc theo xe sản phẩm. Để tạo ra một sự tuần hoàn không khí thuận lợi qua dàn lạnh đến xe sản phẩm và lại về dàn lạnh, có thể bố trí quạt phía trên xe và dàn bay hơi. Tấm ngăn phía dưới quạt 2 cũng như các tấm ngăn của xe sản phẩm làm nhiệm vụ dẫn hướng và phân phối gió đều cho các sản phẩm kết đông để các sản phẩm được kết đông đều đặn. Không khí lạnh đi ngang qua xe đặt sản phẩm. Số lượng quạt và công suất quạt được tính toán sao cho tốc độ không khí đi ngang qua sản phẩm giai đoạn đầu (khoảng 2/3 chiều dài hầm kết đông) đạt 4 đến 5m/s nhằm tạo ra sự kết đông tức thời.

Còn ở giai đoạn sau (khoảng 1/3 chiều dài hầm) tốc độ không khí khoảng 3m/s là đủ để sản phẩm kết đông dần vào tâm. Tạo sự kết đông tức thời trên bề mặt nhằm giảm hao hụt khối lượng sản phẩm do bay hơi trên bề mặt sản phẩm, ngoài ra theo nghiên cứu, qui trình kết đông này tổn hao năng lượng ít hơn.

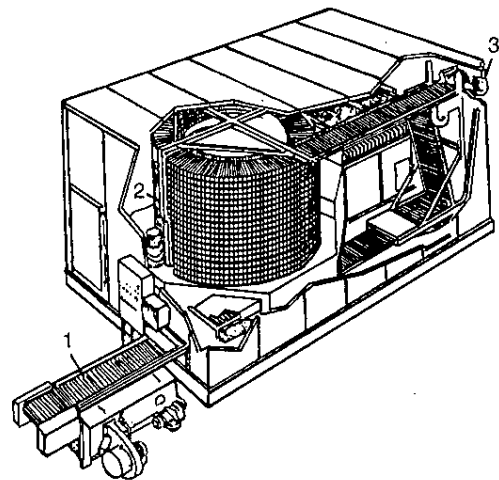


Hình 6-4 : Máy kết đông có giá trượt (Linde - Đức)

- 1 - Bàn nạp sản phẩm ; 2 - Cơ cấu đẩy phía trên ; 3 - Cơ cấu đẩy phía sau ; 4 - Cơ cấu hạ phía sau ;
5 - Cơ cấu hạ phía trước ; 6 - Cơ cấu đẩy phía trước

Hình 6-4 giới thiệu các máy kết đông có năng suất đến 10000kg/h dùng để kết đông kem, rau hoa quả tươi và chế biến. Hầm kết đông làm việc liên tục và tự động. Nạp và tháo sản phẩm cùng ở một đầu hầm tạo điều kiện cho việc bố trí hợp lý dây chuyền kết đông sản phẩm được tốt hơn. Có thể điều chỉnh được thời gian lưu lại trong hầm hoặc tốc độ chuyển động của sản phẩm, do đó độ dày và khuôn khổ của các hộp sản phẩm có thể thay đổi trong phạm vi cho phép. Trong hầm có bố trí nhiều giá trượt. Ở hai đầu giá có bố trí cơ cấu chuyển đỡ sản phẩm. Sản phẩm đi từ trái sang phải sau đó được cơ cấu chuyển đỡ đưa xuống giá trượt phía dưới và cứ thế xuống đến giá thấp nhất và được đưa ra ngoài.

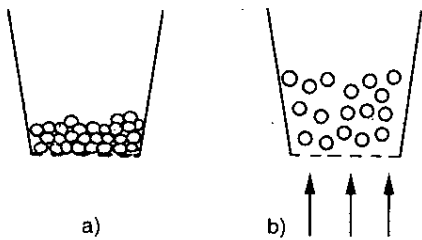
Để đơn giản cơ cấu đẩy, người ta phát minh băng chuyền vô tận kiểu xoắn. Hình 6-5 giới thiệu máy kết đông băng chuyền kiểu xoắn Gyro Compact System 60 của hãng Frigoscandia. Máy có thể kết đông các sản phẩm có chiều dày đến 105mm. Băng chuyền vô tận được đan bằng dây thép không gỉ, hai bên có lá chắn tránh sản phẩm bị gió lạnh thổi tung ra ngoài. Băng chuyền nhận sản phẩm ở cửa nạp đưa vào vòng xoắn quanh tang trống ngược chiều kim đồng hồ và đi dần từ tầng dưới lên dần tầng trên, sau cùng đưa ra cửa tháo sản phẩm và lại quay trở lại cửa nạp để nhận sản phẩm mới. Gió lạnh thổi xuyên qua tất cả các tầng của băng chuyền xoắn. Tốc độ băng chuyền có thể điều chỉnh vô cấp phù hợp cho từng loại sản phẩm có kích cỡ khác nhau. Năng suất từ 700 đến 2500 kg/h tùy theo từng loại sản phẩm.



Hình 6-5 : Máy kết đông băng chuyền kiểu xoắn vô tận Gyro Compact System 60 của hãng Frigoscandia

- 1 - Cửa nạp ;
2 - Băng chuyền xoắn ;
3 - Cửa tháo

Các sản phẩm có kích thước nhỏ như đậu Hà lan, cà rốt, su hào thái vuông, khoai tây rán, các loại quả dâu có thể dùng phương pháp tầng sôi. Nguyên tắc của phương pháp này là thực phẩm được đưa vào một kênh cố định bố trí theo chiều dọc hầm sấy, sau khi kết đông xong sẽ chảy ra phía bên kia. Dòng không khí được quạt thổi từ dưới lên. Các sản phẩm được nâng lên lơ lửng trong đệm khí. Do được tiếp xúc với dòng không khí lạnh từ nhiều phía nên sản phẩm kết đông rất nhanh. Một ưu điểm nổi bật của phương pháp này là các sản phẩm không bị vón cục và kết dính lại với nhau do đóng băng. Không khí lạnh vừa làm nhiệm vụ kết đông sản phẩm vừa làm nhiệm vụ vận chuyển sản phẩm từ cửa nạp đến cửa ra do tạo luồng không khí có định hướng do đó đơn giản được hầu hết các cơ cấu vận chuyển sản phẩm trong hầm đông, thường là các cơ cấu rất dễ hỏng hóc, như băng chuyền, cơ cấu đẩy, cơ cấu nâng hạ, động cơ và hộp số.

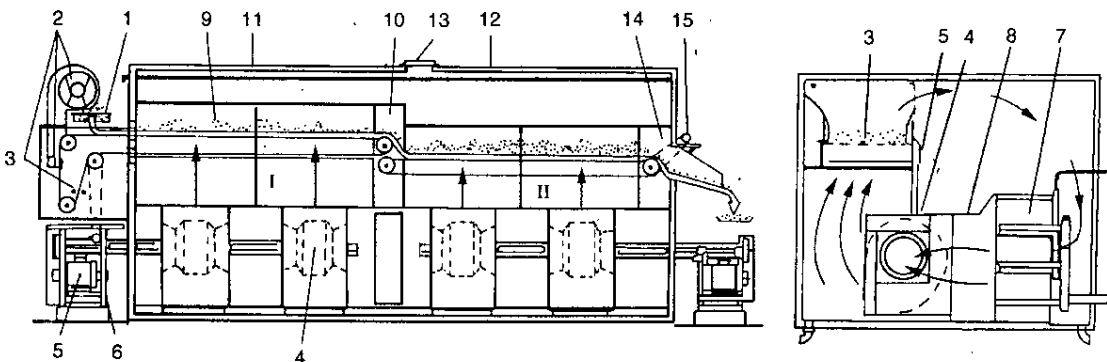


Hình 6-6 : Nguyên tắc kết đông nhanh kiểu tầng sôi

- a) Sản phẩm ở trạng thái đứng im.
- b) Sản phẩm trong quá trình kết đông nhanh kiểu tầng sôi

Hình 6-6 mô tả nguyên lí kết đông kiểu tầng sôi.

Hình 6-7 mô tả kết cấu của máy kết đông kiểu tầng sôi của hãng Samifi - Babcock, năng suất kết đông đến 10t/h sử dụng cho các loại sản phẩm nặng và rời như ngô bắp. Sản phẩm đi từ trái sang phải qua hầm kết đông bằng các băng vận chuyển. Luồng không khí lạnh vừa kết đông vừa tạo tấm đệm không khí cho sản phẩm. Vùng I bố trí dòng không khí yếu để bảo vệ sản phẩm đến điểm đóng băng, làm cứng bề mặt sản phẩm. Vùng II sản phẩm được kết đông đến nhiệt độ yêu cầu với tốc độ không khí mạnh hơn. Một số kích thước cơ bản cho ở bảng 6-2



Hình 6-7 : Hầm kết đông kiểu tầng sôi (Samifi - Babcock)

- 1 - Cơ cấu nạp sản phẩm với tấm rung điều chỉnh được độ rung theo sản phẩm nạp ; 2 - Cơ cấu rửa và sấy tự động cho băng thứ nhất ; 3 - Băng kết đông inox có các xích truyền động bên cạnh ; 4 - Quạt li tâm điều chỉnh được tốc độ ; 5 - Động cơ quạt ; 6 - Cửa kiểm tra ; 7 - Dàn bay hơi trắng kẽm có cánh ; 8 - Cầu kiểm tra ; 9 - Sản phẩm ; 10 - Đoạn chuyển tiếp giữa hai vùng I và II ; 11 - Xả băng bằng hơi nóng ; 12 - Bao che cách nhiệt ; 13 - Kính quan sát (tùy theo yêu cầu có thể lắp ở vị trí khác) ; 14 - Cửa trượt sản phẩm ra ngoài bằng nhiệt ; 15 - Động cơ và hộp số cho mỗi băng chuyển, tốc độ điều chỉnh được cho từng loại sản phẩm.

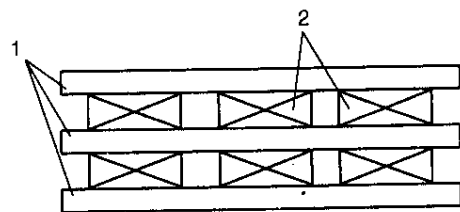
Bảng 6-2 : Máy kết đông tầng sôi của (h.6-7)

| Kiểu | Năng suất, kg/h (đậu Hà lan) | Dài mm | Rộng mm | Cao mm |
|---------|---------------------------------|-----------|------------|-----------|
| SBL 2L2 | 1900 | 7870 | 4600 | 4000 |
| 2L4 | 2900 | 9870 | 4600 | 4000 |
| 4L4 | 3800 | 11870 | 4600 | 4000 |
| 4L6 | 4800 | 13870 | 4600 | 4000 |
| 4L8 | 5600 | 15870 | 4600 | 4000 |
| 6L8 | 6600 | 18070 | 4600 | 4000 |
| 6L10 | 7500 | 20070 | 4600 | 4000 |
| 6L12 | 8400 | 22070 | 4600 | 4000 |

5. Kết đông tiếp xúc. Khi đặt sản phẩm tiếp xúc với bề mặt lạnh, khả năng trao đổi nhiệt lớn hơn nhiều so với khi tiếp xúc với không khí lạnh. Chính vì vậy tốc độ kết đông nhanh hơn, hiệu nhiệt độ giữa sản phẩm và nhiệt độ bay hơi giảm xuống. Năng suất lạnh yêu cầu giảm, tiêu tốn năng lượng cho một đơn vị sản phẩm giảm, thời gian kết đông một mẻ giảm qua đó giảm được diện tích lắp đặt thiết bị. Nhược điểm của phương pháp kết đông tiếp xúc là không thể kết đông bất cứ loại sản phẩm nào. Máy kết đông tiếp xúc chỉ dùng để kết đông các loại thực phẩm đặt trong khuôn cố định. Kích thước của khuôn tùy theo nhà chế tạo máy quy định.

Nguyên lí làm việc của máy kết đông tiếp xúc biểu diễn trên hình 6-8.

Tấm tiếp xúc có thể bằng tấm thép tráng kẽm, thép không gỉ hoặc đa số bằng nhôm đúc áp lực, đảm bảo vệ sinh công nghiệp thực phẩm để có thể ép tiếp xúc trực tiếp lên thực phẩm không có bao bì. Trong các tấm tiếp xúc là các dàn lạnh trực tiếp



Hình 6-8 : Nguyên lí làm việc của máy kết đông tiếp xúc

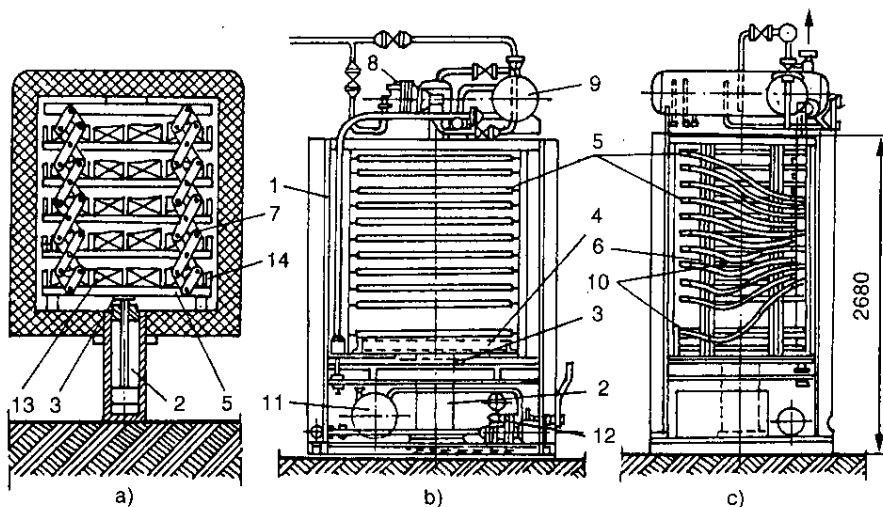
1 - Tấm tiếp xúc ; 2 - Khuôn sản phẩm

môi chất R22 (có thể là NH₃) hoặc nước muối CaCl₂ và có các ống dẫn mềm bằng thép không rỉ ra ngoài để cấp và tháo môi chất khỏi dàn cũng như để dẫn hoặc ép các tấm tiếp xúc khi tháo hoặc xếp tải (sản phẩm). Các ống mềm có thể bằng chất liệu khác nhưng phải đảm bảo bền áp lực, độ kín cũng như bền hoá học đối với các môi chất lạnh hoặc nước muối sử dụng. Có thể sử dụng một hệ thống lạnh để cấp lạnh cho nhiều máy kết đông. Có thể dùng bơm môi chất cấp lỏng cho các dàn lạnh hay các tấm tiếp xúc. Nhiệt độ sôi khoảng -35°C. Khi có nhiều máy kết đông, các máy làm việc gần như dạng kết đông liên tục vì nạp và tháo sản phẩm thay đổi cho các máy.

Máy kết đông tiếp xúc kiểu tấm nằm ngang là loại phổ biến nhất. Các tấm nằm ngang giống như biểu diễn trên hình 6-8. Sản phẩm kết đông được đóng trong các khay nhôm hoặc khuôn định hình sau đó được đẩy vào giữa hai tấm tiếp xúc đang mở. Sau khi nạp đầy sản phẩm, cơ cấu thuỷ lực tác động cho các tấm tiếp xúc ép lại với nhau để sản phẩm tiếp xúc với cả tấm trên và tấm dưới để thải nhiệt một cách nhanh chóng cho cả tấm dưới lẫn tấm trên. Một bộ phận định vị giữ cho các tấm không bị ép quá sát vào nhau gây biến dạng khay hoặc hộp sản phẩm. Toàn bộ máy được bố trí trong một vỏ cách nhiệt đủ dày đối với

nhệt độ sôi thấp. Máy kết đông tiếp xúc nằm ngang sử dụng rất phù hợp cho những sản phẩm có hình dáng đều đặn, kích thước cố định như các loại khay tôm đông lạnh, cá file đông lạnh, rau, hoa, quả chế biến đông lạnh, kem đông lạnh v.v..

Hình 6-9 mô tả một máy kết đông tiếp xúc kiểu tấm. Bên trong các tấm tiếp xúc là dàn bay hơi trực tiếp của môi chất lạnh. Sản phẩm được đóng sẵn vào khuôn tiêu chuẩn, xếp vào giữa các tấm, tiếp theo, dầu được bơm vào xilanh, pittông sẽ ép các tấm lại. Lực ép duy trì từ 0,15 đến 0,70 bar. Sau khi ép xong các dàn lạnh được cấp lỏng và quá trình kết đông bắt đầu.



Hình 6-9 : Máy kết đông nhanh tiếp xúc kiểu tấm nằm ngang

- a) Sơ đồ các tấm bố trí cơ cấu ép từ dưới lên ; b) Mặt chiếu đứng ; c) Chiều cạnh của máy ;
 1 - Khung, 2 - Xilanh thủy lực, 3 - Bàn nâng, 4 - Bê nâng, 5 - Các tấm tiếp xúc, 6 - Van phao,
 7 - Cơ cấu định vị truyền động của tấm, 8 - Van phao, 9 - Bình tách lỏng,
 10 - Các ống cao su có bọc dây thép đan để cấp môi chất lạnh cho dàn bay hơi,
 11 - Bình dầu, 12 - Bơm dầu, 13 - Sản phẩm kết đông, 14 - Giá gỗ

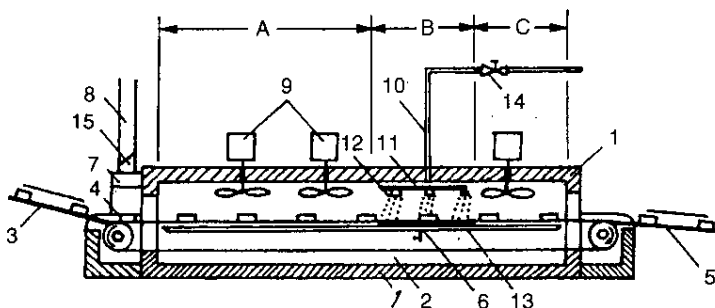
Nhiệt độ sôi môi chất đạt -34°C . Sau khi kết đông xong dầu được xả lại bình, pittông đi xuống, các tấm mở ra và sản phẩm được lấy ra dễ dàng. Máy làm việc theo từng mẻ. Chiều dày khay sản phẩm từ 25 đến 100mm. Thời gian kết đông ngắn. Chiều dày khay 90mm thời gian kết đông khoảng 3h. Tuy nhiên, thời gian kết đông còn phụ thuộc vào sản phẩm, sự tiếp xúc giữa các bề mặt sản phẩm trong khuôn và bao bì của khuôn. Năng suất kết đông đạt $3 \div 25\text{t}/24\text{h}$.

6. Kết đông trong khí hoá lỏng. Kết đông trong khí hoá lỏng thường được thực hiện với nitơ lỏng. Nitơ lỏng sôi ở nhiệt độ -196°C . Do có độ chênh nhiệt độ rất lớn giữa sản phẩm và nhiệt độ sôi nên sản phẩm được kết đông gần như tức thời. Năng suất lạnh của một kg nitơ lỏng là nhiệt ẩn hoá hơi ở -196°C và nhiệt hiện thu vào khí khí lạnh nâng nhiệt độ lên đến gần nhiệt độ kết đông sản phẩm. Nhiệt độ đó cao hay thấp tùy thuộc vào cách bố trí trao đổi nhiệt giữa hơi lạnh và sản phẩm có hiệu quả hay không.

Hình 6-10 giới thiệu sơ đồ nguyên tắc của một hầm kết đông phun nitơ lỏng.

Sản phẩm được kết đông liên tục. Từ bàn nạp vào cửa nạp, sản phẩm được băng chuyên vô tận đưa vào vùng A đầu tiên để kết đông sơ bộ đến nhiệt độ đóng băng. Ở đây, nhờ có quạt khuấy đảo mạnh khí nitơ lạnh mà sản phẩm được làm lạnh và kết đông sơ bộ. Sau đó, sản phẩm đi vào vùng B và được phun nitơ lỏng. Sản phẩm kết đông nhanh chóng do hiệu

quả nito lỏng sôi trên bề mặt sản phẩm. Sau đó là vùng C, ở đây sản phẩm được ủ để nhiệt độ tâm sản phẩm đạt yêu cầu. Thường, để kết đông 1 kg sản phẩm cần 1 lít nito lỏng. Phương pháp này bởi vậy rất đắt tiền và chỉ có thể sử dụng cho các sản phẩm lạnh đông có giá trị kinh tế cao.



Hình 6-10 : Sơ đồ nguyên tắc của một hầm kết đông sử dụng nito lỏng phun (Cryogen - Rapid)

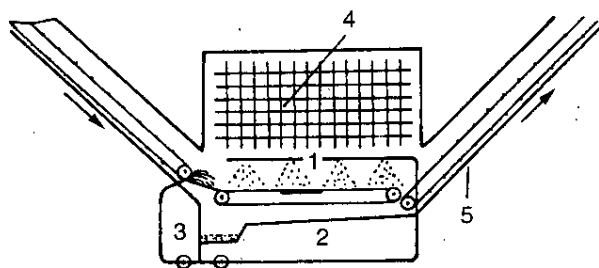
- | | |
|----------------------------|--|
| A - Vùng kết đông sơ bộ | 7, 8 - Ống hút và quạt hút |
| B - Vùng phun nito lỏng | 9 - Quạt khuấy |
| C - Vùng cân bằng nhiệt độ | 10 - Ống dẫn nito lỏng |
| 1 - Hầm cách nhiệt | 11 - Ống phun với mũi phun và van giảm áp |
| 2 - Băng chuyên | 12 - Nito lỏng |
| 3 - Bàn nạp sản phẩm | 13 - Khí nito |
| 4 - Cửa nạp sản phẩm | 14 - Van |
| 5 - Bàn tháo sản phẩm | 15 - Tấm điều chỉnh lượng khí hút (tấm tiết lưu) |
| 6 - Khay hứng có van xả | |

Ở Mỹ người ta còn sử dụng phương pháp kết đông trong R12 lỏng. Tuy nhiên phương pháp này không được áp dụng ở các nước khác vì có một số vấn đề về phía chất lượng và vệ sinh thực phẩm. Hơn nữa, R12 đã bị cấm sử dụng để bảo vệ tầng ôzôn. Sự khác nhau cơ bản giữa phương pháp nito lỏng và R12 lỏng là nito lỏng sau khi bốc hơi thì bay vào không khí còn R12 phải thu hồi lại do đó các cửa nạp và tháo sản phẩm hẹp và đặt trên cao.

Hình 6-11 mô tả một thiết bị kết đông thực phẩm dùng R12 lỏng.

Các sản phẩm kết đông được phun lỏng R12 trên băng chuyên. Một phần R12 bay hơi thu nhiệt sản phẩm. Hơi R12 bay lên được dàn ngưng tụ 4 ngưng tụ lại ở nhiệt độ -45°C . Khi ngưng làm việc, R12 được bơm vào bình chứa.

Vấn đề cơ bản để giảm giá thành là giảm tổn thất R12. R12 tổn thất chủ yếu do bị cuốn theo sản phẩm ra ngoài khi kết đông xong. Tổn thất đó vào khoảng 1,5kg/100kg sản phẩm. So với phương pháp nhúng trong nito



Hình 6-11 : Thiết bị kết đông dùng R12 lỏng
 1 - Các mũi phun R12 ; 2 - Khay hứng R12 lỏng ;
 3 - Bơm R12 ; 4 - Dàn ngưng tụ cho R12 hơi ;
 5 - Các băng chuyên

lông phương pháp sử dụng R12 có ưu điểm là nhiệt độ kết đông không quá thấp và việc ngưng tụ lại R12 ở $P = 1 \text{ bar}$ $t \approx -30^\circ\text{C}$ có thể thực hiện dễ dàng nhờ một máy lạnh hai cấp với nhiệt độ bay hơi khoảng -45°C .

7. Kết đông bằng chất lỏng lạnh. Khi nhúng sản phẩm trong nước muối lạnh hoặc chất lỏng lạnh chuyển động, tốc độ kết đông sản phẩm rất cao do hệ số trao đổi nhiệt giữa sản phẩm và chất lỏng rất lớn. Hệ số trao đổi nhiệt này tương đương với khi sản phẩm tiếp xúc với bề mặt kim loại lạnh trong máy kết đông tiếp xúc. Do đó có thể so sánh phương pháp này với phương pháp kết đông tiếp xúc mà sản phẩm không cần có hình dáng kích thước cố định. Phương pháp này rất thuận tiện cho việc kết đông gà và gia cầm các loại. Người ta thường kết đông cá trong nước muối ăn (Phương pháp Ottensen). Nước muối được giữ ở nhiệt độ đóng băng. Ở nhiệt độ này, nước muối không ảnh hưởng đến sản phẩm kết đông vì muối không bị phân li ra khỏi nước muối. Nhưng vì khó có thể giữ được nước muối ở nhiệt độ ổn định vì luôn đưa sản phẩm nóng vào, do đó nước muối đôi khi cũng lệch khỏi trạng thái cân bằng và nước muối khuếch tán vào sản phẩm làm ảnh hưởng đến mùi vị sản phẩm. Nước thừa đóng băng vào các ống dàn bay hơi, cản trở quá trình trao đổi nhiệt. Để cải thiện tình trạng đó có thể cho thêm khoảng 10% glycerin vào nước muối để mở rộng phạm vi nhiệt độ từ -15 đến -17°C . Sau khi kết đông có thể nhúng cá vào nước để tạo ra "áo băng" mỏng, chống hao hụt sản phẩm do khô hao gầy ra.

Để tránh tác động xấu của nước muối vào thực phẩm, có thể sử dụng các bao bì kim loại hoặc nilông để bọc sản phẩm khi đưa vào kết đông. Phương pháp này tỏ ra rất hiệu quả vì còn bảo vệ được thực phẩm sau này và đạt tiêu chuẩn vệ sinh thực phẩm cao.

8. Hao hụt khối lượng và các phương pháp giảm hao hụt. Hao hụt khối lượng là do ẩm trên bề mặt sản phẩm bay hơi bám vào dàn lạnh dưới dạng băng tuyết. Sự vận chuyển ẩm này rất đặc trưng trong quá trình xử lý lạnh và kết đông thực phẩm. Tổn hao khối lượng phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như độ chênh nhiệt độ giữa sản phẩm và nhiệt độ dàn lạnh, diện tích bề mặt trao đổi chất giữa sản phẩm và không khí lạnh trong phòng, phương pháp xử lý lạnh hoặc kết đông thực phẩm, điều kiện kết đông...

Ví dụ, đối với thịt lợn nửa con, thịt bò nửa con hoặc 1/4 con người ta có thể sử dụng phương pháp kết đông chậm, tăng cường, nhanh và có thể kết đông theo phương pháp một pha hoặc hai pha.

– Kết đông một pha là thịt có nhiệt độ môi trường (37°C) đưa vào hầm hoặc máy kết đông, thịt ra có nhiệt độ -18°C trên bề mặt và nhiệt độ tâm -8 đến -12°C .

– Kết đông hai pha là thịt được làm lạnh trong phòng gia lạnh từ nhiệt độ môi trường (37°C) xuống khoảng $+4^\circ\text{C}$ sau đó mới đưa vào hầm hoặc máy kết đông để đưa xuống nhiệt độ kết đông yêu cầu.

Bảng 6-3 giới thiệu một số thông số về các phương pháp kết đông đó đối với thịt lợn, bò, nửa con có khối lượng từ 70 đến 110kg.

Kết đông một pha tỏ ra có nhiều ưu điểm hơn vì tổng thời gian giảm, tổn hao khối lượng do khô ngót giảm, chi phí lạnh cũng như diện tích phòng giảm, công việc vận chuyển, chuyên chở, bốc xếp cũng giảm.

Nếu sử dụng phương pháp kết đông hai pha thì phải làm lạnh sản phẩm trước khi đưa đi kết đông. Trong kho lạnh, nếu các phòng làm lạnh đã đầy, có thể sử dụng phòng bảo quản

để làm lạnh sản phẩm. Khi đó số lượng đưa vào phải phù hợp với năng suất lạnh của phòng. Các sản phẩm nóng phải bố trí đều quanh các dàn lạnh để rút ngắn thời gian làm lạnh. Khi làm lạnh xong phải thu xếp sản phẩm hợp lí, sắp xếp gọn gàng để tiếp tục gia lạnh đợt sản phẩm mới.

Bảng 6-3 : Các thông số về các phương pháp kết đông thịt

| Phương pháp kết đông thịt | Nhiệt độ tâm thịt, °C | | Thông số không khí trong hầm kết đông | | Thời gian kết đông, h | Tổn hao khối lượng % |
|---------------------------|-----------------------|------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| | ban đầu | cuối | nhiệt độ, t, °C | tốc độ không khí ω, m/s | | |
| Kết đông hai pha | | | | | | |
| - Chậm | 4 | -8 | -18 | 0,1 ÷ 0,2 | 40 | 2,58 |
| - Tăng cường | 4 | -8 | -23 | 0,5 ÷ 0,8 | 26 | 2,35 |
| - Nhanh | 4 | -8 | -35 | 3 ÷ 4 | 16 | 2,20 |
| Kết đông một pha | | | | | | |
| - Chậm | 37 | -8 | -23 | 0,1 ÷ 0,2 | 36 | 1,82 |
| - Tăng cường | 37 | -8 | -30 | 0,5 ÷ 0,8 | 24 | 1,60 |
| - Nhanh | 37 | -8 | -35 | 1 - 2 | 20 | 1,20 |

Qua bảng 6-3 ta thấy rõ ràng rằng tổn hao khối lượng giảm khi thời gian kết đông giảm. Căn cứ vào các yếu tố gây tổn hao khối lượng, ta có thể áp dụng những biện pháp sau đây để giảm tổn hao đến mức thấp nhất.

- Sử dụng phương pháp kết đông nhanh một pha hoặc kết đông cực nhanh một pha.
- Bao gói sản phẩm kết đông trong các bao bì không thấm ẩm như các loại ni lông nhựa, ẩm của sản phẩm không thể bay hơi vào không khí.
- Sản phẩm kết đông xong có thể tráng một lớp băng mỏng (lớp vỏ nước đá), ngăn cách sự tiếp xúc trực tiếp của bề mặt sản phẩm với không khí.
- Sản phẩm đưa vào kho bảo quản đông phải xếp thật chặt. Bên ngoài đóng sản phẩm phủ vải bạt tráng nước đá (chỉ cần thấm ướt bạt đưa vào sẽ thành vải bạt tráng nước đá).
- Nhiệt độ bảo quản càng thấp, hao hụt khối lượng càng giảm.

9. Các chế độ bảo quản lạnh và bảo quản đông. Mỗi loại thực phẩm cần một chế độ bảo quản khác nhau. Các bảng 6-4 đến 6-5 giới thiệu các chế độ nhiệt độ, độ ẩm và thời hạn bảo quản của các loại thực phẩm khác nhau.

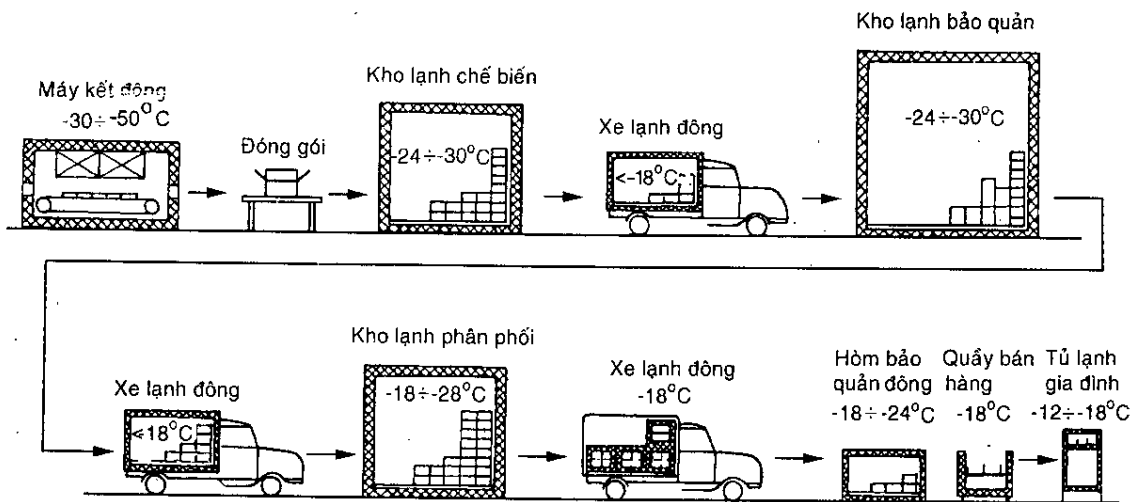
10. Dây chuyền lạnh. Dây chuyền lạnh là dây chuyền xử lí và bảo quản lạnh từ khi chế biến, sản xuất đến khi tiêu thụ. Hình 6-12 mô tả dây chuyền lạnh đông từ lúc kết đông thực phẩm đến khi tiêu dùng. Sản phẩm từ lúc kết đông đến khi tiêu dùng không được bảo quản ở cùng chế độ nhiệt độ giống nhau. Sau khi kết đông sản phẩm được đóng gói và bảo quản ở kho lạnh chế biến nhiệt độ từ -24°C đến -30°C ở ngay trong xí nghiệp chế biến thực phẩm. Sau đó chúng được đưa đến kho lạnh bảo quản bằng xe lạnh đông. Từ kho lạnh bảo quản chúng lại được xe lạnh đưa đến các kho lạnh phân phối rồi từ đây lại được các xe lạnh đưa đến các siêu thị, các nhà hàng, quầy hàng để bán buôn, bán lẻ. Khi người tiêu dùng mua về, sản phẩm lại được bảo quản trong tủ lạnh hoặc tủ đông của gia đình trước khi mang ra sử dụng.

Bảng 6-4 : Chế độ bảo quản rau quả tươi (Theo tiêu chuẩn Liên Xô cũ)

| Sản phẩm | Nhiệt độ °C | Độ ẩm tương đối % | Chế độ thông gió | Thời hạn bảo quản |
|-----------------|-------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Bưởi | 0 ÷ 5 | 85 | mở | 1 ÷ 2 tháng |
| Cam | 0,5 ÷ 2 | 85 | " | " |
| Chanh | 1 ÷ 2 | 85 | " | " |
| Chuối chín | 14 ÷ 16 | 85 | " | 5 ÷ 10 ngày |
| Chuối xanh | 11,5 ÷ 13,5 | 85 | " | 3 ÷ 10 tuần |
| Dứa chín | 4 ÷ 7 | 85 | " | 3 ÷ 4 tuần |
| Dứa xanh | 10 | 85 | " | 4 ÷ 6 tháng |
| Đào | 0 ÷ 1 | 85 ÷ 90 | " | 5 ÷ 6 tháng |
| Táo | 0 ÷ 3 | 90 ÷ 95 | " | 3 ÷ 10 tháng |
| Cà chua chín | 2 ÷ 2,5 | 75 ÷ 80 | mở | 1 tháng |
| Cà rốt | 0 ÷ 1 | 90 ÷ 95 | " | vài tháng |
| Cà chua xanh | 4 | 80 ÷ 90 | " | 10 ÷ 14 ngày |
| Dưa chuột | 0 ÷ 4 | 85 | " | vài tháng |
| Đậu khô | 5 ÷ 7 | 70 ÷ 75 | Đóng/mở | 9 ÷ 12 tháng |
| Đậu tươi | 2 | 90 | mở | 3 ÷ 4 tuần |
| Hành | 0 ÷ 4 | 75 | " | 1 ÷ 2 tuần |
| Khoai tây | 3 ÷ 6 | 85 ÷ 90 | " | 5 ÷ 6 tháng |
| Nấm tươi | 0 ÷ 1 | 90 | " | 1 ÷ 2 tuần |
| Rau muống | 5 ÷ 10 | 80 ÷ 90 | " | 3 ÷ 5 tuần |
| Cải xalat | 3 | 90 | " | 3 tháng |
| Su hào | 0 ÷ 0,5 | 90 | " | 2 ÷ 6 tháng |
| Bắp cải, súp lơ | 0 ÷ 1 | 90 | " | 4 tuần |
| Su su | 5 | 90 | " | 4 tuần |

Bảng 6-5 : Chế độ bảo quản sản phẩm động vật (Liên Xô cũ)

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

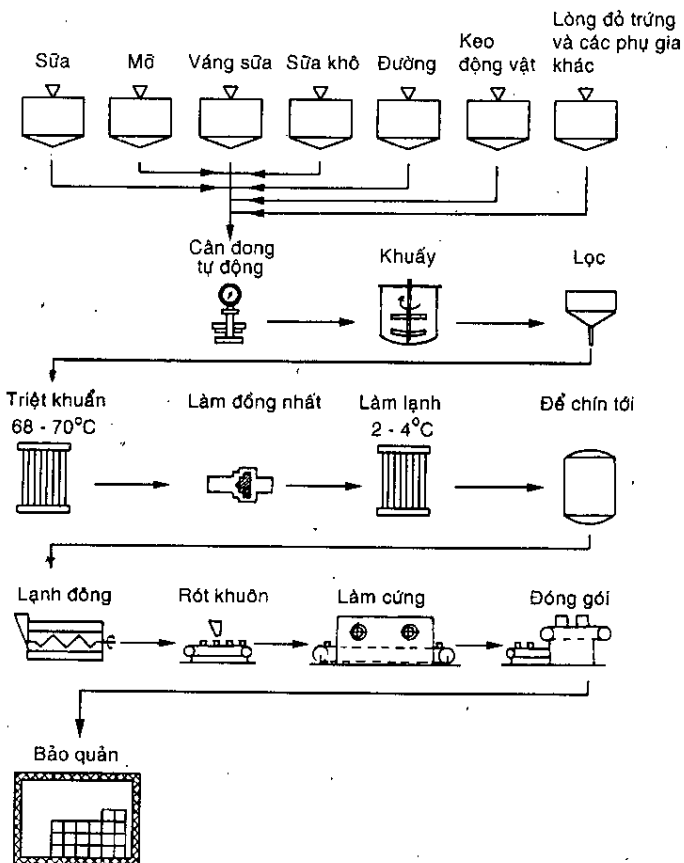


Hình 6-12 : Sơ đồ dây chuyền lạnh đông từ lúc kết đông đến lúc tiêu dùng

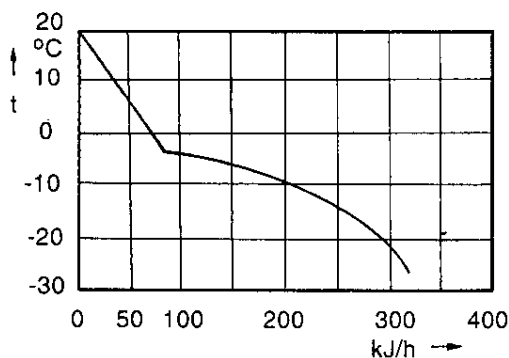
Các khâu vận chuyển, bốc xếp cần thực hiện nhanh chóng tránh làm tăng nhiệt độ sản phẩm. Các xe lạnh sử dụng cho vận chuyển các hàng kết đông ít nhất đạt -18°C . Nhiệt độ -18 đến -20°C là nhiệt độ đủ thấp để bảo quản thực phẩm từ 6 ÷ 12 tháng nhưng trong khi vận chuyển, bốc xếp hàng nhiệt độ có thể tăng lên và chất lượng sản phẩm có thể giảm vì chất lượng sản phẩm không chỉ phụ thuộc vào chất lượng nguyên liệu ban đầu, phương pháp xử lý lạnh và lạnh đông mà còn phụ thuộc rất nhiều vào độ ổn định nhiệt độ bảo quản và điều kiện bảo quản.

6.3. Sản xuất kem

Kem là sản phẩm chủ yếu của sữa với các phụ gia. Có nhiều loại kem khác nhau như : kem thường, kem sữa, kem hoa quả, kem trứng, kem váng sữa, kem dầu thơm... Quy trình sản xuất kem công nghiệp giới thiệu trên hình 6-13. Kem ít nhất phải



Hình 6-13 : Quy trình sản xuất kem công nghiệp



Hình 6-14 : Năng suất lạnh yêu cầu khi sản xuất một lít kem

Trong máy lạnh đông, hỗn hợp được nhào trộn để không khí lẫn vào hỗn hợp dưới dạng bột khí li ti. Sáu khí nhào trộn và kết đông thể tích hỗn hợp tăng từ 80 đến 100%, đồng thời nhiệt độ giảm đến -5°C trong đó 30% nước đã hoá băng. Hỗn hợp này được gọi là kem xốp. Kem xốp được rót vào bao bì, đóng vào hộp, rót thành các suất đều... rồi đưa vào máy kết đông hoặc hầm kết đông đưa nhiệt độ tâm kem xuống -18°C đến -20°C . Quá trình này gọi là làm cứng kem. Có thể làm cứng kem đến -25°C và bảo quản đông ở nhiệt độ -25 đến -35°C . Bảo quản ở nhiệt độ thấp hơn là không kinh tế. Nhiệt độ bảo quản phải ổn định. Nếu nhiệt độ không ổn định, sẽ có sự thay đổi các tinh thể mịn thành tinh thể thô và chất lượng của kem giảm.

Hình 6-14 giới thiệu yêu cầu năng suất lạnh khi sản xuất kem.

6.4. Ứng dụng trong công nghiệp rượu bia

6.4.1. Sản xuất bia

Bia là loại nước giải khát được ưa chuộng trên toàn thế giới. Ở nước ta hiện nay, việc sản xuất bia đang phát triển một cách mạnh mẽ cả ở trung ương lẫn ở các địa phương để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của thị trường cả về chất lượng và số lượng.

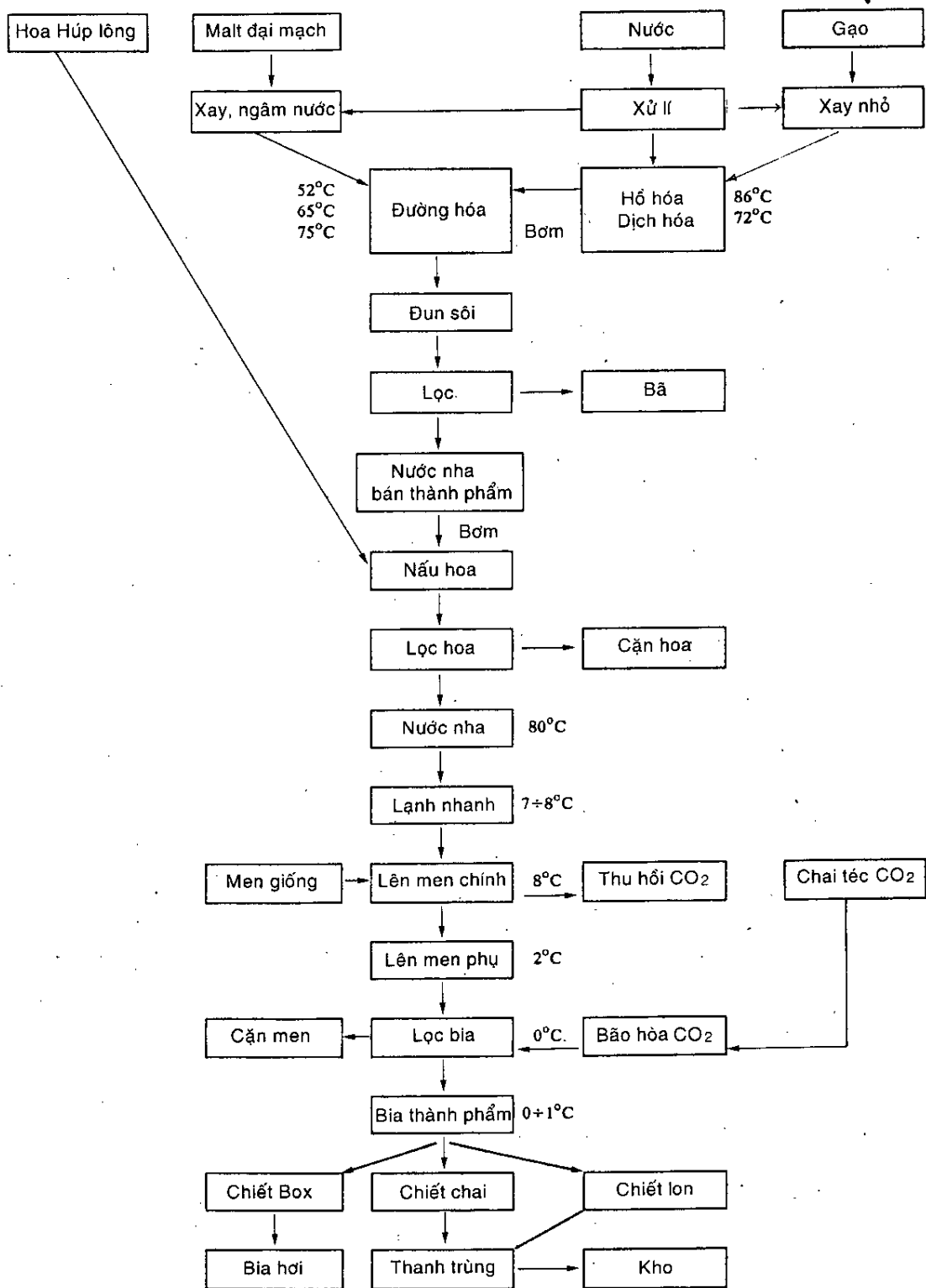
Sơ đồ công nghệ sản xuất bia giới thiệu trên hình 6-15. Công thức chế biến bia là : bia = malt đại mạch + hoa huplông + nước. Nhưng do malt phải nhập với giá cao nên bia địa phương thường dùng gạo tẻ để độn, thay thế một phần malt. Các chất độn đó có thể lên tới 40%. Bia tất nhiên có phẩm chất kém hơn và nhiều nước trên thế giới có quy chế cấm dùng các chất độn.

Các công đoạn xử lý lạnh trong dây chuyền công nghệ sản xuất bia gồm các khâu làm lạnh nhanh nước nha từ 80°C xuống $7 \div 8^{\circ}\text{C}$, lên men chính ở nhiệt độ $7 \div 8^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn tùy theo công nghệ lên men, lên men phụ ở 2°C ngoài ra là các khâu nuôi cấy men giống và bảo quản bia thành phẩm.

Phương pháp xử lý lạnh trong các công đoạn

1. Làm lạnh nhanh. Làm lạnh nhanh nước nha từ nhiệt độ cao khoảng 80°C ngay sau khi nấu hoa và lọc hoa xuống $7 \div 8^{\circ}\text{C}$ là một khâu rất quan trọng. Tốc độ làm lạnh yêu cầu là 30÷45 phút. Nếu làm lạnh không nhanh đặc biệt trong khoảng nhiệt độ 50 xuống 20°C sẽ tạo điều kiện rất thuận lợi cho sự phát triển của các nhóm vi sinh vật có hại đối với việc lên men bia làm giảm chất lượng và phẩm chất của bia.

chứa 10% mỡ sữa, kem hoa quả ít nhất 8% mỡ sữa và 20% bột hoa quả. Sau khi đã cân đồng tự động, các thành phần được đưa vào máy khuấy, trộn đều, lọc, triệt khuẩn, làm đồng nhất và được làm lạnh trong dàn lạnh kiểu tấm đến $2 \div 4^{\circ}\text{C}$ sau đó đưa vào các bình chứa (3000 lít) để ủ cho "chín tới". Thời gian chín tới của hỗn hợp tùy theo các chất phụ gia, kéo dài 4 ÷ 24h. Sau khi chín tới, hỗn hợp được đưa vào lạnh đông, rót, làm cứng đóng gói rồi bảo quản.



Hình 6-15 : Sơ đồ công nghệ sản xuất bia

Có nhiều phương pháp làm lạnh nhanh nước nha giống như các phương pháp làm lạnh chất lỏng trình bày trong chương 5. Tuy nhiên công nghệ làm lạnh nhanh thường gắn liền với quy trình lắng cặn nên người ta hay chọn phương pháp lạnh nhanh trong thùng hai vỏ có ống xoắn theo từng mẻ. Thùng lạnh nhanh có thân trụ, đáy côn, hai vỏ và ống xoắn. Nước nha được đổ vào thùng. Nước làm mát đi vào không gian giữa hai vỏ làm lạnh sơ bộ từ 80°C xuống 45°C sau đó tháo nước và cho nước muối lạnh -10°C vào ống xoắn để làm lạnh nhanh xuống $7 \div 8^{\circ}\text{C}$.

Phương pháp khác là làm lạnh nhanh nước nha khi bơm nước nha đi qua ống xoắn ruột gà. Ống xoắn được chia làm hai phần. Phần làm lạnh sơ bộ bố trí trong bể nước làm mát và phần làm lạnh xuống $7 \div 8^{\circ}\text{C}$ bố trí trong bể nước muối -10°C . Bằng cách tiết lưu nước nha qua một van điều chỉnh bằng tay người ta có thể điều chỉnh được lượng nước nha đi qua và nhiệt độ ra yêu cầu. Phương pháp này là làm lạnh liên tục, tốc độ làm lạnh nhanh đạt yêu cầu nhưng phải có phương pháp lọc cặn hữu hiệu đi kèm. So với lạnh nhanh thùng hai vỏ phương pháp này vệ sinh dễ dàng hơn, thời gian làm lạnh nhanh hơn và thiết bị đơn giản hơn.

Phương pháp sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt ống lồng ống, trong đó nước nha đi trong ống và nước lạnh đi ngoài ống. Nước nha được bơm cho vào thiết bị trao đổi nhiệt ngược dòng. Nước lạnh $0 \div 2^{\circ}\text{C}$ được chuẩn bị và dự trữ vào thùng chứa nước lạnh. Khi làm lạnh nhanh nước lạnh được bơm ngược dòng với nước nha, khi ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt nước có nhiệt độ $70 \div 75^{\circ}\text{C}$ được đưa đến bình đun nước nóng hoặc đưa đi sử dụng. Nước nha khi ra đạt nhiệt độ $7 \div 8^{\circ}\text{C}$ đưa đi cấy men, và đưa vào lên men chính. Phương pháp này có ưu điểm là không cần dùng nước muối mà chỉ cần nước lạnh $0 \div 2^{\circ}\text{C}$, có thể tận dụng được nhiệt lượng làm mát cho nước nha để đun nước nóng sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau.

Phương pháp hiện đại nhất là làm lạnh nhanh bằng các thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm tuy nhiên loại này còn ít được sử dụng ở nước ta vì đắt tiền và chưa chế tạo được ở trong nước.

Khi tính toán năng suất lạnh cho công đoạn làm lạnh nhanh cần lưu ý đến tính chất làm lạnh theo mẻ. Ví dụ mỗi ngày nấu 4 mẻ trong 2 ca ta có thể tính năng suất lạnh máy lạnh bằng $(Q_{\text{omẻ}} \times 4)/16\text{h} \approx 1/4 Q_{\text{omẻ}}$. Khi đó phải làm bể nước hoặc nước muối đủ lớn để trữ đủ lạnh trong 4h máy lạnh làm việc, phục vụ cho làm lạnh nhanh một mẻ trong vòng 30 đến 45 phút. Tải lạnh yêu cầu là $4200\text{kJ}/1000\text{lit}$. K hoặc $4,2\text{kJ}/\text{IK}$.

2. Lên men. Có nhiều phương pháp lên men khác nhau. Phương pháp cổ điển vẫn được áp dụng ở một số xưởng bia địa phương là lên men chính $7 \div 8$ ngày ở nhiệt độ $7 \div 8^{\circ}\text{C}$ sau đó chuyển sang lên men phụ $14 \div 15$ ngày ở nhiệt độ 2°C . Theo phương pháp này người ta bố trí hai phòng lạnh riêng biệt : phòng lên men chính và phòng lên men phụ với nhiệt độ phù hợp.

Trong quá trình lên men, đường chuyển đổi ra rượu và khí CO_2 đồng thời toả ra lượng nhiệt lên men. Nhiệt lên men có thể được thải ra ngoài qua dàn lạnh không khí trong phòng, nhưng cũng có thể được thải trực tiếp qua dàn ống xoắn bố trí trong bể lên men hoặc các áo tăng có nước lạnh, nước muối lạnh hoặc glycol ở nhiệt độ khoảng -3°C chảy qua.

Sau khi lên men chính xong phải chuyển bia sang phòng lên men phụ. Có thể dùng bơm hoặc dùng khí nén để chuyển bia. Có thể đơn giản khâu này bằng cách bố trí phòng lên men chính ở tầng trên, lên men phụ ở dưới, khi đó chỉ cần mở van tháo bia từ trên xuống.

Hiện nay nhiều cơ sở sản xuất bia sử dụng phương pháp lên men hiện đại trong các tầng tự hành. Hình 6-15 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của một tầng tự hành thân trụ đáy chóp, với bốn áo nước làm lạnh trong đó ba áo ở thân và một áo ở đáy chóp.

Sau khi được làm lạnh nhanh xuống 10°C và cấy nấm men, nước nha được đưa vào tầng. Lên men chính được tiến hành như sau : Hai ngày đầu toàn khối dịch được giữ ở 14°C . Từ ngày thứ 3 đến ngày thứ 5 phần trên của tầng giữ ở $13 \div 14^{\circ}\text{C}$ nhưng phần dưới hạ xuống $10 \div 12^{\circ}\text{C}$. Kiểm tra khi thấy quá trình lên men chính kết thúc thì người ta hạ nhiệt độ phần đáy xuống 2°C và để 2 ngày cho nấm men lắng xuống đáy. Sau đó hạ nhiệt độ toàn khối dịch xuống $0 \div 2^{\circ}\text{C}$ để bắt đầu quá trình lên men phụ trong khoảng $5 \div 7$ ngày. Sau khi lên men phụ xong, tách cặn nấm men, bảo quản ở $0 \div 1^{\circ}\text{C}$ và nạp thêm CO_2 (1g/l) ở áp suất $4 \div 5$ at, nhiệt độ 0°C trong vòng một ngày.

Công nghệ sản xuất bia hiện đại có ưu điểm là thời gian lên men giảm chỉ còn một nửa và vốn đầu tư thiết bị giảm tới 30%.

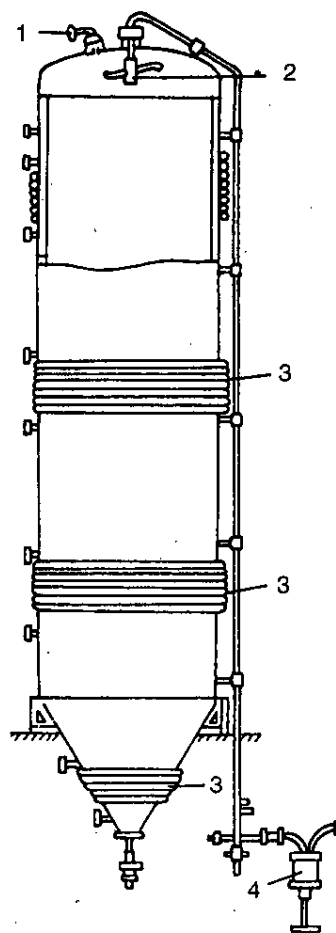
Yêu cầu về lạnh cho quá trình thải nhiệt lên men khoảng $6300 \text{ kJ}/1000\text{lit}$. Tuy nhiên nhiệt toả trong quá trình lên men là không đều đặn mà đạt cực đại ở khoảng lên men vào ngày thứ 3 đến thứ 4 với giá trị khoảng $500\text{kJ}/1000\text{l.h}$.

Để tính toán được nhiệt tải cho máy nén ngoài nhiệt lên men phải tính toán được nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che, các cửa, đèn chiếu sáng, động cơ, số người làm việc trong phòng giống như khi thiết kế phòng và kho lạnh.

3. Các phòng khác có nhu cầu lạnh. Ngoài lạnh nhanh và lên men, một số phòng khác nhau trong quy trình sản xuất bia cũng có nhu cầu về lạnh. Bảng 6-6 giới thiệu nhu cầu lạnh của các phòng tính theo diện tích nền phòng lạnh.

Bảng 6-6 : Nhu cầu lạnh của các phòng trong dây chuyền sản xuất bia

| Tên phòng | Nhiệt độ phòng, $^{\circ}\text{C}$ | Nhu cầu lạnh kJ/m^2 |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Phòng bảo quản hoa huplông | -2 | 4200 |
| Phòng lên men | +2 đến +6 | 5000 |
| Phòng bảo quản | 0 đến 2 | 5000 |
| Phòng lọc bia | +2 | 6300 |
| Phòng chiết và xếp | +5 | 5000 |
| Phòng bảo quản đá | -5 | 6700 |



Hình 6-16 : Tầng tự hành thân trụ đáy chóp

- 1 - Đường vào của nước nha, men giống, CO_2 , các dung dịch rửa ;
- 2 - Đầu phun để vệ sinh tầng ;
- 3 - Áo làm lạnh ;
- 4 - Kính quan sát

Phòng bảo quản bia dùng để bảo quản bia chưa lên men hết và với giả thiết chỉ có 2 tầng bố trí chồng lên nhau với chiều cao $4 \div 5$ m. Nếu phòng cao hơn phải tính toán như phòng lạnh bình thường, nhu cầu lạnh có khi lên 12.600kJ/m^2 . Bố trí dàn lạnh phải đạt hiệu quả để nhiệt độ phân phối đều trong phòng, đặc biệt tránh quạt dàn lạnh thổi trực tiếp vào các tầng.

Ngày nay người ta ít sử dụng dàn lạnh tĩnh vì quá tốn kém dàn lạnh, nhưng nếu dùng quạt cũng cần xác định tốc độ gió tối ưu. Đối với các bể lên men, tốc độ gió không được vượt quá $0,1\text{m/s}$ để tránh ảnh hưởng đến lớp bọt nổi trên mặt bia đang lên men. Đối với phòng lên men dùng tầng thì bội số tuần hoàn nằm trong khoảng $8 \div 10$ thể tích phòng tổng thể hoặc $16 \div 18$ thể tích phòng đã trừ thể tích đặt tầng. Người ta tính với độ chênh entanpi của không khí tuần hoàn từ $6,3$ đến $8,0\text{kJ/kg}$.

6.4.2. Sản xuất rượu vang (rượu nho)

Nước nho sau khi ép sẽ được cấy men và đưa vào các tầng lên men. Sau 2 đến 4 ngày quá trình lên men bắt đầu và nhiệt độ tăng lên do nhiệt toả ra trong quá trình lên men. Đối với rượu nho trắng nhiệt độ không được tăng trên $+20^\circ\text{C}$ và đối với rượu nho đỏ không được quá 30°C nếu không các tế bào nấm men sẽ bị phá huỷ. Trong nhiều trường hợp, trước khi lên men, nước nho được làm mát để làm chậm lại quá trình lên men. Nhiều khi việc làm chậm quá trình lên men đó cũng đủ giữ cho nhiệt độ khởi tăng vượt mức quy định.

Quá trình lên men chính kéo dài 3 đến 4 tuần. Nhu cầu lạnh theo Plank khoảng 63000 đến $115000\text{kJ}/1000\text{l}$. Trong thời gian bảo quản trong hầm rượu, quá trình lên men yếu vẫn còn tiếp diễn.

Làm lạnh các thùng lên men có thể áp dụng nhiều phương pháp như ống xoắn lạnh, thùng hai vỏ hoặc tưới nước lạnh ngoài vỏ. Cũng có thể sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt kiểu tấm hoặc cho chảy qua ống xoắn nằm trong bể nước lạnh nhưng những phương pháp sau dễ bị tắc ống.

Trước khi đóng chai, rượu nho được làm lạnh đến -3°C bằng dàn bay hơi trực tiếp có bố trí cơ cấu cạo đá. Với dàn bay hơi kiểu này có thể làm lạnh rượu đến điểm đông đặc với các lớp đá mỏng. Chính các lớp đá mỏng này tạo điều kiện cho hạt nhỏ lắng xuống đáy.

Khi sản xuất rượu vang ga và sâm banh người ta sử dụng phương pháp đóng băng nút lie. Các chai sâm banh sau khi lên men chính xong, khi men lắng xuống cổ chai phía trong chai ở tư thế lật ngược, chúng được nhúng vào bể nước muối ở -20 đến -25°C . Khi đó men sẽ đóng băng cứng với nút lie. Người ta vớt bỏ nút cùng với cặn men. Sau đó đóng chai bằng nút lie mới và bảo quản lạnh trong vòng 3 đến 6 tháng nữa.

Để thực hiện phương pháp đóng băng nút lie cần có một thiết bị lạnh chuyên dùng, một bể nước muối với thiết bị vận chuyển chai ở tư thế dựng ngược, nhúng cổ chai và nút lie vào bể nước lạnh và kéo từ từ đi qua bể. Ngoài các thiết bị lạnh trên, xưởng sản xuất sâm banh còn cần có máy làm lạnh nước muối để làm lạnh cho các tầng hai vỏ và làm lạnh phòng bảo quản.

6.4.3. Sản xuất nước khoáng và nước uống không có cồn

Nước khoáng là các loại nước khai thác từ các nguồn thiên nhiên mang nhiều thành phần vi lượng chất khoáng rất tốt cho sức khỏe con người. Các loại nước uống không có cồn khác là các loại nước chanh, nước côla... Chất lượng các loại nước này chủ yếu được đánh giá qua hàm lượng CO_2 . Hàm lượng CO_2 phụ thuộc chủ yếu vào áp suất và nhiệt độ sục CO_2 .

Nếu sục CO₂ ở nhiệt độ bình thường, áp suất sục yêu cầu sẽ rất lớn. Điều đó làm giảm đáng kể năng suất của xí nghiệp đặc biệt vào mùa hè, lúc cần phải đạt năng suất cao nhất.

Chính vì vậy cần phải làm lạnh nước đến nhiệt độ phù hợp. Thường người ta làm lạnh nước đến 4°C thậm chí xuống 1 đến 2°C bằng các thiết bị lạnh chuyên dùng trong các bình bay hơi ống vỏ hoặc các thiết bị bay hơi kiểu tấm.

Năng suất lạnh yêu cầu tính theo khối lượng nước cần làm lạnh và hiệu nhiệt độ cần đạt được cộng với 10% tổn thất lạnh cho các tổn thất khác nhau.

Ở điều kiện Việt Nam, nhiệt độ mùa hè rất cao, nhiều khi nước được đưa xuống nhiệt độ rất thấp nhưng khi chiết vào chai, vỏ chai có nhiệt độ cao, nhiệt độ nước lại tăng lên và một phần CO₂ lại bị đẩy ra ngoài khi chưa kịp đóng nút. Để đảm bảo nhiệt độ vỏ chai thấp có thể tưới vỏ chai bằng nước lạnh trước khi đưa vào máy chiết chai.

6.5. Sấy thăng hoa

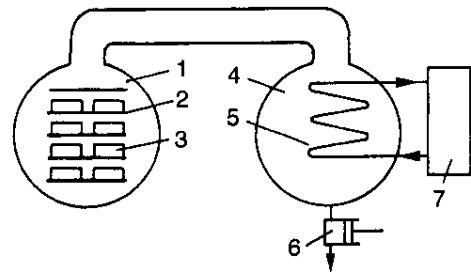
Sấy thăng hoa là phương pháp bảo quản các sản phẩm dễ hư hỏng, có giá trị cao. Phương pháp này kết hợp giữa phương pháp bảo quản đông và phương pháp bảo quản bằng cách sấy khô. Phương pháp sấy khô thông thường là rút nước ra khỏi sản phẩm ở nhiệt độ thường và có thể bảo quản ở nhiệt độ trong phòng. Nhược điểm của nó là chất lượng giảm và màu sắc kém. Phương pháp bảo quản đông đảm bảo chất lượng và màu sắc thực phẩm nhưng phải liên tục bảo quản ở nhiệt độ thấp -18 đến -20°C, nếu bảo quản dài ngày sẽ khá tốn kém. Phương pháp sấy thăng hoa kết hợp được ưu điểm của cả hai phương pháp : đảm bảo chất lượng và màu sắc, mùi vị như ban đầu và có thể bảo quản ở nhiệt độ trong phòng.

6.5.1. Nguyên lí làm việc

Đầu tiên, sản phẩm sấy thăng hoa được kết đông nhanh xuống -15 đến -20°C sau đó được rút 98% nước ra khỏi sản phẩm bằng cách thăng hoa hơi nước trực tiếp từ các tinh thể đá qua hút chân không cao. Hơi nước thăng hoa khỏi sản phẩm được cho ngưng tụ vào một dàn ngưng có nhiệt độ từ -40 đến -60°C dưới dạng băng tuyết.

Do được kết đông nên sau khi sấy thăng hoa, sản phẩm giữ nguyên được cấu trúc ban đầu và sau này khi cho hút nước trở lại sản phẩm lấy lại được toàn bộ các tính chất ban đầu cả về hình dáng kích thước, chất lượng, màu sắc và mùi vị.

Trong khi sấy thăng hoa liên tục phải cấp cho sản phẩm lượng nhiệt thăng hoa, tuy nhiên, ở nhiệt độ thấp vẫn cần tránh sản phẩm bị chảy nước. Nhiệt thăng hoa của nước đá đạt khoảng 2930kJ/kg. Giá trị đó khá lớn nên luôn luôn có nguy cơ nhiệt độ sản phẩm tăng cao trong quá trình sấy thăng hoa. Việc gia nhiệt cho sản phẩm có thể được thực hiện bằng nhiều cách khác nhau. Ví dụ truyền ngay cho tấm kim loại



Hình 6-17 : Nguyên lí cấu tạo của thiết bị sấy thăng hoa

- 1 - Phòng sấy chân không ; 2 - Các tấm đựng ;
- 3 - Thực phẩm kết đông ;
- 4 - Bộ ngưng hơi nước.
- 5 - Các ống lạnh của bộ ngưng hơi nước bằng dàn bay hơi của máy lạnh.
- 6 - Bơm chân không ; 7 - Máy lạnh

đặt sản phẩm, bằng cách chiếu tia hồng ngoại hoặc sóng cao tần. Quá trình sấy gồm hai giai đoạn : thăng hoa và sấy bổ sung. Sau khi sấy thăng hoa vẫn còn lại chừng 10% nước trong sản phẩm. Nước này không đóng băng được mặc dù đã hạ nhiệt độ xuống tới -20°C . Lượng nước này sẽ được sấy khô bổ sung để giảm hàm lượng xuống còn 2%. Tùy thuộc vào loại sản phẩm có nhạy cảm với nhiệt độ hay không mà nhiệt độ sấy có thể nâng lên 30 đến 60°C .

Nguyên lí cấu tạo của một thiết bị sấy thăng hoa được biểu diễn trên hình 6-17. Toàn bộ hệ thống luôn được giữ ở áp suất chân không khoảng 1,3 mbar suốt trong quá trình sấy thăng hoa. Áp suất này chính là áp suất riêng phần hơi nước của sản phẩm sấy. Nếu hệ thống có không khí rò lọt thì tốc độ thăng hoa giảm đáng kể và năng suất của hệ thống giảm rất nhanh.

6.5.2. Các đặc điểm của sản phẩm sấy thăng hoa

Do được kết đông nên sản phẩm sấy thăng hoa giữ được thể tích hình dáng của sản phẩm. Sự thăng hoa các tinh thể nước để lại các lỗ nhỏ li ti trong sản phẩm. Do đó khi sấy xong sản phẩm giống như một miếng bọt biển rất háo nước và tất nhiên không thể tiếp xúc với không khí vì nó sẽ hút ẩm của không khí và bị ôxi hoá và sẽ mất mùi.

Các sản phẩm sấy thăng hoa được bảo quản trong các bao bì chống ẩm và chống ánh sáng. Chúng được bảo quản từ 1,5 đến 2 năm, ở vùng nhiệt đới khoảng 1 năm ở điều kiện nhiệt độ bình thường. Do khối lượng bé nên rất thuận tiện cho việc chuyên chở và bảo quản.

Nhược điểm cơ bản là giá thành sấy thăng hoa cao, vì giá thành thiết bị lớn và năng lượng tiêu tốn nhiều. Ngoài ra thời gian sấy kéo dài. Riêng quá trình sấy thăng hoa đối với thịt kéo dài mỗi mẻ sấy từ 6 đến 11h, ngay cả các loại sản phẩm có kích thước nhỏ như đồ và đậu cũng phải 2 ÷ 3 h. Ngoài ra còn thời gian chuẩn bị, thời gian kết đông. Bằng phương pháp sấy tầng sôi, có thể giảm được thời gian sấy xuống, tăng được tốc độ sấy lên.

6.5.3. Phạm vi ứng dụng

Do giá thành cao nên thường chỉ ứng dụng cho các sản phẩm có giá trị cao, cần khối lượng nhỏ và phương pháp bảo quản đơn giản, ví dụ các loại thực phẩm cho du hành vũ trụ, thực phẩm khô phục vụ an ninh và quốc phòng. Đầu tiên, sấy thăng hoa chỉ sử dụng cho các sản phẩm dược và y tế, ví dụ huyết thanh, máu... Ngày nay, sấy thăng hoa được áp dụng rộng rãi cả trong các sản phẩm thương mại như bột cà phê, bột sữa và một số chất lỏng chiết xuất cũng như để bảo quản một số thực phẩm cao cấp như thịt gia cầm, pho mát trắng, tôm, nấm, các loại rau cao cấp v.v.

Trong khoa học, sấy thăng hoa được sử dụng trong các viện nghiên cứu khác nhau như Viện giải phẫu, Viện vi khuẩn học, Viện thực vật học, hoá học, vệ sinh học, bệnh lí học cũng như trong các phòng thí nghiệm bệnh viện.

6.5.4. Cấu tạo của thiết bị sấy thăng hoa

Hình 6-18 mô tả sơ đồ thiết bị một máy sấy thăng hoa.

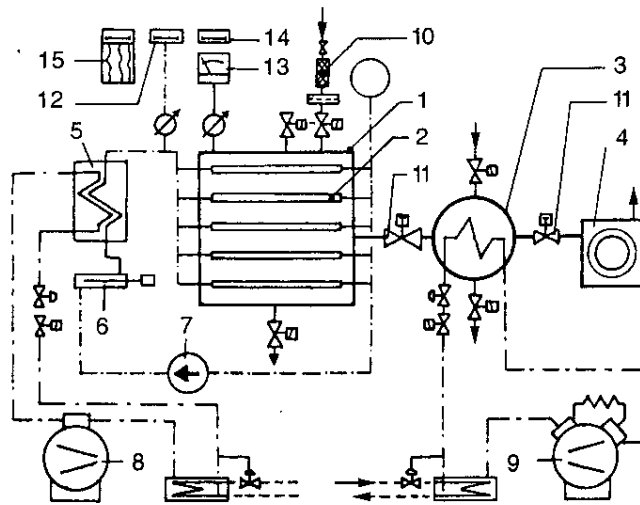
Phòng sấy thăng hoa 1 dùng để chứa các sản phẩm cần sấy. Phòng được bố trí các giá để sản phẩm 2 có thể sưởi nóng hoặc làm lạnh. Làm lạnh để giữ cho nhiệt độ sản phẩm khỏi tăng quá cao và sưởi nóng để cấp cho sản phẩm lượng nhiệt thăng hoa cần thiết. Nếu như sản phẩm được kết đông ở trong phòng sấy thì nhiệt độ thấp nhất của các tấm đặt sản phẩm được xác định theo nhu cầu của sản phẩm. Các sản phẩm được xếp trong các khay, đổ trong chai hoặc trong ống tiêm... rồi đặt vào giá để sản phẩm. Để hơi nước có đường thoát ra

đề dàng cần phải để khoảng cách vài cm giữa các giá. Như vậy chiều cao chất sản phẩm nhỏ hơn khoảng cách hai giá đỡ ít nhất là một vài cm. Và như vậy ta cũng dễ dàng xác định được khối lượng sấy mỗi mẻ của thiết bị sấy thăng hoa.

Thể tích hơi nước thăng hoa ra khỏi sản phẩm là rất lớn bởi vì áp suất rất nhỏ. Việc sử dụng một bơm chân không không để bơm hơi nước ra hầu như không thể thực hiện được trừ một vài trường hợp năng suất sấy rất nhỏ. Thường người ta sử dụng phương pháp là tạo một bề mặt lạnh hơn rất nhiều để hơi nước ngưng đọng và đóng băng bám vào đó. Bề mặt lạnh này có nhiệm vụ thải lượng nhiệt thăng hoa 2930kJ/kg . Công suất của dàn ngưng hơi nước 3 của thiết bị chính là công suất thu nước đá ngưng bám vào dàn và được coi là công suất sấy thăng hoa của thiết bị. Nhiệt độ thấp nhất của dàn ngưng hơi nước quyết định áp suất hơi nước riêng phần của sản phẩm, và chính là áp suất trong phòng sấy và thủy phần còn lại trong sản phẩm.

Như vậy ta thấy rằng máy lạnh quyết định cơ bản cho tính chất và năng suất của một thiết bị sấy thăng hoa. Trong các thiết bị sấy thăng hoa trong phòng thí nghiệm, tấm ngưng tụ hơi nước được làm lạnh bằng nitơ lỏng hoặc bằng axit cacbonic H_2CO_3 . Trong công nghiệp thường người ta sử dụng máy lạnh nén hơi 8 ; 9. Dàn ngưng hơi nước được giữ nhiệt độ ổn định khi thải nhiệt thăng hoa và giữ lạnh cho phòng sấy. Tùy theo nhiệt độ thiết kế mà người ta có thể sử dụng máy lạnh một cấp đến -45°C hoặc hai cấp đến -75°C . Năng suất lạnh yêu cầu chính là năng suất lạnh lớn nhất cần thiết để ngưng tụ toàn bộ hơi thăng hoa thoát ra với tốc độ lớn nhất. Vì năng suất lạnh của máy lạnh nén hơi giảm nhanh khi nhiệt độ bay hơi giảm nên người ta thường sử dụng máy lạnh hấp thụ một cấp rất kinh tế với nhiệt độ bay hơi đến -60°C , gia nhiệt bằng dầu nặng, năng suất lạnh đến 2000kW .

Theo kết quả thử nghiệm, chỉ khi áp suất trong phòng sấy đạt tới dưới 1N/m^2 thì các phân tử không khí mới không cản trở dòng các phân tử nước chuyển động từ phía sản phẩm sang bề mặt dàn ngưng tụ hơi nước. Bởi vậy các thiết bị sấy thăng hoa bao giờ cũng được trang bị một bơm chân không cao 4. Nhiệm vụ chính của nó là loại trừ hết các phân tử không khí có thể còn sót lại ngăn cản sự chuyển động của các phân tử hơi nước đi từ sản phẩm sang dàn ngưng tụ hơi nước.



Hình 6-18 : Sơ đồ một thiết bị sấy thăng hoa (hãng Leybold Heraeus)

- 1 - Phòng sấy ; 2 - Các tấm đặt sản phẩm ; 3 - Dàn ngưng hơi nước ;
- 4 - Bơm chân không ; 5 - Dàn làm lạnh chất tải lạnh ; 6 - Bộ sưởi chất tải lạnh ; 7 - Bơm tuần hoàn chất tải lạnh ; 8 - Máy lạnh một cấp ; 9 - Máy lạnh hai cấp ; 10 - Phim sấy lọc ; 11 - Van chặn ;
- 12 - Bộ điều chỉnh nhiệt độ chất tải lạnh ; 13 - Dụng cụ đo độ chân không ;
- 14 - Bộ điều chỉnh áp suất sấy ; 15 - Bộ ghi điểm sáu mẫu

Chương 7

TỦ LẠNH GIA ĐÌNH

7.1. Đại cương

Tủ lạnh gia đình dùng để bảo quản ngắn hạn các thực phẩm và thức ăn để bị ôi thiu hư hỏng hàng ngày trong gia đình. Nó là mắt xích cuối cùng trong dây chuyền lạnh để bảo quản sản phẩm ngay trước khi tiêu dùng. Ngoài ra tủ lạnh còn dùng để làm đá viên phục vụ sinh hoạt hàng ngày.

Từ những tủ lạnh đơn giản đầu tiên xuất hiện vào năm 1926 do hãng General Electric Cooperations Monitor Top của Mỹ sản xuất, đến nay tủ lạnh đã có những bước tiến nhảy vọt về độ tin cậy, tuổi thọ, sự tiện nghi và hình thức thẩm mỹ.

Hình 7-1 giới thiệu cấu tạo một tủ lạnh gia đình với các ngăn để bảo quản lạnh khác nhau

7.1.1. Các đặc tính kỹ thuật của tủ lạnh

Các đặc tính cơ bản của tủ lạnh bao gồm :

- Dung tích hữu ích của tủ gồm dung tích buồng lạnh và dung tích ngăn đông. Dung tích hữu ích của tủ lạnh gia đình thường từ 40 đến 800 lít. Tủ một buồng có thể có dung tích đến 350l. Tủ hai và ba buồng có dung tích từ 100 đến 800 lít. Dung tích hữu ích chỉ chiếm khoảng 0,8 đến 0,93 dung tích thực tế của tủ. Ngăn kết đông thường chiếm từ 5 đến 25%. Dung tích hữu ích chiếm 0,3 đến 0,5 thể tích phủ bì của tủ nghĩa là phần vỏ cách nhiệt và đặt máy chiếm tới 0,5 đến 0,7 thể tích tủ. Khối lượng của tủ tính theo dung tích tủ khoảng 0,24 đến 0,5kg/lít.



Hình 7-1 : Cấu tạo tủ lạnh gia đình

- Kí hiệu sao (*) trên tủ đặc trưng cho nhiệt độ đạt được ở ngăn đông :

một sao (*) tương ứng nhiệt độ ngăn đông -6°C

hai sao (**) tương ứng nhiệt độ ngăn đông -12°C

ba sao (***) tương ứng nhiệt độ ngăn đông -18°C

và đôi khi có cả bốn sao tương ứng với nhiệt độ ngăn đông -24°C . Tuy nhiên khi đó nhiệt độ buồng lạnh vẫn trên 0°C và nhiệt độ buồng bảo quản rau quả vẫn đạt $+7$ đến $+10^{\circ}\text{C}$ phù hợp với chức năng bảo quản của từng ngăn.

- Kiểu tủ : một, hai, ba hoặc nhiều buồng, loại kê trên sàn hay gắn tường, loại kê trên sàn thường có lốc đặt dưới phía sau, loại gắn tường lốc đặt phía trên tủ. Có một số tủ đông có cửa phía trên khi đó có thể gọi là thùng lạnh.

- Loại tủ : ngày nay lưu hành trên thị trường chủ yếu có hai loại : tủ lạnh nén hơi và tủ lạnh hấp thụ. Tủ lạnh nén hơi có lốc kín trong đó bố trí máy nén và động cơ, môi chất là freon R12. Tủ lạnh hấp thụ là tủ không có lốc, môi chất là amoniác/nước làm việc theo phương pháp hấp thụ khuếch tán, ngoài khả năng dùng điện để chạy máy còn có thể dùng đèn dầu hoả, đèn ga để chạy máy.

- Phương pháp xả đá : xả đá thủ công, xả đá bán tự động hoặc tự động dùng hơi nóng hoặc dây điện trở.

- Điện áp sử dụng 100, 110, 127, 200 hoặc 220V ; 50 hoặc 60Hz. Thông thường ở Việt Nam tủ sử dụng điện áp 220V 50Hz nhưng một số tủ nhập từ Liên Xô cũ có loại 127V 50Hz, nhập từ Nhật 100V 60Hz đôi khi 200V 60Hz.

- Dòng điện định mức khi khởi động LRA (Locked Rotor Amperes) và khi chạy có tải FLA (Full Load Amperes) [A].

- Ngoài các đặc tính cơ bản trên đôi khi khách hàng còn quan tâm đến các thông số khác của tủ như tủ có hoặc không có quạt dàn lạnh, cửa ngăn đông và đôi khi cả ngăn lạnh có được sưởi chống dính do băng giá hay không ; nước sản xuất và nơi sản xuất ; lốc nằm hay lốc đứng ; kích thước phủ bì và khối lượng tủ.

7.1.2. Đặc trưng công suất động cơ và dung tích tủ

Lốc tủ lạnh gia đình dung tích đến 250 lít thường có động cơ từ 1/12 mã lực (HP) đến 1/6 mã lực. Bảng 7-1 giới thiệu đặc trưng công suất động cơ và dung tích tủ theo hãng Danfoss (Đan mạch). Dung tích tủ và công suất động cơ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như dung tích ngăn đông, nhiệt độ bay hơi, nhiệt độ ngưng tụ, hiệu quả cách nhiệt vỏ tủ... Dung tích ngăn đông càng nhỏ, nhiệt độ bay hơi lớn, nhiệt độ ngưng nhỏ và hiệu quả cách nhiệt tốt thì yêu cầu công suất động cơ nhỏ.

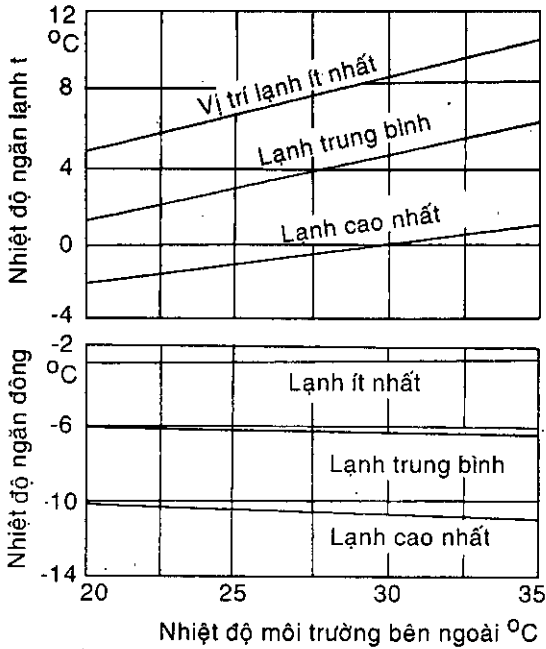
Bảng 7-1 : Đặc trưng công suất động cơ và dung tích tủ

| Công suất động cơ của lốc | | Dung tích tủ lạnh, lít | | | | | | | |
|---------------------------|-----|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| mã lực | W | 100 | 125 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 250 |
| 1/12 | 60 | × | × | × | × | | | | |
| 1/10 | 75 | | × | × | × | × | × | | |
| 1/8 | 92 | | | | × | × | × | × | × |
| 1/6 | 120 | | | | | × | × | × | × |

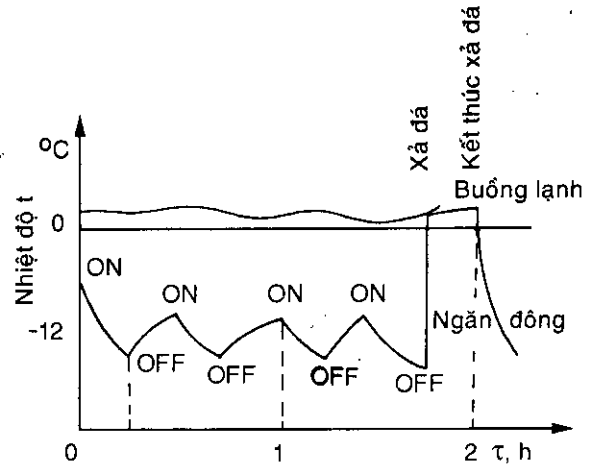
7.1.3. Đặc trưng nhiệt độ của tủ

Các tủ lạnh một buồng có phân bố nhiệt độ như sau : Ở ngăn đông nhiệt độ đạt $-6, -12$ hoặc -18°C tùy theo số sao của tủ (*, ** hoặc ***). Ở buồng lạnh nhiệt độ từ 0 đến 5°C và ở ngăn đựng rau quả từ 7 đến 10°C . Tuy nhiên nhiệt độ này còn thay đổi theo vị trí nút thermostat cũng như theo nhiệt độ môi trường bên ngoài.

Hình 7-2 giới thiệu đặc trưng nhiệt độ của tủ lạnh ЗИЛ. КХ240 dung tích 240 lít phụ thuộc vào vị trí nút điều chỉnh thermostat và nhiệt độ môi trường bên ngoài.



Hình 7-2 : Các đường đặc tính nhiệt độ tủ 240l phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường và vị trí nút điều chỉnh nhiệt độ



Hình 7-3 : Biến thiên nhiệt độ buồng lạnh và ngăn đông khi tủ hoạt động bình thường với chu kỳ xả đá.

Hình 7-3 giới thiệu sự biến thiên nhiệt độ trong buồng lạnh và ngăn đông của tủ lạnh ở một vị trí thermostat theo thời gian.

7.1.4. Hệ số thời gian làm việc

Tủ lạnh làm việc theo chu kỳ, khi nhiệt độ đủ thấp thermostat (role nhiệt độ) ngắt điện tủ dừng, nhiệt độ trong tủ dần tăng và khi tăng quá mức cho phép thermostat đóng mạch cho máy làm việc lại. Hệ số thời gian làm việc là tỉ số thời gian làm việc trên thời gian của cả chu kỳ làm việc và nghỉ.

$$b = \frac{\tau_{lv}}{\tau_{ck}} = \frac{\tau_{lv}}{\tau_n + \tau_{lv}}$$

Ví dụ nếu tủ cứ làm việc 4,5 phút nghỉ 12 phút thì

$$b = \frac{4,5}{4,5 + 12} = 0,27$$

Hệ số b theo các nhà thiết kế thông thường ở vào khoảng 0,5 đến 0,6. Hệ số b phụ thuộc vào vị trí điều chỉnh nút thermostat và nhiệt độ môi trường bên ngoài. Nút điều chỉnh đến vị trí càng lạnh và nhiệt độ môi trường càng cao thì b càng lớn. Nếu nhiệt độ môi trường đạt 32°C tủ có thể chạy liên tục. Nếu khi đó nút thermostat đang ở số lớn có thể điều chỉnh về số nhỏ hơn để tủ có thể được "nghỉ" chút ít.

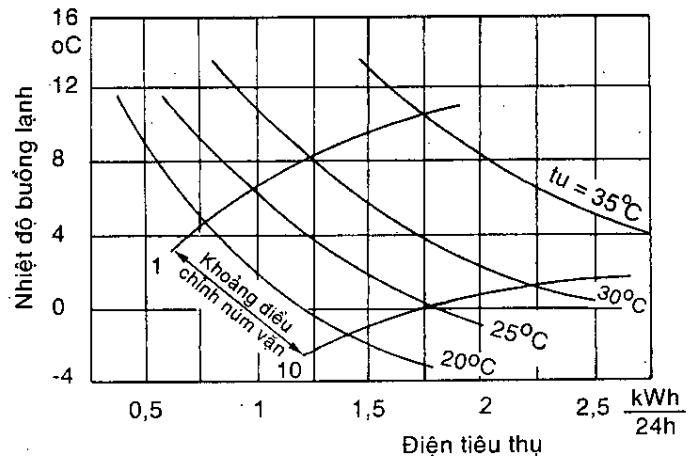
7.1.5. Chỉ tiêu tiêu thụ điện

Điện năng tiêu thụ cho tủ lạnh phụ thuộc vào các yếu tố chính như sau :

- Nhiệt độ môi trường bên ngoài.
- Vị trí núm vận thermostat
- Công suất định mức của động cơ máy nén.
- Hệ số thời gian làm việc.
- Áp suất ngưng tụ và bay hơi.
- Số lần mở cửa và thời gian để cửa mở
- Tổn hao qua biến thế và ổn áp nếu có.

Nói chung tổn hao điện năng phụ thuộc vào tính năng kỹ thuật và đặc trưng vận hành của tủ. Tuy cùng tính năng kỹ thuật nhưng nếu vận hành sai, ví dụ dàn ngưng lý do để gần bếp, do không thoáng khí, do ánh nắng chiếu vào hoặc do dàn lạnh để thực phẩm quá chặt, băng tuyết đóng quá dày thì điện năng tiêu tốn hơn đáng kể. Để giảm tổn hao qua biến thế và ổn áp cần bố trí thiết bị ngắt để biến thế và ổn áp cùng ngắt khi tủ không làm việc.

Hình 7-4 giới thiệu điện năng tiêu thụ phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường và vị trí núm thermostat cũng như nhiệt độ trong buồng lạnh.



Hình 7-4 : Điện năng tiêu thụ phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường và vị trí núm thermostat, của tủ ЗИЛ 240 lít

Với cùng nhiệt độ buồng lạnh là 4°C nếu nhiệt độ bên ngoài là 20°C phải điều chỉnh núm vận vào số 2, tiêu thụ điện năng khoảng 0,8kWh/24h và nếu nhiệt độ bên ngoài tăng lên đến 30°C, phải điều chỉnh núm vận đến số 6 và điện năng tiêu thụ tăng lên đến 1,7kWh/24h.

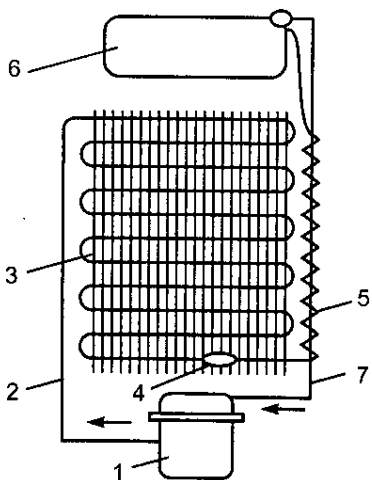
Theo các số liệu của Mỹ, các tủ lạnh từ 100 đến 250 lít tiêu tốn điện năng khoảng 0,4 đến 1,0kWh/24h ở nhiệt độ môi trường 25°C các tủ lạnh lớn từ 200 đến 300l ở nhiệt độ môi trường 32°C tiêu tốn từ 1,0 đến 2,0kWh/24h.

7.2. Tủ lạnh nén hơi

Tủ lạnh nén hơi là tủ lạnh có lốc gồm máy nén và động cơ điện được hàn kín trong vỏ thép hình trụ thẳng đứng, nằm ngang hoặc hình ô van..., môi chất là freon R12 đôi khi R22 hoặc R502 đối với tủ lạnh đông. Tủ lạnh nén hơi có những ưu điểm rõ ràng so với các tủ lạnh khác do đó được sử dụng rất rộng rãi và chiếm tuyệt đại đa số về số lượng trên thị trường.

- Hệ số lạnh lớn hơn nhiều so với tủ hấp thụ hoặc nhiệt điện.
- Công suất lạnh ổn định, ít phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường bên ngoài.
- Độ tin cậy và tuổi thọ cao, tiêu tốn điện năng thấp.

-- Do tiếp thu được tiến bộ về khoa học và kỹ thuật, ngày nay tủ được tự động hoá hoàn toàn và hầu như không gây tiếng ồn, đáp ứng được các đòi hỏi về tiện nghi, hiện đại, hình thức và thẩm mỹ.



Hình 7-5 : Sơ đồ nguyên lý của hệ thống lạnh tủ lạnh một buồng

- 1 - lốc ; 2 - Ống dẫn ; 3 - Dàn ngưng ;
- 4 - Phin sấy lọc ; 5 - Ống mao ;
- 6 - Dàn bay hơi ; 7 - Ống hút

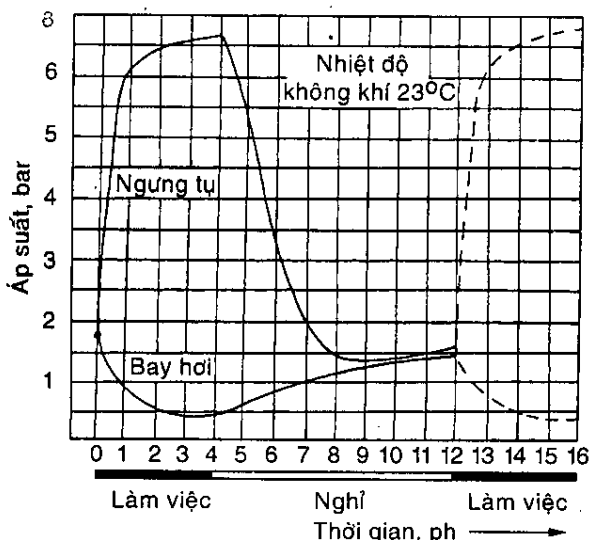
7.2.1. Nguyên lý làm việc hệ thống lạnh của tủ lạnh

Hình 7-5 giới thiệu sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh của tủ lạnh một buồng. Hệ thống lạnh gồm lốc 1 (máy nén và động cơ), dàn ngưng tụ 3, phin sấy lọc 4, ống mao 5, dàn bay hơi 6, các thiết bị được nối với nhau bằng ống dẫn 2 và ống hút 7. Môi chất lạnh là freon R12.

Trong dàn bay hơi, môi chất lạnh sôi ở áp suất thấp và nhiệt độ thấp để thu nhiệt của môi trường cần làm lạnh. Hơi sinh ra ở dàn bay hơi được máy nén hút về, nén lên áp suất cao và đẩy vào dàn ngưng tụ. Ở dàn ngưng hơi nóng thải nhiệt cho môi trường và ngưng lại thành lỏng. Lỏng chảy qua ống mao để vào dàn bay hơi. Do tiết diện ống mao nhỏ nên gây ra hiệu ứng tiết lưu cho lỏng chảy qua. Lỏng biến đổi từ trạng thái có áp suất cao và nhiệt độ cao xuống trạng thái có áp suất thấp và nhiệt độ thấp.

Hình 7-6 giới thiệu đặc tính áp suất dàn ngưng và dàn bay hơi của tủ lạnh trong một chu kỳ làm việc.

Tủ lạnh làm việc theo chu kỳ : làm việc – nghỉ. Khi máy nghỉ áp suất trong máy cân bằng vì ống mao làm nhiệm vụ thông áp giữa dàn ngưng tụ và dàn bay hơi. Áp suất cân bằng khoảng 1,7 at. Khi máy chạy, áp suất ngưng tụ tăng vọt, áp suất bay hơi giảm. Áp suất ngưng tụ tăng tương ứng với nhiệt độ ngưng tụ trong dàn. Do cơ chế toả nhiệt đối lưu tự nhiên giữa giàn lạnh và không khí, nhiệt độ ngưng tụ lớn hơn nhiệt độ môi trường từ 10 đến 15°C. Sau một thời gian hoạt động, khi đủ lạnh, thermostat ngắt mạch máy ngừng làm việc. Khoảng 4 đến 5 phút sau áp suất hai phía ngưng tụ và bay hơi lại cân bằng. Tủ lại dần dần nóng lên. Khi nhiệt độ trong tủ tăng quá nhiệt độ cho phép, thermostat nối mạch cho máy làm việc lại và hệ thống lạnh bắt đầu một chu kỳ làm việc mới. Do áp suất cân bằng nhỏ nên khi dùng lượng môi chất R12 trong hệ thống chỉ ở dạng hơi.



Hình 7-6 : Đặc tính áp suất ngưng tụ và bay hơi trong một chu kỳ làm việc của tủ lạnh

7.2.2. Sơ đồ hệ thống lạnh hai và nhiều buồng

So với tủ một buồng, tủ hai và nhiều buồng có ưu điểm sau :

- Quá trình lạnh đông thực phẩm bảo đảm nhanh chóng với chất lượng cao, bảo quản được lâu dài thực phẩm lạnh đông với chất lượng tốt và với số lượng bảo quản lớn hơn.

- Duy trì được độ ẩm cao trong phòng lạnh, giảm được đáng kể sự khô hao của sản phẩm bảo quản.

- Giảm tiêu tốn điện năng do đỡ mất lạnh vì mở từng ngăn riêng biệt.

- Nhiệt độ các buồng được khống chế chính xác hơn (khoảng -18°C ở buồng đông và từ 0 đến 5°C ở buồng lạnh).

Phân loại

Có thể phân loại theo bốn sơ đồ hệ thống lạnh chính sau :

Loại 1 : tủ có một lốc nhưng có hai dàn lạnh mắc nối tiếp. Đầu tiên môi chất lỏng vào dàn bay hơi buồng đông sau đó đến dàn bay hơi buồng lạnh. Loại này là hay gặp nhất.

Loại 2 : tủ lạnh, mỗi buồng có một hệ thống lạnh độc lập riêng rẽ.

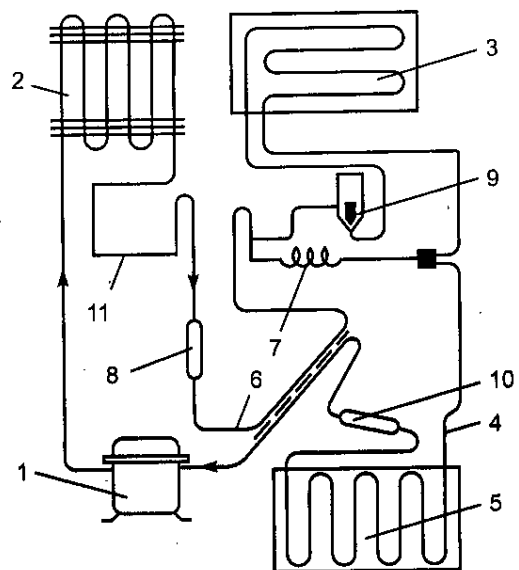
Loại 3 : tủ có một lốc nhưng có quạt gió lạnh cưỡng bức, phân phối gió cho các buồng.

Loại 4 : tủ có một lốc, có hai dàn bay hơi nhưng bố trí thêm các thiết bị đặc biệt kèm theo (van điện từ) để cấp lỏng cho từng dàn và khống chế nhiệt độ của từng buồng.

Qua đánh giá về các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của bốn loại tủ trên như : tiêu tốn điện năng, chất lượng quá trình lạnh đông, khối lượng tủ, sự làm việc của dàn bay hơi, độ ồn. Khả năng điều chỉnh nhiệt độ độc lập và độ khô hao thực phẩm bảo quản, người ta thấy tủ lạnh loại 4 là tốt nhất sau đó đến loại 2, loại 1 và cuối cùng là loại 3. Loại 3 tuy vậy vẫn được sử dụng vì có ưu điểm vận hành là "No Frost" (không đóng băng giá). Ở đây chúng tôi giới thiệu sâu thêm về hai loại ba và bốn.

Tủ lạnh hai buồng có van điện từ

Các tủ lạnh có van điện từ được xếp vào loại bốn. Tủ lạnh loại bốn cũng có nhiều sơ đồ khác nhau. Hình 7-7 là sơ đồ của tủ Ariston (Ý). Trong sơ đồ có bố trí van điện từ 9. Sau cửa thoát ống mao chính 6, đường ống chia làm hai ngã, một ngã nối vào dàn bay hơi buồng lạnh bằng ống dẫn có đường kính lớn 4mm lắp van điện từ 9, một ngã nối tắt vào giữa hai dàn bay hơi bằng một ống mao phụ 7 có đường kính trong không vượt quá 1,5mm. Do ống mao phụ có trở lực lớn hơn nên khi mở van điện từ, toàn bộ môi chất lỏng sẽ đi qua van điện từ vào dàn bay hơi buồng lạnh (nhiệt độ dương) sau đó mới đi vào dàn bay hơi của buồng đông. Khi buồng lạnh đủ lạnh, thermostat của buồng lạnh ngắt mạch, van điện từ đóng lại, môi chất lỏng sẽ đi qua ống mao phụ 7 để trực tiếp vào buồng đông 5.

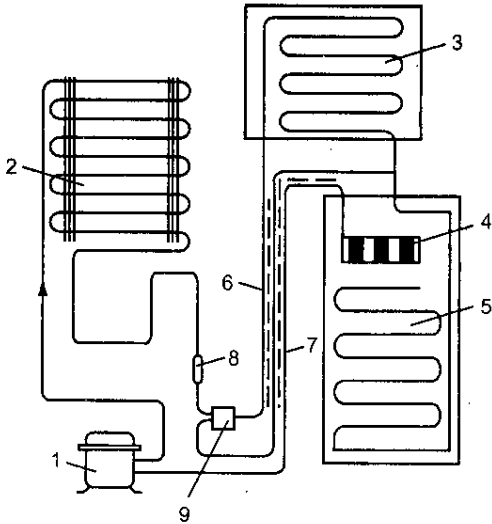


Hình 7-7 : Tủ Ariston (Ý)

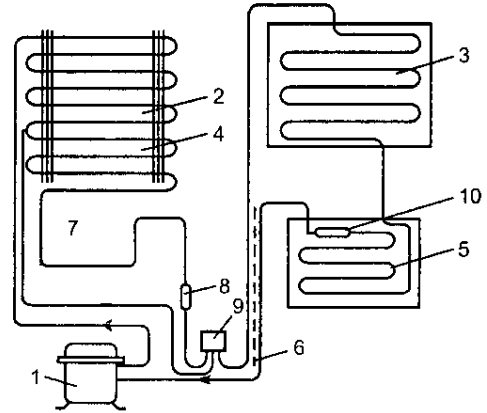
- 1 - Máy nén ; 2 - Dàn ngưng ; 3 - Dàn bay hơi buồng lạnh ; 4 - Bẫy lỏng ; 5 - Dàn bay hơi buồng đông ; 6 - Ống mao chính ; 7 - Ống mao phụ ; 8 - Phin sấy lọc ; 9 - Van điện từ ; 10 - Bâu gom lỏng ; 11 - Đoạn ống sưởi ấm cửa

Nhược điểm cơ bản của sơ đồ này là van điện từ lắp trên đường ống có áp suất bay hơi và nhiệt độ bay hơi, nên nhiệt lượng thải ra từ cuộn dây điện từ sẽ bị đưa vào hệ thống lạnh, nghĩa là máy lạnh phải tốn thêm một năng suất lạnh nhất định để thải lượng nhiệt đó ra ngoài môi trường. Như vậy điện năng tiêu tốn sẽ lớn lên.

Sơ đồ hình 7-8 sử dụng một van điện từ ba ngã. Một ngã nối với ống mao chính vào dàn bay hơi buồng lạnh, một ngã nối với ống mao phụ vào dàn bay hơi buồng đông, ngã còn lại nối vào dàn ngưng sau phin sấy lọc. Khi buồng lạnh chưa đủ lạnh, van điện từ đóng ống mao phụ, môi chất lỏng từ dàn ngưng qua van điện từ vào ống mao chính đi vào dàn bay hơi buồng lạnh, qua dàn bay hơi buồng đông rồi trở về máy nén.



Hình 7-8 : Tủ Bosch (Đức) (Chú thích xem H.7-7)



Hình 7-9 : Tủ Minsk 126 (Chú thích xem H.7-7)

Khi buồng lạnh đã đủ lạnh, van điện từ đóng ống mao chính và mở ống mao phụ để lỏng qua ống mao phụ trực tiếp vào dàn bay hơi buồng đông. Sơ đồ này giải quyết được nhược điểm của sơ đồ trên là đưa van điện từ ra lắp trên đường ống có áp suất cao, nhiệt sinh ra ở cuộn dây được thải vào không khí. Bởi vậy sơ đồ này tiêu thụ ít điện năng hơn khi vận hành so với sơ đồ Ariston.

Sơ đồ tủ lạnh Minsk-126 (hình 7-9) có hai dàn bay hơi mắc nối tiếp nhau nhưng dàn bay hơi buồng đông trước và buồng lạnh sau. Van điện từ ba ngã cũng được lắp bên phía áp suất cao, nhưng cách bố trí ống mao phụ 7 khá đặc biệt. Dàn ngưng được chia làm hai phần : phần ngưng tụ 2 và bẫy lỏng 4. Ống mao phụ nối từ cuối phần ngưng tụ đến một ngã của van điện từ. Người ta bố trí van điện từ sao cho khi cả hai buồng đều hoạt động thì ống mao phụ bị đóng, môi chất lỏng đi qua dàn ngưng, qua bẫy lỏng, phin sấy lọc van điện từ để vào ống mao chính 6 đến dàn bay hơi 5. Khi buồng lạnh đủ lạnh, van điện từ đóng đường nối với phin sấy lọc 8. Một phần môi chất lỏng bị bẫy lại ở đoạn ống 4 đến sát van điện từ, chỉ còn một phần lỏng từ dàn ngưng 2 đi qua ống mao phụ 7, van điện từ 9 và ống mao chính 6 vào dàn bay hơi buồng đông 5. Lỏng sôi và thu nhiệt của buồng đông, khi vào đến dàn 3, môi chất ở dạng hơi, không làm ảnh hưởng đến nhiệt độ buồng lạnh.

Ưu điểm rõ ràng của tủ Minsk-126 là rất đơn giản. Khi so sánh các chỉ tiêu kỹ thuật của nó với các sơ đồ khác, người ta khẳng định được tính ưu việt của sơ đồ này, đặc biệt khi so sánh với sơ đồ loại một chằng hạn. Với cùng dung tích, tiêu tốn điện năng của "Minsk-126" giảm khoảng 15% (1,4 so với 1,73kWh/24h), năng suất kết đông thực phẩm cao hơn trên hai lần (5,5 so với 2,5kg/24h).

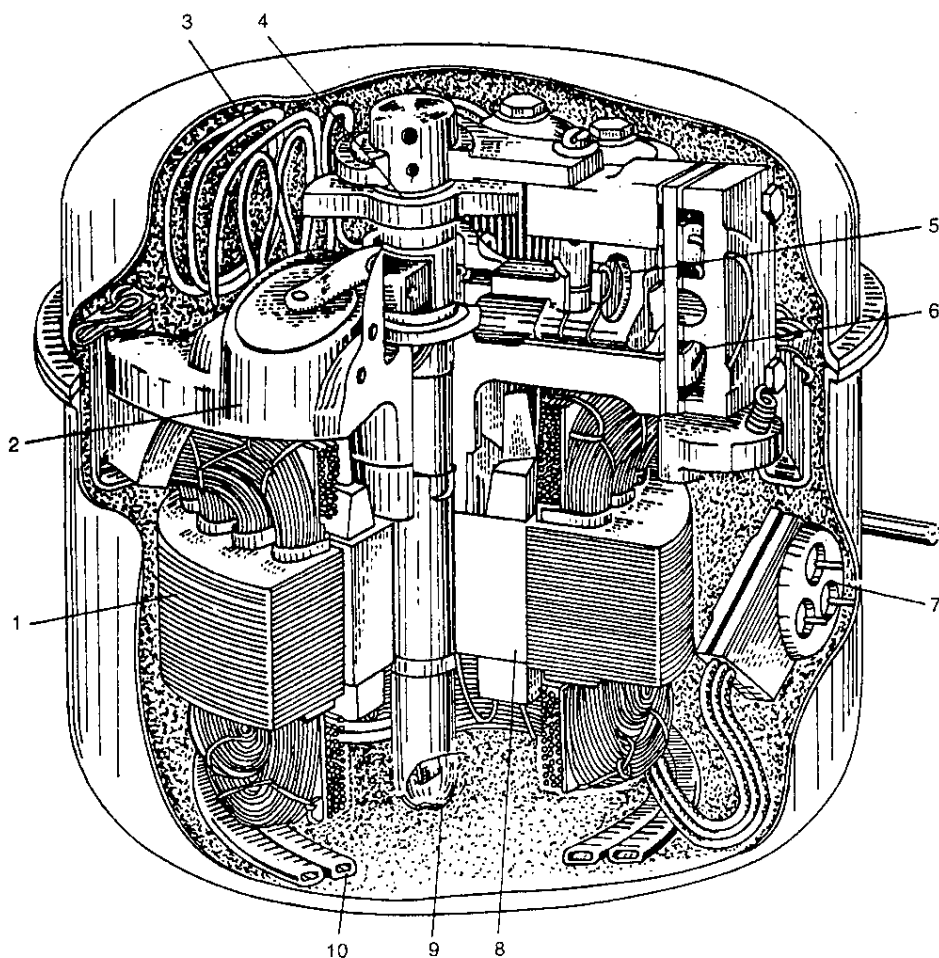
Tủ lạnh hai, ba buồng có quạt gió lạnh

Đây là loại tủ thuộc loại 3. Tuy loại sơ đồ này không được đánh giá cao nhưng nó lại có ưu điểm là không đóng băng giá vào thực phẩm và vào các giá đỡ thực phẩm, nên tủ có tên gọi là "No Frost". Hệ thống lạnh của tủ rất đơn giản gồm một lọc, một dàn ngưng và một dàn bay hơi. Khác biệt cơ bản với tủ khác là, dàn bay hơi là loại ống cánh đặt sát phía sau tủ và có quạt gió với các kênh phân phối gió lạnh cho các phòng. Công suất quạt gió thường là 18W, công suất trên trục 2,3W. Do đặc điểm cấu tạo tủ đảm bảo được độ ẩm cao ở các buồng bảo quản, giảm sự khô hao sản phẩm bảo quản.

7.2.3. Các chi tiết của máy lạnh nén hơi

Các chi tiết chủ yếu của máy lạnh nén hơi của tủ lạnh gia đình là máy nén, dàn ngưng, dàn bay hơi và ống mao.

1. Máy nén. Máy nén có nhiệm vụ hút hơi môi chất sinh ra ở dàn bay hơi để nén lên áp suất cao và đẩy vào dàn ngưng tụ. Máy nén do đó phải có năng suất hút phù hợp với tải nhiệt của dàn bay hơi và ngưng tụ. Do yêu cầu tiện nghi máy nén phải có tuổi thọ và độ tin cậy cao, không rung, không ồn.



Hình 7-10 : Lọc kiểu AE của hãng TECUMSEH (Mỹ)

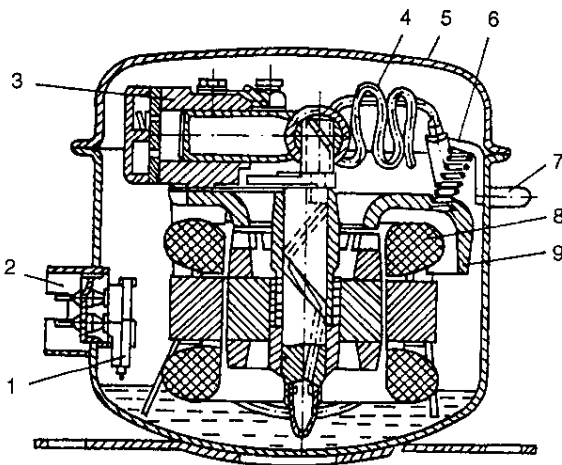
- 1 - Stato ; 2 - Hộp tiêu âm ; 3 - Ống dẫn ; 4 - Trục khuỷu ; 5 - Xilanh và pittông ; 6 - Khoang dầu ;
7 - Tiếp điện ; 8 - Rôto ; 9 - Ống hút dầu ; 10 - Ống làm mát dầu

Hình 7-10 giới thiệu lốc kí hiệu AE của hãng TECUMSEH (Mỹ). Máy nén được bố trí phía trên, động cơ phía dưới. Cơ cấu truyền động là trục khuỷu, tay biên. Máy nén có một xilanh từ 20,8 đến 25,4mm, hành trình pittông từ 9,2 đến 14,9mm, vòng quay đạt 2950v/ph đối với điện 50Hz. Công suất động cơ định mức từ 1/20 đến 1/5 HP, khối lượng từ 7,3 đến 8,9kg. Môi chất lạnh là R12, năng suất lạnh từ 120 đến 250W cho chế độ nhiệt độ sôi thấp và từ 450 đến 900W cho nhiệt độ sôi cao.

Toàn bộ máy nén và động cơ được bố trí treo trên 4 lò xo chống rung để khi khởi động và dừng rung động không truyền ra ngoài vỏ tủ. Hơi hút về từ dàn bay hơi đi vào vỏ làm mát động cơ sau đó được hút vào xi lanh, nén lên áp suất cao, đẩy vào ống dẫn 3 để đi ra khỏi vỏ máy.

Do máy nén làm việc theo dạng xung động, để giảm tiếng ồn, trên đường hút và đường đẩy có bố trí hộp tiêu âm. Khi làm việc máy nén cần được bôi trơn bằng dầu nhớt có độ nhớt thích hợp. Trên bề mặt trục khuỷu có bố trí rãnh xoắn và miệng hút dầu 9. Khi trục quay, do lực li tâm dầu được hút lên, đi theo rãnh xoắn vào các ổ đỡ, vào bạc tay biên, chốt pittông rồi chảy tràn ra ngoài vào bề mặt xilanh, bôi trơn tất cả các bề mặt ma sát. Hình 7-11 giới thiệu cấu tạo của lốc kí hiệu PW của hãng Danfoss (Đan Mạch).

Máy nén có một xilanh. Xilanh 3 và rôto 8 được lắp lên thân máy nén 9 bằng bulông. Ống nối 4 từ buồng tiêu âm ra đầu đẩy 7 có nhiều vòng xoắn để chống rung.



Hình 7-11 : Lốc kiểu PW của hãng Danfoss (Đan Mạch)

- 1 - Kẹp nối điện ; 2 - Cọc tiếp điện ; 3 - Xilanh ;
- 4 - Ống nối đường đẩy ; 5 - Vỏ máy ;
- 6 - Lò xo treo chống rung ; 7 - Ống đẩy ;
- 8 - Stato ; 9 - Thân máy nén

Máy nén không sử dụng trục khuỷu mà là kiểu trục lệch tâm tay quay thanh truyền. Trên đầu tay quay có bố trí con trượt để đảm bảo cho pittông chỉ chuyển động tịnh tiến ra vào. Các loại lốc kí hiệu FR của Danfoss có thể tích xilanh 7,5 ; 8,5 và 10cm³, loại kí hiệu R, thể tích xilanh 10 ; 20 và 15 cm³ có một số thay đổi về kết cấu và động cơ, ví dụ có ống xoắn làm mát đầu và cải tiến về tuần hoàn dầu làm cho quá trình thải nhiệt ra vỏ tốt hơn. Một số loại có bố trí role bảo vệ ngay trên cuộn dây động cơ. Môi chất R12, nhiệt độ sôi -5 đến -25°C, nhiệt độ ngưng tụ 55°C. Bảng 7-2 giới thiệu đặc tính kỹ thuật của lốc Danfoss. Bảng 7-3 giới thiệu đặc tính kỹ thuật một số lốc nội địa Nhật.

Bảng 7-2 : Đặc tính kỹ thuật của lốc Danfoss

| Đặc tính kỹ thuật | Thể tích xilanh, cm ³ | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|------|------|-----|-----|------|-----|
| | 3 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 7,5 | 9 | 11 |
| Đường kính xilanh, mm | 21 | 21 | 21 | 21 | 30 | 30 | 30 |
| Hành trình pittông, mm | 8,5 | 10 | 12,5 | 16 | 10 | 12,5 | 16 |
| Công suất động cơ, mã lực | 1/12 | 1/10 | 1/8 | 1/6 | 1/5 | 1/4 | 1/3 |
| Năng suất lạnh, W | 115 | 140 | 180 | 230 | 290 | 360 | 440 |

Bảng 7-3 : Đặc tính một số lốc nội địa Nhật

| Kiểu máy (nội địa Nhật) | Công suất động cơ, W | Nguồn điện pha/V | Đường kính pittông, mm | Khoảng chạy pittông, mm | Thể tích xilanh, cm ³ | Năng suất lạnh, kcal/h | Môi chất lạnh | Kiểu động cơ | Đường kính ống nối | | Lượng dầu, cm ³ | Khối lượng cả dầu, kg | Ứng dụng |
|----------------------------|----------------------|------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------|--------------|--------------------|---------|----------------------------|-----------------------|----------|
| | | | | | | | | | hút, mm | đẩy, mm | | | |
| JAE20Z5 | 65 | 1/100 | 20,9 | 9,1 | 3,1 | 56 | R12 | CSIR | 6,3 | 4,7 | 400 | 9,0 | LBP |
| JAE6Z7 | 85 | 1/100 | 20,9 | 11,8 | 4,0 | 81 | R12 | CSIR | 6,3 | 4,7 | 400 | 9,2 | LBP |
| JAE6ZD7 | 130 | 1/100 | 24,3 | 11,8 | 5,5 | 108 | R12 | CSIR | 6,3 | 4,7 | 400 | 9,8 | LBP |
| JAE6ZA7 | 130 | 1/100 | 22,0 | 11,8 | 4,5 | 354 | R12 | CSIR | 6,3 | 4,7 | 400 | 9,8 | HBP |
| JAT 4CL | 250 | 1/100 | 27,8 | 15,9 | 9,7 | 215 | R12 | CSR | 80 | 6,3 | 1120 | 14,5 | LBP |
| JAT 4CH | 250 | 1/100 | 27,8 | 15,9 | 9,7 | 781 | R12 | CSR | 80 | 6,3 | 1120 | 14,5 | LBP |
| JAT 4CRI | 250 | 1/100 | 27,8 | 15,9 | 9,7 | 781 | R12 | CSR | 80 | 6,3 | 1120 | 15,0 | LBP |
| JAT 34L | 300 | 1/100 | 31,8 | 15,9 | 12,7 | 255 | R12 | CSR | 80 | 6,3 | 1120 | 15,0 | LBP |
| JAT 34H | 300 | 1/100 | 31,8 | 15,9 | 12,7 | 958 | R12 | CSR | 80 | 6,3 | 1120 | 15,0 | LBP |
| JAT 3512 | 400 | 1/100 | 33,3 | 19,1 | 16,6 | 378 | R12 | CSR | 80 | 6,3 | 1120 | 15,9 | LBP |
| JAU14 | 600 | 1/100 | 31,8 | 15,9 | 12,7 | 1780 | R22 | CSR | 10,0 | 6,0 | 800 | 23,4 | HBP |
| JAU14 | 600 | 3/200 | 31,8 | 15,9 | 12,7 | 1780 | R22 | IR | 10,0 | 6,0 | 800 | 21,6 | HBP |
| JAU1612 | 750 | 1/100 | 34,9 | 19,1 | 18,3 | 2520 | R22 | CSR | 10,0 | 6,0 | 800 | 24,3 | HBP |
| JAU1612 | 750 | 3/200 | 34,9 | 19,1 | 18,3 | 2520 | R22 | IR | 10,0 | 6,0 | 800 | 22,5 | HBP |
| JCL31Y14 | 2200 | 3/200 | 45,2 | 22,2 | 71,2 | 9676 | R22 | IR | 18,0 | 10,0 | 1360 | 47,0 | HBP |
| JCL51ZH16 | 3750 | 3/200 | 52,3 | 27,0 | 116 | 1580 | R22 | IR | 28,0 | 16,0 | 1360 | 47,0 | HBP |

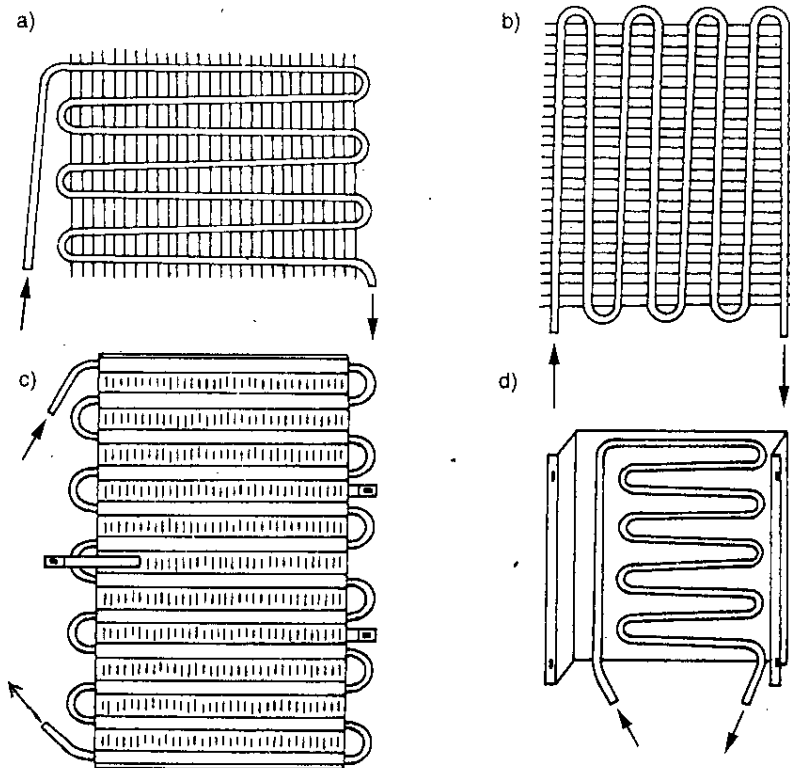
Chế độ làm việc của lốc Danfoss như sau :

Nhiệt độ bay hơi từ -5°C đến -35°C (một số loại từ -5 đến -25°C và từ $+5$ đến -15°C). Nhiệt độ không khí chung quanh từ 10 đến 35°C . Nếu là dàn ngưng quạt, nhiệt độ không khí cho phép lên đến 45°C .

2. Dàn ngưng. Dàn ngưng của tủ lạnh gia đình hầu hết là loại dàn tĩnh (không khí đối lưu tự nhiên). Tuy nhiên ở những tủ lạnh lớn cũng có loại dàn quạt (không khí đối lưu cưỡng bức). Một số loại dàn ngưng tĩnh được biểu diễn trên hình 7-12. Phần lớn các tủ lạnh gia đình có dàn theo kiểu ống xoắn nằm ngang (h7-12a) hoặc ống xoắn thẳng đứng (h7-12b). Hai loại này thường được chế tạo bằng ống thép $\phi 5$ với cánh tản nhiệt bằng dây thép $\phi 1,2$ đến $\phi 2$ hàn dính lên ống thép. Không khí đối lưu tự nhiên đi từ dưới lên còn môi chất đi từ trên xuống (a) hoặc từ trái sang phải (b). Các loại tủ Xaratom đời mới thường sử dụng loại dàn ống xoắn thẳng đứng. So với dàn ống xoắn nằm ngang, dàn ống xoắn thẳng đứng có ưu điểm là đầu ra của môi chất lỏng ở xa đầu lốc nên không bị nhiệt thải ở đầu lốc làm cho nóng lên.

Ngày nay, các dàn ngưng của các tủ lạnh hiện đại không còn đặt riêng ở phía sau tủ nữa mà bố trí giấu vào cả 3 mặt tủ (mặt sau và 2 mặt bên). Khi tủ hoạt động ta sẽ thấy toàn bộ vỏ ngoài, nơi có bố trí dàn ngưng nóng lên. Nhiệt được thải trực tiếp vào không khí. Dàn ngưng bố trí kiểu này được bảo vệ tốt hơn, không bị hư hỏng do vận chuyển. Tuy nhiên, cần phải bảo quản dàn thật tốt vì nếu hỏng hóc, rò rỉ thì rất khó sửa chữa.

Các loại dàn ngưng dạng cánh liền có dập khe gió (c) và không dập khe gió (d) ít thông dụng hơn. Các ống xoắn có thể bằng thép hoặc bằng đồng. Các tấm liền làm cánh có thể bằng tôn hoặc bằng nhôm. Kết cấu kiểu này yêu cầu có sự tiếp xúc tốt giữa ống và tấm. Tủzil còn sử dụng loại dàn ngưng tấm nhôm. Chúng được gia công từ 2 tấm nhôm cán dính vào nhau có bố trí rãnh cho môi chất ngưng tụ và khe gió để đối lưu không khí tốt hơn.



Hình 7-12 : Cấu tạo một số loại dàn ngưng tủ lạnh

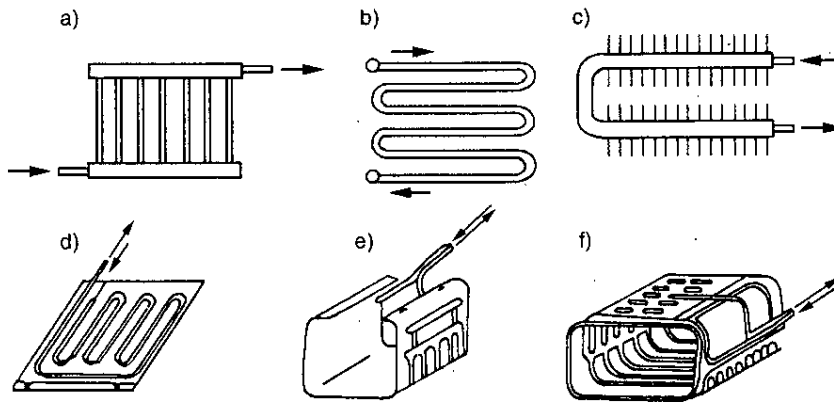
a) Dàn ngưng ống xoắn nằm ngang ; b) Dàn ngưng ống xoắn thẳng đứng ; c) Dàn ngưng ống thép nằm ngang cánh bằng tấm liên dập khe gió ; d) Dàn ngưng ống xoắn nằm ngang cố định lên tấm liên

Dàn ngưng không khí cưỡng bức ít được sử dụng trong tủ lạnh gia đình mà phần nhiều được sử dụng trong các tủ lạnh, quầy lạnh thương nghiệp, máy điều hoà không khí... Dàn ngưng không khí cưỡng bức giới thiệu trong [2] và trong phần máy lạnh thương nghiệp và máy điều hoà không khí.

3. Dàn bay hơi. Dàn bay hơi của tủ lạnh gia đình chia ra 2 loại chính : dàn bay hơi đối lưu không khí tự nhiên (dàn tĩnh), và dàn bay hơi đối lưu không khí cưỡng bức (dàn quạt). Hình 7-13 giới thiệu một số dạng dàn bay hơi.

Dàn tĩnh đại bộ phận là dàn nhôm kiểu tấm có kênh (rãnh) cho môi chất lỏng sôi bên trong (hình 7-13f). Dàn tấm nhôm gồm hai tấm được chế tạo như sau : Nhôm tấm được làm sạch bề mặt một cách hết sức cẩn thận và trên một tấm người ta dùng thuốc màu vẽ hình các rãnh môi chất theo yêu cầu. Màu vẽ chống được sự khuyếch tán vào nhau của nhôm khi cán. Sau khi hoàn thành, hai tấm nhôm được chống lên nhau và cho vào máy cán. Do áp suất cán rất lớn, hai tấm nhôm dính liền lại trừ các rãnh đã vẽ bằng thuốc màu. Người ta đặt các tấm nhôm đã cán vào khuôn đã bơm vào rãnh chất lỏng có áp suất lớn (từ 80 đến 100 at), rãnh sẽ nở ra, có hình dáng và chiều cao như yêu cầu. Sau đó dàn được làm sạch, uốn thành hộp phù hợp với ngăn đông, nối các đầu nối và phủ bề mặt để bảo vệ.

Dàn nhôm kiểu tấm có ưu điểm rất lớn là rẻ tiền, tốn ít vật liệu, các rãnh môi chất có thể thiết kế toả nhánh lớn dẫn theo thể tích khí sinh ra từ đầu dàn đến cuối dàn bay hơi. Công nghệ sản xuất phù hợp với việc chế tạo hàng loạt, dễ dàng tự động hoá dây chuyền sản xuất.



Hình 7-13 : Một số dạng dàn bay hơi

- a) Ống đứng ; b) Ống xoắn ; c) Ống xoắn có cánh tản nhiệt ; d) Ống tấm ;
e) Kiểu tấm (thép không gỉ) ; f) Kiểu tấm (nhôm)

Dàn bay hơi tấm nhôm có hệ số truyền nhiệt lớn nên gọn nhẹ, bố trí vào tủ dễ dàng. Tuy nhiên dàn nhôm cũng có nhược điểm là dễ han gỉ, dễ bị ăn mòn điện hoá đặc biệt đối với mối hàn đồng nhôm giữa dàn bay hơi với ống mao cũng như với ống hút máy nén, do đó cần phải có biện pháp chống han gỉ không để hoá chất hoặc thực phẩm mặn trên dàn. Cần bảo vệ mối hàn đồng nhôm khô ráo để tránh ăn mòn điện phân, phá huỷ phần nhôm của mối hàn. Để bảo vệ và chống ẩm cho đầu nối cần phải bọc nhiều lớp nilông mỏng hoặc tấm nhựa quanh đầu nối. Nhôm bị côn rươi ăn mòn nên nhất thiết không được tiêm côn metanol vào hệ thống để chống ẩm.

Ngoài dàn bay hơi tấm nhôm người ta còn sử dụng dàn bay hơi tấm thép không gỉ (H7-13e). Công nghệ chế tạo khác hẳn. Hai tấm thép không gỉ được dập rãnh phù hợp sau đó đặt lên nhau và hàn viền bốn mép chung quanh chỉ chừa hai đầu nối cho ống mao và ống hút. Giữa các rãnh có thể hàn dính 2 tấm với nhau, sau đó có thể uốn thành hình hộp theo yêu cầu cụ thể của ngăn tủ.

Ở các loại tủ hiện đại, các dàn lạnh đều được bọc một lớp phủ bảo vệ bên ngoài mà ta không thể nhìn thấy được các rãnh đi của môi chất.

Các tủ lạnh dùng quạt gió lạnh thì dàn bay hơi là loại ống xoắn có cánh. Ống xoắn có thể bằng đồng hoặc bằng nhôm, cánh bằng nhôm, bố trí sát vách cánh nhiệt phía sau, ngay dưới quạt dàn lạnh. Ngăn đông khi đó chỉ là một giá hoặc hộp kết cấu bằng nhựa, đựng thực phẩm, có bố trí các kênh gió lạnh để quạt thổi gió lạnh vào.

4. Ống mao. Ống mao còn gọi là ống mao dầu hay ống kapile làm nhiệm vụ tiết lưu. Ống mao đơn giản là một đoạn ống có đường kính rất nhỏ từ 0,6 đến 2 mm và chiều dài lớn từ 0,5 đến 5 m nối giữa dàn ngưng tụ và dàn bay hơi.

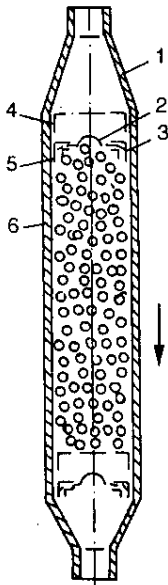
Ống mao có ưu điểm là không có chi tiết chuyển động nên làm việc phải đảm bảo với độ tin cậy cao, không cần bình chứa. Sau khi máy nén ngừng làm việc 3 đến 5 phút, áp suất sẽ cân bằng giữa hai bên hút và nén nên khởi động máy dễ dàng.

Nhược điểm của ống mao là dễ tắc bẩn, tắc ẩm, khó xác định độ dài ống phù hợp cho hệ thống, không thay đổi được chế độ làm việc phù hợp với máy nén, dễ bị bẹp, gãy, xì khi vận chuyển vì ống có đường kính quá nhỏ.

Khi lắp đặt trong hệ thống lạnh, ống mao thường được quấn chung quanh hoặc bố trí dọc theo ống hút để trao đổi nhiệt với hơi lạnh hút về máy nén làm nhiệm vụ của thiết bị hồi nhiệt trong hệ thống freon.

Khi sửa lại hệ thống lạnh hoặc thay ống mao thường phải tính toán xác định lại chiều dài. Đây là công việc khó khăn và phức tạp phần nhiều phải dựa vào kinh nghiệm.

5. Phin sấy, phin lọc. Phin sấy là một ống hình trụ vỏ bằng đồng tóp 2 đầu trong chứa các chất hút ẩm như silicagel hoặc zeolit để hút hết hơi ẩm (hơi nước) còn sót lại trong vòng tuần hoàn môi chất lạnh.



Hình 7-14 : Phin sấy lọc của tủ lạnh 1 - Vỏ ; 2 - Lưới lọc ; 3 và 5 - Khung đỡ lưới ; 4 - Lưới chặn ; 6 - Hạt hút ẩm

Do freon R12 hoàn toàn không hoà tan nước, nên chỉ 15 mg hơi nước còn sót lại trong hệ thống lạnh cũng đủ gây tắc ẩm cho tủ lạnh. Lượng nước nhỏ bé đó đi theo môi chất đến cửa thoát của ống mao vào dàn bay hơi, bị giảm nhiệt độ đột ngột, đóng băng lại dần và bịt kín cửa thoát của ống mao, không cho môi chất vào dàn bay hơi. Dàn bay hơi mất lạnh.

Phin lọc dùng để lọc cặn bẩn cơ học ra khỏi vòng tuần hoàn môi chất lạnh như cát, bụi, bùn, xỉ, vảy hàn, mạt sắt, gỉ kim loại tránh cho ống mao khỏi bị tắc bẩn và máy nén khỏi bị cặn bẩn lọt vào các chi tiết chuyển động và bề mặt ma sát gây hỏng hóc và trục trặc.

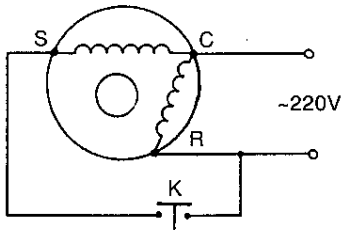
Trong tủ lạnh gia đình phin sấy và phin lọc được kết hợp làm một và được gọi là phin sấy lọc. Phin sấy lọc được mô tả trên hình 7-14.

Đầu phía trên của phin nối thông với dàn ngưng tụ và phía dưới nối với ống mao. Phía dưới lớp hạt hút ẩm là lưới đồng với một lớp nỉ hoặc dạ để ngăn các cặn bẩn tinh, ngoài ra còn để để phòng các hạt hút ẩm rơi vào làm tắc ống mao.

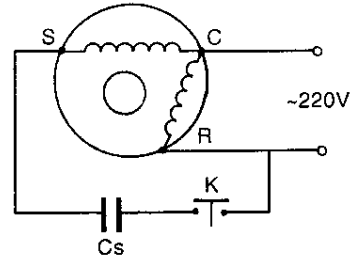
6. Động cơ điện của lốc. Động cơ điện có ưu điểm là rất gọn nhẹ, đơn giản, tuổi thọ cao, có thể vận hành liên tục nên lốc máy nén tủ lạnh rất gọn nhẹ, đơn giản. Tuy nhiên trong điều kiện Việt Nam, điện áp kém ổn định thì chính động cơ điện trong lốc lại là bộ phận dễ bị hỏng hóc nhất.

Động cơ điện dùng lắp đặt trong lốc tủ lạnh là loại di bộ lồng sóc một pha có thêm cuộn khởi động tốc độ 1450 vòng/phút hoặc 2950 vòng/phút điện 50 Hz và 1750 vòng/phút hoặc 3550 vòng/phút điện 60Hz, công suất định mức 1/12, 1/10, 1/8, 1/6, 1/5 mã lực, tương ứng khoảng 60, 75, 92, 120, 147W. Hai cuộn dây làm việc và khởi động có một đầu chung kí hiệu là C (Common), đầu của cuộn dây làm việc là R (Run) và đầu của cuộn khởi động là S (Start). Cuộn khởi động được đặt trong một số rãnh stato sao cho nó có thể sinh ra một từ thông lệch với từ thông chính một góc 90° và dòng điện trong cuộn khởi động lệch với dòng điện trong cuộn dây làm việc một góc 90° , tạo lệch pha khởi động máy nén. Đặc điểm của động cơ là mômen khởi động nhỏ. Hình 7-15 biểu diễn sơ đồ nguyên tắc động cơ và các đầu dây cũng như cách đấu vào nguồn điện.

Nguồn điện được đấu vào đầu C và đầu R của cuộn làm việc. Đầu S nối vào đầu R qua một tiếp điểm K. Tiếp điểm K của động cơ tủ lạnh gia đình thường là loại rơle khởi động kiểu dòng điện, cá biệt có một số tủ lạnh sử dụng loại rơle khởi động kiểu điện áp. Đặc tính của tiếp điểm K là đóng mạch khi lốc khởi động và khi tốc độ rôto đạt 75% tốc độ định mức thì tiếp điểm ngắt mạch cho cuộn khởi động, và giữ trạng thái ngắt mạch suốt trong thời gian động cơ hoạt động.



Hình 7-15 : Động cơ một pha có cuộn khởi động

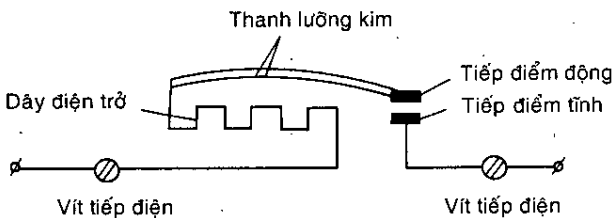


Hình 7-16 : Động cơ một pha có cuộn khởi động và tụ kích

Để tăng mômen khởi động của động cơ có thể bố trí thêm một tụ kích vào cuộn dây khởi động. Tụ kích (còn gọi là tụ khởi động) C_s thường là tụ hoá, vỏ nhôm tròn hoặc bakelit tròn, kích thước nhỏ nhưng có điện dung lớn. Tụ kích chỉ làm việc trong thời gian lốc khởi động nghĩa là trong khoảng vài phần mười giây. Động cơ có một pha có tụ kích biểu diễn trên hình 7-15.

7. Thiết bị điện, bảo vệ và tự động. Role bảo vệ. Role bảo vệ làm nhiệm vụ bảo vệ động cơ khi cuộn dây bị nung nóng quá mức. Cuộn dây bị nung nóng có thể do lốc bị quá tải, động cơ không khởi động được, điện áp quá cao và cả khi lốc được làm mát không tốt. Role bảo vệ còn gọi là rơle nhiệt.

Phương pháp bảo vệ là ngắt dòng điện cho động cơ một cách kịp thời, sau khoảng một phút lại nối mạch lại cho động cơ.



Hình 7-17 : Nguyên tắc cấu tạo rơle bảo vệ

Ở điều kiện làm việc bình thường, nhiệt sinh ra ở dây điện trở không đủ lớn để uốn cong thanh lưỡng kim, ngắt tiếp điểm. Khi bị quá tải, dòng điện đi qua lớn hơn bình thường, nhiệt sinh ra đủ lớn để uốn cong thanh lưỡng kim lên, tiếp điểm bị ngắt ra.

Thời điểm ngắt tiếp điểm phải kịp thời để động cơ không bị hỏng và thời gian giữ tiếp điểm ngắt đủ lâu để động cơ nguội đi và sẵn sàng làm việc bình thường khi tiếp điểm đóng lại.

Bảo vệ động cơ thực chất là bảo vệ cuộn dây khỏi bị cháy giữ nhiệt độ cuộn dây dưới mức cho phép, không làm cháy lớp sơn cách điện. Trong tủ lạnh thường sử dụng ba phương pháp bảo vệ với tín hiệu bảo vệ khác nhau là : a) đặt rơle bảo vệ trực tiếp lên cuộn dây ; b) đặt

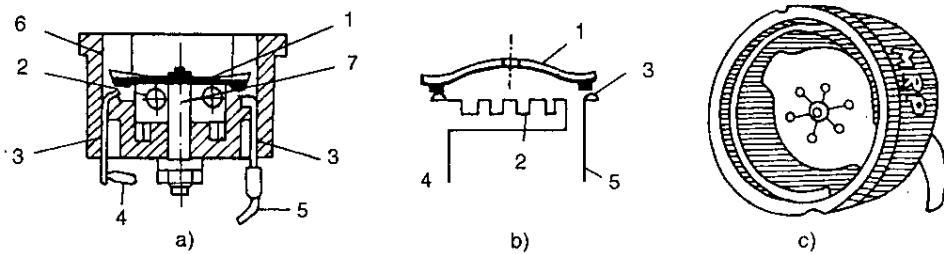
Cấu tạo của rơle rất đơn giản. Nó là cơ cấu đóng ngắt mạch điện nhờ tác dụng nhiệt của chính dòng điện đó. Hình 7-17 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của rơle bảo vệ.

Role bảo vệ gồm một dây điện trở, một thanh lưỡng kim và tiếp điểm điện mắc nối tiếp vào mạch cân bảo vệ của động cơ.

role bảo vệ lên vỏ lốc ; c) đặt role bảo vệ ở ngoài. Phương pháp a là tốt nhất vì role ngắt khi nhiệt độ cuộn dây quá mức cho phép và đóng lại khi nhiệt độ đủ thấp. Phương pháp b là phương pháp gián tiếp mô phỏng nhiệt độ cuộn dây bằng dòng điện và bằng nhiệt độ vỏ lốc. Phương pháp c cũng là phương pháp gián tiếp mô phỏng nhiệt độ cuộn dây chỉ qua dòng điện. Như vậy phương pháp c là kém chính xác nhất.

Tuy nhiên, trong điều kiện Việt Nam, điện áp không ổn định, role dễ bị trục trặc do tiếp điểm bị đánh lửa, dính, cháy sém, rỗ. Nếu đặt trong cuộn dây như phương pháp a sẽ rất bất tiện vì phải bỏ lốc mới chữa được. Đây cũng là nhược điểm lớn về vận hành của phương pháp này. Bởi vậy đa số tủ lạnh vẫn sử dụng phương pháp b và c.

Mỗi loại động cơ phải có một role bảo vệ có đặc tính dòng phù hợp. Role bảo vệ có thanh lưỡng kim kiểu dài thường được lắp chung với role khởi động kiểu dòng điện và được gọi là role khởi động, bảo vệ. Role bảo vệ lắp trực tiếp lên vỏ lốc thường là loại hình tròn (hình 7.18).



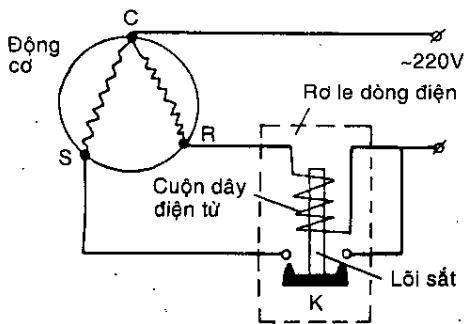
Hình 7-18 : Role bảo vệ kiểu tròn, lắp trực tiếp lên vỏ lốc

- 1 - Tấm lưỡng kim hình tròn ; 2 - Dây điện trở ;
- 3 - Tiếp điểm ; 4, 5 - Giác cắm dây ;
- 6 - Vỏ bakelit màu đen ; 7 - Vít chỉnh

Trong vỏ nhựa 6 bố trí hai dây nối 3 và dây điện trở. Phía trên là tấm lưỡng kim hình tròn 1. Phía dưới là hai cọc tiếp điện 4 và 5 từ dây nối 3 dùng để đấu nối tiếp vào mạch chính của động cơ máy nén. Khi quá tải, bị đốt nóng, tấm lưỡng kim sẽ uốn lên phía trên ngắt tiếp điểm, ngắt dòng cung cấp cho động cơ. Vít điều chỉnh 7 để điều chỉnh dòng ngắt mạch.

Role khởi động. Role khởi động dùng để đóng mạch cuộn khởi động khi khởi động động cơ và ngắt mạch khi tốc độ rôto đạt 75% tốc độ định mức sau đó giữ ở trạng thái ngắt mạch cuộn khởi động suốt thời gian động cơ làm việc.

Có ba loại role khởi động là : role kiểu dòng điện, role kiểu điện áp và role dây nóng. Trong hầu hết tủ lạnh gia đình hiện nay người ta sử dụng role kiểu dòng điện.



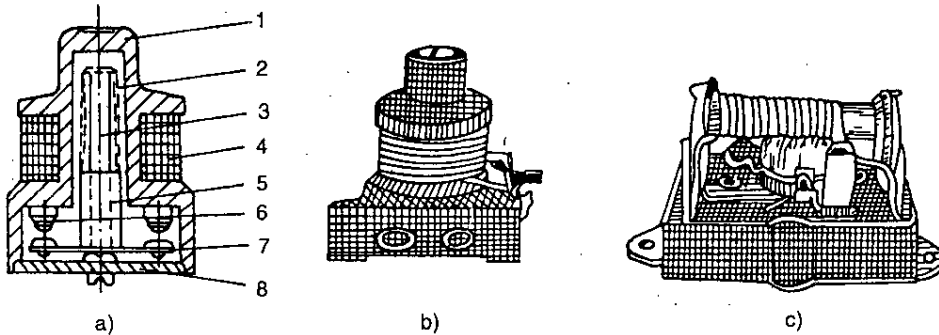
Hình 7-19 : Nguyên tắc hoạt động của role dòng điện

Role dòng điện lấy đặc tính dòng khi khởi động động cơ (hình 7-19) làm tín hiệu để đóng ngắt tiếp điểm.

Cấu tạo và nguyên tắc hoạt động của role dòng điện được mô tả trên hình 7-19. Trên mạch điện của cuộn làm việc người ta mắc nối tiếp vào một cuộn dây điện từ có đường kính dây đúng bằng đường kính dây cuộn làm việc. Tiếp điểm K đóng ngắt cuộn khởi động gắn với lõi sắt của cuộn dây điện từ.

Khi đóng mạch cho động cơ, rôto còn đứng im nên dòng qua cuộn làm việc là dòng ngắn mạch có trị số rất lớn. Cuộn dây điện từ sinh ra một từ trường mạnh hút lõi sắt lên, đóng tiếp điểm K, nối mạch cho cuộn khởi động. Do có dòng lệch pha, rôto quay, cường độ dòng điện giảm dần và khi tốc độ rôto đạt đến 75% tốc độ định mức, cường độ dòng điện giảm xuống đến mức lực điện từ trong cuộn dây không đủ giữ lõi sắt. Lõi sắt rơi xuống, ngắt tiếp điểm K, ngắt mạch cuộn khởi động. Tiếp điểm K ở trạng thái ngắt mạch suốt thời gian động cơ hoạt động và cả sau khi động cơ dừng. Như vậy tiếp điểm chỉ đóng mạch vài phần mười giây khi động cơ khởi động.

Hình 7-20 giới thiệu hình dáng và cấu tạo của một role dòng điện.



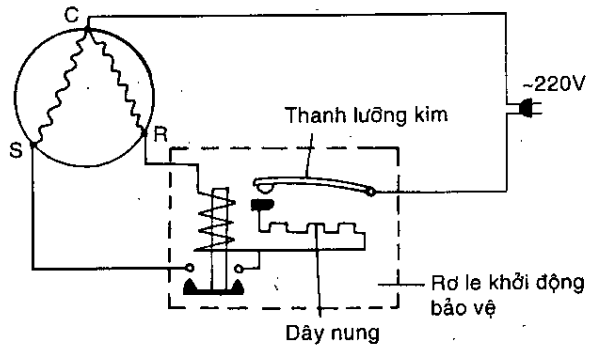
Hình 7-20 : Một loại role khởi động kiểu dòng điện

- a) Cấu tạo ; b) Hình dáng bên ngoài ; c) Một loại có cuộn dây nằm ngang : 1 - Vỏ nhựa ; 2 - Lò xo nén ; 3 - Chốt dẫn hướng ; 4 - Cuộn dây điện từ ; 5 - Lõi sắt ; 6 - Tiếp điểm tĩnh ; 7 - Tiếp điểm động ; 8 - Tấm nắp

Rất nhiều tủ lạnh sử dụng role khởi động bảo vệ. Role khởi động bảo vệ thực hiện đồng thời hai chức năng khởi động và bảo vệ, thực chất là hai role riêng biệt khởi động và bảo vệ được lắp chung vào một vỏ hộp. Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động giới thiệu trên hình 7-21.

Khi khởi động cả hai tiếp điểm đều đóng.

Khi làm việc bình thường tiếp điểm bảo vệ đóng còn tiếp điểm khởi động mở. Khi bảo vệ cả hai tiếp điểm đều mở. Do lắp trong vỏ bakelit có khả năng giữ nhiệt tương đối tốt nên sau khi ngắt mạch bảo vệ tiếp điểm được giữ ở trạng thái ngắt một thời gian đủ để cuộn dây nguội đi xuống dưới mức nguy hiểm. Role khởi động bảo vệ cũng thường được gắn ngay lên vỏ lốc để lấy thêm tín hiệu nhiệt độ của lốc.



Hình 7-21 : Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của role khởi động bảo vệ

Thermostat (role nhiệt độ). Thermostat là bộ điều chỉnh hai vị trí, đóng và ngắt mạch động cơ nhằm khống chế và duy trì nhiệt độ cần thiết trong tủ lạnh.

Thermostat có một đầu cảm nhiệt lấy tín hiệu nhiệt độ trong buồng lạnh (đầu cảm nhiệt thường gắn lên mép trong dàn bay hơi) biến thành tín hiệu áp suất làm dẫn nở hộp xếp, qua cơ cấu cơ khí để đóng và ngắt mạch. Thermostat còn có một núm điều chỉnh để điều chỉnh

được nhiệt độ trong phòng. Núm có nấc ngắt tủ, lạnh ít, lạnh trung bình và lạnh nhất. Trong các tủ xả đá bán tự động, thermostat thường có thêm đầu cảm nhiệt để kết thúc quá trình xả đá.

Tụ điện.

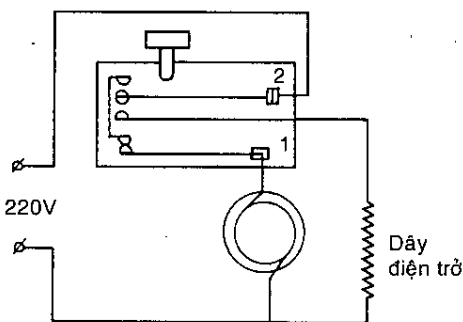
Trong một số tủ lạnh, để tăng mômen khởi động cho động cơ, người ta lắp thêm một tụ kích (còn gọi là tụ khởi động) nối tiếp vào mạch điện vào đầu cuộn khởi động S. Tụ kích thường là tụ hoá có trị số điện dung lớn nhưng kích thích tương đối nhỏ, gọn.

8. Hệ thống xả đá. Hệ thống xả đá có nhiệm vụ làm tan hết nước đá và tuyết bám trên dàn bay hơi để giải phóng bề mặt trao đổi nhiệt và tách các khay đá hoặc thực phẩm bảo quản bám chặt vào dàn.

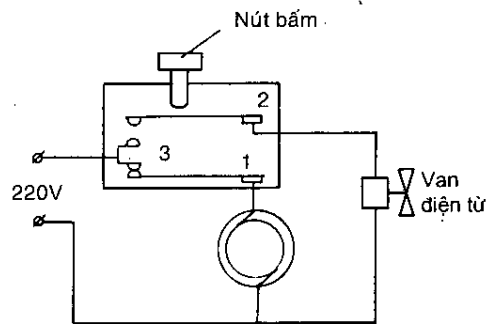
Có 2 hệ thống xả đá chính được sử dụng trong tủ lạnh gia đình đó là xả đá bán tự động nhờ hơi nóng và xả đá bán tự động dùng dây điện trở.

Xả đá bán tự động là tủ có nút bấm xả đá. Khi cần xả đá người ta ấn nút bấm, tủ tự động xả đá và khi xả đá xong có bộ phận điều khiển tự động cho tủ làm việc trở lại.

Các hệ thống xả đá tự động chỉ có thêm một role thời gian làm động tác "bấm nút" theo những chu kỳ thời gian đã quy định sẵn. Các hệ thống xả đá hoàn toàn tự động ít được sử dụng trong tủ lạnh, chỉ sử dụng nhiều trong các buồng lạnh lắp ghép, các phòng lạnh...



Hình 7-22 : Sơ đồ mạch điện xả đá bán tự động dùng dây điện trở



Hình 7-23 : Sơ đồ mạch điện xả đá bán tự động dùng hơi nóng

Nguyên tắc làm việc của hệ thống xả đá bán tự động dùng dây điện trở như sau : khi ấn nút xả đá, hệ thống lạnh ngừng làm việc, lốc ngừng chạy, hệ thống dây điện trở bố trí phía dưới dàn bay hơi được nối mạch, nóng lên và làm tan băng bám trên dàn. Khi phá hết băng, bộ cảm nhiệt của hệ thống xả đá cho tín hiệu ngắt mạch dây điện trở và cho máy nén hoạt động trở lại bình thường (hình 7-22).

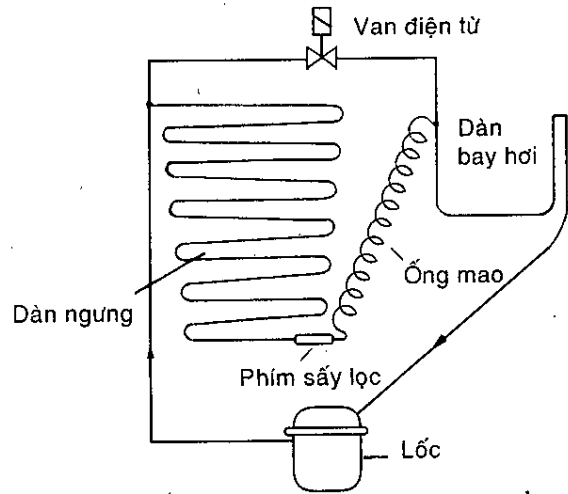
Nguyên tắc làm việc của hệ thống xả đá bán tự động dùng hơi nóng như sau : Trên hệ thống lạnh người ta nối tắt một đường ống từ đầu đẩy máy nén đến lối vào của dàn bay hơi và bố trí trên đó một van điện từ. Khi ấn nút xả đá, hệ thống lạnh vẫn hoạt động bình thường nhưng van điện từ được nối mạch. Do trở lực của ống mao lớn nên toàn bộ hơi nóng từ đầu đẩy máy nén đi qua đường tắt có van điện từ vào thẳng dàn bay hơi. Hơi nóng làm tan băng tuyết bám trên dàn. Khi phá hết băng, bộ phận cảm nhiệt của hệ thống xả đá sẽ cho tín hiệu ngắt dòng điện qua van điện từ, van đóng lại và hệ thống lại trở lại hoạt động bình thường (hình 7-23).

Sơ đồ hệ thống lạnh xả đá bằng van điện từ được biểu diễn trên hình 7-24.

7.3. Tủ lạnh hấp thụ và tủ lạnh nhiệt điện

Tủ lạnh hấp thụ gia đình làm việc theo nguyên tắc hấp thụ khuếch tán (xem chương 8). Tủ lạnh này ra đời nhờ ý tưởng chế tạo một loại máy lạnh hấp thụ không có chi tiết chuyển động và hoạt động bằng các nguồn gia nhiệt khác nhau như đèn dầu hoá, đèn ga hoặc điện. Tủ lạnh hấp thụ đã được sử dụng rộng rãi trong nhiều thập kỷ. Ngày nay tủ lạnh hấp thụ bị tủ lạnh nén hơi cạnh tranh và số lượng đưa ra thị trường ngày càng giảm vì các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật kém hơn so với tủ lạnh nén hơi.

Với cùng dung tích tủ. Bảng 7-4 giới thiệu một số đặc trưng so sánh giữa hai loại tủ :



Hình 7-24 : Hệ thống lạnh xả đá bằng van điện từ (dùng hơi nóng)

Bảng 7-4 : So sánh một số đặc trưng kỹ thuật giữa hai loại tủ

| | Tủ lạnh nén hơi | Tủ lạnh hấp thụ |
|---|------------------------|------------------------|
| Tỉ số dung tích có ích/dung tích phủ bì | 0,93 | 0,90 |
| Phạm vi điều chỉnh thermostat | + 7,3°C | + 8°C |
| Nhiệt độ trung bình cao nhất trong tủ ở điều kiện làm việc bình thường | + 7,2°C | + 8,5°C |
| Nhiệt độ trung bình thấp nhất trong tủ ở điều kiện làm việc bình thường | 0,0°C | - 1,0°C |
| Hệ số thời gian làm việc ở điều kiện làm việc bình thường | 19% | 55% |
| Hệ số thời gian làm việc ở điều kiện làm việc chất đầy tải | 39% | 96% |
| Thời gian xả lạnh | 1,7h | 4,4h |
| Năng suất làm đá | 4,2 g/h | 0,8 g/h |
| (Năng suất làm đá nếu tủ có dung tích 100 lít : | 420 g/h | 80 g/h) |
| Hệ số tiêu thụ năng lượng ở điều kiện bình thường | $0,65 \frac{W}{m^2 K}$ | 2,98W/m ² K |
| Hệ số tiêu thụ năng lượng ở điều kiện chất đầy tải | 0,99 | 4,12 |

Tủ lạnh nhiệt điện ngày nay cũng đang được nghiên cứu ứng dụng, tuy nhiên loại tủ này cũng chưa phổ biến rộng rãi do các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật còn kém hơn nhiều so với tủ lạnh nén hơi (xem thêm chương 2[1])

7.4. Thử nghiệm tủ lạnh gia đình

Thử nghiệm tủ lạnh gia đình là công việc đánh giá chất lượng của tủ lạnh theo nhiều khía cạnh khác nhau, đặc biệt khi thiết kế chế tạo một mẫu tủ lạnh mới. Nói chung tủ lạnh được thử nghiệm về các chỉ tiêu sau :

a) Hệ số làm việc, nhiệt độ trong tủ, khả năng điều chỉnh ở nhiệt độ môi trường thay đổi từ thấp đến cao.

b) Quan hệ giữa điện năng tiêu thụ và sự chất tải cho tủ lạnh. Để thử nghiệm tốt hơn sự phụ thuộc của điện năng tiêu thụ, vào sự đóng băng tuyết trên dàn có thể sử dụng các khay đổ đầy nước, đặt vào trong tủ.

c) Sự đổ mồ hôi (ngưng ẩm) bên trong và bên ngoài tủ và cầu nhiệt.

d) Sự đóng băng tuyết trên dàn, khả năng phá băng.

Độ ẩm không khí trong tủ, sự thoát nước của tủ cũng như sự bay hơi của nước thoát từ tủ ra.

e) Ảnh hưởng của tủ đến mùi và vị của thực phẩm bảo quản.

f) Độ ồn khi chạy, đặc biệt khi khởi động và dừng tủ.

g) Xả lạnh, làm đá, khởi động khi điện áp yếu và mạnh, tái khởi động ngay sau khi dừng.

Các nước hàng đầu về sản xuất tủ lạnh đều có tiêu chuẩn quốc gia về thử nghiệm tủ lạnh khi tiến hành chế tạo một loại tủ lạnh nào đó. Vấn đề thử nghiệm tủ lạnh gia đình cũng có ý nghĩa rất lớn đối với Việt Nam vì việc chế tạo một phần hoặc lắp ráp tủ lạnh là một tương lai không xa.

TÀI LIỆU KỸ THUẬT MIỄN PHÍ

Chương 8

MÁY LẠNH THƯƠNG NGHIỆP VÀ BUỒNG LẠNH LẮP GHÉP

8.1. Đại cương

Một ứng dụng rất quan trọng của kỹ thuật lạnh là các loại máy lạnh, thiết bị lạnh, buồng lạnh cố định và lắp ghép phục vụ ngành thương nghiệp. Những máy lạnh thương nghiệp đầu tiên ra đời ở Mỹ vào những năm 1913 ÷ 1915. Đó là các máy lạnh amoniác, bán tự động nhằm bảo quản thịt ở các cửa hàng thịt lớn. Tuy nhiên do công kênh và giá cả cao nên các thiết bị này không được phát triển mạnh. Khoảng 1916 ÷ 1920, các tủ lạnh gia đình được chế tạo và bán rộng rãi thì tủ lạnh thương nghiệp cũng phát triển mạnh. Đầu tiên người ta sử dụng các loại tủ này để bảo quản kem, sau đó loại tủ kem được chế tạo và các thiết bị hoà trộn muối bảo quản kem hoàn toàn được thay thế. Các hãng chế tạo thiết bị lạnh thương nghiệp hàng đầu của Mỹ và của thế giới có thể kể ra là : Kelvinator, Frigidaire Corporation, Servel, Copeland, Carrier...

Từ đó đến nay thiết bị lạnh thương nghiệp nói chung phát triển một cách vô cùng đa dạng, phục vụ cho mọi loại hình thương nghiệp khác nhau từ việc bán thực phẩm sống, chín như thịt, cá, bơ sữa, rau, quả, gia cầm... đến việc bán tự động các mặt hàng như kem, thức ăn sẵn, các suất ăn liền, kem, đá, nước uống lạnh...

Máy lạnh thương nghiệp là mắt xích lạnh nối khâu bảo quản với người tiêu dùng, chúng có nhiệm vụ bảo quản ngắn hạn các sản phẩm thực phẩm trước khi hoặc trong khi đưa ra bán buôn, bán lẻ ở các cửa hàng, các siêu thị hoặc trước khi đưa ra sử dụng ở các nhà ăn công cộng hoặc mạng lưới thương nghiệp.

8.2. Phân loại

Máy lạnh thương nghiệp và buồng lạnh lắp ghép cũng như các thiết bị lạnh thương nghiệp khác có thể được phân loại theo các đặc điểm sau đây :

– Căn cứ theo mục đích sử dụng có thể phân loại ra các thiết bị lạnh để bảo quản hoặc bày bán các sản phẩm thịt, cá, rau, quả, thức ăn chín, thức ăn sẵn, kem, sữa...

– Căn cứ vào hình dáng, cấu tạo có thể phân ra các loại tủ lạnh, hòm lạnh, quầy lạnh, tủ kính lạnh kín, tủ kính lạnh hở, giá lạnh, buồng lạnh cố định và buồng lạnh lắp ghép...

– Căn cứ vào nhiệt độ bảo quản có thể phân ra các thiết bị lạnh bảo quản thực phẩm ở nhiệt độ trên 0°C và các thiết bị đông bảo quản thực phẩm ở nhiệt độ âm dưới 0°C.

– Căn cứ vào cấu tạo và nguyên lý làm việc của thiết bị có thể phân ra máy lạnh hấp thụ hoặc máy lạnh nén hơi. Nói chung, hầu hết các loại thiết bị lạnh thương nghiệp làm việc theo nguyên lý nén hơi. Môi chất lạnh thường dùng freon, rất ít các buồng lạnh cố định sử dụng môi chất amoniác. Do amoniác độc hại và làm biến chất thực phẩm bảo quản nên thường sử dụng nước muối làm vòng tuần hoàn an toàn.

8.3. Những đặc điểm chung của thiết bị lạnh thương nghiệp

8.3.1. Yêu cầu chung

Giống như tủ lạnh gia đình và các thiết bị lạnh khác, các thiết bị lạnh thương nghiệp có những yêu cầu như sau :

- Phải đạt được sự sắp xếp thực phẩm hợp lý, ngăn nắp, dễ nhìn dễ thấy và có sự hấp dẫn cao.
- Có thể sắp xếp thực phẩm vào và lấy ra nhanh chóng.
- Các cửa kính không bị mờ, chói, loá, không sập bóng, có hình dáng đẹp, màu sắc tương phản hấp dẫn người mua, cần cho khách hàng cảm giác tươi, mát, sạch sẽ, vệ sinh...
- Dễ dàng vệ sinh, tẩy rửa, không có các vị trí đọng bụi, bám bụi, không bị đọng sương, đổ mồ hôi...
- Giá vận hành phải thấp, tuổi thọ cao, không cần sự bảo dưỡng đặc biệt, thiết bị phải hoàn toàn tự động, độ tin cậy lớn.
- Nhiệt độ bảo quản phải đảm bảo và điều chỉnh được dễ dàng.
- Phải không ồn, đặc biệt khi đặt trong các phòng bán hàng.
- Có thể sử dụng được cho nhiều loại sản phẩm khác nhau bằng cách thay đổi các giá đỡ tiêu chuẩn.

8.3.2. Chế độ nhiệt độ, khả năng chất tải

Các thiết bị thương nghiệp có hai chế độ nhiệt độ là nhiệt độ dương và nhiệt độ âm :

- Nhiệt độ dương : gọi là tủ lạnh, quầy lạnh, tủ kính lạnh, buồng lạnh, buồng lạnh lắp ghép... có nhiệt độ từ 0 đến 12°C dùng để bảo quản lạnh thịt tươi, rau, hoa, quả, các sản phẩm sữa, nước uống v.v.

- Nhiệt độ âm : gọi là tủ đông, tủ kết đông, tủ kính đông, buồng đông, buồng đông lắp ghép... có nhiệt độ - 18 đến -24°C dùng để bảo quản đông, kết đông thực phẩm, bảo quản kem... Bảng 8-1 giới thiệu chế độ nhiệt độ một số tủ thương nghiệp.

Bảng 8-1 : Chế độ nhiệt độ ở một số tủ lạnh, tủ đông thương nghiệp

| Kiểu loại | Nhiệt độ tủ, °C | Nhiệt độ sôi, °C | Ứng dụng |
|---------------|-----------------|------------------|---|
| Tủ, quầy lạnh | 0 đến +2°C | -10°C | Thịt tươi, sản phẩm thịt Rau hoa quả |
| | +2 đến +4°C | -7°C | |
| | +4 đến +6°C | -5°C | |
| | +10 đến +12°C | 0°C | |
| Tủ, quầy đông | -18 đến -20°C | -30°C | Các thực phẩm đông Kem |
| | -21 đến -24°C | -35°C | |

Các thiết bị lạnh thương nghiệp thường được trang bị dàn bay hơi quạt gió cưỡng bức nhưng có loại trang bị dàn bay hơi tĩnh đối lưu không khí tự nhiên không có quạt.

Dàn bay hơi tĩnh sử dụng cho các loại tủ và quầy đơn giản ví dụ tủ lạnh, quầy lạnh thường sử dụng dàn bay hơi ống xoắn có cánh tản nhiệt treo phía trên, các hòm lạnh có toàn bộ đáy và thành bên là dàn lạnh kiểu tấm, một số tủ và giá sử dụng luôn các giá đặt thực phẩm làm các dàn bay hơi như tủ lạnh gia đình.

Dàn bay hơi quạt được sử dụng rất rộng rãi trong các tủ đông, tủ kết đông, tủ, quầy lạnh và đông, bố trí gió tuần hoàn trong tủ, quầy. Ở các giá hoặc quầy hở, bố trí gió thổi thành màng khí để bảo đảm đỡ tổn thất lạnh trong giá hoặc quầy.

Khối lượng thực phẩm bảo quản trong tủ, quầy phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau. Nếu là tủ trưng bày thì yêu cầu sự ngăn nắp, dễ nhìn, dễ thấy, sự hấp dẫn khách hàng, nhưng nếu để bảo quản thì ngoài sự ngăn nắp, dễ tìm, dễ lấy còn đòi hỏi phải chứa được nhiều. Khối lượng bảo quản trong một đơn vị thể tích phụ thuộc chủ yếu vào mặt hàng bảo quản. Bảng 8-2 giới thiệu khả năng bảo quản trong tủ theo loại hàng.

Bảng 8-2 : Khả năng bảo quản của tủ đông

| Thực phẩm | Khối lượng bảo quản [kg] trong một [l] dung tích | | |
|-------------------------|--|--------|------------|
| | Tối thiểu | Tối đa | Trung bình |
| Thịt | 0,5 | 0,55 | 0,52 |
| Hoa quả dầm nước đường | 0,4 | 0,95 | 0,56 |
| Hoa quả không dầm đường | 0,25 | 0,4 | 0,33 |
| Rau | 0,25 | 0,55 | 0,4 |

8.3.3. Cấu tạo chung

Các thiết bị lạnh thương nghiệp như tủ lạnh, quầy lạnh... bao gồm :

- Vỏ tủ cách nhiệt.
- Các giá đỡ thực phẩm.
- Hệ thống lạnh và các thiết bị tự động cần thiết.

Vỏ tủ cách nhiệt trước đây thường làm bằng khung gỗ, bên ngoài là tôn tấm, bên trong là vỏ nhựa. Do tủ có kích thước lớn, cần đảm bảo độ bền cần thiết nên kết cấu để có cấu nhiệt. Ngày nay với phương pháp gia công tiên tiến, phần lớn các vỏ tủ cách nhiệt được chế tạo theo kiểu Sandwich : Bên ngoài là tôn dập, bên trong là vỏ nhựa hoặc sắt và giữa vỏ trong và vỏ ngoài được phun bột xốp poliurethane. Hai vỏ kết cấu lại với nhau thành khối vững chắc, tránh được cầu nhiệt. Lớp cách nhiệt dày mỏng tùy theo nhiệt độ yêu cầu : đối với nhiệt độ từ 0 đến +8°C chiều dày là 5cm ; đối với nhiệt độ -20°C chiều dày là 7cm. Vỏ ngoài có thể được bảo vệ bằng lớp sơn hoặc bằng cách tráng men. Vỏ trong nếu không phải bằng nhựa mà bằng tôn thì được tráng kẽm.

Các giá đỡ thực phẩm thường được dập thành từ thép tấm, không rỉ, hàn từ các thép hình...

Hệ thống lạnh có thể là độc lập hoặc trung tâm. Hệ thống lạnh độc lập nghĩa là mỗi tủ, quầy có riêng một hệ thống lạnh riêng biệt : Máy nén, dàn ngưng, dàn bay hơi và tiết lưu giống như tủ lạnh gia đình. Nhưng ở nhiều cửa hàng lớn, siêu thị người ta hay sử dụng hệ thống lạnh trung tâm phục vụ cho nhiều tủ, quầy, giá lạnh và đông khác nhau.

Các thiết bị tự động gần giống như trong tủ lạnh gia đình gồm rolet nhiệt độ (thermostat) để khống chế nhiệt độ trong phòng, rolet nhiệt độ có thể ngắt mạch máy nén hoặc ngắt van điện từ ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi, bộ phận tự động xả băng. Ngoài ra tủ, quầy lạnh thương nghiệp còn có thể có các thiết bị báo hiệu (đèn đỏ báo tủ chưa đạt và đèn xanh báo tủ đạt nhiệt độ yêu cầu) hoặc có thiết bị tự động báo động nếu cần. Máy nén là loại kín, nửa kín hoặc hở với các trang bị tự động báo hiệu, điều khiển, điều chỉnh và bảo vệ như đã giới thiệu, ở đây không nhắc lại.

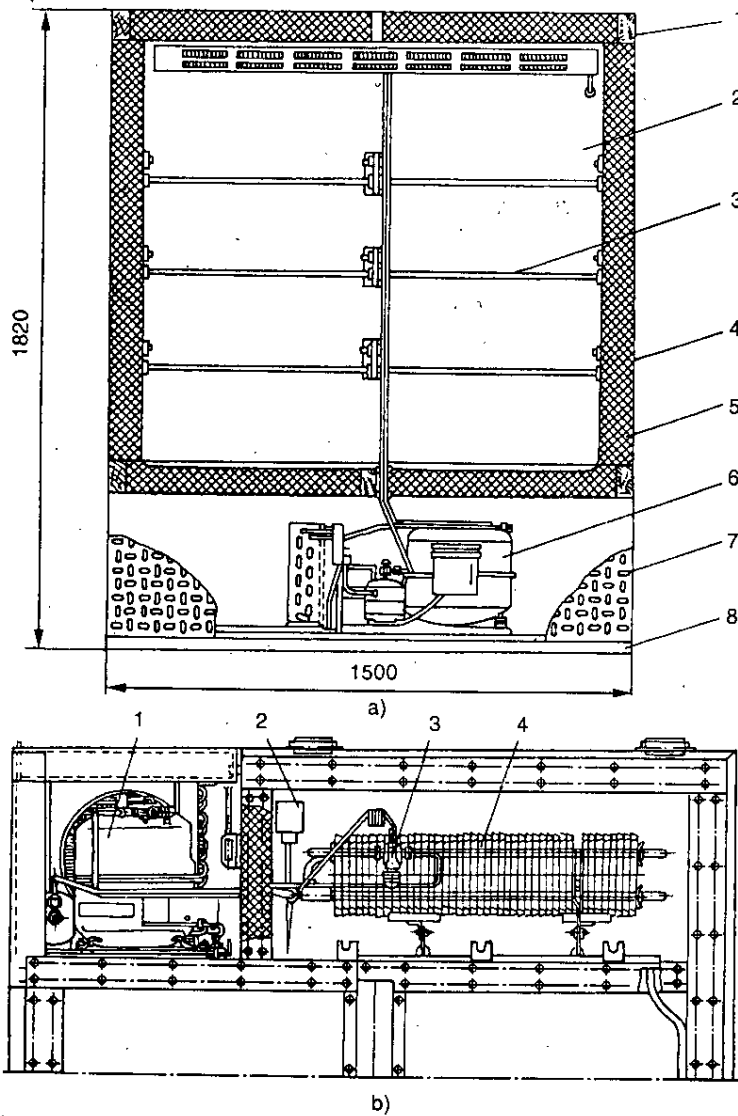
8.3.4. Hệ thống lạnh

Như đã nói, hệ thống lạnh của tủ, quấy lạnh thương nghiệp có thể là máy lạnh hấp thụ, máy lạnh nén hơi amoniác và freôn. Ở đây ta chỉ đề cập đến máy lạnh freôn là loại phổ cập nhất hiện nay.

1. Hệ thống lạnh độc lập.

Cũng như tủ lạnh gia đình (chương 7), rất nhiều quấy và tủ lạnh thương nghiệp sử dụng hệ thống lạnh độc lập có máy nén kín, dàn lạnh và dàn ngưng đối lưu không khí tự nhiên. Do thể tích thiết bị thương nghiệp lớn hơn nhiều so với tủ lạnh gia đình nên máy nén có công suất lớn hơn, dàn ngưng được làm mát bằng quạt gió và dàn lạnh đôi khi cũng bố trí quạt gió lạnh. Hệ thống máy lạnh có thể đặt ở dưới tủ, bên sườn hay trên nóc tủ để tiết kiệm diện tích với điều kiện thông thoáng gió tốt.

Đối với các tủ lạnh lớn từ 500 đến 2500l thường sử dụng tổ máy nén dàn ngưng quạt, dàn bay hơi tĩnh hoặc quạt, van tiết lưu nhiệt thay cho ống mao. Hình 8-1 giới thiệu cách bố trí hệ thống lạnh trong tủ lạnh thương nghiệp 0,8m³ và 1,2m³ kiểu kê sát tường.



Hình 8-1 : Tủ lạnh thương nghiệp

- a) Tủ 0,8m³ ; 1 - Khung bằng gỗ ; 2 - Buồng lạnh ; 3 - Giá đựng thực phẩm ; 4 - Vỏ ngoài ; 5 - Cách nhiệt ; 6 - Tổ máy lạnh gồm lốc kín, dàn ngưng quạt, dàn bay hơi tĩnh, van tiết lưu nhiệt) ; 7 - Tấm mát cáo ; 8 - Chân đế.
- b) Tủ 1,2m³ phần trên : 1 - Tổ máy lạnh dàn ngưng quạt, dàn bay hơi tĩnh ; 2 - Role nhiệt độ ; 3 - Van tiết lưu nhiệt ; 4 - Dàn bay hơi tĩnh

Hình 8-1 giới thiệu cách bố trí hệ thống lạnh trong tủ lạnh thương nghiệp 0,8m³ và 1,2m³ kiểu kê sát tường.

Máy nén kiểu kín 3 pha công suất lạnh 450 và 700kcal/h. Loại 1,2m³, tổ máy nén dàn ngưng được lắp đặt vào một góc phía trên tủ, dàn bay hơi ở ngay bên cạnh khá tiện lợi và gọn gàng.

2. Hệ thống lạnh trung tâm. Bên cạnh các tủ, quầy lạnh có máy lạnh độc lập, nhiều cửa hàng, siêu thị trang bị các hệ thống lạnh trung tâm : một hoặc hai cụm máy nén với thiết bị ngưng tụ phục vụ cho rất nhiều thiết bị thương nghiệp khác nhau. Thường mỗi siêu thị có hai tổ máy. Một tổ phục vụ cho các thiết bị lạnh và một tổ cho các thiết bị đông. Trong trường hợp này máy lạnh nằm riêng biệt khỏi các tủ, quầy...

So với tủ, quầy độc lập, hệ thống lạnh trung tâm có ưu nhược điểm sau :

- Có phòng máy riêng biệt, với một cụm máy phục vụ được cho nhiều tủ, quầy khác nhau. Có thể có nhiều máy nén ghép song song nhưng chỉ có một dàn ngưng nên rẻ tiền, tiết kiệm hơn, điều chỉnh công suất lạnh dễ hơn.

- Dàn ngưng đặt ở ngoài do đó đỡ bị ngột ngạt do thải nhiệt ngay trong cửa hàng hoặc siêu thị.

- Đỡ ổn hơn nhiều vì máy nén và dàn quạt bố trí bên ngoài.

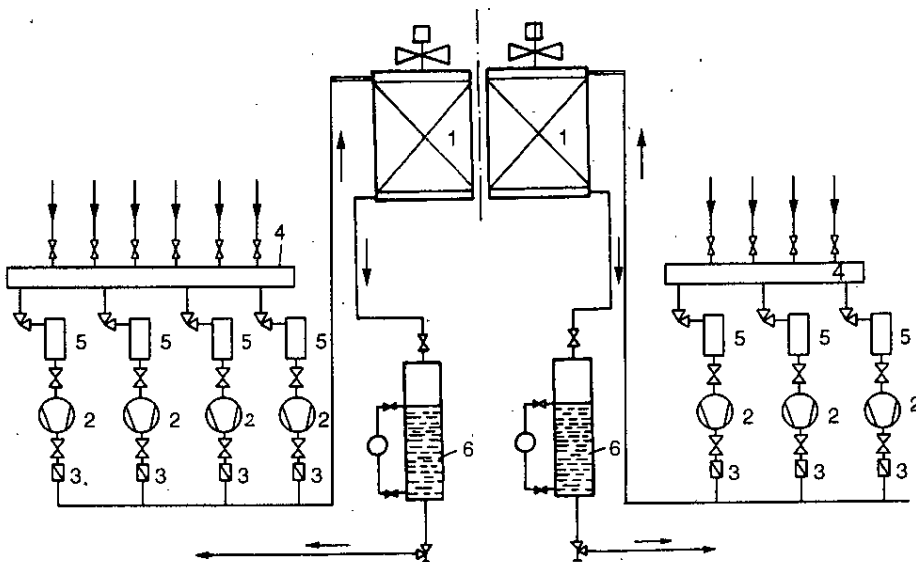
- Việc theo dõi, vận hành, bảo dưỡng sửa chữa dễ dàng hơn vì máy lạnh, dàn ngưng được thu tóm vào một chỗ.

Các nhược điểm chính là :

- Cần phải lắp đặt tại hiện trường.

- Các đường ống ga đi về dài nên tổn kém hơn và nguy cơ rò rỉ môi chất cũng lớn hơn.

Tuy nhiên, ưu điểm là cơ bản do đó phương án hệ thống lạnh trung tâm được ưa chuộng. Với các cửa có diện tích khoảng 200m² cần đặt năm vị trí lạnh với tổng công suất lạnh khoảng 18kW. Siêu thị trên 1000m² diện tích nên cần công suất lạnh khoảng 45kW và công suất đông khoảng 20kW.



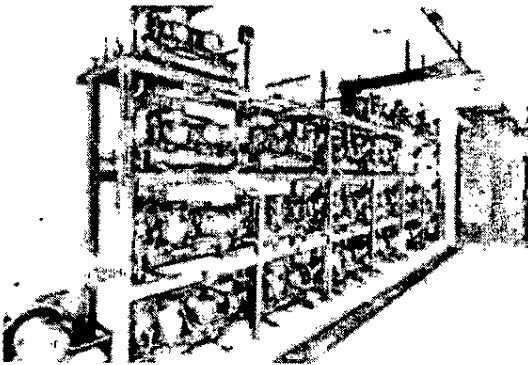
Hình 8-2 : Sơ đồ hệ thống lạnh trung tâm phục vụ cho các thiết bị lạnh thương nghiệp của một siêu thị

- 1 - Dàn ngưng trung tâm ; 2 - Máy nén nửa kín ; 3 - Van một chiều ; 4 - Ống góp hút ;
5 - Phin lọc đường hút ; 6 - Bình chứa với thiết bị báo động mức lỏng

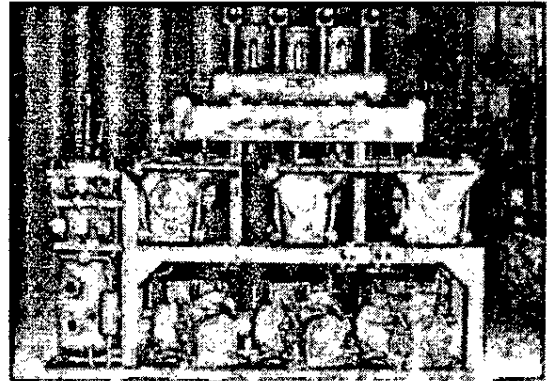
Hình 8-2 giới thiệu hai sơ đồ hệ thống lạnh với dàn ngưng và hệ thống lạnh trung tâm. Một hệ thống dùng cho các tủ và quây lạnh, một hệ thống dùng cho các tủ và quây đông. Mỗi hệ thống được lắp 3 ÷ 4 máy nén nửa kín song song đẩy hơi môi chất chung vào một dàn ngưng tụ. Sau khi ngưng tụ môi chất lỏng xuống bình chứa 6 rồi được đưa đến từng thiết bị như tủ, quây... Mỗi tủ hoặc quây đều có một van tiết lưu, van điện từ, rơle nhiệt độ riêng để cấp lỏng và khống chế nhiệt độ cần thiết trong tủ hoặc quây. Tất cả các đường hút từ các tủ, quây đều được đưa về ống góp đường hút 4 sau đó đến các máy nén.

8.4. Một số loại thiết bị lạnh thương nghiệp

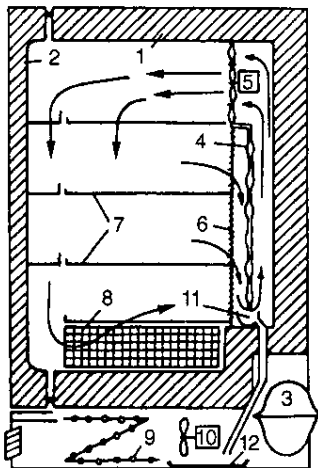
8.4.1. Tủ lạnh, thùng lạnh, tủ đông và tủ kết đông



Hình 8-3 : Hình ảnh một cụm máy nén của siêu thị (BBC - York)



Hình 8-4 : Hình ảnh cụm máy nén trước khi lắp tại siêu thị (BBC - York)



Hình 8-5 : Mặt cắt ngang một tủ kết đông có quạt gió tuần hoàn

- 1 - Vỏ cách nhiệt ; 2 - Cửa có giá đỡ thực phẩm ;
- 3 - Máy nén ; 4 - Dàn bay hơi ; 5 - Quạt dàn lạnh ; 6 - Ghi hồi gió ;
- 7 - Giá để thực phẩm ; 8 - Giỏ xếp thực phẩm ;
- 9 - Dàn ngưng ; 10 - Quạt dàn ngưng ; 11 - Máng nước và ống dẫn ;
- 12 - Khay nước

Các loại này được phân biệt theo hình dáng và phạm vi nhiệt độ bảo quản nhưng đều có chung đặc điểm là loại kín, chung quanh có cách nhiệt, có cửa kín không có kính, dung tích đến vài nghìn lít.

- Tủ lạnh có hình dáng như tủ đứng, một, hai hoặc nhiều cửa nhiệt độ trên 0°C (h.8-1).

- Thùng lạnh giống như tủ lạnh đặt nằm ngang có nắp mở lên trên, nhiệt độ trên 0°C.

- Thùng đông có hình dáng tương tự thùng lạnh, nhiệt độ -18 đến 24°C.

- Tủ đông hình dáng giống tủ lạnh nhưng có nhiệt độ bảo quản -18 đến -24°C.

- Tủ kết đông, hình dáng giống tủ lạnh, có nhiệt độ -18 đến -24°C nhưng có khả năng kết đông thực phẩm (xuống đến -6°C) với năng suất kết đông $7\text{kg}/100\text{l}$ thể tích trong một ngày đêm. Nếu không đạt năng suất đó tủ chỉ được gọi là tủ đông dùng để bảo quản đông.

Hình 8-5 giới thiệu cấu tạo một tủ kết đông thương nghiệp và hình 8-6 giới thiệu hình dáng bên ngoài một thùng lạnh.

Thùng lạnh có ưu điểm là nắp mở lên nên ít bị mất lạnh khi mở cửa, nhưng chiều cao không được quá 1m . Một số thông số của tủ và thùng lạnh giới thiệu trên bảng 8-3.

Bảng 8-3 : Một vài thông số kinh nghiệm của tủ và thùng lạnh

| Các thông số | Dung tích, l | | | |
|--|--------------|-----------|-----------|------------|
| | 100 + 150 | 200 + 250 | 300 + 400 | 500 + 600 |
| Công suất động cơ lốc kín, mã lực | 1/8 ÷ 1/6 | 1/6 ÷ 1/5 | 1/5 ÷ 1/4 | 1/4 ÷ 1/3 |
| Điện tiêu thụ, kWh/24h | 0,8 ÷ 1,2 | 1,2 ÷ 2,0 | 2,0 ÷ 3 | 3,5 ÷ 4,5 |
| Diện tích dàn lạnh, m ² | 0,3 ÷ 0,5 | 0,5 ÷ 0,8 | 1,0 ÷ 2,0 | 2,5 ÷ 3,5 |
| Hệ số truyền nhiệt k, W/m ² K | | | | |
| - Vách bên và đáy | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 |
| - Tấm trên và cửa | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| Chiều dày cách nhiệt | 5 ÷ 6 | 6 ÷ 7 | 6 ÷ 7 | 7 |
| Chiều cao của thùng lạnh | < 900 | 900 ÷ 950 | 900 ÷ 950 | 950 ÷ 1000 |

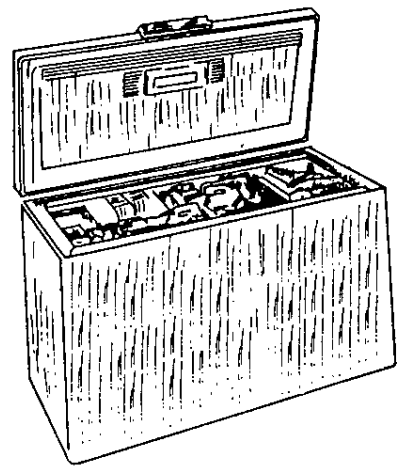
Thùng lạnh 600l của hãng Whirlpool USA có khối lượng hàng bảo quản khoảng 340kg , khối lượng thùng lạnh (không hàng) 180kg , lốc kín có công suất động cơ $1/4$ mã lực, chiều cao 940mm , chiều sâu 830mm , chiều dài 1800mm , diện tích xếp hàng $1,5\text{m}^2$, có đèn chiếu sáng bên trong, có đèn báo hiệu. Thùng có hai giỏ đan bằng lưới thép để đựng hàng bảo quản, có thể đẩy qua lại được. Dàn bay hơi bố trí cả chung quanh và dưới đáy thùng kiểu dàn bay hơi kiểu tấm có các rãnh dập nổi cho môi chất tuần hoàn.

Tiêu chuẩn của Mỹ để tính toán thiết kế thùng đông và tủ đông có các điểm sau :

- Nhiệt độ bên trong phải đạt -18°C và duy trì được nhiệt độ này khi nhiệt độ bên ngoài là 32°C đối với vùng ôn đới, 40°C đối với vùng nhiệt đới và 43°C đối với vùng nhiệt đới khô. Khi đã tính toán thiết kế ở chế độ nhiệt độ này thì không cần công suất lạnh dự phòng.

- Ở nhiệt độ bên ngoài cao nhất đã cho, tủ đông thương nghiệp phải hạ được nhiệt độ xuống đến -18°C , khi hạ nhiệt độ không yêu cầu có thực phẩm bảo quản bên trong.

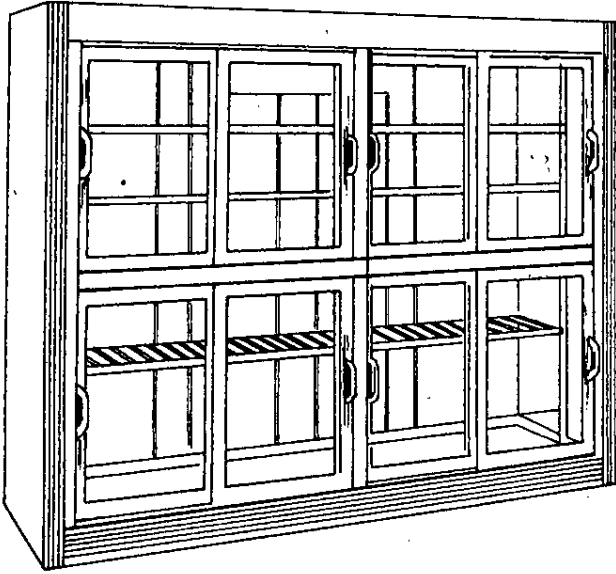
- Tủ đông khi chất đầy hàng bảo quản, nhiệt độ toàn bộ thể tích tủ phải đạt đồng đều -18°C (theo tiêu chuẩn CHLB Đức DIN 8953 thì không có điểm nào cao hơn -16°C).



Hình 8-6 : Thùng lạnh 600l của hãng Whirlpool USA

8.4.2. Tủ kính lạnh, quầy kính lạnh, tủ kính đông và quầy kính đông

Những tủ và quầy kính này có hình dáng và kết cấu giống như tủ lạnh, quầy lạnh, tủ đông, quầy đông nhưng có khác biệt là cửa mở hoặc kéo đẩy có lắp kính để quan sát được hàng hoá trưng bày bên trong. Chúng vẫn thuộc loại kín vì chỉ khi nào cần lấy hàng người ta mới mở ra mà thôi.



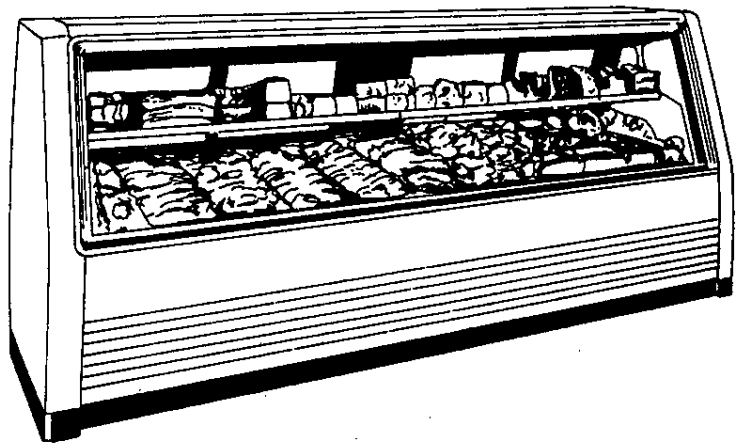
Hình 8-7 : Tủ kính lạnh (hãng Fleadwood USA) :
Dung tích 2000l, 8 cửa kính lùa ; dài 2,43m, cao 1,93m,
sâu 0,76m. Máy lạnh có công suất động cơ 1/2 ml.
Dàn bay hơi có quạt gió, chiếu sáng bằng đèn nóng.

Các tủ, quầy kín không kính chủ yếu dùng để bảo quản hàng trước và trong khi bán. Các tủ, quầy có kính chủ yếu dùng để bán hàng với các phương thức bán khác nhau kể cả kiểu tự phục vụ và bán hoàn toàn tự động.

Hình 8-7 giới thiệu một tủ kính lạnh của Mỹ. Tủ có chiều cao 1,93m, 8 cửa kính lùa, dùng để bảo quản và trưng bày bán các loại hàng ít quay vòng như thực phẩm đóng trong chai lọ, nước uống, sữa... thích hợp cho các cửa hàng nhỏ hẹp, các căng tin, các bếp ăn tập thể, các quán ăn. Đôi khi người ta làm cửa kính ở cả hai phía để làm chỗ trung chuyển các thức ăn và suất ăn từ bếp ra ngoài phòng ăn.

Hình 8-8 giới thiệu một loại quầy bán hàng, phía trước là tủ kính, phía sau có cửa lùa và phía trên là giá bán hàng. Đôi khi phía trước còn có giá đặt túi, giỏ của người mua hàng và phía sau là bàn của nhân viên bán hàng để chặt, thái và bao gói thực phẩm cho khách hàng.

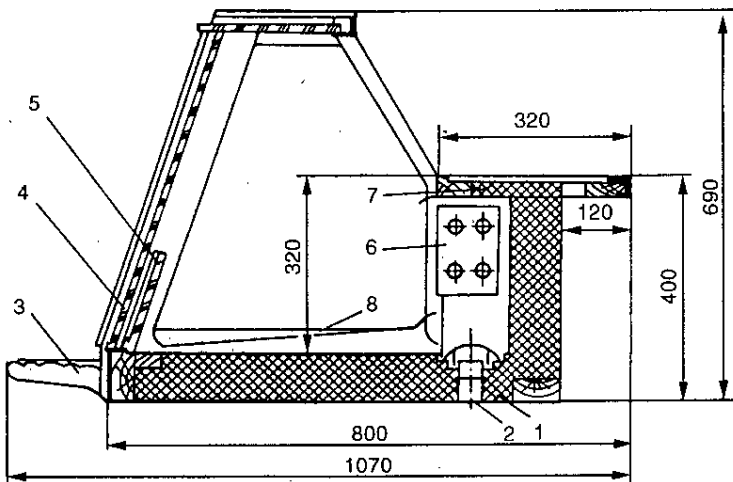
Hình 8-9. Giới thiệu một quầy bán thịt và sản phẩm thịt của một siêu thị và hình 8-10 giới thiệu kết cấu của quầy.



Hình 8-8 : Tủ kính lạnh dùng để bán thịt tươi và các mặt hàng cao cấp.
Giá thực phẩm có thể điều chỉnh được : phía sau có 4 cửa kính lùa và một bàn gập để thái và bao gói, một giá đỡ giấy cuộn đóng gói.
Phía dưới là các buồng bảo quản phụ (Hãng Hussman USA)



Hình 8-9 : Một góc quầy bán thịt và sản phẩm thịt trong một siêu thị



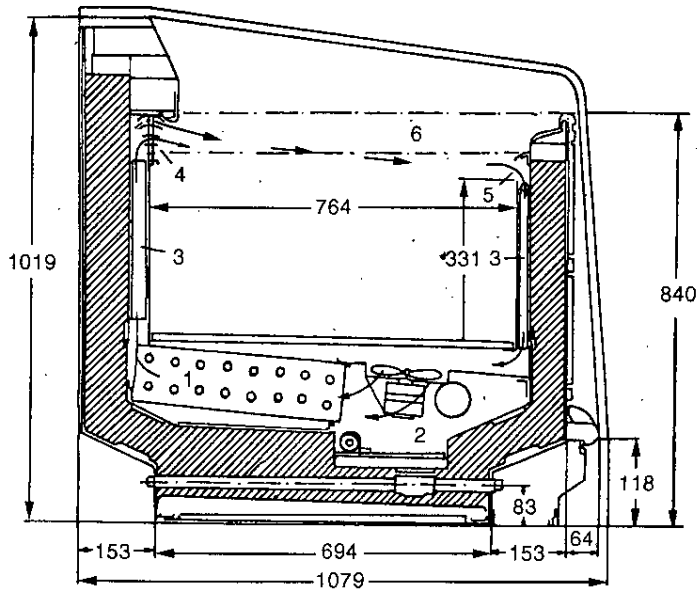
Hình 8-10 : Quầy lạnh kính để bán hàng

- 1 - Cách nhiệt ;
- 2 - Xả nước ;
- 3 - Giá để túi, giỏ cho khách hàng ;
- 4 - Kính tủ ;
- 5 - Tấm kính chắn bổ sung ;
- 6 - Dàn lạnh ;
- 7 - Giá chặt thái và bao gói sản phẩm ;
- 8 - Giá đỡ thực phẩm

8.4.3. Các loại tủ, quầy lạnh đông hờ, các giá lạnh đông hờ

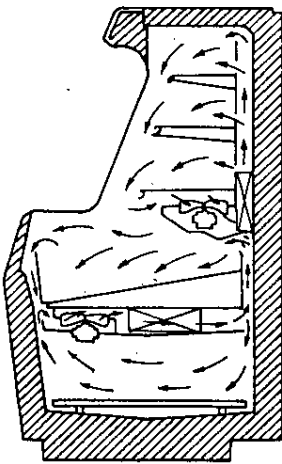
Các tủ và quầy hờ chủ yếu dùng để trưng bày và bán các mặt hàng như thịt, cá, gia cầm đông lạnh hoặc kem trong các cửa hàng tự phục vụ. Phạm vi nhiệt độ gồm cả lạnh trên 0°C và đông -18 đến -24°C (hình 8-11).

Các giá lạnh đông hờ là các giá trưng bày và bán các mặt hàng lạnh như bơ, sữa, phomát, rau quả hoặc các hàng đông như thịt, cá, gà, gia cầm, kem (hình 8-12).



Hình 8-11 : Tủ lạnh hờ, dàn lạnh quạt (Hãng Tyler USA)

1 - Dàn lạnh ; 2 - Quạt ; 3 - Kênh gió với các tấm dẫn hướng ; 4 - Lổ gió ra với tấm dẫn hướng ; 5 - Lổ hút gió với tấm dẫn hướng ; 6 - Vùng giữ lạnh với màn khí



Hình 8-12 : Giá lạnh đồng để bày bán thực phẩm kiểu hờ với dàn lạnh quạt và cách bố trí tuần hoàn gió tạo màn khí

So với các loại tủ quây kín, các loại tủ quây hờ chịu ảnh hưởng nhiều hơn của không khí bên ngoài. Không khí bên ngoài không phải đứng im mà còn bị khuấy động mạnh do dòng người đi lại, hơn nữa khách hàng còn chọn hàng, lấy ra, bỏ vào... phá vỡ màn khí bảo vệ khoang nhiệt độ lạnh. Tổn thất này càng lớn khi nhiệt độ bên ngoài càng cao và độ ẩm càng lớn. Ở Mỹ, do tất cả các cửa hàng và siêu thị được điều hoà nhiệt độ nên các thông số không khí bên ngoài tủ tương đối thuận lợi, nhiệt độ 25°C và độ ẩm tương đối 50%, entanpi khoảng 50kJ/kg. Ở điều kiện Việt Nam, các thông số không khí bên ngoài tủ có thể tới 33°C và 85%, entanpi khoảng 108kJ/kg. Như vậy tổn thất nhiệt ở cùng điều kiện ở Việt Nam hơn gấp đôi ở Mỹ.

Đối với các tủ, quây, giá hờ lượng nhiệt tổn thất từ ngoài vào là khá lớn và chủ yếu do hai yếu tố :

- Tổn thất bức xạ do nhiệt độ chênh lệch giữa bên ngoài và bên trong.
- Tổn thất do động ẩm từ môi trường vào dàn lạnh do sự khuếch tán ẩm từ ngoài môi trường vào, nguyên nhân chính là do sự chênh lệch phân áp suất hơi nước ở ngoài và ở trong không gian lạnh. Chính vì lý do đó nên công suất lạnh yêu cầu cao hơn.

Bảng 8-4. Giới thiệu kết quả thử nghiệm của một số tủ, quây lạnh và đông hờ. Nói chung, với cùng thể tích, các tủ, quây hờ yêu cầu công suất lạnh cao hơn loại kín khoảng ba lần.

Bảng 8-4 : Năng suất lạnh yêu cầu đối với quầy hờ ở nhiệt độ bên ngoài 32°C và tính toán với 16h chạy máy

| Kiểu | Dung tích, l | Nhiệt độ bên trong, °C | Nhiệt độ bay hơi, °C | Năng suất lạnh | |
|-------------------------------|--------------|------------------------|----------------------|----------------|--------|
| | | | | W | kcal/h |
| Thùng đông bán thực phẩm đông | { 750 | -18 | -31 | 645 | 750 |
| | { 1100 | -18 | -31 | 946 | 1100 |
| Thùng đông bán kem | { 750 | -24 | -31 | 817 | 950 |
| | { 1100 | -24 | -31 | 1204 | 1400 |
| Quầy lạnh bán thịt | { 450 | -1 | -12 | 817 | 950 |
| | { 700 | -1 | -12 | 1247 | 1450 |
| Quầy lạnh bán rau quả | { 600 | +2 | -7 | 946 | 1100 |
| | { 900 | +2 | -7 | 1376 | 1600 |

8.4.4. Các loại thiết bị lạnh thương nghiệp khác

Như đã giới thiệu, cùng với sự phát triển của các ngành thương nghiệp khác nhau, người ta đã phát triển rất nhiều các loại thiết bị lạnh thương nghiệp để đáp ứng yêu cầu của từng ngành riêng lẻ, chính vì vậy các loại tủ, quầy, giá lạnh và đông vô cùng phong phú và đa dạng. Ngoài những dạng như đã trình bày ở trên còn các loại tủ, quầy dùng trong các căng tin, nhà ăn, các loại tủ làm lạnh sữa, các quầy làm kem cốc, kem que, các loại máy làm đá mảnh, đá vẩy, đá ống, đá thổi nhỏ phục vụ cho cửa hàng giải khát, quán bar hoặc tiệm ăn..., các loại quầy lạnh tự động bán thực phẩm lạnh, nước giải khát, bia, sữa...

8.5. Kho lạnh thương nghiệp

Kho lạnh cố định là các loại buồng lạnh nhỏ thương nghiệp được xây dựng cố định trong phòng hay trong toà nhà của xí nghiệp thương nghiệp. Phương pháp xây dựng, bảo ôn cách nhiệt, cách ẩm như đã giới thiệu ở chương 2, tuy nhiên dung tích các buồng lạnh chỉ đạt đến vài chục mét khối nhằm bảo quản ngắn hạn các mặt hàng thực phẩm trước khi đưa ra bán buôn và bán lẻ. Kho lạnh cố định cũng có quy hoạch mặt bằng sao cho phù hợp nhất để bảo quản được nhiều mặt hàng khác nhau ở các chế độ nhiệt độ khác nhau.

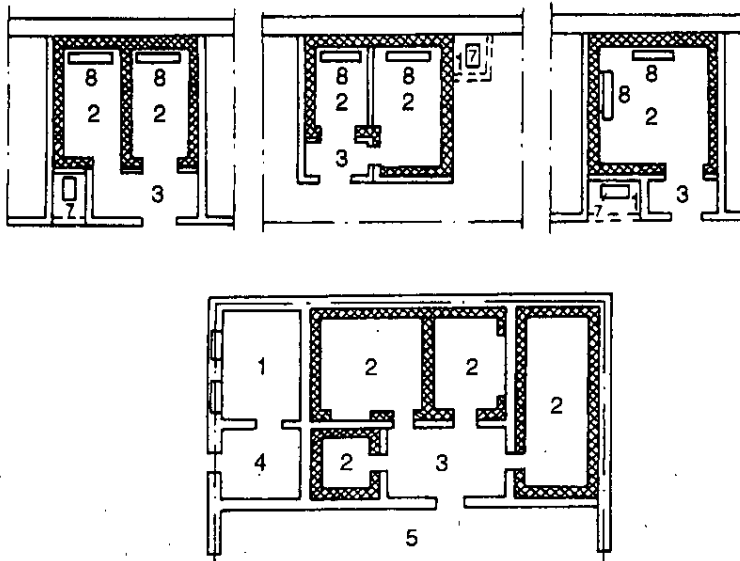
Các kho lạnh thương nghiệp và các kho lạnh của các nhà ăn tập thể là các kho có từ một đến năm buồng.

Để hạn chế nhiệt tổn thất, các buồng lạnh thường được bố trí cùng với nhau, có một buồng đệm chung để mở cửa vào tất cả các buồng nếu như kết cấu xây dựng sẵn cho phép.

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

Diện tích buồng lạnh nhỏ nhất không dưới 5m², rộng không dưới 2m và cao không dưới 2,4m. Tỷ lệ giữa chiều dài và rộng không được vượt quá 1 : 2,5, chiều rộng hành lang đệm không nhỏ hơn 1,4m. Trong các buồng có diện tích nhỏ hơn 20m² không được phép có cột gây khó khăn cho việc sử dụng.

Hình 8-13 giới thiệu một số phương án mặt bằng các kho lạnh thương nghiệp.



Hình 8-13 : Một số phương án mặt bằng các kho lạnh thương nghiệp

1 - Buồng máy ; 2 - Buồng lạnh ; 3, 4 - Buồng đệm ; 5 - Buồng-kê (không được làm lạnh) ;
7 - Máy lạnh ; 8 - Dàn lạnh

Các buồng lạnh thương nghiệp thường được trang bị máy lạnh freôn, làm việc hoàn toàn tự động : Tự động khống chế nhiệt độ buồng lạnh, tự động phá băng, tự động điều khiển và bảo vệ. Thiết bị ngưng tụ có thể là dàn quạt làm mát bằng không khí hoặc bình ngưng làm mát bằng nước. Máy nén có thể là loại kín, nửa kín hoặc hở. Dàn lạnh đa số là dàn quạt.

Đôi khi người ta vẫn dùng máy lạnh amôniac, nhưng để an toàn thực phẩm thường phải dùng vòng tuần hoàn hoàn toàn là nước muối.

Buồng máy nên để phía sau hoặc bên buồng lạnh. Nếu phải đặt phía trước cạnh buồng đệm thì phải có tường ngăn tránh hơi nóng dàn ngưng ảnh hưởng đến buồng lạnh. Không khí nóng dàn ngưng phải bố trí cho thải ra ngoài tránh bị quần trong phòng máy.

8.6. Buồng lạnh lắp ghép

Buồng lạnh lắp ghép là các buồng lạnh được lắp ghép từ các tấm tiêu chuẩn chế tạo sẵn. Cũng như các thiết bị lạnh thương nghiệp và kho lạnh cố định, buồng lạnh lắp ghép dùng để bảo quản ngắn hạn thực phẩm trước khi đưa ra bán buôn, bán lẻ. Ngoài nhiệm vụ đó, ngày nay buồng lạnh lắp ghép còn được sử dụng rộng rãi ở rất nhiều nơi như trong các nhà hàng, khách sạn, tại các cơ sở chế biến thực phẩm như tôm, cá... đông lạnh, tại các xí nghiệp giống cây trồng, giống tằm, chăn nuôi gia súc, gia cầm, sản xuất bia địa phương v.v...

Các buồng lạnh lắp ghép nhỏ có dung tích 4 ÷ 5 tấn, nhưng những buồng lạnh lắp ghép lớn có thể có dung tích đến hàng nghìn thậm chí hàng vạn tấn để đáp ứng các nhu cầu rất đa dạng về kích thước cũng như nhiệt độ trong kho (xem mục 2.7.2).

Chương 9

SẢN XUẤT VÀ SỬ DỤNG NƯỚC ĐÁ

9.1. Tính chất vật lý và phân loại nước đá

9.1.1. Tính chất vật lý của nước đá ở 0°C và áp suất 0,98bar là :

Nhiệt độ nóng chảy : $t_r = 0^\circ\text{C}$,

Nhiệt lượng nóng chảy : $q_r = 333,6\text{kJ/kg}$ (79,8kcal/kg),

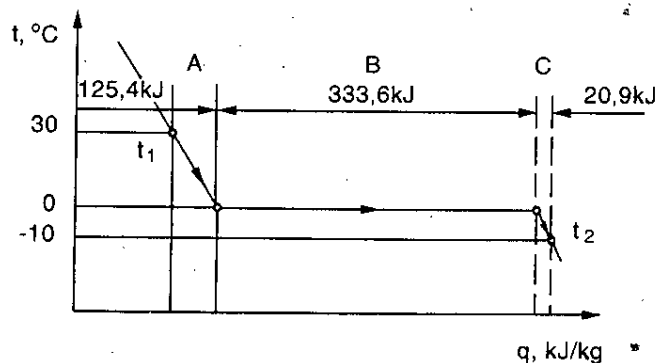
Nhiệt dung riêng : $C_{pd} = 2,09\text{kJ/kgK}$ (0,5kcal/kgK),

Hệ số dẫn nhiệt : $\lambda_d = 2,326\text{ W/mK}$ (2kcal/mh độ),

Khối lượng riêng trung bình 900kg/m^3 .

Khi nước đóng băng thành nước đá, thể tích của nó tăng 9%. Nước đá được sử dụng để làm lạnh vì có khả năng nhận nhiệt của môi trường xung quanh và tan ra thành nước ở nhiệt độ 0°C.

Lượng lạnh cần thiết để biến một kg nước ở nhiệt độ ban đầu t_1 thành nước đá có nhiệt độ t_2 là (hình 9-1) :



Hình 9-1 : Quá trình làm đá
 A - Quá trình hạ nhiệt độ từ t_1 xuống 0°C
 B - Quá trình hoá rắn ở 0°C
 C - Quá trình quá lạnh xuống t_2

$$q = C_{pn}(t_1 - 0^\circ\text{C}) + q_r + C_{pd}(0^\circ\text{C} - t_2), \text{kJ/kg}$$

$$q = C_{pn}t_1 + q_r + C_{pd}|t_2|, \text{kJ/kg}.$$

$$C_{pn} = 4,18 \text{ kJ/kgK} \text{ nhiệt dung riêng của nước.}$$

Nếu nhiệt độ $t_1 = +30^\circ\text{C}$; $t_2 = -10^\circ\text{C}$ thì :

$$q = 125,4 + 333,6 + 20,9$$

$$q = 479,9\text{kJ/kg} (= 114,8\text{kcal/kg}).$$

9.1.2. Phân loại nước đá

Theo thành phần nguyên liệu ban đầu người ta phân nước đá nhân tạo ra các loại nước đá từ nước ngọt (nước lã, nước sôi, nước nguyên chất), nước đá từ nước biển và nước đá từ nước muối ; nước đá từ nước sát trùng và kháng sinh.

Trong công nghệ sản xuất nước đá từ nước ngọt, người ta đòi hỏi những yêu cầu đặc biệt đối với nguyên liệu (nước), sản phẩm (nước đá) cũng như đối với thiết bị và quá trình sản xuất.

Từ nước ăn lấy ở mạng nước thành phố người ta sản xuất nước đá đục khối lượng riêng 890 đến 900kg/m³ và nước đá trong khối lượng riêng 910 đến 917kg/m³ ở nhiệt độ từ -8 đến -25°C. Nước đá đục có màu trắng vì trong đó có ngậm các bọt không khí và tạp chất, khi tan để lại chất lỏng. Nước đá trong là trong suốt và có màu phớt xanh, khi tan không để lại chất lỏng.

Thông thường, nguồn nước phải đảm bảo các yêu cầu sau : số lượng vi khuẩn trong nước không quá 100 con/ml, vi khuẩn đường ruột không quá 3 con/l, chất khô cho phép là 1g/l, độ cứng chung của nước không quá 7mg/l, độ đục theo hàm lượng các hạt lơ lửng không quá 1,5mg/l, hàm lượng sắt không quá 0,3 mg/l, nồng độ cho phép của các ion hydro trong khoảng 6,5 ÷ 9,5.

Những chỉ tiêu trên đây được áp dụng cho nước để sử dụng cho các mục tiêu kỹ thuật.

Nước đá dùng để uống phải đảm bảo điều kiện vệ sinh như đối với các thực phẩm tiêu dùng trực tiếp. Đối với nước đá trong được sản xuất ở gần -10°C thì hàm lượng tạp chất cho phép giới thiệu ở bảng 9-1. Ảnh hưởng của tạp chất đến chất lượng của nước đá được giới thiệu ở bảng 9-2.

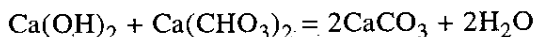
Khi độ pH > 7 và trong nước có các loại muối canxi, magiê và đặc biệt là natri cacbonat thì cây đá sẽ giòn, dễ gãy và vì vậy nên làm nước đá đóng băng ở -8°C và làm tan giá ở 20°C. Điều kiện bình thường là -10°C và 35°C.

Bảng 9-1 : Hàm lượng tạp chất đối với nước đá trong sản xuất ở gần -10°C

| Tạp chất | Hàm lượng tối đa |
|---|------------------|
| Hàm lượng muối chung, mg/l | 250 |
| Sunfat +0,75 clorua + 1,25 natri cacbonat, mg/l | 170 |
| Muối cứng tạm thời, mg/l | 70 |
| Sắt, mg/l | 0,04 |
| Tính ôxi hoá O ₂ , mg/l | 3 |
| Nồng độ ion hydro (pH) | 7 |

Để đảm bảo chất lượng nước đá làm bằng nước có tạp chất lớn, nên tăng cường độ chuyển động của nước lên 2 ÷ 3 lần so với bình thường, nâng nhiệt độ đóng băng lên -6 đến -8°C, tốt nhất là làm sạch băng bằng phương pháp kết tinh chậm ở -2 đến -4°C.

Nếu không thực hiện các biện pháp trên thì có thể làm mềm nước : Tách cacbonat canxi, magiê, sắt, nhôm ra khỏi nước bằng vôi là quá trình hoá học giản đơn ví dụ như đối với canxi :



Khi đó, các chất hữu cơ đọng lại cùng với các hợp chất cacbonat. Sau đó, nước đã được gia công bằng vôi, được lọc qua cát thạch anh. Đến đây, nước đã đảm bảo các chỉ tiêu chung, nhưng còn chứa sắt. Trước khi lọc cần bổ sung thêm một ít vôi nữa. Khi cho nước ngậm khí, sắt thường kết hợp với CO₂ tạo thành cặn và dễ dàng bị tách ra.

Có thể lọc nước dễ dàng bằng cát thạch anh hay bằng nhôm sunfat. Phương pháp này không những đảm bảo làm mềm nước, tích tụ các chất hữu cơ và vôi mà còn chuyển hoá

bicacbonat thành sunfat, kết quả là giảm được tính giòn và do đó có thể hạ được nhiệt độ đóng băng trong khuôn đá từ $-8/-10^{\circ}\text{C}$ đến $-12/-14^{\circ}\text{C}$. Như vậy cần giữ độ pH trong nước ở mức 7 để giảm tính giòn của nước đá.

Bảng 9-2 : Ảnh hưởng của tạp chất đến chất lượng nước đá

| Tạp chất | Ảnh hưởng đến chất lượng nước đá | Kết quả chế biến nước |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|
| Cacbonat canxi CaCO_3 | - Tạo thành chất lắng bản thường ở phần dưới và giữa cây đá làm nứt ở nhiệt độ thấp | Tách ra được |
| Cacbonat magiê MgCO_3 | - Tạo thành chất lắng bản và bột khí. Làm nứt ở nhiệt độ thấp | Tách ra được |
| Ôxit sắt | - Cho chất lắng màu vàng hay màu nâu và nhuộm màu chất lắng canxi và magiê | Tách ra được |
| Ôxit silic và ôxit nhôm | Cho chất lắng bản | Tách ra được |
| Chất lơ lửng | - Cho cặn bản | Tách ra được |
| Sunfat natri clorua và sunfat canxi | - Tạo ra các vết trắng, tập trung ở lõi, làm cho lõi đục và kéo dài thời gian đóng băng. Không có chất lắng | Không thay đổi |
| Clorua canxi và sunfat magiê | - Cho chất lắng xanh nhạt hay xám nhạt, tập trung trong lõi, kéo dài thời gian đóng băng và tạo ra lõi không trong suốt cao | Biến đổi thành sunfat canxi |
| Clorua magiê | - Thường biểu hiện dưới dạng các vết trắng. Không có cặn | Biến đổi thành clorua canxi |
| Cacbonat natri | - Một lượng nhỏ cũng dễ làm nứt ở nhiệt độ dưới -9°C . Tạo ra các vết màu trắng, tập trung ở lõi, kéo dài thời gian đóng băng. Tạo ra độ đục cao. Không có cặn | Biến đổi thành cacbonat natri. |

9.1.3. Nước đá đục

Nước đá đục còn gọi là nước đá kỹ thuật. Nước đá đục (không trong suốt) là do trong nước có tạp chất. Những tạp chất này có thể là các chất khí, lỏng và rắn.

Ở nhiệt độ 0°C và áp suất 0,98 bar, nước có thể hoà tan tổng cộng 29,2mg/l, nghĩa là trong nước có thể hoà tan tới 0,03% thể tích không khí. Khi đóng băng, những chất khí tách ra, tạo thành các bọt khí và bị ngậm giữa các tinh thể đá. Mặc dầu không khí trong suốt nhưng do bị phản xạ toàn phần nên nước đá không trong suốt và có màu trắng đục.

Nước thường chứa các loại muối hoà tan, chủ yếu là muối canxi và magiê. Ngoài ra còn có các tạp chất rắn không hoà tan trong nước như cát, bùn nằm lơ lửng trong nước, chúng cũng nằm trong nước đá. Khi đóng băng, các tinh thể đá có xu hướng đẩy các tạp chất, cặn bản và không khí ra, càng vào giữa cây đá các tạp chất càng nhiều và dần dần chúng bị ngậm giữa các tinh thể đá làm cho nước đá có màu trắng đục như sữa hoặc màu trắng nhạt.

9.1.4. Nước đá trong suốt

Như đã giới thiệu, quá trình nước đóng băng có hiện tượng tự làm sạch nước nghĩa là nước khi đóng băng xảy ra quá trình tách các cặn bản và các thành phần khác ra khỏi các tinh thể đá đang hình thành. Nếu những tạp chất này được lấy ngay khỏi bề mặt tinh thể thì có thể loại trừ được những tạp chất đó khỏi bị ngậm giữa các lớp đá đang hình thành.

Khi đó nước đá sẽ trong suốt. Thường để sản xuất nước đá trong suốt, người ta sử dụng phương pháp thổi khí vào đáy khuôn đá. Riêng phần tâm cây đá vẫn đục vì cần bản đục lại.

9.1.5. Nước đá pha lê

Nước đá pha lê (tinh thể) được sản xuất từ nước đã khử muối hoàn toàn và khử khí cần thận khi tạo đá. Trước đây người ta chỉ sản xuất nước đá pha lê từ nước cất. Ngày nay nước đá pha lê được sản xuất từ nước khử muối hoàn toàn bằng phương pháp hoá học nhờ các thiết bị trao đổi ion. Khối nước đá pha lê hoàn toàn trong suốt cho đến tâm. Khi tan, nước đá không để lại cặn bẩn vì toàn bộ khối đá là đồng nhất và không có cặn bẩn. Chính vì vậy nước đá pha lê được ưa chuộng sử dụng khi nước đá tiếp xúc trực tiếp với thực phẩm bảo quản. Nước đá pha lê khi xay nhỏ rất dễ lấy vì ít bị dính. Nước đá pha lê có thể được sản xuất ngay ở các máy đá nhỏ với điều kiện tốc độ nước trên bề mặt đóng băng đủ lớn và nước được khử muối đạt yêu cầu. Khối lượng riêng của nước đá pha lê vào khoảng 910 đến 920 kg/m³.

9.1.6. Một số loại nước đá khác

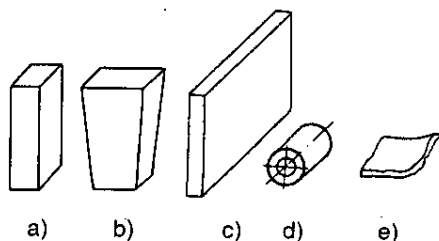
1. Nước đá thực phẩm. Nguyên liệu là nước đảm bảo tiêu chuẩn thực phẩm về tạp chất, và về vi khuẩn, đặc biệt vi khuẩn đường ruột. Ngoài ra khi sản xuất nước đá thực phẩm, phải đảm bảo tất cả các quy định về vệ sinh thực phẩm yêu cầu. Nước đá trong suốt và nước đá pha lê được ưa chuộng hơn nước đá đục.

2. Nước đá khử trùng. Nước đá khử trùng được sản xuất từ nước đã khử trùng bằng hoá chất như hypoclorit canxi, nitrat natri... Đôi khi người ta cho thêm các chất kháng sinh như clotetracyclin 0,0001 đến 0,0005%. Nước đá khử trùng dùng chủ yếu trong công nghiệp cá để chuyên chở và bảo quản cá tươi. Dùng nước đá khử trùng có chất kháng sinh có thể tăng thời hạn bảo quản cá lên 1,5 lần.

3. Nước đá từ nước biển. Nước đá từ nước biển được sản xuất từ nước biển có nồng độ cao chủ yếu sử dụng trong công nghiệp cá để chuyên chở và bảo quản cá tươi khi đánh bắt ngoài biển. Nhờ độ mặn cao nên nhiệt độ nóng chảy thấp hơn 0°C nên chất lượng bảo quản cá cao hơn và thời hạn bảo quản kéo dài có khi đến 2 ÷ 3 lần.

9.1.7. Hình dạng nước đá

Nước đá đôi khi cũng được phân loại theo hình dáng như nước đá khối, nước đá tấm, nước đá thỏi, nước đá ống, nước đá mảnh và nước đá tuyết... tùy theo công nghệ và thiết bị sản xuất chúng (h.9-2).



Hình 9-2 : Một vài dạng nước đá :
a, b) Nước đá khối ; c) Nước đá tấm ;
d) Nước đá ống ; e) Nước đá mảnh

Nước đá khối có dạng hình hộp chữ nhật hay hình chóp cụt. Nói chung nước đá khối được sản xuất bằng cách cho nước đóng băng trong các khuôn hở. Khuôn hình chóp cụt được sử dụng rộng rãi hơn vì dễ lấy đá ra khỏi khuôn. Độ chóp khoảng 2 ÷ 4%. Tỷ lệ các cạnh là 1 : 2, hãn hữu là 1 : 1. Chiều cao các khuôn từ 800 đến 1200mm. Khối lượng tiêu chuẩn là 5 ; 12,5 ; 25 ; 50 ; 100 ; 150 ; 200 ; 300 kg. Các khuôn chứa khoảng 80% thể tích.

Giới hạn này xuất phát từ hai lý do : khi đông thành đá nước đá tăng thể tích lên khoảng 9% và để môi trường lạnh (nước muối) ngập toàn bộ chiều cao cây đá.

Nước đá tấm (h.9-2c) : chiều dài 3 ÷ 6m, chiều cao 2 ÷ 3m, dày 250 ÷ 300mm, khối lượng 1,5 đến 5,5 tấn được sản xuất bằng cách phun nước lạnh lên các tấm bay hơi có kích thước tương tự. Khi đủ độ dày yêu cầu người ta nâng nhiệt độ tấm bay hơi và tấm đá được tách ra.

Nước đá ống (h.9-2d) là các thỏi đá hình trụ rỗng, được sản xuất trong các ống $\phi 57 \times 3,5$ hoặc $\phi 38 \times 3$ mm, do đó nước đá ống có kích thước $\phi 50$ hay $\phi 32$ rỗng. Các ống nước đá này được dao cắt tự động ra các thỏi có chiều cao 30 ÷ 100mm.

Nước đá mảnh : kích thước hình dạng rất khác nhau, có độ dày 0,5 đến 5mm, được sản xuất trên bề mặt thùng quay và sau đó dùng dao tách ra.

Nước đá tuyết : là loại nước đá xốp như tuyết được sản xuất trong thiết bị đá tuyết.

9.2. Một số phương pháp sản xuất nước đá

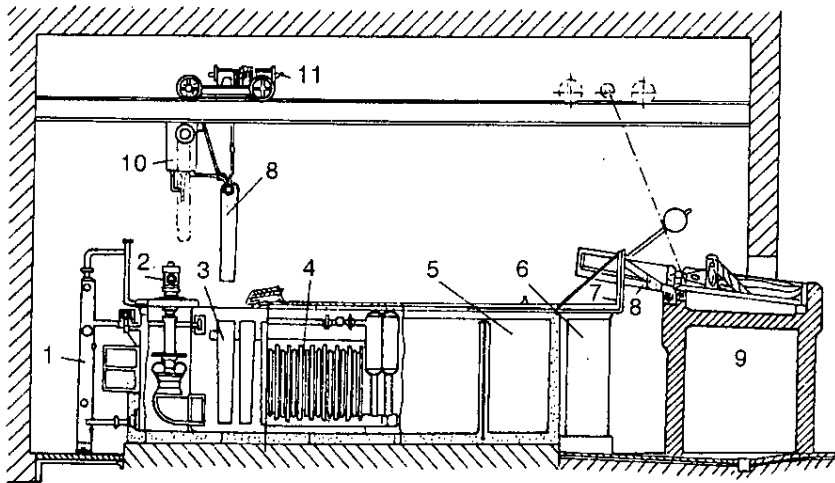
9.2.1. Bể nước đá khối

1. Bể nước đá đục. Bể nước đá khối được sử dụng từ rất lâu và hiện nay vẫn được sử dụng rộng rãi. Bảng 9-3 giới thiệu kích thước các cây đá tiêu chuẩn.

Bảng 9-3 : Thông số cơ bản các loại đá khối tiêu chuẩn

| Khối lượng, kg | Tiết diện trên mm × mm | Tiết diện dưới mm × mm | Chiều cao mm | | Thời gian làm đá, h ở -7°C |
|----------------|---------------------------|---------------------------|--------------|------|---|
| | | | Chuẩn | Tổng | |
| 5 | 190 × 85 | 160 × 55 | 615 | 630 | 1 ÷ 1,2 |
| 5 | 180 × 80 | 160 × 60 | 505 | 515 | 1 ÷ 1,2 |
| 7 | 200 × 80 | 190 × 70 | 650 | 665 | 1 ÷ 1,5 |
| 10 | 190 × 110 | 160 × 80 | 835 | 850 | 2,2 ÷ 2,5 |
| 12,5 | 190 × 110 | 160 × 80 | 1101 | 1115 | 7 ÷ 9 |
| 25 | 245 × 150 | 217 × 137 | 1101 | 1115 | 18 ÷ 20 |
| 25 | 190 × 190 | 160 × 160 | 1101 | 1115 | 20 ÷ 22 |
| 50 | 380 × 190 | 340 × 160 | 1101 | 1115 | 40 ÷ 45 |
| 150 | 280 × 560 | 254 × 534 | | 1270 | 55 ÷ 60 |
| 200 | 280 × 560 | 254 × 534 | | 1650 | 65 ÷ 70 |

Hình 9-3 giới thiệu kết cấu của một bể đá thông dụng. Bể nước muối được chia làm hai ngăn, ngăn lớn để bố trí các khuôn đá còn ngăn nhỏ để bố trí dàn bay hơi làm lạnh nước muối. Trong bể có bố trí một bơm nước muối tuần hoàn mạnh từ dàn bay hơi ra làm lạnh khuôn rồi lại quay lại dàn bay hơi. Bơm nước muối bố trí thẳng đứng để tránh rò rỉ nước muối ra ngoài. Dàn bay hơi kiểu ống đứng hoặc kiểu xương cá có khả năng tăng khả năng trao đổi nhiệt lên đáng kể. Các khuôn đá được ghép lại với nhau thành linh đá suốt chiều ngang của bể, thường từ 10 đến 15 khuôn. Các linh đá không phải đứng im trong bể mà chuyển động từ đầu này đến đầu kia của bể nhờ cơ cấu chuyển động xích. Khi một linh đá kết đông xong và được nhắc ra khỏi bể thì cơ cấu xích chuyển động dồn tất cả các linh đá lên chừa ra phía cuối bể một khoảng hở vừa đủ để đặt linh đá đã đổ đầy nước mới vào. Chuyển động giữa nước muối tuần hoàn và linh đá là ngược chiều.



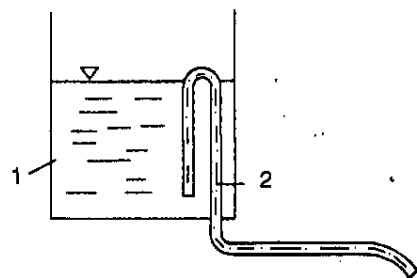
Hình 9-3 : Bể đá khối

1 - Ống cân bằng ; 2 - Bơm nước muối ; 3 - Khuôn đá ; 4 - Dàn bay hơi ống đứng ; 5 - Bể nước muối ; 6 - Bể tan giá ; 7 - Cơ cấu lật ; 8 - Linh đá ; 9 - Bàn trượt đá ; 10 - Máng rót nước ; 11 - Cầu trục chạy điện

Khi đá đã kết đông trong khuôn, toàn bộ linh đá được cầu trục nâng ra khỏi bể và thả vào bể làm tan giá. Các khuôn đá nóng lên, lớp băng dính khối đá với khuôn tan ra, cầu trục sẽ nâng linh đá lên đặt vào cơ cấu lật. Do tự trọng, linh đá lật và các khối đá trượt lên bàn trượt đá để vào kho chứa đá, còn linh đá được cầu trục đưa đến máng rót nước. Máng rót nước tự động nhiều vòi có định lượng rót đồng thời cho tất cả các khuôn đá lượng nước đã định trước. Sau khi rót nước xong linh đá được đặt vào đầu bể vị trí mà cơ cấu chuyển động xích vừa đẩy toàn bộ các linh đá dịch ra. Hình 9-4 giới thiệu cơ cấu rót. Đoạn ống cong có tác dụng giữ nước đầy máng khi bình nằm ngang và rót toàn bộ nước trong bình ra khi máng lệch nghiêng một góc nhỏ.

Máy lạnh phục vụ cho bể muối thường là máy lạnh amoniác một cấp, thiết bị ngưng tụ là bình ngưng ống chùm, dàn ngưng tụ bay hơi hay dàn tưới. Dàn bay hơi là kiểu ống đứng hoặc dàn xương cá, có cấu tạo để tạo ra dòng chảy rối tăng cường trao đổi nhiệt.

Nước muối thường sử dụng là loại nước muối ăn NaCl hoặc clorua canxi CaCl_2 và đôi khi MgCl_2 . Các loại nước muối này đều có tính ăn mòn cao đặc biệt NaCl, do đó CaCl_2 và MgCl_2 được sử dụng nhiều hơn. Độ pH của dung dịch nên duy trì ở 7 đến 8 để hạn chế ăn mòn. Ở Mỹ người ta hay sử dụng bicrômát hoà vào nước muối để chống ăn mòn, nhưng cần cân nhắc vì chất này có tính ăn mòn da.



Hình 9-4 : Cơ cấu rót

1 - Máng nước ; 2 - Vòi rót

2. Sản xuất nước đá trong suốt. Nước đá trong suốt được sản xuất từ nước sạch các muối. Thường xử lý hoá chất cho nước bằng cách cho Ca(OH)_2 các muối Na_2CO_3 hoặc

$Al_2(SO_4)_3$, các chất vô cơ hoà tan trong nước sẽ biến thành các chất không tan và ngưng đọng lại thành bùn. Celle và Anthenrieth đã xác định các giới hạn cho phép để sản xuất nước đá trong như giới thiệu trong bảng 9-4.

Bảng 9-4 : Các giới hạn cho phép để sản xuất nước đá trong suốt

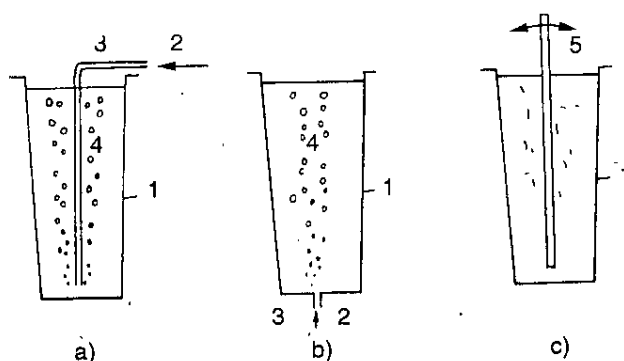
| Hoá chất | Giới hạn cho phép |
|--|---|
| Cacbonat canxi hoặc magiê nói chung | - Đến 70mg/l không cần xử lý với $Ca(OH)_2$, nhưng nên xử lý với $Al_2(SO_4)_3$ để biến chúng thành các sunfat ít nguy hiểm hơn. - Trên 70mg/l, cần xử lý $Ca(OH)_2$ để hàm lượng của nó xuống đến 30+40mg/l |
| Ôxit sắt | Cần xử lý với $Ca(OH)_2$ ngay ở hàm lượng 0,2mg/l, nếu không sẽ bị biến màu do sắt gây ra. |
| Sunfat canxi Sunfat magiê Clorit canxi Clorit magiê Sunfat natri Clorit natri Cacbonat natri | Cacbonat natri có hại gấp 1,25 lần sunfat và clorit chỉ có hại bằng 0,75 lần sunfat. Do đó hàm lượng chung Gr được tính theo công thức : $Gr = \text{sunfat} + 0,75 \text{ clorit} + 1,25 \text{ cacbonat natri}$ Nếu $Gr = 170\text{mg/l}$ có thể sản xuất đá loại một với nhiệt độ nước muối trung bình và có thổi không khí khuôn. Nếu $Gr = 170 - 350\text{mg/l}$: đá loại tốt ; thổi không khí vào khuôn mạnh và nhiệt nước muối không thấp hơn -8°C . Nếu $Gr > 350\text{mg/l}$: khó sản xuất nước đá trong Nếu $Gr > 700\text{mg/l}$: không thể sản xuất nước đá trong |

Ngoài tiêu chuẩn về nước, muốn sản xuất nước đá trong suốt cần phải khuấy để cặn bẩn và bọt khí bám trên bề mặt hình thành đá tách ra. Hình 9-5 giới thiệu ba phương pháp khuấy bề mặt kết đông đá để sản xuất đá trong suốt.

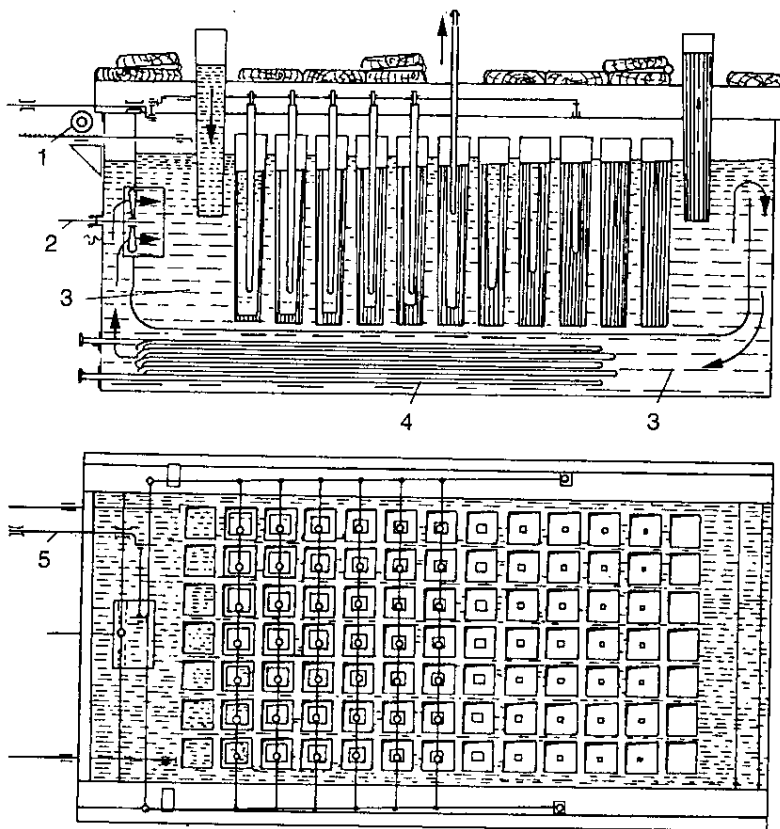
Phương pháp áp thấp là sử dụng khí nén ở áp suất thấp 0,2 đến 0,25 bar áp suất dư, thổi vào giữa khuôn và khi đá đông gần đến giữa khuôn phải rút ống phun khí ra. Khi đầu ống bị đóng băng phải dùng nước nóng hoặc hơi phun vào để nhỏ ống ra. Khí nén thổi theo phương pháp này không cần khử ẩm triệt để.

Phương pháp áp cao là sử dụng khí nén ở áp suất cao hơn từ 1,5 đến 2 bar áp suất dư. Sử dụng phương pháp này người ta khắc phục được nhược điểm là phải rút ống phun ra kịp thời của phương pháp áp thấp. Tuy nhiên ở đây lại xuất hiện nhược điểm là mũi phun nằm trong nước muối, rất dễ tắc do nước, ẩm trong khí nén đóng băng bịt kín. Do đó khí nén áp cao phải được khử ẩm triệt để.

Phương pháp thứ 3 tương đối đơn giản là dùng một que gỗ khuấy, nhưng cũng phải kịp thời rút que ra, nếu không que sẽ bị đóng băng vào khối đá. Hình 9-6 giới thiệu cơ cấu khuấy kiểu này được Linde (Đức) sử dụng vào năm 1881. Khoảng gần một nửa số khuôn đá được bố trí cơ cấu khuấy. Các cơ cấu khuấy được bố trí cho tất cả các khuôn của một linh đá.



Hình 9-5 : Phương pháp khuấy để sản xuất đá trong suốt
a) Phương pháp áp thấp ; b) Phương pháp áp cao ; c) Phương pháp khuấy
1 - Khuôn đá ; 2 - Khí thổi vào ; 3 - Vòi phun ; 4 - Bọt khí ; 5 - Que lắc



Hình 9-6 : Cơ cấu lác để sản xuất nước đá trong suốt

- 1 - Cơ cấu đẩy linh đá ; 2 - Máy khuấy ; 3 - Nước muối ; 4 - Dàn bay hơi ;
5 - Cơ cấu truyền động của cơ cấu lác

Hai đầu được lắp vào hai que lác truyền động từ một cơ cấu lác với tốc độ 40 đến 50 lần/ph. Do được cố định một đầu ở thành bể nên cơ cấu lác ở mỗi linh có độ dày đóng băng khác nhau, có biên độ khác nhau phù hợp. Khi đá kết đông gắn vào đến tâm thì cơ cấu lác phải được lấy ra khỏi khuôn đá để không bị đóng băng vào khuôn đá. Khoảng nước đá còn lại ở tâm là nước đá đục. Có thể cải thiện lượng nước đá này bằng cách tháo lượng nước còn lại đó ra và thay vào lượng nước sạch mới vào.

Nước đá pha lê. Nước đá pha lê là nước đá hoàn toàn trong suốt được sản xuất từ nước cất hoặc nước được xử lý nghiêm ngặt khỏi các tạp chất khác. Nhưng do giá thành đắt và ít thông dụng nên hầu như nước đá pha lê ít có ý nghĩa thực tế.

3. Nước đá tấm. Nước đá tấm là loại nước đá khối có kích thước dài $3 \div 4$ m, cao $2 \div 2,5$ m, dày $0,25 \div 0,35$ m, nặng $3 \div 4$ tấn. Ưu điểm cơ bản là có thể bảo quản lâu, khó tan. Khi sử dụng phải dùng cưa để cưa nhỏ hoặc đập nhỏ.

Nước đá tấm được sản xuất trong một khuôn kiểu tấm có chiều dài, rộng và cao tương tự kích thước tấm đá cần sản xuất. Chung quanh là áo nước muối bố trí kiểu hai vỏ. Khuôn sẽ được đổ đầy nước và được kết đông thành tấm nước đá. Sau khi tấm tấm kết đông lại với nhau thành một tấm nước đá liền thì người ta cho nước muối nóng vào để làm tan giá lớp nước đá dính vào khuôn và tấm đá được cẩu ra ngoài nhờ những móc bằng thép đã bố trí kết

đông liền khối nước đá. Nếu chỉ kết đông từ một phía thì thời gian sẽ kéo dài, tuy nhiên có thể tránh được tâm tấm đá bị dồn đẩy các tạp chất và tâm bị đục. Cũng có thể sử dụng phương pháp thổi khí vào đáy tấm kết hợp với thay nước tâm tấm để đạt độ trong suốt cao hơn cho tấm đá.

Có thể bố trí môi chất lạnh sôi trực tiếp trong không gian giữa hai vỏ. Khi làm tan giá phải dùng hơi nóng tương tự khi phá băng cho dàn lạnh.

Thời gian để sản xuất một tấm đá tùy theo chiều dày có thể lên tới 6 đến 12 ngày.

4. Năng suất lạnh yêu cầu và thời gian làm đá. Công suất lạnh yêu cầu là tổng lượng lạnh cấp cho :

- Nước để hạ nhiệt độ xuống 0°C , hoá đá và làm quá lạnh xuống khoảng -5°C
- Đương lượng nhiệt của bơm, khuấy,
- Nhiệt tổn thất từ ngoài môi trường vào bể đá qua vách cách nhiệt,
- Nhiệt làm tan giá vỏ khuôn khi lấy đá khỏi khuôn,
- Để hạ nhiệt độ khuôn xuống đến nhiệt độ nước muối.

Tùy theo cỡ bể, công suất lạnh yêu cầu nằm trong giới hạn từ 460 đến 670 kJ/kg đá. Các bể đá nhỏ lấy giá trị lớn và các bể lớn lấy giá trị nhỏ. Tiêu tốn năng lượng để sản xuất đá khối vào khoảng từ $40 \div 60$ kWh/tấn. Thời gian làm đá theo các tác giả khác nhau rất khác nhau. Theo Pohlmann, thời gian làm đá khá dài (xem bảng 9-3) nhưng nếu tính toán theo công thức kinh nghiệm của Plank, thời gian làm đá có ngắn hơn :

$$\tau_o = \frac{A}{t_m} b_o (b_o + B) \quad (9-1)$$

τ_o - Thời gian làm đá, h ;

t_m - Nhiệt độ nước muối trung bình trong bể, $^{\circ}\text{C}$;

b_o - Chiều rộng khuôn (lấy cạnh ngắn của tiết diện lớn nhất của khuôn đá - tiết diện trên), đơn vị là m ;

A, B các hằng số ; giá trị của A và B phụ thuộc vào tỉ số $n = a_o/b_o$ là tỷ số cạnh dài trên cạnh ngắn của tiết diện.

Nếu khuôn hình vuông $n = 1$, $A = 3120$ và $B = 0,036$

Nếu khuôn hình chữ nhật $n = 2$, $A = 4540$ và $B = 0,026$

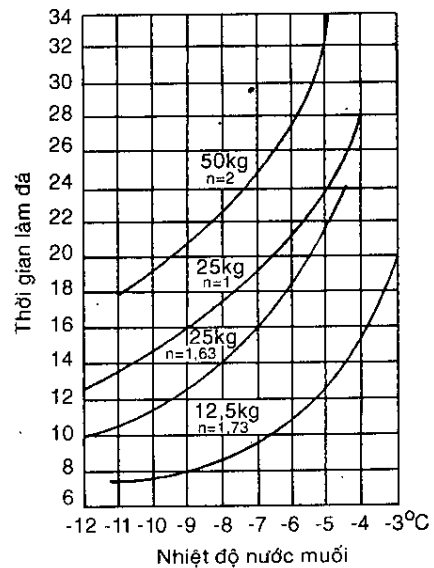
Hình 9-7 giới thiệu giá trị thực nghiệm thời gian làm đá phụ thuộc vào nhiệt độ nước muối và loại khuôn.

Nhiệt độ trung bình nước muối là khác nhau đối với từng loại nước đá :

Nước đá đục : $t_m = -10^{\circ}\text{C}$

Nước đá trong suốt : $t_m = -5$ đến -7°C

Nước đá pha lê : $t_m = -4$ đến -6°C .



Hình 9-7 : Giá trị thực nghiệm thời gian làm đá phụ thuộc vào nhiệt độ nước muối và loại khuôn

Tốc độ làm đá cũng rất khác nhau. Lúc đầu tốc độ rất nhanh sau đó chậm dần. Ví dụ với khuôn đá 50kg, $n = 2$, nhiệt độ nước muối $-9,5^{\circ}\text{C}$, thời gian 20h nhưng chỉ trong 3h đầu đã kết đông được khoảng 50%, 7h tiếp theo chỉ kết đông thêm được 33% và 10h cuối cùng chỉ kết đông được nốt 17% còn lại.

Vi dụ tính toán. Hãy tính toán bể đá với các thông số sau : Năng suất 12t/24h ; Nhiệt độ nước vào khuôn 30°C ; khối đá nặng 25kg ; nhiệt độ nước muối trung bình -8°C , làm việc 3 ca (24/24h).

Giải :

- Thời gian làm đá xác định theo (9-1), chọn khuôn hình vuông (bảng 9-3)

$$\tau = \frac{3120}{|-8|} \cdot 0,190 (0,190 + 0,036) = 16,8\text{h.}$$

- Số lượng khuôn đá :

$$z = \frac{12000 \cdot 16,8}{25 \cdot 24} = 336 \text{ chiếc}$$

- Nếu chọn mỗi linh gồm 12 khuôn thì số linh đá là 28 linh.

- Năng suất bể tính theo giờ là :

$$12000 : 24 = 500\text{kg/h.}$$

- Chọn năng suất lạnh riêng sản xuất 1 kg đá 550 kJ/kg, công suất lạnh yêu cầu sẽ là :

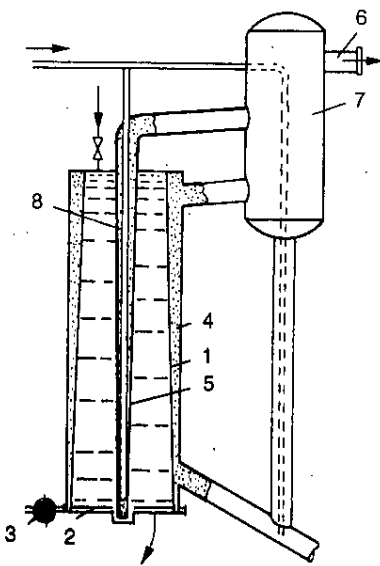
$$Q_o = 550 \cdot 500 = 275000\text{kJ/h}$$

$$Q_o = 76,4\text{kW.}$$

9.2.2. Phương pháp Vilbushevich

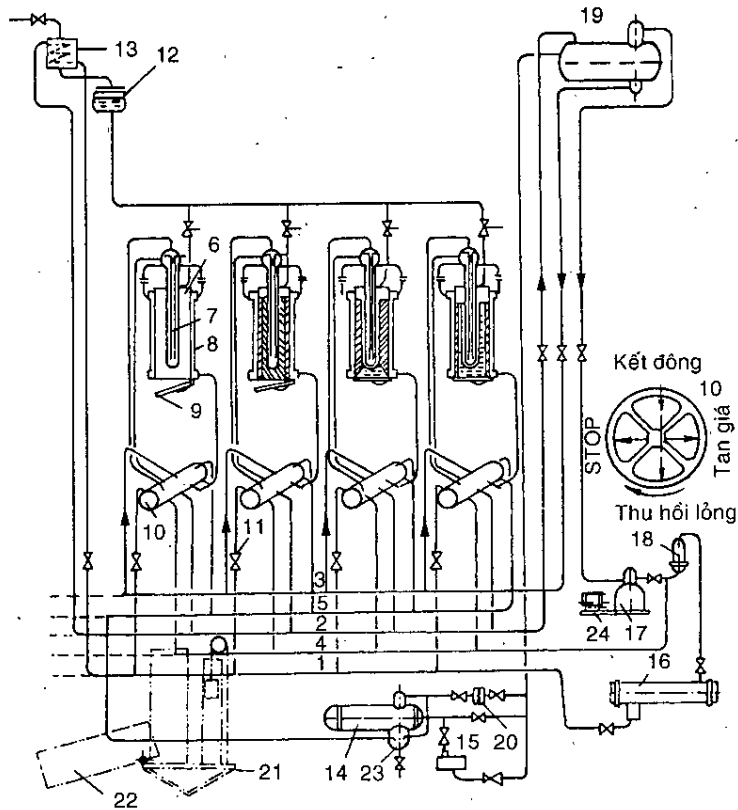
Phương pháp Vilbushevich là phương pháp sản xuất nước đá khối nhanh, sử dụng môi chất lạnh sôi trực tiếp, rút ngắn đáng kể thời gian kết đông đá bằng cách bố trí một hoặc nhiều ống hai vỏ có môi chất lạnh sôi trực tiếp bên trong khối đá cần kết đông. Hình 9-8 giới thiệu nguyên tắc sản xuất đá khối theo phương pháp Vilbushevich.

Khuôn đá 1 là một bình hai vỏ hình vuông hoặc hình chữ nhật, môi chất sôi trực tiếp. Để dễ tháo cây đá khi làm tan giá, kích thước phía dưới lớn hơn. Bên dưới khuôn có một nắp cố định bằng đồng hoặc lò xo đảm bảo nước khỏi rò rỉ ra khỏi khuôn. Ở giữa khuôn có bố trí một ống hai vỏ 5 cho môi chất sôi bên trong. Hơi tạo thành trong bình hai vỏ và ống hai vỏ được dẫn về bình tách lỏng 7. Hơi được hút về máy nén và lỏng quay trở lại bình hai vỏ. Sau khi làm lạnh vỏ, người ta cho một ít nước vào khuôn để nắp đóng băng chặt vào khuôn và làm kín khuôn. Sau đó khuôn được đổ đầy nước đã được làm lạnh sơ bộ đến $3 \div 4^{\circ}\text{C}$. Do cách bố trí các bề mặt bay hơi như vậy nên đá kết đông cả từ ngoài vào và từ tâm cây đá ra ngoài.



Hình 9-8 : Nguyên lý sản xuất nhanh đá khối của Vilbushevich

- 1 - Khuôn đá ; 2 - Nắp đáy ; 3 - Đối trọng ;
4 - Vỏ ngoài ; 5 - Ống hai vỏ ; 6 - Ống cấp lỏng ;
7 - Tách lỏng ; 8 - Ống hút về máy nén.



Hình 9-9 : Sơ đồ hệ thống làm đá nhanh kiểu Vilbushevich

- 1 – Đường dẫn lỏng môi chất lạnh ; 2 – Đường hơi ; 3 – Ống dẫn khởi động tuần hoàn ;
- 4 – Đường dẫn hơi nóng ; 5 – Đường dẫn đi về bình chứa thu hồi ; 6 – Khuôn đá ;
- 7 – Ống bay hơi hai vỏ ; 8 – Khuôn bay hơi hai vỏ ; 9 – Nắp khuôn ;
- 10 – Van đổi dòng ; 11 – Van tiết lưu ; 12 – Có cơ cấu rót nước ; 13 – Bình làm lạnh nước sơ bộ ;
- 14 – Bình chứa thu hồi ; 15 – Van tiết lưu kiểu phao ; 16 – Bình ngưng ; 17 – Máy nén ;
- 18 – Bình tách dầu ; 19 – Bình tách lỏng ; 20 – Van an toàn ;
- 21 – Bàn đón đá cây ; 22 – Cơ cấu lật đá ; 23 – Bầu tách cặn bẩn ; 24 – Động cơ điện

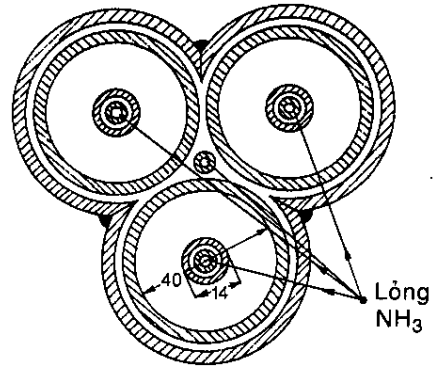
Thời gian kết đông giảm xuống đáng kể. Cây đá 25kg chỉ cần 2 ÷ 3h là kết đông xong trong khi đó đối với bể muối phải mất 15h.

Khi làm tan giá, người ta phải tháo toàn bộ môi chất lỏng vào một bình chứa đặt thấp hơn, sau đó cho hơi nóng vào làm tan lớp băng dính vào khuôn. Với sức nặng của mình, cây đá tự mở nắp phía dưới và rơi xuống bàn trượt phía dưới để đi vào kho chứa đá. Nếu bố trí các cơ cấu thổi không khí, người ta vẫn có thể sản xuất nước đá trong suốt với phương pháp sản xuất nước đá nhanh này. Có thể kết hợp nhiều khuôn đá thành từng nhóm khuôn, tiến hành rót nước, kết đông và làm tan giá cùng lúc.

Hình 9-9 giới thiệu một sơ đồ hệ thống làm đá kiểu Vilbushevich.

Ở vị trí kết đông (làm đá), lỏng từ bình ngưng 16 qua van tiết lưu 11 qua van đổi dòng vào ống hai vỏ và bình hai vỏ. Hơi sinh ra theo đường 2 về bình tách lỏng và trở lại máy nén. Ở quá trình tan giá, trước hết phải quay van đổi dòng về vị trí "thu hồi lỏng" về bình chứa thu hồi 14, khi đó, lỏng còn lại trên bình 2 vỏ đi qua van 10 về đường 5 để về bình

chứa thu hồi 14. Sau đó quay van đổi dòng về phía "tan giá", hơi nóng từ trước bình tách dầu đi theo đường 4 đi qua van 10 vào bình hai vỏ và ống hai vỏ để làm tan giá, lỏng ngưng tụ sẽ theo đường 5 về bình chứa thu hồi. Khi quay van 10 vào vị trí "dừng" có thể tiết lưu lỏng trở lại bình tách lỏng 19 qua van tiết lưu 15. Một nhánh lỏng được tiết lưu vào bình 13 để làm lạnh sơ bộ nước trước khi đưa vào khuôn. Các cây đá sẽ có một hoặc nhiều lỗ, vị trí của các ống hai vỏ. Nếu khuôn ngoài là hình tròn ta sẽ sản xuất được các cây đá hình trụ rỗng (hình 9-10)



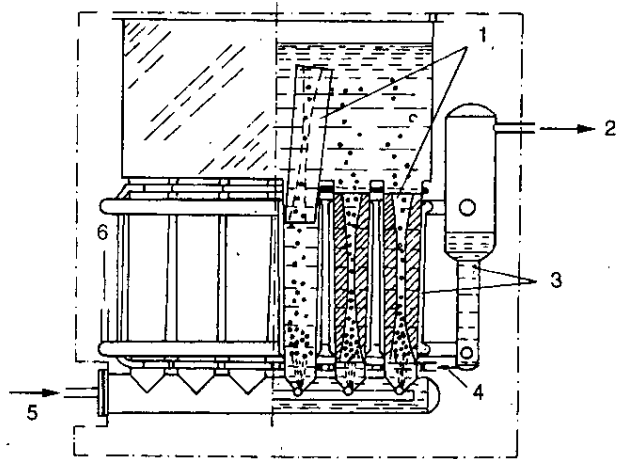
Hình 9-10 : Một loại khuôn đá để sản xuất cây đá hình trụ rỗng kiểu Vilbushevich

9.2.3. Phương pháp Fechner và Grasso

Cùng với Vilbushevich, một số phương pháp khác được ứng dụng để sản xuất đá khối như các phương pháp của Fechner (Đức), Grasso (Hà Lan), Hubert - Watt (Đức - Mỹ) và Yamada. Ở đây sẽ giới thiệu phương pháp Fechner và Grasso.

1. Phương pháp Fechner. Hình 9-11 giới thiệu nguyên lý làm việc của phương pháp Fechner

Các khuôn đá hình trụ được cố định trong bể nước được làm lạnh trực tiếp bằng môi chất lạnh. Đá được kết đông trên bề mặt khuôn hình trụ. Phía dưới khuôn bố trí các vòi phun không khí để sản xuất đá trong suốt. Khi khối đá đủ dày người ta ngừng cấp lỏng cho khuôn và chuyển sang chế độ làm tan giá, lớp băng bám vào khuôn tan ra, cây đá tự nổi lên phía trên như "tên lửa". Để đề phòng các cạnh cây đá mắc lại khuôn, người ta bố trí một vòng tuần hoàn glycol nóng đi vòng quanh miệng khuôn khi chuẩn bị làm tan giá. Có thể điều chỉnh làm tan giá một số khuôn nhất định nhờ các van chuyển dòng bốn ngã.



Hình 9-11 : Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy làm đá tên lửa Fechner -Astra

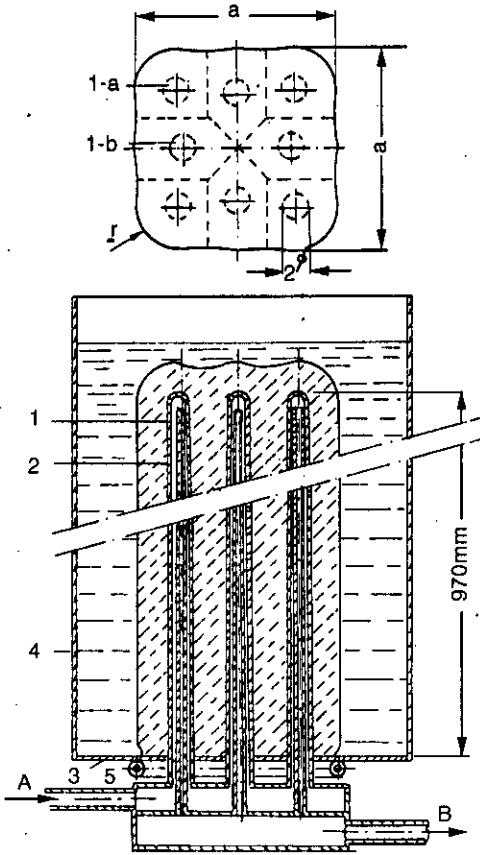
- 1 - Khối đá hình trụ ; 2 - Hơi về máy nén ;
- 3 - Môi chất lạnh ; 4 - Đường glycol vào để tan giá ;
- 5 - Không khí thổi vào ; 6 - Tủ bình ngưng đến

2. Phương pháp Grasso. Hình 9-12 mô tả nguyên lý làm việc của hãng Grasso Hà Lan.

Thay bằng các khuôn hình trụ hai vỏ ở trên, Grasso chỉ làm các ống hai vỏ ở đáy bể nước. Các ống này tập trung lại thành từng nhóm (ví dụ như trên hình là 8 ống). Nước đá sẽ đóng băng trên bề mặt ống. Khi các khối băng đông kết lại với nhau thành cây đá thì quá trình kết đông kết thúc và chuyển sang quá trình làm tan giá bằng hơi nóng. Cây đá sẽ nổi lên trên. Do không có khuôn bên ngoài nên cây đá sẽ không có hình dáng cố định và cũng không phẳng.

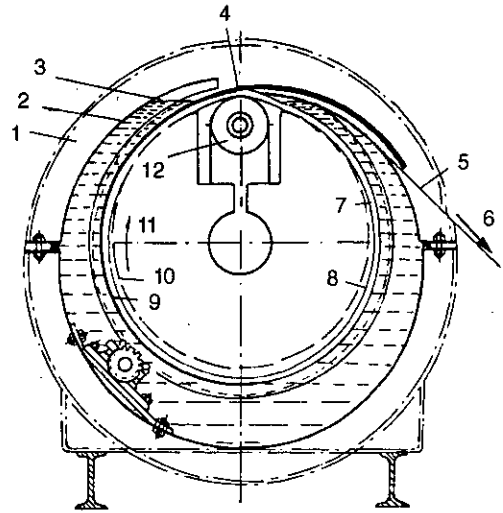
9.2.4. Máy làm đá mảnh Flak-Ice của Crosby Field (York - Coporation)

Hình 9-13 Giới thiệu nguyên lý làm việc của máy làm đá mảnh Flak-Ice của Crosby Field do hãng York của Mỹ chế tạo. Máy gồm có một thùng quay hình trụ bên trong là nước muối lạnh (hoặc môi chất lỏng sôi). Bên ngoài là thùng nước cũng là hình trụ. Thùng quay chuyển động theo chiều kim



Hình 9-12 : Nguyên lý làm việc của máy làm đá Grasso :

- 1 - Ống bay hơi ; 2 - Ống hút ;
- 3 - Đáy bể ; 4 - Bể nước ; 5 - Vòng làm nóng đáy bể ;
- A - Ống góp lỏng NH₃ vào ; B - Ống góp hơi



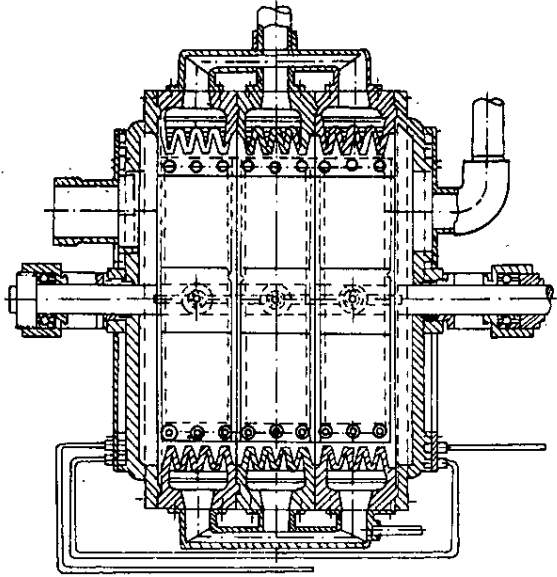
Hình 9-13 : Nguyên lý làm việc của máy làm đá mảnh Flak-Ice (York - Coporation) của Grasso Field.

- 1 - Cách nhiệt ; 2 - Vỏ tôn ; 3 - Mực nước ;
- 4 - Đá bị lột khỏi bề mặt biến dạng ; 5 - Tắm trượt ;
- 6 - Đến kho đá ; 7 - Lớp đá mỏng ;
- 8 - Khuôn hình trụ ; 9 - Lớp đá dày ; 10 - Thùng nước muối ; 11 - Chiều quay ; 12 - Trục quay.

đồng hồ nhờ bộ truyền động bánh răng. Khi thùng quay, nước sẽ đóng băng lên bề mặt thùng quay. Ở vị trí 7 đã xuất hiện một lớp đá mỏng, sang vị trí 9, lớp băng đã đủ dày và bề mặt thùng quay bị biến dạng nhờ trục quay 12, lớp băng bị bóc ra và trượt lên tấm trượt 5 để vào kho đá. Bề mặt đã giải phóng băng lại tiếp xúc với nước và lớp băng mới lại hình thành. Người ta có thể điều chỉnh được lớp băng nhờ điều chỉnh nhiệt độ nước muối hoặc điều chỉnh tốc độ thùng quay. Nếu điều chỉnh mực nước thấp xuống, ta có thể sản xuất được nước đá khô (không còn nước) và quá lạnh (nhiệt độ xuống dưới 0°C).

9.2.5. Máy làm đá tuyết Pak-Ice của Taylor

Hình 9-14 giới thiệu mặt cắt của máy làm đá tuyết của Taylor (Mỹ). Máy bao gồm một tang trống, hai đầu có hai nắp và phía ngoài có môi chất lạnh sôi bên trong có hai lưỡi nạo quay với tốc độ 250 vg/ph để nạo đá hình thành trên tang trống. Để tăng bề mặt trao đổi nhiệt phía nước người ta tạo các đường dích dắc. Nước sẽ được cấp vào một nắp và hỗn hợp nước + đá vụn ra phía nắp kia. Để nạo được toàn bộ đá hình dích dắc tương ứng với bề mặt

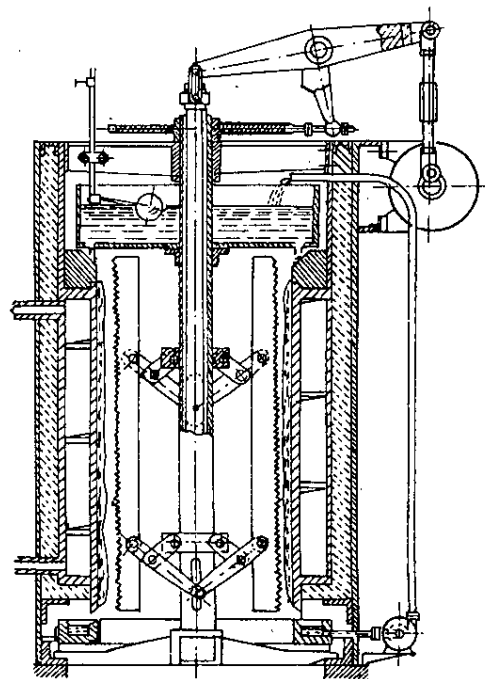


Hình 9-14 : Mặt cắt qua một máy làm đá tuyết Pak-Ice của Taylor

nguyên (trên hình 9-14 là 3 đơn nguyên) để có thể thay đổi năng suất làm đá. Mỗi đơn nguyên có năng suất khoảng 5t đá/ngày ở nhiệt độ sôi -15°C . Nếu cần một máy đá 30t/ngày ta phải chọn máy có 6 đơn nguyên.

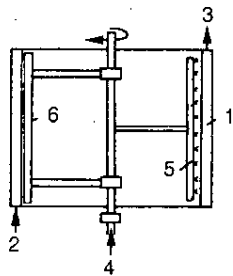
9.2.6. Máy làm đá mảnh của Short và Raver

Cũng đơn giản và gọn nhẹ không kém so với máy đá mảnh của Crosby Field và Taylor là máy đá của Short và Raver (Mỹ). Hình 9-15 mô tả kết cấu máy làm đá của Short. Máy gồm một hình trụ hai vỏ đứng, môi chất lạnh sôi ở trong, bên ngoài cách nhiệt. Bên trên có bố trí bể nước và có vòi cho nước chảy đều lên bề mặt trong của hình trụ. Gặp lạnh, nước đóng băng lại và được hai lưỡi bào có răng cưa nạo khỏi bề mặt hình trụ khi hai lưỡi bào này quay. Đá mảnh được thu ở phía dưới còn nước thừa được bơm trở lại bể trên cao. Hiện nay phương pháp này được sử dụng rất rộng rãi vì chúng rất kinh tế. Máy hiện đại được cải tiến chút ít ví dụ trục quay



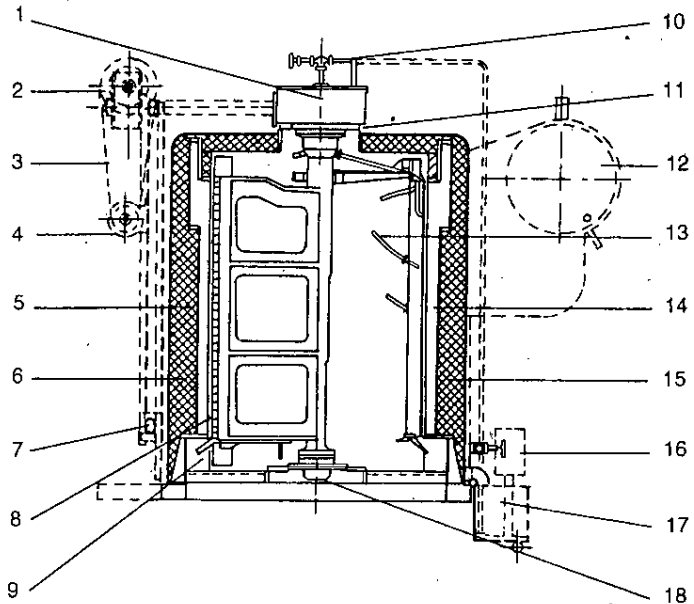
Hình 9-15 : Máy làm đá mảnh của Short (Mỹ)

trong tang trống. Hỗn hợp nước + đá vụn được đưa qua một lưới lọc để lọc lấy đá còn nước lại được đưa trở lại máy. Nước cấp cho máy phải có nhiệt độ gần 0°C nên phải được làm lạnh sơ bộ trước. Vì tốc độ lưỡi dao nạo lớn nên bề mặt phía trong tang trống luôn được tiếp xúc với nước lạnh để tạo đá do đó hệ số truyền nhiệt k đạt được khá lớn khoảng $1600\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Bởi vậy kích thước máy rất gọn nhẹ. Loại đá tuyết này thường chỉ sử dụng để làm lạnh trực tiếp chất lỏng. Để bảo quản, vận chuyển và sử dụng dễ dàng hơn, Taylor đã phát minh thêm một loại máy ép viên đá tuyết thành các cục đá dạng quả bàng loại 230g và 450g. Lực nén để ép viên là khoảng 70 bar. Loại 230g có kích thước $8,8 \times 8,8\text{cm}$. Máy đá tuyết do hãng Vilter (Mỹ) chế tạo. Tang trống thường gồm nhiều đơn



Hình 9-16 : Nguyên lý làm việc máy đá mảnh

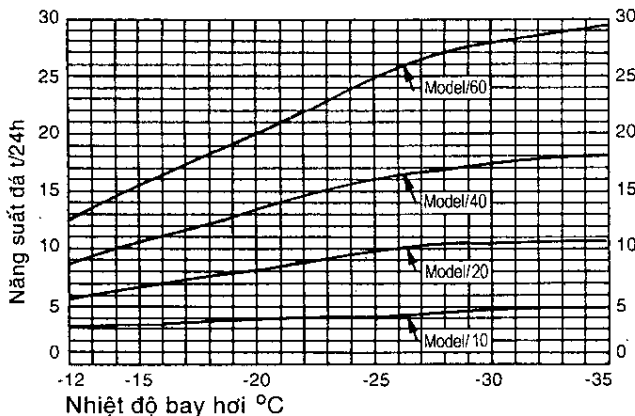
- 1 - Dàn bay hơi hình trụ hai vỏ ;
- 2 - Môi chất lạnh lỏng ;
- 3 - Hơi môi chất lạnh ;
- 4 - Nước vào ;
- 5 - Dàn phun nước ;
- 6 - Dao nạo



Hình 9-17 :

- 1 - Hộp tốc độ ;
- 2 - Hộp giảm tốc ;
- 3 - Dai thang, điều chỉnh được ;
- 4 - Động cơ ;
- 5 - Buồng bay hơi ;
- 6 - Cách nhiệt (polyurethane) ;
- 7 - Công tắc bảo vệ quá tải ;
- 8 - Dao nạo đá ;
- 9 - Máy hứng nước ;
- 10 - Van điều chỉnh nước ;
- 11 - Ổ đỡ trên của rôto ;
- 12 - Tách nước ;
- 13 - Thiết bị phân phối nước ;
- 14 - Bể mặt kết đông đá ;
- 15 - Vỏ ngoài ;
- 16 - Bơm nước ;
- 17 - Bể nước thu hồi ;
- 18 - Ổ đỡ dưới của rôto

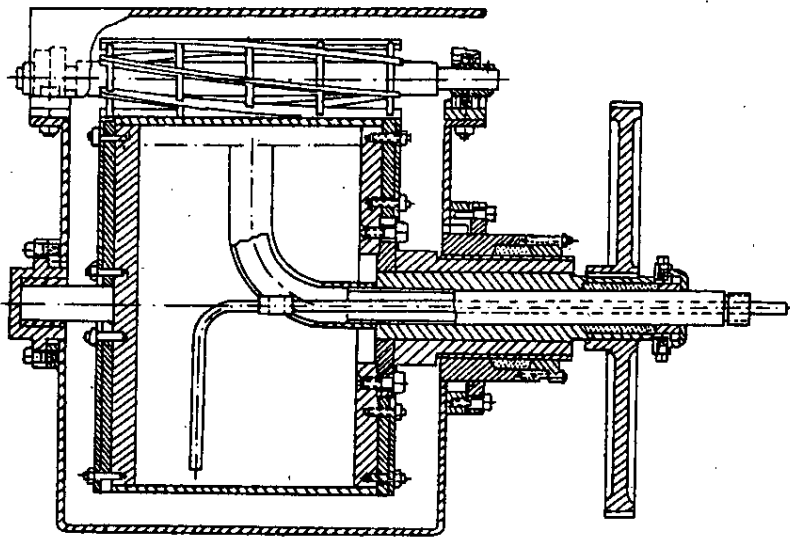
ở giữa chỉ mang một dao cắt còn phía đối diện là vòi phun nước. Nước phun đóng băng quay khi gặp bề mặt lạnh và được dao nạo ra. Do nước đá có nhiệt độ rất thấp nên nó bóc ra khỏi tang trống rất dễ dàng, chúng rất giòn và có khả năng bảo quản lâu. Hình 9-16 là sơ đồ nguyên lý và 9-17 là cấu tạo máy đá mảnh hiện đại, hình 9-18 là các thông số về năng suất một số loại máy đá mảnh.



Hình 9-18 : Năng suất một số tổ máy làm đá mảnh theo hình 9-17

Hình 9-19 giới thiệu nguyên lý làm việc của máy làm đá mảnh của Raver.

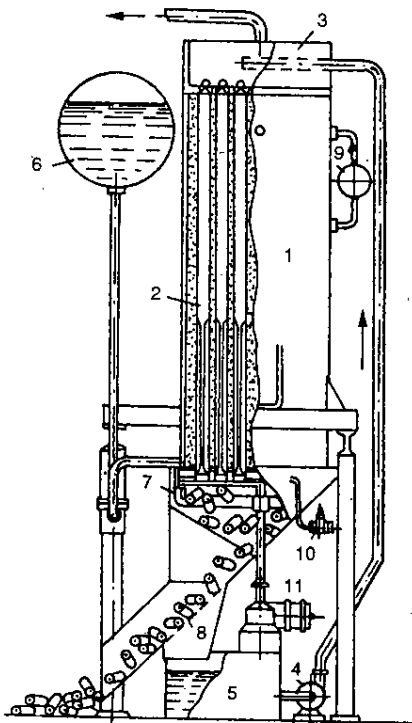
Máy gồm một tang trống quay, nằm ngang, đặt trong bể nước. Môi chất lạnh sôi trực tiếp trong tang trống. Nước đóng băng bên ngoài bề mặt tang trống và được các lưỡi dao quay hình trục vít nạo ra. Nước chỉ ngập 2/3 tang trống.



Hình 9-19 : Máy làm đá mảnh của Raver (Mỹ)

9.2.7. Máy làm đá ống

Có rất nhiều kiểu máy làm đá ống khác nhau như của Vogt (Mỹ), Linde (Đức), Escher-Wyss (Mỹ), Astra (Đức), Trépaud (Pháp), Doelz (Đức). Tất cả đều có chung nguyên lý là làm việc theo chu kỳ, kết đông đá trong các ống, môi chất lạnh sôi trực tiếp bên ngoài ống, khi đã kết đông đến chiều dày cần thiết, đổi sang chu kỳ tan giá, các ống đá rơi xuống và được dao cắt ra từng thỏi đá rỗng $\phi = 30$ đến 50mm dài 50 đến 100mm .



Hình 9-20 giới thiệu kết cấu máy làm đá ống của Vogt (Mỹ). Máy gồm một bình hình trụ đứng, bên trong bố trí nhiều ống làm đá (kết cấu tương tự bình ngưng ống vỏ đứng), bên trên là thùng nước có bộ phận phân phối nước cho nước chảy đều lên bề mặt trong ống. Phía dưới có thùng hứng nước thừa không kết đông được thành đá. Khi độ dày ống đá đạt $10\div 15\text{mm}$ thì kết thúc quá trình làm đá để chuyển sang quá trình tan giá.

Hình 9-20 : Nguyên lý làm việc của máy làm đá ống của Vogt (Mỹ).

- | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|--|
| 1 - Vỏ ngoài ; | 2 - Các ống làm đá ; | 3 - Thùng nước phía trên với bộ phận phối nước ; |
| 4 - Bơm nước tuần hoàn ; | 5 - Thùng nước phía dưới ; | 6 - Bình chứa thu hồi amoniác ; |
| 7 - Cơ cấu cắt đá ống ; | 8 - Lưới thoát nước ; | 9 - Van tiết lưu phao ; |
| 10 - Đường hơi nóng vào làm tan giá ; | 11 - Hộp tốc độ của dao cắt | |

Ở quá trình tan giá, người ta dùng bơm nước, đóng van cấp lỏng và đường hút sau đó mở van hơi nóng 10 cho hơi nóng tràn vào, đẩy lỏng vào bình chứa thu hồi 6 và làm tan lớp băng của các ống đá. Các ống đá rơi xuống và được dao cắt ra theo độ dài yêu cầu. Sau đó quá trình làm đá lại bắt đầu. Lỏng từ bình chứa 6 được đưa về dàn ống, van cấp lỏng và van hút mở, bơm nước hoạt động trở lại.

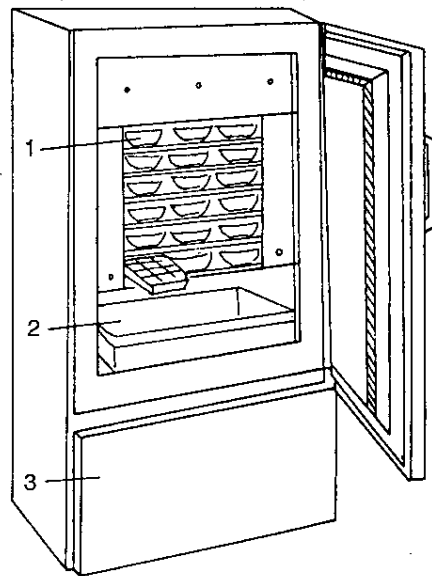
Các ống khuôn đá thường dùng cỡ $\phi 57 \times 3,5\text{mm}$ do đó đường kính ngoài ống khoảng 40mm. Thời gian làm đá tùy theo độ dày đá, nhiệt độ bay hơi, còn thời gian tan giá khoảng 2ph và độ dày tổn thất khi tan giá khoảng 0,5mm. Một máy đá ống 10t/24h có kích thước khoảng : cao 3,9m, dài 2,9m, rộng 1,9m.

Để giảm tổn thất khi tan giá các ống khuôn đá phải có kích thước đồng đều, nhẵn thẳng ở phía trong ống. Người ta chế tạo các máy đá ống năng suất đến 60t/24h.

9.2.8. Máy đá cỡ nhỏ

Các loại máy đá cỡ nhỏ vài chục kg đến vài trăm kg đá/24h thường là các loại máy đá hoàn toàn tự động, sản xuất đá cục trong khay hoặc đá mảnh. Các loại máy này rất cần thiết phục vụ cho các quán hàng giải khát, quán ăn, nhà hàng, khách sạn, cho các mục đích tiêu dùng, phục vụ đời sống, y tế, các bệnh viện và trong cả các xí nghiệp...

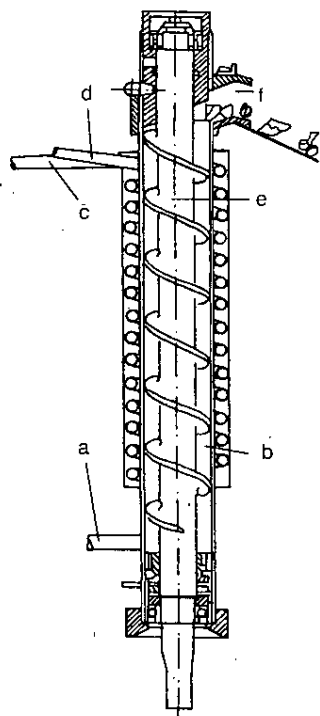
Một phân nhu cầu này đã được đáp ứng bằng các tủ lạnh gia đình, tủ lạnh thương nghiệp nhưng các nhu cầu đối với các máy làm đá vẫn rất lớn, chính vì vậy đã có nhiều cơ sở sản xuất các máy đá, tủ đá nhỏ chuyên dùng. Hình 9-21 mô tả một tủ đá chuyên dùng để sản xuất các khay đá nhỏ. Đây là dạng tủ đá đơn giản nhất. Các giá đặt khay đều là dàn bay hơi kiểu tấm hoặc tấm có gắn ống bay hơi phía dưới để thu nhiệt của khay đá qua sự truyền nhiệt trực tiếp từ khay sang tấm đỡ đến dàn. Chính vì vậy sự tiếp xúc giữa dàn bay hơi với khay đá qua tấm đặt khay đá là rất quan trọng. Nếu không tiếp xúc tốt thời gian làm đá sẽ kéo dài vì hệ số toả nhiệt đối lưu qua khe hở không khí giữa khay và dàn là rất nhỏ. Đôi khi để tạo sự tiếp xúc tốt người ta phải làm ướt đáy khay. Khi đóng băng, lớp đá mỏng này có tác dụng truyền nhiệt từ khay xuống dàn.



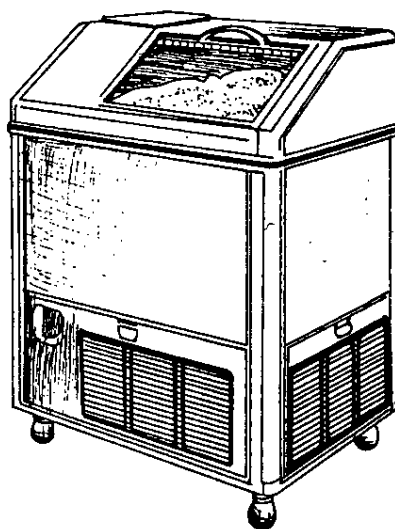
Hình 9-21 : Tủ làm đá chuyên dùng để làm đá viên hình lập phương 1 - Khay đá ; 2 - Khay làm lạnh nước sơ bộ ; 3 - Thùng chứa đá

Ngày nay, các loại máy đá công suất nhỏ rất phong phú và đa dạng đặc biệt ở Mỹ. Các máy này làm việc theo hai phương pháp liên tục và chu kỳ. Máy làm việc theo phương pháp liên tục chủ yếu là sản xuất đá mảnh, nguyên lý làm việc là cho nước chảy trên bề mặt ngoài hoặc bề mặt trong một ống bay hơi hình trụ. Đá hình thành trên đó được một dao nạo kiểu trục vít hoặc cánh quay nạo ra khỏi bề mặt bay hơi, và đẩy vào

thùng chứa. Hình 9-22 giới thiệu một nguyên lý làm việc như vậy. Máy gồm một ống thép không rỉ b chung quanh được quấn ống xoắn ruột gà là dàn bay hơi trực tiếp làm lạnh ống thép không rỉ. Nước được đổ đầy vào trong ống thép không rỉ. Đá sẽ kết đông trên bề mặt trong của ống thép. Khi quay trục vít xoắn, nước đá sẽ được nạo ra khỏi bề mặt trong ống thép và vận chuyển lên phía trên, đẩy qua cửa f rơi vào thùng chứa đá. Đá có kích thước khoảng 1,5cm chiều dài rất cứng và trong suốt. Có ba loại năng suất là 160, 250 và 450kg đá/24h. Phương pháp này rất kinh tế, máy có kích thước nhỏ và tiêu tốn năng lượng nằm trong khoảng $40 \div 45W/kg$ đá. Thông thường máy đá được trang bị đồng thời một thùng chứa đá, trông bên ngoài giống như một thùng lạnh (h.9-23). Đá được vít xoắn đưa thẳng vào đây. Người ta bố trí một role nhiệt độ phía trên, khi nào đầy, đá chạm vào đầu cảm nhiệt và role nhiệt độ sẽ ngắt máy.



Hình 9-22 : Nguyên tắc làm việc máy làm đá Scotsman - Flak - Ice - Maker a) Nước vào ; b) Ống thép không rỉ ; c) Lổ vào ; d) Lổ ra của môi chất lạnh ; e) Dao nạo kiểu trục vít xoắn để nạo đá mảnh và chuyển đá vào thùng chứa ; f) Lổ đá ra



Hình 9-23 : Máy làm đá Scotsman - Flak - Ice - Maker với thùng chứa đá

Các loại máy làm việc theo chu kỳ hầu hết đều theo nguyên tắc phun nước hoặc để nước chảy trên bề mặt lạnh để tạo đá sau đó làm tan giá để tách đá rơi ra, sau đó đá được đưa vào thùng chứa. Do có hai chu kỳ làm đá và tan giá nên tiêu tốn năng lượng của phương pháp này cao hơn.

9.3. Bảo quản và vận chuyển nước đá

Rất nhiều khi, lạnh được sử dụng một cách ồ ạt tức thời với một số lượng lớn ở khoảng nhiệt độ trên $0^{\circ}C$, ví dụ cấp đá cho cả đoàn tàu đánh cá, một đoàn tàu lạnh... Với nhiệt ẩn

hoá rắn 334 kJ/kg, nước đá được coi là một chất tải lạnh lý tưởng cung cấp cho nhiều mục đích sử dụng khác nhau với hiệu quả kinh tế lớn, kịp thời và nhanh chóng.

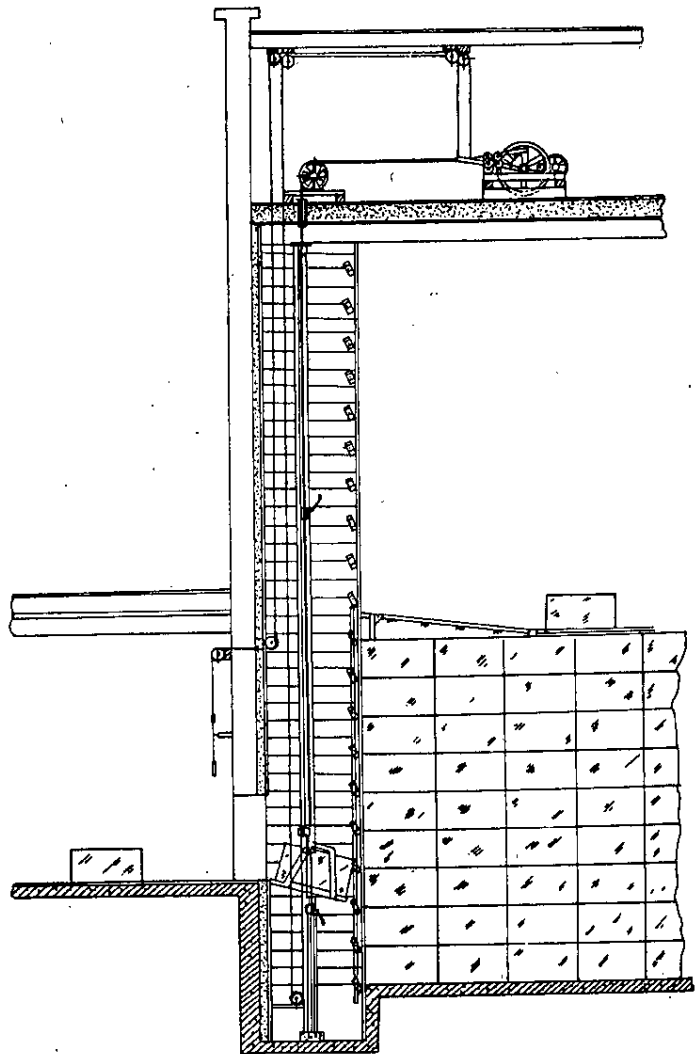
Nước đá được sử dụng trong rất nhiều ngành kinh tế khác nhau, ví dụ :

- Công nghiệp chế biến sữa,
- Công nghiệp rượu, bia.
- Công nghiệp chế biến và đánh bắt hải sản,
- Công nghiệp chế biến gia cầm, thịt.
- Công nghiệp chế biến thực phẩm nói chung.
- Công nghiệp hoá học để điều khiển tốc độ phản ứng...
- Công nghiệp xây dựng (thu nhiệt của vữa bê tông)...
- Y tế và thể dục, thể thao....

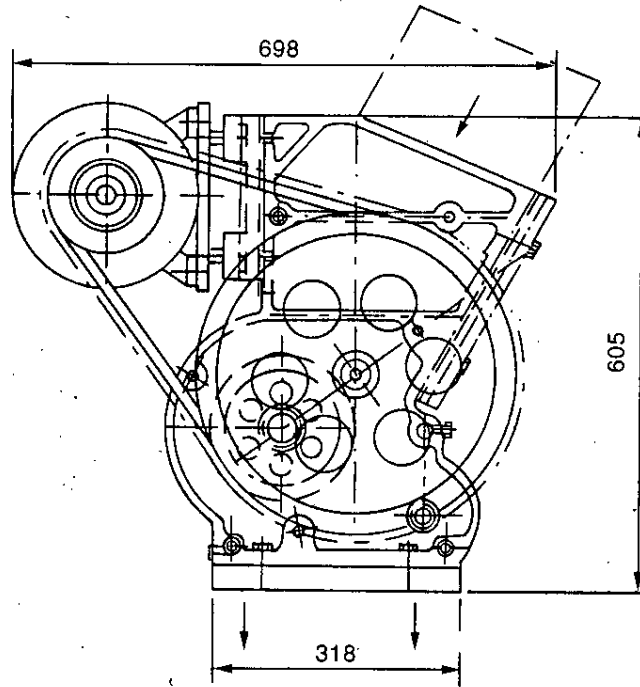
Có nhiều phương pháp bảo quản nước đá : bảo quản trong kho, bảo quản trong thùng chứa, silô, dự trữ lạnh trong bể nước hoặc bể nước muối lạnh dưới dạng cháo lạnh...

9.3.1. Đá khối

Đá khối thường được bảo quản trong các kho đá cho các tiêu dùng cao điểm. Kho đá là các kho cách nhiệt được bố trí dàn lạnh tĩnh trên trần, nhiệt độ trong kho từ -2 đến -4°C . Từ bàn tháo đá của bể đá, người công nhân phải đẩy khối đá đến cuối bàn. Từ đây đá được trượt theo bàn trượt có độ nghiêng $7\div 10\%$ đến kho đá. Trong kho đá có bố trí các cơ cấu nâng hạ để nâng lên độ cao cần thiết. Sau đó người công nhân lại phải sắp xếp các cây đá vào vị trí phù hợp. Hình 9-24 mô tả một kho đá với cơ cấu nâng hạ đơn giản đưa đá vào kho và lấy đá ra khỏi kho. Với cơ cấu đơn giản như vậy người ta đã xây dựng ở đoạn đường sắt Los - Angeles - Chicago những kho đá lớn, chiều cao xếp đá đến 20m để tiếp đá cho các toa tàu lạnh.

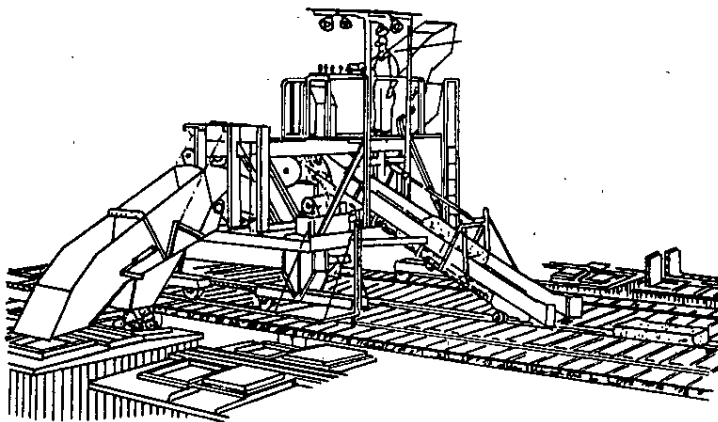


Hình 9-24 : Cơ cấu nâng hạ đơn giản trong kho đá



Hình 9-25 : Máy xay đá của Searefico kích thước đá đưa vào $1/2$ cây (25kg) và $2 \times \frac{1}{2}$ cây (2×25 kg) công suất động cơ 0,75-2 và 3,7kW. Kích thước đá sau khi xay : 5 cỡ $10 \div 50$ mm ; Năng suất : $4 \div 6$ t/h

Trong một số trường hợp đá khối được sử dụng trực tiếp ví dụ để xếp vào các toa tàu lạnh, nhưng đại đa số người ta phải xay nhỏ đá khi sử dụng. Hình 9-25 giới thiệu máy xay đá của Searefico và hình 9-26 giới thiệu trạm tiếp đá cho các toa tàu hoá lạnh của Mỹ. Đá khối theo băng tải lên trạm xay đá sau đó theo các ống tiếp đá để vào các toa tàu lạnh.



Hình 9-26 : Trạm tiếp đá cho các toa tàu hoá lạnh. Hãng Link-Belt (Mỹ)

9.3.2. Đá mảnh

Không giống như đá khối được xếp chồng lên nhau, đá mảnh thường được bảo quản trong các thùng chứa hoặc các silô. Thể tích cần thiết để chứa một tấn đá cũng khác nhau đối với từng loại :

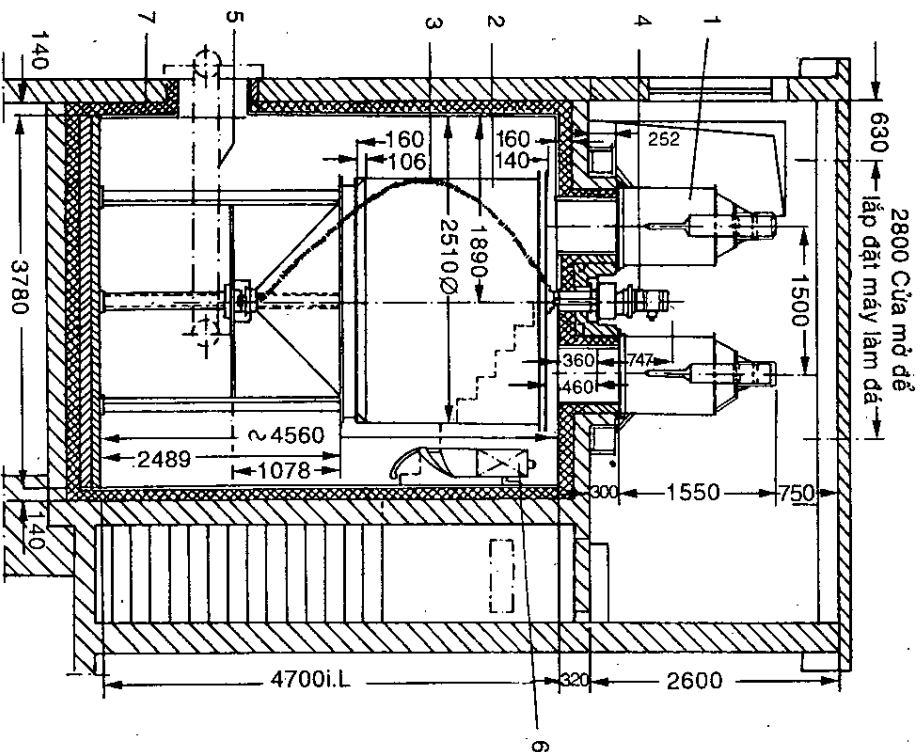
Đá mảnh 2,13m³/t ;

Đá ống : 1,87m³/t ;

Đá xay từ cây đá : 1,59m³/t ;

Đá cây (xếp trên giá gỗ) 1,92m³/t.

Các loại đá mảnh, đá vụn có xu hướng vón thành cục. Cần phải lưu ý là ở áp suất cao, nước đá chảy thành nước ở nhiệt độ thấp hơn 0°C. Với chiều cao chứa đá lớn, các mảnh đá nằm phía dưới sẽ chịu lực ép lớn, đặc biệt các cạnh bên của mảnh đá, các cạnh đó tan ra nhưng do toàn bộ khối đá có nhiệt độ quá lạnh nên khi không phải chịu lực ép nữa, chúng lại đông lại và như vậy vón thành các cục lớn. Chính vì vậy cần để phòng sự vón cục để các thùng chứa đá lớn cũng như các silô làm việc không bị trục trặc.



Hình 9-27 : Silô chứa đá với hai máy sản xuất đá mảnh

- 1 - Máy sản xuất đá mảnh ;
- 2 - Silô chứa đá bằng lớn ;
- 3 - Xích văng ;
- 4 - Truyền động của xích văng ;
- 5 - Băng tải lấy đá ;
- 6 - Dàn bay hơi làm lạnh phòng ;
- 7 - Cách nhiệt

Các thùng chứa và silô nhỏ dùng để chứa đá mảnh ngắn hạn không cần làm lạnh bổ sung. Chúng chỉ cần được cách nhiệt tốt để độ quá lạnh của nước đá đủ để tránh sự vón cục. Ngoài ra, để tránh vón cục và kết đông đá lại thành từng khối, phải tuyệt đối tránh rò lọt không khí bên ngoài vào. Nếu bị rò lọt, ẩm trong không khí sẽ đóng băng lên các mảnh nước đá quá lạnh và kết đông chúng thành khối.

Các thùng chứa và silô lớn cần thiết phải được làm lạnh bổ sung. Theo kinh nghiệm, để tránh vón cục và để đá vụn chảy xuống một cách dễ dàng cần duy trì nhiệt độ thùng chứa hoặc silô thấp hơn nhiệt độ nước đá khoảng 2 độ. Như vậy nếu đá mảnh có nhiệt độ -7 đến -8°C thì nhiệt độ thùng chứa phải là -9 đến -10°C . Cửa tháo đá cần phải hoàn toàn kín khi không lấy đá ra.

Người ta xây dựng các silô chứa đá mảnh có dung tích đến 800t và silô chế tạo sẵn cũng có dung tích đến 100t. Hình 9-27. Giới thiệu một silô chứa đá mảnh với hai máy làm đá mảnh kiểu tang trống có dao nạo quay.

Máy làm đá mảnh được lắp đặt trực tiếp trên silô hình chữ nhật hoặc hình trụ. Đá sản xuất ra rơi trực tiếp vào silô, và được lấy ra bằng một vít tải, sau đó đưa ra phương tiện vận chuyển bằng băng tải. Đối với các silô lớn trang bị thêm xích văng để phá đá cục kết dính lại với nhau, loại trừ các hốc rỗng trong silô...

9.3.3. Máy cháo đá

Cháo đá là loại nước đá tuyết lẫn nước sền sệt như cháo, nó có khả năng tan nhanh và cấp một lượng lạnh lớn hơn cho hệ sử dụng lạnh so với nước lạnh. Máy cháo đá cũng gần giống như loại đá mảnh có tang trống. Máy được đặt trên bể nước. Nước được bơm phun lên bề mặt lạnh, dao nạo nạo đá rơi xuống bể thành ra dạng cháo vừa đá vừa nước. Cháo được bơm đến nơi sử dụng và nước ấm từ hệ tiêu thụ lạnh quay về bể.

Người ta cũng có thể sử dụng dàn bay hơi kiểu ống hoặc kiểu tấm đặt trong bể và kết hợp với bơm khuấy để tạo ra cháo đá.

Chương 10

KỸ THUẬT SẢN XUẤT ĐÁ KHÔ

10.1. Tính chất vật lý của đá khô

"Đá khô" là tên gọi của CO_2 ở thể rắn. Như ta biết, CO_2 có nhiệt độ và áp suất tại điểm ba thể tương đối cao ($p_{bt} = 5,36 \text{ bar}$, $t_{bt} = -56,6^\circ\text{C}$) còn nhiệt độ tới hạn lại tương đối thấp ($t_{th} = 31^\circ\text{C}$) với áp suất tới hạn $p_{th} = 73,5 \text{ bar}$. Như vậy, ở áp suất 5,36 bar và nhiệt độ $-56,6^\circ\text{C}$ CO_2 tồn tại dưới dạng cả 3 thể: rắn, lỏng, và khí. Ở áp suất thấp hơn, chẳng hạn ở áp suất khí quyển thì chỉ có CO_2 ở thể rắn và thể khí. Ở điều kiện áp suất khí quyển, CO_2 rắn chỉ có thể chuyển trực tiếp qua thể khí mà không qua giai đoạn hoá lỏng. Đó là quá trình thăng hoa, vì vậy người ta gọi CO_2 là "băng khô" hay "đá khô".

Ở áp suất khí quyển (khoảng 1 bar) đá khô thăng hoa ở nhiệt độ $-78,9^\circ\text{C}$. Nếu áp suất giảm thì nhiệt độ thăng hoa cũng giảm theo.

CO_2 là khí nặng hơn không khí. Ở điều kiện tiêu chuẩn (áp suất 760mmHg và nhiệt độ 0°C) mật độ của khí CO_2 là $1,877 \text{ kg/m}^3$, tức là nặng hơn không khí 1,529 lần.

Khi hoá rắn, thể tích của lỏng CO_2 giảm 28%, ngược lại thì nước khi đóng băng thể tích lại tăng 9%. CO_2 rắn ở dạng trong suốt và có khối lượng riêng 1560 kg/m^3 , tuy nhiên trong điều kiện công nghiệp nó có màu trắng đục và xốp hơn nên mật độ chỉ thường khoảng 1300 đến 1500 kg/m^3 tùy theo phương pháp sản xuất.

Nhiệt dung riêng của đá khô trong khoảng nhiệt độ -57°C đến 110°C có thể xác định theo quan hệ

$$C = 1,676 - 0,00997T - 0,0000524T^2 \text{ kJ/kg.K}$$

và ở mật độ $\rho = 1400 \text{ kg/m}^3$ có $C = 1,383 \text{ kJ/kg.K}$

10.2. Làm lạnh bằng đá khô

Trong điều kiện áp suất bình thường, đá khô thu nhiệt để thăng hoa vì thế nó có thể được dùng để làm lạnh. Năng suất lạnh riêng của đá khô ở áp suất khí quyển và nhiệt độ thăng hoa $-78,9^\circ\text{C}$ có trị số bằng nhiệt thăng hoa tức là $q_o = 574 \text{ kJ/kg}$, còn nếu kể cả nhiệt nhận vào khi tăng nhiệt độ đến 0°C thì giá trị này sẽ là $q_o = 633 \text{ kJ/kg}$. Như vậy năng suất lạnh riêng khối lượng của đá khô bằng 1,7 lần ($574/335$) của nước đá, còn năng suất lạnh riêng thể tích của đá khô có khối lượng riêng trung bình 1400 kg/m^3 sẽ lớn hơn của nước đá khoảng 3 lần ($574.1400/335.900$). Rõ ràng là nếu dùng đá khô để làm lạnh thì thể tích đá khô chiếm chỗ sẽ rất nhỏ so với nước đá, lại giữ được khô ráo sản phẩm và thiết bị. Vì vậy, dùng đá khô để làm lạnh rất tiện lợi và cho phép làm lạnh sâu đến -60 hay -70°C .

Mặc dù giá thành tương đối cao (đắt hơn nước đá khoảng 10 lần), người ta vẫn sử dụng đá khô trong nhiều ngành công nghiệp, kỹ thuật, y học và đặc biệt là ở những nơi có nhu cầu về lạnh không liên tục. Tuy nhiên, nó được sử dụng rộng rãi nhất trong vận chuyển và bán hàng lạnh đông (tiêu thụ đến 90% lượng đá khô), 1kg sản phẩm lạnh đông yêu cầu khoảng 100g đá khô. Vì vậy ở nhiều nước công nghiệp phát triển đã hình thành không ít xí nghiệp sản xuất đá khô trong các khu liên hợp.

10.3. Nguồn nguyên liệu để sản xuất đá khô

Để sản xuất đá khô, phải tạo được CO₂ tinh khiết. Khí này được tạo ra từ các hỗn hợp khí có chứa lượng CO₂ tương đối lớn, đó là các nguồn CO₂ nhân tạo. Các nguồn CO₂ này thường là khí thải của các quá trình sản xuất khác nhau như các quá trình lên men rượu và metan, các quá trình hoá học phân huỷ cacbonát, sản xuất amoniác, khí lò vôi, khói của các lò hơi công nghiệp và của lò hơi ở các nhà máy nhiệt điện.

Khi chọn các nguồn nguyên liệu để sản xuất khí CO₂ cần phải tính đến :

1. Sản lượng và chất lượng của khí nguyên liệu, giá thành thiết bị và khả năng làm sạch khí.
2. Khoảng cách giữa nơi có nguồn nguyên liệu đến các điểm tiêu thụ đá khô.
3. Chi phí ban đầu để xây dựng nhà máy.
4. Giá thành nước và điện năng.

Nguồn nguyên liệu tốt nhất để sản xuất đá khô là khí CO₂ từ các quá trình lên men rượu (hầu như 100% là khí CO₂), kế đó là khí của các nhà máy tổng hợp amoniác (có đến 88% CO₂), khí CO₂ của các quá trình lên men và khói thải của lò hơi.

Khí từ các lò hơi thường chỉ chứa 10 ÷ 16% CO₂ (trong khi các nguồn khác có thể đến 50 ÷ 90%), nhưng lại được sử dụng rộng rãi hơn ở một số nước. Ở đó các nhà máy sản xuất đá khô không nhất thiết phải xây dựng ở những nơi có nguồn khí CO₂ nồng độ cao nhất. Nguyên liệu ban đầu của các nhà máy này có thể ở dạng rắn (than, gỗ), lỏng (dầu) hay khí. Việc thu hồi khí CO₂ từ khói được thực hiện bằng phương pháp hấp thụ và khử hấp thụ nhờ sử dụng các chất có tính hấp thụ CO₂.

10.4. Phương pháp sản xuất đá khô

10.4.1. Đại cương

Quá trình sản xuất đá khô bao gồm việc sản xuất khí CO₂ tinh khiết, CO₂ lỏng và đá khô.

Khí CO₂ được hoá lỏng trong các bình ngưng làm mát bằng nước hoặc bằng môi chất lạnh sôi trong thiết bị bay hơi của tầng trên trong hệ thống máy lạnh ghép tầng. Khi dùng nước để làm mát bình ngưng, phải nén CO₂ tới áp lực cao (khoảng 60 ÷ 70 bar) để có nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ nước vì CO₂ có nhiệt độ tới hạn thấp ($t_{th} = 31^{\circ}\text{C}$, $p_{th} = 73,5 \text{ bar}$). Áp suất này thường thực hiện bằng phương pháp nén khí trong máy nén 3 cấp.

Khí nhiệt độ nước cao (lớn hơn 24°C) không thể dùng nước để làm mát được. Ở nhiệt độ CO₂ cao hơn nhiệt độ tới hạn cũng không thể hoá lỏng CO₂ bằng cách nén. Trong những trường hợp như vậy, để hoá lỏng khí CO₂ người ta phải sử dụng máy lạnh ghép tầng, trong đó bình ngưng tự khí CO₂ được làm lạnh nhờ máy lạnh làm việc với môi chất khác (thường là NH₃, freon) – bình ngưng tự – bay hơi. CO₂ lỏng tạo thành có thể được tích trữ và dùng vào những mục đích khác nhau như để tạo khí các nước giải khát, dùng cho cứu hoả,... hoặc để làm đá khô.

Đá khô làm từ CO₂ lỏng ở dạng khối bằng 2 phương pháp :

- Tiết lưu CO₂ lỏng đến áp suất điểm ba thể và nén liên tục tuyết CO₂ tới khi thành khối đá khô.

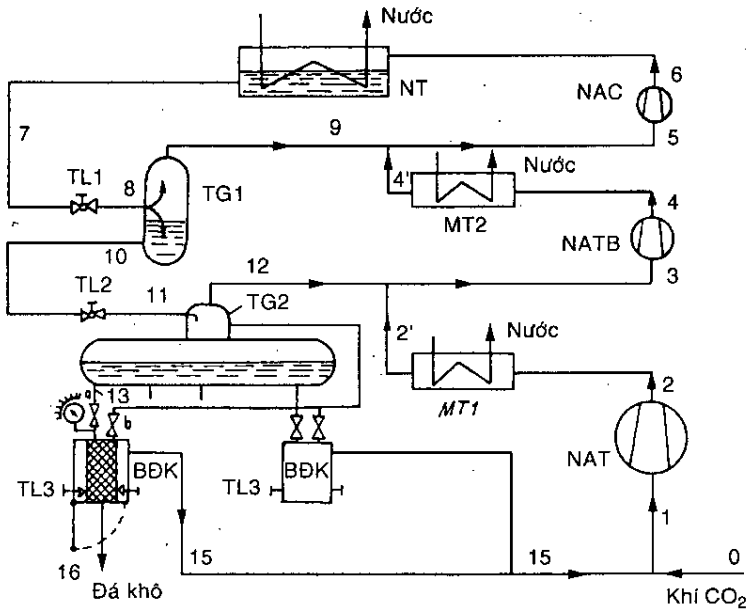
- Tiết lưu CO₂ lỏng đến áp suất khí quyển và lèn chặt khối băng trong quá trình đông cứng.

Tùy theo áp lực để tạo CO₂ lỏng mà người ta phân biệt quá trình sản xuất đá khô theo chu trình áp suất cao, áp suất trung bình hay áp suất thấp.

Trong thực tế người ta hay sản xuất đá khô theo chu trình áp suất cao và áp suất trung bình.

10.4.2. Sản xuất đá khô theo chu trình áp suất cao

Sơ đồ đơn giản hệ thống thiết bị lạnh sản xuất đá khô theo phương pháp này được trình bày ở hình 10-1. Trên hình 10-2 là chu trình làm việc của môi chất lạnh (trong trường hợp này cũng chính là CO₂) trong hệ thống.

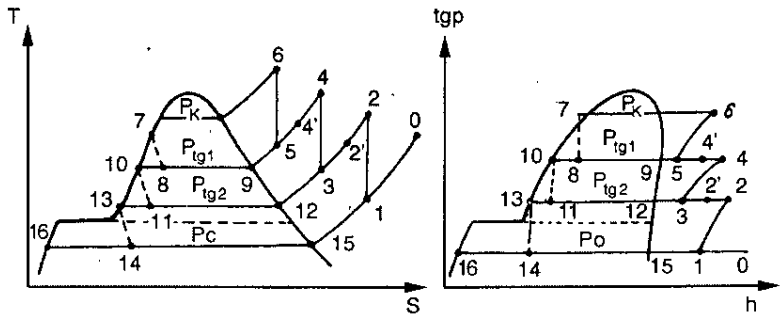


Hình 10-1 : Sơ đồ hệ thống sản xuất đá khô theo chu trình áp suất cao

Trong chu trình này bình ngưng NT và các bình làm mát trung gian MT1 và MT2 được làm mát bằng nước. Môi chất ngưng tụ trong bình ngưng là hơi sau cấp nén cao áp của hệ thống lạnh 3 cấp có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ nước làm mát và do vậy áp suất của hơi sau máy nén cao áp phải cao (khoảng 60 ÷ 70 bar).

Hơi CO₂ ở áp suất này được đẩy vào trong bình ngưng ở trạng thái 6. Trong bình ngưng, khí CO₂ được làm lạnh bằng nước và ngưng tụ lại (quá trình 6 ÷ 7) rồi sau đó được tiết lưu tiếp tục, cuối cùng đến áp suất khí quyển.

Trong van tiết lưu TL1 lỏng được tiết lưu đến áp suất trung gian $p_{tg1} = 30 \div 25$ bar theo quá trình 7 ÷ 8, sau đó hơi CO₂ ẩm ở trạng thái 8 đi vào bình trung gian TG1. Ở đây, hơi bão hoà (ở trạng thái 9) được tách khỏi lỏng bão hoà (ở trạng thái 10). Lượng lỏng này lại được tiết lưu lần nữa ở van tiết lưu TL2 theo quá trình 10 ÷ 11 đến áp suất trung gian $p_{tg2} = 9 \div 7$ bar. Hơi ẩm ở trạng thái 11 lại được đưa vào bình trung gian TG2, ở đó hơi bão hoà khô ở trạng thái 12 cũng được tách khỏi lỏng bão hoà ở trạng thái 13. Lỏng còn lại được tiết lưu lần thứ 3



Hình 10-2 : Chu trình cao áp hệ thống lạnh sản xuất đá khô

trong van tiết lưu TL3 theo quá trình 13 ÷ 14 đến áp suất khí quyển p_0 .

Quá trình tiết lưu cuối cùng đưa áp suất xuống thấp hơn điểm ba thể, do vậy tạo thành hỗn hợp hơi và CO_2 rắn. Van tiết lưu TL3 được bố trí trong buồng làm đá khô BDK.

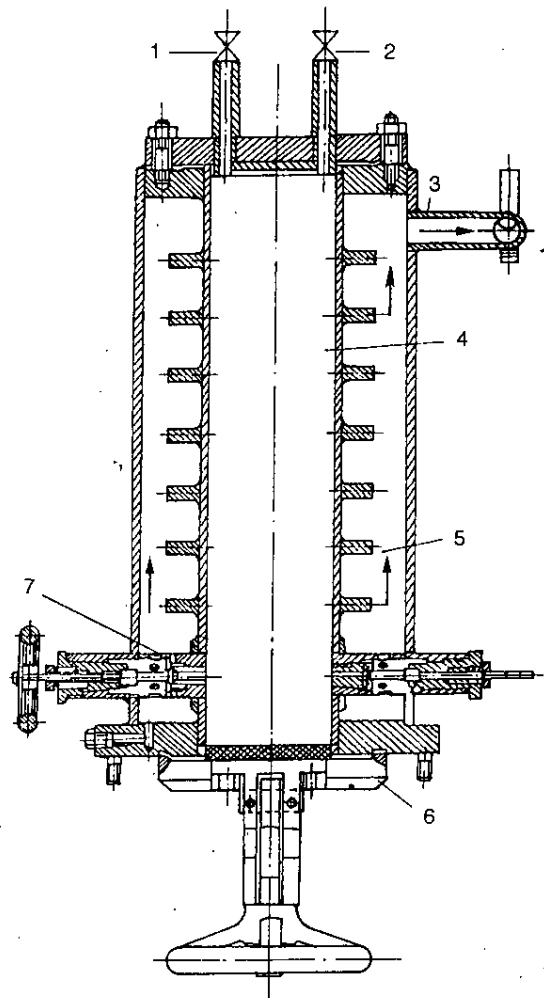
Đá khô tạo thành (trạng thái 16) được định kỳ lấy ra để sử dụng như là nguồn tạo nhiệt độ thấp.

Hơi khô tạo thành sau van tiết lưu TL3 được máy nén áp suất thấp NAT hút ra (ở trạng thái 15). Ngoài ra, người ta cũng bổ sung khí CO_2 mới (trạng thái 0) vào khí hút về NAT với số lượng bằng lượng CO_2 rắn đã lấy ra. Khí CO_2 mới này cùng hỗn hợp với khí CO_2 khô từ buồng đá khô tạo thành hơi hút ở trạng thái 1 trước máy nén áp suất thấp NAT và được nén tới áp suất trung gian $P_{tg2} = 7 \div 9$ bar (quá trình 1-2).

Sau tầng nén áp thấp, khí CO_2 được làm mát trong thiết bị làm mát trung gian MT1 đến trạng thái 2' và được hỗn hợp với hơi ở trạng thái 12 tạo nên trạng thái 3 rồi được hút vào tầng nén áp suất trung bình NATB. Trong tầng nén thứ hai này khí CO_2 được nén tới áp suất trung gian $p_{tg1} = 25 \div 30$ bar theo quá trình 3-4 sau đó lại được làm mát trong thiết bị làm mát trung gian MT2 đến trạng thái 4', rồi được hỗn hợp với hơi từ bình trung gian TGI ở trạng thái 9, tạo thành trạng thái hơi 5 hút vào tầng nén áp cao NAC. Hơi được nén đến áp suất ngưng tụ p_K ở đây rồi sau đó được làm mát và hoá lỏng trong thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước NT và qua van tiết lưu TL1 tiếp tục một chu trình mới.

Buồng đá khô BDK (chính là thiết bị bay hơi tầng cuối) là thiết bị có hai vỏ và có đáy lật được (hình 10-3).

Không gian giữa 2 vỏ (5) thông với đường hút vào máy nén áp suất thấp (3). Trong khoang của thiết bị (4) chứa lỏng ở áp lực 7 ÷ 9 bar vào từ bình trung gian TG2 qua van 1. Phần dưới của vách trong có các cửa (7) của van tiết lưu TL3 thông hai vỏ với nhau. Trong quá trình nạp lỏng qua van 1, các cửa này đóng kín. Đường cân bằng hơi có van 2 để đảm bảo lỏng không quá đầy buồng đá khô. Sau khi nạp lỏng vào buồng thì đóng van 2 lại và mở cửa tiết lưu (7) để tiết lưu lỏng đến áp suất khí quyển. Như vậy, có một lượng đá khô được tạo thành phần hơi còn lại trong khoang 5 được hút về máy nén áp suất thấp NAT qua ống 3.



Hình 10-3 : Cấu tạo buồng đá khô

- 1 - Van CO_2 lỏng ; 2 - Van hơi cân bằng ;
- 3 - Ống hơi ra ; 4 - Khoang trong ;
- 5 - Khoang hơi ; 6 - Cửa lật ;
- 7 - Cửa tiết lưu

Đá khô được tạo thành đầu tiên ở trong các cửa tiết lưu trước tiên và sau đó ở trong khoang 4. Quá trình tiết lưu được tiếp tục qua khe hở giữa các tinh thể đá khô đã được tạo thành và quá trình tiếp diễn trong toàn bộ thể tích khoang trong.

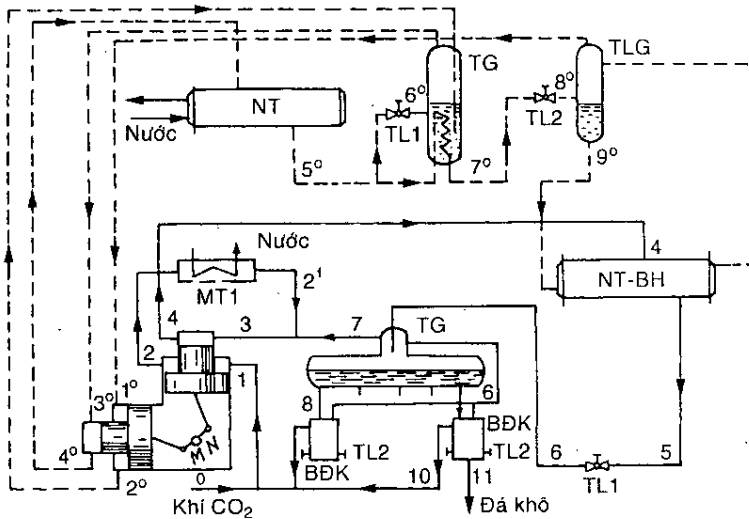
Khí đã hoá đá toàn bộ lỏng thì van 1 bắt đầu mở, như vậy, dưới tác dụng của áp suất trong bình trung gian TG2, các tinh thể đá bị dồn nén lại thành một khối và lỏng chứa đầy vào khoang hút thể tích do CO₂ đông cứng lại.

Cuối quá trình làm đá, toàn bộ không gian trong chứa đầy đá khô và van 1 đóng kín lại, nhưng hơi tiếp tục được hút về máy nén nên áp suất trong buồng giảm.

Năng suất khối lượng đá khô vào khoảng 25 ÷ 40kg/40 ÷ 45 phút. Số lượng buồng đá khô phụ thuộc vào năng suất của xí nghiệp. Sơ đồ thực tế của các hệ thống sản xuất đá khô, ngoài các thiết bị trình bày ở sơ đồ nguyên lý hình 10-1 còn có một số thiết bị phụ để nâng cao hiệu quả kinh tế và độ tin cậy khi làm việc của các thiết bị như các thiết bị hồi nhiệt, quá lạnh lỏng trước tiết lưu, các thiết bị phân ly dầu, các phin sấy, phin lọc, các bình chứa CO₂ lỏng,...

10.4.3. Sản xuất đá khô theo chu trình áp suất trung bình

Đây là phương pháp sản xuất đá khô trong chu trình máy lạnh ghép tầng từ hai hệ thống máy lạnh : Máy lạnh CO₂ hai cấp và máy lạnh amoniác hai cấp (máy lạnh nén hơi hoặc máy lạnh hấp thụ).



Hình 10-4 : Sơ đồ hệ thống sản xuất đá khô theo chu trình áp suất trung bình

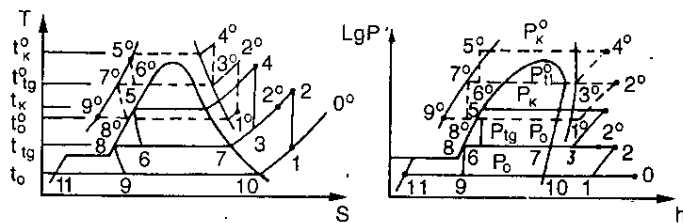
---NH₃ ; -CO₂

độ đến trạng thái 2' trên đồ thị hình 10-5, sau đó hỗn hợp với hơi ở trạng thái 7 đi ra từ bình trung gian TG để có trạng thái 3 và lại được hút vào cấp 2 của máy nén CO₂. Ở đây, hơi CO₂ sau khi được nén đến áp suất 15 ÷ 20 bar (quá trình 3-4) đi vào bình ngưng NT-BH, đây là loại thiết bị ngưng tụ - bay hơi, tức là nó cũng chính là bình bay hơi của máy lạnh amoniác ở tầng trên. Khí CO₂ được hoá lỏng theo quá trình 4-5 nhờ nhả nhiệt cho NH₃ sôi ở tầng trên. CO₂ lỏng được tiết lưu trong van tiết lưu TL1 (quá trình 5-6) và đi vào bình trung gian nằm ngang TG. Ở đây, hơi được tách ra ở trạng thái 7 và được hút về xilanh cao áp, còn lỏng (ở trạng thái 8) được dẫn vào khoang trong của buồng đá khô BĐK. Khi mở cửa van tiết lưu TL2 ở thân trong của BĐK thì lỏng được tiết lưu đến áp suất khí quyển (quá trình 8-9). Trong buồng đá khô, đá được tạo thành (ở trạng thái 11) tương tự như ở chu trình 3 cấp (chu trình áp suất cao).

Sơ đồ nguyên lý của máy lạnh ghép tầng để sản xuất CO₂ được trình bày trên hình 10-4.

Trong sơ đồ, sử dụng loại máy nén CO₂-NH₃ đặt liền khối và được dẫn động bằng một động cơ điện. CO₂ ở tầng nén áp thấp và NH₃ ở tầng áp suất cao hơn. Ở tầng dưới khí CO₂ được nén trong cấp 1 của máy nén CO₂ (quá trình 1-2) đến áp suất trung gian $p_{tg} = 7 \div 9$ bar đi vào trong bình làm mát trung gian bằng nước MT1 và hạ nhiệt

Ở tầng trên có các quá trình thay đổi trạng thái của amoniac (trên hình vẽ biểu thị bằng đường nét đứt). NH_3 sôi trong bình ngưng tụ – bay hơi NT-BH nhận nhiệt làm CO_2 ngưng tụ. Hơi NH_3 được máy nén cấp 1 NH_3 hút về và được nén tới áp suất trung gian theo quá trình 1^o2^o rồi vào bình trung gian đứng TG để được làm mát hoàn toàn. Hơi hút từ bình trung gian lại được nén trong máy nén cấp hai đến áp suất ngưng tụ (quá trình 3^o4^o). Bình ngưng NT của máy lạnh NH_3 cũng được làm mát bằng nước, ở đó NH_3 được hoá lỏng theo quá trình 4^o5^o. Một phần lỏng được tiết lưu khi qua van tiết lưu TL1 ở tầng trên đến áp suất trung gian theo quá trình 5^o6^o, còn phần lớn lỏng đi qua ống xoắn của bình trung gian và được quá lạnh (quá trình 5^o7^o) và đi vào bình tách lỏng TLG sau khi qua van tiết lưu TL2 để tiết lưu đến áp suất ngưng tụ (quá trình 7^o8^o). Từ bình tách lỏng, lỏng đi vào bình NT-BH, còn hơi đi từ thiết bị ngưng tụ – bay hơi về bình tách lỏng và lại được hút về tầng nén cao áp NH_3 .



Hình 10-5 : Chu trình hệ thống sản xuất đá khô áp suất trung bình
 --- NH_3 ; --- CO_2

Khi sản xuất đá khô theo chu trình ghép tầng, tiêu hao điện năng giảm đi khoảng 10% so với chu trình lạnh 3 cấp. Trong hệ thống này, CO_2 không tạo áp suất và nhiệt độ cao nên dễ tách dầu khỏi hơi.

Nhược điểm của phương pháp sản xuất đá khô theo chu trình ghép tầng là không tránh khỏi tạo nên áp suất và nhiệt độ cao trong bình ngưng tụ CO_2 khi dùng máy. Để tránh nâng cao áp suất đột ngột cần có bình chứa phụ để dẫn nở CO_2 khi nâng cao nhiệt độ đến nhiệt độ môi trường xung quanh.

Trong sơ đồ sản xuất đá khô theo chu trình ghép tầng (chu trình áp suất trung bình), ngoài máy lạnh máy nén NH_3 , có thể dùng máy lạnh hấp thụ. Khi đó có thể sử dụng hiệu quả hơn các loại nhiệt thải trong công nghiệp.

10.5. Bảo quản đá khô

Đá khô được sản xuất đều phải qua tích trữ và vận chuyển tới nơi tiêu thụ.

Trong bảo quản đá khô phải đảm bảo có khả năng giảm tổn hao đá tới mức thấp nhất do đá bị thăng hoa. Trong không khí, đá khô thăng hoa liên tục do độ chênh nhiệt độ và áp suất riêng phần của khí CO_2 trên bề mặt đá khô và không khí xung quanh. Cần tìm cách kìm hãm sự thăng hoa của đá khô vào không khí. Nhằm mục đích đó, người ta bảo quản đá khô trong những buồng bảo quản cách nhiệt tốt nhất được chia thành những khoang nhỏ, ở đó các khối đá khô có thể được bảo quản trong môi trường hầu như là 100% CO_2 .

Đá khô được đưa vào buồng bảo quản qua nắp bố trí phía trên để loại trừ hầu như toàn bộ khí CO_2 lọt ra ngoài khi mở nắp (vì CO_2 nặng hơn không khí 1,56 lần) và sự thâm nhập của không khí nóng từ ngoài vào.

Trong các khoang bảo quản, để dễ xuất, nhập đá khô người ta đặt các giá kim loại để chứa đá trong các khoang bảo quản. Cũng như nắp, giá đỡ được nâng lên, hạ xuống bằng palăng hoặc cần cầu đặt phía trên buồng bảo quản.

Các thùng chứa để vận chuyển đá khô cũng có nắp mở lên. Thành và nắp thùng có cách nhiệt dày đến 250mm.

Mặc dù đã có những biện pháp như vậy, tổn hao đá khô khi bảo quản vẫn rất lớn, thường bằng 3 ÷ 4% số lượng đá khô bảo quản một ngày đêm. Các thiết bị bảo quản đá khô thường được thiết kế để bảo quản từ 2 đến 3 ngày.

Chương 11

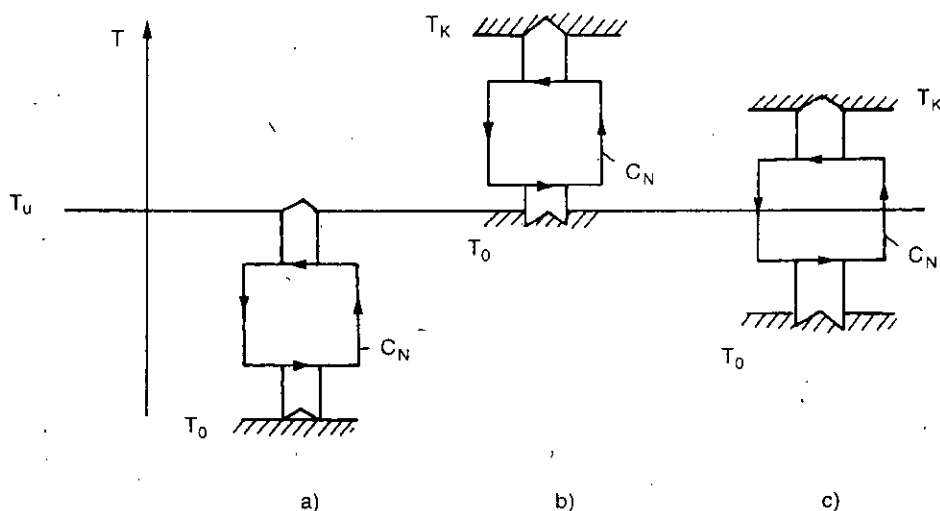
BƠM NHIỆT

11.1. Khái quát về bơm nhiệt

Năm 1852 Thomson (Lord Kelvin) sáng chế ra bơm nhiệt đầu tiên của thế giới. Song song với kỹ thuật lạnh, bơm nhiệt có bước phát triển riêng của mình. Những thành công lớn nhất của bơm nhiệt bắt đầu từ những năm 1940 khi hàng loạt bơm nhiệt công suất lớn được lắp đặt thành công ở nhiều nước châu Âu để sưởi ấm, đun nước nóng và điều hoà không khí.

Từ khi xảy ra cuộc khủng hoảng năng lượng vào đầu thập kỷ 70, bơm nhiệt lại bước vào một bước tiến nhảy vọt mới. Hàng loạt bơm nhiệt đủ mọi kích cỡ cho các ứng dụng khác nhau được nghiên cứu chế tạo, hoàn thiện và bán rộng rãi trên thị trường.

Ngày nay bơm nhiệt đã trở nên rất quen thuộc trong các lĩnh vực điều hoà không khí, sấy, hút ẩm, đun nước...



Hình 11-1

- a) Máy lạnh $T_0 < T_u$; $T_k = T_u$
 - b) Bơm nhiệt $T_0 \geq T_u$; $T_k > T_u$
 - c) Bơm nhiệt kết hợp nóng lạnh $T_0 < T_u$; $T_k > T_u$
- T_0 - Nhiệt độ dàn bay hơi ; T_k - Nhiệt độ dàn ngưng
 T_u - Nhiệt độ môi trường ; C_N - Chu trình Carnot ngược chiều

Nguyên lý làm việc

Bơm nhiệt là một thiết bị dùng để bơm một dòng nhiệt từ mức nhiệt độ thấp lên mức nhiệt độ cao hơn, phù hợp với nhu cầu cấp nhiệt. Để duy trì bơm nhiệt hoạt động cần tiêu tốn một dòng năng lượng khác (điện hoặc nhiệt năng). Như vậy máy lạnh cũng là một loại bơm nhiệt và cũng có chung một nguyên lý hoạt động. Các thiết bị của chúng là giống nhau. Người ta chỉ phân biệt máy lạnh với bơm nhiệt ở mục đích sử dụng mà thôi. Máy lạnh gắn với việc sử dụng nguồn lạnh ở thiết bị bay hơi, còn bơm nhiệt gắn với việc sử dụng nguồn nhiệt ở thiết bị ngưng tụ. Do yêu cầu sử dụng nguồn nhiệt nên bơm nhiệt hoạt động ở cấp nhiệt độ cao hơn (xem hình 11-1).

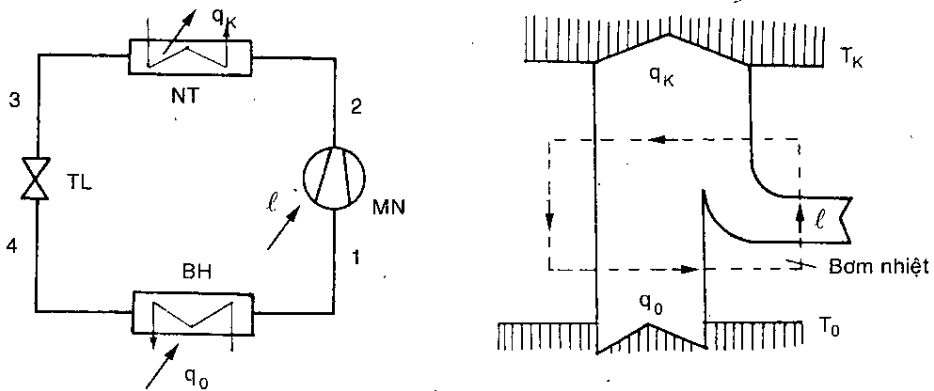
Cũng như máy lạnh, bơm nhiệt làm việc theo chu trình ngược (h. 11-2) với các quá trình chính như sau :

1 - 2 : quá trình nén hơi môi chất từ áp suất thấp, nhiệt độ thấp lên áp suất cao và nhiệt độ cao trong máy nén hơi. Quá trình nén là đoạn nhiệt.

2 - 3 : quá trình ngưng tụ đẳng nhiệt trong thiết bị ngưng tụ, thải nhiệt cho môi trường.

3 - 4 : quá trình tiết lưu đẳng entanpi ($h_3 = h_4$) của môi chất lỏng qua van tiết lưu từ áp suất cao xuống áp suất thấp.

4 - 1 : quá trình bay hơi đẳng nhiệt ở nhiệt độ thấp và áp suất thấp thu nhiệt của môi trường lạnh.



Hình 11-2 : Nguyên lý làm việc của bơm nhiệt nén hơi

- a) Sơ đồ thiết bị ; b) Sơ đồ dòng năng lượng
- MN - Máy nén ; NT - Thiết bị ngưng tụ ; TL - Van tiết lưu
- BH - Thiết bị bay hơi ; 1 - Công tiêu tốn cho máy nén.
- q_0 - Nhiệt lượng lấy từ môi trường (hay buồng lạnh)
- q_k - Nhiệt lượng thải ra ở dàn ngưng tụ

Mục đích sử dụng là lượng nhiệt thải ra ở thiết bị ngưng tụ.

Năng suất nhiệt của bơm nhiệt chính là phương trình cân bằng nhiệt ở máy lạnh :

$$q_k = q_0 + l \tag{11-1}$$

Hệ số nhiệt của bơm nhiệt là :

$$\varphi = \frac{q_k}{l} > 1 \tag{11-2}$$

$$\varphi = \frac{q_0 + l}{l} = \varepsilon + 1 \tag{11-3}$$

Nếu sử dụng bơm nhiệt nóng lạnh kết hợp thì hiệu quả kinh tế còn cao hơn nữa vì chỉ cần tiêu tốn một dòng năng lượng l ta được cả năng suất lạnh q_0 và năng suất nhiệt q_k như mong muốn. Gọi φ_ε là hệ số nhiệt lạnh của bơm nhiệt nóng lạnh thì :

$$\varphi_{\varepsilon} = \frac{q_k + q_0}{l} = \varphi + \varepsilon = 2\varepsilon + 1 \quad (11-4)$$

Cũng như máy lạnh, hiện nay bơm nhiệt nén hơi được sử dụng rộng rãi và có hiệu quả kinh tế to lớn trong hầu hết các ngành công, nông, lâm, ngư nghiệp...

Nhưng ngoài bơm nhiệt nén hơi, giống như máy lạnh, người ta chế tạo hầu như đủ các loại bơm nhiệt làm việc theo các nguyên lý khác nhau như bơm nhiệt hấp thụ, bơm nhiệt nén khí và bơm nhiệt nhiệt điện.

Nói chung hiện nay tất cả các loại bơm nhiệt nêu trên đều được sử dụng nhưng bơm nhiệt nén hơi được sử dụng rộng rãi nhất. Bơm nhiệt hấp thụ cũng được chú ý sử dụng vì ngoài q_k người ta còn sử dụng được cả q_A làm nguồn nóng.

Ngoài ra bốn loại bơm nhiệt nói trên còn được ghép nối lại với nhau nhằm những hiệu quả nhất định. Ví dụ bơm nhiệt hấp thụ – nén hơi nhằm mục đích tăng nhiệt độ ngưng tụ, qua đó tăng nhiệt độ chất tải nhiệt. Nguyên lý hoạt động chủ yếu như máy lạnh hấp thụ nhưng giữa bình sinh hơi và dàn ngưng người ta lắp thêm một máy nén, hút hơi từ bình sinh hơi và nén vào dàn ngưng. Áp suất ngưng tụ cao lên đưa nhiệt độ ngưng tụ cao lên theo, và hệ số nhiệt của nó tăng lên đáng kể.

11.2. Các phương pháp đánh giá hiệu quả năng lượng

11.2.1. Hệ số nhiệt của bơm nhiệt

Hệ số nhiệt của bơm nhiệt đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả năng lượng của bơm nhiệt. Từ các phương trình (11-1) đến (11-4) ta thấy rõ hệ số nhiệt của bơm nhiệt là luôn luôn lớn hơn 1, do đó ứng dụng của bơm nhiệt bao giờ cũng có lợi về nhiệt.

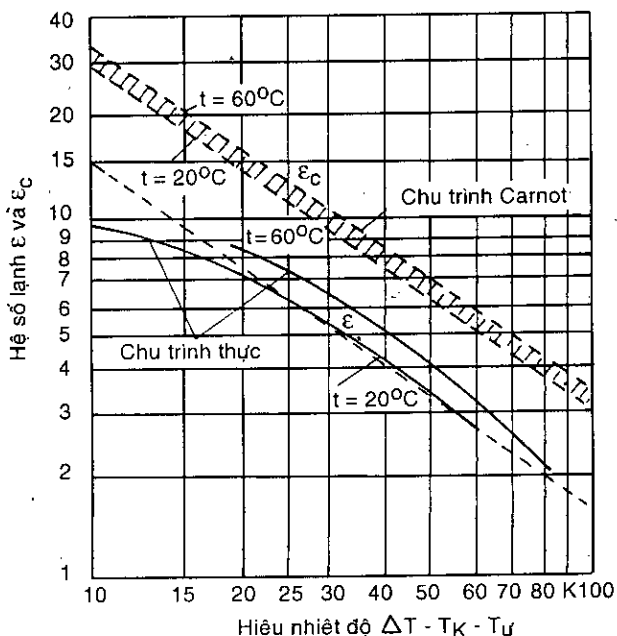
Hình 11-3 biểu diễn hệ số nhiệt thực tế của bơm nhiệt.

Hệ số thực của bơm nhiệt φ nhỏ hơn hệ số nhiệt lý thuyết tính theo chu trình Carnot φ_c .

$$\varphi = v \cdot \varphi_c \quad (11-5)$$

$$\text{Suy ra : } \varphi = v \cdot \frac{T_k}{T_k - T_o} \quad (11-6)$$

Trong đó v là hiệu suất exergi hay hệ số hoàn thiện của chu trình thực. Với phương trình (11-6) ta có thể tính được hệ số nhiệt lý thuyết theo chu trình Carnot phụ thuộc vào hiệu nhiệt độ của dàn ngưng và dàn bay hơi. Trên hình (11-2) biểu diễn hai đường φ_c ($t_k = 60^\circ\text{C}$) và φ_c ($t_k = 20^\circ\text{C}$). Để bơm nhiệt đạt được hiệu quả kinh tế cao thường người ta phải chọn hiệu



Hình 11-3 : Hệ số nhiệt thực tế của bơm nhiệt φ và hệ số nhiệt lý thuyết theo chu trình Carnot φ_c .

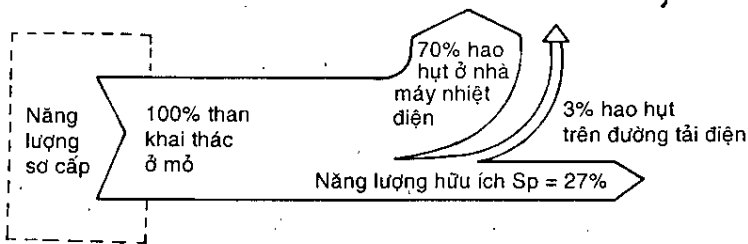
hiệu nhiệt độ ΔT sao cho hệ số nhiệt thực tế của bơm nhiệt phải đạt từ 3 đến 4 trở lên, nghĩa là hiệu nhiệt độ phải nhỏ hơn 60K. Cũng chính vì lý do đó, chỉ trong những trường hợp đặc biệt, người ta mới sử dụng bơm nhiệt hai cấp nén. Đó là khác biệt quan trọng giữa bơm nhiệt và máy lạnh.

11.2.2. So sánh các phương án cấp nhiệt

Để thấy rõ hiệu quả năng lượng của bơm nhiệt ta có thể so sánh một số phương án trên sơ đồ cấp nhiệt từ nguồn năng lượng sơ cấp đến nơi tiêu thụ. Nguồn năng lượng sơ cấp là than, dầu mỏ và khí thiên nhiên v.v... Ở nước ta nguồn năng lượng sơ cấp chủ yếu là than đá, do đó ta có thể lấy than đá cho những ví dụ về tính toán cấp nhiệt.

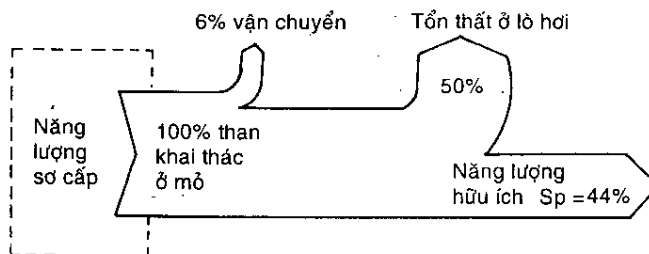
Ví dụ ta cần phải cấp nhiệt cho một lò sấy, yêu cầu nhiệt độ sấy từ 70 đến 100°C, nghĩa là nhiệt độ đó phù hợp với khả năng của bơm nhiệt.

Phương án 1 : dùng than để sản xuất ra điện ở nhà máy nhiệt điện, sau đó sử dụng trực tiếp năng lượng điện để cấp cho lò sấy thì hiệu suất sử dụng than sẽ là : 100% than – 70% hao hụt ở nhà máy điện – 3% hao hụt trên đường tải điện. Hiệu suất thực tế là 27%



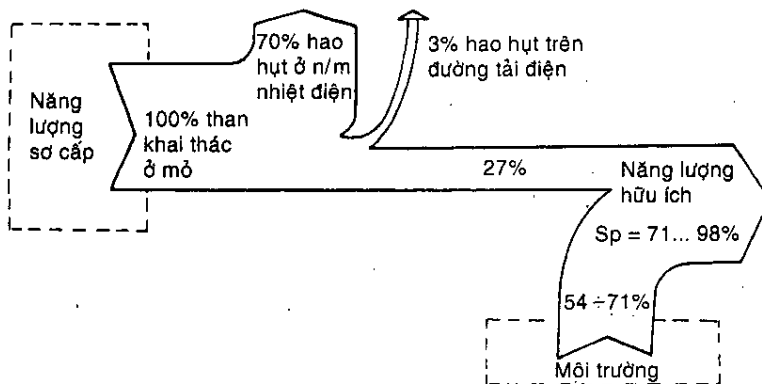
Hình 11-4a

Phương án 2 : nếu sử dụng than để đốt lò hơi, cung cấp nhiệt cho hầm sấy bằng hơi nước thì hiệu suất sử dụng than như sau : 100% than sản xuất ở mỏ trừ đi 6% hao hụt khi vận chuyển bốc dỡ, hao hụt ở lò hơi là 50%, năng lượng hữu ích còn lại là 44%.



Hình 11-4b

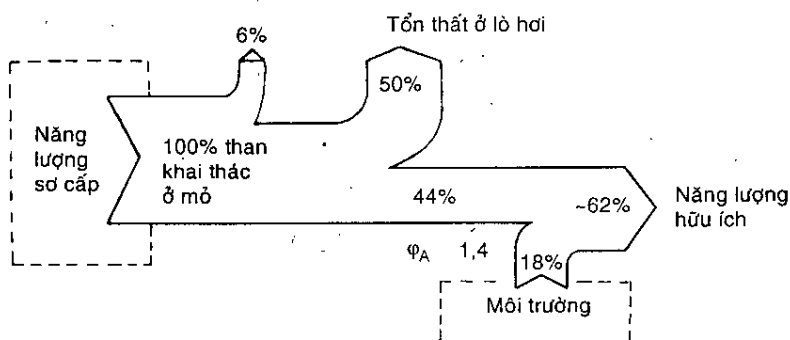
Phương án 3 : các điều kiện như phương án 1, nhưng không sử dụng trực tiếp năng lượng điện qua các bộ đốt điện trở mà sử dụng qua bơm nhiệt nén hơi. Với hệ số nhiệt của bơm nhiệt $\phi = 3...4$ tùy theo ΔT , S_p cũng tăng lên gấp 3...4 lần.



Hình 11-4c

Phương án 4 : giống như phương án 2 nhưng năng lượng hữu ích 44% đó không sử dụng trực tiếp ngay cho hâm sấy mà sử dụng qua một bơm nhiệt hấp thụ. Theo kinh nghiệm bơm nhiệt hấp thụ có hệ số nhiệt $\phi_A \approx 1,4$ như vậy năng lượng hữu ích sẽ tăng lên 1,4 lần :

$$S_{p,A} = 1,4 \cdot 44\% \approx 62\%$$



Hình 11-4d

Phương án 5 : sử dụng than đốt cho buồng sấy trực tiếp qua thiết bị trao đổi nhiệt thì năng lượng hữu ích là 100% trừ đi 6% tổn thất vận chuyển, 32% cho thiết bị biến đổi năng lượng tại chỗ. Vậy $S_p = 62\%$

Phương án 6 : sử dụng than đốt trực tiếp bình sinh hơi của máy lạnh hấp thụ ta sẽ có năng lượng hữu ích.

$$S_{p,A} = \phi_A \cdot S_p = 1,4 \cdot 62\% = 87\%$$

Qua 6 phương án cấp nhiệt nêu ra ở trên ta thấy tất cả các phương án cấp nhiệt có bơm nhiệt đều có hệ số sử dụng năng lượng sơ cấp cao hơn. Một ưu điểm nữa của phương án sử dụng bơm nhiệt là có thể sử dụng được cả công suất lạnh của nó cho các mục đích khác như bảo quản hoặc điều tiết không khí.

11.2.3. Đánh giá hiệu quả bơm nhiệt

Đánh giá hiệu quả của bơm nhiệt là một vấn đề hết sức khó khăn. Trước hết người ta phải tiến hành phân tích tỉ mỉ tất cả các hệ số ảnh hưởng đến việc lựa chọn thiết bị bơm nhiệt cho một nhu cầu cấp nhiệt như giá thành các dạng năng lượng sơ cấp, giá thiết bị, giá xây lắp, giá vận hành, khả năng tiết kiệm năng lượng, thời gian khấu hao, so sánh các phương án cấp nhiệt như trên ta đã giới thiệu. Ví dụ như ở nước ta, tuy năng lượng sơ cấp rất đắt nhưng việc ứng dụng bơm nhiệt gặp rất nhiều khó khăn vì thiết bị phải nhập của nước ngoài. Môi chất, dầu bôi trơn, các phụ kiện và phụ tùng thay thế rất đắt và khó khăn.

Sau đây chúng tôi giới thiệu một vài cách đánh giá hiệu quả bơm nhiệt.

Trước hết ta có thể đánh giá năng lượng sơ cấp tiêu hao qua hiệu suất sử dụng năng lượng sơ cấp như phân so sánh các phương án đã nêu :

$$S_{p,k} = \varphi \times \eta_{ND} \quad (11-7a)$$

$$S_{p,A} = \varphi_A \times \eta_{LH} \quad (11-7b)$$

Trong đó :

$S_{p,k}$ – hiệu suất sử dụng năng lượng sơ cấp của bơm nhiệt nén hơi ;

$S_{p,A}$ – hiệu suất sử dụng năng lượng sơ cấp của bơm nhiệt hấp thụ ;

η_{ND} – hiệu suất nhà máy nhiệt điện ;

η_{LH} – hiệu suất lò hơi.

Hiệu suất sử dụng năng lượng sơ cấp của bơm nhiệt nén hơi và bơm nhiệt hấp thụ là gần bằng nhau và bằng khoảng 0,9, vì $\varphi = 3$ và $\eta_k \approx 0,3$ trong khi đó $\varphi_A \approx 1,4$ nhưng hiệu suất của các lò hơi hiện đại hiện nay lên đến khoảng $\eta_{LH} \approx 0,65$ do đó $S_{p,A}$ cũng bằng khoảng 0,9.

Người ta cũng có thể đánh giá bơm nhiệt qua năng lượng sơ cấp tiết kiệm được hàng năm. Ví dụ : nếu dùng bơm nhiệt nén hơi thay cho dùng điện trực tiếp thì :

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \frac{Q}{S_{p_2}} - \frac{Q}{S_{pk}} \quad (11-8)$$

Trong đó :

ΔE – số lượng năng lượng sơ cấp tiết kiệm được ;

E – số năng lượng tiêu thụ ;

Q – nhu cầu nhiệt lượng hàng năm kJ/a.

Thay $S_{p_2} = 0,3$ và $S_{pk} = 0,3.3$ vào ta có :

$$\Delta E = 2,2Q$$

Như vậy nếu sử dụng bơm nhiệt nén hơi người ta tiết kiệm được một khối lượng năng lượng sơ cấp bằng 2,2 lần nhu cầu nhiệt lượng hàng năm của xí nghiệp. Tương tự như vậy ta có thể tính toán cho các phương án khác. Từ phương pháp đánh giá trên người ta có thể tính được thời gian hoàn vốn thiết bị. Người ta có thể tính giá trị của từng loại nguyên vật liệu chế

tạo bơm nhiệt ra năng lượng. Ở đây ta có thể đơn giản quy đổi giá thành thiết bị, công lắp đặt, vận hành... ra năng lượng sơ cấp để tính toán. Ví dụ giá của một thiết bị bơm nhiệt cộng với các chi phí lắp đặt vận hành là 900 MWh điện, nhưng nhờ lắp đặt chính thiết bị bơm nhiệt đó mà mỗi năm người ta tiết kiệm được 450 MWh điện. Vậy thời gian hoàn vốn sẽ là :

$$P_{hv} = \frac{900}{450} = 2a$$

Như vậy, sau 2 năm thiết bị được hoàn vốn. Tất nhiên tuổi thọ của thiết bị phải trên 2 năm xí nghiệp mới có lãi. Trên thực tế đã có thiết bị bơm nhiệt chạy trên 10 năm mà chưa cần một sự bảo dưỡng nhỏ nào.

11.3. Bơm nhiệt và các thành phần cơ bản của bơm nhiệt

11.3.1. Môi chất và cặp môi chất

Môi chất và cặp môi chất của bơm nhiệt có yêu cầu giống như đối với máy lạnh. Một vài yêu cầu đặc biệt hơn xuất phát từ nhiệt độ sôi và ngưng tụ cao hơn, gần giống như chế độ nhiệt độ cao của điều hoà không khí, nghĩa là cho đến nay, người ta vẫn sử dụng các loại môi chất như : R12, R22 ; R502 và ngoài ra RM cho máy nén tuabin. Môi chất amoniác cũng được sử dụng nhưng với nhiệt độ ngưng tụ thấp và phải đặc biệt chú ý đến điều kiện an toàn.

Gần đây, người ta đặc biệt chú ý nhiều đến việc sử dụng các môi chất mới cho bơm nhiệt nhằm nâng cao nhiệt độ dàn ngưng như R21, R113, R114, R12B1, RC 308 và R142. Người ta đã thí nghiệm R114 với nhiệt độ ngưng tụ 130°C.

Nhiệt độ chất tải nhiệt phụ thuộc vào nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ ngưng tụ lại phụ thuộc vào thiết kế của máy nén. Ví dụ nếu chọn một máy nén có áp suất ngưng tụ cho phép tới 2,35MPa (theo thông số kỹ thuật của nhà máy chế tạo), thì với R12, nhiệt độ tương ứng khoảng 84°C, như vậy nhiệt độ chất tải nhiệt ta có thể đạt được khoảng 70°C. Còn đối với R22 thì nhiệt độ ngưng tụ khoảng 60°C và nhiệt độ chất tải nhiệt chỉ khoảng 50°C mà thôi. R502 có năng suất lạnh thể tích lớn hơn R22 chút ít và có ưu điểm là nhiệt độ cuối quá trình nén thấp do thành phần R115.

Môi chất R11 chỉ thích hợp cho máy nén tuabin vì năng suất lạnh thể tích thấp. Nhưng R11 có ưu điểm là nhiệt độ ngưng tụ đạt tới 120°C.

Như ở phân 11.2 đã trình bày, để đảm bảo $\phi = 3...4$, thì hiệu nhiệt độ $T_k - T_o$ không được lớn hơn 60K. Như vậy, nếu nhiệt độ ngưng tụ cao, thì nhiệt độ nguồn nhiệt cấp cho dàn bay hơi cũng phải cao. Thực tế chỉ có các nguồn nhiệt thải công nghiệp, địa nhiệt mới có nhiệt độ tương ứng nên các loại môi chất lạnh nhiệt độ cao cũng ít được sử dụng.

Môi chất hỗn hợp không đồng sôi trên lý thuyết có nhiều ưu điểm nhưng thực tế vẫn còn nhiều khó khăn khi áp dụng chúng.

Đối với bơm nhiệt hấp thụ, người ta vẫn sử dụng chủ yếu hai cặp môi chất là NH_3/H_2O và $H_2O/BrLi$. Đối với điều kiện Việt Nam máy lạnh $H_2O/BrLi$ chắc chắn có nhiều ý nghĩa vì nó phù hợp với điều kiện nhiệt đới.

Do hiệu ứng nhà kính và phá huỷ tầng ôzôn, một loạt môi chất freôn đã bị cấm sử dụng đặc biệt R11, R12, R13... do đó việc tìm kiếm môi chất mới cho bơm nhiệt cũng như cho máy lạnh lại đặt ra những yêu cầu và nhiệm vụ mới.

11.3.2. Máy nén lạnh

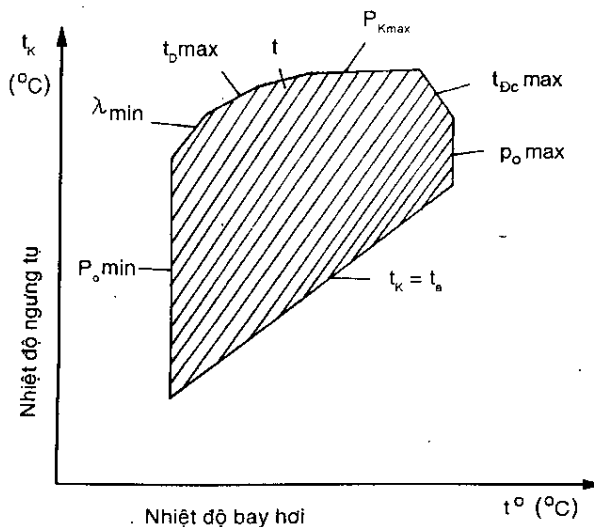
Cũng như máy lạnh, máy nén là bộ phận quan trọng nhất của bơm nhiệt. Tất cả các dạng máy nén của máy lạnh đều được ứng dụng trong bơm nhiệt. Đặc biệt quan trọng là máy nén pittông trượt, máy nén trục vít và máy nén tuabin.

So sánh với máy nén lạnh, máy nén dùng cho bơm nhiệt có đòi hỏi cao hơn, đặc biệt là các yêu cầu sau đây.

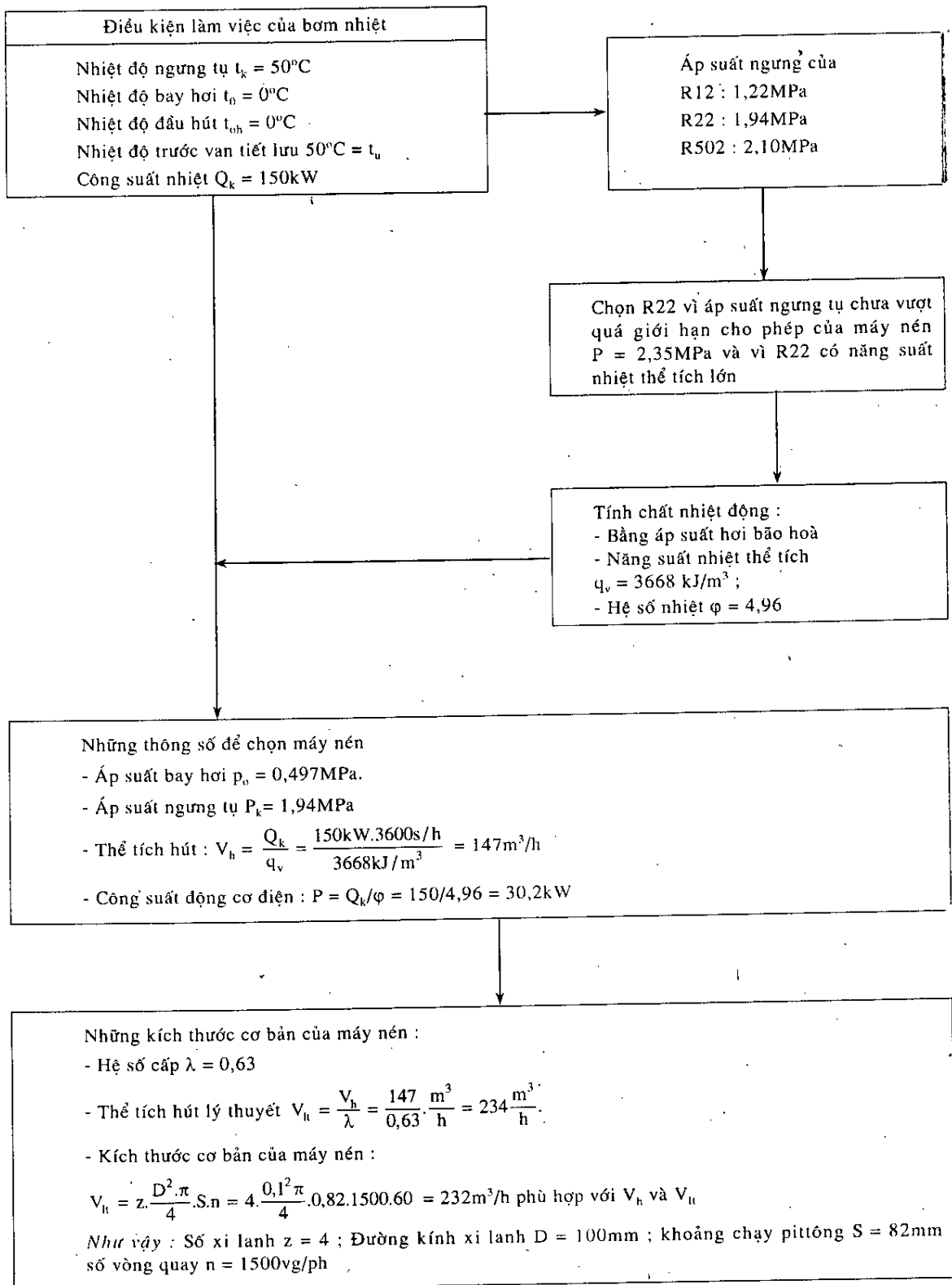
- Nhiệt độ ngưng tụ đến khoảng $60^{\circ} - 80^{\circ}\text{C}$;
- Nhiệt độ cuối quá trình nén phải cao hơn $100 \rightarrow 130^{\circ}\text{C}$ như vậy, nhiệt độ dầu cũng phải cao tương ứng ;
- Hiệu suất cao với các điều kiện của bơm nhiệt ;
- An toàn cao khi tải thay đổi ;
- Điều chỉnh công suất vô cấp được mà không có tổn hao ;
- Ít tiếng ồn.

Như vậy một máy nén bơm nhiệt cần phải đặc biệt chắc chắn, tuổi thọ cao và chạy êm, cần phải có hiệu suất cao trong trường hợp ít hoặc đủ tải.

Những yêu cầu đó cũng được thoả mãn phần nào khi chọn máy nén lạnh dùng cho bơm nhiệt. Nói chung để nâng cao hiệu quả bơm nhiệt, người ta còn cần tính toán cả các thành phần khác nữa như môi chất và các thiết bị trao đổi nhiệt cũng như cách lắp đặt, bố trí. Nhưng trong thực tế, nếu như số lượng sản xuất quá ít thì thay đổi công nghệ sản xuất là không kinh tế. Bởi vậy người ta vẫn chọn máy nén cho bơm nhiệt trong các loại máy nén lạnh được sản xuất nhưng có chú ý đến các yêu cầu đặc biệt của bơm nhiệt để hiệu suất bơm nhiệt được đảm bảo. Đặc tính của máy nén có thể được biểu diễn dưới dạng đồ thị trình bày trên hình 11-5. Trên đồ thị biểu diễn các đường giới hạn như đường giới hạn $t_k = t_o$, $P_o \text{ max}$, $P_o \text{ min}$, $P_k \text{ max}$, nhiệt độ động cơ tối đa $t_{DC \text{ max}}$, nhiệt độ dầu bôi trơn tối đa $t_{dầu, \text{ max}}$, và đường giới hạn khi máy nén có hệ số cấp là tối thiểu λ_{min} .



Hình 11-5 : Đồ thị đặc tính của máy nén lạnh



Hình 11-6 : Chọn và tính toán các kích thước cơ bản cho máy nén pittông của bơm nhiệt với chế độ làm việc cho trước.

Dựa vào đồ thị đặc tính này, ta có thể xem xét các điều kiện bơm nhiệt có phù hợp hay không với máy nén đã chọn.

Ta có thể tính toán các thông số cơ bản để chọn máy nén theo sơ đồ trình bày trên hình 11-4. Cho trước là các điều kiện làm việc của bơm nhiệt như : nhiệt độ ngưng tụ, nhiệt độ bay hơi, nhiệt độ hút, nhiệt độ trước van tiết lưu và công suất nhiệt yêu cầu. Từ đó ta có thể so sánh các môi chất, tính toán các thông số cơ bản cần thiết và xác định được các thông số cơ bản của máy nén khi biết hệ số cấp λ .

Sau đó cần kiểm tra sự phù hợp của máy nén với các điều kiện làm việc của bơm nhiệt (h. 11-6). Thường người ta chọn các loại máy nén sản xuất cho máy điều hoà nhiệt độ vì các chế độ làm việc của bơm nhiệt cũng gần giống như chế độ điều hoà nhiệt độ.

11.3.3. Các thiết bị trao đổi nhiệt

Các thiết bị trao đổi nhiệt cơ bản trong bơm nhiệt là thiết bị bay hơi và ngưng tụ. Máy lạnh hấp thụ có thêm thiết bị sinh hơi và hấp thụ. Giống như máy lạnh, thiết bị ngưng tụ và bay hơi của bơm nhiệt cũng có đầy đủ các dạng : ống chùm, ống lồng ngược dòng, ống xoắn, ống đứng và kiểu tấm. Các phương pháp tính toán cũng giống như đã trình bày ở phần máy lạnh.

Như đã biết, mục đích của bơm nhiệt chủ yếu là cấp nhiệt thu được ở dàn ngưng, có thể kết hợp cấp lạnh thu được ở dàn bay hơi, nên kèm theo công suất nhiệt, công suất lạnh, các chế độ nhiệt độ. Bao giờ người ta cũng cho biết dạng của chất tải nhiệt và tải lạnh là nước hoặc không khí. Ký hiệu bơm nhiệt một cách ngắn gọn : chất tải nhiệt của dàn ngưng được viết trước và chất tải lạnh được viết sau, ví dụ :

- Bơm nhiệt nước – nước : chất tải nhiệt và tải lạnh đều là nước
- Bơm nhiệt nước – không khí : chất tải nhiệt là nước còn chất tải lạnh hoặc nguồn nhiệt cung cấp cho dàn bay hơi là không khí.
- Bơm nhiệt không khí – nước : chất tải nhiệt là không khí và chất tải lạnh là nước.
- Bơm nhiệt không khí – không khí : chất tải nhiệt và tải lạnh đều là không khí.

11.3.4. Thiết bị phụ của bơm nhiệt

Tất cả các thiết bị phụ của bơm nhiệt giống như thiết bị phụ của máy lạnh. Cũng xuất phát từ yêu cầu nhiệt độ cao hơn nên đòi hỏi về công nghệ gia công, độ tin cậy của thiết bị cao hơn. Ví dụ : đường ống, van phải chịu áp lực và nhiệt độ cao hơn nhiều so với máy lạnh nghĩa là áp suất dàn ngưng nhiều khi đạt trên 2MPa và nhiệt độ đến hoặc hơn 100°C. Đây cũng là vấn đề đặt ra đối với dầu bôi trơn, đệm kín các loại trong hệ thống.

Do bơm nhiệt phải hoạt động ở chế độ áp suất và nhiệt độ gần sát với giới hạn tối đa nên các thiết bị tự động rất cần thiết và phải hoạt động với độ tin cậy cao để đề phòng hư hỏng thiết bị khi chế độ làm việc vượt quá giới hạn cho phép.

Đối với van tiết lưu, bơm nhiệt có chế độ làm việc khác máy lạnh nên cũng cần có van tiết lưu phù hợp. Để đáp ứng yêu cầu đó các hãng sản xuất thiết bị tự động đã nghiên cứu chế tạo các loại van tiết lưu cho các môi chất R12, R22, và R502 với nhiệt độ bay hơi tới +20°C. Với nhiệt độ bay hơi trên +20°C và đặc biệt với các loại môi chất lạnh khác việc tìm kiếm được van tiết lưu là tương đối khó khăn. Như vậy trong hoàn cảnh Việt Nam, ta chỉ có thể xây dựng các thiết bị thí nghiệm về bơm nhiệt ứng dụng với các loại môi chất thông dụng R12, R22, R502 và với nhiệt độ sôi cao nhất là +20°C.

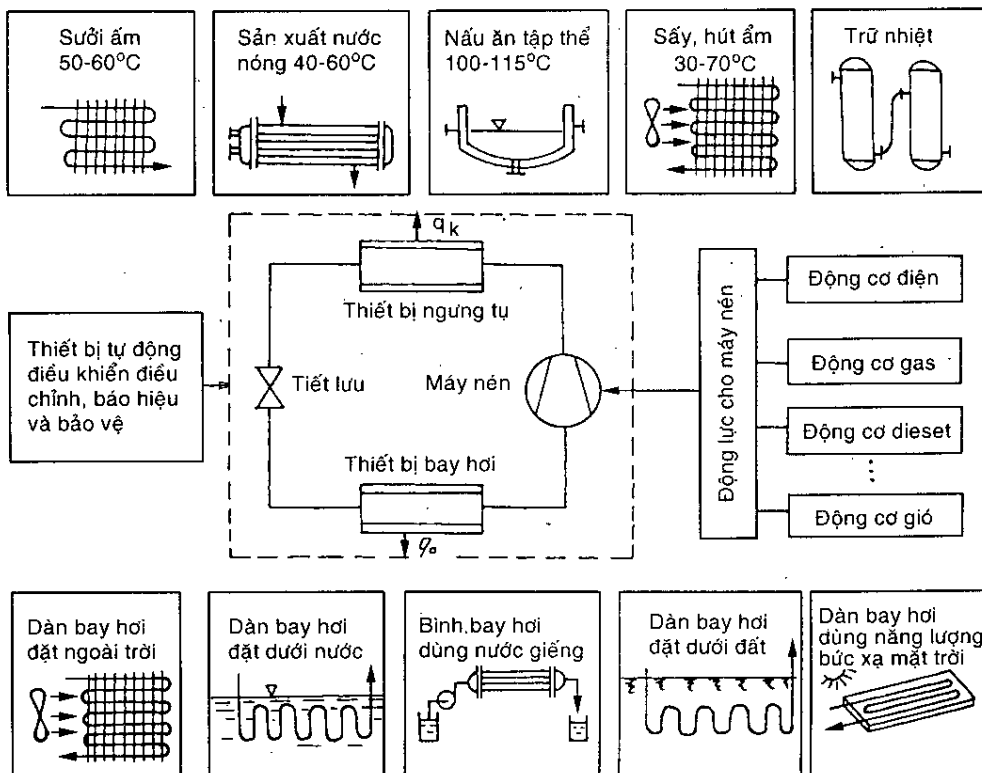
11.3.5. Thiết bị ngoại vi của bơm nhiệt

Thiết bị ngoại vi của bơm nhiệt là những thiết bị hỗ trợ cho bơm nhiệt phù hợp với từng phương án sử dụng nó. Thiết bị ngoại vi của bơm nhiệt gồm một số loại sau :

– Các phương án động lực của máy nén như : Động cơ điện, động cơ gaz, động cơ diesel hoặc động cơ gió...

– Các phương án sử dụng nhiệt thu được ở dàn ngưng tụ. Nếu là sưởi ấm thì có thể sử dụng dàn ngưng trực tiếp hoặc gián tiếp qua một vòng tuần hoàn chất tải nhiệt, có thể sử dụng để nấu ăn, sấy, hút ẩm v.v... Mỗi phương án đòi hỏi những thiết bị hỗ trợ khác nhau. Có trường hợp nhu cầu nhiệt biến động rất nhiều theo thời gian. Ví dụ : Nhu cầu nước nóng tắm rửa sau ca làm việc, nhu cầu nước nóng cho từng mẻ hồ sợi, hoặc nhuộm vải sợi v.v... khi đó nhất thiết phải bố trí thiết bị trữ nhiệt.

– Các phương án cấp nhiệt cho dàn bay hơi. Trường hợp sử dụng lạnh đồng thời với nóng thì phía dàn bay hơi có thể là buồng lạnh hoặc chất tải lạnh. Ngoài ra có thể sử dụng dàn bay hơi đặt ngoài không khí, dàn bay hơi sử dụng nước giếng là môi trường cấp nhiệt. Còn có những phương án như dàn bay hơi đặt ở dưới nước, đặt ở dưới đất hoặc dàn bay hơi sử dụng năng lượng mặt trời. Hầu hết những thiết bị đó tương ứng về mặt cấu trúc, hình dáng, tính toán đều khác biệt so với thiết bị bay hơi của máy lạnh.



Hình 11-7 : Các dạng thiết bị phụ của bơm nhiệt

– Các thiết bị điều khiển, kiểm tra tự động sự hoạt động của bơm nhiệt và các thiết bị hỗ trợ. Đây là những thiết bị tự động điều khiển các thiết bị phụ trợ ngoài bơm nhiệt để phù hợp với hoạt động của bơm nhiệt. Ví dụ : một bơm nhiệt có dàn bay hơi sử dụng năng lượng bức xạ mặt trời. Nhiệt độ dàn bay hơi khi nhận bức xạ lớn có thể lớn bằng hoặc hơn nhiệt độ ngưng tụ yêu cầu. Khi đó thiết bị tự động phải tự động ngưng bơm nhiệt và đưa năng lượng từ bộ thu trực tiếp đến nơi tiêu thụ. Hình 11-7 trình bày sơ lược một số dạng thiết bị phụ của bơm nhiệt.

11.4. Ứng dụng của bơm nhiệt trong nền kinh tế quốc dân

Như đã trình bày, bơm nhiệt có thể được ứng dụng ở tất các cơ sở có nhu cầu năng lượng ở nhiệt độ thấp khoảng $40 \div 80^{\circ}\text{C}$ hoặc có thể cao đến $115 \div 120^{\circ}\text{C}$. Nếu như nhu cầu về nóng và lạnh tương đối ăn khớp nhau thì hiệu quả kinh tế của bơm nhiệt lại càng lớn.

Khi sử dụng bơm nhiệt cần chú ý hiệu quả kinh tế của nó biểu hiện qua hệ số bơm nhiệt φ . Hệ số nhiệt φ của bơm nhiệt phụ thuộc rất nhiều vào hiệu nhiệt độ của dàn ngưng và dàn bay hơi như đã trình bày ở trên. Một điều kiện nữa của bơm nhiệt đạt hiệu quả cao là nhu cầu về nóng và lạnh phải liên tục và ổn định để thời gian hoàn vốn của thiết bị là thấp nhất.

Nói chung bơm nhiệt có thể được ứng dụng trong các ngành kinh tế sử dụng các nguồn nhiệt nhiệt độ thấp như :

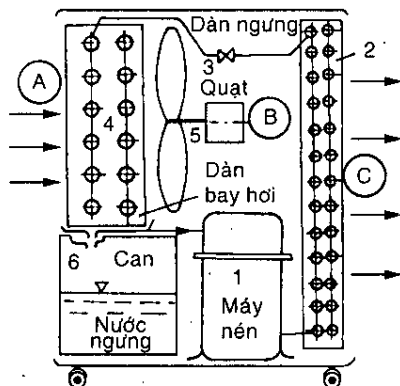
- Công nghiệp sấy và hút ẩm ;
- Các quá trình thu hồi nhiệt thải ;
- Công nghiệp chung cất, tách chất ;
- Công nghiệp thực phẩm chủ yếu để tẩy rửa, tiệt trùng.
- Công nghiệp vải sợi, gỗ, bột và giấy ;
- Tẩy rửa, mạ kim loại sơn sấy trong kỹ thuật điện và chế tạo máy.
- Công nghiệp hoá học như bay hơi, cô đặc v.v...
- Điều tiết không khí tiện nghi công nghiệp, nông nghiệp, các công trình công cộng như y tế, văn hoá, thể thao.

Sau đây chúng tôi sẽ giới thiệu một số tổ hợp bơm nhiệt với những ứng dụng cụ thể của nó.

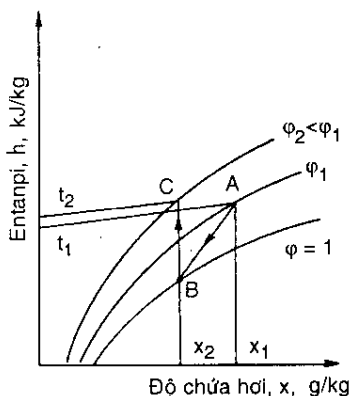
11.4.1. Ứng dụng bơm nhiệt trong công nghiệp sấy, hút ẩm

Bơm nhiệt hút ẩm đơn giản được mô tả trên hình 11-8. Bơm nhiệt hút ẩm thực chất là một máy lạnh nhưng được bố trí đặc biệt để làm nhiệm vụ khử ẩm trong không khí.

Bơm nhiệt hút ẩm gồm máy nén 1, van tiết lưu 3, 2 đầu bố trí dàn ngưng tụ và dàn bay hơi. Đáy dưới và nắp trên với hai thành bên được bọc kín để không khí chỉ có thể đi theo một hướng từ phía dàn bay hơi ra phía dàn ngưng. Không khí được hút qua bơm nhiệt nhờ quạt hướng trục 5. Không khí trong phòng đầu tiên đi qua dàn bay hơi với trạng thái ban đầu ở điểm A có độ ẩm tương đối φ_1 và nhiệt độ t_1 . Khi vào dàn bay hơi, nhiệt độ giảm xuống, độ ẩm tương đối tăng lên đến trạng thái bão hoà. Một phần ẩm ngưng tụ lại chảy xuống khay nước bên dưới. Không khí sau khi ra khỏi dàn bay hơi ở trạng thái B với $\varphi = 100\%$. Sau đó không khí đã khử ẩm đi qua dàn ngưng tụ, nhận nhiệt và nhiệt độ tăng lên t_2 ,

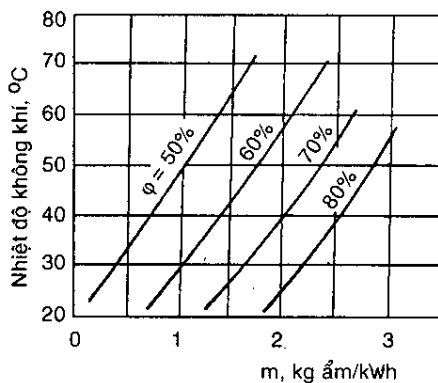


Hình 11-8 : Bơm nhiệt hút ẩm đơn giản
 1 - Máy nén ; 2 - Dàn ngưng
 3 - Tiết lưu ; 4 - Dàn bay hơi
 5 - Quạt gió ; 6 - Khay hứng nước



Hình 11-9 : Trạng thái không khí khi quá khứ ẩm ở bơm nhiệt hút ẩm
 A - Trước dàn bay hơi
 B - Sau dàn bay hơi
 C - Sau dàn ngưng

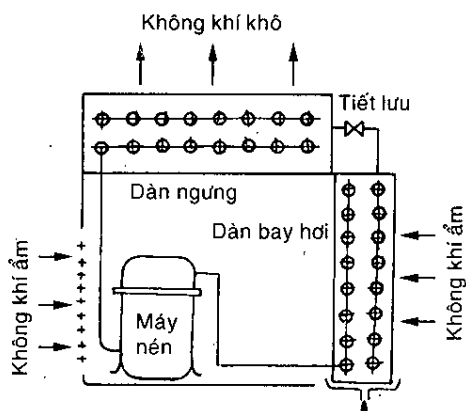
độ ẩm tương đối giảm xuống $\varphi_2 < \varphi_1$. Hình 11-9 biểu diễn trạng thái không khí trên đồ thị h-d. Nhiệt độ không khí ra khỏi dàn ngưng bao giờ cũng lớn hơn vì phải nhận thêm nhiệt do công của máy nén sinh ra và hơi nước ngưng tụ lại ở dàn bay hơi. Nếu yêu cầu nhiệt độ thấp hơn ta có thể có phương án sử dụng một phần nhiệt lượng dàn ngưng vào mục đích khác. Một máy hút ẩm như vậy có thể đặt ở những nơi cần thiết giảm độ ẩm không khí xuống như ở phòng ở, phòng làm việc, buồng phơi quần áo, thư viện, kho bảo quản các đồ dùng quang học, các kho bảo quản các sản phẩm dễ mốc, nấm như các hàng mây tre, sơn mài, cối xay, các mặt hàng công nghệ phẩm, nông lâm hải sản xuất khẩu v.v... Đối với nước ta, một nước nóng và ẩm, nấm mốc và vi sinh vật phát triển rất nhanh làm hư hỏng và làm giảm chất lượng hầu hết tất cả các mặt hàng công, nông, lâm, ngư nghiệp đặc biệt là các mặt hàng xuất khẩu gây tổn thất về kinh tế không nhỏ. Nếu ứng dụng được bơm nhiệt vào công nghiệp sấy và hút ẩm chắc chắn sẽ mang lại ý nghĩa kinh tế to lớn.



Hình 11-10 : Sự phụ thuộc của lượng ẩm riêng vào độ ẩm tương đối và nhiệt độ sấy trong quá trình tách ẩm.

Năng suất của một máy hút ẩm thường được tính bằng khối lượng ẩm tách ra trong một giờ với đơn vị kg/h.

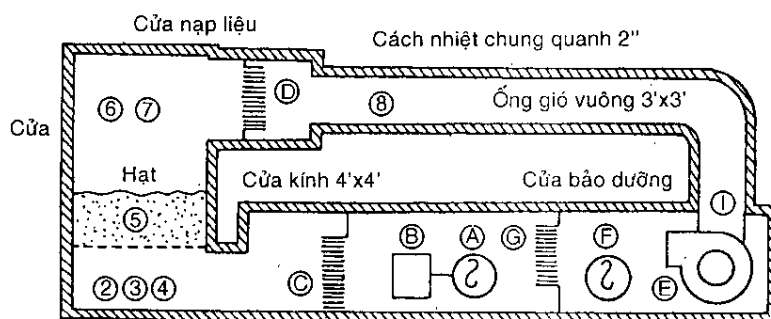
Để đánh giá hiệu quả của máy hút ẩm người ta sử dụng lượng ẩm riêng. Lượng ẩm riêng là khối lượng ẩm tách ra được khi tiêu tốn một đơn vị năng lượng kWh. Lượng ẩm riêng phụ thuộc vào nhiệt độ sấy và độ ẩm tương đối của không khí buồng sấy và vào chính các thiết bị của máy hút ẩm (Xem hình 11-10). Theo biểu đồ, nhiệt độ sấy càng cao hiệu quả tách ẩm càng lớn. Độ ẩm càng cao, lượng ẩm riêng càng lớn.



Hình 11-11 : Bơm nhiệt hút ẩm có hoà trộn không khí ẩm

Hình 11-11 giới thiệu một máy hút ẩm có hoà trộn không khí ẩm cho qua dàn ngưng để giảm hiệu nhiệt độ ngưng tụ bay hơi.

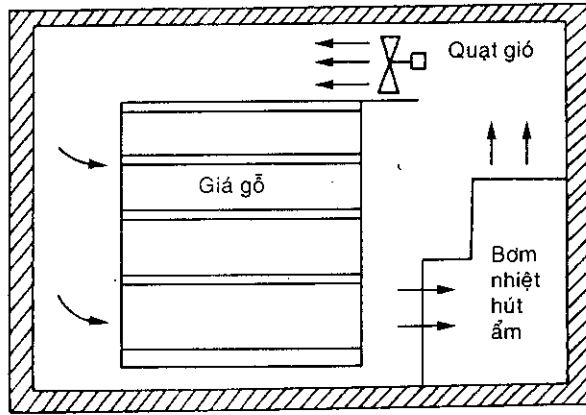
1. Thí nghiệm sấy nông sản. Từ rất sớm (1950) ở Mỹ người ta đã xây dựng một thí nghiệm sấy hạt nông sản bằng bơm nhiệt. Nhiệt độ buồng sấy, dàn ngưng tụ, dàn bay hơi v.v... cũng như độ ẩm không khí được giảm sát và khống chế chặt chẽ. Buồng sấy thí nghiệm được mô tả trên hình 11-12. Buồng sấy là một phòng rộng $1,3m^2$ để chứa hạt nông sản. Bơm nhiệt có công suất máy nén là 570W, môi chất lạnh R12. Quạt gió ly tâm công suất 380W để tuần hoàn gió. Mạng ống nước G được lắp đặt để điều chỉnh nhiệt độ sấy. Quá trình sấy kết thúc khi hạt ngũ cốc đạt thuỷ phân (độ ẩm) khoảng 12%. Nhiệt độ sấy từ $43 \div 54^{\circ}C$; tốc độ gió từ $550 \div 2000m^3/h$. Ở tốc độ gió $800 \div 1000m^3/h$ giá thành đạt cực tiểu. Tiêu tốn năng lượng cho 1kg ẩm là $0,28kWh/kg$ ẩm ở nhiệt độ $43^{\circ}C$ và $0,27kWh/kg$ ẩm ở



Hình 11-12 : Bơm nhiệt thí nghiệm để sấy hạt ngũ cốc

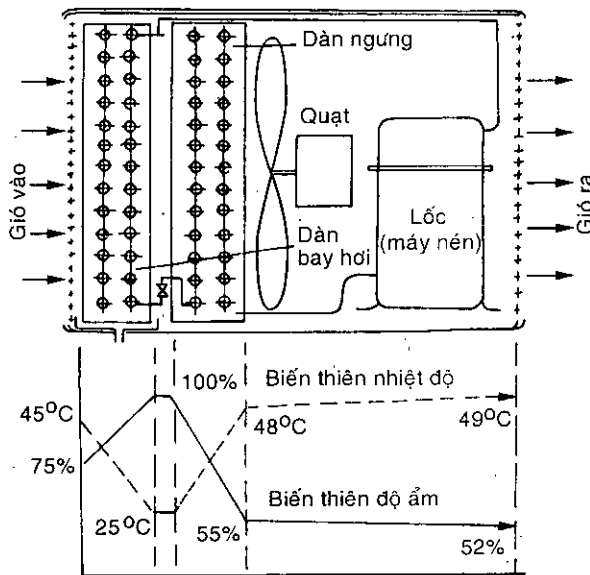
- | | |
|--------------------------|---|
| A - Động cơ | 1 - 3 bộ cặp nhiệt để lấy giá trị trung bình. |
| B - Máy nén ; | 2 - 4 bộ cặp nhiệt (lấy giá trị trung bình) ; |
| C - Dàn ngưng ; | 3 - Bộ cặp nhiệt ướt và khô ; |
| D - Dàn bay hơi ; | 4 - Ẩm kế ; |
| E - Quạt gió ; | 5 - Bộ cặp nhiệt ; |
| F - Động cơ quạt gió ; | 6 - 4 bộ cặp nhiệt (giá trị trung bình) ; |
| G - Mạng ống nước lạnh ; | 7 - Bộ cặp nhiệt ướt và khô ; |
| | 8 - Bộ đo tốc độ gió tuần hoàn |

nhiệt độ sấy 54°C . Nếu so sánh với đồ thị trên hình 11-10 ta thấy bơm nhiệt này có hệ số nhiệt rất cao tuy nhiệt độ ngưng tụ tương đối thấp. Nếu so sánh với những bơm nhiệt sấy và hút ẩm ngày nay bán rộng rãi trên thị trường hệ số nhiệt của nó cũng vào loại rất cao. Kết luận công trình nghiên cứu, tác giả đưa ra rất nhiều ưu điểm nhưng nhược điểm là vốn đầu tư khá cao cho bơm nhiệt.



Hình 11-13 : Một buồng sấy gỗ bằng bơm nhiệt của hãng Westair.

2. Bơm nhiệt sấy gỗ Westair (Anh). Một trong những ứng dụng đầu tiên của bơm nhiệt vào công nghiệp sấy trên phạm vi thương mại là sử dụng bơm nhiệt để sấy gỗ. Nhiệt độ sấy và độ ẩm là những thông số rất quan trọng đảm bảo chất lượng gỗ. Hãng Westair đã nghiên cứu và sản xuất bơm nhiệt cho mục đích này. Các công trình nghiên cứu được tiến hành hàng chục năm với hàng chục ngàn bộ thiết bị lắp đặt trên toàn thế giới. Một kiểu lắp đặt đặc biệt của bơm nhiệt Westair được mô tả trên hình 11-13.



Hình 11-14 : Cấu tạo bơm nhiệt Westair và các thông số của không khí khi qua bơm nhiệt

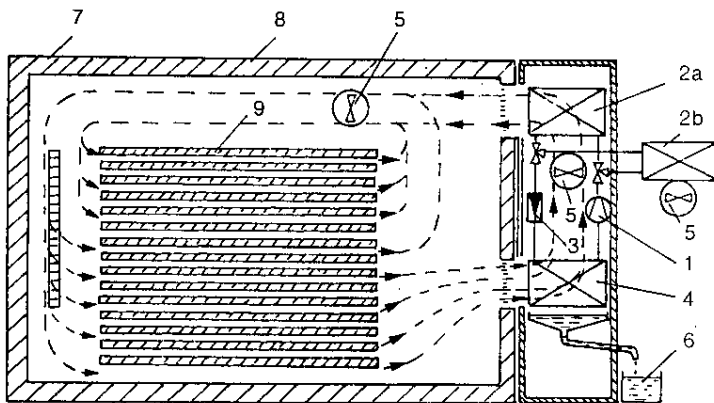
Bơm nhiệt là một khối hoàn chỉnh, có vỏ bao che và các đường hướng gió vào ra qua máy. Toàn bộ bơm nhiệt được đặt trên giá có bánh xe do đó có thể di chuyển vị trí của nó một cách dễ dàng. Hình 11-14 mô tả cấu tạo bên trong của bơm nhiệt và sự biến đổi trạng thái không khí qua bơm nhiệt. Không khí trong buồng sấy có nhiệt độ 45°C , độ ẩm tương đối là 75%. Khi qua dàn bay hơi nhiệt độ hạ xuống 25°C và độ ẩm tăng lên 100%. Một phần ẩm ngưng tụ chảy xuống khay và theo đường ống ra ngoài. Sau đó không khí đi qua dàn ngưng tụ, nhiệt độ tăng lên 48°C và độ ẩm giảm xuống $\phi = 55\%$, qua quạt và máy nén $t = 49^{\circ}\text{C}$ và $\phi = 52\%$.

Tổ hợp bơm nhiệt Westair bao gồm một bộ cảm nhiệt và cảm ẩm, chúng có nhiệm vụ giám sát, đóng mở các vòng tuần hoàn làm lạnh và đốt nóng phù hợp với từng trường hợp cụ thể của gỗ sấy trong hầm. Sự kiểm tra có tính chất chu kỳ từ lúc gỗ ướt cho đến lúc gỗ khô. Bơm nhiệt cũng được trang bị cả các thiết bị điều chỉnh cho từng loại gỗ đặc biệt. Chế độ vận hành tối ưu được theo dõi bằng ẩm kế và bộ phận ghi nhiệt ẩm. Độ ẩm của gỗ cũng có thể xác định bằng các mẫu thử. Khi đạt được thông số yêu cầu của gỗ (chủ yếu là độ ẩm) thì điều kiện cân bằng sẽ tác động vào các cơ cấu kiểm tra giám sát trước khi đưa gỗ ra khỏi buồng sấy.

Năng suất buồng sấy phụ thuộc vào thiết kế của buồng, ngoài ra còn phụ thuộc vào các yêu cầu của khách hàng như :

- Loại gỗ cần sấy,
- Độ ẩm ban đầu và cuối quá trình sấy,

- Số lượng gỗ cần sấy và kích thước hình học của gỗ. Sử dụng bơm nhiệt có thể hạ giá thành sấy, chất lượng gỗ được đảm bảo tốt hơn nhiều so với phương pháp cổ điển. Hình 11-15 giới thiệu một bơm nhiệt sấy gỗ khác được xây dựng ở CHLB Đức. Bơm nhiệt nén hơi được lắp riêng trong kênh dẫn gió. Nhiệt độ sấy duy trì ở mức độ thấp (30°C). Chế độ sấy rất dịu dẽ đảm bảo chất lượng gỗ cao hơn nhưng thời gian sấy không lâu hơn sấy bằng phương pháp cổ điển, ở 60°C năng lượng tiêu tốn chỉ còn bằng 1/5 phương pháp cổ điển. Một ưu điểm nữa của bơm nhiệt sấy gỗ là có thể đánh giá chính xác độ khô của gỗ qua lượng nước ngưng thu được từ dàn bay hơi ở bình đo lượng nước ngưng.



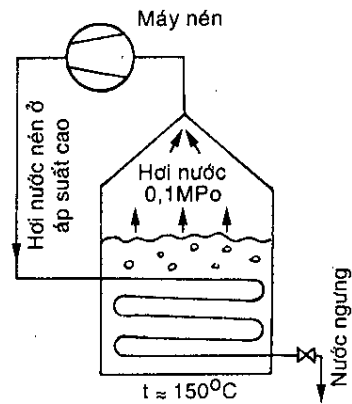
Hình 11-15 : Bơm nhiệt để sấy gỗ

- 1 - Máy nén ; 2a - Dàn ngưng ;
- 2b - Dàn ngưng phụ để thải nhiệt thừa ;
- 3 - Van tiết lưu ; 4 - Dàn bay hơi ; 5 - Các quạt gió ;
- 6 - Bình đo lượng nước ngưng ;
- 7 - Dàn gia nhiệt bằng dây điện trở ;
- 8 - Buồng sấy gỗ ; 9 - Các giá xếp gỗ

Ngoài ra các tài liệu tham khảo còn giới thiệu rất nhiều, ứng dụng của bơm nhiệt để sấy đồ sứ trong nhà máy chế tạo đồ sứ Portacel Ltd ở Keut, sấy phim ảnh ở nhà máy phim và giấy ảnh ở Berlin, sấy và bảo quản chè ở nhà máy liên hiệp chế biến chè nước cộng hoà Grudia. Tất cả các bơm nhiệt được sử dụng đều mang lại hiệu quả kinh tế cao do chất lượng sản phẩm được nâng lên rõ rệt, thứ phẩm giảm, tiêu hao năng lượng giảm, thời gian sấy giảm, mặt bằng kho bãi giảm... Thời gian hoàn vốn ngắn khoảng 1,5 đến 2,5 năm, có trường hợp chỉ 3 ÷ 4 tháng.

3. Bơm nhiệt chu trình hở sử dụng trong công nghiệp sấy

Trong công nghiệp sấy, ngoài bơm nhiệt nén hơi chu trình kín người ta còn có thể sử dụng chu trình hở. Laroche và Soliguac (Pháp) giới thiệu một chu trình bơm nhiệt hở dùng để sấy (hình 11-16). Chu trình này không có môi chất lạnh tuần hoàn trong hệ thống kín nên thiết bị rất đơn giản. Hơi nước từ vật ẩm bốc lên được hút trực tiếp vào máy nén ở áp suất khoảng 0,1MPa nén lên áp suất cao ($\sim 0,5\text{MPa}$) và đưa nhiệt độ ngưng tụ của hơi nước lên đến khoảng 150°C . Nhiệt ẩm ngưng tụ được cấp trở lại cho vật ẩm để làm bay hơi nước.



Hình 11-16 : Bơm nhiệt chu trình hở để sấy

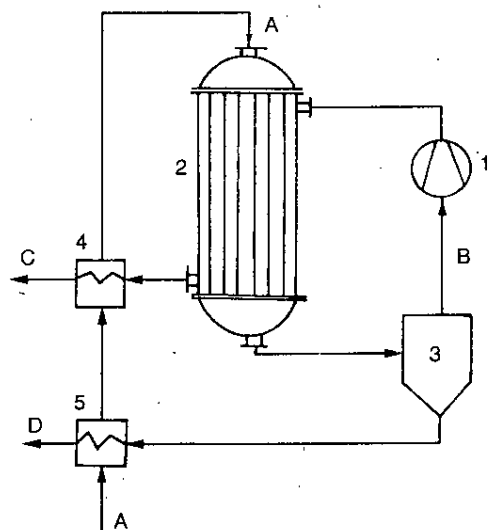
Hiệu quả sấy có thể đạt đến 1000kJ/kg ẩm hoặc $3,6\text{kg}$ ẩm/ 1kWh điện tiêu thụ. Thực tế đã có rất nhiều nơi sử dụng bơm nhiệt chu trình hở với hiệu suất kinh tế rất cao như ở Pháp dùng để sấy gỗ tẩm, ở Thụy Sĩ (xây dựng từ năm 1949) để sản xuất khoảng 90% muối ăn trong nước, ở New Zealand kết hợp nhiều kiểu bơm nhiệt dọc theo một xích truyền động sấy liên tục. Theo nhiều tài liệu tham khảo, thì năng lượng sơ cấp tiết kiệm được khi sấy bằng chu trình hở ít nhất cũng đạt $35 \div 40\%$ so với các phương pháp sấy cổ điển. Nhược điểm của nó là máy nén hơi nước phải làm việc ở chế độ nhiệt độ cao (đến $150^{\circ}\text{C} \div 160^{\circ}\text{C}$) và hơi nước có thể mang theo cả những chất ăn mòn làm han rỉ máy.

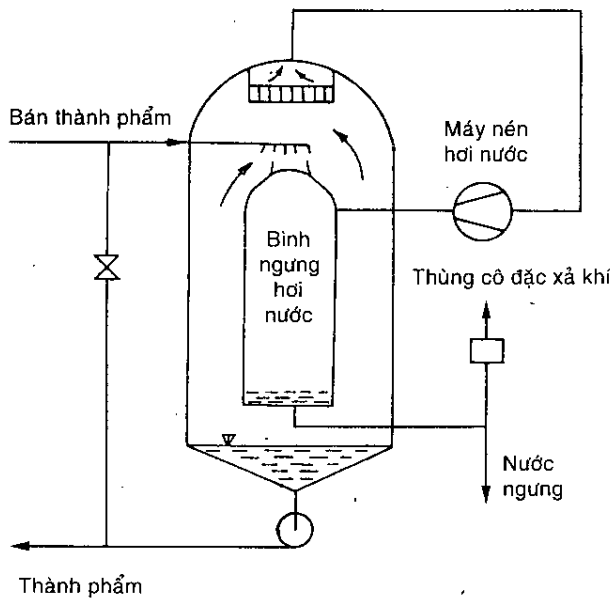
11.4.2. Bơm nhiệt ứng dụng vào công nghiệp chưng cất, bay hơi, cô đặc

Bơm nhiệt chu trình hở được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp chưng cất, tách chất, bay hơi cô đặc. Hình 11-17 giới thiệu một bơm nhiệt dùng chu trình hở để bay hơi cô đặc.

Hình 11-17 : Bơm nhiệt chu trình hở để bay hơi cô đặc

- 1 - Máy nén ;
- 2 - Trao đổi nhiệt ;
- 3 - Bình tách hơi ;
- 4, 5 : Trao đổi nhiệt ;
- A - Bán thành phẩm vào ;
- B - Hơi nước hoặc hơi của chất dễ bay hơi ;
- C - Nước ngưng hoặc lỏng của chất dễ bay hơi ;
- D - Thành phẩm





Hình 11-18 : Thiết bị cô đặc dùng máy nén hơi nước

Bán thành phẩm A được làm nóng sơ bộ qua hai thiết bị trao đổi nhiệt 4 và 5 rồi đi vào tháp bay hơi kiểu ống đứng, nhận nhiệt của hơi nén có nhiệt độ cao khi ngưng tụ do máy nén tuabin 1 nén vào, sau đó được đưa xuống bộ tách lỏng 3. Hơi B được máy nén hút và nén lên áp suất cao đưa trở lại tháp bay hơi 2. Thành phẩm chảy qua thiết bị trao đổi nhiệt 5 ra ngoài. Nước ngưng hoặc chất lỏng ngưng tụ C được đưa qua trao đổi nhiệt 4 ra ngoài.

Hình 11-18 giới thiệu một thiết bị cô đặc cũng bằng chu trình hở nhưng bố trí thiết bị gọn hơn.

Bán thành phẩm cần cô đặc (đồ uống, hoá chất, dược phẩm...) được đưa vào thùng sấy và cho chảy tưới lên bề mặt ngoài của thiết bị ngưng tụ hơi nước để nhận nhiệt của hơi nước ngưng tụ. Hơi nước sinh ra sẽ được máy nén hút về và nén lên áp suất cao rồi đẩy vào bình ngưng tụ hơi nước. Như vậy nhiệt lượng cần thiết để bay hơi, chính do nhiệt lượng hơi do máy nén hút ra cung cấp. Người ta chỉ cần tiêu tốn một năng lượng nhỏ để duy trì máy nén hoạt động mà thôi. Quá trình cứ thế lặp đi lặp lại cho đến khi nào đạt được nồng độ yêu cầu. Năng lượng tiêu hao cho một kg ẩm giảm từ 2790kJ/kg ẩm đối với phương pháp cô đặc cổ điển xuống còn khoảng 70kJ/kg ẩm. Khi dùng bơm nhiệt chu trình hở. Rõ ràng hiệu quả năng lượng của bơm nhiệt chu trình hở trong công nghiệp cô đặc là rất to lớn. Thực tế hiệu nhiệt độ dàn ngưng và dàn bay hơi ở đây chỉ là hiệu nhiệt độ truyền nhiệt từ vách trong ra vách ngoài của bình ngưng tụ khoảng $5 \div 6K$. Nếu tính lý thuyết hoặc tra theo đồ thị trên hình 11-3 ta cũng tìm được hệ số nhiệt $\varphi \approx 40$ tương ứng với kết quả $2790/70 \approx 39,9$.

Tuy vậy sơ đồ bơm nhiệt chu trình hở này cũng có những nhược điểm nhất định như :

- Khó vận hành với dung dịch đặc, chỉ phù hợp với dung dịch loãng.
- Khó hoặc không thể vận hành với các dung dịch có độ nhớt quá cao.
- Tỷ số nén ở máy nén thường rất cao khi nhiệt độ bay hơi thấp.

Do hạn chế như vậy, chu trình hở phần lớn chỉ được sử dụng để cô đặc bột và giấy phế thải, cô đặc rượu whisky, dược phẩm và đặc biệt trong công nghiệp hoá học.

Đối với công nghiệp chưng cất người ta có thể sử dụng bơm nhiệt với hiệu quả kinh tế cao. Thường trong các tháp chưng cất đầu mỏ, hoá chất, bia rượu v.v... người ta phải gia nhiệt ở đáy tháp và làm mát ở đỉnh tháp. Hiệu nhiệt độ giữa đỉnh tháp và đáy tháp không cao lắm. Ứng dụng bơm nhiệt ở đây, người ta bố trí dàn bay hơi ở phía đỉnh tháp để làm ngưng tụ chất dễ bay hơi, còn đặt dàn ngưng ở phía đáy tháp để gia nhiệt cho dung dịch khó bay hơi.

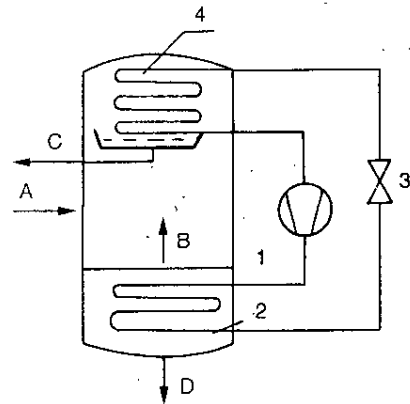
Hình 11-19 mô tả sơ đồ ứng dụng bơm nhiệt chu trình kín để chưng cất sản xuất sản phẩm D có độ tinh khiết cao. Cũng vậy hình 11-20 mô tả sơ đồ bơm nhiệt để chưng cất, tinh luyện sản xuất sản phẩm C là chất cần được tinh chế.

Do chênh lệch nhiệt độ giữa đỉnh tháp và đáy tháp không lớn nên hệ số nhiệt của bơm nhiệt đạt rất cao, có khi tới 20 hoặc 30. Con số đó thể hiện hiệu quả kinh tế rất lớn khi sử dụng bơm nhiệt trong công nghiệp chưng cất, tinh luyện.

11.4.3. Ứng dụng bơm nhiệt trong điều hoà không khí

Điều hoà không khí như làm lạnh, sưởi ấm, chuẩn bị nước nóng là lĩnh vực ứng dụng hợp lý của bơm nhiệt vì nhiệt độ sử dụng ở đây tương đối thấp. Tùy theo nhu cầu sử dụng có các loại bơm nhiệt chuyên dùng được chế tạo như :

- Bơm nhiệt chỉ dùng để sưởi ấm;
- Bơm nhiệt chỉ dùng để chuẩn bị nước nóng;
- Bơm nhiệt kết hợp nóng lạnh, nguồn nóng để sấy, đun nước nóng, nguồn lạnh để điều hoà nhiệt độ ;



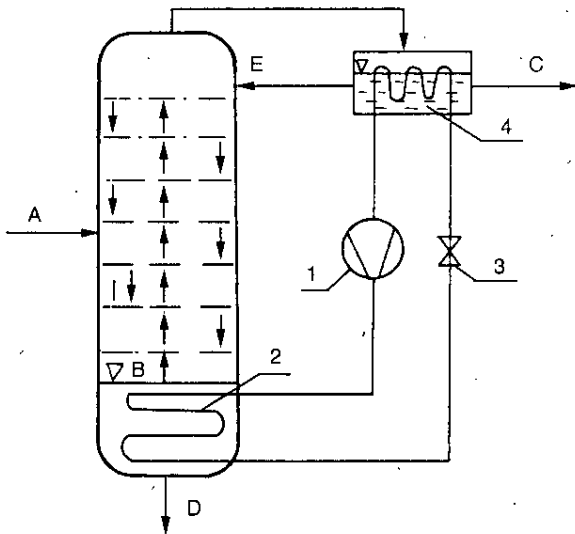
Hình 11-19 : Bơm nhiệt tách chất chu trình kín

- 1 - Máy nén ;
- 2 - Dàn ngưng ;
- 3 - Van tiết lưu ;
- 4 - Dàn bay hơi ;
- A - Sản phẩm vào ;
- B - Bay hơi ;
- C - Sản phẩm đỉnh tháp - Sản phẩm phụ
- D - Sản phẩm đáy tháp - Sản phẩm chính

- Bơm nhiệt ba chức năng sưởi ấm, làm lạnh và hút ẩm...

Ở các vùng hàn đới, quanh năm giá lạnh như Bắc Mỹ, Canada, Bắc Nga... hầu như người ta chỉ có nhu cầu sưởi ấm và đun nước nóng. Ngược lại ở các nước nhiệt đới không có mùa đông lại chỉ có nhu cầu làm lạnh không khí. Nếu kết hợp được việc làm mát không khí với việc đun nước nóng phục vụ sinh hoạt thì hiệu quả bơm nhiệt sẽ cao hơn nhiều.

Trong công nghiệp và trong các công trình điều hoà không khí lớn thường sử dụng bơm nhiệt kết hợp nóng lạnh để tăng hiệu quả. Ví dụ : năm 1959 hãng York (Mỹ) đã lắp đặt một bơm nhiệt ở Square Walley phục vụ Ôlympic mùa đông. Hệ thống có năng suất lạnh 1.650.000 kcal/h, máy nén tuabin. Năng suất nhiệt của bơm nhiệt (6 dàn ngưng không khí) dùng để cấp nhiệt cho phòng thể thao, các bể bơi. Năng suất lạnh dùng để cấp cho bốn sân trượt



Hình 11-20 : Bơm nhiệt chưng cất tinh luyện

- D - Chất thải ;
- E - Hối lưu ;
- C - Thành phẩm ;
- A - Sản phẩm vào ;
- B - Bay hơi

băng nghệ thuật, chất tải lạnh là nước muối CaCl_2 nhiệt độ -10°C . Do kết hợp nóng lạnh nên hệ số bơm nhiệt đạt khá cao từ 9 đến 10.

Bơm nhiệt dân dụng công suất nhỏ và vừa ba chức năng sưởi ấm, làm lạnh và hút ẩm ngày nay được sử dụng rất rộng rãi (xem chương 12).

11.4.4. Ứng dụng trong công nghiệp thực phẩm

Công nghiệp chế biến thực phẩm cũng là lĩnh vực có khả năng sử dụng bơm nhiệt kết hợp nóng lạnh với hiệu quả cao vì hầu hết các ngành chế biến thực phẩm như thịt, cá, bơ, sữa, đồ hộp, đường, bánh kẹo, rượu bia, hoa quả đều cần lạnh để bảo quản và cần nước nóng để đun, nấu, tẩy, rửa, vệ sinh, triệt khuẩn, tiệt trùng, bay hơi, cô đặc, tráng nước nóng...

Trước đây, trong một xí nghiệp thực phẩm thường có các kho lạnh để bảo quản và các nồi hơi để cấp nhiệt cho các quy trình công nghệ sản xuất, chế biến.

Ngày nay, các nước tiên tiến trên thế giới đều sử dụng bơm nhiệt kết hợp nóng lạnh để cấp nhiệt và cấp lạnh với hiệu quả kinh tế cao.

Nhiều xí nghiệp đã cải tạo lại hệ thống lạnh để đồng thời sử dụng cả hai nguồn nóng và lạnh, tránh lãng phí nguồn nhiệt bị bỏ phí trước đây ở thiết bị ngưng tụ.

Một ví dụ rất sinh động là Xí nghiệp giết mổ và chế biến thịt ở Dresden (CHLB Đức) đã cải tạo lại toàn bộ hệ thống lạnh để sử dụng nhiệt thải của bình ngưng để đun nước nóng phục vụ tẩy rửa và sinh hoạt. Do hệ thống lạnh sử dụng môi chất amoniác nên người ta làm thêm một vòng tuần hoàn an toàn để gián tiếp đun nóng nước tẩy rửa, sinh hoạt, để phòng rò rỉ amoniác. Giá thành cải tạo là 139.000 DM nhưng xí nghiệp đã tiết kiệm được nhiên liệu đun nước so với trước là 200.000 DM mỗi năm. Như vậy thời gian hoàn vốn chỉ có 0,7 năm.

Nói chung, ngoài công nghiệp thực phẩm và các ứng dụng đã nêu, bơm nhiệt có thể ứng dụng cho mọi ngành, mọi nơi có yêu cầu năng lượng nhiệt ở nhiệt độ thấp như sấy, sưởi, chuẩn bị nước nóng...

Chương 12

ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ

12.1. Đại cương

Từ ngàn xưa, con người đã có ý thức tạo ra điều kiện không khí tiện nghi chung quanh mình : mùa đông thì sưởi ấm, mùa hè thì thông gió tự nhiên hoặc cưỡng bức. Nhưng nói đến kỹ thuật điều hoà không khí thì phải kể đến hệ thống điều hoà không khí đầu tiên của TS W.H. Carrier (1876 ÷ 1950) xây dựng vào năm 1902 ở một nhà máy giấy. Năm 1905 Carrier xây dựng một hệ thống khống chế độ ẩm, năm 1911 ông công bố các kết quả nghiên cứu về tính chất của không khí ẩm và năm 1919 ông đưa ra đồ thị nhiệt ẩm của không khí ẩm. Cùng với đồ thị h-x (entanpi - độ chứa hơi) của Mollier, đồ thị của Carrier vẫn giữ nguyên giá trị cho đến ngày nay.

12.1.1. Một vài ứng dụng

Trong công nghiệp, ngành điều tiết không khí đã có những bước tiến nhanh chóng. Ngành điều tiết không khí đã hỗ trợ đắc lực cho nhiều ngành kinh tế như dệt, thuốc lá, chè, giấy in ấn, thông tin, vô tuyến điện, bưu điện, điện tử, vi điện tử, máy tính, quang học, phim ảnh, sinh học, cơ khí chính xác, khai thác mỏ, nông nghiệp, dược liệu, quân sự, thể dục, thể thao...

Ngày nay, mỗi ngành đều có những công trình riêng nghiên cứu về điều hoà không khí ứng dụng riêng cho ngành mình. Ví dụ đối với ngành dệt, thuốc lá, bột và giấy,... thì hai thông số nhiệt độ và độ ẩm là quan trọng nhất. Nhưng trong các xí nghiệp in ấn, hoá chất thì việc thải nhiệt và hơi độc lại quan trọng hơn. Trong các ngành quang học, điện tử, vi điện tử, phim ảnh, cơ khí chính xác thì ngoài nhiệt độ và độ ẩm, độ sạch của không khí được đặc biệt chú ý.

Điều hoà không khí tiện nghi càng ngày càng trở nên quen thuộc đặc biệt trong các ngành y tế, văn hoá, thể dục thể thao, vui chơi, giải trí, du lịch và đời sống...

Trong khi điều hoà kỹ thuật đòi hỏi một môi trường không thay đổi so với bên ngoài thì ngược lại, điều hoà tiện nghi lại thay đổi tùy theo mùa và thậm chí cả theo giờ trong một ngày và đặc biệt thay đổi theo tập quán của từng vùng dân cư.

Yêu cầu tiện nghi đối với con người có thể chia làm hai nhóm chính :

Nhóm 1 : Nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí, tốc độ không khí và nhiệt độ vách bao quanh.

Nhóm 2 : Độ trong sạch của không khí, độ ồn, trường tĩnh điện. Nhóm 1 đề cập chủ yếu đến cơ chế toả nhiệt của con người. Cơ thể con người luôn toả nhiệt. Lượng nhiệt toả phụ thuộc vào hoạt động của con người. Nhiệt toả ra bằng ba cách :

1- Đối lưu và dẫn nhiệt qua da vào không khí.

2- Bức xạ từ da vào môi trường

3- Bay hơi nước trên bề mặt da.

Hai thành phần trên phụ thuộc vào hiệu nhiệt độ giữa cơ thể với môi trường. Trời càng rét, đối lưu và bức xạ càng mạnh. Đến nhiệt độ khoảng 35°C (nhiệt độ bề mặt da) chúng bằng không vì $\Delta t = 0$ và khi nhiệt độ không khí cao hơn 35°C thì cơ thể nhận nhiệt từ môi trường vào cơ thể. Thành phần thứ 3 nhỏ khi nhiệt độ không khí thấp, tăng dần khi nhiệt độ không khí tăng. Từ 35°C trở lên thì cơ thể chỉ thải nhiệt qua đường bay hơi nước trên bề mặt da do đó mồ hôi đổ dãn. Nếu độ ẩm không khí thấp và tốc độ không khí lớn thì sự thải nhiệt còn dễ dàng nhưng nếu độ ẩm cao và tốc độ không khí nhỏ thì con người sẽ cảm thấy ngột ngạt khó chịu vì cơ thể không thải được nhiệt.

Nhóm 2 đề cập đến độ ồn, độ sạch và trường tĩnh điện vì chúng tác động mạnh lên tiện nghi con người. Không khí bao giờ cũng lẫn tạp chất như bụi, các khí lạ, vi khuẩn. Tùy theo yêu cầu cần phải lắp đặt các thiết bị để khử bụi, khử hoá chất độc hại và vi khuẩn, tạp chất trong không khí. Tiếng ồn cũng là tiêu chuẩn đánh giá mức độ tiện nghi. Tiếng ồn gây ra từ máy móc, thiết bị giao thông vận tải và chính từ thiết bị điều hoà không khí. Cần phải nghiên cứu các phương pháp và thiết bị giảm tiếng ồn xuống dưới mức cho phép.

Ảnh hưởng của trường tĩnh điện đến cảm giác tiện nghi của con người được nghiên cứu trong những năm gần đây. Người ta nhận thấy rằng sự thừa ion âm trong phòng làm cho con người dễ chịu, chống được mệt mỏi và nâng cao khả năng chống các bệnh truyền nhiễm. Có thể đạt được sự ion hoá không khí bằng cách bố trí nguồn ion âm ở sàn nhà và các điện cực dương ở trần nhà.

12.1.2. Một vài định nghĩa

Điều hoà không khí là quá trình xử lý không khí trong đó các thông số về nhiệt độ, độ ẩm tương đối, sự tuần hoàn lưu thông phân phối không khí, độ sạch bụi cũng như các tạp chất hoá học... được điều chỉnh trong phạm vi cho trước theo yêu cầu của không gian cần điều hoà không phụ thuộc vào các điều kiện thời tiết đang diễn ra ngoài nhà. Theo mục đích ứng dụng có thể phân ra điều hoà tiện nghi và điều hoà công nghệ ; theo tính chất quan trọng của công trình có thể phân ra điều hoà cấp 1, cấp 2 và cấp 3 ; theo kết cấu hệ thống chia ra điều hoà cục bộ, điều hoà trung tâm gió và điều hoà trung tâm nước.

Điều hoà tiện nghi là quá trình điều hoà không khí đáp ứng tiện nghi nhiệt của con người làm cho con người cảm thấy thoải mái trong điều kiện vi khí hậu mà hệ thống điều hoà không khí tạo ra. Các lĩnh vực ứng dụng chính của điều hoà tiện nghi là :

- Các dịch vụ như khách sạn, các toà nhà văn phòng, siêu thị, các cửa hàng, trung tâm thương mại, restaurant, cà phê, giải khát...
- Các công trình công cộng như rạp hát, rạp chiếu bóng, thư viện, bảo tàng, phòng hoà nhạc, hội trường, nhà thi đấu thể thao, sân vận động, trường học...
- Nhà ở và căn hộ, khu chung cư, nhà nghỉ, khu điều dưỡng...
- Y tế như bệnh viện, phòng khám, nhà hộ sinh, phòng phẫu thuật...
- Các phương tiện giao thông : xe ôtô du lịch, ôtô buýt, ôtô khách, tàu hoả, tàu thuỷ, máy bay, buồng lái máy kéo, cần cầu, máy xúc...
- Trong các xưởng máy, các xưởng gia công chế biến, cửa hàng thương nghiệp dịch vụ...

Điều hoà công nghệ là điều hoà không khí phục vụ cho các quá trình công nghệ sản xuất, chế biến trong các ngành công nghiệp khác nhau như :

- Công nghiệp vải, sợi, dệt, may mặc, thuốc lá, in ấn, chè, dược...
- Công nghiệp điện tử, tin học, máy tính, bưu điện, viễn thông...
- Công nghệ chính xác như quang học, cơ khí chính xác, phân xưởng chế tạo các dụng cụ đo...
- Chế biến thực phẩm, nông, lâm thủy sản, sinh học, vi sinh, hoá chất...

Điều hoà không khí cấp 1 là điều hoà tiện nghi có độ tin cậy cao nhất, duy trì được các thông số vi khí hậu trong nhà trong giới hạn cho phép không phụ thuộc vào những biến động khí hậu cực đại ngoài trời của cả mùa hè và mùa đông đã ghi nhận được trong nhiều năm.

Điều hoà không khí cấp 2 là điều hoà tiện nghi có độ tin cậy trung bình, duy trì được các thông số vi khí hậu trong nhà với phạm vi sai lệch không quá 200 h trong một năm khi có biến động khí hậu cực đại ngoài trời của cả mùa hè và mùa đông.

Điều hoà không khí cấp 3 là điều hoà tiện nghi có độ tin cậy thấp, duy trì được các thông số vi khí hậu trong nhà với phạm vi sai lệch không quá 400 h trong một năm khi có biến động khí hậu cực đại ngoài trời của cả mùa hè và mùa đông.

12.2. Các tính chất cơ bản của không khí ẩm

12.2.1. Các thông số cơ bản

Không khí ẩm là không khí khô và hơi nước. Vì luôn luôn có hơi nước nên không khí chung quanh ta luôn là không khí ẩm. Khí quyển bao quanh Trái Đất là môi trường sống của con người và trong quá trình tiến hoá, con người đã thích nghi với nó. Thành phần của không khí (bảng 12-1) chủ yếu gồm : nitơ, ôxi, cacbonic, hydro, khí hiếm và hơi nước. Bụi là các thành phần lạ của không khí.

Bảng 12-1 : Thành phần của không khí

| Tên gọi | Công thức hoá học | Thành phần khối lượng | Thành phần thể tích |
|----------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| Nitơ | N ₂ | 75,47 | 78,03 |
| Ôxi | O ₂ | 23,19 | 20,90 |
| Cacbonic | CO ₂ | 0,04 | 0,03 |
| Hydro | H ₂ | 0,00 | 0,01 |
| Nước | H ₂ O | - | - |
| Bụi | - | - | - |
| Khí hiếm | - | 1,03 | 0,94 |

Không khí ẩm có thể chia làm ba loại như sau :

- Không khí ẩm chưa bão hoà là không khí mà lượng hơi nước trong đó chưa đạt tới trị số lớn nhất. Người ta vẫn có thể cho hơi nước thêm vào không khí chưa bão hoà.
- Không khí ẩm bão hoà là không khí mà lượng hơi nước đạt tới cực đại. Nếu cho thêm vào bao nhiêu hơi nước thì cũng có đúng bấy nhiêu hơi nước ngưng tụ lại thành nước.
- Không khí ẩm quá bão hoà là không khí ẩm có chứa các bụi nước hoặc giọt nước đã ngưng kết lơ lửng trong không khí. Tùy theo nhiệt độ chúng có thể ở dạng lỏng hoặc rắn như sương mù. Người ta chỉ nghiên cứu tính chất nhiệt động của hai loại không khí ẩm chưa bão hoà và bão hoà.

Các thông số chủ yếu của không khí là :

1. Áp suất của không khí ẩm :

$$P = P_k + P_h$$

P ; P_k ; P_h – áp suất của không khí ẩm, không khí khô và hơi nước, đơn vị là mmHg (đôi khi mm H₂O).

Áp suất của không khí ẩm được đo bằng barômet. Áp suất hơi nước được xác định từ nhiệt độ và độ ẩm không khí.

2. Nhiệt độ của không khí ẩm :

– *Nhiệt độ (nhiệt kế bầu) khô* : là đại lượng đo mức độ chuyển động hỗn loạn của các phân tử không khí (hay mức độ nóng lạnh). Người ta dùng nhiệt độ bách phân °C, nhiệt độ Fahrenheit °F hoặc nhiệt độ tuyệt đối Kelvin K. Nhiệt độ này còn được gọi là nhiệt độ nhiệt kế khô, ký hiệu t .

– *Nhiệt độ (nhiệt kế bầu) ướt* : là nhiệt độ đo được bằng nhiệt kế mà bầu cảm nhiệt được thấm ướt nhờ một sợi bắc thấm nước. Hình 12-1 giới thiệu nhiệt kế khô và nhiệt kế ướt. Nhiệt độ nhiệt kế ướt bao giờ cũng thấp hơn. Nhiệt độ nhiệt kế ướt chỉ bằng nhiệt độ nhiệt kế khô khi nào độ ẩm tương đối của không khí bằng 100%, nghĩa là khi không khí ẩm đạt trạng thái bão hoà. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt kế khô và nhiệt kế ướt càng lớn thì độ ẩm không khí càng nhỏ. Nhờ nhiệt độ nhiệt kế khô và ướt, có thể xác định dễ dàng độ ẩm không khí cũng như các thông số khác của không khí trên đồ thị I-d (entanpi – độ chứa hơi) của không khí ẩm. Ký hiệu nhiệt độ nhiệt kế ướt là t_w .

– *Nhiệt độ đọng sương* : nhiệt độ mà khi ta làm lạnh khối không khí ở trạng thái 1 (t , t_{d1} và ϕ_1) xuống theo đường đẳng dung ẩm $d_1 = \text{const}$ thì đạt đến độ ẩm = 100%, ký hiệu t_s (H.12-2). Xác định t_s : t_s chính là đường cắt của d , qua điểm 1 và đường $\phi = 100\%$.

3. Độ ẩm không khí :

a) *Độ ẩm tuyệt đối ρ_h* : là đại lượng biểu thị lượng hơi nước chứa trong một đơn vị thể tích không khí, đơn vị kg/m³. Đại lượng này ít được sử dụng trong tính toán.

b) *Độ ẩm tương đối ϕ* : là tỷ số của độ ẩm tuyệt đối thực trên độ ẩm tuyệt đối cực đại ; %.

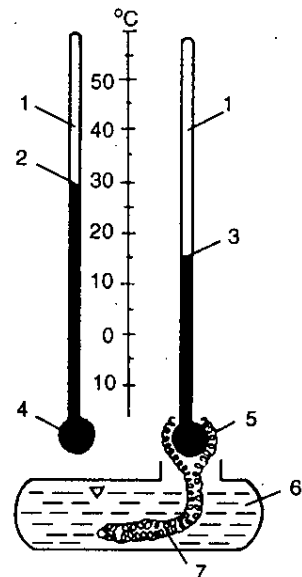
$$\phi = \frac{\rho_h}{\rho_{h \max}} = \frac{P_h}{P_{h \max}} \quad \%$$

$P_{h \max}$ – áp suất hơi nước riêng phần cực đại.

c) *Độ chứa hơi d* : là lượng hơi nước trong một kg không khí khô, g/kg không khí khô.

$$d = 0,622 \frac{P_h}{P - P_h} \quad \text{g(kg)}$$

Trong kỹ thuật điều hoà không khí, độ ẩm tương đối là một thông số quan trọng cần khống chế.



Hình 12-1 : Nhiệt kế khô và nhiệt kế ướt
 1 - Nhiệt kế ;
 2 - Nhiệt độ nhiệt kế khô ;
 3 - Nhiệt độ nhiệt kế ướt ;
 4 - Bầu khô ; 5 - Bầu ướt ;
 6 - Bình đựng nước ; 7 - Bắc thấm nước

4. **Khối lượng riêng ρ** : là khối lượng của một m^3 không khí ẩm

$$\rho = \frac{m_a}{V}, \text{ kg/m}^3.$$

Thể tích riêng là thể tích của một kg không khí ẩm : (giá trị nghịch đảo của khối lượng riêng).

$$v = \frac{1}{\rho} = \frac{V}{m_a}, \text{ m}^3/\text{kg}.$$

5. **Entanpi của không khí ẩm I** : là lượng nhiệt của một khối không khí ẩm có chứa một kg không khí khô.

$$I = I_k \cdot 1\text{kg} + I_h \left(\frac{d}{1000} \right)$$

$$I = 1,00t + \frac{(2487 + 1,96t)d}{1000}, \text{ kJ/kg không khí khô.}$$

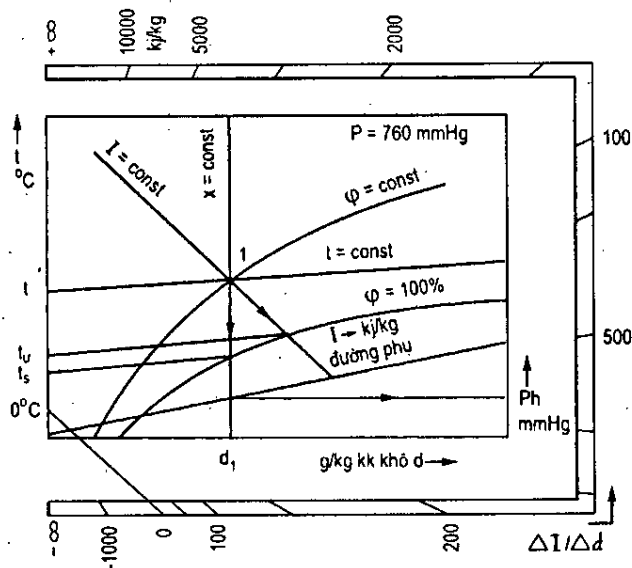
$$I = 1,00t + (2,487 + 0,00196t)d, \text{ kJ/kg không khí khô.}$$

12.2.2 Đồ thị $I-d$ của không khí ẩm

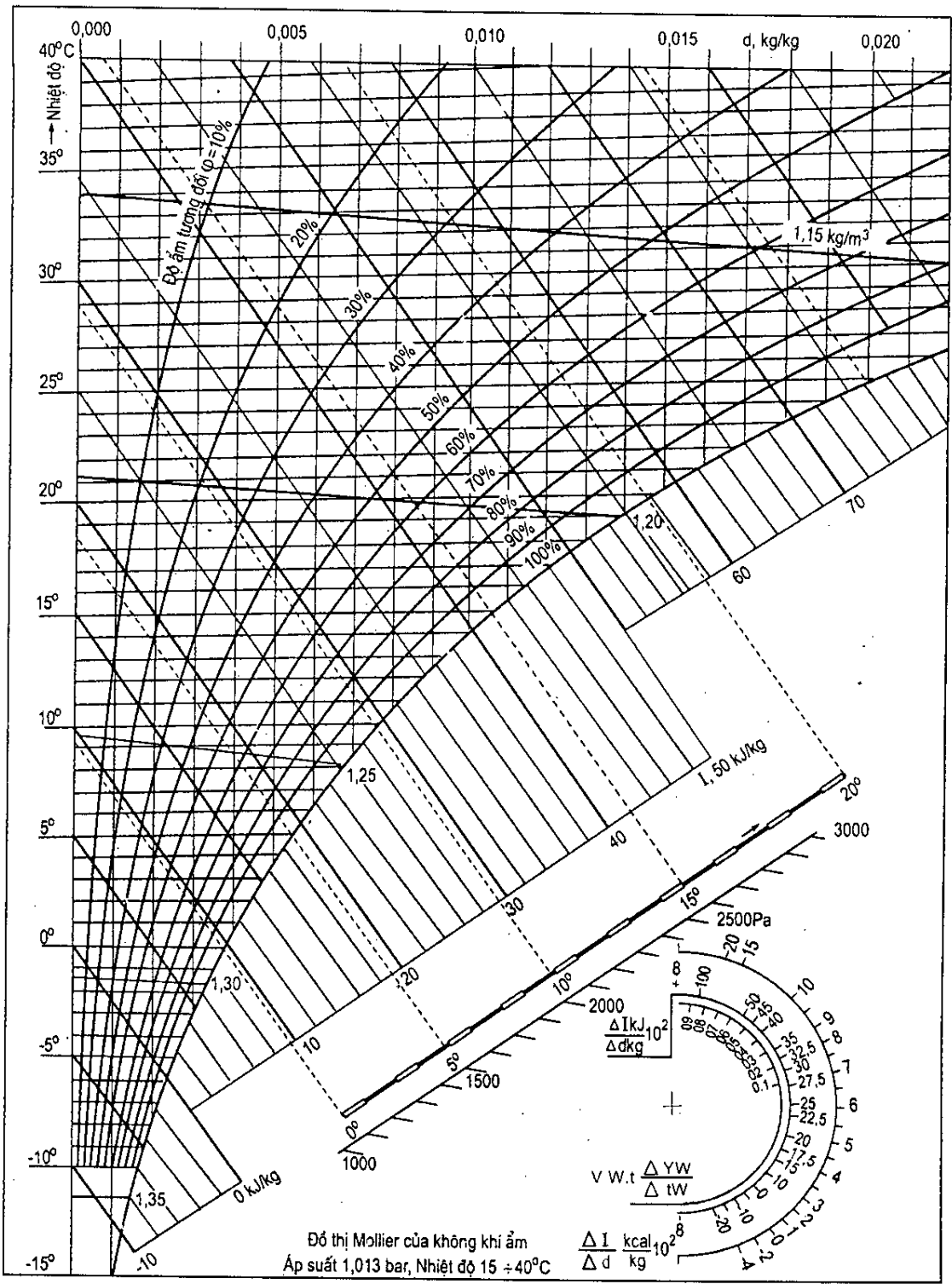
a) *Đồ thị của Mollier* :

Đồ thị $I-d$ của không khí ẩm đề cập đến năm thông số cơ bản của không khí ẩm và nêu lên mối quan hệ của chúng là nhiệt độ t , độ ẩm tương đối ϕ , áp suất riêng phần hơi nước p_h , độ chứa hơi d và entanpi I của không khí ẩm. Khi biết hai trong số năm thông số này ta có thể xác định được trạng thái không khí ẩm trên đồ thị và đọc được giá trị các thông số còn lại. Ngoài ra còn xác định được thêm : nhiệt độ nhiệt kế ướt t_w , nhiệt độ đọng sương t_s và nhiệt độ bão hoà đoạn nhiệt τ .

Hình 12-2 giới thiệu cấu tạo của đồ thị $I-d$. Đồ thị $I-d$ chọn hai thông số entanpi I và độ chứa hơi d làm hai trục tọa độ đặt lệch nhau một góc 135° , do đó các đường $I = \text{const}$ lệch với đường $d = \text{const}$ một góc 135° là những đường thẳng xiên từ góc trên bên trái xuống góc dưới bên phải. Giá trị của entanpi không được ghi trên trục tung mà ghi phía dưới đường $\phi = 100\%$, trên trục tung lại ghi nhiệt độ. Các đường nhiệt độ không đổi



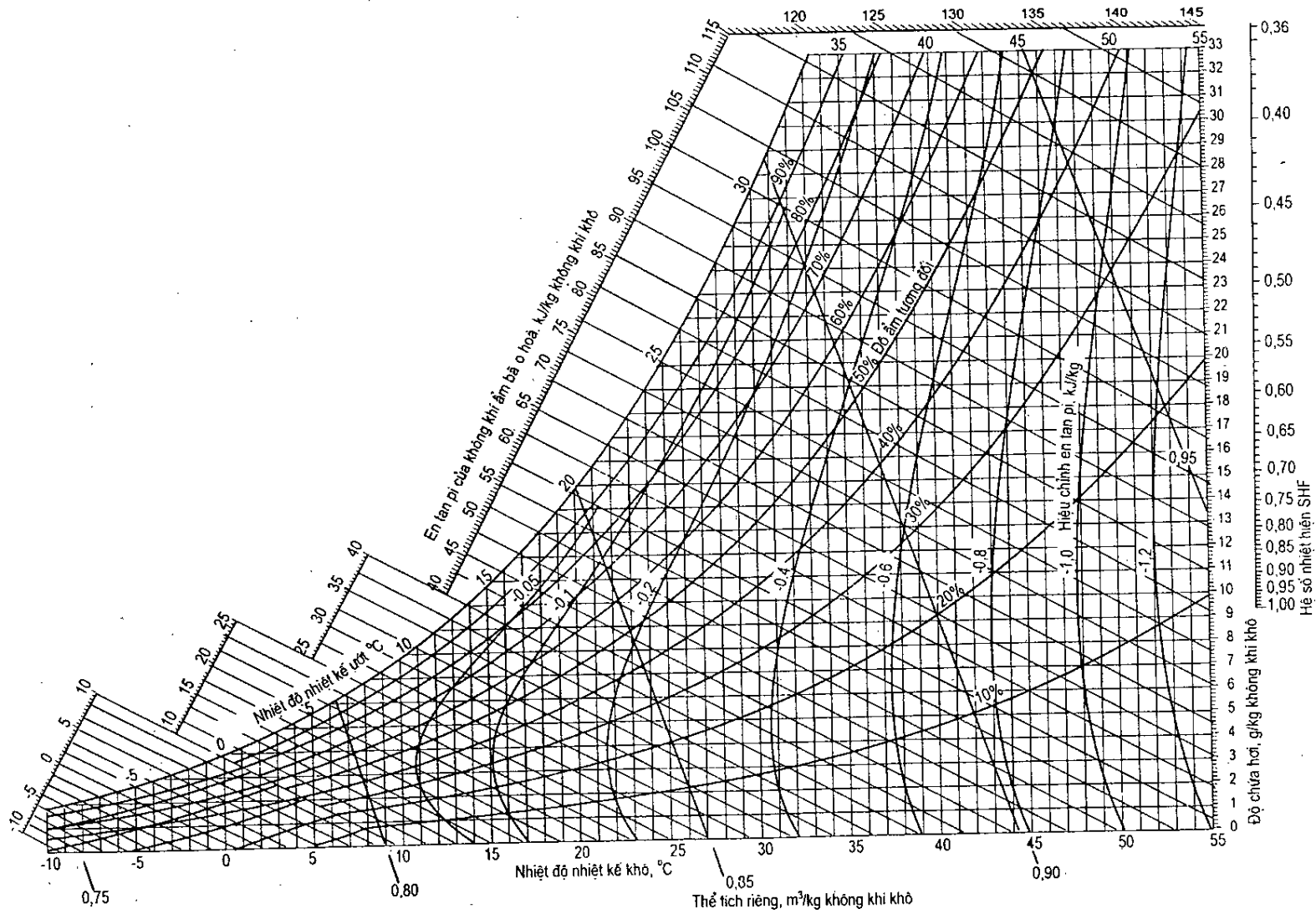
Hình 12-2 : Cấu tạo của đồ thị $I-d$ của không khí ẩm theo Mollier



Hình 12-3

Đồ thị i-d của không khí ẩm theo Mollier cho áp suất không khí 760 mmHg nhiệt độ từ -15 đến 40°C.

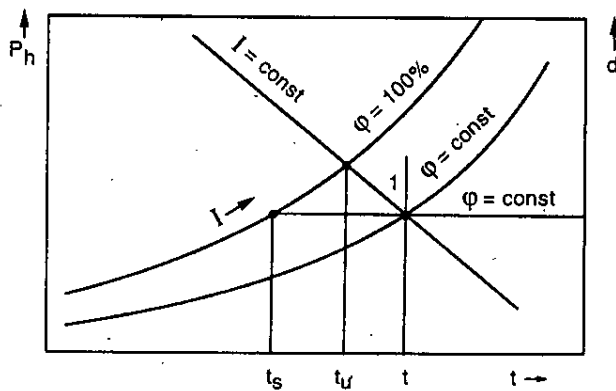
Hình 12-4a : Đồ thị t-d của không khí ẩm (Theo Carrier)



$t = \text{const}$ hơi nghiêng lên phía trên so với trục hoành. Áp suất hơi p_h có thể được ghi trực tiếp ngay trên trục hoành hoặc nếu ghi lên trục tung bên phải thì phải có thêm đường phụ. Nhiệt độ khô là đường nhiệt độ đi qua điểm 1. Nhiệt độ ướt là điểm cắt của đường I_1 (đường entanpi đi qua điểm 1) và đường $\phi = 100\%$. Nhiệt độ đọng sương là điểm cắt của d_1 với $\phi = 100\%$. Các giá trị trên đường từ $+\infty$ đến $-\infty$ chung quanh đồ thị là tỷ số dh/dx , kJ/kg hơi ẩm ; gọi là tia quá trình sử dụng trong tính toán các quá trình xử lý không khí.

Mỗi đồ thị được xây dựng cho một trạng thái áp suất nhất định. Phổ biến nhất là đồ thị xây dựng cho áp suất khí quyển tiêu chuẩn $p = 760\text{mmHg}$. Hình 12-3 giới thiệu một đồ thị I-d cho áp suất khí quyển 760 mmHg.

b) *Đồ thị của Carrier*. Đồ thị của Carrier biểu diễn trên hình 12-4b, được sử dụng rất nhiều trong các tài liệu Anh - Mỹ, các đơn vị của các đại lượng thường là đơn vị Anh-Mỹ.



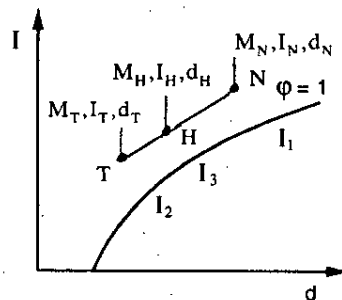
Hình 12-4b : Đồ thị I-d của không khí ẩm theo Carrier (còn gọi là Ẩm độ)

Thực ra đồ thị của Carrier cũng tương tự đồ thị Mollier. Điều khác nhau cơ bản là sự bố trí các thông số trên các trục. Nếu đặt một tấm gương lên phía trên đồ thị Mollier ta sẽ nhìn thấy trong gương đồ thị Carrier. Hình 12-4a giới thiệu đồ thị t-d của Carrier cho không khí ẩm ở 760 mmHg.

12.2.3. Các quá trình cơ bản của không khí ẩm

Các quá trình thay đổi trạng thái cơ bản của không khí ẩm biểu diễn trên đồ thị I-d là các quá trình hoà trộn, sưởi ẩm, làm lạnh và khử ẩm, gia ẩm bằng nước hoặc hơi.

1. **Hoà trộn** (hình 12-5) : Dòng không khí N (gió tươi ngoài trời) hoà trộn với dòng không khí tái tuần hoàn T (từ trong nhà ra). Nếu lưu lượng dòng gió tươi là M_N và dòng có hồi tái tuần hoàn là M_T thì thông số của điểm hoà trộn H là :

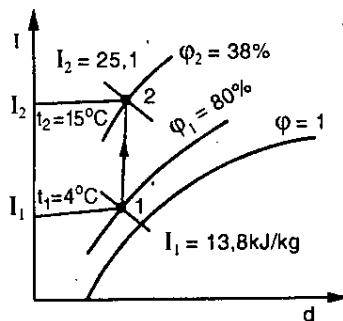


Hình 12-5 : Hoà trộn không khí

- Lưu lượng : $M_H = M_N + M_T$, kg/s

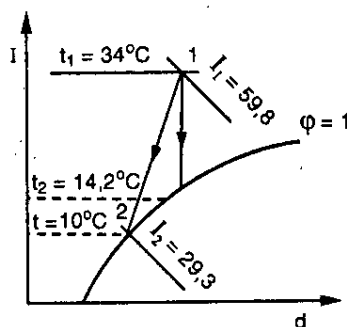
- Entanpy : $I_H = \frac{M_N \cdot I_N + M_T \cdot I_T}{M_N + M_T}$

- Độ chứa hơi : $d_H = \frac{M_N \cdot d_N + M_T \cdot d_T}{M_N + M_T}$



Hình 12-6 : Sưởi ẩm không khí

2. Sưởi ẩm không khí (hình 12-6) : Quá trình sưởi ẩm thường là đẳng dung ẩm ($d_1 = d_2$). Có thể sưởi ẩm không khí bằng calorife, dây điện trở hoặc bằng dàn ngưng tụ của máy lạnh. Ví dụ không khí được làm nóng từ trạng thái 1 lên trạng thái 2. Nhiệt độ không khí tăng từ 4°C lên 15°C. Độ chứa hơi không đổi nhưng độ ẩm tương đối giảm từ 80% xuống 38%. Mỗi kg không khí nhận một lượng nhiệt là 25,1 - 13,8 = 11,3kJ.



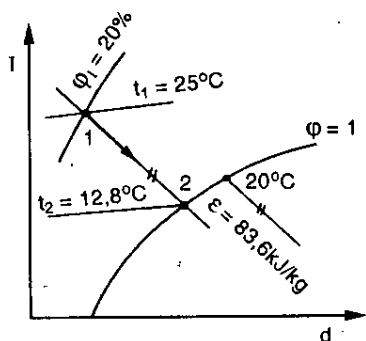
Hình 12-7 : Làm lạnh và khử ẩm

3. Làm lạnh và khử ẩm (hình 12-7) : Không khí được làm lạnh nhờ bề mặt lạnh của dàn bay hơi (kiểu khô) hoặc dàn phun nước lạnh (kiểu ướt) để làm lạnh từ 34°C xuống 10°C. Về lý thuyết khi làm lạnh đến 14,2°C không khí đạt đến trạng thái bão hoà ẩm $\phi = 100\%$,

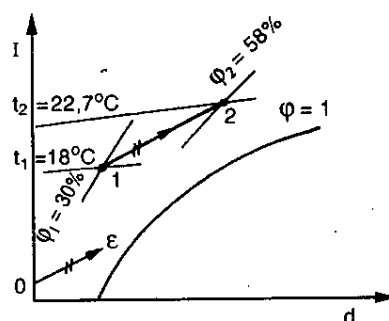
và khi làm lạnh tiếp xuống 10°C thì một lượng ẩm $\Delta x = 10 - 7,6 = 2,4\text{g/kg}$ không khí bị tách ra. Thực tế trạng thái không khí thay đổi theo đoạn thẳng 1-2 và ϕ_2 cũng chỉ đạt 95%. Nước lạnh phun hoặc bề mặt dàn lạnh phải có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ đọng sương.

4. Gia ẩm bằng nước và hơi : (hình 12-8 và 12-9)

Không khí có thể được gia ẩm bằng cách phun nước, phun hơi hoặc hoà trộn với không khí ẩm. Quá trình gia ẩm bằng phun nước biểu diễn trên hình 12-8. Không khí ở trạng thái 1 ($t_1 = 25^\circ\text{C}$, $\phi_1 = 20\%$) được phun nước có nhiệt độ 20°C. Quá trình gia ẩm đi theo đường nhiệt độ bão hoà đoạn nhiệt $t = 20^\circ\text{C}$. Từ 1 ta kẻ đường song song với đường nhiệt độ bão hoà đoạn nhiệt $t = 20^\circ\text{C}$, cắt ϕ_1 ở 2.



Hình 12-8 : Gia ẩm không khí bằng phun nước



Hình 12-9 : Gia ẩm bằng phun hơi nước

Điểm 2 chính là trạng thái không khí sau khi được gia ẩm. Tuy nhiên có thể kết thúc quá trình gia ẩm trước khi đạt tới điểm 2.

Muốn gia ẩm mà giữ nguyên hoặc tăng nhiệt độ, phải gia ẩm bằng hơi nước (H.12-9). Không khí ở trạng thái 1 được hoà trộn với hơi nước có $h = 3344 \text{kJ/kg H}_2\text{O}$.

Tia quá trình sẽ là :
$$\varepsilon = \frac{\Delta I}{\Delta d} = 3344 \text{kJ/kg H}_2\text{O}.$$

Kẻ đường thẳng song song với tia quá trình đi qua 1, cắt đường $x = 10,0$ (độ chứa hơi yêu cầu) ở điểm 2 với nhiệt độ $t_2 = 22,7^\circ\text{C}$ và $\varphi_2 = 58\%$.

12.3. Chọn các số liệu thiết kế hệ thống điều hoà không khí

12.3.1. Chọn thông số trong nhà

a) Hệ thống điều hoà không khí tiện nghi – nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ gió

Có nhiều phương pháp chọn thông số nhiệt độ và độ ẩm trong nhà. Ví dụ : theo tiêu chuẩn của CHLB Đức, nhiệt độ trong nhà chọn tùy thuộc vào nhiệt độ ngoài trời nhưng không chênh lệch nhau quá 7°C ví dụ khi nhiệt độ ngoài trời là 25°C trong nhà chọn 23°C , khi nhiệt độ ngoài trời là 30°C chọn nhiệt độ trong nhà 25°C còn khi nhiệt độ ngoài trời lên đến 35°C thì chọn nhiệt độ trong nhà là 28°C , độ ẩm không khí từ $35 \div 65\%$, tốc độ không khí từ $0,04$ đến $0,45 \text{m/s}$.

Điều kiện tiện nghi không những phụ thuộc vào từng vùng dân cư mà còn phụ thuộc vào từng vùng khí hậu, các mùa trong năm và tập quán thói quen của từng dân tộc có khí từng cá thể. Khi thiết kế các hệ thống điều hoà không khí ở Việt Nam, nên sử dụng tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5687-1992 (Thông số, điều tiết không khí, sưởi ấm, tiêu chuẩn thiết kế) cũng như TCVN 4088-85 (Số liệu khí hậu dùng trong thiết kế xây dựng).

Bảng 12.2 giới thiệu phụ lục 1 của tiêu chuẩn TCVN 5687-1992 dùng để chọn thông số trong nhà khi thiết kế hệ thống điều hoà không khí.

Bảng 12-2 : Thông số vi khí hậu tối ưu (thích ứng với các trạng thái lao động (phụ lục 1 TCVN 5687-1992)).

| Trạng thái lao động | Mùa đông | | | Mùa hè | | |
|---------------------|---------------------|---------------|----------------------|---------------------|---------------|----------------------|
| | t°, C | $\varphi, \%$ | $\omega, \text{m/s}$ | t°, C | $\varphi, \%$ | $\omega, \text{m/s}$ |
| Nghỉ ngơi | $20 \div 24$ | $60 \div 75$ | $0,1 \div 0,3$ | $24 \div 27$ | $60 \div 75$ | $0,3 \div 0,5$ |
| Lao động nhẹ | $20 \div 24$ | | $0,3 \div 0,5$ | $24 \div 27$ | | $0,5 \div 0,7$ |
| Lao động vừa | $20 \div 22$ | | $0,3 \div 0,5$ | $23 \div 26$ | | $0,7 \div 1,0$ |
| Lao động nặng | $18 \div 20$ | | $0,3 \div 0,5$ | $22 \div 25$ | | $0,7 \div 1,5$ |

- Gió tươi và hệ số thay đổi không khí

Theo phụ lục 7 TCVN 5687-1992, lượng gió tươi cần cấp cho một người trong một giờ đối với phần lớn các công trình là $20 \text{m}^3/\text{người giờ}$. Tuy nhiên lượng gió tươi này không được thấp hơn 10% lượng gió tuần hoàn. Như vậy khi lượng gió tươi tính theo số người trong phòng thấp hơn 10% lượng gió tuần hoàn ta phải tính toán lượng gió tươi cần cấp bằng 10% lượng gió tuần hoàn theo hệ số thay đổi không khí yêu cầu.

Bảng 12-3 giới thiệu một số giá trị định hướng về gió tươi và hệ số thay đổi không khí trong phòng theo tiêu chuẩn của Đức để tham khảo thêm, trong đó hệ số thay đổi không khí (còn gọi là bội số tuần hoàn) là lưu lượng gió thổi vào phòng trong một giờ chia cho thể tích phòng.

Bảng 12-3 : Giá trị định hướng về gió tươi và hệ số thay đổi không khí trong phòng

| Tên phòng | Gió tươi m ³ /h. người | Bội số tuần hoàn |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|
| | | $\frac{m^3/h}{m^3\text{phòng}}$ |
| Cửa hàng ăn uống, Restaurant | | |
| - không hút thuốc | 20 ÷ 30 | 8 |
| - có hút thuốc | 30 ÷ 50 | 8 |
| Phòng làm việc, văn phòng | - | 3 ÷ 8 |
| Rạp hát, rạp chiếu bóng (không hút thuốc) | 20 ÷ 30 | 5 ÷ 6 |
| Thư viện, kho | - | 4 ÷ 8 |
| Trường học | - | 3 ÷ 6 |
| Bệnh viện | - | 5 ÷ 10 |
| - Phòng giải phẫu | - | 5 ÷ 8 |
| - Phòng bệnh nhân | 60 | 5 ÷ 8 |
| - Phòng hộ sinh, thai sản | 100 | - |
| - Phòng dịch tễ | 170 | đến 10 |
| Phòng in bản vẽ | - | 10 ÷ 15 |
| Bếp khách sạn, bếp lớn | - | 10 ÷ 20 |
| Phòng phun sơn | - | 20 ÷ 50 |

- **Độ ồn cho phép** : Độ ồn cũng là thông số quan trọng gây ô nhiễm môi trường nên cần phải khống chế nó dưới mức cho phép đối với điều hoà tiện nghi. Trong một số công trình đặc biệt như điều hoà cho studio, trường quay, phòng phát thanh, truyền hình, ghi âm thì độ ồn càng được xử lý nghiêm khắc.

Bảng 12.4 giới thiệu độ ồn cho phép đối với một số loại phòng điều hoà không khí khác nhau theo tiêu chuẩn Đức.

Bảng 12.4. Độ ồn cho phép theo tiêu chuẩn Đức (đối với một số loại phòng điều hoà khác nhau).

| Tên phòng | Giờ trong ngày | Độ ồn cực đại cho phép, dB | |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------|
| | | Cho phép | Nên chọn |
| Bệnh nhân, trại điều dưỡng | 6 ÷ 12 | 35 | 30 |
| | 22 ÷ 6 | 30 | 30 |
| Giảng đường, phòng học | | 40 | 35 |
| Phòng ngủ nhà trẻ và mẫu giáo | 6 ÷ 22 | 40 | 35 |
| | 22 ÷ 6 | 30 | 30 |
| Phòng ăn, quán ăn lớn | | 50 | 45 |
| | Quán ăn, hiệu cà phê nhỏ | 45 | 40 |
| Phòng ở | 6 ÷ 22 | 40 | 30 |
| | 22 ÷ 6 | 30 | 30 |
| Khách sạn | 6 ÷ 22 | 45 | 35 |
| | 22 ÷ 6 | 40 | 30 |
| Nhà hát, phòng nhạc | | 30 | 30 |
| Phòng họp, rạp chiếu bóng | | 40 | 35 |
| Các phòng họp khác, hội nghị | | 55 | 50 |
| Phòng làm việc trí óc | | 50 | 45 |
| Phòng máy tính điện tử | | 70 | 65 |

Bảng 12-5 : Nhiệt độ và độ ẩm định hướng của một số ngành công nghiệp (Đức)

| Ngành công nghiệp | Phân xưởng | Nhiệt độ, °C | Độ ẩm, % |
|---------------------------|---------------------------------|---------------|----------|
| Dệt | Kéo sợi | | |
| | - Vải bông | 22 ÷ 25 | 55 ÷ 65 |
| | - Vải lanh | 24 ÷ 27 | 60 ÷ 70 |
| | - Len | 27 ÷ 29 | 50 ÷ 60 |
| | - Tơ lụa | 24 ÷ 27 | 65 ÷ 70 |
| | - Tơ lụa nhân tạo | 24 ÷ 25 | 65 ÷ 75 |
| | Xưởng dệt | | |
| | - Vải bông | 22 ÷ 25 | 70 ÷ 80 |
| | - Vải lanh | 24 ÷ 27 | 60 ÷ 70 |
| | - Len | 27 ÷ 29 | 60 ÷ 70 |
| | - Tơ lụa | 24 ÷ 27 | 60 ÷ 75 |
| - Tơ lụa nhân tạo | 24 ÷ 25 | 60 ÷ 65 | |
| | Xưởng nhuộm | 22 ÷ 24 | 65 ÷ 75 |
| Thuốc lá | Bảo quản thuốc lá thô | 21 ÷ 23 | 60 ÷ 65 |
| | Phòng gia ẩm | 22 ÷ 24 | 93 |
| | Phân xưởng sản xuất | 21 ÷ 24 | 55 ÷ 65 |
| | Phân phối | 23 | 65 |
| Bánh kẹo | Sản xuất | | |
| | - Kẹo mềm | 21 ÷ 24 | 45 |
| | - Kẹo cứng | 24 ÷ 26 | 30 ÷ 40 |
| | - Sôcôla | 15 ÷ 18 | 50 ÷ 55 |
| | Đóng gói | | |
| | - Kẹo mềm | 21 ÷ 24 | 40 ÷ 45 |
| - Kẹo cứng | 24 ÷ 26 | 40 ÷ 45 | |
| - Sôcôla | 18 | 55 | |
| Giấy | Sản xuất giấy | 22 ÷ 30 | 35 ÷ 70 |
| | Bảo quản giấy | 22 ÷ 24 | 35 ÷ 50 |
| Dược (tuỳ nguyên liệu) | Phòng sản xuất | 20 ÷ 24 | 30 ÷ 60 |
| | Phòng bảo quản | 16 ÷ 22 | 35 ÷ 40 |
| In ấn | Xưởng in | | |
| | - in một màu | 22 ÷ 26 | 45 ÷ 60 |
| | - in nhiều màu | 24 ÷ 28 | 45 ÷ 50 |
| | - in ảnh | 21 ÷ 23 | 60 |
| | Xưởng cắt, khâu, dán và làm khô | 15 ÷ 23 | 50 ÷ 60 |
| Phim ảnh | Xưởng sản xuất phim | 20 ÷ 24 | 40 ÷ 65 |
| | Sản xuất phim an toàn | 15 ÷ 20 | 45 ÷ 50 |
| | Gia công phim | 20 ÷ 24 | 40 ÷ 60 |
| | Xưởng sấy | 24 ÷ 25 | 50 |
| | Bảo quản phim | 18 ÷ 22 | 40 ÷ 60 |
| Kỹ thuật điện | Sản xuất dụng cụ điện | 20 ÷ 22 | 50 ÷ 60 |
| | Dụng cụ chính xác | 22 (tuỳ loại) | 40 ÷ 50 |
| | Cuộn dây và biến thế | 20 ÷ 22 | 65 |
| Cơ khí chính xác | Sản xuất dụng cụ | 20 ÷ 24 | 35 ÷ 50 |
| | Sản xuất dụng cụ chính xác | 22 (tuỳ loại) | 40 ÷ 50 |
| Sành sứ | Xưởng sản xuất | 26 ÷ 28 | 60 ÷ 70 |
| | Xưởng vẽ trang trí | 24 ÷ 26 | 45 ÷ 50 |
| | Bảo quản | 16 ÷ 24 | 35 ÷ 65 |
| Sản xuất đồ hộp | Xưởng sản xuất | 22 ÷ 24 | 65 ÷ 75 |
| | Bảo quản và phân phối | 18 ÷ 20 | 50 |
| | Bảo quản hàng khô | 10 ÷ 18 | 50 |
| Bánh nướng | Kho bột | 15 ÷ 27 | 50 ÷ 60 |
| | Kho men | 0 ÷ 5 | 60 ÷ 75 |
| | Sản xuất bột nhào | 23 ÷ 27 | 50 ÷ 60 |

b) Hệ thống điều hoà không khí công nghệ

Khi thiết kế hệ thống điều hoà công nghệ thì các thông số trong nhà (ví dụ nhiệt độ) phải phù hợp với yêu cầu công nghệ sản xuất hoặc chế biến đã đề ra.

Bảng 12-5 giới thiệu các giá trị định hướng về điều kiện nhiệt độ và độ ẩm của CHLB Đức sử dụng trong một số ngành công nghiệp khác nhau.

12.3.2. Chọn thông số thiết kế ngoài nhà

Theo mức độ quan trọng của công trình điều hoà không khí tiêu chuẩn Việt Nam 5687 - 1992 chia thành 3 cấp điều hoà như sau :

Cấp 1 : Hệ thống điều hoà không khí cấp 1 có thể duy trì các thông số trong nhà ở mọi phạm vi biến thiên nhiệt ẩm ngoài trời cả về mùa hè và mùa đông.

Cấp 2 : Hệ thống điều hoà không khí cấp 2 duy trì được các thông số trong nhà ở một phạm vi cho phép với độ sai lệch không quá 200h trong một năm.

Cấp 3 : Hệ thống điều hoà không khí cấp 3 duy trì được các thông số trong nhà ở một phạm vi cho phép với độ sai lệch không quá 400h trong một năm.

Cấp điều hoà không khí quy định sai lệch cho phép đối với các thông số trong nhà nhưng thực chất lại liên quan đến việc chọn thông số thiết kế ngoài trời. Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5687-1992, thông số nhiệt độ và độ ẩm ngoài trời được xác định để tính toán cho hệ thống điều hoà không khí như giới thiệu trong bảng 12-6 :

Bảng 12-6 : Thông số nhiệt độ và độ ẩm ngoài nhà (để tính toán cho các cấp điều hoà 1, 2, 3 theo phụ lục 3 TCVN 5687-1992).

| Cấp điều hoà không khí | Mùa hè | | Mùa đông | |
|------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| | $t_N, ^\circ\text{C}$ | $\varphi_N, \%$ | $t_N, ^\circ\text{C}$ | $\varphi_N, \%$ |
| Cấp 1 | t_{\max} | φ_{13-15h} của tháng nóng nhất | | φ_{13-15h} của tháng lạnh nhất |
| Cấp 2 | $\frac{t_{\max} + t_{tb\max}}{2}$ | | $\frac{t_{\min} + t_{tb\min}}{2}$ | |
| Cấp 3 | $t_{tb\max}$ | | $t_{tb\min}$ | |

- Ghi chú :
- t_{\max} - nhiệt độ tối cao tuyệt đối
 - $t_{tb\max}$ - nhiệt độ trung bình cao nhất của tháng nóng nhất
 - t_{\min} - nhiệt độ tối thấp tuyệt đối
 - $t_{tb\min}$ - nhiệt độ trung bình thấp nhất của tháng lạnh nhất
 - φ_{13-15h} - độ ẩm lúc 13 đến 15 giờ của tháng nóng nhất và lạnh nhất đã ghi nhận được (theo TCVN 4088-85)

Do tiêu chuẩn Việt Nam về khí hậu TCVN 4088-1985 không cho độ ẩm tương đối lúc 13 đến 15 giờ nên TCVN 5687-1992 về điều hoà không khí hướng dẫn cách xác định độ ẩm đó theo các bước sau :

- Xác định $t_{tb\max}$ theo TCVN 4088-1985 và $t_{tb\min}$ của TCVN 4088-1985 ; độ ẩm trung bình φ_{tb} của tháng nóng nhất và lạnh nhất của TCVN 4088-1985.
- Xác định giao điểm A của $t_{tb\min}$ và φ_{tb} .
- Xác định giao điểm B của $d = \text{const}$ qua A và $t = 0,5(t_{tb\max} + t_{tb\min})$

- Độ ẩm tương đối đi qua B (φ_B) chính là độ ẩm lúc 13 ÷ 15h cần tìm $\varphi_{13-15} = \varphi_B$ (xem bảng 12.7).

- Bảng 12.7 Giới thiệu các thông số tính toán hệ thống điều hoà không khí theo tiêu chuẩn khí hậu TCVN 4088-85.

Bảng 12-7 : Nhiệt độ và độ ẩm của các địa phương (dùng để tính toán hệ thống điều hoà không khí trích từ TCVN 4088-85, riêng φ_{13-15} tính toán theo chỉ dẫn của TCVN 5687-1922).

| TT | Địa phương | Nhiệt độ trung bình cả năm °C | Mùa nóng | | | | Mùa lạnh | | | |
|-----|-------------|-------------------------------|----------------|--------------|------------------|---------------------|----------------|----------------|------------------|---------------------|
| | | | t_{tbmax} °C | t_{max} °C | φ_{tb} % | φ_{13-15} % | t_{tbmax} °C | t_{tbmin} °C | φ_{tb} % | φ_{13-15} % |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) |
| 1 | Lai Châu | 23,1 | 33,3 | 42,4 | 80 | 58 | 13,2 | 4,9 | 80 | 56 |
| 2 | Điện Biên | 22,0 | 32,2 | 41,5 | 82 | 59 | 11,0 | 0,8 | 82 | 53 |
| 3 | Lào Cai | 22,8 | 32,7 | 42,8 | 81 | 62 | 13,2 | 2,2 | 85 | 66 |
| 4 | Sa Pa | 15,3 | 23,2 | 33,0 | 88 | 78 | 6,2 | 2,0 | 86 | 64 |
| 5 | Sơn La | 21,0 | 30,8 | 40,4 | 76 | 55 | 9,9 | 1,1 | 78 | 53 |
| 6 | Mộc Châu | 18,5 | 27,8 | 35,8 | 81 | 62 | 8,7 | 1,1 | 85 | 62 |
| 7 | Sông Mã | 22,4 | 34,0 | 43,6 | 78 | 53 | 11,3 | 0,5 | 80 | 52 |
| 8 | Hà Giang | 22,6 | 32,5 | 42,6 | 81 | 63 | 12,9 | 1,6 | 86 | 69 |
| 9 | Tuyên Quang | 23,0 | 32,8 | 41,4 | 84 | 65 | 13,0 | 0,4 | 83 | 66 |
| 10 | Cao Bằng | 21,5 | 32,0 | 42,4 | 79 | 61 | 10,5 | 1,8 | 78 | 59 |
| 11 | Lạng Sơn | 21,3 | 31,5 | 39,8 | 82 | 64 | 10,1 | 2,1 | 76 | 58 |
| 12 | Thái Nguyên | 23,0 | 32,8 | 41,5 | 82 | 64 | 12,9 | 3,0 | 78 | 62 |
| 13 | Bắc Cạn | 22,0 | 32,4 | 41,9 | 84 | 65 | 11,6 | 0,9 | 82 | 63 |
| 14 | Bắc Giang | 23,3 | 32,6 | 42,5 | 83 | 67 | 13,3 | 3,3 | 77 | 62 |
| 15 | Hòn Gai | 22,9 | 31,6 | 40,7 | 82 | 68 | 13,5 | 5,0 | 77 | 63 |
| 16 | Móng Cái | 22,5 | 31,2 | 39,1 | 86 | 73 | 12,1 | 1,1 | 79 | 63 |
| 17 | Vĩnh Yên | 23,6 | 32,9 | 41,8 | 81 | 64 | 13,9 | 2,2 | 78 | 63 |
| 18 | Yên Bái | 22,7 | 32,5 | 41,9 | 87 | 68 | 13,2 | 1,7 | 88 | 72 |
| 19 | Việt Trì | 23,3 | 32,6 | 42,3 | 83 | 75 | 13,8 | 3,1 | 82 | 66 |
| 20 | Tam Đảo | 18,0 | 26,0 | 35,5 | 89 | 75 | 9,3 | 0,7 | 86 | 78 |
| 21 | Hà Nội | 23,4 | 32,8 | 41,6 | 83 | 66 | 13,8 | 3,1 | 80 | 64 |
| 22 | Hải Dương | 23,5 | 32,3 | 40,4 | 83 | 69 | 13,8 | 3,1 | 80 | 64 |
| 23 | Hưng Yên | 23,3 | 32,4 | 42,3 | 85 | 69 | 13,8 | 3,6 | 83 | 66 |
| 24 | Phủ Liễu | 23,0 | 31,8 | 41,5 | 86 | 71 | 14,2 | 4,5 | 83 | 68 |
| 25 | Hải Phòng | 23,5 | 32,1 | 41,8 | 83 | 68 | 14,1 | 5,2 | 76 | 63 |
| 26 | Thái Bình | 23,2 | 32,0 | 42,3 | 82 | 67 | 14,0 | 5,3 | 84 | 68 |

| | | | | | | | | | | |
|----|-----------------|------|------|------|----|----|------|------|----|----|
| 27 | Sơn Tây | 23,2 | 32,7 | 42,5 | 84 | 67 | 13,5 | 3,5 | 82 | 65 |
| 28 | Hoà Bình | 23,2 | 33,5 | 43,6 | 83 | 66 | 13,3 | 1,2 | 83 | 63 |
| 29 | Nam Định | 23,5 | 32,5 | 42,5 | 82 | 66 | 14,3 | 3,8 | 84 | 68 |
| 30 | Ninh Bình | 23,5 | 32,4 | 41,5 | 81 | 66 | 14,3 | 5,5 | 83 | 68 |
| 31 | Nho Quan | 23,4 | 33,0 | 43,2 | 82 | 67 | 14,0 | 5,3 | 84 | 68 |
| 32 | Thanh Hoá | 23,6 | 32,9 | 42,0 | 82 | 65 | 14,8 | 5,4 | 84 | 69 |
| 33 | Yên Định | 23,5 | 33,1 | 41,1 | 83 | 66 | 14,4 | 3,9 | 83 | 67 |
| 34 | Hội Xuân | 23,1 | 33,4 | 43,3 | 86 | 69 | 14,0 | 3,1 | 85 | 65 |
| 35 | Vinh | 23,9 | 33,9 | 42,1 | 74 | 88 | 15,5 | 4,0 | 89 | 75 |
| 36 | Nghệ An | 23,7 | 34,4 | 44,6 | 81 | 57 | 14,5 | 3,1 | 82 | 61 |
| 37 | Hà Tĩnh | 23,9 | 33,9 | 41,1 | 75 | 59 | 15,7 | 7,0 | 90 | 76 |
| 38 | Đông Hới | 24,4 | 33,5 | 42,8 | 72 | 55 | 16,5 | 7,7 | 88 | 73 |
| 39 | Quảng Trị | 25,0 | 34,0 | 40,1 | 74 | 55 | 17,3 | 9,3 | 90 | 73 |
| 40 | Huế | 25,2 | 34,5 | 40,0 | 73 | 55 | 17,4 | 8,8 | 90 | 75 |
| 41 | Đà Nẵng | 25,6 | 34,5 | 40,9 | 77 | 59 | 18,8 | 11,0 | 86 | 72 |
| 42 | Quảng Ngãi | 25,8 | 34,5 | 41,1 | 81 | 60 | 19,2 | 12,8 | 89 | 73 |
| 43 | Quy Nhơn | 26,7 | 33,7 | 42,1 | 74 | 59 | 20,7 | 15,0 | 82 | 63 |
| 44 | Plâycu | 21,7 | 29,6 | 34,8 | 76 | 54 | 13,3 | 5,6 | 76 | 51 |
| 45 | Buôn Ma Thuột | 23,4 | 32,5 | 39,4 | 82 | 58 | 17,2 | 7,4 | 80 | 61 |
| 46 | Tuy Hoà | 26,5 | 34,3 | 39,7 | 73 | 52 | 20,9 | 15,5 | 84 | 71 |
| 47 | Nha Trang | 26,5 | 33,7 | 39,5 | 79 | 59 | 20,7 | 14,6 | 78 | 67 |
| 48 | Liên Khương | 21,0 | 29,6 | 34,2 | 76 | 52 | 13,5 | 6,4 | 74 | 50 |
| 49 | Bảo Lộc | 21,3 | 29,6 | 33,5 | 83 | 70 | 13,1 | 4,5 | 81 | 53 |
| 50 | Phan Thiết | 26,6 | 32,2 | 37,6 | 82 | 65 | 20,0 | 12,4 | 76 | 58 |
| 51 | Phước Long | 26,2 | 34,9 | 38,3 | 69 | 48 | 18,7 | 12,4 | 69 | 64 |
| 52 | Lộc Ninh | 26,0 | 34,4 | 37,9 | 76 | 55 | 18,2 | 10,7 | 72 | 65 |
| 53 | Vũng Tàu | 25,8 | 31,8 | 38,4 | 85 | 63 | 21,7 | 15,0 | 82 | 68 |
| 54 | Hiệp Hoà | 27,7 | 34,1 | 39,0 | 77 | 54 | 19,2 | 12,5 | 76 | 52 |
| 55 | Mỹ Tho | 27,9 | 34,7 | 38,9 | 74 | 53 | 20,8 | 14,9 | 78 | 57 |
| 56 | Vĩnh Long | 26,6 | 33,0 | 36,4 | 76 | 58 | 21,4 | 16,4 | 78 | 62 |
| 57 | Sóc Trăng | 26,8 | 22,9 | 37,8 | 77 | 57 | 21,7 | 16,2 | 80 | 62 |
| 58 | Cần Thơ | 26,7 | 34,5 | 40,0 | 78 | 57 | 21,0 | 13,8 | 82 | 62 |
| 59 | Côn Sơn | 27,1 | 31,3 | 34,5 | 81 | 58 | 23,9 | 18,4 | 78 | 70 |
| 60 | Rạch Giá | 27,3 | 33,5 | 37,2 | 79 | 60 | 24,4 | 14,8 | 78 | 54 |
| 61 | Phủ Quốc | 27,0 | 31,8 | 38,1 | 81 | 65 | 21,8 | 16,0 | 77 | 63 |
| 62 | Cà Mau | 26,5 | 33,1 | 38,3 | 81 | 60 | 21,2 | 15,3 | 83 | 63 |
| 63 | Hoàng Sa | 26,8 | 31,3 | 35,9 | 83 | 73 | 21,9 | 14,9 | 82 | 72 |
| 64 | TP. Hồ Chí Minh | 27,0 | 34,6 | 40,0 | 74 | 55 | 21,0 | 13,8 | 79 | 54 |

Ví dụ : Từ bảng 12-7 có thể xác định được các thông số tính toán ngoài trời cho điều hoà không khí tại Hà Nội (xem bảng 12-8) và Thành phố Hồ Chí Minh (bảng 12-9).

Bảng 12-8 : Thông số tính toán ngoài trời cho khu vực Hà Nội

| Cấp điều hoà | Mùa nóng | | Mùa lạnh | |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| | Nhiệt độ t_N , °C | Độ ẩm φ_N , % | Nhiệt độ t_N , °C | Độ ẩm φ_N , % |
| Cấp 1 | 41,6 | 66 | 3,1 | 64 |
| Cấp 2 | 37,2 | | 8,5 | |
| Cấp 3 | 32,8 | | 13,8 | |

Bảng 12-9 : Thông số tính toán ngoài trời khu vực TP. Hồ Chí Minh

| Cấp điều hoà | Mùa nóng | | Mùa lạnh | |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| | Nhiệt độ t_N , °C | Độ ẩm φ_N , % | Nhiệt độ t_N , °C | Độ ẩm φ_N , % |
| Cấp 1 | 40,0 | 55 | Không cần điều hoà không khí mùa lạnh | |
| Cấp 2 | 37,3 | | | |
| Cấp 3 | 34,6 | | | |

12.4. Tính cân bằng nhiệt ẩm trong phòng

Để duy trì được các thông số trong phòng, cần phải khử được nhiệt thừa và ẩm thừa từ các nguồn khác nhau thải vào phòng. Điều kiện cân bằng nhiệt ẩm là vào mùa hè máy lạnh phải đủ công suất để cân bằng với nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che, nhiệt sinh ra do người, máy, đèn chiếu sáng, do rò lọt không khí, qua bức xạ mặt trời, do lượng gió tươi đưa vào, do nhu cầu vệ sinh và do thải ẩm...

Vào mùa đông bộ sưởi nhiệt phải đủ công suất để bù lại nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che, do rò lọt không khí qua cửa, do gió tươi đưa vào và do gia ẩm.

12.4.1. Xác định các nguồn nhiệt toả

Trước hết phải xác định được lượng nhiệt thừa phải thải ra khỏi phòng để giữ cân bằng nhiệt. Lượng nhiệt thừa là tổng của các nguồn nhiệt thành phần :

$$Q_{th} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6, \quad \text{kW hoặc W}$$

- Q_1 – nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che
- Q_2 – nhiệt do người toả ra
- Q_3, Q_4 – nhiệt do máy, do đèn chiếu sáng toả ra
- Q_5 – nhiệt do bức xạ mặt trời ;
- Q_6 – Các nguồn nhiệt khác.

a) Tính Q_1 : $Q_1 = kF\Delta t, \quad \text{W}$

k – hệ số truyền nhiệt $\text{W/m}^2\text{K}$

F – diện tích bề mặt kết cấu bao che, m^2

Δt – hiệu nhiệt độ trong và ngoài nhà $\Delta t = t_N - t_T$, nếu qua một phòng đệm lấy bằng 0,7 và qua hai phòng đệm lấy bằng 0,4 giá trị tính toán, nếu tiếp xúc với phòng điều hoà lấy bằng 0.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_N} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_T}}, \text{ W/m}^2\text{K}$$

α_N – hệ số toả nhiệt vách ngoài $\alpha_N = 23,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, nếu có phòng đệm
 $\alpha_N = 11,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

α_T – hệ số toả nhiệt vách trong : $\alpha_T = 11,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, nếu vách có trang âm
 $\alpha_T = 8,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

δ_i – bề dày của lớp vật liệu thứ i , m, có hệ số dẫn nhiệt λ_p , W/mK ; tương ứng (xem chương 2).

α_T của trần và nền lấy bằng $6 \div 7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tính nhiệt tổn thất qua nền giống như của kho lạnh : chia nền ra các dải rộng 2m theo chu vi từ ngoài vào trong và chọn hệ số truyền nhiệt k lần lượt cho từng dải từ ngoài vào là 0,47 ; 0,23 ; 0,12 và vùng cuối cùng còn lại $0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$ (tham khảo thêm chương 2). Trường hợp công trình xây dựng ở vị trí có nhiều gió phải tính bổ sung 5 ÷ 10% ; công trình kết cấu theo hướng bắc, đông, tây bắc, đông bắc bổ sung 10%, đông, nam, tây bổ sung 5% ; công trình có độ cao từ 4m trở lên mỗi mét bổ sung thêm 2% nhưng toàn bộ không quá 15% cho chiều cao.

b) Tính Q_2

$$Q_2 = q \cdot n, \quad \text{W}$$

n – số người làm việc trong phòng ;

q – lượng nhiệt do người toả ra, W/người (Bảng 12-6)

Bảng 12-10 : Lượng nhiệt q và ẩm g_n do người lớn toả ra

| | q W/người | | g_n g/ người | |
|----------------------|--------------|-----|-------------------|-----|
| | 20 | 25 | 20 | 25 |
| Ở nhiệt độ phòng, °C | | | | |
| Tĩnh tại | 314 | 209 | 40 | 50 |
| Lao động nhẹ | 355 | 230 | 75 | 115 |
| Lao động trung bình | 376 | 251 | 140 | 185 |
| Lao động nặng | 460 | 334 | 240 | 295 |

c) Tính Q_3 . Lượng nhiệt do máy toả ra tính theo công thức :

$$Q_3 = N_{dc} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \frac{1}{\eta_{td}} \cdot \frac{1}{\eta_{dc}}, \quad \text{W}$$

N_{dc} – tổng công suất động cơ lắp đặt ;

K_1 – hệ số phụ tải bằng công suất làm việc thực trên công suất lắp đặt ;

K_2 – hệ số làm việc đồng thời hay hệ số thời gian làm việc ;

η_{td} – hiệu suất truyền động, tùy thuộc loại động cơ ;

η_{dc} – hiệu suất động cơ, tùy thuộc vào từng loại động cơ.

d) *Tính Q_4 .* Lượng nhiệt do chiếu sáng nhân tạo :

$$Q_4 = N_d \quad W$$

N_d – tổng công suất đèn chiếu sáng (khoảng $10 \div 12 W/m^2$ sàn)

e) *Tính Q_5* là tổng dòng nhiệt do bức xạ mặt trời qua kính cửa sổ Q_k và qua bao che Q_{bc} :

$$Q_k = F_k \cdot I_{s,d} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \quad W$$

F_k – diện tích bề mặt kính cửa sổ, m^2 ;

$I_{s,d}$ – cường độ bức xạ mặt trời trên mặt đứng, W/m^2 ;

η_1 – hệ số trong suốt của kính, một lớp 0,9, hai lớp 0,81 ;

η_2 – hệ số bám bẩn, kính một lớp 0,8, kính hai lớp 0,70 ;

η_3 – hệ số khúc xạ, một lớp khung gỗ $0,61 \div 0,64$; một lớp khung kim loại $0,75 \div 0,79$; hai lớp khung gỗ $0,3 \div 0,55$;

η_4 – hệ số tán xạ do che chắn : ô văng 0,05 ; màn màn 0,25 ; cửa chớp 0,30 ; rèm che 0,3 ; rèm che trong 0,6 ; kính khuếch tán 0,7.

$$Q_{bc} = 0,047k \cdot \epsilon_s \cdot F \cdot I_s \quad W$$

k – hệ số truyền nhiệt, W/m^2K chọn như khi tính Q_1 ;

ϵ_s – độ đen bề mặt kết cấu bao che ; ngói xi măng xám 0,65 ; bê tông sau nhiều năm sử dụng 0,83 ;

F – diện tích bề mặt nhận bức xạ, m^2 ;

I_s – cường độ bức xạ, W/m^2 .

f) *Xác định Q_6 .* Các nguồn nhiệt khác như do rò lọt không khí, do mang thức ăn, uống nóng vào phòng... sẽ được tính toán theo từng trường hợp cụ thể.

12.4.2. *Tính toán lượng ẩm toả*

$$W_{th} = W_1 + W_2 + W_3, \quad \text{kg/h}$$

a) *Lượng ẩm do người toả W_1*

$$W_1 = n \cdot g_n, \quad \text{kg/h}$$

n – số người làm việc trong phòng

g_n – lượng ẩm riêng do mỗi người toả ra, kg/h. người (bảng 12–6).

b) *Lượng ẩm do bay hơi từ sản phẩm và máy móc W_2*

Nếu trong phòng có các sản phẩm toả ẩm vào không khí như thức ăn, trà, cà phê, rau, hoa quả, các nồi nấu, ấm đun nước... thì phải tính toán cụ thể các phần này.

c) *Lượng ẩm thấm qua kết cấu bao che W_3* coi bằng không khi tạo áp suất dương trong phòng.

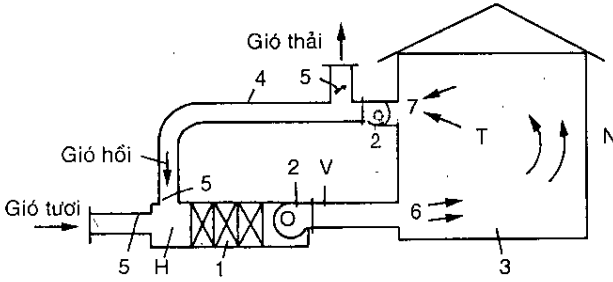
12.4.3. *Tính kiểm tra đọng sương*

Phải tính toán kiểm tra đọng sương như giới thiệu ở chương 2. Nếu bị đọng sương tường ngoài, toàn bộ kết cấu sẽ bị thấm ẩm, dẫn đến ẩm ướt, bẩn thỉu và hư hỏng kết cấu bao che và nền.

12.5. Thiết lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí

12.5.1. Sơ đồ tuần hoàn không khí một cấp

Sơ đồ này được sử dụng rộng rãi nhất vì hệ thống tương đối đơn giản, đảm bảo được các yêu cầu vệ sinh lại kinh tế, vận hành không phức tạp. Các sơ đồ khác như sơ đồ không tuần hoàn, sơ đồ tuần hoàn hai cấp, sơ đồ có phun ẩm bổ sung chỉ ứng dụng cho một số trường hợp đặc biệt trong điều hoà không khí kỹ thuật.



Hình 12-10 : Sơ đồ tuần hoàn không khí một cấp

- H - Hoà trộn ; V - Gió thổi vào ; T - Trong nhà ;
 N - Ngoài trời. 1 - Phòng điều không ; 2 - Quạt ;
 3 - Phòng điều hoà không khí ; 4 - Các ống dẫn không khí ;
 5 - Các clapê điều chỉnh lưu lượng gió
 6 - Miệng thổi ; 7 - Miệng hút

lý không khí). Ở đây không khí được làm lạnh và khử ẩm nhờ trao đổi nhiệt và ẩm trực tiếp với bề mặt dàn lạnh hoặc nước lạnh phun. Điểm thổi vào V có trạng thái t_V, ϕ_V, d_V và lưu lượng $M_V = M = M_H$. Tùy theo hiệu quả trao đổi nhiệt ẩm mà ϕ_V có tiến gần đến đường bão hoà $\phi = 1$ hay không. Thường ϕ_V đạt 95%. Ở trong phòng không khí tự biến đổi trạng thái từ V đến T theo tia quá trình $\varepsilon_T = Q/W$ để khử nhiệt thừa và ẩm thừa. Hình 12-11 biểu diễn các quá trình trên đồ thị I-d.

Trước hết có thể xác định ngay trên đồ thị các điểm T và N theo các thông số đã cho.

Sau đó xác định điểm V bằng cách kẻ tia quá trình

$$\varepsilon_T = \frac{Q_{th}}{W_{th}}$$

đi qua T. Điểm V là điểm cắt giữa ε_T và đường $\phi = 95\%$.

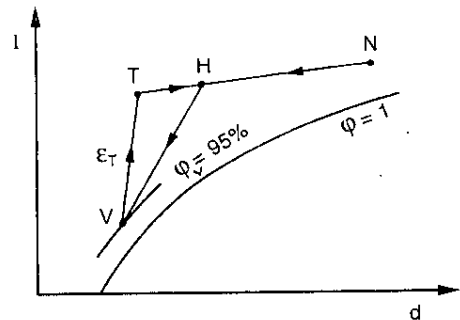
Lưu lượng không khí cần thiết để triệt tiêu toàn bộ nhiệt thừa và ẩm thừa.

$$M = \frac{Q_{th}}{I_T - I_V} = \frac{W_{th}}{d_T - d_V}, \text{ kg/s.}$$

$$M = M_N + M_T$$

M_N - lượng gió tươi bổ sung để đảm bảo điều kiện vệ sinh, có các thông số trạng thái bên ngoài.

M_T - lượng gió tái tuần hoàn có các thông số trạng thái trong phòng. Để tính toán M_N lấy các giá trị cho ở bảng 12-4. Với điều kiện $M_N \geq 10\%M$.



Hình 12-11 : Sơ đồ mùa hè tuần hoàn một cấp

Thể tích gió tuần hoàn $L = \frac{M}{\rho}$, m^3/s

ρ – khối lượng riêng của không khí, $\rho = 1,2kg/m^3$.

Đại lượng này cần thiết để chọn quạt gió tuần hoàn không khí.

Bội số tuần hoàn : thể tích không khí L trên thể tích phòng V_F .

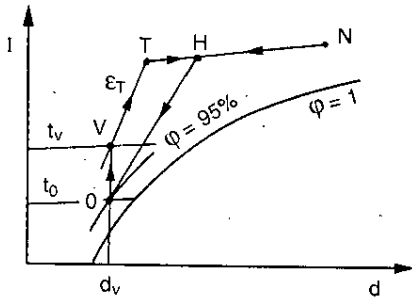
$B = \frac{L}{V_F}$ phải thoả mãn điều kiện cho ở bảng 12-4. Sau khi xác định được lượng gió

tươi L_N và lượng gió tuần hoàn L , có thể xác định tỷ lệ hoà trộn :

$$\omega = \frac{L_N}{L}$$

Nếu $\omega < 0,1$ thì lấy bằng 0,1.

Khi xác định được ω , theo nguyên tắc đòn gánh, ta có thể xác định được điểm hoà trộn H trên đường TN .



Hình 12-12 : Sơ đồ mùa hè tuần hoàn một cấp có sưởi ấm sơ bộ

Năng suất lạnh của máy lạnh :

$$Q_o = M (I_H - I_V), \text{ W hoặc kW}$$

$$Q_o = Q_{th} \cdot \frac{I_H - I_V}{I_T - I_V}$$

Lượng ẩm bị tách ra khi xử lý lạnh :

$$W = M(d_H - d_V)$$

$$W = W_{th} \frac{d_H - d_V}{d_T - d_V}$$

Trường hợp nhiệt độ thổi vào quá thấp không phù hợp yêu cầu vệ sinh, phải thiết lập sơ đồ khác như sau :

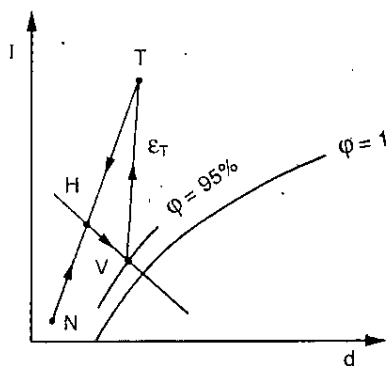
- Xác định T, N, H như trên.
- Dựng ϵ_T qua T gặp đường nhiệt độ thổi vào t_v tại V là điểm thổi vào.
- Dựng $d_v = \text{const}$ qua V gặp $\phi = 95\%$ tại O . Nối O với H . Như vậy không khí trước khi thổi vào phòng được sưởi ấm sơ bộ để đạt nhiệt độ phù hợp yêu cầu vệ sinh.

Thường chọn nhiệt độ thổi vào thấp hơn nhiệt độ trong phòng không quá 10°C .

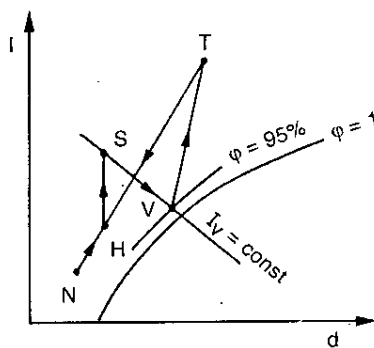
b) Sơ đồ mùa đông (h.12-13)

Sơ đồ mùa đông là sơ đồ sưởi ấm và gia ẩm cho không khí. Cách thiết lập như sau :

- Xác định điểm T và N theo các thông số đã cho.
- Dựng đường ϵ_T đi qua T cắt đường $\phi = 95\%$ tại V là điểm thổi vào.
- Dựng đường $I = \text{const}$ đi qua V và nối T với N . Hai đường này cắt nhau ở H là điểm hoà trộn.



Hình 12-13 : Sơ đồ mùa đông tuần hoàn một cấp



Hình 12-14 : Sơ đồ mùa đông tuần hoàn một cấp.
Có sưởi ấm và gia ẩm bổ sung.

Cần kiểm tra lượng không khí tươi đưa vào có đảm bảo yêu cầu vệ sinh hay không. Nếu không đủ phải thiết lập sơ đồ khác như sau (hình 12-14).

- Xác định các điểm N, T và điểm hoà trộn H.
- Dựng ε_T đi qua T cắt $\varphi = 95\%$ tại V.
- Từ V dựng $I_v = \text{const}$ và từ H dựng $d_H = \text{const}$. Hai đường này cắt nhau tại S. HS là quá trình sưởi ấm đẳng dung ẩm. SV là quá trình gia ẩm bổ sung.

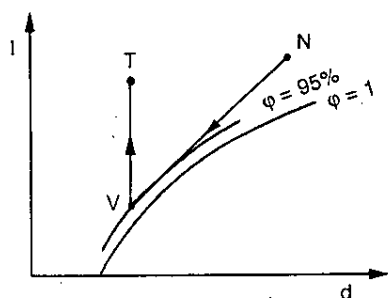
Theo sơ đồ này, không khí sau khi hoà trộn được sưởi ấm đẳng dung ẩm từ điểm H đến S sau đó được gia ẩm đẳng entanpi từ S đến V rồi được thổi vào phòng.

12.5.2. Sơ đồ không tuần hoàn (còn gọi sơ đồ thẳng)

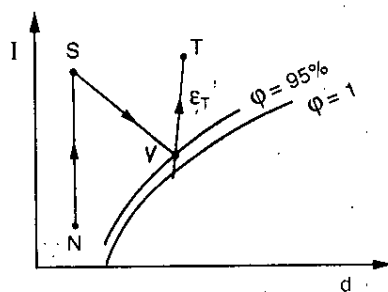
Sơ đồ không tuần hoàn còn gọi là sơ đồ thẳng hoặc sơ đồ một chiều. Không khí bên ngoài được đưa qua thiết bị xử lý không khí rồi thổi vào phòng, sau đó toàn bộ lượng không khí đó được xả thẳng ra ngoài. Sơ đồ này vì lý do kinh tế chỉ được sử dụng hạn chế ở một số trường hợp không cho phép tái tuần hoàn.

Hình 12-15 giới thiệu sơ đồ mùa hè. Sơ đồ này thiết lập một cách đơn giản. Xác định điểm T và N theo yêu cầu. Qua T dựng ε_T cắt $\varphi = 95\%$ ở V. Nối N với V. NV là quá trình làm lạnh và khử ẩm còn VT là quá trình không khí tự biến đổi trong phòng. Sau đó toàn bộ không khí được thải ra ngoài.

Hình 12-16 giới thiệu sơ đồ mùa đông. Phương pháp thiết lập như sau :



Hình 12-15 : Sơ đồ mùa hè không tuần hoàn

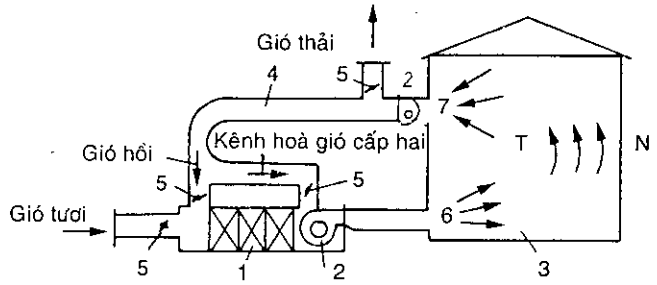


Hình 12-16 : Sơ đồ mùa đông không tuần hoàn

Xác định N và T. Dụng ε_T qua T cắt $\varphi = 95\%$ ở V. Dụng $d = \text{const}$ qua N và $I = \text{const}$ qua V. Hai đường này cắt nhau ở S. NS là quá trình sưởi ẩm đẳng dung ẩm. SV là quá trình gia ẩm đẳng entanpi và VT là quá trình tự biến đổi trong phòng.

12.5.3. Sơ đồ tuần hoàn hai cấp

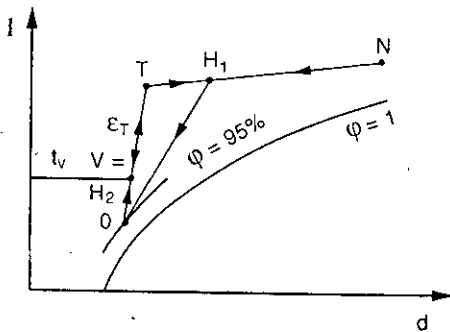
Hình 12-17 mô tả hệ thống thiết bị sơ đồ tuần hoàn hai cấp. Khác biệt cơ bản so với sơ đồ tuần hoàn không khí một cấp là kênh hoà gió cấp hai nối thẳng từ kênh gió hồi vào buồng hoà trộn thứ hai ngay sau dàn lạnh hoặc dàn phun nước lạnh (xem thêm hình 12-26). Sơ đồ tuần hoàn không khí hai cấp sử dụng rất có hiệu quả trong trường hợp cần khử ẩm trong phòng máy. Hình 12-18 giới thiệu sơ đồ mùa hè.



Hình 12-17 : Hệ thống thiết bị sơ đồ tuần hoàn hai cấp (chú thích như h. 12-10)

Sơ đồ được thiết lập như sau :

- Xác định T và N, sau đó H_1 là trạng thái hoà trộn cấp 1.
- Từ T dụng đường ε_T qua T cắt $\varphi = 95\%$ tại O, nối H_1 với O.



Hình 12-18 : Sơ đồ mùa hè tuần hoàn hai cấp

hoàn cấp một đến trạng thái hoà trộn H_1 , sau đó được làm lạnh và khử ẩm đến O sau đó được hoà trộn với phần tuần hoàn cấp hai m_2 đến trạng thái $H_2 \equiv V$ là điểm thổi vào. Lưu lượng gió cấp một và cấp hai được điều chỉnh bằng clapê.

Nếu ε_T không cắt $\varphi = 95\%$ có thể lấy O thích hợp, sau đó bố trí bộ sưởi cấp hai trước khi thổi vào phòng. Khi đó V sẽ là điểm cắt giữa $d = \text{const}$ đi qua H_2 và ε_T đi qua T.

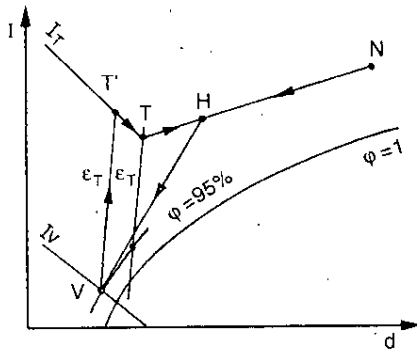
12.5.4. Sơ đồ điều hoà không khí có phun ẩm bổ sung

a) Sơ đồ mùa hè : Sơ đồ có phun ẩm bổ sung có thể áp dụng cho sơ đồ không tuần hoàn, tuần hoàn một cấp và hai cấp. Ưu điểm của sơ đồ này là giảm được lưu lượng không khí tuần hoàn và giảm được cả công suất lạnh yêu cầu tuy nhiên nhiệt độ bề mặt lạnh hoặc nhiệt độ nước phun phải thấp hơn.

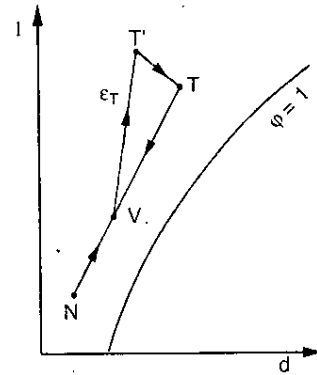
Hình 12-19 giới thiệu sơ đồ mùa hè có phun ẩm bổ sung.

Sơ đồ được thiết lập như sau :

- Xác định T và N, sau đó xác định H.
- Dựng ϵ_T qua T.
- Xác định lưu lượng không khí cần thiết, từ đó tính được I_v là entanpi ở điểm thổi vào.
- Xác định V : V là điểm cắt của $h_v = \text{const}$ và $\phi = 95\%$.
- Dựng ϵ_T qua V (song song với ϵ_T qua T) cắt $I_T = \text{const}$ tại T'. Đoạn T'T biểu diễn quá trình gia ẩm bổ sung đẳng entanpi ngay trong buồng điều hoà không khí.



Hình 12-19 : Sơ đồ mùa hè có phun ẩm bổ sung



Hình 12-20 : Sơ đồ mùa đông có phun ẩm bổ sung

b) Sơ đồ mùa đông. Thiết lập sơ đồ mùa đông như sau :

- Xác định N và T sau đó xác định điểm hoà trộn H đồng nhất với điểm thổi vào V. Từ V dựng ϵ_T và từ T dựng $h = \text{const}$. Hai đường này cắt nhau ở T'. Đoạn VT' là quá trình không khí tự biến đổi trong phòng. Đoạn T'T biểu diễn quá trình phun ẩm bổ sung ngay tại phòng.

Trường hợp tia quá trình có độ dốc nhỏ hơn, thậm chí mang trị số âm phải bố trí thêm quá trình sưởi ẩm đẳng dung ẩm VT'' sau đó là tia quá trình từ T'' đến T' và T'T là quá trình phun ẩm bổ sung.

12.6. Các hệ thống điều hoà không khí

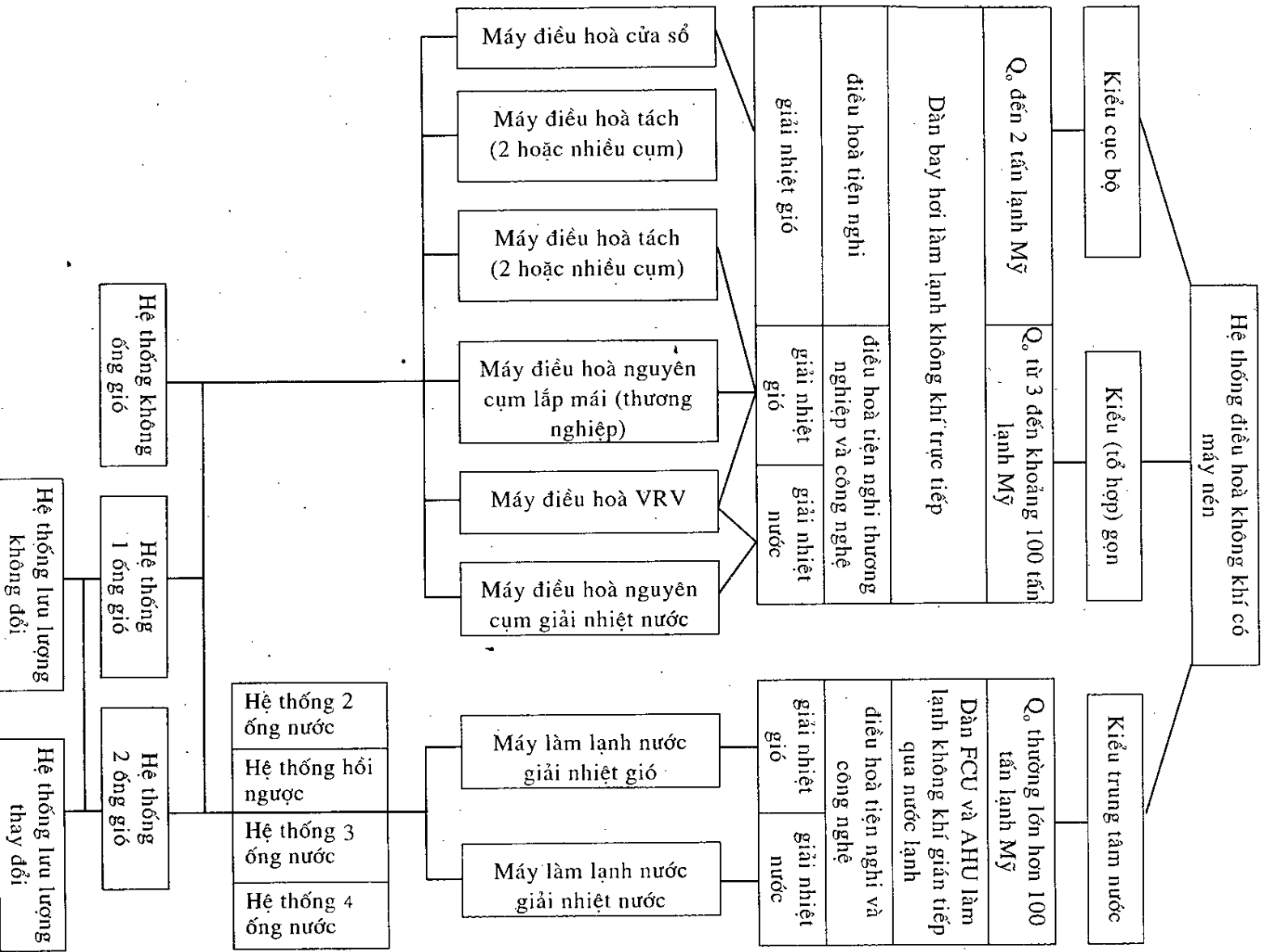
12.6.1. Phân loại

Định nghĩa : Hệ thống điều hoà không khí là tập hợp các máy móc, thiết bị, dụng cụ để tiến hành các quá trình xử lý không khí như sưởi ấm, làm lạnh, khử ẩm, gia ẩm... Điều chỉnh và khống chế các thông số vi khí hậu trong nhà như nhiệt độ, độ ẩm, độ sạch, khí tươi và sự tuần hoàn không khí trong phòng đáp ứng nhu cầu tiện nghi hoặc công nghệ.

Việc phân loại các hệ thống điều hoà không khí là rất phức tạp. Đã có nhiều tài liệu giới thiệu các phương pháp phân loại khác nhau nhằm phân tích đầy đủ các tính năng đặc điểm, đưa ra tên gọi phù hợp và chỉ dẫn các ứng dụng hợp lý của từng loại hệ thống. Tuy nhiên do hệ thống điều hoà không khí quá đa dạng và phong phú đáp ứng nhiều ứng dụng khác nhau nên cho đến nay vẫn chưa có những cách phân loại và tên gọi được chấp nhận rộng rãi. Ở đây chúng tôi đưa ra một cách phân loại và tên gọi mới để phân biệt các hệ thống khác nhau một cách rõ ràng hơn.

- Như trên đã phân tích, theo (tính chất) ứng dụng có thể phân ra điều hoà tiện nghi và công nghệ.
- Theo tính chất quan trọng có thể phân ra điều hoà cấp 1, cấp 2, cấp 3.
- Theo tính tập trung phân ra hệ thống điều hoà không khí cục bộ, tổ hợp gọn và trung tâm nước.
- Theo cách làm lạnh không khí phân ra hệ thống điều hoà không khí trực tiếp (làm lạnh không khí bằng dàn bay hơi), gián tiếp (gián tiếp qua nước lạnh bằng FCU hoặc AHU) loại gián tiếp còn có thể phân ra dàn khô (nước đi từ trong ống xoắn) và dàn ướt (nước lạnh phun trực tiếp vào không khí).
- Theo năng suất lạnh có thể phân ra loại nhỏ $Q_0 \leq 2$ tấn lạnh Mỹ (24.000) Btu/h), loại trung bình từ 3 đến 100 tấn và loại lớn từ 100 tấn lạnh Mỹ trở lên.
- Theo cách điều chỉnh lưu lượng gió phân ra hệ thống lưu lượng gió không đổi (CAV – Constant Air Volume) hệ thống lưu lượng gió thay đổi (VAV – Variable Air Volume).
- Theo cách điều chỉnh lưu lượng môi chất phân ra hệ thống lưu lượng môi chất không đổi và lưu lượng môi chất thay đổi (VRV – Variable Refrigerant Volume). VRV là hệ thống lạnh đặc biệt của hãng DAIKIN sử dụng máy biến tần điều chỉnh năng suất lạnh.
- Theo cách cấp gió vào phòng phân ra loại một ống gió, hai ống gió hoặc không ống gió và theo áp suất gió trong ống gió phân ra loại ống áp cao và ống gió áp thấp.
- Theo cách bố trí ống nước lạnh của hệ thống trung tâm nước phân ra hệ thống 2 ống nước, hệ thống hồi ngược, hệ thống 3 ống và hệ thống 4 ống nước.
- Tùy theo phương pháp sưởi ấm mùa đông chia ra hệ thống điều hoà 2 chiều (loại bơm nhiệt), dùng dây điện trở hoặc dùng nước nóng qua dàn FCU và AHU.
- Căn cứ kết cấu chia ra máy điều hoà một cụm (nguyên cụm) hoặc dạng tách (hai hoặc nhiều cụm), loại tách cũng chia ra làm hai loại, loại có tổ máy nén dàn ngưng hoặc loại chỉ có dàn ngưng đặt xa.
- Theo cách bố trí dàn lạnh chia ra loại cửa sổ, treo tường, treo trần, giấu trần (âm trần), hộp hành lang, tủ tường, treo sàn, cát sét...
- Theo cách làm mát thiết bị ngưng tụ có loại dàn ngưng giải nhiệt gió (làm mát bằng không khí) và giải nhiệt nước (bình ngưng làm mát bằng nước), hoặc loại kết hợp gió nước như ngưng tưới và tháp ngưng, theo nguồn nước có loại dùng nước thành phố, giếng khoan một lần có loại dùng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt (Cooling Tower).
- Theo chu trình lạnh chia ra máy lạnh nén hơi, hấp thụ, ejector hoặc nén khí.
- Theo môi chất lạnh chia ra máy lạnh dùng amôniac, frêon R22, R134a, R404 A, B hoặc R123...
- Theo kiểu máy nén chia ra máy nén pittông, trục vít, rôto, xoắn ốc, hoặc turbin. Theo kết cấu máy nén chia ra máy nén kín, hở hoặc nửa kín... Hình 12.21 giới thiệu một cách phân loại các hệ thống điều hoà không khí theo một số đặc điểm đã nêu ở trên.

Từ đây ta có thể định nghĩa một số thuật ngữ như sau :



Hình 12.21. Phân loại hệ thống điều hoà không khí
(1 tấn lạnh Mỹ = 12.000 Btu/h 3,5kW ≈ 3000 kcal/h)

– *Hệ thống điều hoà không khí cục bộ* là các loại máy điều hoà nhỏ năng suất lạnh đến 24.000 Btu/h có dàn bay hơi và dàn ngưng tụ kiểu nguyên cụm như máy điều hoà cửa sổ hoặc tách (2 hoặc nhiều cụm), một chiều hoặc 2 chiều nóng lạnh, dàn bay hơi không có ống gió (individual system).

– *Hệ thống điều hoà không khí tổ hợp gọn* là các loại máy hoặc hệ thống điều hoà không khí kiểu nguyên cụm hoặc kiểu tách theo các tổ hợp gọn có năng suất lạnh từ 3 đến 220 tấn lạnh Mỹ, dàn bay hơi làm lạnh không khí trực tiếp, thiết bị ngưng tụ giải nhiệt gió hoặc nước, một chiều hoặc 2 chiều, dùng cho điều hoà tiện nghi hoặc công nghệ, kiểu một cụm (máy điều hoà đặt trên mái, máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước...) hoặc kiểu tách hai hoặc nhiều cụm (kiểu treo tường, hộp hành lang, tủ tường, treo trần, giấu trần...) hoặc kiểu VRV, có hoặc không có ống gió (unitary packaged system).

– *Hệ thống điều hoà không khí trung tâm nước* là các loại hệ thống điều hoà không khí gián tiếp sử dụng máy làm lạnh nước (Water Chiller) và các dàn làm lạnh không khí bằng nước lạnh FCU (Fan coil unit) hoặc AHU (Air Handling Unit) khô hoặc ướt (dàn ống xoắn hoặc dàn phun, đôi khi còn gọi hệ kín và hệ hở), thiết bị ngưng tụ giải nhiệt gió hoặc nước. Để sưởi ấm cho mùa đông thường sử dụng nồi hơi đun nước nóng, bơm nhiệt hoặc sử dụng trực tiếp các điện trở đốt nóng đặt trong các FCU, AHU hoặc đặt trên đường ống gió cấp. Hệ thống ống dẫn nước lạnh có thể là loại 2 ống hệ hồi ngược, hệ 3 ống hoặc hệ 4 ống (xem hình 12.45) (hydraulic central system).

– *Hệ thống điều hoà không khí trực tiếp* là hệ thống điều hoà mà không khí được làm lạnh trực tiếp bằng dàn bay hơi môi chất lạnh. Các hệ thống này gồm các máy điều hoà cục bộ (không có ống gió) và máy điều hoà trung tâm gió (có ống gió phân phối không khí cho các phòng).

– *Hệ 2 ống nước* (two pipe system) là hệ thống ống nước cấp cho các dàn FCU, AHU với một ống cấp chung và một ống hồi chung cho cả nước nóng và nước lạnh các FCU và AHU.

– *Hệ thống 3 ống* (three pipe system) hệ thống nước nóng và lạnh cho các FCU và AHU với 2 ống cấp riêng rẽ cho nước nóng và nước lạnh nhưng chỉ có một ống hồi chung.

– *Hệ thống 4 ống* (four pipe system) hệ thống ống nước nóng và lạnh cấp cho các FCU và AHU với 2 ống cấp và 2 ống hồi riêng cho nước nóng và nước lạnh.

– *Hệ thống không ống gió* : các hệ thống hoặc máy điều hoà không khí có quạt dàn bay hơi với cột áp nhỏ không được phép lắp thêm ống gió (non ducted air conditioning system).

– *Hệ thống có ống gió* (ducted air conditioning system) các hệ thống hoặc máy điều hoà không khí có quạt dàn bay hơi với cột áp lớn được phép lắp thêm ống gió phân phối.

– *Hệ thống 1 ống gió* (single duct system) là hệ thống điều hoà không khí trong đó gió được xử lý và đưa đến phòng điều hoà bằng một ống duy nhất.

– *Hệ thống 2 ống gió* (dual duct system) là hệ thống điều hoà không khí trong đó gió được xử lý ở trạm trung tâm thành hai dòng riêng biệt với hai giá trị nhiệt độ và độ ẩm khác nhau rồi được cấp vào phòng điều hoà qua hai hệ thống độc lập. Để đạt được các thông số nhiệt độ và độ ẩm yêu cầu riêng rẽ của từng buồng điều hoà chúng được hoà trộn theo một tỷ lệ nhất định. Hệ thống này do công kênh phức tạp nên rất ít được sử dụng trong thực tế.

12.6.2. Hệ thống điều hoà cục bộ

Như đã nói ở trên, hệ thống điều hoà không khí cục bộ chính là các máy điều hoà cửa sổ (1 cụm) hoặc máy điều hoà tách (loại 2 hoặc nhiều cụm). Đây là loại máy hoạt động hoàn toàn tự động, lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng dễ dàng, tuổi thọ cao, độ tin cậy lớn, giá thành rẻ. Thông dụng nhất là các loại máy nhỏ có năng suất lạnh đến 24.000 Btu/h.

1. Máy điều hoà cửa sổ

Máy điều hoà cửa sổ là loại máy điều hoà không khí nhỏ nhất, năng suất lạnh thường là 6000 ; 9000 ; 12000 ; 18000 và 24000 Btu/h với một số đặc điểm như sau :

– Kết cấu rất gọn nhẹ gồm máy nén, dàn ngưng, dàn bay hơi, ống mao, quạt dàn ngưng và dàn bay hơi có chung một động cơ, công suất lạnh thường không vượt quá 6,5kW (24.000 BTU/h).

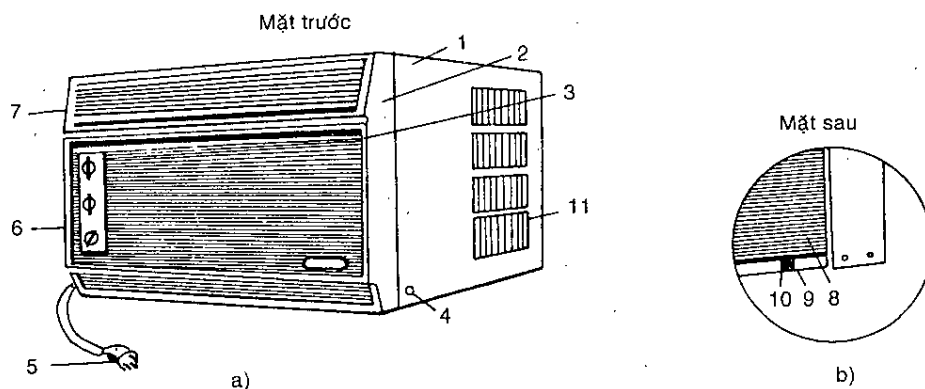
– Máy nén là loại kín pittông, rôto hoặc xoắn, điện áp 220V, một pha, môi chất lạnh R22.

– Máy điều hoà cửa sổ có thể là loại một chiều (chỉ sử dụng để làm lạnh trong mùa hè) hai chiều (làm lạnh và sưởi ấm) hoặc ba chiều (thêm chức năng hút ẩm). Bộ phận sưởi có thể bằng dây điện trở hoặc bơm nhiệt. Một số máy hai chiều kiểu bơm nhiệt có khả năng hút ẩm (khử ẩm trong phòng nhưng nhiệt độ không đổi), chúng tôi sẽ đề cập đến ở phần sau.

– Máy điều hoà cửa sổ có ưu điểm đặc biệt so với máy tách là có cửa lấy gió tươi nên đảm bảo được gió tươi cho người ở trong phòng.

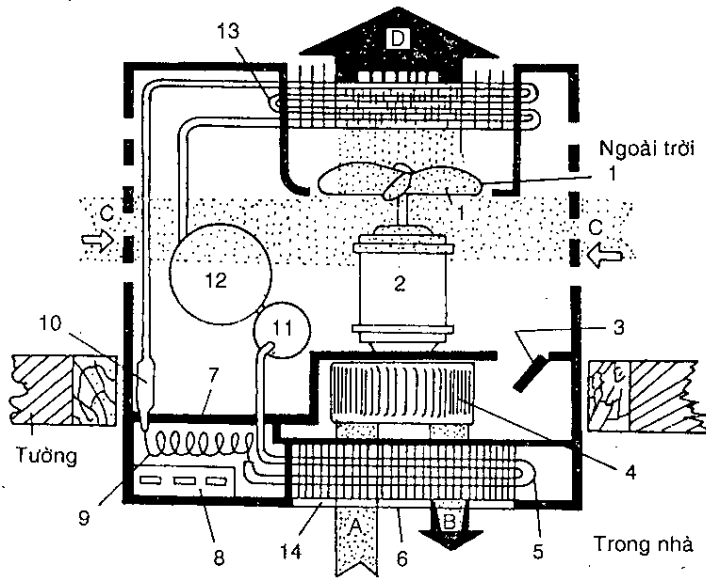
a) Máy điều hoà một chiều (lạnh) là loại máy chỉ có một chức năng làm lạnh.

– Hình 12-22 giới thiệu hình dáng bên ngoài của máy điều hoà nhiệt độ BK của Liên Xô cũ. Hình 12-23 giới thiệu nguyên tắc bố trí các thiết bị trong máy điều hoà nhiệt độ cửa sổ nói chung và của máy BK nói riêng.



Hình 12-22 : Hình dáng bên ngoài máy điều hoà BK

- | | | |
|------------------------------|---------------------------------|---|
| 1- Vỏ ; | 2- Tấm nắp ; | 3- Ghi lấy gió đồng thời là mặt trang trí ; |
| 4- Vít định vị tấm nắp ; | 5- Phích cắm điện ; | 6- Bảng điều khiển ; |
| 7- Chóp lật hướng gió thổi ; | 8- Dàn ngưng ; | 9- Nắp chụp ; |
| 10- Ống xả nước ngưng ; | 11- Cửa chớp lấy gió giải nhiệt | |



Hình 12-23 : Nguyên tắc bố trí thiết bị máy điều hoà cửa sổ
 1- Quạt hướng trục ; 2- Động cơ quạt ; 3- Cửa lấy gió tươi ;
 4- Quạt li tâm ; 5- Dàn bay hơi ; 6- Phin lọc không khí ;
 7- Tấm ngăn cách nhiệt ; 8- Bảng điều khiển ; 9- Ống mao ;
 10- Phin sấy lọc ; 11- Bầu dẫn nở, tách lỏng, tiêu âm đường hút ;
 12- Máy nén rôto ; 13- Dàn ngưng ; 14- Phin lọc không khí ;
 A,B- Không khí lạnh trong phòng vào và ra ;
 C,D- Gió giải nhiệt vào và ra

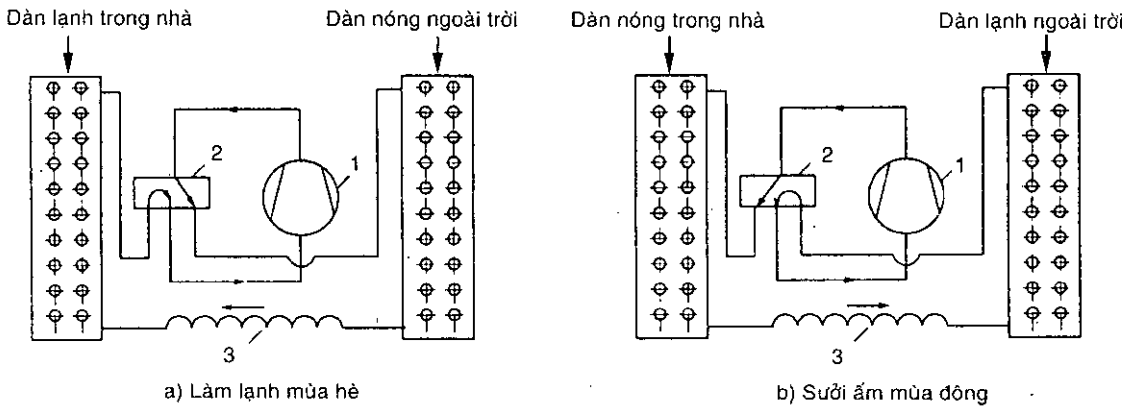
Nhược điểm chủ yếu của máy điều hoà cửa sổ là :

- Độ ồn tương đối lớn đặc biệt khi máy khởi động hoặc dừng.
 - Khó bố trí trong phòng hơn so với loại hai cụm.
 - Phải đục một khoảng tường khá rộng để đặt máy hoặc phải cắt cửa sổ để bố trí máy.
- Không có khả năng lắp cho các phòng không có tường trực tiếp ra ngoài trời.

b) Máy điều hoà hai chiều

Hình 12-24 giới thiệu máy điều hoà hai chiều kiểu bơm nhiệt (heat pump). Máy có một van đảo chiều 2 để chuyển đổi chức năng của dàn lạnh thành dàn nóng và dàn nóng thành dàn lạnh như mũi tên chỉ dòng chuyển động môi chất trên hình vẽ. Hình 12-34 mô tả máy công suất lớn hai chiều dùng van tiết lưu. Khi đó người ta dùng van một chiều để vô hiệu hoá van tiết lưu không cần cho chu trình.

Máy điều hoà hai chiều cũng có thể áp dụng cho loại máy có bình ngưng làm mát bằng nước. Khi sưởi ấm, nước đóng vai trò nguồn cung cấp nhiệt cho bình bay hơi làm lạnh nước.



Hình 12-24 : Máy điều hoà hai chiều (heat pump) có van đảo chiều
 1- Máy nén ; 2- Van đảo chiều ; 3- Ống mao
 a) Làm lạnh ; b) Sưởi ấm

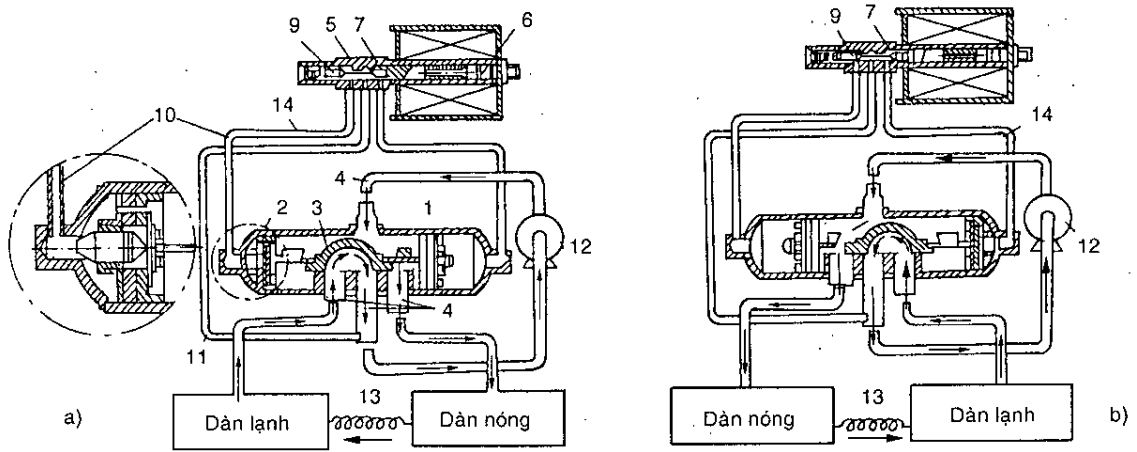
Bảng 12.11. Máy điều hoà cửa sổ Carrier (loại 1 chiều/2 chiều điện áp 220V, 1 pha 50 Hz)

| Thông số | | 51G 7 | 51G 9 | 51V 12 | 51V 18 | 51C 24 | 77QRA 009 | 51QCB 012 | 51QGA 118' | 51QG 222 |
|-----------------------------------|-------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| Năng suất lạnh | Btu/h | 7.000 | 8.900 | 12.000 | 18.000 | 23.500 | 8.700 | 13.400 | 19.000 | 22.800 |
| | kW | 2,05 | 2,61 | 3,52 | 5,28 | 6,89 | 2,55 | 3,93 | 5,57 | 6,68 |
| Năng suất sưởi Bơm nhiệt | kW | - | - | - | - | - | 8.000 | 12.200 | 18.800 | 22.000 |
| | | - | - | - | - | - | 2,35 | 3,58 | 5,51 | 6,65 |
| Công suất tiêu thụ khi sưởi ấm | kW | 0,735 | 1,04 | 1,41 | 2,22 | 2,80 | 0,95 | 1,41 | 2,38 | 2,62 |
| | | - | - | - | - | - | 0,73 | 1,13 | 2,14 | 2,30 |
| Dòng làm việc (khi sưởi ấm) | A | 3,4 | 5,0 | 6,5 | 11,9 | 13,3 | 4,4 | 6,5 | 10,0 | 12,1 |
| | | - | - | - | - | - | 3,4 | 5,2 | 9,9 | 10,7 |
| Năng suất hút ẩm | l/s | 1,5 | 1,8 | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 0,94 | 1,7 | 2,0 | 3,2 |
| Kích thước phù bì, mm | dài W | 470 | 470 | 560 | 620 | 660 | 560 | 620 | 660 | 660 |
| | cao H | 327 | 327 | 378 | 395 | 445 | 378 | 395 | 445 | 445 |
| | sâu D | 435 | 435 | 600 | 716 | 738 | 600 | 716 | 738 | 738 |
| Khối lượng | kg | 27 | 27 | 41 | 64 | 77 | 42 | 55 | 75 | 77 |

Hình 12-25 giới thiệu kết cấu của van đổi chiều của hãng Ranco (Mỹ). Van đổi chiều làm việc như sau :

Quá trình làm lạnh : không có dòng điện qua cuộn dây điện từ, kim van 7 đóng, ống có áp suất hút 14 ở bên trái van được nối thông với ống hút 11. Trên pittông 2 có khoan các lỗ nhỏ để cân bằng hơi. Do áp suất chênh lệch giữa hai đầu pittông 2 nên pittông chuyển động sang trái. Ở đầu pittông có bố trí các tấm đàn hồi để khi chuyển dịch đến tận cùng đầu này hoặc đầu kia của thân van thì nó đóng kín đường ống 10 thông về đường hút.

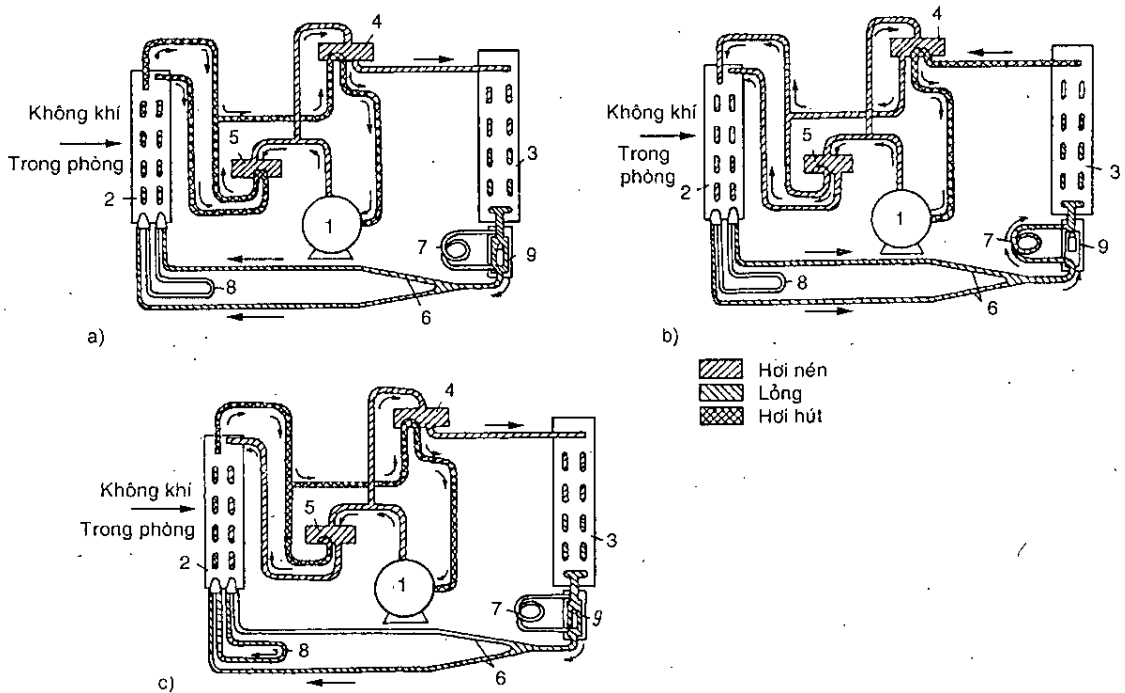
Quá trình đảo chiều kéo dài khoảng 10s. Trong quá trình đảo chiều xảy ra hiện tượng hơi nóng có áp suất cao tràn vào đường hút. Áp suất đầu đẩy tụt xuống một chút rồi lại trở về giá trị ban đầu. Áp suất hút tăng lên rồi lại dần dần hạ xuống.



Hình 12-25 : Van đổi chiều của hãng Ranco (Mỹ)

a) Làm lạnh ; b) Sưởi ấm

1- Thân van hình trụ ; 2- Pittông ; 3- Cơ cấu chuyển dòng chảy (đảo chiều) ; 4- Đầu nối đường ống dẫn ; 5- Van điện từ để điều khiển ; 6- Lò xo ; 7- Kim van ; 8- Lò xo ; 9- Kim van thứ 2 ; 10- Ống nối tín hiệu điều khiển ; 11- Đường nối với ống hút ; 12- Máy nén ; 13- Ống mao ; 14- Ống hút



Hình 12-26 : Máy điều hoà ba-chức năng a) Làm lạnh ; b) Sưởi ấm ; c) Hút ẩm. 1- Máy nén ;

2- Dàn phía trong phòng gồm hai lớp ; 3- Dàn phía ngoài ; 4- Van đổi chiều nóng lạnh ;

5- Van đổi chiều hút ẩm ; 6- Ống mao chính ; 7- Ống mao phụ của quá trình sưởi ấm ;

8- Ống mao phụ của quá trình hút ẩm ; 9- Van tự động nối ống mao phụ 7 vào quá trình sưởi ấm.

c) Quá trình hút ẩm : van đổi chiều 4 vào vị trí "làm lạnh", van 5 vào vị trí "hút ẩm".

Phần trước của dàn trong nhà là dàn bay hơi (lạnh) nhưng phần sau của nó lại trở thành dàn ngưng tụ (nóng).

Lồng mới chất đi qua ống mao 6 và 8

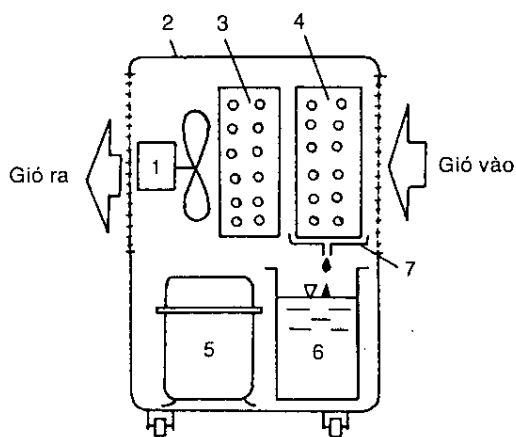
Công suất tiêu thụ của máy nén tăng lên chút ít rồi lại từ từ trở lại giá trị ban đầu. Diễn biến của áp suất và công suất tiêu thụ không diễn ra đột ngột. Để đảm bảo van làm việc được bình thường, chênh lệch áp suất ít nhất phải đạt 3,5 bar.

Quá trình làm nóng : có dòng điện đi qua cuộn dây điện từ, lõi sắt hút về phía trái, kim van 7 mở còn kim van 9 đóng do tác động của lò xo, ống có áp suất hút 14 ở bên phải và pittông chuyển động về bên phải, đổi hướng dòng chảy và đổi chức năng làm việc của hai dàn nóng và lạnh. Phòng được sưởi ấm. Máy thực hiện chu trình bơm nhiệt từ ngoài môi trường vào phòng.

c) *Máy điều hoà ba chiều.* Ngoài việc làm lạnh, sưởi ấm máy có thêm chức năng hút ẩm. Để thực hiện được ba chức năng, cần phải sử dụng hai van đảo chiều. Hình 12-26 giới thiệu kết cấu máy điều hoà ba chức năng và hoạt động của hai van đảo chiều đối với từng chức năng.

Do yêu cầu tăng trở lực dòng chảy khí máy làm việc ở chế độ sưởi ấm, cần phải bố trí thêm một đoạn ống mao phụ. Ở chế độ làm lạnh, đoạn ống mao phụ được ngắt ra nhờ van một chiều 9.

Quá trình hút ẩm nhất thiết phải có hai quá trình xử lý không khí theo thứ tự : làm lạnh để khử ẩm và sưởi ấm để hạ độ ẩm tương đối. Chính vì vậy, dàn trao đổi nhiệt phía trong nhà chia làm hai lớp trong và ngoài riêng biệt. Khi hút ẩm, lớp phía ngoài là dàn lạnh nhưng lớp phía trong là dàn nóng. Hơi nóng từ máy nén đi vào dàn 3 và cả lớp trong dàn 2. Lồng từ dàn 3 đi theo ống mao 6, còn từ dàn 2 đi theo ống mao 8 để vào dàn bay hơi (phần trước của dàn 2).



Hình 12-27 : Cấu tạo máy hút ẩm dân dụng
 1- Quạt gió ; 2- Vỏ ; 3- Dàn ngưng ;
 4- Dàn bay hơi ; 5- Lốc ; 6- Thùng nước ;
 7- Máng hứng nước

Ấm ngưng lại trên bề mặt dàn bay hơi chảy xuống khay 7 rồi theo ống dẫn chảy xuống thùng chứa. Để đề phòng nước chảy tràn ra ngoài ở thùng chứa bố trí một phao. Khi đầy, phao nổi lên, tác động vào cơ cấu ngắt máy hút ẩm để ngừng máy. Dàn bay hơi thường làm bằng ống có cánh đôi khi bằng ống trơn để tăng cường việc khử ẩm vì bề mặt ống trơn có nhiệt độ thấp hơn (xem thêm mục 11.4). Máy hút ẩm sử dụng thích hợp trong mùa nồm, giảm ẩm nhưng không giảm nhiệt độ.

d) *Máy hút ẩm.* Khí hậu nóng ẩm của Việt Nam rất cần đến máy hút ẩm trong các ngành kinh tế cũng như trong điều hoà tiện nghi và kỹ thuật. Hình 12-27 mô tả kết cấu đơn giản của một máy hút ẩm dân dụng. Thực chất máy hút ẩm cũng là một máy điều hoà nhưng các chi tiết được bố trí đặt biệt.

Quạt hút gió đi qua máy hút ẩm. Đầu tiên không khí được làm lạnh và khử ẩm ở dàn lạnh 4 sau được gia nhiệt đẳng dung ẩm trong dàn nóng 3. Khi ra khỏi máy hút ẩm không khí có nhiệt độ cao hơn chút ít và độ ẩm nhỏ hơn khi vào máy lượng ẩm riêng (lượng ẩm thu được khi tiêu tốn một kWh điện năng) phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm không khí (xem hình 11-10). Lượng ẩm riêng tỷ lệ thuận với nhiệt độ và độ ẩm không khí.

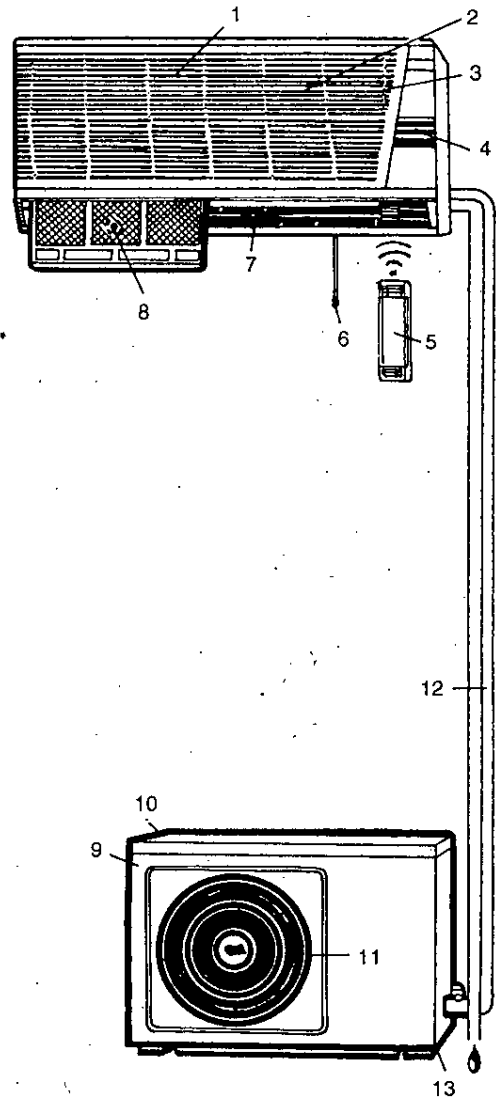
2. Máy điều hoà tách 2 hoặc nhiều cụm

Hình 12-28 giới thiệu một máy điều hoà hai cụm : Cụm trong nhà có bố trí dàn lạnh và quạt trực cán ; cụm ngoài trời gồm máy nén và dàn ngưng quạt. Hai cụm nối với nhau bằng các đường ống gas đi và về. Trong búi ống 12 còn có cả hệ thống dây điện động lực và dây điều khiển tự động cũng như ống xả nước ngưng từ dàn bay hơi trong nhà ra ngoài. Đối với máy điều hoà hai chiều hoặc ba chiều phải bố trí ống nước ngưng cho dàn bên ngoài nhà vì nước sẽ ngưng ở dàn ngoài khi chạy chế độ sưởi ấm. Hình 12-29 giới thiệu cấu tạo bên trong máy điều hoà hai cụm.

Máy điều hoà hai cụm có rất nhiều ưu điểm nên được sử dụng rất rộng rãi :

- Giảm được tiếng ồn rất nhiều vì máy nén và quạt dàn ngưng lắp ngoài phòng. Quạt dàn bay hơi kiểu trực cán có độ ồn rất thấp.

- Dễ lắp đặt, ít phụ thuộc vào kết cấu nhà, đỡ tốn diện tích lắp đặt trong nhà vì có thể treo cao trên tường, lắp trên trần hoặc kê sát tường, đặt thẩm mỹ cao nên được coi là máy điều hoà tiện nghi cao cấp.



Hình 12-28 : Máy điều hoà hai cụm

- 1- Cụm trong nhà (Indoor Unit) ;
- 2- Cửa gió vào ; 3- Đầu cảm nhiệt trong phòng ;
- 4- Đèn báo hiệu nhiệt độ trong phòng ;
- 5- Bảng điều khiển từ xa ; 6- Dây nối điện ;
- 7- Cửa thổi gió ; 8- Phin lọc bụi ;
- 9- Cụm ngoài trời (Outdoor Unit) ;
- 10- Cửa gió giải nhiệt vào ; 11- Cửa gió giải nhiệt ra ;
- 12- Ống hút, ống dẫn lỏng, ống dẫn nước, cách nhiệt ống được cuộn chung lại với nhau ;
- 13- Bu lông móng.

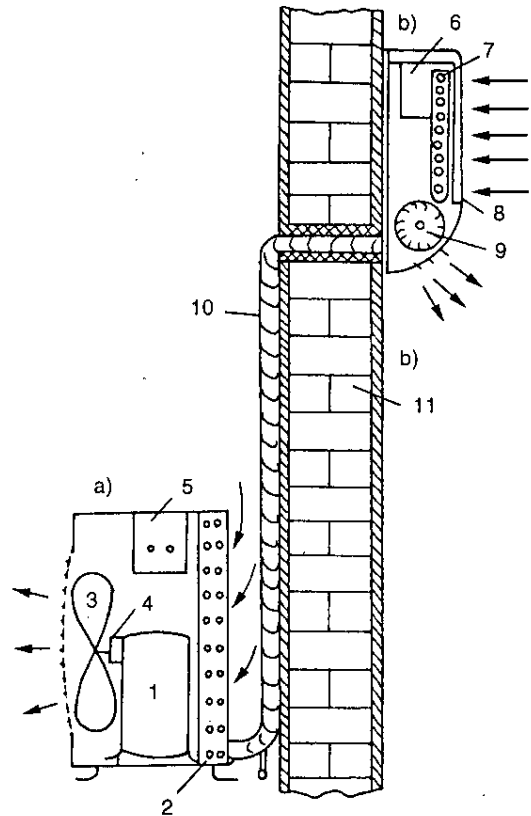
Nhược điểm chủ yếu của nó là đường ống dẫn môi chất dài hơn, dây điện nhiều hơn và giá thành cũng đắt hơn. Thường dàn bay hơi đặt trên cao, máy nén dàn ngưng đặt dưới thấp nhưng chiều cao không nên quá 3m và chiều dài đường ống không nên quá 10m. Tuy nhiên ngày nay người ta lắp với độ dài đường ống tới 50m nhưng phải chịu tổn thất năng suất lạnh. Nhược điểm nữa là ồn ngoài phòng do quạt và máy nén gây ra – có thể làm ảnh hưởng đến các hộ bên cạnh.

Vào đầu năm 1994 hãng DAIKIN giới thiệu máy điều hoà đa hệ (Multi – System) gồm một cụm ngoài trời và 3 đến 5 cụm trong nhà, 2 chiều làm lạnh, sưởi ấm dùng cho căn hộ có từ 3 đến 5 phòng. Máy có bộ điều khiển trung tâm đặt ở phòng máy chủ. Có thể chọn phòng máy chủ là phòng khách hay phòng ngủ. Các phòng khác vẫn có bộ điều khiển riêng rẽ nhưng vẫn phải phụ thuộc vào phòng máy chủ. Ví dụ phòng máy chủ bật nấc làm lạnh thì 4 phòng còn lại chỉ có thể sử dụng làm lạnh hoặc tắt máy chứ không thể sử dụng chế độ sưởi ấm. Chỉ khi nào phòng máy chủ tắt nấc làm lạnh thì các phòng khác mới có thể sưởi ấm được mà thôi. Máy có thể làm việc hoàn toàn tự động để duy trì nhiệt độ và độ ẩm trong phòng. Việc chuyển từ chế độ làm lạnh sang sưởi ấm cũng được thực hiện tự động.

Bảng 12.12 giới thiệu một số máy điều hoà 2 cụm hiện đại điều chỉnh bằng máy biến tần, 2 chiều của DAIKIN (xem thêm hình 12.30 và bảng 12.13).

Bảng 12-12 : Máy điều hoà 2 cụm (điều chỉnh năng suất lạnh bằng máy biến tần, dàn lạnh treo tường của DAIKIN 2 chiều (heat pump), điện áp 220V, 1 pha 50Hz)

| Kiểu máy | Cụm trong nhà | | FTY25FV1A | FTY35FV1A | FTY50GV1A | FTY60GV1A |
|--------------------|---------------|----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Cụm ngoài nhà | | RY25FV1A | RY35FV1A | RY50GV1A | RY60GV1A |
| Năng suất lạnh | kW | | 2,50 | 3,75 | 5,20 | 6,15 |
| | Btu/h | | 8.530 | 12.800 | 17.750 | 21.000 |
| Năng suất sưởi | kW | | 3,26 | 4,22 | 5,80 | 7,00 |
| | Btu/h | | 11.130 | 14.400 | 19.800 | 23.900 |
| Dòng làm việc | Làm lạnh | A | 4,2 | 6,8 | 9,7 | 11,1 |
| | Sưởi ấm | | 4,5 | 6,4 | 8,8 | 11,0 |
| Công suất tiêu thụ | Làm lạnh | kW | 0,87 | 1,39 | 1,90 | 2,30 |
| | Sưởi ấm | | 0,95 | 1,30 | 1,70 | 2,26 |
| COP | Hệ số lạnh | kW | 2,87 | 2,7 | 2,74 | 2,67 |
| | Hệ số nhiệt | | 3,45 | 3,25 | 3,41 | 3,1 |
| Đường ống gas | Lồng | mm | Φ6,4 | | | |
| | Hơi | | Φ9,5 | Φ12,7 | Φ15,9 | |



Hình 12-29 : Cấu tạo máy điều hoà hai cụm

a) Cụm ngoài trời :

1 - Lốc (động cơ máy nén) ; 2 - Dàn ngưng

3 - Quạt dàn ngưng ; 4 - Động cơ quạt ;

5 - Hộp đấu điện ; b) Cụm trong nhà :

6 - Hộp điện ; 7 - Dàn bay hơi ;

8 - Phin lọc không khí ;

9 - Quạt kiểu trục cán ; 10 - Búi ống, (ống hút, ống

dẫn lỏng, ống thoát nước và dây điện nối hai cực) ;

11 - Tường gạch

| Cụm trong nhà (màu trắng hạnh nhân) | | | FTY25FV1A | FTY35FV1 | FTY50GV1A | FTY60GV1A |
|---|----------|--------------------|----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Lưu lượng gió (Hi) quạt 5 tốc độ và Auto | Làm lạnh | m ³ /ph | 7,2 | 9,5 | 14,0 | 14,0 |
| | Sưởi ấm | | 7,8 | 10,6 | 16,3 | 16,3 |
| Độ ồn | Làm lạnh | dB(A) | 29 ÷ 38 | 32 ÷ 39 | 35 ÷ 45 | 37 ÷ 46 |
| | Sưởi ấm | | 29 ÷ 38 | 32 ÷ 39 | 33 ÷ 44 | 34 ÷ 46 |
| Kích thước (cao × rộng × sâu) | | mm | 275 × 750 × 179 | 289 × 790 × 189 | 298 × 1050 × 190 | |
| Khối lượng | | kg | 7 | 9 | 12 | |
| Điều chỉnh gió | | | Trái, phải, ngang và xuống | | | |
| Cụm ngoài nhà (màu trắng ngà) | | | RY25FV1A | RY35FV1A | RY50GV1A | RY60GV1A |
| Máy nén kín roto công suất | | kW | 0,75 | 1,30 | 1,70 | 2,20 |
| Lượng nạp R22 | | kg | 1,02 | 1,12 | 1,55 | 1,75 |
| Độ ồn | Làm lạnh | dB(A) | 47 | 47 | 49 | 54 |
| | Sưởi ấm | | 48 | 48 | 51 | 54 |
| Kích thước (cao × rộng × sâu) | | mm | 540 × 750 × 270 | 540 × 750 × 270 | 685 × 800 × 270 | 685 × 880 × 270 |
| Khối lượng | | kg | 38 | | | |

- Ghi chú :
- Kiểu FVY là loại đặt trên sàn.
 - Các giá trị đã cho theo điện áp 220V
 - Năng suất lạnh tính theo nhiệt độ trung bình trong nhà $t_k = 27^\circ\text{C}$, $t_{\text{đ}} = 19^\circ\text{C}$ và nhiệt độ ngoài trời $t_k = 35^\circ\text{C}$, $t_{\text{đ}} = 24^\circ\text{C}$, tốc độ quạt cao nhất (Hi)
 - Năng suất sưởi dựa trên nhiệt độ trong nhà 20°C và nhiệt độ ngoài trời $t_k = 7^\circ\text{C}$, $t_{\text{đ}} = 6^\circ\text{C}$ ở tốc độ quạt cao nhất (Hi)
 - Mức ồn là giá trị chuyển đổi của phòng không tiếng dội do theo tiêu chuẩn của Nhật JIS. Trong thực tế vận hành mức ồn có thể cao hơn do các điều kiện môi trường
 - Xem thêm bảng 12.13.

12.6.3. Hệ thống điều hoà tổ hợp gọn

Như đã định nghĩa, các hệ thống điều hoà tổ hợp gọn là rất đa dạng về chủng loại, kết cấu... nhưng có thể chia thành 4 nhóm chính là :

1. Máy điều hoà VRV, dàn ngưng giải nhiệt gió của hãng DAIKIN.
2. Các loại máy điều hoà thương nghiệp giải nhiệt gió kiểu tách hoặc kiểu dàn ngưng đặt xa (split type or remote condenser type) (như kiểu cục bộ).
3. Máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt gió (đặt trên mái).
4. Máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước (dùng trong công nghiệp) các loại máy này có chung một đặc điểm giống máy cục bộ là có dàn bay hơi làm lạnh không khí trực tiếp và thường có ống gió để phân phối gió cho các phòng khác nhau hoặc phân phối đều trong phân xưởng hoặc phòng rộng.

Việc gọi là tổ hợp gọn chủ yếu là dựa vào năng suất lạnh từ trung bình đến lớn, dùng cho các cửa hàng nhà xưởng từ nhỏ đến lớn, đặc biệt các hệ thống nguyên cụm giải nhiệt nước có thể sử dụng cho các nhà xưởng đến hàng chục ngàn mét vuông, hệ VRV có thể sử dụng cho các khách sạn văn phòng hàng chục tầng và hàng chục ngàn mét vuông điều hoà không kém gì hệ thống trung tâm dùng nước lạnh. Mỗi máy có thể phục vụ phòng rộng tới 500m².

1. Máy điều hoà thương nghiệp kiểu tách giải nhiệt gió

Máy điều hoà thương nghiệp có thể chia làm 3 loại chính :

a) Máy điều hoà thương nghiệp 2 cụm có ống gió cột áp thấp năng suất lạnh từ 12.000 đến 480.000 Btu/h. Do quạt có cột áp thấp nên ống gió chỉ có chiều dài hạn chế, dàn lạnh lắp đầu trần hoặc đặt ngoài hành lang thổi trực tiếp vào phòng.

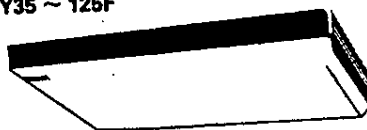
Đại đa số các loại máy điều hoà phòng kiểu tách là loại 2 cụm, dàn lạnh treo tường (xem hình 12.30) nhưng để đáp ứng nhu cầu ngày càng đa dạng của người tiêu dùng các loại máy nhiều cụm (một mẹ nhiều con) và các loại dàn lạnh khác nhau cũng được phát triển. Hình 12.30 và bảng 12.13 giới thiệu một số loại máy điều hoà 2 cụm, 2 chiều năng suất lạnh đến 48.000Btu/h của hãng DAIKIN (Nhật).

Indoor unit

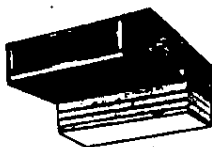
Ceiling mounted cassette type
FHYC35 ~ 125F



Ceiling suspended type
FHY35 ~ 125F



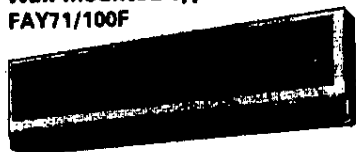
Ceiling mounted built-in type
FHYB35 ~ 125F



Ceiling mounted cassette corner type
FHYK35 ~ 71FJ



Wall mounted type
FAY71/100F



Floor standing type
FVY71 ~ 125F

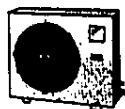


Outdoor unit

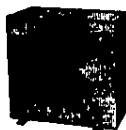
* LCD control panel is buitted in.



RY353 ~ 45E



RY60E



RY71F



RY100F



RY125F

Hình 12.30 : Một số máy điều hoà 2 cụm, 2 chiều truyền thống của DAIKIN với các phương án dàn lạnh khác nhau theo bảng 12.13.

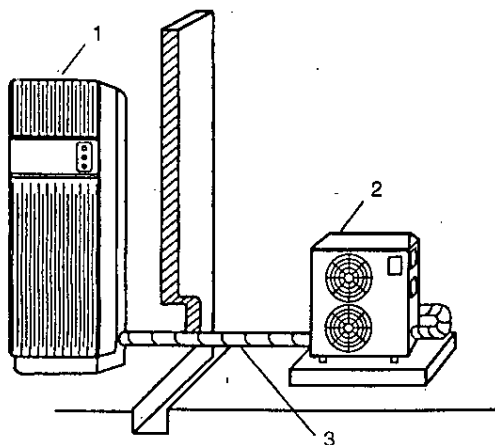
b) Máy điều hoà thương nghiệp 2 cụm có ống gió cột áp cao có năng suất lạnh từ 12.000 đến 240.000 Btu/h. Do quạt có cột áp cao nên có thể bố trí mạng ống gió lớn phân phối gió cho nhiều phòng và các phòng ở xa dàn bay hơi. Hình 12.33 và bảng 12.14 giới thiệu một số loại máy điều hoà thương nghiệp kiểu này của hãng DAIKIN (Nhật).

Bảng 12.13 : Giới thiệu một số loại máy điều hoà 2 cụm 2 chiều nóng lạnh (bơm nhiệt) của DAIKIN, điện 220V (380V), 50Hz. Năng suất lạnh tính theo nhiệt độ trong nhà $t_k = 27^{\circ}\text{C}$, $t_u = 19^{\circ}\text{C}$ và nhiệt độ ngoài trời 35°C . Hifan, năng suất nhiệt theo nhiệt độ trong nhà 20°C và ngoài trời 7°C .

Bảng 12-13 : Một số loại máy điều hoà 2 cụm 2 chiều (nóng lạnh (bơm nhiệt) của DAIKIN, điện 220V (380V), 50Hz)

| Kiểu | Cụm dàn lạnh (trong nhà) | FHYC35F FHY35F FHYB35F FHYK35F | FHYC45F FHY45F FHYB45F FHYK45F | FHYC60F FHY60F FHYB60F FHYK60F | FHYC71F FHY71F FHYB71F FHYK71F | FHYC100F FHY100F FHYB100F FHYK100F | FHYC125F FHY125F FHYB125F FHYK125F |
|-----------------|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| | Cụm dàn nóng | RY353 | RY45E | RY60E | RY71E | RY100E | RY125E |
| Năng suất lạnh | kW | 3,5 | 4,85 | 6,15 | 8,7 | 10,4 | 12,8 |
| | Btu/h | 11.900 | 16.600 | 21.000 | 26.200 | 35.300 | 43.600 |
| Năng suất nhiệt | kW | 4,05 | 5,5 | 7,1 | 7,9 | 11,2 | 14,2 |
| | Btu/h | 13.800 | 18.800 | 24.200 | 27.000 | 38.100 | 48.400 |

Hình 12.31 giới thiệu cấu tạo và cách lắp đặt của máy điều hoà kiểu tủ tường. Cụm dàn lạnh 1 có hình dáng như một tủ tường được đặt ở một vị trí thuận lợi cho việc phân phối không khí đồng đều trong phòng, cũng như đảm bảo mỹ quan của phòng, cụm dàn nóng đặt ngoài nhà cũng phải đảm bảo yêu cầu mỹ quan và kỹ thuật.



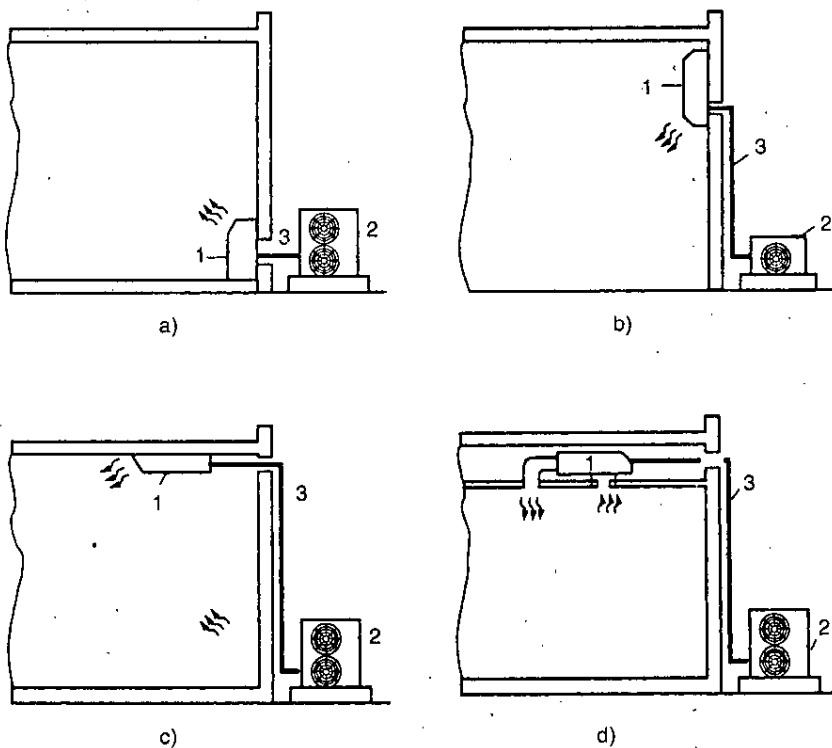
Hình 12.31. Máy điều hoà kiểu tủ tường (slim packaged air conditioner)

- 1- Dàn lạnh kiểu tủ tường ;
- 2- Dàn nóng (tổ máy nén dàn ngưng) ;
- 3- Ống môi chất lạnh cấp và hồi

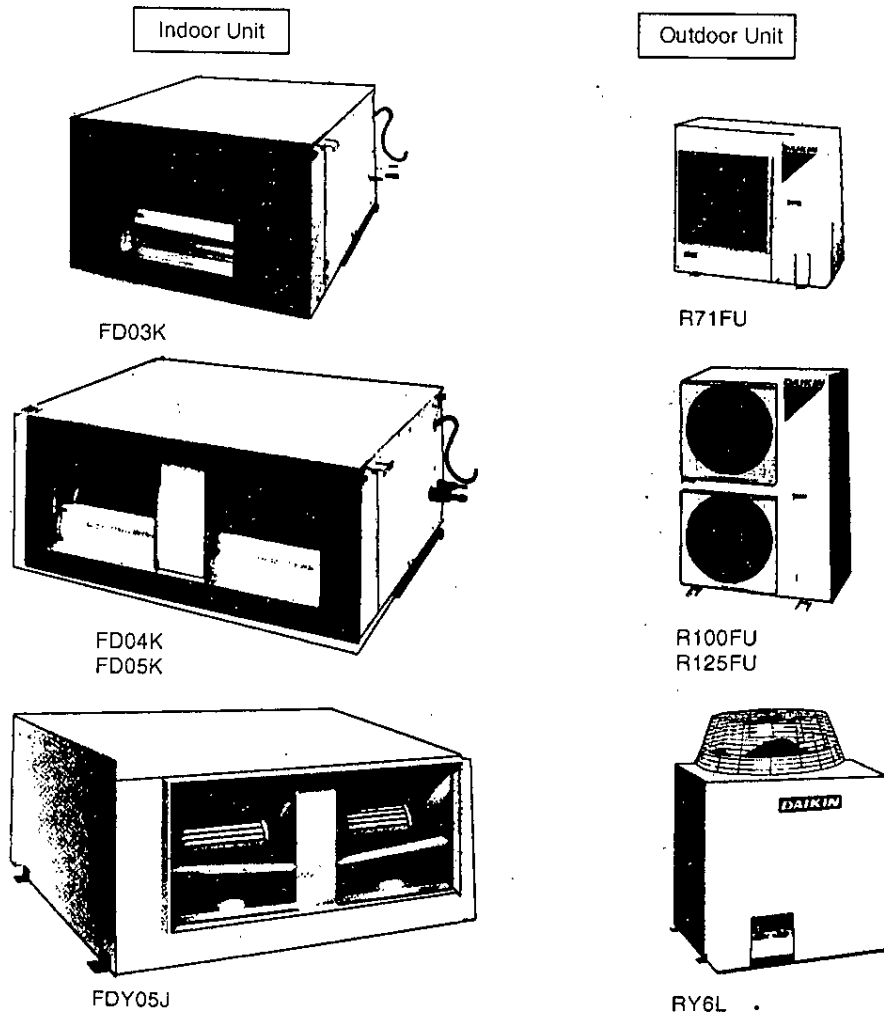
Hình 12.32 giới thiệu một số phương án bố trí dàn lạnh khác như đặt trên sàn, treo tường, treo trần, giấu trần. Mỗi phương án đều có ưu nhược điểm và đòi hỏi riêng về cấu trúc phòng. Ví dụ loại giấu trần yêu cầu phải có trần giả.

Nhược điểm chủ yếu của các loại máy này là không có khả năng lấy gió tươi nên phải có quạt thông gió đảm bảo gió tươi cho người trong phòng. Khi bố trí quạt xả khí sát trần, gió tươi sẽ tự động lọt vào phòng qua các khe hở cửa. Thông gió theo kiểu này dễ gây đọng sương vì gió tươi có độ ẩm lớn. Hãng DAIKIN có giải pháp hộp thông gió hồi nhiệt phát triển cho hệ điều hoà VRV. Hộp thông gió hồi nhiệt này có nhiều lưu lượng gió khác nhau và có thể ứng dụng tốt cho các căn phòng sử dụng máy điều hoà cục bộ kiểu 2 cụm và nhiều cụm như trên. Gió tươi cấp vào phòng trao đổi nhiệt ẩm trực tiếp với gió thải, không những hạ được nhiệt độ mà còn hạ được cả độ ẩm, do trao đổi được nhiệt và ẩm qua các màng ngăn bằng giấy giữa hai dòng gió cấp và thải.

Nhiệt độ trong phòng được điều chỉnh bằng role nhiệt độ bố trí trong bộ điều khiển từ xa. Độ ẩm không được khống chế mà biến đổi theo. Do được sản xuất hàng loạt nên các loại máy này có giá rẻ và có đầy đủ các ưu điểm của máy điều hoà hai cụm thông thường.



Hình 12.32. Một số phương án bố trí dàn lạnh của máy điều hoà theo hình 12.30.
 a) đặt trên sàn (floor mounted type) ; b) treo tường (wall mounted type) ;
 c) treo trần (ceiling suspended type) ; d) cassette giấu trần (ceiling mounted cassette type)



Hình 12-33 : Một số máy điều hoà thương nghiệp cột áp cao theo bảng 12.14.

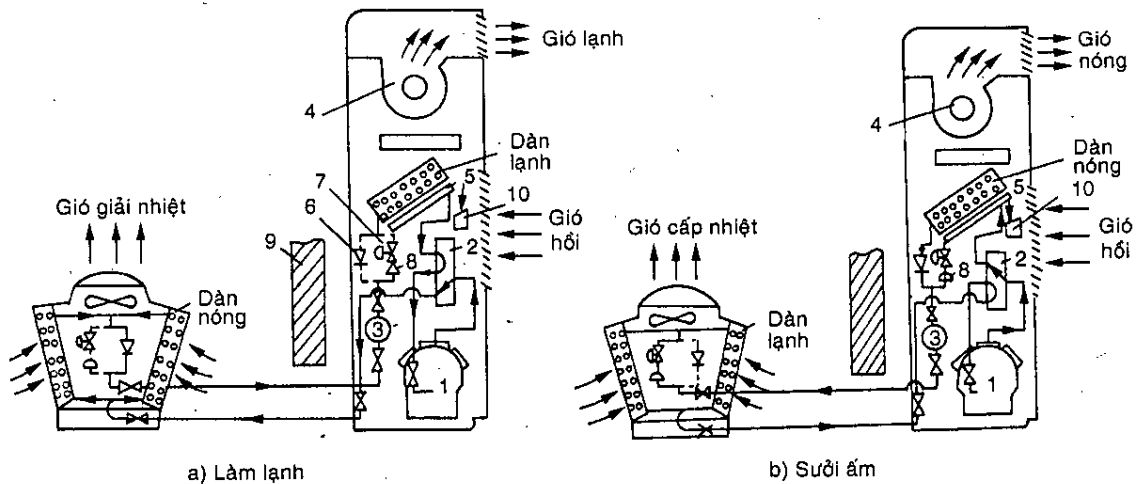
Bảng 12.14 : Một số máy điều hoà thương nghiệp cột áp cao (của hãng DAIKIN, điện áp 220V, 380V, 50Hz, năng suất lạnh tính theo nhiệt độ trong nhà $t_k = 27^\circ\text{C}$, $t_u = 19,5^\circ\text{C}$ và nhiệt độ ngoài trời 35°C . Năng suất nhiệt tính theo nhiệt độ trong nhà 21°C và nhiệt độ ngoài trời $t_k = 7^\circ\text{C}$, $t_u = 6^\circ\text{C}$ loại 2 chiều và 1 chiều)

| Kiểu | | Năng suất lạnh | | Năng suất nhiệt | |
|--------------|--------------|----------------|---------|-----------------|--------|
| Cụm dàn lạnh | Cụm dàn nóng | kW | Btu/h | kW | Btu/h |
| FDY05J | RY6L | 14,9 | 50.800 | 31,4 | 53.600 |
| FDY08J | RY8L | 38,1 | 65.000 | 39,6 | 67.500 |
| FDY10J | RY10L | 51,0 | 87.000 | 53,5 | 91.300 |
| FD03KV1 | R72FUV1 | 8,1 | 27.800 | | |
| FD04KV1 | R100FUV1 | 11,0 | 37.700 | | |
| FD05KV1 | R125FUY1 | 14,0 | 47.600 | | |
| FD05J | RU05J | 15,5 | 52.800 | | |
| FD07J | RU07J | 17,0 | 58.000 | | |
| FD08J | RU08J | 22,0 | 75.000 | | |
| FD10J | RU08J | 23,0 | 78.600 | | |
| FD08J | RU10J | 24,0 | 81.800 | | |
| FD10J | RU10J | 25,8 | 88.100 | | |
| FD11J | RU10J | 26,9 | 91.700 | | |
| FD10J | RU11J | 27,3 | 93.300 | | |
| FD11J | RU11J | 29,8 | 101.600 | | |
| FD16J | RU16J | 55,4 | 148.900 | | |
| FD22J | RU22J(A) | 60,5 | 206.500 | | |

c) Máy điều hoà thương nghiệp có dàn ngưng đặt xa

Giống như loại máy điều hoà 2 cụm nhưng máy nén không bố trí với cụm ngoài nhà mà bố trí với cụm trong nhà.

Hình 12.34 giới thiệu cấu tạo của 1 máy điều hoà 2 chiều có cụm dàn ngưng đặt xa. Ta thấy máy nén 1 nằm trong cụm trong nhà nên có nhược điểm là gây ồn phía trong nhà. Chính vì vậy chỉ nên sử dụng loại máy này ở những phân xưởng, nhà hàng ồn ào hoặc những nơi chấp nhận được sự ồn ào của nó. Những nơi cần yên tĩnh như khách sạn, hội trường, trường học... không nên sử dụng loại máy này. Nếu sử dụng phải đặt giàn lạnh vào buồng cách âm và các ống gió cấp, hồi cần phải có bộ phận tiêu âm. Bảng 12.15 giới thiệu thông số kỹ thuật một số máy điều hoà loại này của hãng DAIKIN.



Hình 12-34 : Máy điều hoà có cụm dàn ngưng đặt xa, hai chiều dùng van tiết lưu

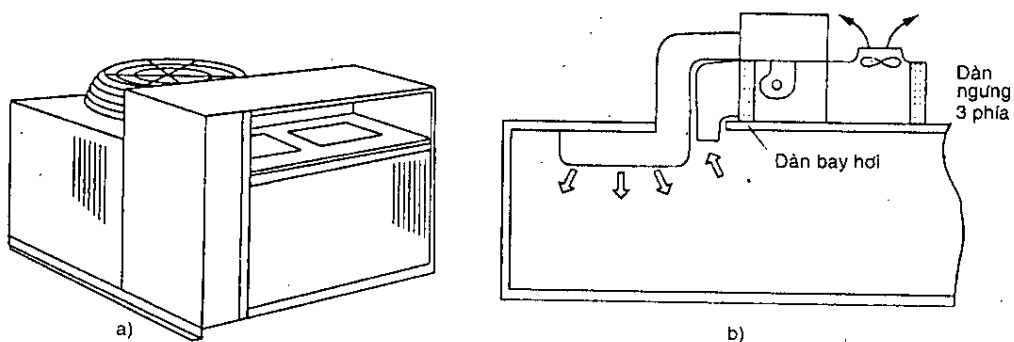
- 1- Máy nén ; 2- Van đảo chiều ; 3- Bình chứa ; 4- Quạt gió lạnh ; 5- Phin lọc không khí ; 6- Van một chiều ;
7- Van tiết lưu ; 8- Phin sấy lọc ; 9- Vách ngăn trong nhà và ngoài trời ; 10- Máy gia ẩm

Bảng 12.15 : Một số máy điều hoà dàn ngưng đặt xa (của DAIKIN (dàn ngưng giải nhiệt gió, năng suất lạnh dựa trên nhiệt độ trong nhà $t_k = 27^\circ\text{C}$, $t_u = 19^\circ\text{C}$ và nhiệt độ ngoài trời 35°C , năng suất lạnh dựa trên nhiệt độ trong nhà 20°C và nhiệt độ ngoài trời 7°C , điện áp 220V, 380V, 50Hz) loại 1 chiều và 2 chiều nóng lạnh)

| Kiểu máy | | Năng suất lạnh | | Năng suất nhiệt | |
|--------------|--------------|----------------|---------|-----------------|---------|
| Cụm dàn lạnh | Cụm dàn nóng | kW | Btu/h | kW | Btu/h |
| FRYPJ80P | CRYJ80P | 7,3 | 24.900 | 8,2 | 28.000 |
| FRYPJ140P | CRYJ140P | 12,8 | 43.700 | 13,2 | 45.000 |
| FRYPJ200J | CRYJ200P | 18,6 | 63.500 | 20,0 | 68.300 |
| FRYPJ280J | CRYJ280P | 25,9 | 88.400 | 26,5 | 90.400 |
| FRYJ400J | CRYJ200Px2 | 36,9 | 126.000 | 40,0 | 136.500 |
| FRYJ560P | CRYJ280Px2 | 52,3 | 178.500 | 56,0 | 191.100 |
| FRYJ630P | CRYJ315Px2 | 58,3 | 199.000 | 63,0 | 215.000 |
| FRYJ800P | CRYJ400Px2 | 74,5 | 254.300 | 80,0 | 273.800 |
| FRYJ1120P | CRYJ560Px2 | 105,7 | 360.800 | 106,0 | 361.800 |
| FRYJ1400P | CRYJ710Px2 | 132,3 | 451.500 | 125,0 | 426.600 |
| FRPJ80P | CRJ80P | 7,3 | 24.900 | | |
| FRPJ140P | CRJ140P | 12,8 | 43.700 | | |
| FRPJ200P | CRJ200P | 18,6 | 63.500 | | |
| FRPJ280P | CRJ280P | 25,9 | 88.400 | | |
| FRPJ400P | CRJ200Px2 | 36,9 | 125.900 | | |
| FRJ560P | CRJ280Px2 | 52,3 | 178.500 | | |
| FRJ630P | CRJ315Px2 | 58,3 | 199.000 | | |
| FRJ800P | CRJ400Px2 | 74,5 | 254.300 | | |
| FRJ1120P | CRJ560Px2 | 105,7 | 360.800 | | |

2. Máy điều hoà thương nghiệp nguyên cụm giải nhiệt gió (kiểu lắp mái)

Hình 12.35 mô tả hình dáng bề ngoài của một máy điều hoà thương nghiệp nguyên cụm giải nhiệt gió kiểu lắp trên mái (Rooftop type). Các máy loại này của hãng Carrier (Mỹ) có năng suất lạnh từ 17,6 đến 87,9kW (60.000 – 300.000Btu/h hay 5 – 25 tấn lạnh). Máy của DAIKIN có năng suất từ 4 đến 27 tấn lạnh cả 1 và 2 chiều kiểu bơm nhiệt. Hình 12.35b mô tả phương pháp lắp đặt trên mái với ống gió phân phối và ống gió hồi. Quạt giàn bay hơi là loại ly tâm cột áp cao nên có thể lắp ống gió hồi và ống phân phối không khí đều cho toàn bộ không gian phòng. Bảng 12.16 giới thiệu thông số kỹ thuật của một số loại máy này. Máy không những có thể lắp nguyên cụm kiểu lắp trên mái nhà mà còn có thể lắp ở ban công hoặc mái hiên với cách bố trí ống gió phù hợp. Máy có thể được tiếp cận với tất cả mọi chi tiết mà chỉ cần tháo một nắp bên, rất tiện lợi cho việc bảo dưỡng, sửa chữa. Máy thích hợp cho các cửa hàng thương nghiệp, các phòng xưởng rộng đến 650m^2 .



Hình 12.35. Máy điều hoà lắp mái
a) Hình dáng bên ngoài ; b) Cách lắp trên mái với ống gió

Bảng 12.16 : Máy điều hoà thương nghiệp nguyên cụm kiểu lắp mái (Rooftop type) của DAIKIN 1 và 2 chiều (các điều kiện khác xem bảng 12.15), điện 50Hz.

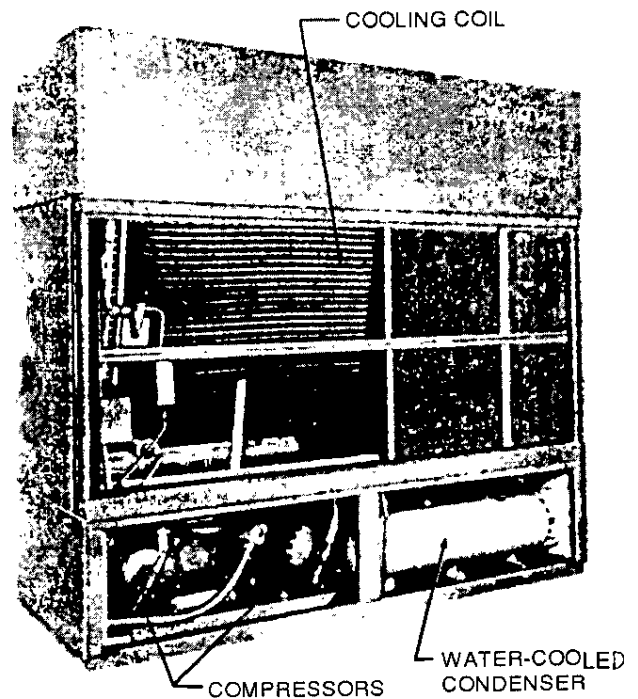
| Kiểu máy | Năng suất lạnh | | Năng suất nhiệt | |
|-----------|----------------|---------|-----------------|---------|
| | kW | Btu/h | kW | Btu/h |
| UATY05J | 14,0 | 48.000 | 15,1 | 51.600 |
| UATY09J | 22,0 | 75.400 | 23,3 | 79.400 |
| UATY12J | 29,7 | 101.200 | 31,3 | 106.800 |
| UATY16J | 42,0 | 143.430 | 45,4 | 154.800 |
| UATY22J | 55,8 | 190.500 | 58,2 | 198.500 |
| UAT05J | 14,8 | 50.400 | - | - |
| UAT06J | 15,8 | 54.000 | - | - |
| UAT09J | 23,3 | 79.400 | - | - |
| UAT10J | 26,8 | 91.300 | - | - |
| UAT12J | 30,9 | 105.600 | - | - |
| UAT14J(A) | 34,2 | 120.300 | - | - |
| UAT16J(A) | 44,8 | 152.800 | - | - |
| UAT19J(A) | 49,8 | 169.900 | - | - |
| UAT22J(A) | 59,3 | 202.500 | - | - |
| UAT30H | 97,0 | 331.000 | - | - |

3. Máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước

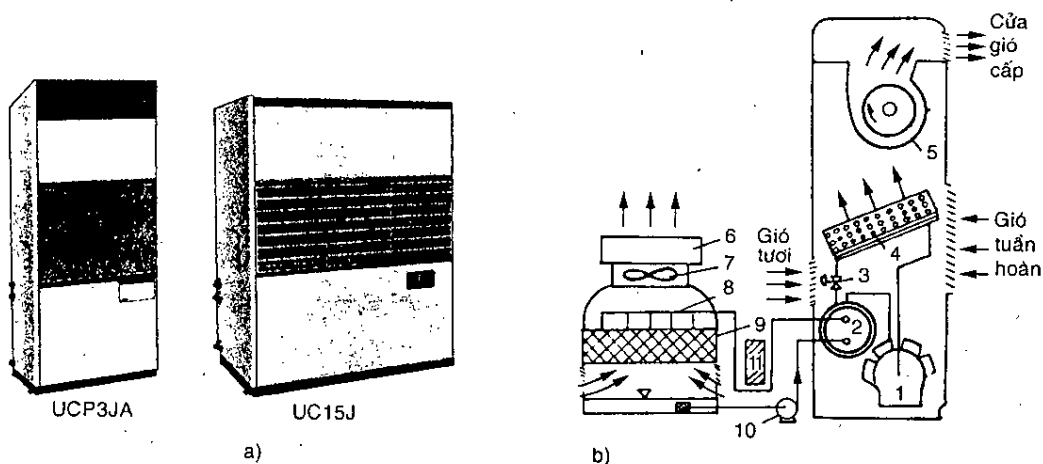
Hình 12.36 giới thiệu hình dáng bên ngoài và cấu tạo của máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước của Carrier.

Máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước là loại máy điều hoà có toàn bộ thiết bị như máy nén, bình ngưng làm mát bằng nước, dàn bay hơi làm lạnh không khí trực tiếp, tiết lưu, quạt gió... bố trí trong một vỏ duy nhất.

Do bình bay hơi làm mát bằng nước rất gọn nhẹ, nên năng suất lạnh của một máy có thể đạt rất cao. Loại máy lớn nhất của DAIKIN có năng suất lạnh tới 369kW, điện 50Hz. Cũng do bình ngưng làm mát bằng nước nên máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước thường đi kèm với tháp giải nhiệt và bơm nước giải nhiệt để tuần hoàn và làm mát nước thải ra ở bình ngưng. Hình 12.37 giới thiệu hình dáng bên ngoài cũng như cấu tạo và cách lắp đặt máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước. Bảng 12.17 giới thiệu năng suất lạnh của một số máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước của DAIKIN.



Hình 12.36



Hình 12-37

Bảng 12.17. Năng suất lạnh của một số máy điều hoà nhiệt độ nguyên cụm giải nhiệt nước (của DAIKIN tính theo nhiệt độ trong nhà $t_k = 27^\circ\text{C}$, $t_u = 19^\circ\text{C}$ và nhiệt độ nước làm mát vào $19,5^\circ\text{C}$ và ra khỏi bình ngưng là 35°C , 50Hz)

| Kiểu máy | Năng suất lạnh | | Kiểu máy | Năng suất lạnh | |
|----------|----------------|---------|----------|----------------|-----------|
| | kW | Btu/h | | kW | Btu/h |
| UCPJ100N | 9,2 | 31.400 | UCJ1000N | 99,0 | 338.000 |
| UCPJ170N | 17,1 | 58.400 | UCJ1320N | 130,7 | 446.000 |
| UCPJ250N | 24,1 | 82.300 | UCJ100N | 147,3 | 503.000 |
| UCPJ335N | 33,8 | 115.400 | UCJ2000N | 189,6 | 647.000 |
| UCJ500N | 49,2 | 167.900 | UCJ2500N | 234,5 | 800.000 |
| UCJ670N | 65,3 | 223.000 | UCJ3150N | 291,6 | 995.000 |
| UCJ850N | 82,9 | 283.000 | UCJ4000N | 369,0 | 1.260.000 |

Máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước có ưu điểm cơ bản là :

- Được sản xuất hàng loạt và lắp ráp hoàn chỉnh tại nhà máy nên có độ tin cậy, tuổi thọ và mức độ tự động cao, giá thành rẻ, máy gọn nhẹ, chỉ cần nối với hệ thống nước làm mát và hệ thống ống gió nếu cần là sẵn sàng hoạt động.

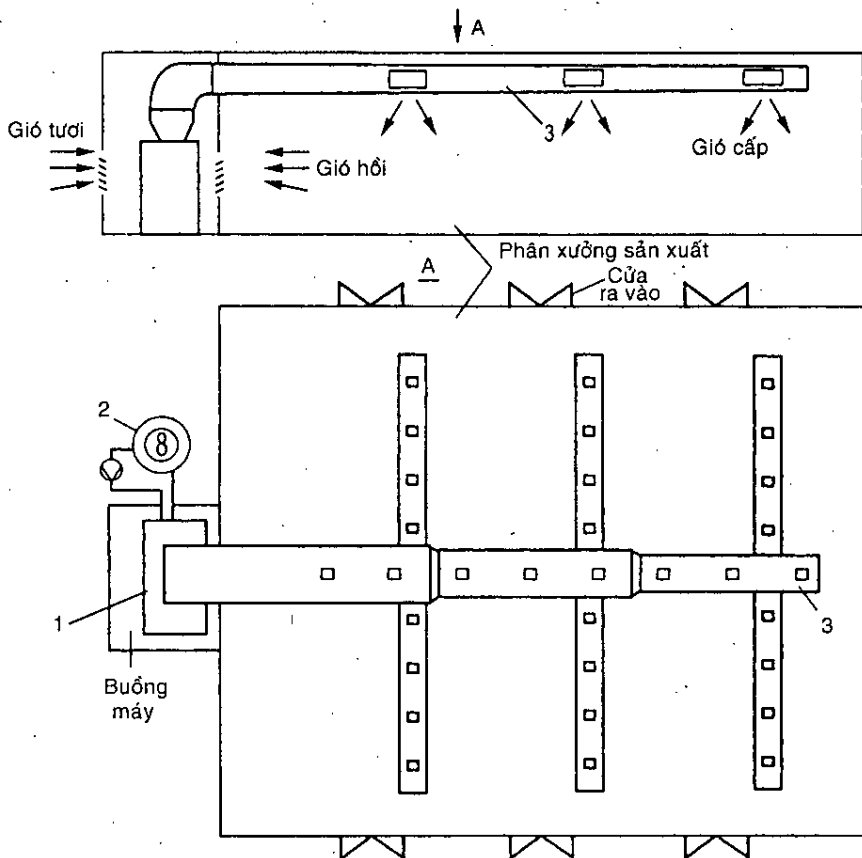
- Vận hành kinh tế trong điều kiện tải thay đổi.

- Lắp đặt nhanh chóng, không cần thợ chuyên ngành lạnh, vận hành bảo dưỡng, vận chuyển dễ dàng.

- Có cửa lấy gió tươi.

- Bố trí dễ dàng cho các phân xưởng sản xuất (sợi, dệt...) và các nhà hàng siêu thị chấp nhận được độ ồn cao. Nếu dùng cho điều hoà tiện nghi phải có buồng máy cách âm và bố trí tiêu âm cho cả ống gió cấp và gió hồi.

Hình 12.38 giới thiệu ứng dụng của máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước cho một phân xưởng sản xuất (sợi, dệt...).



Hình 12-38. Ví dụ ứng dụng của máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước cho một phân xưởng sản xuất
 1- Máy điều hoà nguyên cụm giải nhiệt nước ; 2- Tháp giải nhiệt ; 3- Hệ thống ống phân phối gió

4. Máy điều hoà VRV

Do các hệ thống ống gió CAV (Constant Air Volume) và VAV (Variable Air Volume) sử dụng ống gió để điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm phòng là quá công kênh, tốn nhiều không gian và diện tích lắp đặt, tốn nhiều vật liệu làm đường ống nên hãng DAIKIN của Nhật đưa ra giải pháp VRV (Variable Refrigerant Volume) là điều chỉnh năng suất lạnh qua việc điều chỉnh lưu lượng môi chất lạnh. Thực chất đó là sự phát triển máy điều hoà tách về mặt năng suất lạnh cũng như số dàn lạnh trực tiếp đặt trong các phòng (lên tới 8 thậm chí lên tới 16 cụm dàn lạnh), tăng chiều cao lắp đặt và chiều dài ống giữa cụm dàn nóng và dàn lạnh để có thể ứng dụng cho các toà nhà cao tầng kiểu văn phòng và khách sạn, mà từ trước hầu như chỉ có hệ thống điều hoà trung tâm nước lạnh đảm nhiệm vì so với đường ống gió, đường ống dẫn môi chất lạnh nhỏ hơn nhiều.

Máy điều hoà VRV chủ yếu là dùng cho điều hoà tiện nghi và có các đặc điểm sau :

- Tổ ngưng tụ có 2 máy nén trong đó 1 máy nén điều chỉnh năng suất lạnh theo kiểu on - off còn một máy điều chỉnh bậc theo máy biến tần nên số bậc điều chỉnh từ 0 đến 100% gồm 21 bậc, đảm bảo năng lượng tiết kiệm rất hiệu quả.

- Các thông số vi khí hậu được khống chế phù hợp với từng vùng kết nối trong mạng điều khiển trung tâm.

- Các máy VRV có các dây công suất hợp lý lắp ghép với nhau thành các mạng đáp ứng nhu cầu năng suất lạnh khác nhau từ nhỏ (7kW) đến hàng ngàn kW cho các toà nhà cao tầng hàng trăm mét với hàng ngàn phòng đa chức năng.

- VRV đã giải quyết tốt vấn đề hồi dầu về máy nén do đó cụm dàn nóng có thể đặt cao hơn dàn lạnh tới 50m và các dàn lạnh có thể đặt ở độ cao khác nhau tới 15m, đường ống dẫn môi chất lạnh từ cụm dàn nóng tới cụm dàn lạnh xa nhất tới 100m tạo điều kiện cho việc bố trí máy dễ dàng trong các nhà cao tầng văn phòng khách sạn mà trước đây chỉ có hệ thống trung tâm nước đảm nhiệt.

- Độ tin cậy cao do các chi tiết được lắp ráp được chế tạo toàn bộ tại nhà máy với chất lượng cao.

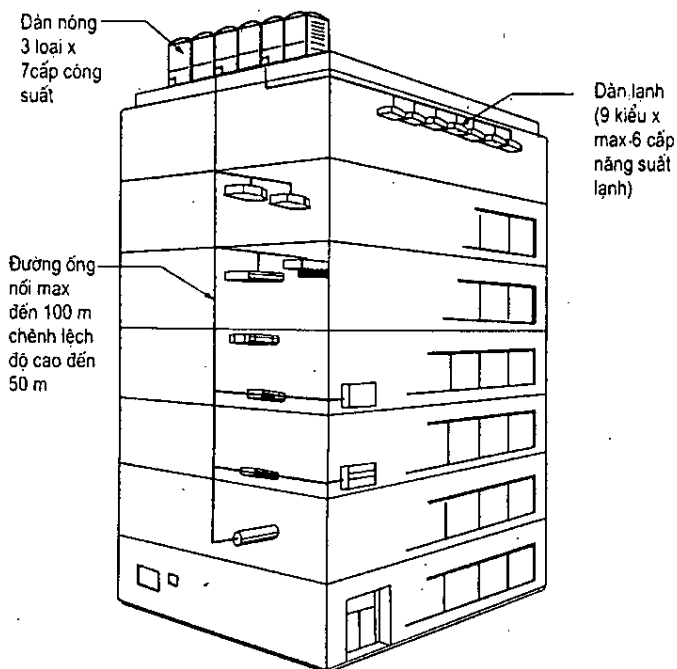
- Khả năng bảo dưỡng sửa chữa rất năng động và nhanh chóng nhờ các thiết bị từ chẩn đoán bệnh chuyên dùng cũng như sự kết nối để chẩn đoán tại trung tâm qua internet.

- So với hệ trung tâm nước, hệ VRV rất gọn nhẹ vì cụm dàn nóng bố trí trên tầng thượng hoặc bên sườn toà nhà còn đường ống dẫn môi chất lạnh có kích thước nhỏ hơn nhiều so với đường ống dẫn nước lạnh và đường ống gió.

- Hệ VRV có 9 kiểu dàn lạnh khác nhau (đặt trên sàn, tủ tường, treo tường, giấu tường, treo trần, giấu trần cassette, giấu trần kiểu góc, giấu trần cassette nhiều cửa thổi) rất đa dạng và phong phú nên dễ dàng thích hợp với các kiểu kiến trúc khác nhau, đáp ứng thẩm mỹ đa dạng của khách hàng.

- Có thể kết hợp làm lạnh và sưởi ấm phòng trong cùng một hệ thống kiểu bơm nhiệt hoặc thu hồi nhiệt hiệu suất cao.

Hình 12-39 giới thiệu cấu tạo và khả năng lắp đặt của hệ VRV.



Hình 12.39. Cấu tạo và khả năng lắp đặt của máy VRV

- 1- Cụm dàn nóng OU (Out door Unit) ;
- 2- Cụm dàn lạnh IU (In door Unit)

Bảng 12.18 giới thiệu một số máy điều hoà VRV của DAIKIN với năng suất lạnh từ 46kW trở lên. Năng suất lạnh tính theo nhiệt độ trong nhà, $t_k = 27^\circ\text{C}$, $t_u = 19,5^\circ\text{C}$ và nhiệt độ ngoài trời 35°C . Năng suất nhiệt tính theo nhiệt độ trong nhà 20°C và nhiệt độ ngoài trời $t_k = 7^\circ\text{C}$, $t_u = 6^\circ\text{C}$, đường ống nối giữa cụm dàn nóng và dàn lạnh là 3m và chiều cao giữa 2 cụm là 0m. Khi kéo dài đường ống nối và có chênh lệch chiều cao, năng suất lạnh và năng suất nhiệt sẽ bị giảm. Với độ dài và chiều cao max cho phép, năng suất lạnh có thể giảm tới 20%. Người thiết kế cần tính toán được tổn thất lạnh và sưởi khi kéo dài đường ống và nâng cao chiều cao để xác định chính xác được nhiệt thải và công suất máy yêu cầu.

Máy điều hoà VRV có 3 kiểu dàn nóng 1 chiều, 2 chiều bơm nhiệt và thu hồi nhiệt. Dàn lạnh 1 chiều (chỉ làm lạnh) thường có ký hiệu ví dụ 20HP(RX20K). Cụm dàn nóng 2 chiều kiểu bơm nhiệt thường có ký hiệu, ví dụ 20HP (RXY20K), còn kiểu thu hồi nhiệt (Heat Recovery System) 20HP (REY20K). Các cụm dàn nóng đều có thể kết nối được với tất cả các loại làm lạnh. Các dàn lạnh gồm 9 loại với năng suất khác nhau (từ 2,5 đến 31,5kW). Ví dụ

– Loại giấu trần cassette 2 cửa thổi (Ceiling Mounted Cassette Multi Flow Type) có ký hiệu FXYC20K đến 125K.

– Loại giấu trần cassette đặt góc (Ceiling Mounted Cassette Corner Type) có ký hiệu FXYK25K ÷ 63K.

– Loại treo trần (Ceiling Suspended Type) FXYH32K ÷ 100K.

– Loại giấu trần (Ceiling Mounted Built-In Type) FXY520K ÷ 125K.

– Loại giấu tường (Concealed Floor Stranding Type) FXYLM25K ÷ 63K.

– Loại đặt sàn (Floor Standing Type) FXYL25K ÷ 63K.

– Loại treo tường (Wall Mounted Type) FXYA25K ÷ 63K.

– Loại giấu trần có ống gió (Ceiling Mounted Duct Type) ký hiệu FXYM40K ÷ 250K.

Các dàn nóng 16HP, 18HP và 20HP có thể kết nối với nhiều nhất là 20 dàn lạnh và các dàn nóng 24HP, 26HP, 28HP và 30HP có thể kết nối với nhiều nhất là 30 dàn lạnh.

Bảng 12.18. Thông số kỹ thuật một số máy điều hoà VRV của DAIKIN

Cụm dàn lạnh (trong nhà)

| Kiểu | | FXYC20K FXYS20K | FXYC25K FXYK25K FXYS25K FXYA25K FXYL25K FXYLM25K | FXYC32K FXYF32K FXYK32K FXYS32K FXYH32K FXYA32K | FXYC40K FXYF40K FXYK40K FXYA40K FXYL40K FXYLM40K FXYM40K | FXYC50K FXYF50K FXYK50K FXYS50K FXYM50K | FXYC63K FXYF63K FXYK63K FXYS63K FXYH63K FXYL63K FXYLM63K FXYA63K FXYM63K |
|-----------------|----------------|--------------------|---|--|--|---|--|
| | Năng suất lạnh | Btu/h | 7.500 | 9.600 | 12.300 | 15.400 | 19.100 |
| | kW | 2,2 | 2,8 | 3,6 | 4,5 | 5,6 | 7,1 |
| Năng suất nhiệt | Btu/h | 8.500 | 10.900 | 13.600 | 17.000 | 21.500 | 27.300 |
| | kW | 2,5 | 3,2 | 4,0 | 5,0 | 6,3 | 8,0 |

Cụm dàn lạnh (trong nhà)

| Kiểu | | FXYC80K FXYP80K FXYS80K FXYM80K | FXYP100K FXYS100K FXYP100K FXYM100K | FXYC125K FXYP125K FXYS125K FXYM125K | FXYM200K | FXYM250K |
|-----------------|----------------|--|--|--|----------|----------|
| | Năng suất lạnh | Btu/h | 30.700 | 38.200 | 47.800 | 76.400 |
| kW | | 9,0 | 11,2 | 14,0 | 22,4 | 28,0 |
| Năng suất nhiệt | Btu/h | 34.100 | 42.700 | 54.600 | 85,300 | 107.500 |
| | kW | 10,0 | 12,5 | 16,5 | 25,0 | 31,5 |

Cụm dàn nóng (ngoài nhà) 1 chiều lạnh

| Kiểu | | 16HP (RX16K) | 18HP (RX18K) | 20HP (RX20K) | 24HP (RX24K) | 26HP (RX26K) | 28HP (RX28K) | 30HP (RX30K) |
|------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Năng suất lạnh | Btu/h | 158.000 | 178.000 | 198.000 | 237.000 | 257.000 | 277.000 |
| kW | | 46,0 | 51,8 | 57,6 | 69,0 | 74,8 | 80,6 | 86,4 |

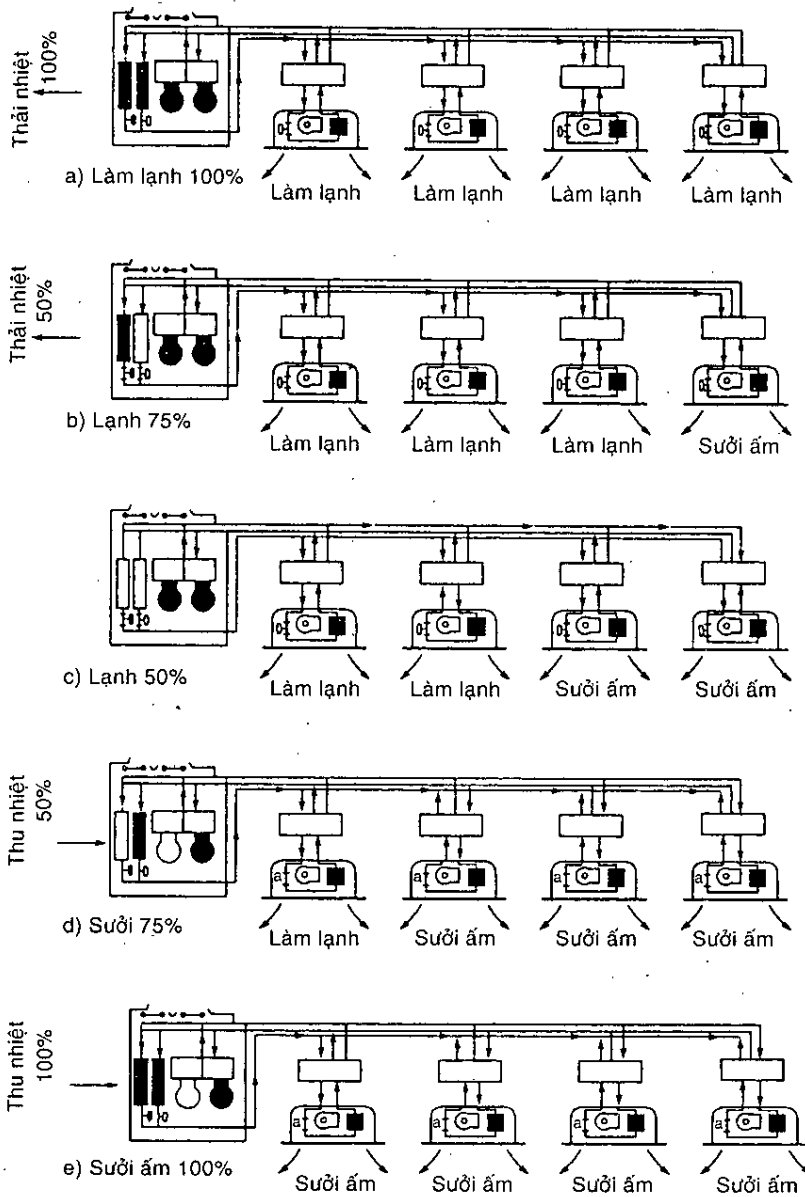
Cụm dàn nóng (ngoài nhà) 2 chiều bơm nhiệt

| Kiểu | | 16HP (RXY16K) | 18HP (RXY18K) | 20HP (RXY20K) | 24HP (RXY24K) | 26HP (RXY26K) | 28HP (RXY28K) | 30HP (RXY30K) |
|-------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Năng suất lạnh | Btu/h | 158.000 | 178.000 | 198.000 | 237.000 | 257.000 | 277.000 |
| kW | | 46,0 | 51,8 | 57,6 | 69,0 | 74,8 | 80,6 | 86,4 |
| Btu/h | | 170.600 | 192.800 | 215.000 | 255.900 | 278.100 | 300.300 | 322.500 |
| kW | | 50,0 | 56,5 | 63,0 | 76,0 | 81,5 | 88,0 | 94,5 |

Cụm dàn nóng (ngoài nhà) kiểu thu hồi nhiệt

| Kiểu | | 16HP (REY16K) | 18HP (REY18K) | 20HP (REY20K) | 24HP (REY24K) | 26HP (REY26K) | 28HP (REY28K) | 30HP (REY30K) |
|-----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Năng suất lạnh | Btu/h | 158.000 | 178.000 | 198.000 | 237.000 | 257.000 | 277.000 |
| kW | | 46,0 | 51,8 | 57,6 | 69,0 | 74,8 | 80,6 | 86,4 |
| Btu/h | | 170.000 | 192.800 | 215.000 | 255.900 | 278.100 | 300.300 | 322.500 |
| kW | | 50,0 | 56,5 | 63,0 | 76,0 | 81,5 | 88,0 | 94,5 |
| Năng suất nhiệt | Btu/h | 170.000 | 192.800 | 215.000 | 255.900 | 278.100 | 300.300 | 322.500 |
| | kW | 50,0 | 56,5 | 63,0 | 76,0 | 81,5 | 88,0 | 94,5 |

Máy điều hoà VRV chủ yếu phục vụ cho điều hoà tiện nghi chất lượng cao. Riêng hệ thu hồi nhiệt (Heat Recovery System) có khả năng điều chỉnh ở các chế độ khác nhau như hình 12.40 mô tả. Chế độ mùa hè làm lạnh 100%, mùa đông sưởi 100% nhưng các mùa chuyển tiếp có thể là 75% lạnh +25% sưởi, 50% lạnh +50% sưởi hay 25% lạnh +75% sưởi. Ở chế độ 50/50 cụm ngoài trời không thu và thải nhiệt.



Hình 12.40 : Các chế độ làm việc của hệ VRV thu hồi nhiệt (Heat recovery system)

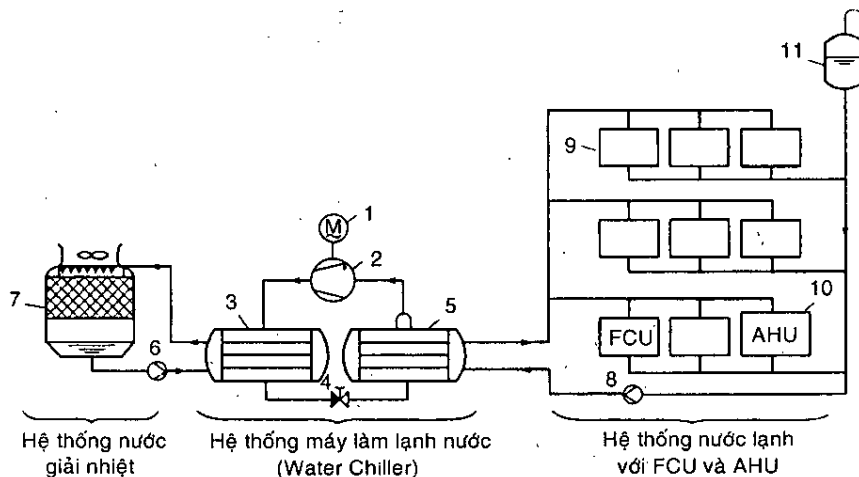
Giống như máy điều hoà 2 cụm, máy VRV có nhược điểm là không lấy được gió tươi nên DAIKIN đã thiết kế thiết bị hồi nhiệt lấy gió tươi đi kèm rất hiệu quả.

12.6.4. Hệ thống điều hoà trung tâm nước

Hệ thống điều hoà trung tâm nước là hệ thống sử dụng nước lạnh (khoảng 7°C) để làm lạnh không khí qua các dàn trao đổi nhiệt FCU và AHU. Hệ điều hoà trung tâm nước chủ yếu gồm :

- Máy làm lạnh nước (Water Chiller) hay máy sản xuất nước lạnh. Nhiệt độ nước thường được làm lạnh từ 12°C xuống 7°C ;
- Hệ thống ống dẫn nước lạnh ;
- Hệ thống nước giải nhiệt ;
- Nguồn nhiệt để sưởi ấm dùng để điều chỉnh độ ẩm và sưởi ấm mùa đông thường do nồi hơi nước nóng hoặc thanh điện trở cung cấp ;
- Các dàn trao đổi nhiệt để làm lạnh hoặc sưởi ấm không khí bằng nước nóng FCU (Fan Coil Unit) hoặc AHU (Air Handling Unit) ;
- Hệ thống gió tươi, gió hồi, vận chuyển và phân phối không khí ;
- Hệ thống tiêu âm và giảm âm ;
- Hệ thống lọc bụi, thanh trùng và triệt khuẩn cho không khí ;
- Bộ rửa khí ;
- Hệ thống tự động điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm phòng, điều chỉnh gió tươi, gió hồi và phân phối không khí, điều chỉnh năng suất lạnh và điều khiển cũng như báo hiệu và bảo vệ toàn bộ hệ thống.

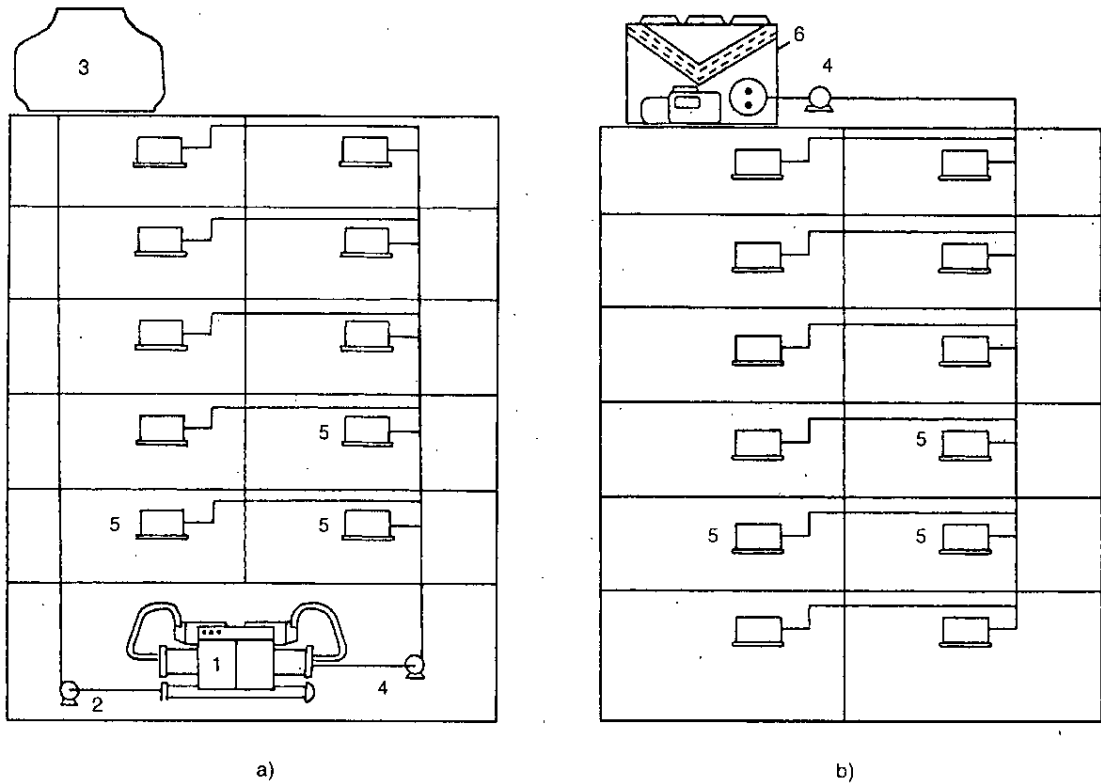
Hình 12-41 giới thiệu sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hoà trung tâm nước đơn giản nhất.



Hình 12.41. Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hoà trung tâm nước đơn giản

- 1- Động cơ ; 2- Máy nén ; 3- Bình ngưng ; 4- Tiết lưu ; 5- Bình bay hơi ; 6- Bơm nước giải nhiệt ;
7- Tháp giải nhiệt ; 8- Bơm nước lạnh ; 9- Dàn FCU ; 10- AHU ; 11- Bình dẫn nở

Hình 12.42 giới thiệu cách bố trí hệ thống điều hoà trung tâm nước với máy làm lạnh nước giải nhiệt nước a) và giải nhiệt gió b) trong một toà nhà cao tầng.



Hình 12.42. Phương pháp bố trí hệ thống điều hoà trung tâm nước với máy làm lạnh nước giải nhiệt nước a) và giải nhiệt gió b).

1- Máy làm lạnh nước giải nhiệt nước ; 2- Bơm nước giải nhiệt ; 3- Tháp giải nhiệt ; 4- Bơm nước lạnh ;
5- Dàn FCU ; 6- Máy làm lạnh nước giải nhiệt gió gồm máy nén dàn ngưng quạt giải nhiệt gió, bình bay hơi và các phụ kiện

Máy làm lạnh nước giải nhiệt nước cùng hệ thống bơm thường được bố trí phía dưới tầng hầm hoặc tầng trệt, tháp giải nhiệt đặt trên tầng thượng. Trái lại máy làm lạnh nước giải nhiệt gió thường được đặt trên tầng thượng.

Nước lạnh được làm lạnh trong bình bay hơi xuống 7°C rồi được bơm nước lạnh đưa đến các dàn trao đổi nhiệt FCU hoặc AHU. Ở đây nước thu nhiệt của không khí nóng trong phòng nóng lên đến 12°C và lại được bơm đẩy trở về bình bay hơi để tái làm lạnh xuống 7°C , khép kín vòng tuần hoàn nước lạnh. Đối với hệ thống nước lạnh kín (không có dàn phun) cần thiết phải có thêm bình dẫn nở để bù nước trong hệ thống dẫn nở khi thay đổi nhiệt độ.

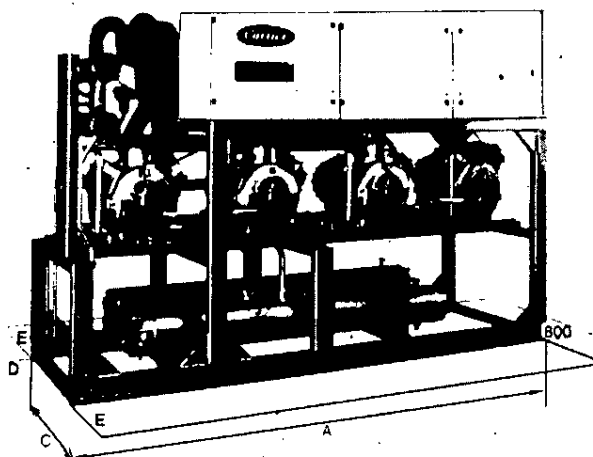
1. Máy làm lạnh nước (Water Chiller)

a) Máy làm lạnh nước giải nhiệt nước (Water Cooled Water Chiller)

Bộ phận quan trọng nhất của hệ thống điều hoà trung tâm nước là máy làm lạnh nước. Căn cứ vào chu trình lạnh có thể phân ra máy làm lạnh nước dùng máy nén cơ, dùng máy

nén ejectơ hoặc máy lạnh hấp thụ. Máy lạnh có nén cơ cũng lại có thể phân ra nhiều loại khác nhau theo kiểu máy nén như máy nén pittông rôto, trục vít và turbin, kiểu kín, nửa kín hoặc hở. Theo môi chất phân ra máy nén R22, R134a, R404a, R123. Theo cách giải nhiệt ngưng tụ phân ra giải nhiệt nước hoặc gió.

Hình 12.43 giới thiệu một tổ máy làm lạnh nước có 4 máy nén pittông, giải nhiệt nước của hãng Carrier (Mỹ).



Hình 12-43.

Máy làm lạnh nước giải nhiệt nước, máy nén pittông kiểu 30HT091-195 của Carrier

Máy gồm hai bình ngưng lắp phía dưới, bốn máy nén lắp ở giữa và một bình bay hơi lắp phía trên trong một hệ khung đỡ. Máy là một tổ hợp hoàn chỉnh nguyên cụm. Tất cả mọi công tác lắp ráp, thử bên, thử kín, nạp gas được tiến hành tại nhà máy chế tạo nên chất lượng rất cao. Người sử dụng chỉ cần nối với hệ thống nước giải nhiệt và hệ thống nước lạnh là máy có thể vận hành được ngay.

Để tiết kiệm nước giải nhiệt người ta sử dụng nước tuần hoàn với bơm và tháp giải nhiệt nước. Việc lắp nhiều máy nén trong một cụm máy có ưu điểm :

- Dễ dàng điều chỉnh năng suất lạnh theo nhiều bậc.
- Trường hợp hỏng 1 máy vẫn có thể cho các máy khác hoạt động trong khi tiến hành sửa chữa máy hỏng.
- Các máy có thể khởi động từng chiếc tránh dòng khởi động quá lớn.

Bảng 12.19 ÷ 21 giới thiệu đặc tính một số máy làm lạnh nước của hãng Carrier, máy nén pittông, trục vít và tuabin, môi chất R22, R134a, R407c và R123.

Bảng 12.19. Đặc tính kỹ thuật một số máy làm lạnh nước (của Carrier, máy nén pittông môi chất R22, R134a, R407c). Năng suất lạnh Q_0 , nhiệt Q_k và công suất hữu ích Ne tính theo nhiệt độ nước vào 12°C ra 7°C ở bình bay hơi và nhiệt độ nước vào 30°C ra 35°C ở bình ngưng, điện 50Hz).

| Kiểu máy | Q_0 kW | Q_k kW | Ne kW | Lượng nạp môi chất, kg | Môi chất lạnh | Số máy nén | Bậc điều chỉnh | Khối lượng, kg | Ghi chú |
|----------|----------|----------|-------|------------------------|---------------|------------|----------------|----------------|--|
| 30HK040 | 114 | 146 | 31,6 | 27 | R22 | 1 | 3 | 960 | Toyo Carrier kiểu pittông |
| 30HK050 | 153 | 195 | 42,9 | 18x2 | | 2 | 4 | 1.270 | |
| 30HK060 | 184 | 230 | 45,8 | 21x2 | | 2 | 4 | 1.400 | |
| 30HK080 | 228 | 291 | 63,2 | 26x2 | | 2 | 4 | 1.720 | |
| 30HK0100 | 320 | 377 | 75,1 | 24+42 | | 3 | 4 | 2.320 | |
| 30HK0120 | 343 | 438 | 94,8 | 24+54 | | 3 | 4 | 2.450 | |
| 30HT091 | 248,4 | 306,6 | 61,3 | 33,5+16,5 | R22 | 3 | 6 | 2.020 | 30 HQ là bơm nhiệt 30 HW là loại dàn ngưng đặt xa của Carrier France kiểu pittông |
| 30HT101 | 290,9 | 356,0 | 68,6 | 25,5+25,5 | | 4 | 8 | 2.350 | |
| 30HT111 | 323,0 | 395,5 | 76,5 | 30+25,5 | | 4 | 8 | 2.440 | |
| 30HT121 | 340,2 | 418,0 | 81,9 | 30+30 | | 4 | 8 | 2.490 | |
| 30HT141 | 402,6 | 495,7 | 89,0 | 34+34 | | 4 | 8 | 2.710 | |
| 30HT161 | 446,0 | 557,7 | 115,4 | 37,5+37,5 | | 4 | 8 | 2.810 | |
| 30HT195 | 517,0 | 713,8 | 145,0 | 48+41,5 | | 5 | 5 | 3.480 | |
| 30HT225 | 576,6 | 482,1 | 174,1 | 48+48 | | 6 | 6 | 3.780 | |
| 30HT250 | 781,0 | 976,2 | 205,4 | 46+45 | | 7 | 7 | 4.440 | |
| 30HT280 | 852,0 | 1.072 | 231,5 | 56+56 | | 8 | 8 | 4.870 | |
| 30HT260 | 871,6 | 1.059,1 | 197 | 73+72 | R22 | 4 | 4(8) | 5.980 | |
| 30HT290 | 958,1 | 1.169,0 | 222 | 83+72 | | 5 | 5(10) | 6.469 | |
| 30HT320 | 1.029,4 | 1.265,6 | 244 | 83+72 | | 5 | 5(10) | 6.624 | |
| 20HT370 | 1.233,2 | 1.512,3 | 294 | 92+92 | | 6 | 6(12) | 7.620 | |
| 3HG036 | 67,9 | 85,5 | 18,4 | | R134a | 1 | 2 | 730 | Máy nén kiểu pittông |
| 3HG065 | 136,8 | 172,5 | 37,7 | | | 2 | 4 | 1.296 | |
| 3HG091 | 193,9 | 245,5 | 54,3 | | | 3 | 6 | 2.060 | |
| 3HG121 | 276,3 | 346,5 | 73,0 | | | 4 | 11 | 2.560 | |
| 3HG195 | 368,4 | 456,9 | 93,1 | | | 5 | 5 | 3.480 | |
| 3HG225 | 436,8 | 542,6 | 111,4 | | | 6 | 6 | 3.780 | |
| 3HG250 | 493,7 | 615,8 | 128,5 | | | 7 | 7 | 4.368 | |
| 3GH280 | 552,2 | 691,8 | 146,9 | | | 8 | 8 | 4.798 | |
| 3HG32 | 680,3 | 833,1 | 160,8 | | | 5 | 5(10) | 6.355 | |
| 3HG370 | 821,5 | 1.005,5 | 193,6 | | | 6 | 6(12) | 7.284 | |
| 30HZ018 | 56,4 | | 14,8 | | | 15 | R407C | 1 | |
| 30HZ024 | 73,1 | | 20,8 | 17,2 | 1 | 2 | | 605 | |
| 30HZ027 | 80,2 | | 23,8 | 18,6 | 1 | 2 | | 654 | |
| 30HZ036 | 105,0 | | 32,7 | 19,2 | 1 | 2 | | 686 | |
| 30HZ043 | 134,0 | | 36,7 | 32,4 | 2 | 4 | | 1.075 | |
| 30HZ052 | 153,8 | | 46,5 | 33,6 | 2 | 4 | | 1.165 | |
| 30HZ065 | 199,1 | | 64,7 | 37,1 | 2 | 4 | | 1.232 | |
| 30HZ091 | 231,1 | | 65,9 | 57,5 | 3 | 6 | | 2.020 | |
| 30HZ101 | 270,4 | | 74,1 | 58,0 | 4 | 8 | | 2.350 | |
| 30HZ111 | 300,0 | | 82,5 | 63,0 | 4 | 8 | | 2.440 | |

Bảng 12.20 : Thông số kỹ thuật một số máy làm lạnh nước giải nhiệt nước máy nén trực vít kiểu 23 XL, môi chất R22, điện áp 346 và 400V năng suất lạnh $460 \div 1.012\text{kW}$ của Carrier)

| 23XL | | | | | | | | | | |
|----------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Năng suất lạnh | KW | 460 | 530 | 580 | 670 | 720 | 805 | 880 | 950 | 1.01 |
| Kiểu máy nén | - | C2 | C4 | C4 | C6 | C6 | D4 | D4 | D6 | D6 |
| Khối lượng | kg | 4512 | 4512 | 4649 | 4943 | 5079 | 9036 | 9290 | 9036 | 9290 |
| Lượng nạp R22 | kg | 272 | 272 | 294 | 317 | 340 | 408 | 454 | 408 | 454 |

Bảng 12.21 : Thông số kỹ thuật một số máy làm lạnh nước, giải nhiệt nước (máy nén tuabin, môi chất R134a, loạt máy 19EX, 19 và 17 Carrier, Máy nén ly tâm, xem thêm hình 1.8).

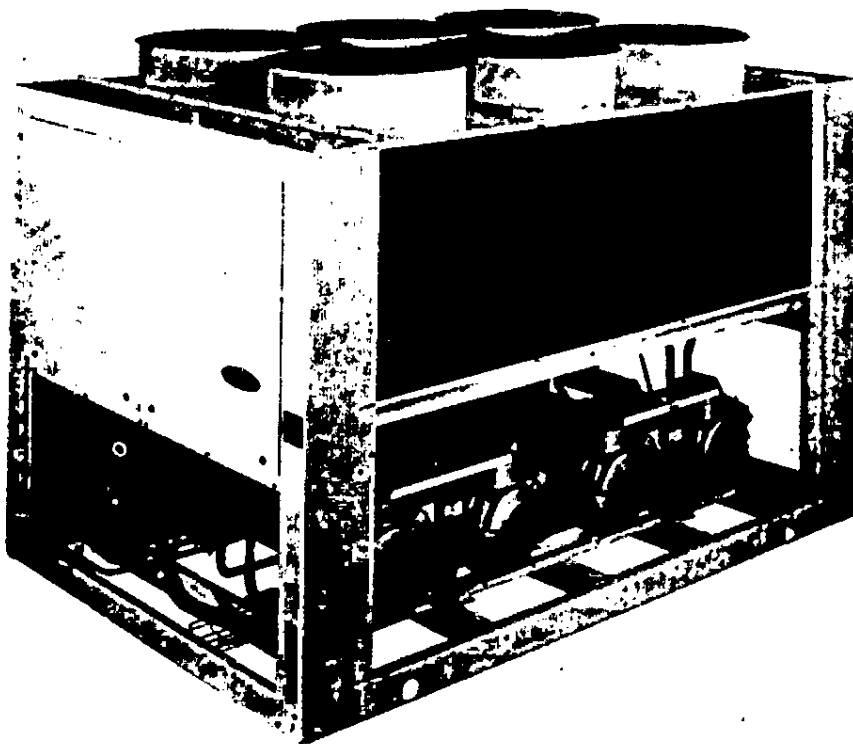
| | | | | | | | |
|----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 19EX | | 4141 | 4242 | 4343 | 4545 | 4646 | 4747 |
| Năng suất lạnh | kW | 3870 | 4220 | 4570 | 4700 | 4820 | 4920 |
| Kiểu máy nén | – | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| Khối lượng | kg | 25.800 | 26.300 | 29.800 | 30.500 | 31.200 | 31.900 |

| | | | | | |
|----------------|----|----------|----------|----------|-----------|
| Loại 19 | | 19EF2626 | 19EF5626 | 19FA6032 | 19FA60321 |
| Năng suất lạnh | kW | 2.990 | 3.520 | 7.030 | 7.740 |
| Khối lượng, kg | | 19.600 | 22.000 | 41.200 | 44.800 |

| | | | | | | | |
|----------------|----|----------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Loại 17 | | 17FA6032 | 17FA6032L | 17DA 7-6767 | 17DA 7-7575 | 17DA 8-8383 | 17DA 8-8787 |
| Năng suất lạnh | kW | 7.030 | 7.740 | 10.550 | 14.060 | 17.585 | 21.100 |
| Khối lượng | kg | 44.200 | 47.800 | 40.400 | 52.500 | 70.500 | 84.600 |

b) Máy làm lạnh nước giải nhiệt gió (Air Cooled Water Chiller)

Máy làm lạnh nước giải nhiệt gió chỉ khác máy làm lạnh giải nhiệt nước ở dàn ngưng làm mát bằng không khí. Do khả năng trao đổi nhiệt của dàn ngưng giải nhiệt gió kém nên diện tích của dàn lớn, công kênh nên năng suất lạnh của một tổ máy nhỏ hơn so với máy giải nhiệt nước. Máy nén thường là loại pittông, môi chất là R22, R134a, R407C. Hình 12.42 giới thiệu một máy làm lạnh nước giải nhiệt gió của Carrier.



Hình 12.44. Một máy làm lạnh nước giải nhiệt gió của Carrier

Các máy làm lạnh nước giải nhiệt gió của Carrier, máy nén pittông môi chất R134a có ký hiệu 30GG gồm 8 loại 30GG045, 085, 120, 145, 170, 190, 220 và 245 với năng suất lạnh tương ứng ở nhiệt độ nước vào 12,3°C ra 6,7°C, nhiệt độ không khí vào 35°C là 116,5 ; 200,0 ; 262,5 ; 334,6 ; 395,9 ; 457,5 ; 503,1 và 523,6 kW.

Với môi chất R407C và loại dàn nóng có lắp thêm ống gió có năng suất lạnh từ 50 ÷ 190kW gồm 7 loại ký hiệu 30GV020 đến 059, và loại truyền thống ký hiệu 30GZ090-100 với 14 giải năng suất lạnh từ 21,5 đến 330,2kW.

Môi chất R22 vẫn là loại môi chất có nhiều chủng loại máy nhất với năng suất lạnh từ nhỏ 21KW đến lớn 1317,5kW.

Bảng 12.22 giới thiệu đặc tính kỹ thuật của một số loại máy này.

Bảng 12.22. Đặc tính kỹ thuật một số máy làm lạnh nước giải nhiệt gió (máy nén pittông, môi chất R22 của hãng Carrier (năng suất tính theo nhiệt độ nước vào 12,3°C ra 6,7°C nhiệt độ không khí vào 35°C, điện 50Hz)

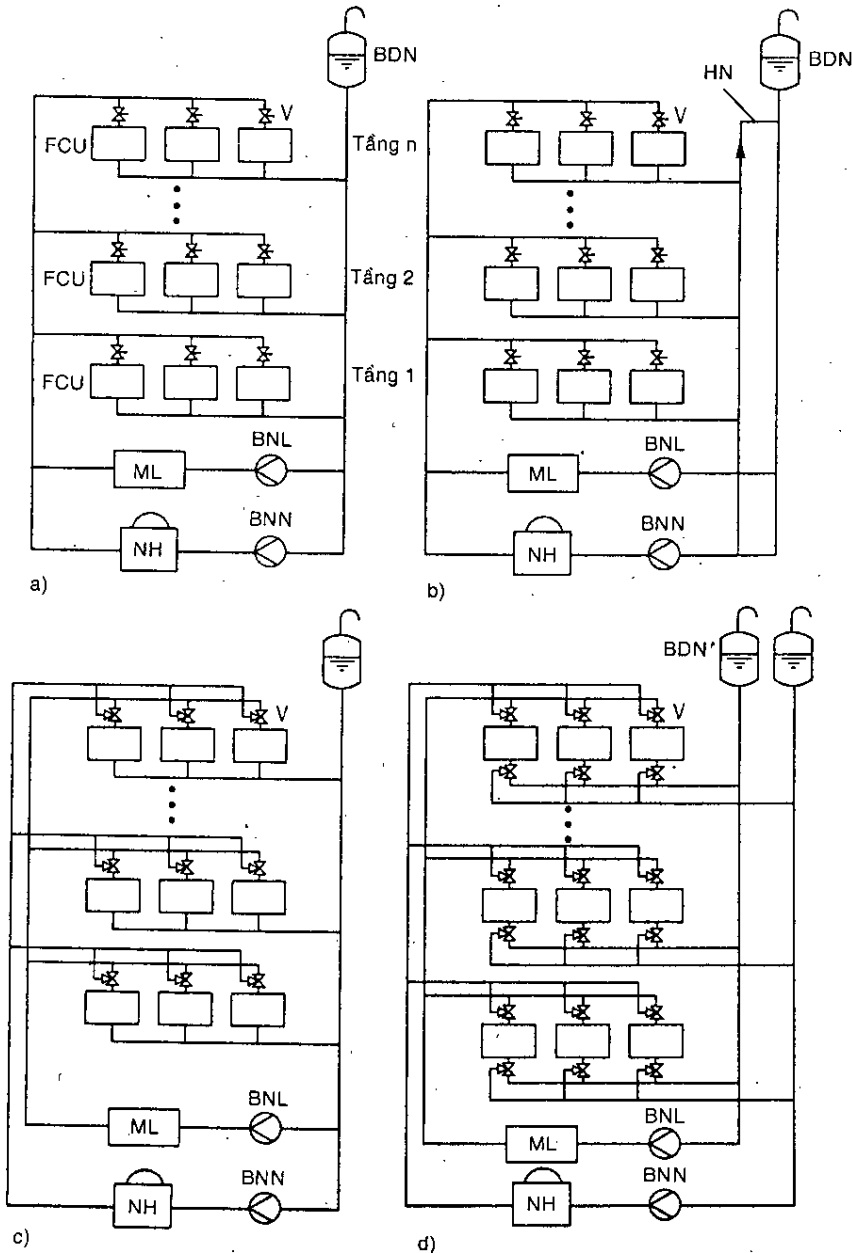
| Kiểu 30GH | Năng suất lạnh kW | Công suất hữu ích kW | Lượng nạp R22 kg | Số máy nén | Bậc điều chỉnh Q ₀ | Khối lượng vận hành kg | Ghi chú |
|-----------|-------------------|----------------------|------------------|------------|-------------------------------|------------------------|-------------|
| 30GH009 | 21,0 | 7,6 | 5,0 | 1 | 1 | 265 | 1 chu trình |
| 30GH013 | 32,0 | 13,0 | 8,0 | 1 | 1 | 283 | |
| 30GH015 | 40,0 | 12,3 | 9,2 | 2 | 2 | 400 | |
| 30GH020 | 51,8 | 16,9 | 13,0 | 2 | 2 | 460 | |
| 30GH025 | 64,2 | 22,9 | 13,3 | 2 | 2 | 510 | |
| 30GH030 | 73,8 | 24,5 | 14,5 | 2 | 2 | 682 | |
| 30GH035 | 93,2 | 35,3 | 15,7 | 2 | 2 | 725 | |
| 30GH040 | 106,5 | 34,0 | 30,0 | 2 | 4 | 1.380 | |
| 30GH045 | 124,0 | 46,7 | 30,0 | 2 | 4 | 1.445 | |
| 30GH050 | 155,1 | 49,7 | 34,4 | 2 | 4 | 1.710 | |
| 30GH060 | 198,4 | 71,6 | 39,0 | 2 | 4 | 1.780 | |
| 30GH085 | 254 | 87 | 55 | 3 | 6 | 3.012 | |
| 30GH095 | 299 | 108 | 61 | 3 | 6 | 3.067 | |
| 30GH100 | 343 | 125 | 62 | 4 | 4 | 3.439 | |
| 30GH120 | 395 | 137 | 78 | 4 | 4 | 3.884 | |
| 30GH130 | 437 | 158 | 85 | 5 | 5 | 4.330 | |
| 30GH145 | 456 | 165 | 85 | 5 | 5 | 4.452 | |
| 30GH150 | 498 | 182 | 97 | 5 | 5 | 5.010 | |
| 30GH160 | 515 | 180 | 113 | 5 | 5 | 5.172 | |
| 30GH170 | 560 | 201 | 115 | 6 | 6 | 5.592 | |
| 30GH190 | 630 | 230 | 123 | 7 | 7 | 6.442 | |
| 30GH220 | 723 | 268 | 126 | 8 | 8 | 6.742 | |
| 30GH245 | 797 | 277 | 142 | 8 | 8 | 7.992 | |
| 30GH260 | 874,0 | 306,2 | 192+84 | 5 | 5 | 8.938 | |
| 30GH300 | 965,1 | 385,4 | 84+84 | 6 | 6 | 9.224 | |
| 30GH340 | 1.081,4 | 376,9 | 130+130 | 6 | 6 | 10.782 | |
| 30GH380 | 1.248,6 | 510,7 | 130+130 | 8 | 8 | 11.840 | |
| 30GH400 | 1.317,5 | 498,5 | 155+155 | 8 | 8 | 12.728 | |

Kiểu giải nhiệt gió có ưu điểm là không cần nước làm mát nên giảm được toàn bộ hệ thống nước làm mát như bơm, đường ống và tháp giải nhiệt. Máy đặt trên mái cũng đỡ tốn diện tích sử dụng, nhưng vì trao đổi nhiệt ở dàn ngưng kém nên nhiệt độ ngưng tụ cao hơn dẫn đến công nén cao hơn và điện năng tiêu thụ cao hơn cho một đơn vị lạnh so với máy làm mát bằng nước. Đây cũng là vấn đề đặt ra đối với người thiết kế khi chọn máy.

2. Hệ thống nước lạnh và FCU, AHU

a) Hệ thống đường ống nước lạnh

Như đã trình bày ở phần định nghĩa, tùy theo cách bố trí ống nước mà phân ra hệ thống hai ống, hệ hồi ngược, hệ 3 ống và 4 ống. Hình 12.45 giới thiệu sơ đồ nguyên lý của các hệ thống ống nước với FCU.



Hình 12.45. Các hệ thống ống nước và FCU

a) Hệ 2 ống ; b) Hệ hồi ngược ; c) Hệ 3 ống ; d) Hệ 4 ống ; ML – Máy làm lạnh nước ;
 NH– Nồi hơi đun nước nóng sưởi mùa đông ; FCU – Dàn trao đổi nhiệt ; BNL – Bơm nước lạnh ;
 BNN – Bơm nước nóng ; V – Van điện từ 2 và 3 ngã ; HN – Ống hồi ngược

Hệ thống 2 ống (Two Pipe System) là hệ thống đơn giản nhất, gồm 2 ống góp mắc song song còn các FCU mắc nối tiếp giữa 2 ống. Vào mùa hè chỉ có hệ thống lạnh hoạt động, nước lạnh được bơm qua các FCU để làm lạnh phòng. Vào mùa đông chỉ có hệ nước nóng hoạt động, nước nóng được bơm từ nồi hơi đến cấp nhiệt cho các dàn FCU để sưởi phòng. Hệ thống này có ưu điểm là đơn giản, chi phí vật liệu ít, rẻ tiền nhưng có nhược điểm lớn là khó cân bằng áp suất bơm giữa các dàn vì nước có xu hướng chỉ đi qua các dàn đặt gần. Ở đây cần đặt các van điều chỉnh để cân bằng áp suất.

– Cũng do khó cân bằng áp suất nên người ta cải tiến hệ 2 ống thành hệ hồi ngược (Reverse return system), ở đây bố trí thêm một ống hồi ngược nên đảm bảo cân bằng áp suất tự nhiên trong toàn bộ các dàn vì tổng chiều dài đường ống qua các dàn là bằng nhau (hình 12.45b). Tuy nhiên nhược điểm của hệ thống này là tốn thêm đường ống, giá thành cao hơn.

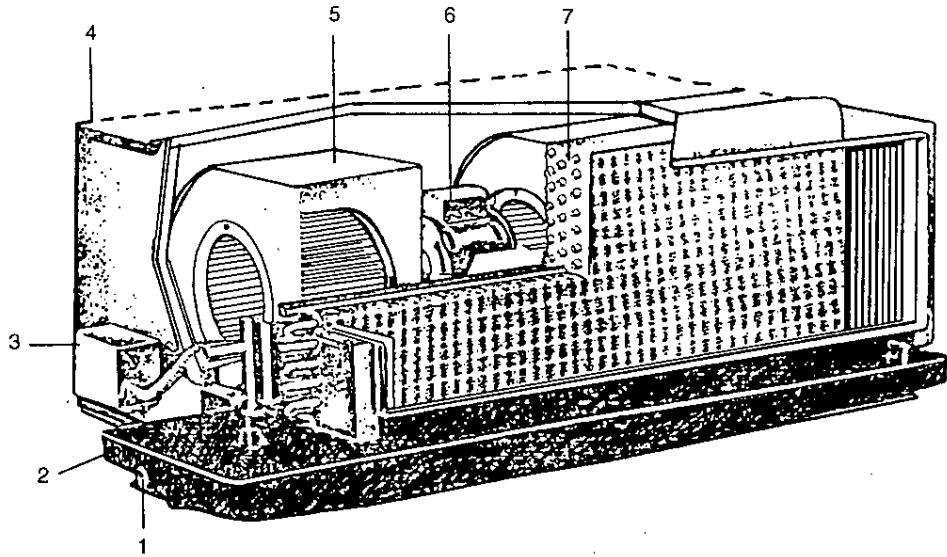
– Hệ 3 đường ống (Three pipe system) và hệ 4 đường ống (four pipe system) nhằm mục đích sử dụng lạnh và sưởi đồng thời ở các mùa giao thời (mùa xuân và thu) cho các khách sạn sang trọng 4, 5 sao hoặc các công trình quan trọng trong cùng một thời gian phòng này cần làm lạnh nhưng phòng kia lại cần sưởi ấm. Hệ 3 ống tiết kiệm hơn nhưng chỉ có 1 đường hồi nên tổn thất năng lượng vận hành lớn. Nước hồi do hoà trộn của cả nguồn nóng và nguồn lạnh sẽ làm cho cả máy lạnh cũng như nồi hơi đều phải làm việc với công suất lớn hơn. Hệ 4 đường ống tiêu tốn nhiều vật liệu hơn nhưng lại loại trừ được nhược điểm vận hành của hệ 3 ống vì có hai đường ống hồi riêng rẽ.

– Đối với các vùng không có mùa đông hoặc mùa đông ngắn thì người ta chỉ sử dụng hệ 2 ống hoặc hệ hồi ngược và sử dụng điện trở mắc trong FCU và AHU để sưởi cho mùa đông nếu cần. Khi toà nhà có độ cao từ 6 đến 7 tầng trở lên nên sử dụng hệ hồi ngược.

b) FCU (Fan coil unit)

Các FCU là các dàn trao đổi nhiệt ống xoắn có quạt. Nước lạnh (hoặc nước nóng) chảy phía trong ống xoắn, không khí đi phía ngoài. Để tăng cường độ trao đổi nhiệt phía không khí, người ta bố trí cánh tản nhiệt với bước cánh khoảng 0,8mm bằng nhôm. Giống như dàn bay hơi, FCU cũng có rất nhiều loại như treo tường, tủ tường, đặt sàn, giấu tường, treo trần và giấu trần nhưng thông dụng nhất vẫn là loại treo trần và giấu trần. Loại giấu trần cũng chia ra làm nhiều loại khác nhau, căn cứ vào cột áp quạt chia ra loại cột áp thấp với đường gió ngắn hoặc không có ống gió. Loại cột áp cao với đường ống gió dài theo hàng ống chia ra loại 2, 3 và 4 hàng ống.

Hình 12.46 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của một FCU giấu trần với các bộ phận chính của FCU là dàn ống nước lạnh và quạt để thổi cưỡng bức không khí trong phòng từ phía sau qua dàn ống trao đổi nhiệt. Phía dưới dàn bố trí máng hứng nước ngưng. Để đảm bảo áp suất gió cao cho việc phân phối gió qua ống gió và miệng thổi, các FCU thường được trang bị quạt ly tâm. FCU có ưu điểm gọn nhẹ dễ bố trí nhưng cũng có nhược điểm là không có cửa lấy gió tươi nếu cần phải bố trí hệ thống gió tươi riêng. Bảng 12-23 giới thiệu đặc tính kỹ thuật một số dàn FCU giấu trần kiểu 42CMA của hãng Carrier. Năng suất lạnh của dàn FCU được tính theo nhiệt độ nước vào dàn lạnh 7°C và nhiệt độ phòng $t_k = 26^{\circ}\text{C}$, $t_{tr} = 19,5^{\circ}\text{C}$ (= 55%).



Hình 12-46. Nguyên tắc cấu tạo của một FCU giấu trần

- 1- Ống thoát nước ; 2- Máng hứng nước ngưng ; 3- Hộp dầu điện ; 4- Vỏ FCU ; 5- Quạt ;
6- Động cơ quạt ; 7- Dàn ống nước lạnh

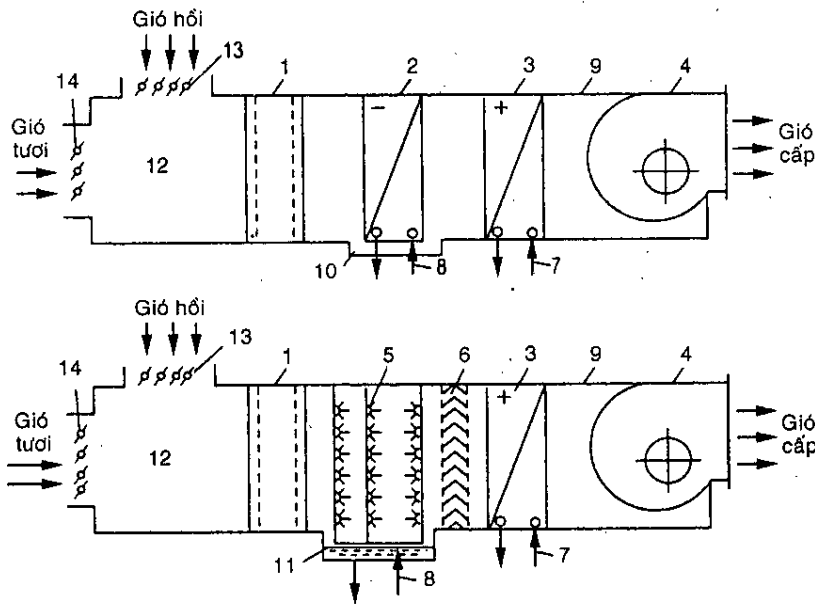
Bảng 12.23. Đặc tính kỹ thuật một số dàn FCU giấu trần kiểu 42 CMA của hãng Carrier
(Năng suất lạnh tính theo nhiệt độ nước vào dàn 7°C và nhiệt độ phòng $t_k = 26^{\circ}\text{C}$,
 $t_u = 19,5^{\circ}\text{C}$ (= 55%).

| Kiểu 42 CMA | Lưu lượng nước, l/s | Tổn thất áp suất nước, kPa | Năng suất lạnh, W | | Lưu lượng gió HiFan m ³ /h | Khối lượng, kg | Ghi chú |
|-------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|--------|--|----------------------|--|
| | | | Hiệu | Tổng | | | |
| 002 | 0,07 | 4,5 | 1.185 | 1.500 | 441 | 16,4 | Điện áp 220V 1 pha 50Hz ; các chữ cái xen giữa ký hiệu 42CMA và chữ số 002-012 ví dụ : 42CMA-A-002 có nghĩa : A : 3 hàng 12 ống cột áp cao C : 4 hàng 14 ống cột áp thấp D : 4 hàng 14 ống cột áp cao E : 2 hàng 12 ống cột áp thấp F : 2 hàng 12 ống cột cấp cao. Nấc quạt trung bình, Q_0 còn $84 \div 87\%$ Nấc quạt thấp, Q_0 còn $72 \div 75\%$ - Khối lượng máy có hộp gió và phin lọc |
| | 0,09 | 4,9 | 1.295 | 1.756 | | | |
| | 0,12 | 7,2 | 1.365 | 1.936 | | | |
| | 0,14 | 9,2 | 1.369 | 2.064 | | | |
| 003 | 0,10 | 6,9 | 2.003 | 2.841 | 595 | 17,1 | |
| | 0,13 | 10,8 | 2.121 | 3.091 | | | |
| | 0,17 | 14,0 | 2.220 | 3.321 | | | |
| | 0,20 | 20,3 | 2.265 | 3.415 | | | |
| 004 | 0,13 | 10,8 | 2.513 | 3.194 | 685 | 17,1 | |
| | 0,18 | 17,6 | 2.610 | 3.805 | | | |
| | 0,23 | 26,1 | 2.707 | 3.912 | | | |
| | 0,28 | 36,4 | 2.803 | 4.146 | | | |
| 006 | 0,20 | 11,0 | 3.824 | 4.870 | 1.071 | 21,9 | |
| | 0,25 | 15,4 | 3.951 | 5.386 | | | |
| | 0,30 | 20,1 | 4.042 | 5.590 | | | |
| | 0,35 | 26,6 | 4.132 | 5.921 | | | |
| 008 | 0,27 | 21,1 | 5.292 | 7.009 | 1.402 | 25,7 | |
| | 0,37 | 33,2 | 5.509 | 7.764 | | | |
| | 0,47 | 54,4 | 5.654 | 8.061 | | | |
| | 0,57 | 71,6 | 5.751 | 8.544 | | | |
| 010 | 0,33 | 39,8 | 5.583 | 8.518 | 1.675 | 32,5 | |
| | 0,43 | 51,8 | 6.326 | 9.109 | | | |
| | 0,53 | 73,5 | 6.522 | 9.364 | | | |
| | 0,63 | 91,7 | 6.794 | 9.692 | | | |
| 012 | 0,40 | 43,5 | 7.829 | 10.462 | 2.014 | 35,8 | |
| | 0,50 | 77,8 | 8.119 | 11.187 | | | |
| | 0,60 | 99,8 | 8.228 | 11.501 | | | |
| | 0,70 | 123,0 | 8.372 | 11.904 | | | |

c) Các buồng xử lý không khí AHU (Air Handling Unit)

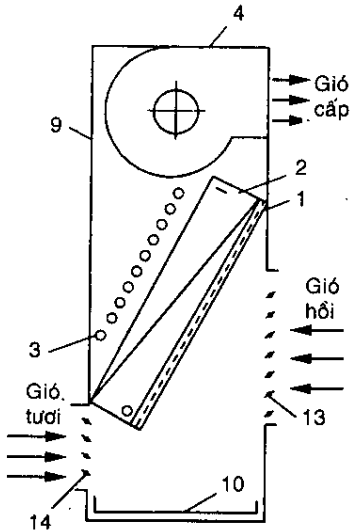
Giống như FCU cũng là các dàn trao đổi nhiệt nhưng có năng suất lạnh lớn hơn để sử dụng cho các phòng ăn, sảnh, hội trường, phòng khách..., có cửa lấy gió tươi (đây là ưu điểm so với FCU), có các bộ phận lọc khí, rửa khí, gia nhiệt để có thể điều chỉnh và khống chế chính xác nhiệt độ cũng như độ ẩm tương đối của không khí thổi vào phòng. AHU có quạt ly tâm cột áp cao để có thể lắp với hệ thống ống gió lớn. Một khác biệt cơ bản nữa là AHU có loại khô như FCU nhưng có loại ướt, loại có dàn phun nước lạnh trực tiếp vào không khí (còn gọi kiểu hồ) để làm lạnh và rửa khí.

Tùy theo đặc điểm kết cấu và hoạt động, AHU cũng được phân ra nhiều loại khác nhau. Trước hết AHU được phân ra kiểu khô và kiểu ướt. Kiểu khô là nước và không khí trao đổi nhiệt qua dàn ống có cánh còn kiểu ướt là không khí và nước lạnh trao đổi nhiệt ẩm trực tiếp khi phun nước lạnh vào không khí. Hệ điều hoà có dùng FCU và AHU kiểu khô còn được gọi là hệ nước kín có bình dẫn nở. Hệ điều hoà dùng AHU kiểu ướt còn được gọi là hệ nước hở không có bình dẫn nở. Theo hình dạng chia ra kiểu đứng và kiểu nằm ngang. Căn cứ vào dàn gia nhiệt có loại sử dụng dàn ống nước nóng hoặc dàn sưởi điện trở, căn cứ vào áp suất có loại áp suất thấp, áp suất cao, 1 quạt hoặc 2 quạt. Hình 12.47 giới thiệu sơ đồ nguyên lý cấu tạo của AHU kiểu nằm ngang có dàn lạnh khô và dàn phun (ướt).



- | | | | |
|------------------------------|--|------------------------|------------------|
| 1- Phin lọc gió ; | 2- Dàn làm lạnh ; | 3- Dàn sưởi ; | 4- Quạt ly tâm ; |
| 5- Dàn phun nước lạnh ; | 6- Tấm chắn nước ; | 7- Ống cấp nước nóng ; | |
| 8- Ống cấp nước lạnh ; | 9- Vỏ cách nhiệt ; | 10- Máy hứng nước ; | |
| 11- Bể nước ; | 12- Buồng hoà trộn gió tươi và gió hồi ; | | |
| 13- Van điều chỉnh gió hồi ; | 14- Van điều chỉnh gió tươi | | |

Hình 12.48 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của một AHU đặt đứng dùng dàn lạnh kiểu khô



Hình 12.48. Nguyên tắc cấu tạo của một AHU đặt đứng dùng dàn lạnh kiểu khô

- 1- Phin lọc gió ;
- 2- Dàn lạnh kiểu khô ;
- 3- Dàn sưởi ;
- 4- Quạt ly tâm ;
- 9- Vỏ cách nhiệt kiểu tú ;
- 13- Van điều chỉnh gió hồi ;
- 14- Van điều chỉnh gió tươi

Bảng 12.24 giới thiệu đặc tính kỹ thuật một số AHU cỡ nhỏ kiểu tủ đứng và kiểu treo trần của Toyo Carrier trong đó 40CV và 40HW là loại treo trần, 40RW là loại tủ đứng có ống gió, 40SW là loại tủ đứng không ống gió (free blow).

Bảng 12.24. Đặc tính kỹ thuật của một số AHU cỡ nhỏ kiểu 40HW, RW và SW (năng suất lạnh tính theo nhiệt độ nước lạnh vào 7°C và nhiệt độ không khí vào $t_k = 27^{\circ}\text{C}$, $t_{tr} = 19,5^{\circ}\text{C}$ và năng suất sưởi tính theo nhiệt độ nước vào 60°C và không khí vào 18°C) lưu lượng nước trung bình và lưu lượng gió tối đa (Hi).

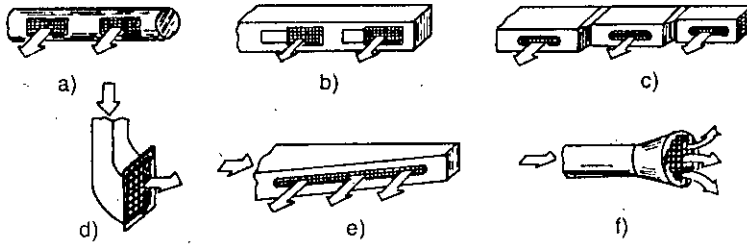
| Kiểu AHU | Lưu lượng gió, l/s | Lưu lượng nước nóng và lạnh, l/s | Năng suất lạnh, kW | Năng suất nhiệt, kW | Động cơ quạt, kW | Khối lượng máy + dàn sưởi, kg |
|-------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|
| 40CW 003 | 470 | 0,5 | 11,5 | 18,2 | 0,18 | 39+11 |
| 40CW 004 | 620 | 0,67 | 15,4 | 25,3 | 0,32 | 47+15 |
| 40CW 005 | 920 | 1,25 | 25,3 | 38,7 | 0,40 | 58+20 |
| 40HW, RW, SW008 | 1.670 | 1,83 | 40,0 | 58,1 | 0,75 (1,5) | 117+17 |
| 40HW, RW, SW012 | 2.080 | 1,67 | 43,1 | 73,8 | 1,5 (2,2) | 156+22 |
| 40HW, RW, 016 | 2.870 | 2,50 | 60,7 | 102 | 2,2 (3,7) | 190+29 |
| 40HW, RW, 024 | 3.830 | 3,33 | 83,1 | 141 | 3,7 (5,5) | 255+33 |
| 40HW, RW, 028 | 4.800 | 4,17 | 107 | 187 | 3,7 (5,5) | 330+40 |
| 40HW, RW, 034 | 5.770 | 5,00 | 127 | 229 | 5,5 (7,5) | 450+47 |
| 40HW, RW, 044 | 7.670 | 6,67 | 165 | 304 | 7,5 (11) | 570+62 |
| 40HW, RW, SW008HE | 1.670 | 1,25 | 38,6 | 69,8 | 0,75 (1,5) | 145+15 |
| 40HW, RW, SW012HE | 2.080 | 1,67 | 49,9 | 89,7 | 1,5 (2,2) | 180+19 |
| 40HW, RW, 016HE | 2.870 | 2,50 | 74,0 | 127,4 | 2,2 (3,7) | 220+28 |

3. Hệ thống nước giải nhiệt

Hệ thống gồm bơm nước giải nhiệt, đường ống nước, tháp giải nhiệt. Hệ thống này đã được trình bày trong tài liệu "Máy và Thiết bị lạnh" chương 8, ở đây không trình bày lại.

12.6.5. Vận chuyển và phân phối không khí

Các thiết bị để vận chuyển và phân phối không khí gồm có quạt, đường gió thổi, đường gió hồi và các miệng thổi phân phối không khí. Các đường ống dẫn không khí có thể được xây ngầm cùng với kết cấu xây dựng bằng các vật liệu xây dựng như bê tông, gạch... hoặc treo ngoài bằng các vật liệu khác như tôn hoa, tôn thường, vật liệu composit hoặc giấy các tông định hình.



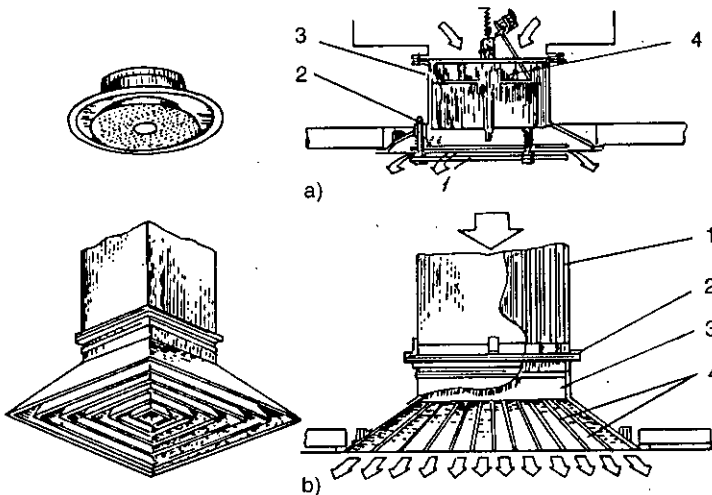
Hình 12-49. Một số loại miệng thổi từ đường ống gió

- a) Miệng thổi có lưới ; b) Miệng thổi lưới có tấm trượt điều chỉnh ; c) Miệng thổi trên ống gió thắt dần ;
d) Miệng thổi kiểu máng tháo ; e) Miệng thổi trên đường ống tiết diện giảm dần ; f) Miệng thổi lọc dầu ống

Các đường ống gió cần phải vệ sinh, không bị thấm ẩm, đổ mồ hôi, không cháy, không bị chuột bọ, nấm mốc và cả thời tiết phá huỷ. Do yêu cầu chống cháy nên chỉ nên dùng bông thuỷ tinh hoặc Stiropo có phụ gia chống cháy để cách nhiệt đường ống.

Các đường ống ngầm thường có tiết diện chữ nhật còn các đường ống treo có tiết diện chữ nhật hoặc tròn. Các đường ống thường được thiết kế thắt dần theo lưu lượng giảm dần theo chiều dài ống và số miệng thổi bố trí trên ống.

Hình 12-49 và hình 12-50 giới thiệu một số kiểu miệng thổi phân phối không khí.



Hình 12-50. Miệng thổi phân phối không khí

- a) Miệng thổi tròn : 1- Đĩa có khoan lỗ hoặc đĩa liền ;
2- Vít điều chỉnh đĩa ; 3- Thân ; 4- Bộ phận điều chỉnh lưu lượng ;
b) Miệng thổi vuông : 1- Các tấm dẫn hướng ; 2- Màng ngăn ; 3- Thân ; 4- Tấm khuếch tán

12.6.6. Thiết bị lọc bụi

Thiết bị lọc bụi dùng để khử bụi và làm sạch không khí. Thiết bị lọc bụi rất đa dạng về cấu tạo và nguyên lý làm việc. Tùy theo cấu trúc từng loại mà chúng có thể khử được bụi, các chất độc hại và có mùi, bụi sơn, dầu, mỡ, các loại hơi và vi khuẩn. Tùy theo từng trường hợp cụ thể có yêu cầu riêng về độ trong sạch của không khí.

Thiết bị lọc bụi càng có độ mịn cao càng lọc được bụi có kích thước nhỏ nhưng tổn thất áp suất qua nó càng lớn, đòi hỏi cột áp của quạt càng cao. Người ta phân ra các loại :

- Bụi thô có kích thước đến $10\mu\text{m}$
- Bụi tinh có kích thước từ 1 đến $10\mu\text{m}$
- Bụi rất tinh có kích thước nhỏ hơn $1\mu\text{m}$.

Thiết bị lọc bụi tùy theo nguyên lý làm việc và kết cấu được phân ra các loại :

1. Lưới lọc kim loại : Dùng để khử bụi với nồng độ lớn nhất tới $20\text{mg}/\text{m}^3$, hệ số khử bụi đạt 95% - Có thể khử được cả bụi sơn và bụi dầu.

2. Phin lọc điện : - Sử dụng trong công nghiệp với lưu lượng không khí lớn tới khoảng $240.000\text{ m}^3/\text{h}$ và nồng độ bụi lớn nhất tới $20\text{mg}/\text{m}^3$. Hệ số khử bụi đạt $91 \div 98\%$. Còn có thể được sử dụng trong các hệ thống điều hoà không khí, ví dụ ở bệnh viện, phòng thí nghiệm với hệ số khử bụi đến 99,9%.

3. Phin lọc dùng than hoạt tính - thích hợp với việc khử các chất độc hại, các chất có mùi cũng như vi khuẩn kết hợp với các phương pháp xử lý khác.

4. Phin lọc khô bằng vải

- Đối với bụi thô và bụi tinh : Cấu tạo kiểu màng chặn đẩy vào trong máy. Khi vệ sinh chỉ cần rút ra đem rửa hoặc gõ cho rơi bụi ra. Có kiểu băng cuộn do động cơ kéo.

- Đối với bụi tinh và rất tinh có thể dùng túi vải. Hệ số khử bụi tới 99,3%.

- Đối với bụi rất tinh lơ lửng trong không khí : sử dụng trong các trung tâm máy tính. Hệ số khử bụi tới 99,97%.

Chương 13

KỸ THUẬT CRYO

13.1. Kỹ thuật cryo và kỹ thuật hoá lỏng không khí

13.1.1. Khái niệm

Trong phần "Kỹ thuật lạnh cơ sở" chúng ta đã phân biệt kỹ thuật lạnh vừa và kỹ thuật lạnh sâu. Cho tới nay, còn có những cách phân chia ranh giới khác nhau giữa hai lĩnh vực nhiệt độ thấp này.

Theo quan điểm sản xuất và ứng dụng lạnh trong đời sống và sản xuất công nghiệp và để tiện sử dụng người ta coi -100°C là ranh giới phân chia giữa hai lĩnh vực lạnh vừa và lạnh sâu [18]. Lĩnh vực nhiệt độ thấp hơn -100°C còn có tên gọi phổ biến là lĩnh vực lạnh cryo. Để tạo nên môi trường lạnh nhiệt độ cao hơn -100°C , ta có thể sử dụng các phương pháp làm lạnh và các hệ thống lạnh truyền thống làm việc theo các chu trình lạnh có máy nén hơi nhiều cấp như đã khảo sát trong các chương trước. Các phương pháp tạo nhiệt độ thấp hơn -100°C được áp dụng phổ biến chủ yếu là phương pháp làm bay hơi các khí hoá lỏng có nhiệt độ sôi thấp.

Trong lĩnh vực lạnh cryo người ta còn phân biệt lĩnh vực nhiệt độ thấp và lĩnh vực nhiệt độ rất thấp. Ta biết rằng không khí là hỗn hợp khí có sẵn trong khí quyển, lại không độc hại và những chất thành phần chính của nó là nitơ và oxy có nhiệt độ sôi thấp (khoảng từ -183 đến -196°C - xem bảng 13-1), nên không khí thường được dùng nhiều để hoá lỏng. Trong môi trường có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ sôi thì các khí đã hoá lỏng này lại thu nhiệt và bay hơi, tạo môi trường có nhiệt độ thấp. Để tạo nhiệt độ thấp hơn -200°C người ta thường sử dụng các khí lỏng như hydro, heli và neon.

Trong không khí thì nitơ chiếm tới 79% khối lượng và là sản phẩm của quá trình sản xuất oxy từ không khí nên nitơ lỏng được sử dụng để làm lạnh nhiều hơn cả. Vì tính phổ biến này của nitơ và do nhu cầu tạo môi trường nhiệt độ thấp ngày càng nhiều nên trong vật lý nhiệt độ thấp người ta còn coi lĩnh vực nhiệt độ thấp bao gồm từ nhiệt độ khí quyển đến nhiệt độ bay hơi của nitơ lỏng ($77,4\text{K}$ hay $-195,75^{\circ}\text{C}$), còn lĩnh vực nhiệt độ rất thấp bao gồm từ nhiệt độ điểm ba của nitơ (63K hay $-210,15^{\circ}\text{C}$) đến gần 0K ($-273,15^{\circ}\text{C}$). Vì vậy cũng có thể nói rằng kỹ thuật sản xuất và ứng dụng nhiệt độ thấp (và rất thấp) được gọi chung là kỹ thuật nhiệt độ thấp hay kỹ thuật lạnh cryo (cryo technique). Đối tượng nghiên cứu của kỹ thuật lạnh cryo là lĩnh vực nhiệt độ nhỏ hơn -100°C .

Trong một số tài liệu chuyên môn người ta còn coi các nhiệt độ thấp hơn 120K (hay $-153,15^{\circ}\text{C}$) là lĩnh vực nhiệt độ rất thấp và gọi là lĩnh vực nhiệt độ cryo (cryo temperature), kỹ thuật lạnh cryo lại được kể từ mốc nhiệt độ $-153,15^{\circ}\text{C}$ này.

Bảng 13-1 : Đặc tính vật lý của các khí hoá lỏng thường gặp

| Khí | Ký hiệu hoá học | Khối lượng mol | Nhiệt độ tới hạn | Áp suất tới hạn | Trạng thái rắn | | Trạng thái lỏng | | | Trạng thái khí | | |
|-------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|---|------------------------------------|----------|
| | | | | | Nhiệt độ điểm ba | Nhiệt dung đặc ở điểm ba | Khối lượng riêng ở áp suất 1,013 bar | Nhiệt độ bay hơi ở áp suất 1,013 bar | | Thể tích khí đo 1m ³ khí lỏng bay hơi ở 1,013 bar, 0°C | Nhiệt hoá hơi ở áp suất, 1,013 bar | |
| | | | | | K | J/mol | kg/m ³ | °C | K | | m ³ | J/mol |
| Oxy | O ₂ | 32 | 154,92 | 50,80 | 54,35 | 444,87 | 1141 | -182,97 | 90,18 | 798 | 6817,4 | 243060 |
| Argon | A | 40 | 150,86 | 48,97 | 83,80 | 1171,8 | 1139,4 | -185,87 | 87,28 | 781 | 6470,4 | 225772,4 |
| Nitơ | N ₂ | 28 | 126,13 | 33,93 | 63,15 | 715,6 | 807,4 | -195,8 | 77,35 | 646 | 1813,8 | 160921,6 |
| Nêon | Ne | 20,2 | 44,45 | 27,2 | 24,55 | 332,7 | 1207 | -246,1 | 27,07 | 1350 | 1732,6 | 103612,2 |
| Hydrô | H ₂ | 2 | 33,26 | 12,97 | 13,95 | 117,18 | 70,97 | -252,76 | 20,39 | 789,0 | 899,8 | 132512,6 |
| Hêli | He | 4 | 5,20 | 2,27 | | | 125,2 | -268,93 | 4,22 | 700 | 81,6 | 2548,7 |

Để tiện theo dõi các tài liệu chuyên môn ngoài nước và thống nhất với cách gọi tên phổ biến hiện nay, chúng ta chấp nhận dùng thuật ngữ "Kỹ thuật lạnh cryo" thay cho thuật ngữ "Kỹ thuật lạnh sâu" (hay lạnh thâm độ) được dùng chưa phổ biến ở nước ta hiện nay.

13.1.2. Đặc điểm và ứng dụng của kỹ thuật lạnh cryo

Khác với các hệ thống lạnh thông thường, có các hệ dùng lạnh "tiêu thụ" lạnh liên tục, trực tiếp từ nguồn lạnh hoặc gián tiếp qua chất tải lạnh, trong kỹ thuật lạnh cryo việc tạo nhiệt độ thấp ban đầu chỉ nhằm làm hoá lỏng môi chất rồi sau đó môi chất lạnh đã hoá lỏng này mới được dùng để làm lạnh các đối tượng cần làm lạnh. Việc hoá lỏng môi chất khá phức tạp hơn nhiều so với việc "khai thác lạnh" của môi chất hoá lỏng. Điều đó giải thích tại sao người ta thường không kết hợp sản xuất và tiêu thụ lạnh cryo tại chỗ: Một mặt vì không phải ở đâu cũng dễ dàng có được hệ thống tạo nhiệt độ rất thấp, mặt khác, hoá lỏng khí cũng là một phương pháp tách khí khi sản xuất các khí khác nhau, với số lượng lớn và thuận tiện cho việc bảo quản và sử dụng tiếp theo.

Khí đã hoá lỏng hoặc được dùng để tạo nhiệt độ rất thấp hoặc được dùng vào những mục đích khác. Trong trường hợp dùng khí hoá lỏng để làm lạnh ta chỉ việc cho khí lỏng bay hơi, thu nhiệt trong môi trường hay từ đối tượng cần làm lạnh. Nếu áp suất môi trường không thay đổi thì nhiệt độ bay hơi của khí lỏng sẽ không đổi (bằng nhiệt độ bão hoà ở áp suất môi trường, ví dụ với nitơ lỏng ở áp suất 1 bar là 77,4K hay -193,15°C) và có khả năng tạo nhiệt độ môi trường lạnh không thay đổi nếu công suất lạnh đủ lớn và các quá trình trao đổi nhiệt được tổ chức một cách hợp lý.

Như vậy, kỹ thuật lạnh cryo luôn gắn liền với kỹ thuật hoá lỏng khí. Khí được hoá lỏng trong các hệ thống lạnh cryo và chính những khí này lại có thể được dùng làm môi chất lạnh trong các thiết bị sử dụng lạnh cryo. Vì vậy khi đã tạo được những khí hoá lỏng có nhiệt độ bay hơi phù hợp ta coi như đã hoàn thành khâu "chuẩn bị sản xuất" lạnh cryo. Công nghệ tách và thu các khí thành phần là nhiệm vụ của kỹ thuật sản xuất khí hoá lỏng, do vậy cũng là công nghệ của kỹ thuật sản xuất lạnh cryo. Trong phạm vi giáo trình này không đi sâu trình bày kỹ thuật thu riêng các khí thành phần khi làm lạnh hỗn hợp khí.

Các môi chất lạnh lỏng có nhiệt độ bay hơi thấp hơn -100°C , vì thế, còn được gọi là các chất lỏng cryo.

Không khí lỏng cũng được coi là một môi chất lạnh cryo với nhiệt độ bay hơi khoảng 80K (hay $-193,15^{\circ}\text{C}$). Sở dĩ nhiệt độ này không phải là hằng số mà có thay đổi (tăng) một ít trong quá trình bay hơi cùng với sự giảm tỷ lệ thành phần cấu tử có nhiệt độ sôi thấp (nitơ) trong pha lỏng. Tuy nhiên, khi hoá lỏng không khí người ta thường tách riêng các thành phần chủ yếu là nitơ và ôxy, chứ không còn là hỗn hợp không khí lỏng nữa, vì vậy không khí thường không có mặt trong các bảng thống kê chất lỏng cryo.

Từ nhiều năm nay kỹ thuật lạnh cryo đã khá phát triển ở một số nước phương tây và châu Âu. Các khí hoá lỏng không chỉ được dùng làm môi chất lạnh cryo để tạo nhiệt độ rất thấp mà còn được dùng vào những mục đích khác nhau trong các ngành luyện kim, cơ khí, y tế, quốc phòng,...

Các chất lỏng cryo như nitơ, ôxy, hydrô, không khí, acgon, nêon và hêli được dùng nhiều để tạo nhiệt độ thấp, không chỉ được thử nghiệm và dùng trong phòng thí nghiệm, mà đã đi vào sản xuất công nghiệp, phục vụ nhiều lĩnh vực nghiên cứu khoa học và nhiều ngành công nghiệp quan trọng như kỹ thuật siêu dẫn, vật lý nguyên tử, khoa học vũ trụ, sinh học, y học và trong kỹ thuật làm lạnh các sản phẩm và thực phẩm,... Nhờ phát triển kỹ thuật lạnh cryo (tạo nên các chất lỏng cryo) mà phương pháp làm lạnh đông cực nhanh đã hình thành và ngày càng phát triển. Phương pháp này không chỉ cho phép giảm đáng kể, thời gian làm lạnh (rút ngắn khoảng 80% thời gian cần thiết) và tăng công suất làm lạnh sản phẩm lên 3 ÷ 4 lần mà với hầu hết sản phẩm, sau khi làm lạnh đông cực nhanh, còn giữ được gần như nguyên vẹn phẩm chất tươi sống và giảm đáng kể khối lượng sản phẩm hao hụt.

Như vậy, cùng với kỹ thuật lạnh cryo thì công nghệ cryo (cryologie) cũng phát triển và liên quan chặt chẽ với việc sản xuất, tích trữ, vận chuyển và phân phối các chất lỏng cryo.

Các chất lỏng cryo phải được thường xuyên quan tâm và bảo quản trong những điều kiện thích hợp, đảm bảo cách nhiệt tốt nhất chất lỏng cryo với bên ngoài để hạn chế dòng nhiệt truyền từ ngoài vào, đặc biệt là đối với các chất có nhiệt ẩn hoá hơi nhỏ.

Để bảo quản lâu dài các khí hoá lỏng người ta phải dùng các bình chứa có kết cấu đặc biệt kiểu bình Dewar – phổ biến là bình kim loại hai vỏ chân không.

Vật liệu dùng trong các thiết bị của hệ thống lạnh cryo cũng có những yêu cầu riêng, đặc biệt là độ bền cơ học ở áp suất cao, tính ổn định khi nhiệt độ thay đổi và không bị vỡ ở nhiệt độ rất thấp,...

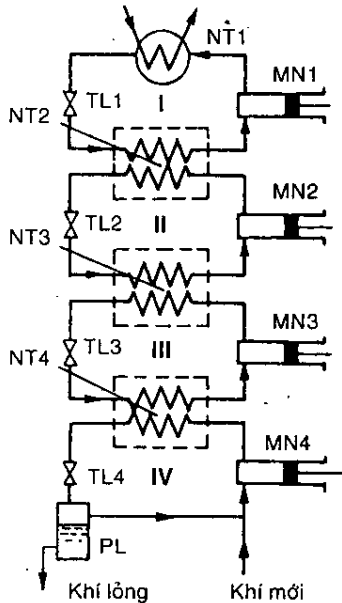
Như trên đã trình bày, việc nghiên cứu hai mặt sản xuất và sử dụng lạnh cryo là nhiệm vụ của kỹ thuật lạnh cryo. Đây là một chuyên ngành có rất nhiều vấn đề và kỹ thuật cần đi sâu nghiên cứu. Trong phạm vi tài liệu này, chúng tôi chỉ đề cập những cơ sở chính của kỹ thuật sản xuất lạnh cryo hay là kỹ thuật hoá lỏng khí, mà không đi sâu trình bày đặc tính cấu tạo thiết bị và các công việc thiết kế, lắp đặt và vận hành,... Tuy nhiên, với những kiến thức cơ bản về kỹ thuật lạnh đã được trang bị, chúng ta có cơ sở để nghiên cứu tiếp tục các mặt khác của kỹ thuật và công nghệ sử dụng lạnh cryo. Các ví dụ áp dụng nhằm minh hoạ phương pháp tính toán các quá trình cơ bản và các đặc tính của các hệ thống lạnh cryo.

Ba phương pháp chính sử dụng trong kỹ thuật hoá lỏng khí là phương pháp Pictet, phương pháp Linde và phương pháp Claude.

13.2. Phương pháp Pictet

Phương pháp này còn có tên gọi là phương pháp hoá lỏng nhiều tầng, là phương pháp cổ nhất, mang tên nhà vật lý Thụy sĩ Pictet R., phát minh từ năm 1887.

Đây là phương pháp sử dụng nhiều chu trình ghép của máy lạnh nén hơi, như sơ đồ hình 13-1.



Hình 13-1 : Sơ đồ hệ thống hoá lỏng khí theo phương pháp Pictet

Ở thiết bị hoá lỏng loại này, số lượng tầng phụ thuộc vào tính chất của khí hoá lỏng và của các môi chất lạnh sử dụng. Chẳng hạn, để hoá lỏng không khí theo phương pháp này, người ta sử dụng thiết bị hoá lỏng 4 tầng như kiểu sơ đồ hình 13-1.

Môi chất lạnh sử dụng ở các tầng trên thường là amoniác, etylen, ôxy và tầng cuối cùng là không khí. Hydrô được hoá lỏng trong thiết bị 5 tầng, heli trong thiết bị 6 tầng...

Phương pháp Pictet tương đối phức tạp, thiết bị công kênh, phải sử dụng nhiều chu trình ghép với nhiều máy nén và các trang thiết bị nên tốn kém và quản lý, vận hành khó khăn.

13.3. Phương pháp Linde

13.3.1. Hệ thống thiết bị

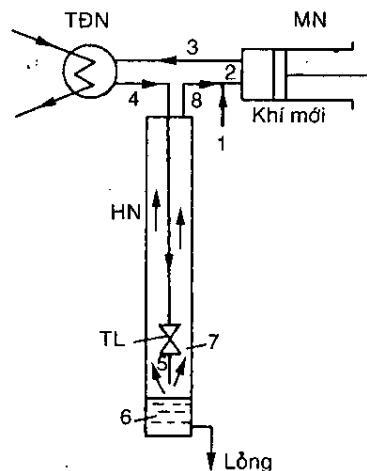
Phương pháp Linde là phương pháp hoá lỏng có làm lạnh khí trước khi tiết lưu đoạn nhiệt do Linde người Đức đề xuất và thực hiện lần đầu tiên năm 1895. Sơ đồ của thiết bị được trình bày trên hình 13-2.

Hệ thống gồm 4 chu trình ghép sử dụng 4 loại môi chất lạnh khác nhau. Trong chu trình I, môi chất lạnh được ngưng tụ trong thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước NT1. Trong các chu trình II và III, môi chất lạnh được ngưng tụ trong các bình ngưng NT2 và NT3 do môi chất lạnh của tầng trên bay hơi làm mát. Các thiết bị ngưng tụ NT2 và NT3 vừa đóng vai trò là thiết bị ngưng tụ đối với tầng dưới vừa là thiết bị bay hơi của chu trình tầng trên. Như vậy các môi chất lạnh phải được chọn sao cho ở cùng một áp suất thì nhiệt độ bay hơi của môi chất lạnh tầng dưới phải nhỏ hơn của môi chất lạnh tầng trên.

Ở chu trình tầng cuối cùng (ở đây là tầng IV) môi chất lạnh phải là khí cần hoá lỏng. Như vậy khí này được làm lạnh sơ bộ trong thiết bị bay hơi NT4 của tầng III và đi qua van tiết lưu TL4 để dẫn nở đến trạng thái của hỗn hợp hai pha rồi vào thiết bị phân ly PL. Phân lỏng của hỗn hợp được tách ra khỏi chu trình, còn phần chưa hoá lỏng được hoà trộn với khí mới để đưa vào máy nén 4 lặp lại chu trình.

Khối lượng khí mới bổ sung bằng khối lượng của khí đã hoá lỏng, do đó quá trình hoá lỏng được thực hiện liên tục.

Khí mới và khí lạnh từ thiết bị hồi nhiệt HN được máy nén MN hút về và nén tới áp suất p_3 qua thiết bị trao đổi nhiệt - làm lạnh TĐN, rồi đi qua thiết bị hồi nhiệt tới van tiết lưu TL. Khi qua van tiết lưu sẽ có áp suất và nhiệt độ giảm. Nhưng nếu nhiệt độ khí còn cao hơn nhiệt độ bão hoà tương ứng với áp suất hút p_2 của máy nén (thường bằng áp suất khí quyển) thì khí chưa hoá lỏng được mà lại được hút về qua thiết bị hồi nhiệt để làm lạnh khí đi trong ống và được nén trong máy nén, tiếp tục chu trình. Sau các quá trình làm lạnh và tiết lưu tiếp tục, nếu nhiệt độ khí giảm tới nhiệt độ bão hoà tương ứng với áp suất hút p_2 thì một phần khí được hoá lỏng. Phần còn lại cùng khí mới bổ sung lại tiếp tục chu trình mới.

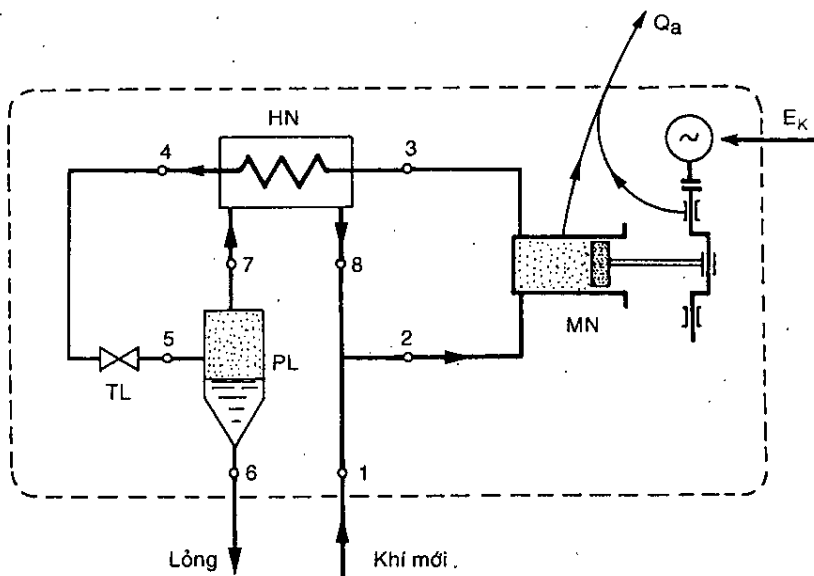


Hình 13-2 : Sơ đồ hoạt động của thiết bị hoá lỏng Linde

Sự làm lạnh khí sau khi nén rất quan trọng, nó đảm bảo hạ nhiệt độ trước tiết lưu xuống nhỏ hơn nhiệt độ chuyển biến (đảm bảo giảm nhiệt độ khí sau tiết lưu) và tăng năng suất khí hoá lỏng.

Trong hệ thống hoá lỏng khí theo phương pháp này, người ta phải sử dụng một môi chất trung gian để làm lạnh sơ bộ khí trong thiết bị trao đổi nhiệt - làm lạnh. Thông thường, môi chất trung gian là amoniác trong thiết bị hoá lỏng oxy, nitơ trong thiết bị hoá lỏng hydro (nhiệt độ chuyển biến $T_{cb} = 183K$) và hydro trong thiết bị hoá lỏng heli ($T_{cb} = 38K$).

Trên hình 13 - 3 trình bày một sơ đồ khác của hệ thống thiết bị hoá lỏng khí theo phương pháp Linde. Ở đây chỉ dùng thiết bị hồi nhiệt để làm lạnh khí mà không dùng môi chất lạnh trung gian và thiết bị trao đổi nhiệt - làm lạnh.



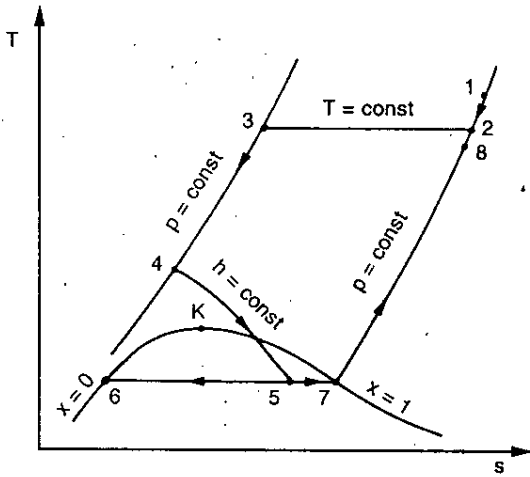
Hình 13-3 : Sơ đồ thiết bị hoá lỏng Linde không dùng môi chất lạnh trung gian

13.3.2. Chu trình làm việc

Sự thay đổi trạng thái của khí hoá lỏng được trình bày trên đồ thị $T - s$, hình 13 - 4, các điểm đặc trưng tương ứng biểu thị ở hình 13 - 3 và 8 - 2.

(1 + 8) - 2 : Hỗn hợp khí (2) của khí mới ở trạng thái 1 và khí từ thiết bị hồi nhiệt ở trạng thái 8.

2 - 3 : quá trình nén đẳng nhiệt trong máy nén nhiều tầng có làm mát trung gian.



Hình 13-4 : Chu trình thiết bị hoá lỏng Linde

Hỗn hợp khí (2) được hút về máy nén thực hiện tiếp tục một chu trình mới. Phương pháp Linde đã được nhà bác học Anh J.Dewar áp dụng thành công lần đầu tiên năm 1898 để hoá lỏng hydrô.

Khí có nhiệt độ sôi thấp nhất (4,2K) là heli cũng được hoá lỏng bằng phương pháp này, lần đầu tiên vào năm 1908 do nhà Vật lý Hà lan H. Kamerlingh Onnes thực hiện.

13.3.3. Tính toán thiết bị hoá lỏng kiểu Linde

1. Các đặc tính cơ bản

– Giả thiết : tất cả các phần tử của hệ thống được cách nhiệt hoàn chỉnh. Bỏ qua các thay đổi về động năng và thế năng của dòng và tổn thất ma sát trong các thiết bị hồi nhiệt, thiết bị phân ly và trong các đường ống dẫn. Chế độ làm việc ổn định.

– Suất tiêu hao công (e) : công tiêu hao để nén 1kg khí theo quá trình nén đẳng nhiệt từ trạng thái đầu có entanpi h_1 và entropi s_1 đến trạng thái cuối có entanpi h_{3t} và entropi s_{3t} được tính theo phương trình cân bằng năng lượng :

$$e_{\eta_t} = w - q \quad \text{kJ/kg.}$$

với : η_t – hiệu suất đẳng nhiệt của máy nén

$w = h_{3t} - h_1$, kJ/kg công nén 1kg khí.

$q = T_1(s_{3t} - s_1)$, kJ/kg – nhiệt toả ra trong quá trình nén

ta có

$$e = \frac{(h_{3t} - h_1) - T_1(s_{3t} - s_1)}{\eta_t} \quad \text{kJ/kg} \quad (13-1)$$

– Công suất tiêu hao để nén khí :

$$E = m_2 \cdot e \quad \text{kW} \quad (13-2)$$

m_2 – lưu lượng khối lượng khí nén, kg/s

– Công suất điện tiêu hao để truyền động máy nén :

$$E_K = \frac{E}{\epsilon_K} \quad \text{kW} \quad (13-3)$$

với ϵ_K – hiệu suất truyền động của nhóm động cơ – máy nén.

3 – 4 : làm lạnh trong thiết bị làm lạnh nhờ môi chất trung gian hoặc trong thiết bị hồi nhiệt nhờ hơi từ bình phân ly trong kiểu thiết bị trình bày ở hình 13-3.

4 – 5 : dẫn nở Joule – Thomson trong van tiết lưu

5 – (6 + 7) : hỗn hợp (5) tách thành khí lỏng bão hoà (trạng thái 6) và hơi bão hoà (trạng thái 7) ở phần dưới thiết bị hình 13 – 2 hoặc ở thiết bị phân ly PL của hệ thống hình 13 – 3.

7 – 8 : gia nhiệt khí trong thiết bị hồi nhiệt HN do khí có nhiệt độ cao hơn khi ra khỏi thiết bị trao đổi nhiệt – làm lạnh ở hệ thống hình 13 – 2 hoặc do khí nén từ máy nén.

- Suất tiêu hao điện năng : Điện năng tiêu hao để sản xuất 1kg khí hoá lỏng ở áp suất khí quyển.

$$e_K = \frac{E_K}{m_6}, \quad \text{kJ/kg khí lỏng} \quad (13-4)$$

Với m_6 – lưu lượng khối lượng của khí lỏng sản xuất ra, kg/s.

- Công suất nhiệt do nhóm động cơ – máy nén toả ra cho nước làm mát :

$$Q_K = E_K + m_1(h_1 - h_6), \quad \text{kW} \quad (13-5)$$

Trong đó : h_1 và h_6 là entanpi của khí mới và của khí hoá lỏng, kJ/kg m_1 – lưu lượng khí mới, kg/s $m_1 = m_6$

- Phương trình cân bằng năng lượng của hệ thống :

$$Q_K = E_K + W, \quad \text{kW} \quad (13-6)$$

ở đây $W = m_6(h_1 - h_6)$ – công suất nhiệt tiêu hao cho khí hoá lỏng, kW (13-7)

- Hiệu quả của hệ thống :

$$\varepsilon = \frac{W}{E_K} 100, \quad \% \quad (13-8)$$

2. Áp dụng : Một hệ thống thiết bị kiểu Linde, dùng để hoá lỏng không khí, có sơ đồ hoạt động như ở hình 13 – 3. Biết trạng thái không khí khí quyển $P_a = 1\text{bar}$, $t_a = 27^\circ\text{C}$. Không khí hút vào máy nén ở nhiệt độ 15°C , áp suất 1bar và được nén tới áp suất 200bar ở nhiệt độ 20°C . Lưu lượng không khí nén 0,02kg/s và không khí hoá lỏng (ở áp suất 1 bar) 0,0015kg/s. Hiệu suất truyền động của nhóm động cơ – máy nén là 95% và hiệu suất đẳng nhiệt của máy nén 60%. Yêu cầu :

- Xây dựng chu trình làm việc của hệ thống trên đồ thị T – s.
- Xác định các thông số trạng thái (p, T, h, s) tại các điểm đặc trưng của chu trình.
- Công suất điện tiêu thụ cho thiết bị và suất tiêu hao điện năng để sản xuất 1kg khí hoá lỏng ở áp suất 1bar.
- Xác định công suất nhiệt do nhóm động cơ – máy nén toả ra môi trường xung quanh.
- Lập cân bằng năng lượng và tính hiệu suất thiết bị.

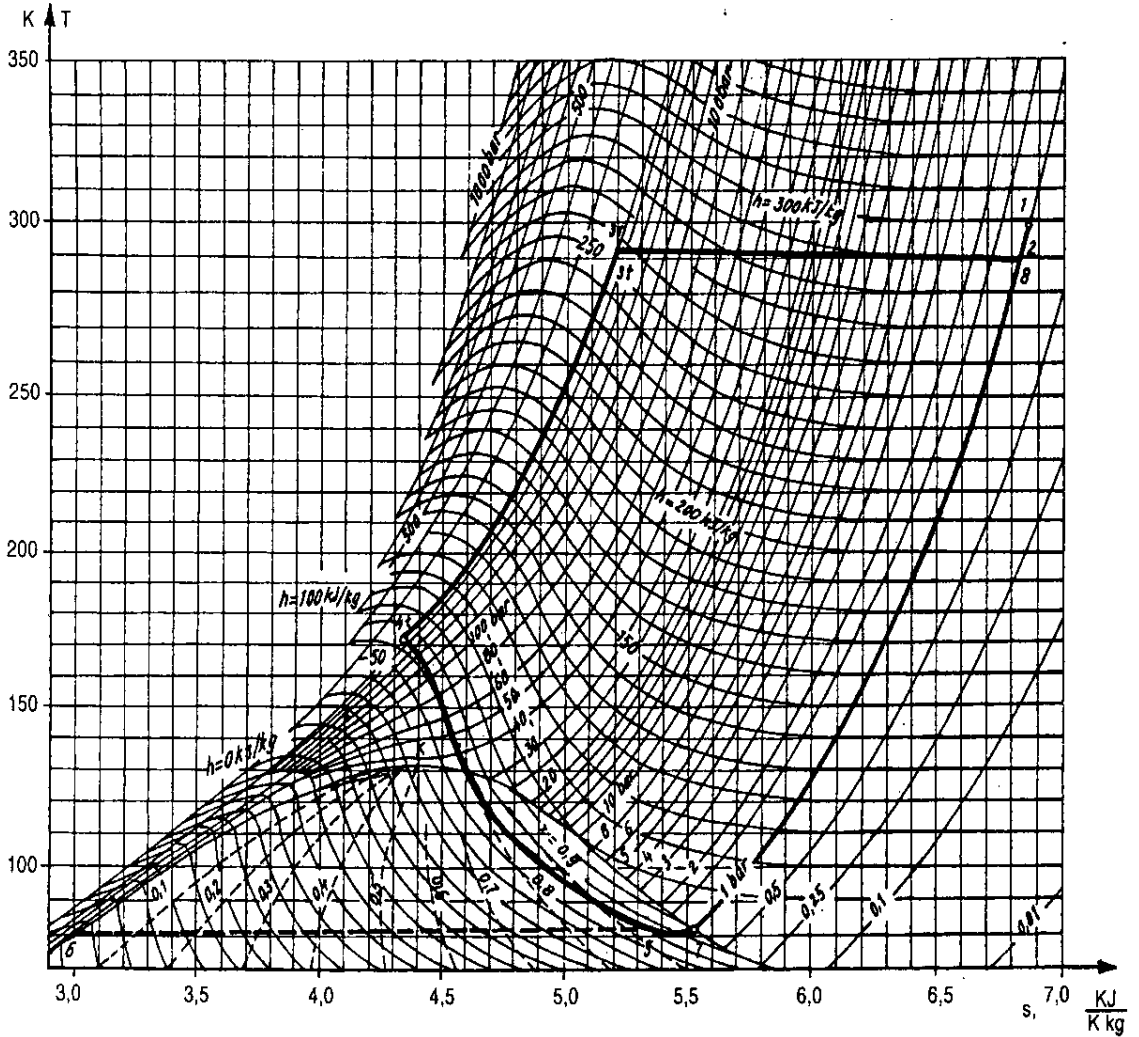
a) *Xây dựng chu trình.*

Chu trình làm việc của thiết bị có dạng như hình 13 – 4 và được biểu thị định lượng trên hình 13 – 5.

Điểm 3t biểu thị trạng thái cuối của không khí nén, theo quá trình nén đẳng nhiệt, nhưng thực tế nhiệt độ không khí có tăng chút ít, biểu thị bằng trạng thái 3. Theo đầu bài $t_3 = 20^\circ\text{C}$, $t_{3t} = 15^\circ\text{C}$.

b) *Thông số trạng thái tại các điểm đặc trưng của chu trình :*

- Các điểm 1, 2 và 3 : Biểu thị các trạng thái của không khí mới (1), không khí hút vào máy nén (2) và không khí nén (3). Các thông số của các trạng thái này có thể được xác định trực tiếp trên đồ thị T – s của không khí của hình 13 – 5 và tập hợp ở bảng 13-2.



Hình 13-5 : Chu trình hoá lỏng không khí theo phương pháp Linde

Bảng 13.2 – Các thông số trạng thái đặc trưng của không khí xác định trên đồ thị T-s

| Trạng thái | P, bar | T, K | h, kJ/kg | s, kJ/kgK |
|------------|-----------|---------|-------------|--------------|
| 1 | 1 | 300,15 | 300 | 6,87 |
| 2 | 1 | 288,15 | 288 | 6,83 |
| 3 | 200 | 293,15 | 257 | 5,20 |

– Điểm 7 : $P_7 = P_6 = 1\text{bar}$. Trạng thái 7 là trạng thái của hơi bão hoà khô, theo đồ thị T – s ta có :

$$T_7 = 82\text{K}$$

$$h_7 = 78\text{kJ/kg}$$

$$s_7 = 5,54\text{ kJ/kgK}$$

- Điểm 8 : theo giả thiết, bỏ qua trở lực đường ống và thiết bị hồi nhiệt nên $P_7 = P_8 = 1\text{bar}$.

Cân bằng khối lượng : $m_1 = m_6 = 0,0015\text{kg/s}$.

$$m_8 = m_7 = m_5 - m_6 = m_2 - m_6 = 0,02 - 0,0015 = 0,0185\text{kg/s}.$$

Entanpi h_8 xác định trên cơ sở phương trình cân bằng năng lượng viết cho hỗn hợp không khí hút vào máy nén :

$$h_8 = \frac{\bar{m}_2 h_2 - \bar{m}_1 h_1}{\bar{m}_8} = 287 \text{ kJ/kg}.$$

Từ P_8 và h_8 ta xác định được trên đồ thị :

$$T_8 = 287\text{K} \qquad s_8 = 6,82\text{kJ/kgK}.$$

- Điểm 4 :

$$P_4 = P_3 = 200\text{bar}$$

Từ phương trình cân bằng năng lượng viết cho thiết bị hồi nhiệt ta có :

$$h_4 = h_3 - \frac{\bar{m}_7(h_8 - h_7)}{\bar{m}_3} = 63,7 \text{ kJ/kg}.$$

Với các giá trị P_4 và h_4 ta xác định được trạng thái 4 trên đồ thị và có :

$$T_4 = 172\text{K} \qquad s_4 = 4,34\text{kJ/kgK}.$$

- Điểm 5 : $P_5 = P_6 = 1\text{bar}$

$$h_5 = h_4 = 63,7 \text{ kJ/kg (quá trình tiết lưu đoạn nhiệt)}$$

P_5 và h_5 xác định trạng thái 5 và ta tìm được trên đồ thị :

$$T_5 = 81,5\text{K} \qquad s_5 = 5,36\text{kJ/kgK}.$$

- Điểm 6 : $p_6 = 1\text{bar}$.

Điểm 6 biểu thị trạng thái không khí lỏng bão hoà, nên trên đồ thị ta dễ tìm được trạng thái 6 (giao điểm của đường giới hạn dưới $x_6 = 0$ và $P_6 = 1\text{bar}$) và có :

$$T_6 = 79\text{K} \qquad h_6 = -127\text{kJ/kg} \qquad s_6 = 2,98\text{kJ/kgK}.$$

c) Suất tiêu hao điện năng và công suất điện tiêu thụ

- Công nén 1kg xác định theo công thức (13 - 1). Điểm 3t là giao điểm của đường đẳng nhiệt T_2 và đường đẳng áp P_3 , theo đồ thị ta có :

$$\begin{aligned} P_{3t} &= P_3 = 200\text{bar} & T_{3t} &= T_2 = 288,15\text{K} \\ h_{3t} &= 250\text{kJ/kg} & s_{3t} &= 5,18\text{kJ/kgK}. \end{aligned}$$

Hiệu suất đẳng nhiệt của máy nén đã biết $\eta_K = 0,6$ vậy :

$$e = \frac{(h_{3t} - h_1) - T_1(s_{3t} - s_1)}{\eta_t} = 762,1 \text{ kJ/kg}.$$

- Công suất tiêu hao cho quá trình nén (quan hệ 8 - 2) :

$$\bar{E} = \bar{m}_2 e = 15,2 \cdot 42 \text{ kW}.$$

- Công suất điện tiêu thụ xác định theo (13 - 3) với $\varepsilon_K = 0,95$:

$$\bar{E}_K = \bar{E} / \varepsilon_K = 16,044 \text{ kW}.$$

- Suất tiêu hao điện năng (theo 13 - 4) :

$$e_K = \bar{E}_K / \bar{m}_6 = 10695,99 \text{ kJ/kg không khí lỏng.}$$

d) Công suất nhiệt do nhóm động cơ máy nén toả ra môi trường xác định theo quan hệ (13 - 5)

$$\bar{Q} = \bar{E}_K + \bar{m}_6(h_1 - h_6) = 16,684 \text{ kW.}$$

e) Cân bằng năng lượng của thiết bị : có dạng như quan hệ (13 - 6)

$$\bar{Q}_K = \bar{E}_K + \bar{W}, \text{ kW.}$$

Hiệu quả của thiết bị xác định theo (13 - 8), trong đó \bar{W} là công suất tiêu hao cho khí hoá lỏng, tính theo (13 - 7) :

$$\bar{W} = \bar{m}_6(h_1 - h_6) = 0,641 \text{ kW}$$

Vậy :

$$\varepsilon = (\bar{W} / \bar{E}_K) 100 = 4\%.$$

13.4. Phương pháp Claude

13.4.1. Sơ đồ nguyên lý

Ở các hệ thống thiết bị hoá lỏng khí theo phương pháp Claude, ngoài van tiết lưu dùng để tạo nên quá trình dẫn nở không thuận nghịch, còn có máy dẫn nở thực hiện quá trình dẫn nở đoạn nhiệt và sinh công.

Trong Nhiệt động học đã chứng minh rằng hệ số tiết lưu α_h (hiệu ứng Joule - Thomson, $h_{đầu} = h_{cuối}$) có giá trị nhỏ hơn hệ số dẫn nở đoạn nhiệt thuận nghịch α_s (dẫn nở isentróp, $s = \text{const}$) [20] :

$$\alpha_s > \alpha_h \quad (13-9)$$

hay

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_s > \left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_h \quad (13-10)$$

Kết quả là với cùng giá trị nhiệt độ T_1 và các giá trị áp suất P_1 và P_2 của khí trước và sau khi dẫn nở thì nhiệt độ T_{2s} sau quá trình dẫn nở trong máy dẫn nở sẽ nhỏ hơn nhiệt độ T_{2h} sau quá trình dẫn nở trong van tiết lưu :

$$T_{2s} < T_{2h} \quad (13-11)$$

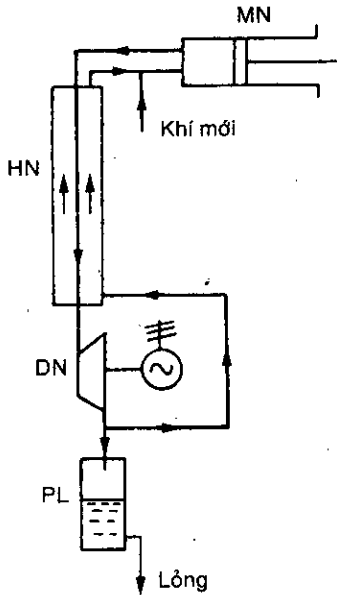
Như vậy, các quá trình dẫn nở đoạn nhiệt có sinh công bên ngoài đảm bảo làm lạnh khí (hay chất lỏng) tốt hơn là quá trình tiết lưu đoạn nhiệt. Nói khác đi, khi qua van tiết lưu, khí bị làm lạnh ít hơn, quá trình tiết lưu luôn luôn là quá trình không thuận nghịch, có kèm theo tổn thất năng lượng. Trên hình 13 - 6 trình bày sơ đồ hệ thống thiết bị hoá lỏng đơn giản theo phương pháp Claude.

Các thiết bị hoá lỏng kiểu này có tên gọi chung là thiết bị hoá lỏng Claude hoặc thiết bị hoá lỏng có máy dẫn nở. Khác với thiết bị hoá lỏng Linde, van tiết lưu ở đây được thay bằng một máy dẫn nở (DN). Khí sau khi dẫn nở được đưa vào, bình phân li (PL) để thu khí lỏng, còn phần chưa hoá lỏng được đưa trở lại thiết bị hồi nhiệt và về máy nén. Cũng như trong thiết bị kiểu Linde, khí sau khi được nén trong máy nén (MN) được làm lạnh sơ bộ trong thiết bị trao đổi nhiệt - hồi nhiệt (HN) có dòng lưu động ngược chiều.

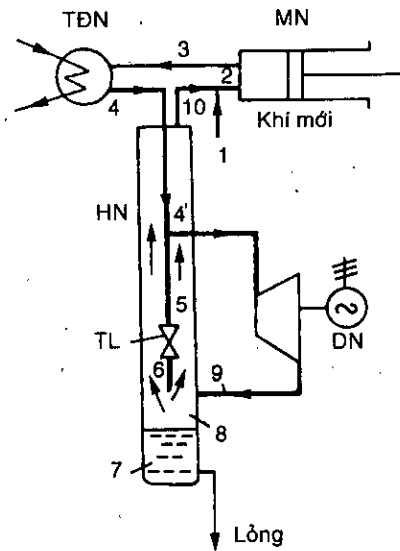
Thiết bị trao đổi nhiệt – làm lạnh ở hệ thống hoá lỏng theo phương pháp này không bắt buộc phải có, vì quá trình dẫn nở khí trong máy dẫn nở luôn luôn làm giảm nhiệt độ của khí.

Như vậy, sử dụng phương pháp hoá lỏng này có thể không cần có thêm môi chất lạnh phụ. Thiết bị trao đổi nhiệt – làm lạnh nếu có ở đây chỉ để giảm thời gian xác lập chế độ làm việc ổn định của hệ thống.

Các thiết bị hoá lỏng hêli theo phương pháp này được sản xuất theo hai loại : không có hoặc có thiết bị trao đổi nhiệt – làm lạnh (với môi chất lạnh phụ là nitơ).



Hình 13-6. Sơ đồ thiết bị hoá lỏng Claude



Hình 13-7. Sơ đồ thiết bị hoá lỏng Claude có van tiết lưu

Thông thường, trong các thiết bị hoá lỏng Claude hiện nay, người ta sử dụng cả van tiết lưu và máy dẫn nở để tạo quá trình dẫn nở khí, như sơ đồ hình 13 – 7. Ở hệ thống này, khí nén sau khi được làm lạnh sơ bộ, được chia thành hai dòng : Một dòng được dẫn nở và sinh công trong máy dẫn nở (DN) rồi quay lại thiết bị hồi nhiệt (HN) để làm lạnh dòng thứ hai trước khi dòng này được dẫn nở trong van tiết lưu (TL). Hỗn hợp hai pha ra khỏi van tiết lưu được phân li ở phần dưới của thiết bị. Khí hoá lỏng được lấy ra, phần còn lại cũng được đưa trở lại thiết bị hồi nhiệt rồi vào máy nén cùng với khí mới tiếp tục chu trình.

13.4.2. Chu trình làm việc

Chu trình làm việc của khí hoá lỏng theo phương pháp Claude được trình bày trên đồ thị T – s ở hình 13 – 8.

So với chu trình thiết bị Linde ở hình 13 – 4, trong chu trình này có thêm quá trình dẫn nở của đồng khí qua máy dẫn nở đoạn nhiệt không thuận nghịch 4 – 9 (quá trình thực), 4 – 9 là quá trình dẫn nở đoạn nhiệt thuận nghịch, lí thuyết.

3 – 4 : quá trình làm lạnh (đẳng áp) khí trong thiết bị trao đổi nhiệt – làm lạnh (TĐN)

4 – 4' : quá trình làm lạnh dòng khí chính trong thiết bị hồi nhiệt (HN).

4' – 5 : quá trình làm lạnh dòng khí vào thiết bị tiết lưu trước khi dòng này dẫn nở trong đó theo quá trình 5 – 6 để tạo thành hỗn hợp hơi ẩm.

Như trên đã trình bày, về quan điểm kỹ thuật, thiết bị hoá lỏng theo phương pháp Claude hiệu quả hơn thiết bị hoá lỏng Linde và có thể không cần dùng môi chất lạnh phụ. Công do máy dẫn nở sinh ra có thể được sử dụng để tham gia truyền động máy nén, tiết kiệm năng lượng cung cấp từ bên ngoài. Tuy nhiên việc có thêm máy dẫn nở trong hệ thống này làm cồng kềnh và phức tạp thêm hệ thống thiết bị cũng như các công việc quản lý, vận hành và làm tăng đáng kể vốn đầu tư.

Hiệu quả hoạt động của thiết bị hoá lỏng Claude phụ thuộc đáng kể vào hiệu suất tương đối của máy dẫn nở. Ở những máy dẫn nở pittông hiện đại và máy kiểu tuabin dẫn nở, trị số hiệu suất này vào khoảng 0,8 đến 0,85.

Để hoá lỏng những khí có nhiệt độ bay hơi thấp của khí hoá lỏng (ở áp suất bình thường), cần phải tăng cường làm lạnh và dẫn nở khí trước tiết lưu bằng cách sử dụng nhiều tầng dẫn nở và nhiều tầng trao đổi nhiệt – hồi nhiệt.

Trên hình 13 – 9 là sơ đồ một hệ thống thiết bị hoá lỏng theo phương pháp Claude để hoá lỏng các khí có nhiệt độ sôi thấp như heli, hydro...

Các quá trình thay đổi trạng thái của khí hoá lỏng trong chu trình hình 13 – 9 gồm :

(1 + 24) – 2 : hỗn hợp giữa khí mới và khí từ thiết bị hồi nhiệt NH1

2 – 3 : quá trình nén trong máy nén

3 – 4 : làm lạnh trong thiết bị hồi nhiệt HN1 bằng khí đi từ thiết bị hồi nhiệt HN2.

4 – (5 + 6) : trích lưu lượng khối lượng M_5 vào tuabin cao áp TAC.

6 – 7 : làm lạnh trong thiết bị hồi nhiệt HN2.

7 – 8 : làm lạnh trong thiết bị hồi nhiệt HN3.

8 – (9 + 10) : trích lưu lượng khối lượng m_9 vào tuabin thấp áp TAT

10 – 11 : làm lạnh trong thiết bị hồi nhiệt HN4.

11 – 12 : làm lạnh trong thiết bị hồi nhiệt HN5.

12 – 13 : dẫn nở Joule – Thomson trong van tiết lưu TL

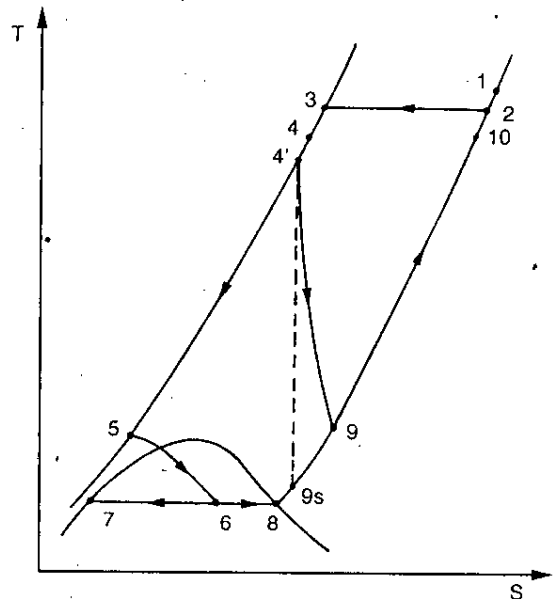
13 – (14 + 15) : phân li trong thiết bị phân li PL. Tách khí lỏng (14) (15)

15 – 16 : gia nhiệt khí trở lại máy nén trong thiết bị hồi nhiệt HN5.

(16 + 17) – 18 : hỗn hợp với khí sau tuabin thấp áp TAT

18 – 19 : gia nhiệt trong thiết bị hồi nhiệt HN4.

19 – 20 : gia nhiệt trong thiết bị hồi nhiệt HN3.



Hình 13-8 : Chu trình thiết bị hoá lỏng Claude có van tiết lưu

(20 + 21) – 22 : hỗn hợp với khí ra khỏi tuabin cao áp TAC

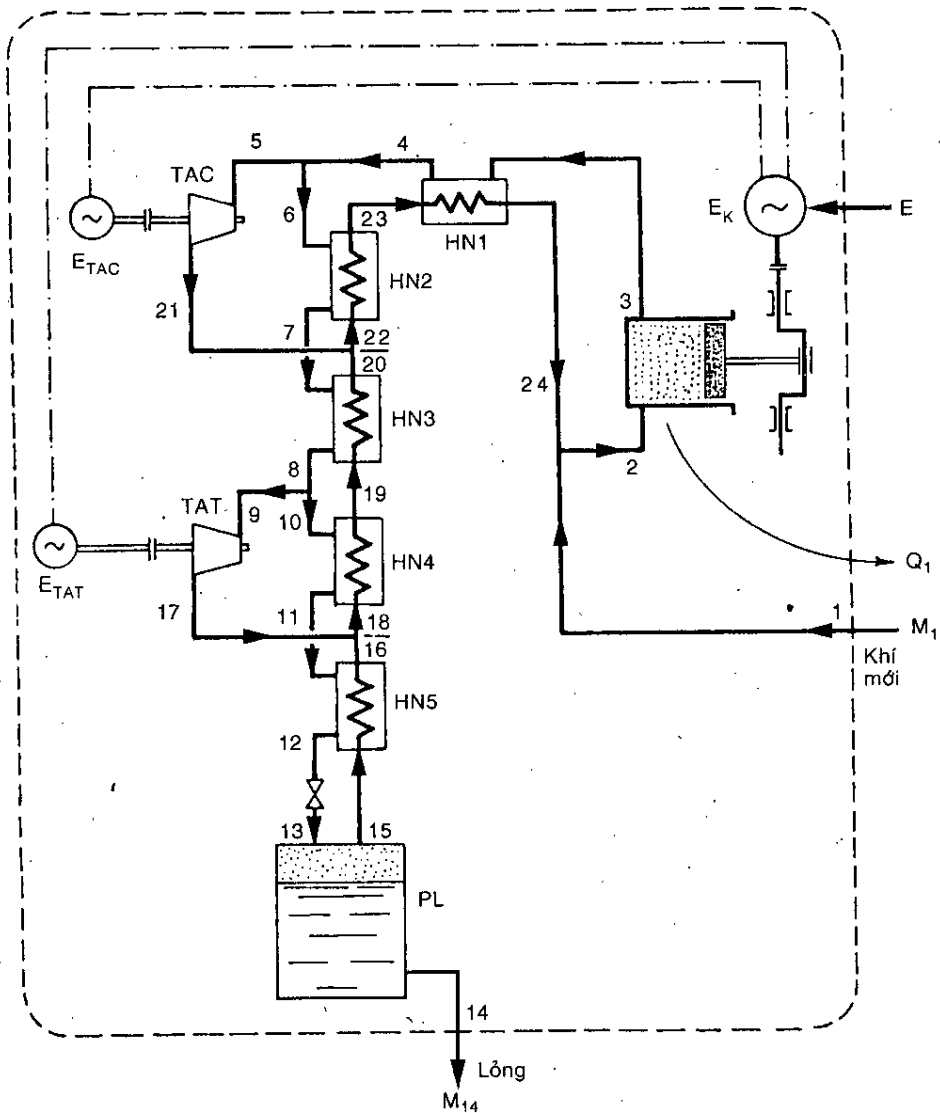
22 – 23 : gia nhiệt trong thiết bị hồi nhiệt HN2

23 – 24 : gia nhiệt trong HN1.

5 – 21 : dẫn nở trong tuabin cao áp TAC

9 – 17 : dẫn nở trong tuabin thấp áp TAT

Công suất điện do các tuabin TAC và TAT cung cấp được sử dụng để tham gia vào dẫn động động cơ máy nén MN.

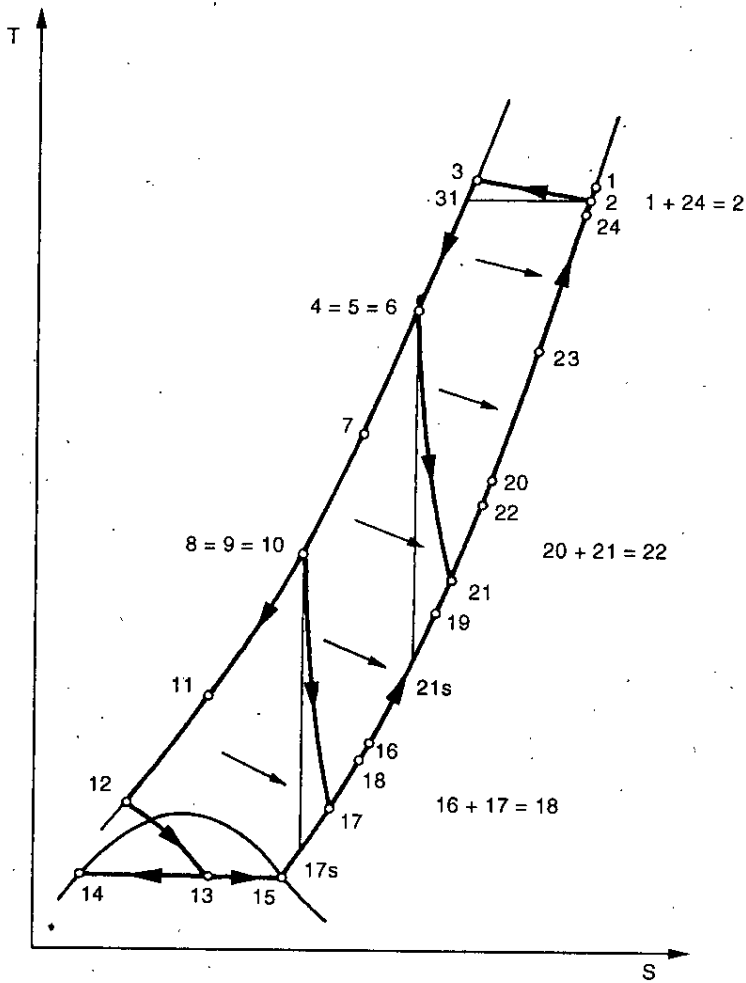


Hình 13-9. Sơ đồ hệ thống hoá lỏng Claude dùng cho các chất lỏng cryo có nhiệt độ sôi rất thấp. Chu trình làm việc của hệ thống thiết bị được trình bày trên đồ thị T – s hình 13-10.

13.4.3. Tính toán thiết bị hoá lỏng

1. Các đặc tính cơ bản

– Giả thiết : Các thiết bị của hệ thống (trừ máy nén) được cách nhiệt hoàn chỉnh.



Hình 13-10. Chu trình hoá lỏng Claude nhiệt độ rất thấp

Bỏ qua các biến đổi động năng, thế năng và tổn thất ma sát trong các thiết bị trao đổi nhiệt hồi nhiệt, thiết bị phân li và các đường ống dẫn.

Chế độ làm việc ổn định.

- Cân bằng năng lượng. Gọi E là công suất phải cung cấp thêm cho máy nén, Q_k là công suất nhiệt do máy nén toả ra, \bar{m}_1 và \bar{m}_{14} là lưu lượng khối lượng khí mới và khí hoá lỏng có entanpi tương ứng là h_1 và h_{14} . Theo nguyên lí I nhiệt động học áp dụng cho hệ thống thiết bị ta có cân bằng năng lượng :

$$\bar{E} + \bar{m}_1 h_1 = \bar{m}_{14} h_{14} + \bar{Q}_k \quad (13-12)$$

Nhưng $\bar{m}_1 = \bar{m}_{14}$ nên ta có

$$\bar{m}_{14} (h_1 - h_{14}) + \bar{E} = \bar{Q}_k$$

hay

$$\bar{W} + \bar{E} = \bar{Q}_k \quad (13-13)$$

với

$$\bar{W} = \bar{m}_{14} (h_1 - h_{14}), \text{ kW} \quad (13-14)$$

\bar{W} là công suất nhiệt do khí hoá lỏng toả ra trong chu trình.

- Công suất điện do máy nén tiêu thụ E_k xác định theo cân bằng năng lượng điện :

$$\bar{E} = \bar{E}_k - \bar{E}_{TAC} - \bar{E}_{TAT}, \text{ kW} \quad (13-15)$$

Trong đó \bar{E}_{TAC} và \bar{E}_{TAT} : Công suất điện do nhóm máy phát – tuabin cao áp và nhóm máy phát – tuabin thấp áp cung cấp.

– Cân bằng chất : $\bar{m}_1 = \bar{m}_{14}$, kg/s

– Lưu lượng khối lượng của khí hoá lỏng theo (13-13) và (13-15) :

$$\bar{m}_{14} = \frac{\bar{Q}_k - \bar{E}}{h_1 - h_{14}} = \frac{\bar{Q}_k - (\bar{E}_k - \bar{E}_{TAC} - \bar{E}_{TAT})}{h_1 - h_{14}}, \text{ kg/s} \quad (13-16)$$

Ở đây h_{14} là entanpi của khí lỏng bão hoà h , kJ/kg, ở áp suất p_{14} .

– Công suất điện do các tuabin TAC và TAT cung cấp :

Tuabin cao áp :

$$E_{TAC} = \varepsilon_{tac} \eta_{TAC}^{(s)} \bar{m}_5 m_2 (h_5 - h_{21s}), \text{ kW} \quad (13-17)$$

Trong đó : ε_{tac} – hiệu suất của nhóm máy phát – tuabin cao áp

$\eta_{TAC}^{(s)}$ – hiệu suất isentrôp của tuabin cao áp.

$\bar{m}_5 = m_5/m_2$ – tỉ số lưu lượng khối lượng hơi trích vào tuabin cao áp so với lưu lượng khối lượng toàn bộ m_2 .

h_5, h_{21s} – entanpi của khí trước và sau tuabin cao áp theo quá trình dẫn nở thuận nghịch, kJ/kg

Tuabin thấp áp :

$$E_{TAT} = \varepsilon_{tat} \eta_{TAT}^{(s)} \bar{m}_9 m_2 (h_9 - h_{17s}) \quad (13-18)$$

Các kí hiệu tương tự như ở (13-17).

$\bar{m}_9 = m_9/m_2$ – tỉ số lưu lượng khối lượng hơi trích vào tuabin thấp áp.

h_9 và h_{17s} – entanpi của khí trước và sau tuabin thấp áp.

– Công suất điện tiêu thụ của máy nén \bar{E}_k :

Cân bằng năng lượng đối với máy nén được làm mát đẳng nhiệt ở nhiệt độ T_2 :

$$\bar{E}_k \varepsilon_k \eta_t = m_2 (h_{3t} - h_2) - m_2 T_2 (s_{3t} - s_2)$$

trong đó : ε_k – hiệu suất của nhóm động cơ máy nén

η_t – hiệu suất đẳng nhiệt của máy nén

h_{3t} và s_{3t} – entanpi và entrôpi của khí sau quá trình nén đẳng nhiệt của máy nén ở áp suất P_3 và nhiệt độ T_2 .

$$h_{3t} = h(p_3, T_2), \quad \text{kJ/kg}$$

$$s_{3t} = s(p_3, T_2), \quad \text{kJ/kgK}$$

$$\text{do đó} \quad E_k = \frac{\bar{m}_2 [h_{3t} - h_2 - T_2 (s_{3t} - s_2)]}{\varepsilon_k \eta_t}, \quad \text{kW} \quad (13-19)$$

– Công suất nhiệt do máy nén toả ra (\bar{Q}_k), theo cân bằng năng lượng :

$$\bar{Q}_k = \bar{E}_k - \bar{m}_2 (h_3 - h_2), \quad \text{kW} \quad (13-20)$$

– Suất tiêu thụ điện để sản xuất 1kg khí hoá lỏng (suất tiêu hao điện năng) :

$$e = \frac{\bar{E}}{\bar{m}_{14}}, \quad \text{kJ/kg} \quad (13-21)$$

$$\text{– Hiệu quả của thiết bị : } \varepsilon = \frac{\bar{W}}{\bar{E}} 100, \% \quad (13-22)$$

2. Áp dụng

* Một thiết bị sản xuất heli lỏng kiểu Claude có sơ đồ hoạt động như trình bày ở hình 13-9 và có các đặc tính sau đây :

– Thông số trạng thái của heli mới (1), trước và sau máy nén (2, 3), trước khi trích vào tuabin cao áp (4) và tuabin hạ áp (8) cho trong bảng bên :

– Các thông số trạng thái của khí quyển : $P_a = 1 \text{ bar}$, $T_a = 27^\circ\text{C}$.

– Thông số tới hạn của heli : $P_k = 2,216 \text{ bar}$, $T_k = 5,2\text{K}$

– Trạng thái bão hoà của heli ở áp suất 1 bar :

$T_s = 4,2 \text{ K}$; $h' = 9,426\text{kJ/kg}$

$s' = 3,3927\text{kJ/kgK}$ $h'' = 30,946\text{kJ/kg}$ $s'' = 8,5159\text{kJ/kgK}$

Bảng 13.3 : Thông số trạng thái của heli trong chu trình hình 13.10

| Điểm | P, bar | T, K | h, kJ/kg | s, kJ/kgK |
|------|--------|--------|----------|-----------|
| 1 | 1 | 300,15 | 1573,70 | 31,4406 |
| 2 | 1 | 288 | 1510,60 | 31,2260 |
| 3 | 14 | 293 | 1540,86 | 25,8318 |
| 4 | | 60 | 327,10 | 17,5591 |
| 8 | | 15 | 81,047 | 9,8486 |

– Trạng thái của heli ở áp suất 1bar và 14bar cho trong bảng bên :

– Lưu lượng khối lượng của heli hút vào máy nén.

$$\bar{m}_2 = 0,5\text{kg/s.}$$

– Tỷ số lưu lượng khối lượng trích vào các tuabin.

$$\bar{m}_5 = m_5/m_2 = 0,25$$

$$\bar{m}_9 = m_9/m_2 = 0,5$$

– Hiệu suất đẳng nhiệt của máy nén $\eta_t = 0,80$.

– Hiệu suất isentróp của tuabin cao áp $\eta_{TAC}^{(s)} = 0,85$ và của tuabin thấp áp $\eta_{TAT}^{(s)} = 0,84$.

– Hiệu quả truyền động của nhóm động cơ máy nén : $\epsilon_K = 0,94$.

– Hiệu quả truyền động của nhóm máy phát – tuabin cao áp $\epsilon_{tac} = 0,92$ và của nhóm máy phát – tuabin thấp áp $\epsilon_{tat} = 0,92$.

Chu trình hoạt động của thiết bị được trình bày (định tính) trên đồ thị T-s hình 13-10.

Bảng 13.4 : Tính chất nhiệt động của heli

| P, bar | T, K | h, kJ/kg | s, kJ/kgK |
|--------|------|----------|-----------|
| 1 | 5 | 36,288 | 9,6682 |
| 1 | 6 | 42,371 | 10,7894 |
| 1 | 7 | 48,190 | 11,6869 |
| 1 | 8 | 53,825 | 12,4396 |
| 1 | 20 | 117,840 | 17,3477 |
| 1 | 21 | 123,085 | 17,6036 |
| 1 | 22 | 128,326 | 17,8474 |
| 1 | 23 | 133,562 | 18,0801 |
| 14 | 288 | 1514,88 | 25,7423 |

* Yêu cầu :

– Xác định công suất của thiết bị (lưu lượng khối lượng của heli được hoá lỏng).

– Tính suất tiêu hao điện năng để sản xuất 1kg heli lỏng ở áp suất 1bar.

- Thiết lập cân bằng năng lượng của thiết bị.
 - Xác định hệ số hiệu quả của thiết bị.
- a) Lưu lượng khối lượng của héli lỏng :

\bar{m}_{14} được xác định theo quan hệ (13-16) :

$$\bar{m}_{14} = \frac{\bar{Q}_K - \bar{E}}{h_1 - h_{14}}$$

Ở đây h_{14} là entanpi của héli lỏng bão hoà :

$$h_{14} = h'(p_{14}) = 9,426 \text{ kJ/kg.}$$

Công suất điện cung cấp từ ngoài cho máy nén \bar{E} và công suất nhiệt do máy nén toả ra \bar{Q}_K xác định theo các quan hệ (13-15) và (13-20), trong đó các công suất điện do các tuabin sinh ra E_{TAC} và E_{TAT} và công suất điện do máy nén tiêu thụ \bar{E}_K được tính theo các quan hệ (13-17), (13-18) và (13-19) :

với $h_{21s} = h(p_1, s_5) = 122,173 \text{ kJ/kg}$

ta có $\bar{E}_{TAC} = \varepsilon_{tac} \eta_{TAC}^{(s)} \bar{m}_5 \bar{m}_2 (h_5 - h_{21s}) = 20,032 \text{ kW}$

và với $h_{17s} = h(p_1, s_9) = 37,216 \text{ kJ/kg}$

$$E_{TAT} = \varepsilon_{tac} \eta_{TAC}^{(s)} \bar{m}_9 \bar{m}_2 (h_9 - h_{17s}) = 8,468 \text{ kW.}$$

Để xác định E_K theo (13-19) ta phải tìm :

$$h_{3t} = h(p_3, T_2) = 1514,88 \text{ kJ/kg}$$

và $s_{3t} = s(p_3, T_2) = 25,7423 \text{ kJ/kgK}$

do vậy $\bar{E}_K = \frac{\bar{m}_2 [h_{3t} - h_2 - T_2 (s_{3t} - s_2)]}{\varepsilon_K \eta_t} = 1052,916 \text{ kW}$

Công suất điện phải cung cấp thêm cho thiết bị (13-15) :

$$\bar{E} = \bar{E}_K - \bar{E}_{TAC} - \bar{E}_{TAT} = 1024,416 \text{ kW}$$

Công suất nhiệt do máy nén toả ra (13-20) :

$$\bar{Q}_K = \bar{E}_K - \bar{m}_2 (h_3 - h_2) = 1037,786 \text{ kW.}$$

do đó năng suất của thiết bị sẽ là :

$$\bar{m}_{14} = \frac{\bar{Q}_K - \bar{E}}{h_1 - h_{14}} = 0,008547 \text{ kg/s.}$$

b) Suất tiêu hao điện năng : xác định theo (13-21) :

$$e = E/m_{14} = 119858,22 \text{ kJ/kg He lỏng}$$

c) Cân bằng năng lượng của thiết bị (theo 13-13) :

$$\bar{W} + \bar{E} = \bar{Q}_K$$

hay $\bar{W} + \bar{E} - \bar{Q}_K = 0$

Trong đó, công suất nhiệt do khí hoá lỏng toả ra trong chu trình tính theo (13-14) :

$$\bar{W} = \bar{m}_{14} (h_1 - h_{14}) = 13,370 \text{ kW.}$$

d) Hiệu quả của thiết bị : (theo 13-22) :

$$\varepsilon = \frac{\bar{W}}{\bar{E}} 100 = 1,3\%.$$

Chương 14

VẬN TẢI LẠNH

14.1. Đại cương

Các phương tiện vận tải lạnh được sử dụng rộng rãi nhất ngày nay là tàu thủy, tàu hỏa, ô tô và container lạnh. Những phương tiện này chính là mắt xích quan trọng của dây chuyền lạnh nối liền nơi sản xuất chế biến với nơi bảo quản, trung chuyển, phân phối và tiêu dùng.

Tàu thủy lạnh là phương tiện duy nhất, kinh tế nhất trong việc vận chuyển các sản phẩm lạnh và đông giữa các châu lục : Vận chuyển hoa quả từ Nam Phi hoặc Nam Mỹ đến châu Âu, vận chuyển thịt từ châu Á, châu Úc sang châu Âu hoặc châu Mỹ. Cũng nhờ có tàu thủy lạnh mà có thể đánh bắt hải sản dài ngày (hàng trăm ngày) trên biển mà không cần tiếp tế lương thực, thực phẩm, thuốc men và chất tải lạnh như nước đá, đá khô, nitơ lỏng...

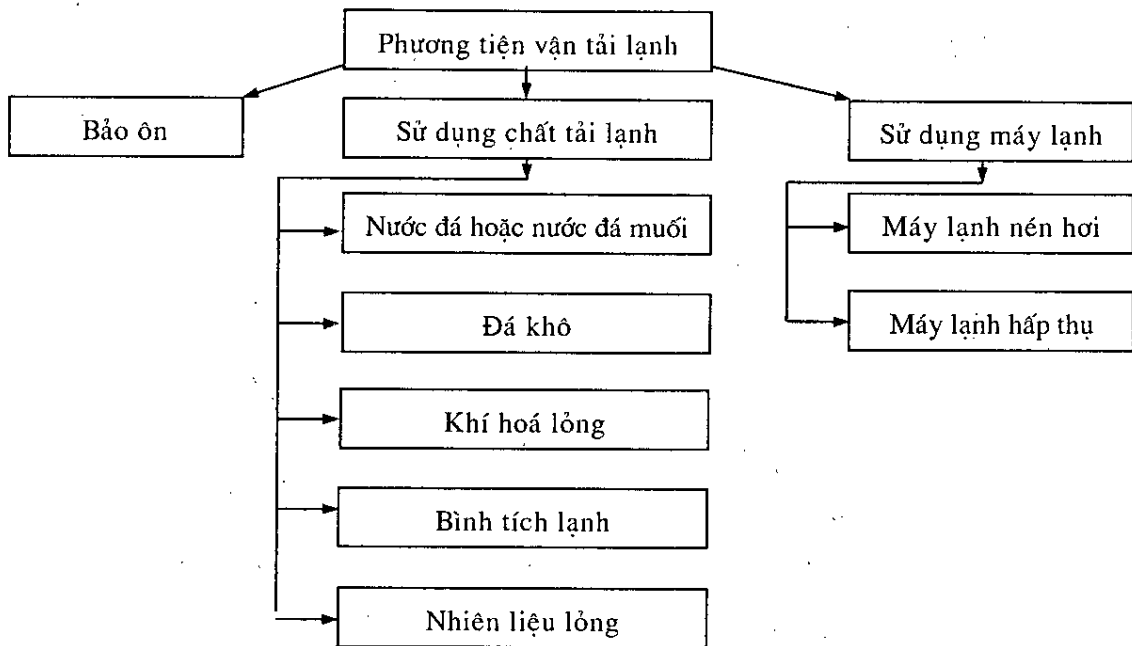
Trên đất liền, giữa các địa điểm có đường sắt nối liền thì vận chuyển lạnh bằng tàu hỏa lạnh là kinh tế nhất nhưng thực tế khối lượng vận chuyển phải lớn mới kinh tế, do đó vận chuyển tàu hỏa giữa các vùng kinh tế là thuận lợi và rẻ nhất.

Trên các đoạn nhỏ hơn, không có đường sắt, giữa các kho lạnh phân phối và tiêu dùng hoặc giữa nơi đánh bắt và kho lạnh chế biến thì vận chuyển bằng ô tô và container là kinh tế nhất.

Cũng giống như các thiết bị lạnh khác, các thiết bị vận tải lạnh ngoài các yêu cầu về lạnh còn có yêu cầu rất cao về độ bền cơ học đối với các thiết bị vì sự hoạt động đi lại trên đường ngoài ra còn có các yêu cầu đặc biệt như :

- Khối lượng nhỏ nhưng chở được nhiều hàng.
- Độ tin cậy cao, hoạt động an toàn, vận hành và bảo dưỡng dễ dàng.
- Vốn đầu tư và giá vận hành hợp lí.

Phân loại. Ngoài việc phân loại các phương tiện vận chuyển theo loại phương tiện như ô tô, container, tàu hỏa, tàu thủy người ta còn phân loại theo cấp nhiệt độ : lạnh trên 0°C và đông ở -18°C, phương thức làm lạnh như chỉ có bảo ôn cách nhiệt, sử dụng thêm chất tải lạnh hoặc có lắp đặt máy lạnh. Hình 14-1 giới thiệu khả năng khác nhau của các phương tiện vận tải lạnh.



Hình 14-1. Các khả năng khác nhau của phương tiện vận tải lạnh

Loại đơn giản nhất là loại phương tiện chỉ có bảo ôn. Phổ biến nhất là các loại xe ô tô bảo ôn để chuyên chở hàng bảo quản lạnh trên các đoạn đường ngắn. Do thời gian vận chuyển ngắn nên nhiệt độ của hàng bảo quản không thay đổi đáng kể và không vượt giới hạn cho phép. Nhưng phần lớn các xe bảo ôn hiện nay đều dùng thêm chất tải lạnh như nước đá, nước đá muối, đá khô, khí hoá lỏng (nitơ lỏng) bình tích lạnh và nhiên liệu lỏng hoặc có lắp đặt thêm máy lạnh để ổn định nhiệt độ bảo quản trên các quãng đường dài với thời gian vận tải lớn.

14.2. Ô tô lạnh

14.2.1. Ô tô lạnh dùng nước đá, nước muối đá

Có thể sử dụng nước đá khối, nhưng để tăng cường trao đổi nhiệt thường sử dụng nước đá đã xay nhỏ hoặc nước đá mảnh cho các mục đích chuyên chở lạnh trên 0°C trên các đoạn đường ngắn. Thực phẩm chuyên chở chủ yếu là cá ướp đá hoặc hoa quả các loại. Nước đá rất hay được sử dụng cho ô tô và tàu hoả (xem h.14-14). Ưu điểm chủ yếu là đơn giản, không yêu cầu bảo dưỡng sửa chữa, độ tin cậy cao.

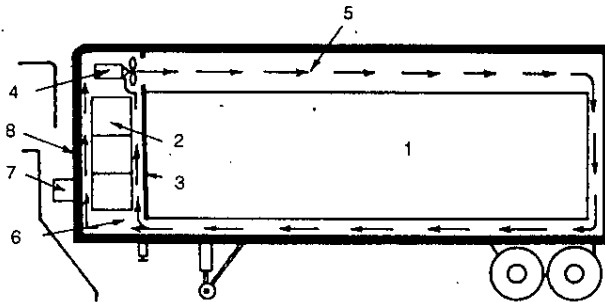
Nhược điểm chủ yếu là chỉ bảo quản lạnh trên 0°C . Khi dùng nước muối đá cũng chỉ đạt xấp xỉ trên dưới 0°C ; chỉ có khả năng bảo quản ngắn hạn trên các đoạn đường vận tải ngắn; Cần có các trạm nạp đá trên đường vận chuyển. Nếu sử dụng đá muối, khả năng ăn mòn cao. Một nhược điểm khác là nước đá tan thành nước dễ làm ướt sản phẩm.

14.2.2. Ô tô lạnh sử dụng đá khô

Đây là phương pháp làm lạnh hiệu quả, thiết bị đơn giản, dễ vận hành và bảo dưỡng, có thể bảo quản thực phẩm lạnh đông ở -18 đến -24°C vì nhiệt độ thăng hoa ở 1bar là $-78,9^{\circ}\text{C}$. Ưu điểm tiếp theo của đá khô là không chảy nước như nước đá vì đá khô thăng hoa trực tiếp từ thể rắn ra khí CO_2 nên không làm ướt thực phẩm. Khí CO_2 sinh ra cũng có tác dụng bảo

quản thực phẩm nên càng tiện lợi. Do rất đơn giản nên độ tin cậy của thiết bị sử dụng đá khô cũng rất cao.

Nhược điểm cơ bản của đá khô là giá thành cao và đối với một số loại thực phẩm không được sử dụng đá khô để chuyển chở và bảo quản.



Hình 14-2 : Thùng xe lạnh sử dụng đá khô

- 1 - Thùng xếp hàng bảo quản ;
- 2 - Thùng chứa đá khô ;
- 3 - Vách ngăn cách ; 4 - Quạt ;
- 5, 6 - Dòng không khí chuyển động ;
- 7 - Role nhiệt độ ; 8 - Nhiệt kế

Cũng có thể sử dụng đá khô gián tiếp qua một vòng tuần hoàn môi chất lạnh. Khi đó, việc điều khiển sẽ dễ dàng hơn (hình 14-3). Giữa thùng đá khô và thùng xe, người ta bố trí một dàn bay hơi R12. Freon R12 chảy qua van tiết lưu kiểu phao xuống dàn bay hơi. Ở đây R12 bay hơi thu nhiệt môi trường. Hơi R12 sinh ra sẽ được ngưng tụ lại ở đoạn ống bố trí trên thùng đá khô.

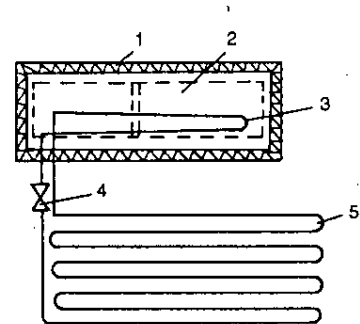
14.2.3. Ôtô sử dụng bình tích lạnh

Hệ thống sử dụng bình tích lạnh dựa trên nguyên tắc sử dụng những dung dịch muối eutectic. Khi được làm lạnh, dung dịch muối đông đặc lại và nóng chảy khi thu nhiệt làm mát môi trường. Những dung dịch muối eutectic hay được sử dụng là NaCl, KCl, NaNO_3 , NH_4Cl với những tính chất cơ bản giới thiệu trên bảng 14-1.

Bảng 14-1 : Tính chất cơ bản của các dung dịch muối eutectic

| Loại dung dịch | Thành phần % | | Khối lượng riêng, kg/l | Nhiệt độ đóng băng, °C | Nhiệt ẩn nóng chảy, kJ/kg |
|---------------------------------------|--------------|------|------------------------|------------------------|---------------------------|
| | Muối | Nước | | | |
| KCl + H ₂ O | 19,3 | 80,7 | 1,09 | -11,1 | 300 |
| NaCl + H ₂ O | 23,1 | 76,9 | 1,13 | -21,2 | 236 |
| NaNO ₃ + H ₂ O | 37,0 | 63,0 | 1,29 | -18,5 | 215 |
| NH ₄ Cl + H ₂ O | 18,6 | 81,4 | 1,06 | -15,7 | 330 |

Do nhiệt độ thăng hoa thấp hơn nhiệt độ bảo quản khá nhiều nên thường đá khô không được xếp cùng với sản phẩm mà để riêng vào thùng chứa với quạt tuần hoàn gió. Sự làm việc của quạt được điều khiển qua một bộ cảm nhiệt của role nhiệt độ. Khi nhiệt độ vượt quá giới hạn cho phép (thiếu lạnh) role đóng mạch cho quạt chạy và khi đủ lạnh role ngắt mạch, quạt ngừng hoạt động. Thùng chứa đá khô có thể đặt phía trên thùng xe hoặc phía đầu xe. Việc nạp thêm đá khô bằng cửa riêng không ảnh hưởng gì đến việc bốc xếp hoặc bố trí hàng bảo quản. Hình 14.2 giới thiệu một thùng xe lạnh sử dụng đá khô.



Hình 14-3. Sử dụng gián tiếp đá khô qua vòng tuần hoàn môi chất lạnh :

- 1- Cách nhiệt ; 2- Đá khô ;
- 3- Dàn ngưng ; 4- Van điều chỉnh ;
- 5- Dàn bay hơi kiểu ngập

Bình tích lạnh có hình dạng tấm phẳng bằng thép không rỉ hay dura để tránh sự ăn mòn của dung dịch muối. Bên trong bình bố trí hệ thống ống xoắn cho môi chất lạnh sôi. Bình được đổ đầy dung dịch muối eutectic (~ 90% bình). Tùy theo nhiệt độ yêu cầu trong xe mà người ta chọn dung dịch muối phù hợp, tùy theo nhiệt tải mà chọn khối lượng dung dịch muối cần thiết. Nhiệt độ đông đặc của dung dịch muối phải thấp hơn nhiệt độ không khí trong thùng xe từ 10 đến 15 độ.

Để tăng cường trao đổi nhiệt giữa môi chất lạnh và dung dịch muối cũng như giữa dung dịch muối và sản phẩm bảo quản trong xe có thể tạo thêm cánh ở ống xoắn ruột gà và cánh trên bề mặt thùng chứa. Hệ thống làm việc theo chu kì : chu kì nạp lạnh (tích lạnh) và chu kì sử dụng lạnh. Chu kì nạp lạnh được thực hiện khi dừng xe bằng một máy lạnh lớn. Chu kì sử dụng lạnh được thực hiện khi xe chạy trên đường. Người ta cũng có thể bố trí một máy lạnh nhỏ trực tiếp ngay ở trên xe. Khi xe dừng, chỉ cần cắm điện cho máy lạnh hoạt động để nạp lạnh cho xe. Khi xe chạy trên đường là chu kì sử dụng lạnh đã nạp, dung dịch eutectic tan thành nước. Máy lạnh có thể là máy nén kín hoặc nửa kín rất gọn nhẹ, lắp đặt ở cabin, trên nóc xe hoặc dưới gầm xe. Ưu điểm của hệ thống này là rất đơn giản, độ tin cậy cao, không cần những trạm lạnh đặc biệt.

Ưu nhược điểm cơ bản của xe lạnh dùng dung dịch muối eutectic.

- Các thùng dung dịch muối và máy lạnh chiếm chỗ lớn dẫn đến giảm thể tích và tải trọng có ích của xe, làm giảm hiệu quả kinh tế của xe.

- Điều chỉnh nhiệt độ khó, khả năng trao đổi nhiệt của thùng tích lạnh với không khí kém. Khả năng chuyên chở hàng bảo quản đông hạn chế, xe làm việc hạn chế cả về không gian lẫn thời gian.

Để phần nào khắc phục nhược điểm của phương pháp này người ta lắp đặt các trạm nạp lạnh đặt dọc theo đường vận chuyển. Tuy nhiên như vậy vốn đầu tư tăng lên.

Ưu điểm so với sử dụng nước đá là không chảy nước do đó có thể bảo quản chuyên chở các hàng yêu cầu khô ráo.

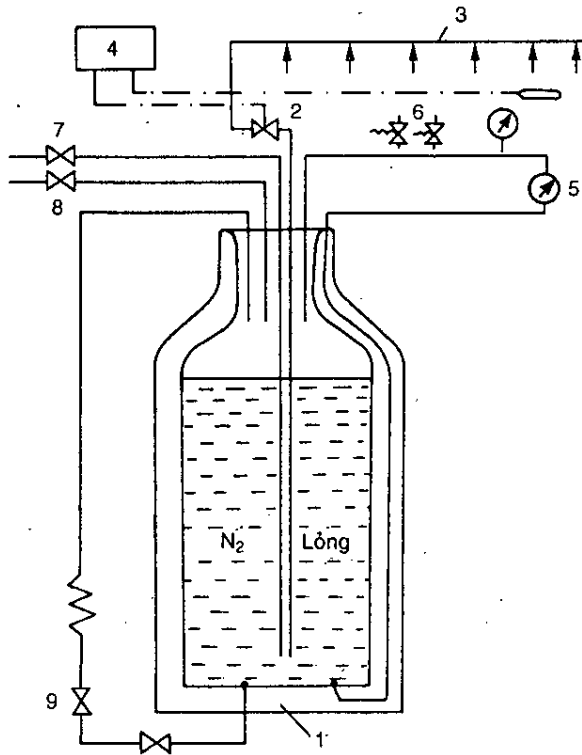
Do những đặc điểm trên, xe ô tô dùng bình tích lạnh chỉ được sử dụng để vận chuyển trên những quãng đường ngắn, hoặc trong phạm vi thành phố. Các sản phẩm vận chuyển cần được kết đông hoặc làm lạnh trước khi đưa vào xe, có nhiệt độ thấp hơn không khí trong thùng xe.

14.2.4. Ôtô lạnh sử dụng khí hoá lỏng

Khí hoá lỏng gồm nhiều loại như không khí lỏng, axit cacbonic lỏng, nitơ lỏng... nhưng nitơ lỏng được sử dụng nhiều hơn cả.

Một số tính chất vật lí của nitơ lỏng là :

- Không màu, không mùi, không vị, không độc, không cháy kí hiệu N_2
- Nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển : $-195,8^{\circ}C$
- Nhiệt ẩn hoá hơi : $199,71kJ/kg$
- Khối lượng riêng của chất lỏng $808kg/m^3$
- Khối lượng riêng của chất khí $1,25kg/m^3$
- Hệ số dẫn nhiệt của chất lỏng $0,207W/mK$
- Nhiệt dung riêng chất lỏng $2,051kJ/kgK$
- Hệ số dẫn nhiệt của chất khí $0,0255W/mK$
- Nhiệt dung riêng chất khí $1,038kJ/kgK$



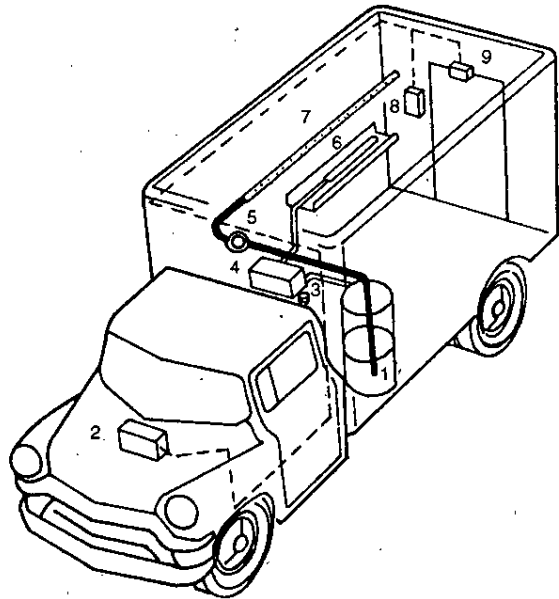
Hình 14-4. Hệ thống làm lạnh bằng nitơ lỏng

- 1- Bình chứa nitơ lỏng ;
- 2- Van khí nén hoặc van điện tử ;
- 3- Ống phun ; 4- Rơle nhiệt độ ;
- 5- Đồng hồ báo mức lỏng ;
- 6- Van an toàn ;
- 7- Van điều chỉnh ;
- 8- Van góp khí ;
- 9- Điều chỉnh áp lực

Hệ thống làm lạnh bằng nitơ lỏng có các thiết bị cơ bản giới thiệu trên hình 14-4.

Nitơ lỏng bay hơi trực tiếp trong thùng xe để làm lạnh thùng xe. Rơle nhiệt độ 4 được chỉnh theo nhiệt độ yêu cầu cần thiết. Khi thiếu lạnh, rơle nhiệt độ 4 sẽ cho tín hiệu mở van 2 để phun nitơ lỏng. Nitơ lỏng đi từ bình đến vòi phun, phun lỏng trực tiếp vào thùng xe để làm lạnh thùng xe. Khi đạt nhiệt độ yêu cầu, rơle nhiệt độ 4 sẽ cho tín hiệu khoá van 2. Van 2 có thể là van điện tử hoặc được điều khiển bằng khí nén. Nhờ rơle nhiệt độ 4 có độ chính xác cao, có thể điều chỉnh được nhiệt độ trong xe với nhiệt độ cho trước, dao động không lớn hơn 1°C.

Cũng có thể không phun trực tiếp nitơ lỏng lên sản phẩm mà cho bay hơi trong dàn bay hơi, khí nitơ sau đó được dẫn đến các vòi phun bố trí ở dưới sàn, thành và trần thùng xe. Theo phương pháp này, lạnh tận dụng của khí nitơ sau khi bay hơi hiệu quả hơn. Hình 14-5 giới thiệu sơ đồ bố trí thiết bị trên ô tô.



Hình 14-5. Ô tô lạnh sử dụng nitơ lỏng

- 1- Bình nitơ lỏng ; 2- Hộp điều khiển ;
- 3- Bộ điều chỉnh nhiệt độ ; 4- Bình nạp nitơ lỏng ;
- 5- Van tự động ; 6- Đầu cảm nhiệt ; 7- Ống phun ;
- 8- Công tắc phụ ; 9- Công tắc cửa

Hệ thống lạnh sử dụng nitơ lỏng có nhiều ưu điểm hơn so với các phương pháp khác như: thiết bị đơn giản, không đòi hỏi vận hành, bảo dưỡng chuyên môn cao, ít chiếm vị trí và thể tích thùng xe, khối lượng thiết bị không lớn cho phép tăng tải trọng có ích, thiết bị làm việc tin cậy, tuổi thọ cao, không ồn, năng suất lạnh có thể rất lớn, có thể làm lạnh, thậm chí cả kết đông ngay trên xe, không cần nguồn nhiệt vào xe phải ổn định, bảo đảm tuần hoàn không khí trong xe. Có thể làm lạnh nhanh thùng xe trước khi lên đường hoặc sau khi mở cửa bốc xếp hàng hoá. Điều này đặc biệt quan trọng khi vận chuyển thực phẩm trong thành phố vì luôn phải mở cửa xe để chuyển xuống một lượng hàng nhỏ. Phạm vi điều chỉnh nhiệt độ rất rộng, không khí trong thùng xe giàu nitơ sẽ có tác dụng tốt đối với các loại thực phẩm và có khả năng bảo vệ hàng hoá, giảm lượng hàng hoá tiêu hao trong quá trình vận chuyển lạnh.

Nhược điểm cơ bản của hệ thống này là giá nitơ lỏng cao, đồng thời cần có mạng lưới những trạm nitơ lỏng.

Ngoài nitơ lỏng người ta còn dùng không khí lỏng. Hệ thống lạnh dùng không khí lỏng cũng có đầy đủ các ưu điểm như đối với nitơ, ngoài ra khi dùng không khí lỏng sẽ tránh được tình trạng ngạt thở đối với người làm việc trong thùng xe và không bị mất nhiệt vì phải thông thoáng thùng xe. Nhiệt ẩn hoá hơi của không khí lỏng lớn hơn so với nitơ lỏng (205,4kJ/kg).

Nhược điểm của hệ thống sử dụng không khí lỏng là có thể xảy ra khả năng tăng mật độ ôxy trong thùng xe, gây cháy nổ nguy hiểm.

Từ giữa những năm 70 + 80, trên thế giới đã áp dụng NH_3 lỏng để làm lạnh xe. Năng suất lạnh riêng của NH_3 lớn gấp hai lần nitơ lỏng. Hệ thống NH_3 gồm ba bộ phận: bình chứa lỏng NH_3 , dàn bay hơi và bộ phận đốt đặt phía trước thùng xe. Lỏng NH_3 được phun vào dàn bay hơi, lỏng sôi thu nhiệt môi trường sau đó đi đến bộ phận đốt biến thành nito và nước.

Phương pháp này cũng có nhược điểm là đắt tiền.

14.2.5. Ôtô lạnh sử dụng nhiên liệu hoá lỏng

Sử dụng nhiên liệu hoá lỏng để vừa cung cấp lạnh vừa cung cấp nhiên liệu cho ô tô là một giải pháp rất kinh tế. Người ta có thể sử dụng hỗn hợp propan-bután (80% propan và 20% bután) đã hoá lỏng. Hỗn hợp này có thể làm lạnh thùng xe giống như một chất khí hoá lỏng sau đó dùng làm nhiên liệu cho động cơ ô tô.

Dàn bay hơi là loại ống xoắn ruột gà bố trí ở trên trần và hai bên thành xe. Khi phun vào dàn, lỏng sẽ bay hơi thu nhiệt của thùng xe ô tô. Hơi tạo thành được đưa qua van giảm áp vào động cơ ô tô. Hỗn hợp lỏng dự trữ được bảo quản trong chai hoặc thùng chuyên dùng và được bố trí dưới gầm xe hoặc ngay trong thùng xe.

Ưu điểm lớn nhất của ô tô lạnh dùng hỗn hợp propan-bután để làm lạnh là không cần nhiên liệu khác cho động cơ ô tô. Thiết bị làm lạnh đơn giản, gọn nhẹ và không làm ô nhiễm môi trường do khí thải.

Nhược điểm của hệ thống lạnh loại này là thời gian làm lạnh sơ bộ thùng xe lớn, phạm vi nhiệt độ điều chỉnh được không lớn, kinh nghiệm cho thấy khi nhiệt độ xung quanh là 20°C thì nhiệt độ thấp nhất đạt được trong thùng xe là -6°C , lí do là nhiệt độ bay hơi của butan cao, ở áp suất thường là $-1,5^\circ\text{C}$ và nhiệt độ bay hơi của hỗn hợp cũng chỉ đạt -5 đến -6°C .

Nhược điểm nữa là khi xe hoạt động thì hệ thống lạnh hoạt động và xe dừng thì hệ thống lạnh dừng nên nhiều khi năng suất lạnh dành bỏ phí khi không có hàng và có khi không đủ do nhiều hàng quá hoặc do nhiệt độ bên ngoài quá cao.

14.2.6. Ôtô lạnh có máy lạnh nén hơi

Ưu nhược điểm. Đây là loại ô tô lạnh được sử dụng rộng rãi nhất, phổ biến nhất, vì chúng có những ưu điểm cơ bản so với các loại đã giới thiệu :

- Kết cấu gọn nhẹ, làm việc tin cậy, độ bền cao, ổn định và độc lập.
- Không phụ thuộc vào các nguồn cung cấp chất tải lạnh.
- Điều chỉnh nhiệt độ chính xác, dễ dàng, phạm vi điều chỉnh nhiệt độ rộng từ nhiệt độ dương xuống đến nhiệt độ âm bảo quản đông. Trường nhiệt độ trong xe tương đối đều.
- Có thể làm việc liên tục, chỉ phụ thuộc vào nguồn nhiên liệu như xăng, dầu mà động cơ truyền động cho máy nén yêu cầu.
- Nhược điểm là kết cấu phức tạp, yêu cầu bảo dưỡng cao, giá thành thiết bị lớn.

Kết cấu. Máy lạnh có dàn bay hơi trực tiếp như kiểu làm lạnh phòng trực tiếp, môi chất R12, R22 và ngày nay là R134a.

Dàn ngưng tụ về nguyên tắc là dàn ngưng tụ giải nhiệt gió. Máy nén là máy nén hồ nhận truyền động có thể từ :

- 1- Trực tiếp từ động cơ ô tô qua đai truyền hay hệ thủy lực,
- 2- Trực tiếp từ một động cơ riêng diesel hoặc xăng,
- 3- Có thể có thêm một động cơ điện để khi xe dừng có thể cắm điện trực tiếp giảm được tiếng ồn, tiết kiệm xăng, dầu và đỡ xả khí thải độc hại vào không khí. Nhiệt độ trong phòng được điều chỉnh bằng một role nhiệt độ, role có nhiệm vụ nối hoặc ngắt mạch cho máy nén hoặc đóng mở khớp nối của máy nén nối với động cơ ô tô.

Tùy theo năng suất thiết bị, tải trọng xe, chế độ nhiệt độ yêu cầu mà có thể sử dụng một trong những phương pháp trên, và cũng tùy theo các nhân tố đó người ta xác định kết cấu đặc biệt của các thiết bị, cách bố trí và xếp đặt từng bộ phận riêng cũng như các kích thước của chúng.

Trong những ô tô lạnh tải trọng nhỏ và trung bình, người ta thường sử dụng ngay động cơ ô tô với hệ thống truyền động thủy lực hay qua khớp nối điện từ đặc biệt.

Trong những ô tô lạnh tải trọng trung bình, thường sử dụng hệ thống dẫn động kiểu động cơ diesel riêng biệt cho tổ máy.

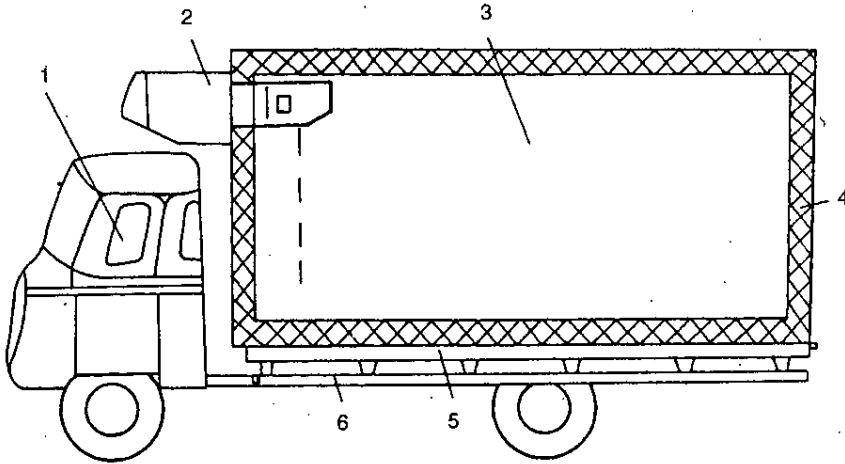
Trong những ô tô lạnh tải trọng lớn có thể dùng động cơ diesel hoặc động cơ xăng kèm máy phát.

Việc sử dụng hệ thống truyền động thủy lực đơn giản về kết cấu của thiết bị nhưng công suất bị hạn chế. Khi sử dụng kiểu dẫn động này, công suất của thiết bị làm lạnh liên quan đến công suất động cơ ô tô. Trên thực tế nên tránh sự phụ thuộc này.

Khi khởi động, nhờ có khớp nối tự động giữa nguồn động lực và máy nén, nên máy nén được giảm tải và cũng nhờ khớp nối này mà động cơ được bảo vệ khi quá tải. Nói chung, hệ thống làm việc tự động. Trong hệ thống có thiết bị điều chỉnh tự động áp suất hút, áp suất ngưng tụ, nhiệt độ bay hơi để phù hợp với yêu cầu định trước.

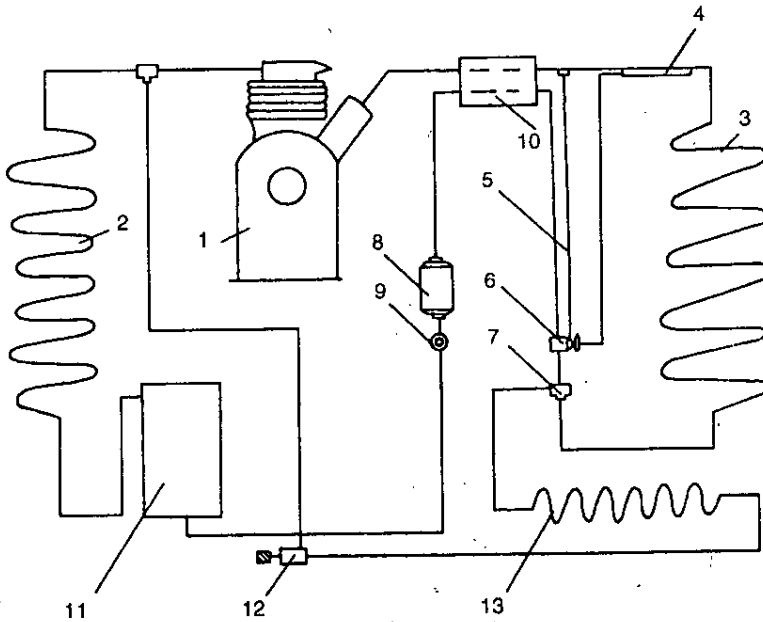
Việc phá băng ở dàn bay hơi của hệ thống cũng được thực hiện hoàn toàn tự động bằng hơi nóng của môi chất lạnh. Sau một thời gian nhất định đặt trước, role thời gian chuyển sang chế độ phá băng ở dàn bay hơi.

Dàn bay hơi và dàn ngưng thường có khung bằng thép, vỏ bằng tôn hay nhôm, các ống xoắn bằng đồng có cánh tản nhiệt. Dàn ngưng và dàn bay hơi đều có quạt gió cưỡng bức.



Hình 14-6. Kết cấu xe ôtô lạnh sử dụng tổ máy lạnh thermoking

- 1- Xe ôtô IFA-W50L ; 2- Tổ máy lạnh Thermoking KD1-50SSIV ;
 3- Thùng xe cách nhiệt ; 4- Cửa thùng xe cách nhiệt ; 5- Khung đỡ sàn buồng lạnh ; 6- Khung xe ôtô



Hình 14-7. Sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh thermoking

- 1- Máy nén ; 2- Dàn ngưng ; 3- Dàn bay hơi ; 4- Đầu cảm nhiệt ; 5- Đường cân bằng trong của van tiết lưu ;
 6- Van tiết lưu ; 7- Bộ phận phối lỏng ; 8- Phin sấy ; 9- Mát ga ; 10- Hôi nhiệt ; 11- Bình chứa ;
 12- Van điện từ phá băng ; 13- Dàn hơi nóng phá băng khay hứng nước

Nói chung, hệ thống lạnh trên ô tô là loại tổ hợp hoàn thiện gồm máy nén, động cơ, dàn ngưng, dàn bay hơi, quạt, các thiết bị tự động lắp gọn trên một khung bê để lắp lên phía trên của thùng xe. Hình 14-6 mô tả kết cấu xe ô tô lạnh dùng loại máy lạnh thermoking (Mĩ). Viện Nghiên cứu máy Bộ Công nghiệp nặng nhập một số tổ hợp máy lạnh thermoking KD1-50 SSIV có trang bị động cơ diesel TK235, máy nén lạnh 2 xilanh R12 D214, động cơ điện 208-230V và 460V/60Hz, 3 pha sau đó tự đóng thùng xe và lắp đặt lên xe IFA W50L. Phương pháp lắp ráp này đã hạ giá thành của xe ô tô lạnh xuống đáng kể so với nhập cả xe.

Hình 14-7. Giới thiệu sơ đồ nguyên lí hệ thống lạnh của tổ hợp thermoking.

Nguyên lí làm việc như sau : khi chạy lạnh, van điện từ 12 đóng, hơi môi chất hút ở dàn bay hơi về được nén, đẩy vào dàn ngưng, ngưng tụ, chảy xuống bình chứa, qua hồi nhiệt 10 rồi qua van tiết lưu trở lại dàn bay hơi để bay hơi, làm lạnh thùng xe. Quạt dàn lạnh phân phối đều lạnh và tăng cường trao đổi nhiệt trong dàn. Quạt dàn nóng giải nhiệt cho dàn ngưng. Role nhiệt độ khống chế nhiệt độ buồng lạnh.

Khi role thời gian tác động, chu kì phá băng bắt đầu. Van điện từ 12 mở, hơi nóng không đi vào dàn ngưng mà đi qua van 12 vào dàn hơi nóng 3 để phá băng đóng trong khay nước của dàn bay hơi sau đó vào dàn để phá băng ở dàn rồi đi qua hồi nhiệt trở về máy nén.

Khi phá xong băng, một đầu cảm nhiệt của role nhiệt độ đưa máy trở lại chế độ chạy lạnh bằng cách ngắt van điện từ 12 để van 12 đóng lại.

Một số chỉ tiêu kỹ thuật của tổ máy lạnh thermoking KD1-50SSIV :

- Nhiệt độ thùng xe : -18°C , tự động phá băng theo role thời gian.

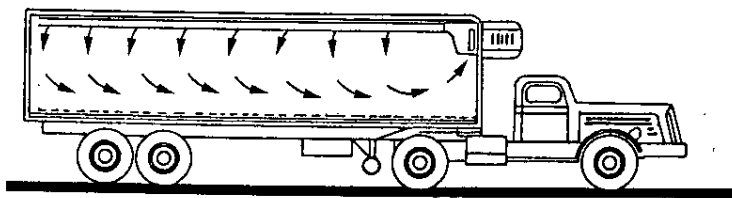
- Ở nhiệt độ bên ngoài $37,8^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ bay hơi $-23,3^{\circ}\text{C}$, khi dùng diesel :

tốc độ máy nén : 2200vg/ph, $Q_0 = 1755\text{W}$,

tốc độ máy nén : 1440vg/ph, $Q_0 = 1035\text{W}$.

Khi dùng động cơ điện $Q_0 = 1638\text{W}$.

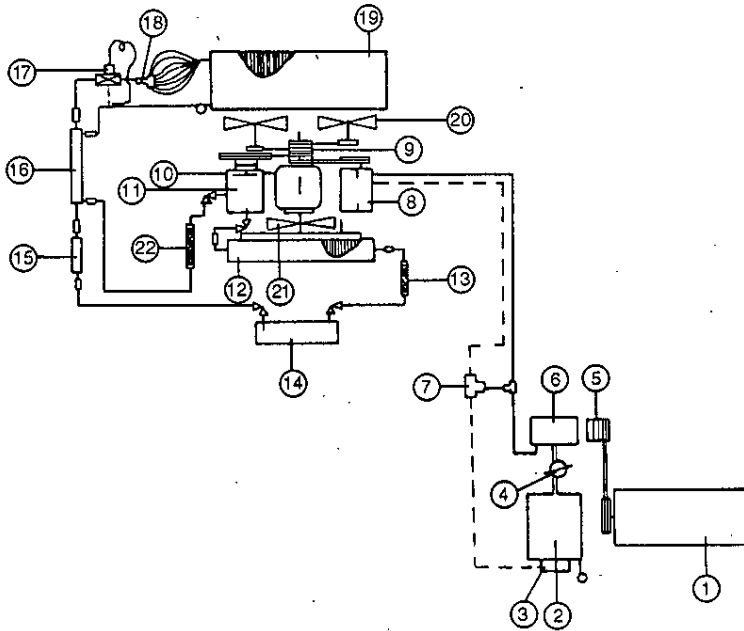
Hiện nay Searefico chế tạo thùng lạnh với các loại máy thermoking lắp trên xe Isuzu.



Hình 14-8 : Ô tô lạnh kiểu tổ hợp gắn phía trên

Có hai phương pháp lắp máy lạnh vào thùng xe là gắn phía trên (trên nóc cabin) và phía dưới thùng và cũng có hai loại tổ hợp lạnh tương ứng với các phương pháp lắp máy đó. Hình 14-8 giới thiệu kết cấu xe lạnh có tổ hợp lạnh gắn phía trên, thùng xe và máy lạnh là độc lập với ô tô và thùng xe chỉ được đặt lên gối đỡ ô tô một cách rất đơn giản. Hình 14-9 giới thiệu cấu tạo của tổ hợp máy lạnh sử dụng cho phương pháp lắp đặt này. Ở đây, máy nén nhận truyền động từ động cơ ô tô qua một hệ thống thủy lực. Nhưng tốt nhất là sử dụng hệ thống độc lập có động cơ diesel hoặc động cơ xăng riêng hoặc qua máy phát điện. Máy phát cũng có thể do động cơ ô tô truyền động hoặc một động cơ diesel hoặc động cơ xăng độc lập truyền

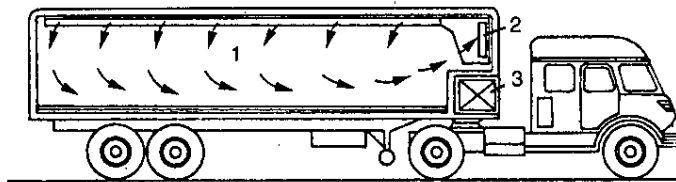
động. Khi đó, có thể sử dụng máy nén kín hoặc máy nén nửa kín cho máy lạnh. Để phân phối không khí lạnh đều trong xe, ở những thùng xe có chiều dài lớn thường phải bố trí ống dẫn và phân phối không khí từ miệng quạt dàn bay hơi.



Hình 14-9. Sơ đồ hệ thống lạnh kiểu tổ hợp gắn phía trên

- 1- Động cơ diesel (Động cơ ô tô) ; 2- Bình đựng dầu ; 3- Phin lọc khí và phin lọc dầu ; 4- Van hút ;
- 5- Li hợp từ tính ; 6- Bơm dầu ; 7- Van an toàn áp suất cao ; 8- Dầu động cơ ; 9- Li hợp từ tính ;
- 10- Động cơ điện ; 11- Máy nén ; 12- Dàn ngưng ; 13- Ống giảm chấn ; 14- Bình chứa ;
- 15- Phin sấy ; 16- Hồi nhiệt ; 17- Van tiết lưu ; 18- Bộ phân phối lồng ; 19- Dàn bay hơi ;
- 20- Quạt dàn lạnh ; 21- Quạt dàn nóng ; 22- Ống giảm chấn

Đối với hệ thống lạnh lắp đặt bên dưới, dàn bay hơi vẫn được lắp đặt ở vị trí như hình 14-8 nhưng tổ máy nén dàn ngưng và kể cả phần động lực máy nén được lắp đặt ngay phía dưới dàn bay hơi, ngoài khoang lạnh. Hình 14-10 mô tả một xe lạnh lắp đặt theo kiểu dưới thấp. Khi tổ máy lạnh đặt dưới thấp, việc bảo dưỡng sửa chữa thuận tiện hơn vì dễ tiếp cận hơn nhưng khả năng bám bẩn lớn hơn vì gần phạm vi hoạt động của các bánh xe hơn, kể cả khả năng văng đá từ các xe đi ngược chiều. Dàn bay hơi sẽ được nối xuống tổ máy nén dàn ngưng bằng các ống dầu môi chất lạnh phù hợp.

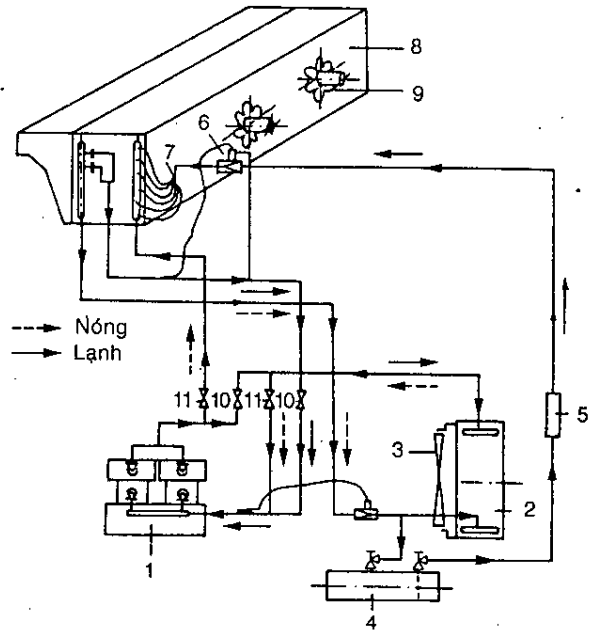


Hình 14-10. Ô tô lạnh có tổ máy lạnh đặt dưới thấp

- 1- Thùng xe ; 2- Dàn bay hơi ; 3- Tổ máy nén dàn ngưng và động lực

Đối với các nước ôn đới và hàn đới nhiều khi nhiệt độ bên ngoài dưới 0°C , khi đó phải gia nhiệt cho thùng xe đặc biệt đối với các xe chở rau, hoa, quả. Trong nhiều trường hợp

người ta sử dụng tổ hợp lạnh kiểu bơm nhiệt hay tổ hợp hai chiều nóng lạnh. Hình 14-11 giới thiệu một tổ hợp hai chiều nóng và lạnh. Khi làm lạnh thùng xe các van 11 đóng, dàn bay hơi và dàn ngưng làm việc bình thường. Khi sưởi ấm thùng xe các van 10 đóng, khi đó dàn bay hơi biến thành dàn ngưng và dàn ngưng bên ngoài biến thành dàn bay hơi.



Hình 14-11. Tổ hợp hai chiều nóng lạnh lắp đặt trên ô tô

- 1- Máy nén lạnh ; 2- Dàn ngưng ;
- 3- Quạt dàn ngưng ; 4- Bình chứa ;
- 5- Phin sấy ; 6- Van tiết lưu nhiệt ;
- 7- Bộ phân phối ; 8- Dàn bay hơi lạnh ;
- 9- Quạt gió lạnh ; 10- Van cho chiều làm lạnh ;
- 11- Van cho chiều sưởi ấm

Nhiệt độ khi sưởi ấm cũng được khống chế bằng rơle nhiệt độ.

14.2.7. Tính toán thiết kế

Tính toán thiết kế xe ô tô lạnh cũng giống như tính toán thiết kế một kho lạnh hoặc một buồng lạnh. Ở các nước tiên tiến, có đầy đủ các quy định và tiêu chuẩn về thiết kế các phương tiện vận tải lạnh; kể cả các tiêu chuẩn trong trường hợp điều kiện bên ngoài thay đổi, ví dụ chuyên chở hoa, quả từ miền Nam nóng nực lên miền Bắc giá rét. Nói chung các điều kiện thiết kế gồm :

- a) Nhiệt độ bên ngoài
- b) Bức xạ mặt trời
- c) Tốc độ gió (tốc độ gió khi xe chạy)
- d) Nhiệt toả khi sản phẩm thở (sự thay đổi chất lượng rau, quả).

Khối thị trường chung châu Âu có một số quy định cho việc thiết kế xe ô tô lạnh như sau :

1. Các phương tiện vận tải lạnh có cách nhiệt trung bình có hệ số truyền nhiệt k bằng hoặc nhỏ hơn $0,7W/m^2K$.

Các phương tiện vận tải lạnh có cách nhiệt cao có hệ số truyền nhiệt k bằng hoặc nhỏ hơn $0,4W/m^2K$.

2. Các phương tiện vận tải lạnh sử dụng chất tải lạnh như nước đá, đá khô, bình tích lạnh eutectic, hoặc khí hoá lỏng có thể hạ được nhiệt độ trong thùng xe không tải xuống các nhiệt độ như sau ở nhiệt độ môi trường bên ngoài là 30°C thì được xếp như sau :

+ 7°C là cấp A, -10°C là cấp B và -20°C là cấp C. Các phương tiện vận tải lạnh được cung cấp từ bên ngoài và bổ sung lượng lạnh đủ lớn để xe có thể hạ được nhiệt độ thùng xe xuống tương đương nhiệt độ cấp xe của mình và giữ nhiệt độ đó trong thùng xe ít nhất 12h không cần bổ sung lạnh. Hệ số truyền nhiệt k phải bằng và nhỏ hơn $0,4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.

3. Các phương tiện vận tải lạnh có trang bị hệ thống lạnh cơ (máy lạnh) được phân loại thành 2 nhóm và mỗi nhóm có 3 cấp như sau :

Nhóm 1 có ba cấp trong đó nhiệt độ thùng xe t_0 yêu cầu có thể được duy trì không thay đổi trong phạm vi sau :

Cấp A t_0 giữa $+12^{\circ}\text{C}$ và 0°C

Cấp B t_0 giữa $+12^{\circ}\text{C}$ và -10°C

Cấp C t_0 giữa $+12^{\circ}\text{C}$ và -20°C

Nhóm 2 có ba cấp trong đó nhiệt độ thùng xe t_0 có thể được duy trì như sau :

Cấp D t_0 bằng hoặc nhỏ hơn $+2^{\circ}\text{C}$

Cấp E t_0 bằng hoặc nhỏ hơn -10°C

Cấp F t_0 bằng hoặc nhỏ hơn -20°C

Hệ số k cho các cấp B, C, E và F phải bằng hoặc nhỏ hơn $0,4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.

Nói chung hệ thống lạnh có nhiệm vụ giữ nhiệt độ trong thùng xe không đổi và do những lí do về kinh tế, chỉ được thiết kế đúng theo tải nhiệt đã tính toán.

Đối với nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che có thể tính theo biểu thức :

$$Q_1 = kF\Delta t$$

F – Diện tích bề mặt trung bình kết cấu bao che

$F = \sqrt{F_a \cdot F_i}$; F_a, F_i diện tích bề mặt ngoài và trong thùng xe.

$\Delta t = t_a - t_0$; t_a – nhiệt độ bên ngoài.

Các nguồn nhiệt tổn thất do vận hành, ví dụ đối với tổn thất do mở cửa, cần phải đưa thêm một hệ số c vào biểu thức để tính công suất lạnh máy nén :

$c = 1,75$ đối với xe đường trường

$c = 3,0$ đến $4,0$ cho xe phân phối các hàng bảo quản đông,

$c = 5,0$ đến $7,0$ cho các xe chở hàng tươi sống.

Như vậy biểu thức trên sẽ là :

$$Q_0 = c.k.F\Delta t$$

Q_0 là năng suất lạnh thiết kế.

Đối với xe lạnh sử dụng nước đá làm chất tải lạnh, có thể xác định khối lượng đá cần nạp như sau :

Vì xe phải hoạt động 12h liên tục theo quy định nên lượng đá cần thiết là :

$$m_{\text{đá}} = 12 \cdot \frac{Q_0}{q_{\text{odá}}} ; \quad q_{\text{odá}} = 336 \text{kJ/kg năng suất lạnh riêng một kg đá.}$$

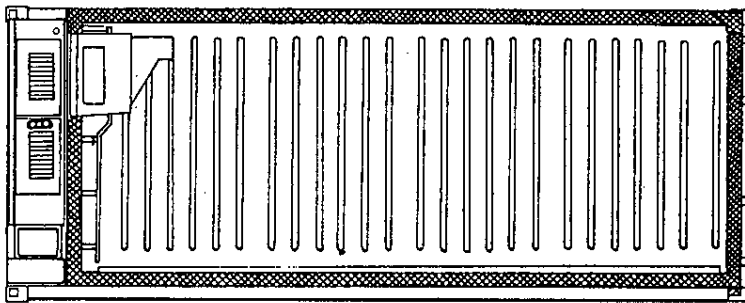
($q_{\text{odá khô}} = 625 \text{kJ/kg}$).

Hiện nay Searefico sản xuất các thùng xe lạnh có kích thước sau :

| Dung tích | dài | × rộng | × cao |
|-----------|------|--------|----------|
| 1 tấn | 2850 | × 1600 | × 1500mm |
| 2 tấn | 3100 | × 1835 | × 1600mm |
| 3,5 tấn | 4310 | × 2080 | × 1800mm |
| 5 tấn | 5000 | × 2350 | × 2150mm |
| 7 tấn | 6050 | × 2350 | × 2150mm |
| 8 tấn | 7600 | × 2480 | × 2150mm |
| 10 tấn | 7900 | × 2480 | × 2150mm |
| 12 tấn | 9500 | × 2480 | × 2150mm |

14.3. Container lạnh

Container (côngtenơ) lạnh là các thùng lạnh có máy lạnh độc lập để vận chuyển các thực phẩm bảo quản lạnh và lạnh đông trực tiếp từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ không qua các giai đoạn trung chuyển bốc ra, xếp vào. Chúng được vận chuyển bằng các phương tiện vận tải khác nhau như ô tô, tàu hỏa, tàu thủy và đôi khi cả máy bay. Các container lạnh được sản xuất và chế tạo theo tiêu chuẩn quốc tế ISO : chiều cao và chiều rộng 8' chiều dài 20' hoặc 40' (2,44m × 2,44m × 6,06m hoặc 12,09m). Hình 14-12 mô tả một container lạnh :



Hình 14-12. 20' - Container với tổ hợp máy lạnh (Linde Đức)

Nhiệt độ bảo quản yêu cầu trong container là từ $+12^{\circ}\text{C}$ đến -25°C . Nhiệm vụ của máy lạnh là phải duy trì được nhiệt độ yêu cầu trong thùng lạnh khi nhiệt độ bên ngoài lên tới $+45^{\circ}\text{C}$.

Khi vận chuyển đường thủy trên tàu biển, không những phải đáp ứng các quy tắc chung mà còn phải đáp ứng quy tắc của các hiệp hội tàu biển (ví dụ Lloyd's Register of Shipping...).

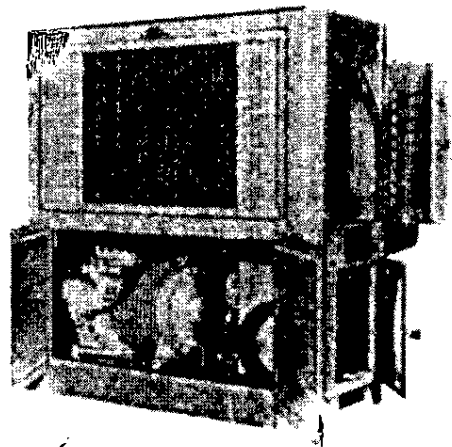
Do quãng đường vận chuyển rất xa nên hầu hết các container lạnh đều được lắp đặt máy lạnh và phần lớn đều theo kiểu "đóng nút" (lắp đặt tổ hợp hoàn chỉnh bằng cách lắp dàn bay

hơi qua lỗ hở vừa khít trên vách phía trước của thùng rồi cố định vào thùng bằng bulông). Các phương pháp sử dụng chất tải lạnh như đá khô, khí hoá lỏng không được sử dụng ở đây.

Do tất cả các container trên thế giới đều theo tiêu chuẩn chung nên các container lạnh phải bố trí vách phía đầu thùng thật lại chừa chỗ cho máy lạnh. Lỗ lắp ráp dàn bay hơi, các vị trí lắp bulông và cả kích thước các bulông đều được tiêu chuẩn hoá và lắp lẫn giữa các nhà sản xuất trên thế giới. Các máy lạnh thường được trang bị động cơ diesel hoặc động cơ xăng.

Hiện nay xuất hiện các loại tàu lạnh chở các container lạnh nhưng do một hệ thống lạnh trung tâm cung cấp lạnh vì bảo dưỡng và vận hành hệ thống lạnh trung tâm dễ dàng và kinh tế hơn. Phương pháp hệ thống lạnh trung tâm cho các thùng lạnh cũng chỉ áp dụng được cho các tàu thủy lạnh mà thôi.

Hình 14-13 mô tả một tổ máy lạnh để lắp đặt cho container có máy nén kiểu nửa kín chạy bằng điện.



Hình 14-13. Tổ hợp máy lạnh lắp đặt cho thùng lạnh (container)
Máy nén kiểu nửa kín

14.4. Tàu hoả lạnh

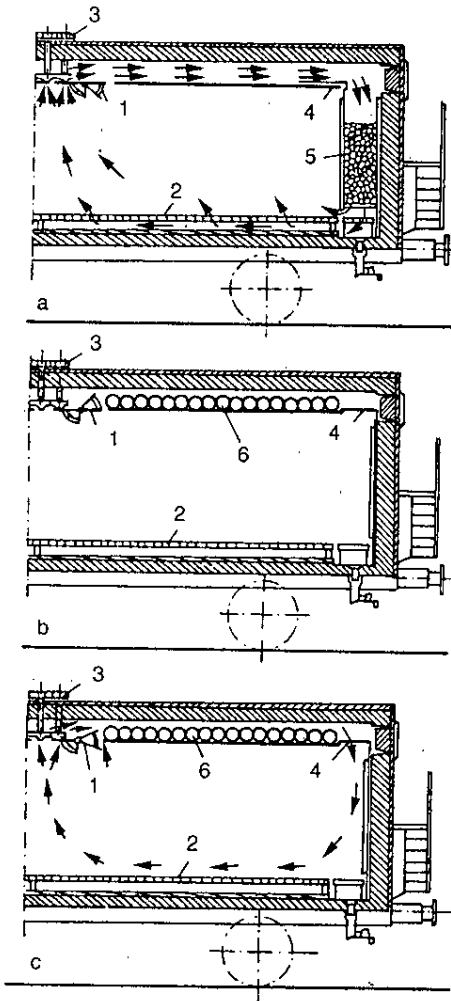
Cũng giống như ô tô lạnh, tàu hoả lạnh hoặc các toa tàu hoả lạnh cũng được phân loại ra loại sử dụng chất tải lạnh như nước đá, đá khô, khí hoá lỏng, bình tích lạnh eutectic hoặc các toa tàu lạnh được lắp máy lạnh cơ, máy lạnh hấp thụ.

14.4.1. Toa tàu lạnh sử dụng chất tải lạnh

Hình 14-14 giới thiệu kết cấu của các toa tàu lạnh sử dụng nước đá vụn và đá khô. Bốn quạt gió bố trí trên trần hút không khí từ khoang toa tàu cách nhiệt đẩy theo các kênh dẫn không khí đưa vào thùng chứa nước đá ở hai đầu toa xe. Hai thùng chứa đá chứa được từ 3,5 đến 4 tấn đá vụn. Không khí được làm lạnh bằng nước đá quay trở lại thùng toa xe để làm lạnh thực phẩm. Không khí lạnh được phân phối đều nhờ tấm ghi sần. Đối với đá khô khi yêu cầu độ lạnh trung bình quạt gió không hoạt động, lá gió kép quay lên, cửa lùa đóng. Khi cần làm lạnh tăng cường, lá gió kép quay xuống, quạt gió hoạt động thổi gió qua ngăn chứa đá khô để tuần hoàn gió lạnh vào trong thùng toa xe. Cần chú ý vị trí làm việc của lá gió kép ở các trường hợp khác nhau được điều chỉnh khác nhau từ a đến b và c.

14.4.2. Toa tàu lạnh sử dụng máy lạnh nén hơi

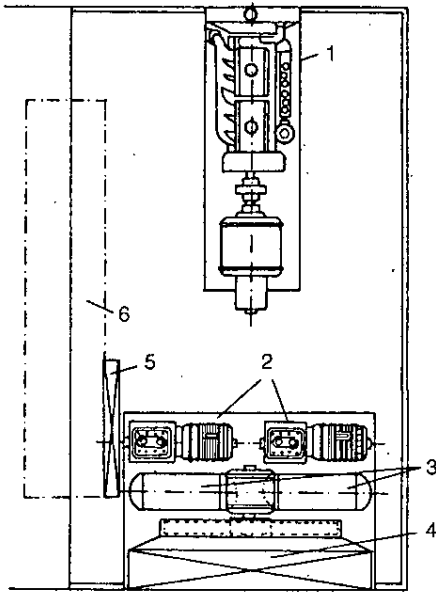
Cũng giống như ô tô, toa tàu lạnh sử dụng máy lạnh nén hơi có nhiều ưu điểm hơn và cũng được ứng dụng rộng rãi trong vận tải lạnh đường sắt. Máy lạnh nén hơi thường là máy lạnh freon môi chất R12, R22, R134a; máy nén là các loại kín, nửa kín và hở. Động lực cho máy nén thường là động cơ diesel, động cơ xăng truyền động trực tiếp cho máy nén hở qua khớp nối từ hoặc gián tiếp qua máy phát điện xoay chiều. Khi dùng qua máy phát điện, các máy nén có thể là dạng kín hoặc nửa kín, hơn nữa có điện, việc bố trí quạt gió cho dàn lạnh, dàn nóng dễ hơn. Hình 14-15 giới thiệu hình chiếu bằng của tổ hợp máy lạnh đặt trên đầu toa tàu lạnh của hãng Frigidaire (Mĩ). Tổ hợp máy được trang bị một động cơ diesel 34 mã lực để kéo một máy phát điện công suất 20kW điện xoay chiều 220V. Tổ hợp máy lạnh gồm hai máy nén nửa kín, hai bình chứa, hai dàn ngưng tụ 4, hai dàn bay hơi. Dàn ngưng và dàn bay hơi đều là loại dàn ống xoắn có cánh. Công suất lạnh đạt 8,7kW (7500kcal/h) ở nhiệt độ trong khoang xe -18°C và nhiệt độ bên ngoài $+38^{\circ}\text{C}$. Hai dàn ngưng đặt chồng lên nhau thành một khối. Một quạt dàn ngưng công suất 5 mã lực quạt giải nhiệt cho cả hai dàn ngưng.



Hình 14-14. Kết cấu toa xe lạnh dùng nước đá và đá khô để làm lạnh
 a) Sử dụng nước đá; b) Làm lạnh trung bình bằng đá khô; c) Làm lạnh tăng cường bằng đá khô
 1- Lá gió kép; 2- Tấm ghi sàn; 3- Quạt gió; 4- Cửa lùa; 5- Nước đá; 6- Đá khô

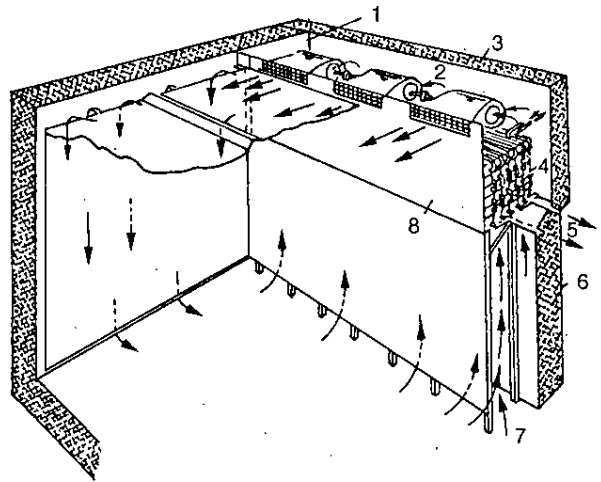
Sự phân phối và tuần hoàn không khí lạnh trong thùng toa tàu được biểu diễn trên hình 14-16 và 14-17.

Dàn bay hơi được ngăn cách với không gian xếp hàng bằng một vách điều chỉnh được 8. Vách 8 có lối cho gió hồi phía dưới và cao đến trần giả. Giữa lớp trần và trần giả là kênh dẫn không khí lạnh và các cửa phân phối gió lạnh. Không khí quay về dàn bay hơi qua tấm ghi sàn của toa tàu. Mỗi ngày, dàn bay hơi được phá băng hai lần bằng dây điện trở. Vào mùa đông, người ta sử dụng dây điện trở này để sưởi ấm hàng hoá nếu cần. Các máy nén được điều chỉnh năng suất lạnh bằng cách đóng ngắt qua role nhiệt độ đặt trong khoang toa tàu. Bình thường máy lạnh có thể đảm bảo duy trì nhiệt độ -22°C trong khoang.



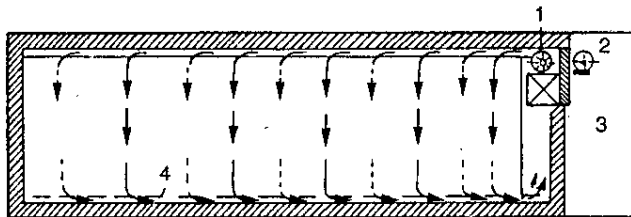
Hình 14-15. Hệ thống lạnh của Frigidaire lắp đặt trên toa tàu lạnh

- 1- Động cơ diesel kèm máy phát điện ;
- 2- Máy nén nửa kín ; 3- Bình chứa ;
- 4- Dàn ngưng tụ ; 5- Bảng điều khiển ;
- 6- Dàn bay hơi



Hình 14-16. Dàn bay hơi và quạt gió của hệ thống lạnh (h.14 - 15).

- 1- Động cơ ; 2- Các quạt gió ;
- 3- Vách cách nhiệt ; 4- Dàn bay hơi ;
- 5- Buồng đặt máy lạnh ; 6- Vách cách nhiệt ;
- 7- Kênh gió hồi ; 8- Vách điều chỉnh được



Hình 14-17. Tuần hoàn và phân phối không khí

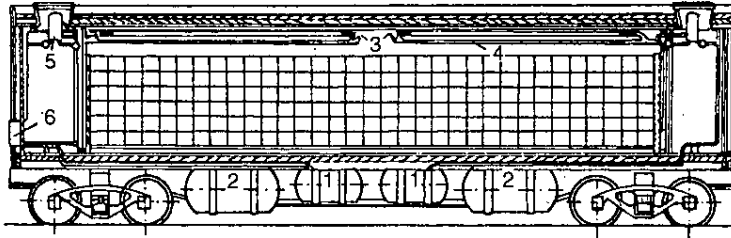
- 1- Quạt ; 2- Động cơ truyền động, không gian lắp máy lạnh và động cơ diesel ; Mũi tên liền → dòng không khí đi qua sản phẩm ; Mũi tên đứt - - → dòng không khí đi xung quanh sản phẩm

14.4.3. Toa tàu lạnh sử dụng máy lạnh hấp thụ

Trên ô tô ít khi lắp đặt máy lạnh hấp thụ, nhưng trên toa tàu hoả, máy lạnh hấp thụ $\text{NH}_3 / \text{H}_2\text{O}$ chu kỳ và $\text{NH}_3 / \text{CaCl}_2$ hoặc $\text{H}_2\text{O} / \text{silicagel}$ chu kỳ hay được sử dụng. Hình 14-18 giới thiệu một toa tàu sử dụng máy lạnh hấp thụ chu kỳ amoniác / nước.

Toa tàu lạnh được trang bị hai bình chứa 860kg amoniác 1 và hai bình lớn hơn 2 chứa nước đóng vai trò bình hấp thụ. Role nhiệt độ tác động mở van tiết lưu 6, lỏng amoniác đi vào các ống xoắn của dàn bay hơi bố trí phía dưới trần. Amoniác bay hơi thu nhiệt môi trường, hơi amoniác được bình hấp thụ 2 hấp thụ. Các bình này được bố trí cánh tản nhiệt để thải nhiệt hấp thụ vào không khí. Hai bình hấp thụ có dung tích 2900 l nhưng chỉ chứa 1900 lít nước, phần còn lại dự tính để hấp thụ amoniác. Các ống dàn bay hơi có đường kính 1"

và chiều dài 260m, cánh tản nhiệt có đường kính 2" và số lượng 120 chiếc/1m chiều dài. Ở nhiệt độ ngoài trời 33°C có thể duy trì nhiệt độ -18°C trong khoang toa tàu. Khoang toa tàu có thể tích 55m³.



Hình 14-18. Toa tàu lạnh sử dụng máy lạnh chu kỳ amoniác / nước của hãng Frigid Transport Co.Inc (Mĩ).

1- Bình chứa amoniác lỏng ; 2- Bình hấp thụ ; 3- Dàn bay hơi ống xoắn có cánh ; 4- Khay hứng nước ;
5- Bình tách nước ; 6- Van tiết lưu và rơle nhiệt độ

14.5. Tàu thủy lạnh

Những tàu thủy lạnh đầu tiên ra đời từ cuối thế kỷ 19 dùng để chuyên chở thịt từ châu Úc và châu Mĩ đến châu Âu. Ngày nay tất cả các tàu thủy nối liền các châu lục đều được trang bị hệ thống lạnh để bảo quản thực phẩm tươi sống cũng như thực phẩm đông lạnh, đôi khi sử dụng cho cả nước ngọt. Các hệ thống lạnh trên tàu thủy chở hàng và trên các tàu thủy lạnh cho phép chuyên chở hoa quả, thịt, hải sản, thủy sản và các hàng thực phẩm lạnh đông.

Các tàu đánh cá dài ngày trên biển được trang bị các hệ thống lạnh để đảm bảo đánh bắt, chế biến và bảo quản cá ngay trên tàu.

Các tàu khách cũng trang bị các hệ thống lạnh để điều hoà không khí tiện nghi cho hành khách trên tàu.

Do sự khác nhau giữa điều kiện vận hành trên đất liền và trên tàu biển khác nhau nên hệ thống lạnh trên tàu cũng có những yêu cầu đặc biệt :

- Làm việc an toàn và tin cậy ở trên biển cả trong điều kiện tàu lắc mạnh do bị sóng lớn.
- Các thiết bị phải làm việc đảm bảo và an toàn, đặc biệt các thiết bị làm việc phụ thuộc nhiều vào lực trọng trường như bơm dầu bôi trơn máy nén, bình ngưng ngưng hơi thành lỏng và lỏng phải chảy về được bình chứa và từ bình chứa lỏng phải đến được trạm tiết lưu. Khi thiết kế thiết bị và hệ thống cần phải có các biện pháp hữu hiệu giải quyết các vấn đề này.
- Công nhân vận hành phải có trình độ tay nghề cao, sức khỏe tốt để giải quyết được tất cả các trục trặc hỏng hóc đảm bảo cả một khối lượng thực phẩm lớn không bị hư hỏng do thiếu lạnh.
- Cần phải có đầy đủ và phong phú các thiết bị, phụ tùng thay thế khi cần thiết do điều kiện xa đất liền.
- Dự trữ công suất lạnh ít nhất lớn gấp rưỡi công suất yêu cầu. Luôn luôn phải có 1/3 số máy dự phòng để đưa vào vận hành trong các điều kiện cần thiết.

Chính vì các yêu cầu như vậy nên nhiều hiệp hội hàng hải (ví dụ : Lloyd's Register of Shipping của Mĩ) có những quy định nghiêm ngặt trong việc tính toán thiết kế chế tạo và lắp đặt thiết bị lạnh trên tàu ví dụ : Trong các hệ thống lạnh (làm lạnh hàng hoá) trên tàu ít

nhất phải có ba máy nén trong đó chỉ hai máy đã có thể đáp ứng đầy đủ nhu cầu lạnh 24/24h, còn một máy nén để dự phòng. Chính vì vậy việc tính toán thiết kế cần sự hiểu biết sâu sắc về tàu biển.

Do những lí do về kinh tế, để có thể sử dụng một cách đa dạng, các hệ thống lạnh trên tàu được thiết kế cho hai nhiệt độ : 0°C cho bảo quản rau, hoa, quả và -25°C để bảo quản thực phẩm đông.

Dộ diện tích lắp đặt hạn chế nên thường chọn các máy nén có tốc độ cao, môi chất lạnh R22 và R134a, làm lạnh trực tiếp, làm mát thiết bị ngưng tụ bằng nước biển và nhiệt độ nước biển dùng cho tính toán là $+35^{\circ}\text{C}$. Đây là nhiệt độ nước biển mùa hè ở các vùng biển gần xích đạo. Để đảm bảo bình ngưng tụ không bị ăn mòn do nước biển, vật liệu chế tạo ống chùm bình ngưng thường là SoMs60 hoặc CuNi10 (DIN), chế tạo mặt sàng là Ms60 hoặc được mạ thép không rỉ. Đối với các hệ thống lạnh amoniác, bình ngưng được chế tạo bằng thép nhưng phải có một lớp bảo vệ anốt dạng tấm nhôm hoặc kẽm.

14.5.1. Hệ thống lạnh bảo quản thực phẩm

Trước khi đưa vào khoang tàu lạnh, thực phẩm đã được làm lạnh hoặc kết đông. Hệ thống lạnh trên tàu thuỷ chỉ đảm bảo việc duy trì nhiệt độ khoang, dập tắt các nguồn nhiệt khác nhau tồn thất vào khoang lạnh như nhiệt tồn thất qua vách cách nhiệt hoặc qua cửa... Như vậy năng suất máy lạnh đặt trên tàu thuỷ mới đạt mức thấp nhất. Hệ thống lạnh thực phẩm có hai chế độ nhiệt độ :

- Nhiệt độ dương để bảo quản rau, hoa, quả, bơ, trứng, sữa...
- Nhiệt độ âm để bảo quản thịt, cá và thực phẩm đông...

Nhiệt độ buồng lạnh được khống chế tự động bằng cách đóng ngắt dòng môi chất lạnh phun vào dàn bay hơi bằng role nhiệt độ và van điện từ ; hoặc trực tiếp bằng cách đóng ngắt máy nén.

Dung tích của các buồng lạnh, buồng đông tùy thuộc vào số lượng thuỷ thủ trên tàu, khẩu phần ăn hàng ngày và số ngày đi trên biển.

Năng suất lạnh yêu cầu đối với các buồng lạnh, buồng đông trên tàu được tính toán giống như buồng lạnh, buồng đông trên đất liền, tuy nhiên không có phần gia lạnh hoặc kết đông bổ sung. Nhiệt độ bên ngoài có thể lấy $+40^{\circ}\text{C}$ và tiêu chuẩn cách nhiệt lấy như tiêu chuẩn cách nhiệt tàu thuỷ lạnh.

Do có hai chế độ nhiệt độ nên cần có hai hệ thống lạnh riêng biệt, hai máy nén riêng biệt, không nên mắc chung với nhau. Nên chọn hai máy nén cùng chủng loại để máy nén dự phòng có thể thay cho bất kì hệ thống nào khi cần thiết.

14.5.2. Hệ thống lạnh bảo quản hàng hoá

Hàng hoá vận chuyển lạnh hiện nay cơ bản là hoa, quả và thịt, cá. Các loại hoa, quả đặc biệt từ miền Nam lên miền Bắc và từ châu Phi, Nam Mỹ lên Bắc Mỹ hoặc sang châu Âu, đặc biệt là chuối. Chuối hầu như không được làm lạnh trước. Khi đưa lên tàu thuỷ, máy lạnh phải làm nhiệm vụ làm lạnh trong thời gian ngắn nhất đến nhiệt độ bảo quản khi vận chuyển. Thời gian vận chuyển kéo dài từ 14 đến 21 ngày, trong thời gian đó chất lượng chuối phải được đảm bảo. Đó là điều kiện khá nghiêm ngặt. Khi vận chuyển thịt tươi lạnh, nhiệt độ vận chuyển là $-1,0$ đến $-1,5^{\circ}\text{C}$ ở gần ngay điểm đóng băng. Phạm vi nhiệt độ dao động không quá $\pm 0,3\text{K}$. Đối với chuối yêu cầu còn khắt khe hơn, nhiệt độ bảo quản tùy theo từng loại từ $11,7$ đến 14°C và phạm vi nhiệt độ dao động không quá $\pm 0,1\text{K}$. Hệ thống làm lạnh phải đáp ứng những yêu cầu sau :

- Phải đảm bảo các điều kiện vận chuyển tối ưu, bốc xếp vận chuyển trong thời gian ngắn nhất, và duy trì các điều kiện bảo quản suốt thời gian vận chuyển.

- Đảm bảo độ tin cậy và an toàn cao nhất.

- Diện tích lắp đặt là nhỏ nhất.

- Vốn đầu tư và chi phí vận hành là nhỏ nhất và chấp nhận được.

- Đảm bảo phạm vi nhiệt độ dao động cho phép với năng suất làm lạnh lớn và sự phân phối cũng như tuần hoàn không khí tốt.

Đối với vận chuyển lạnh rau, hoa, quả, các yêu cầu vận chuyển chuỗi được coi là chặt chẽ nhất và là tiêu chuẩn để thiết kế :

- Việc gia lạnh chuỗi trong khoang lạnh phải đảm bảo hoàn thành trong 24h đến 48h.

- Sự tuần hoàn và phân phối không khí phải đều.

- Cần có hệ thống kiểm tra nồng độ CO₂ trong khoang nói chung và trong từng vị trí nói riêng.

Theo kinh nghiệm thay đổi không khí từ 60 đến 80 lần là thích hợp nhất.

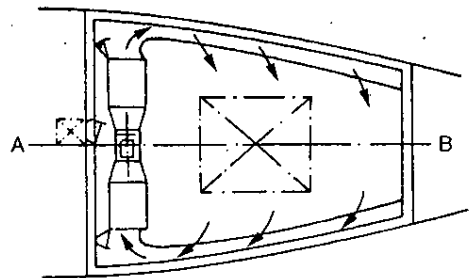
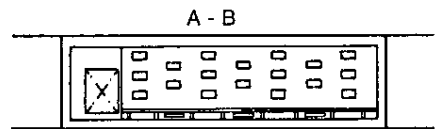
Hình 14-19 giới thiệu phương pháp tuần hoàn không khí theo chiều ngang. Ống thổi và ống hút gió được đặt hai bên thành tàu. Chúng đồng thời được dùng làm lối đi để kiểm tra hàng hoá. Và khi cần có thể thay đổi hướng gió dễ dàng để đạt sự đồng đều về nhiệt độ.

Hình 14-20 giới thiệu sơ đồ chung của một tàu thủy lạnh có dàn lạnh kiểu trung tâm cho từng nhóm buồng lạnh, tuần hoàn không khí ngang (Hãng Atlas Đan Mạch).

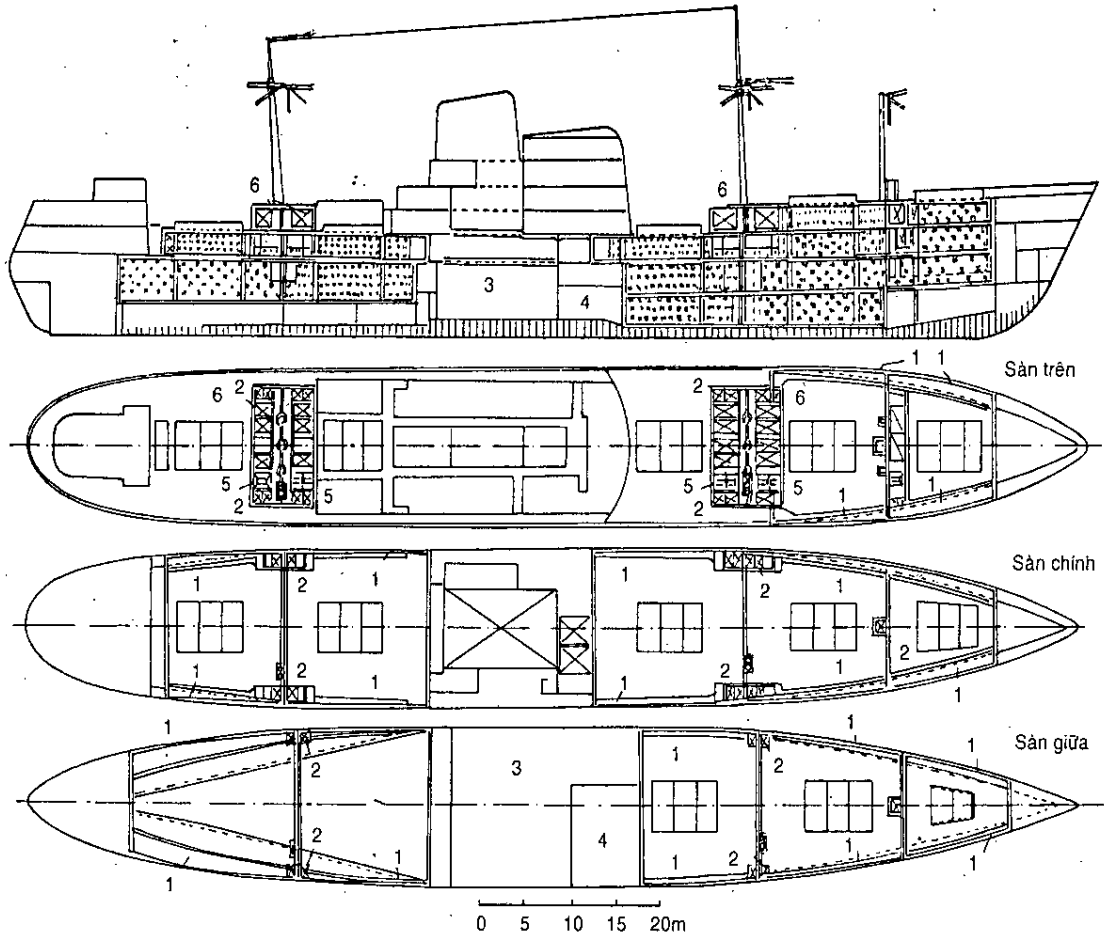
Hình 14-21 giới thiệu phương pháp tuần hoàn gió thổi từ dưới lên. Ghi phân phối gió đồng thời là ghi sàn. Phía trên gió hồi tự do không cần ống gió hồi, do đó diện tích xếp hàng hoá tăng thêm khoảng 4%. Tuy nhiên, không thể đổi chiều gió như phương pháp tuần hoàn gió ngang. Quạt gió và dàn bay hơi được ngăn với khoang chứa hàng bằng vách ngăn. Phía trên và dưới có bố trí các cửa cho gió đi và gió hồi, có thêm lối vào kiểm tra dàn quạt cũng như sản phẩm. Không khí đi từ phía dưới lên, nên tổn thất áp suất nhỏ hơn do chiều dày lớp hàng bảo quản nhỏ hơn, hiệu nhiệt độ gió đi và gió hồi nhỏ hơn. Năng lượng tiêu tốn cho quạt nhỏ hơn. Qua nghiên cứu, phương pháp tuần hoàn gió từ dưới lên trong khoang tàu thủy có nhiều ưu điểm hơn loại tuần hoàn gió ngang.

Hệ thống lạnh trên tàu có hai loại trực tiếp và gián tiếp giống như các hệ thống lạnh thông thường.

Trước đây hệ thống lạnh gián tiếp hay được sử dụng vì khả năng điều chỉnh nhiệt độ dễ dàng hơn, phạm vi dao động nhiệt độ có thể điều chỉnh chính xác hơn. Thường người ta bố trí mỗi phòng lạnh hai đến ba vòng tuần hoàn nước muối lạnh cộng thêm một vòng tuần hoàn nước muối nóng để làm tan giá. Việc khống chế nhiệt độ có thể tự động hoá hoàn toàn qua các role nhiệt độ điều khiển trực tiếp vòng tuần hoàn nước muối đồng thời với bơm nước muối, máy nén, các van điện từ...



Hình 14-19. Tuần hoàn gió ngang với các lối đi kiểm tra

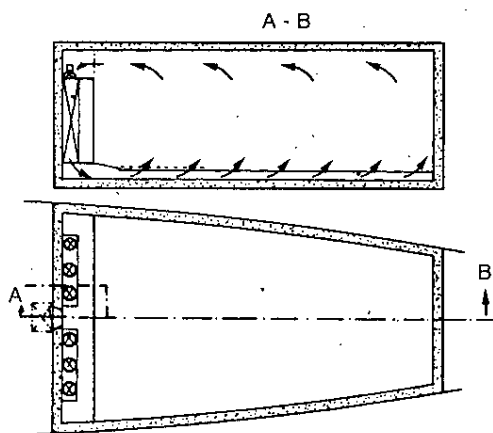


Hình 14-20. Sơ đồ chung tàu thủy lạnh có dàn lạnh kiểu trung tâm cho từng nhóm buồng lạnh, tuần hoàn không khí ngang (hãng Atlas – Đan Mạch)

- 1- Ống gió ngang; 2- Ống gió đứng; 3- Phòng máy tàu thủy;
4- Phòng máy lạnh; 5- Quạt; 6- Dàn bay hơi

Ngày nay các hệ thống lạnh trực tiếp được sử dụng rộng rãi hơn do các ưu điểm của nó so với hệ thống lạnh gián tiếp là :

- Hệ thống đơn giản, gọn nhẹ hơn.
- Khối lượng toàn bộ máy nhỏ hơn.
- Làm việc kinh tế hơn, đầu tư nhỏ hơn.
- Diện tích lắp đặt yêu cầu nhỏ hơn nên diện tích chở hàng tăng lên.



Hình 14-21. Phương pháp tuần hoàn gió dưới lên

lượng môi chất nạp nhiều, nên ít an toàn hơn khi điều kiện vận hành trên tàu thuỷ lại không giống như trên đất liền. Để giải quyết nhược điểm này cần phải bố trí nhiều phòng máy bên cạnh từng nhóm phòng lạnh, hoặc mỗi phòng lạnh có riêng một tổ máy lạnh. Máy nén cũng nên chọn một loại để máy nén dự phòng có khả năng thay thế cho bất kì máy nén nào bị hỏng hóc. Trường hợp mỗi phòng lạnh một tổ máy thì nên chọn máy nén nửa kín đã được lắp đặt sẵn trong tổ hợp và đã được thử bên, thử kín tại nhà máy chế tạo. Như vậy ta đã thực hiện hướng phân tán hoá hệ thống lạnh cho tàu thuỷ. Để dự phòng có thể mang theo không phải chỉ máy nén mà cả tổ hợp là tốt nhất.

Năng suất lạnh yêu cầu tính toán giống như hệ thống lạnh bình thường với các yêu cầu đặc biệt của các hiệp hội hàng hải đã nêu. Hệ số truyền nhiệt k của vách cách nhiệt nằm trong khoảng $0,52$ đến $0,58W/m^2K$.

14.5.3. Hệ thống lạnh cho điều hoà không khí trên tàu biển

Hệ thống điều hoà không khí và hệ thống lạnh cho điều hoà không khí trên tàu được gọi là hệ thống lạnh tiện nghi hoặc hệ thống điều hoà tiện nghi. Các hệ thống này không có yêu cầu đặc biệt nào khác các hệ thống trên đất liền. Tuy nhiên khi thiết kế lắp đặt cần chú ý đến đặc điểm vận hành trên tàu biển là độ nghiêng, độ lắc của tàu và độ ăn mòn do nước biển.

Nguyên tắc là có thể ứng dụng tất cả các loại hệ thống lạnh khác nhau ví dụ máy làm lạnh nước hoặc máy điều hoà có dàn bay hơi trực tiếp bằng môi chất lạnh. Bình ngưng phải làm mát bằng nước biển nên phải có vật liệu phù hợp giống như yêu cầu đối với hệ thống lạnh trên tàu.

Máy lạnh hấp thụ nước / bromualiti trước đây được sử dụng rất rộng rãi nhưng ngày nay cũng ít gặp.

– Với loại máy nén nhiều xilanh, có thể điều chỉnh được năng suất lạnh, khả năng điều chỉnh nhiệt độ phòng lạnh không thua kém gì hệ thống dùng nước muối. Qua việc điều chỉnh năng suất lạnh, tốc độ của hơi hút về máy nén thay đổi trên đường hút. Để đảm bảo hồi dầu về máy nén với hiệu quả cao cần phải có biện pháp khắc phục. Có thể bố trí ống nhánh hoặc có thể bố trí nhiều đường hút với các van chặn trên từng đường ống.

Hệ thống lạnh trung tâm làm lạnh trực tiếp có nhược điểm là các đường ống dẫn môi chất lạnh dài, nhiều ống chẽ rất khó kiểm tra và phát hiện rò rỉ môi chất,

Chương 15

CÁC ỨNG DỤNG KHÁC CỦA KỸ THUẬT LẠNH

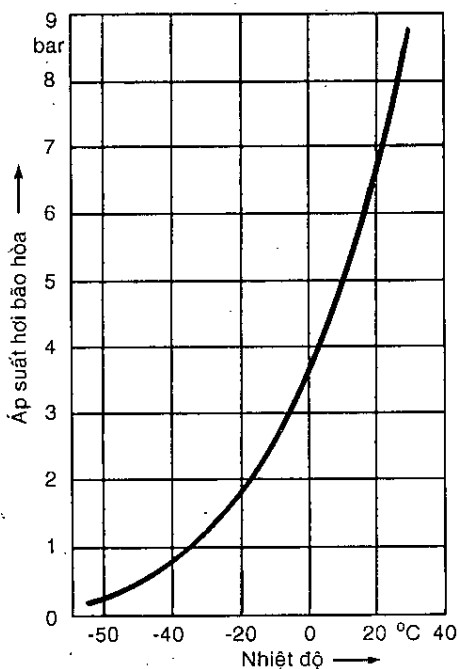
15.1 Hoá lỏng khí clo

Khí clo được sử dụng chủ yếu trong công nghiệp chất dẻo và sản xuất các chất dung môi. Khí clo được sản xuất chủ yếu nhờ phương pháp điện phân từ các dung dịch NaCl và KCl. Khí clo thu được chứa thêm 2 ÷ 8% không khí, hydrô và cacbonic... Áp suất của hỗn hợp (khí thô) là 1 bar. Các khí lẫn được gọi là khí lạ.

Khí clo nguyên chất có nhiệt độ sôi khoảng -34°C ở áp suất khí quyển. Điểm tới hạn có nhiệt độ 144°C và áp suất 80bar. Đường cong áp suất bão hoà biểu diễn trên hình 15-1. Clo lỏng hoà tan ít hydrô, ôxi và nitơ nhưng hoà tan khá nhiều CO_2 .

Để có thể tách được clo ra khỏi khí thô, người ta cho khí thô đi qua bề mặt lạnh. Một phần clo sẽ ngưng tụ lại chảy xuống dưới và được đưa vào bình chứa. Khí dư (còn chứa một ít clo) được sử dụng cho các phản ứng hoá học khác nhau. Có thể cho khí dư đi qua một bình ngưng cấp hai có nhiệt độ thấp hơn để tách thêm clo ra khỏi khí dư.

Bề mặt trao đổi nhiệt của bình ngưng cần được làm lạnh đến đâu phụ thuộc vào thành phần clo trong hỗn hợp (hay phụ thuộc vào áp suất riêng phần của clo trong hỗn hợp). Áp suất riêng phần càng thấp thì nhiệt độ bề mặt yêu cầu càng lạnh. Thành phần khí lạ càng lớn thì áp suất riêng phần clo càng bé. Khi thành phần khí lạ bằng không, khí clo là nguyên chất và áp suất riêng phần của nó bằng áp suất tổng của khí và đúng bằng áp suất bão hoà đọc được trên đồ thị p-t (h. 15-1). Có thể tăng áp suất riêng phần của khí bằng cách nén khí thô lên áp suất cao. Khi đó áp suất riêng phần tăng lên tương ứng. Ví dụ : khí thô có 10% khí lạ với áp suất tổng là 1bar. Nếu là khí clo nguyên chất áp suất 1bar thì nhiệt độ ngưng tụ đọc được trên đồ thị hình 15-1 là -34°C . Nhưng vì có 10% khí lạ nên áp suất riêng phần clo chỉ là 0,9bar, đọc trên đồ thị được -37°C nghĩa là bề mặt lạnh của bình



Hình 15-1. Đường cong áp suất hơi bão hoà của clo

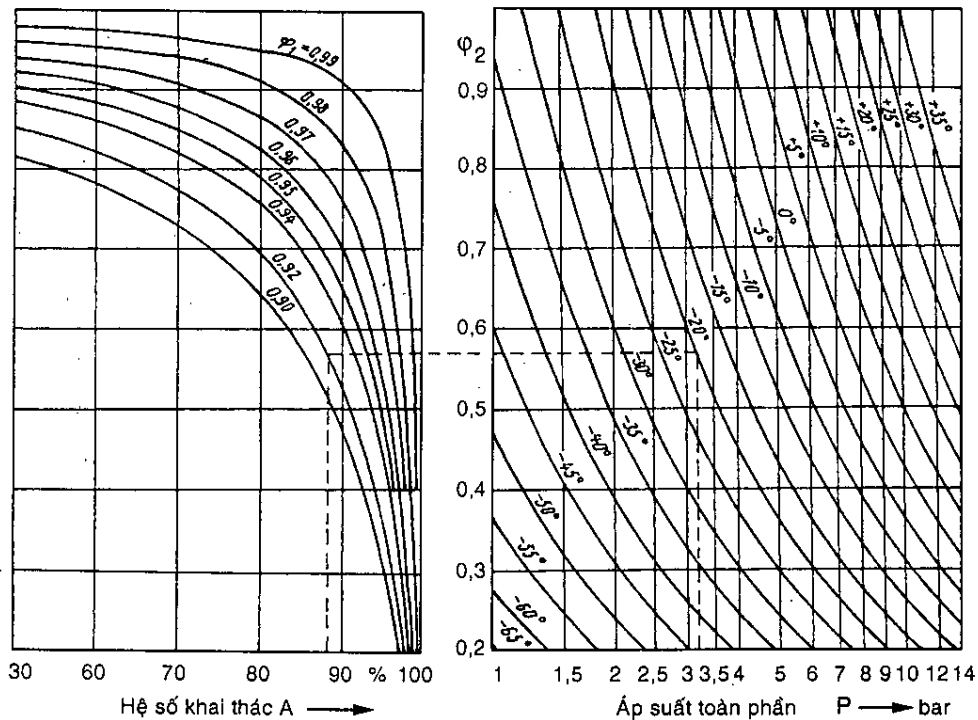
ngưng tụ ít nhất phải hạ xuống được dưới -37°C thì clo mới bắt đầu ngưng tụ. Nhưng nếu nén khí thô lên 2bar, áp suất riêng phần clo sẽ là 1,8bar và khi đó nhiệt độ ngưng tụ tương ứng sẽ là -20°C chứ không phải -37°C nữa.

Nhiệt độ trên đồ thị biểu diễn nhiệt độ bão hoà cân bằng. Muốn ngưng tụ và thu được clo thì nhiệt độ bề mặt ngưng tụ phải thấp hơn nhiệt độ cân bằng đó. Ta sẽ quay lại vấn đề này ở mục 15.1.4.

15.1.1. Phương pháp hoá lỏng khí clo và hệ số khai thác

Có các phương pháp hoá lỏng clo sau đây được ứng dụng :

1. Khí thô được giữ ở áp suất 1bar và được làm lạnh tùy theo thành phần khí lạ xuống -45°C hoặc thấp hơn để hoá lỏng clo. Để tạo được nhiệt độ rất thấp này cần phải sử dụng máy lạnh ghép tầng hoặc nhiều cấp.
2. Khí thô được nén lên áp suất khoảng 3bar và quá trình hoá lỏng clo được tiến hành ở nhiệt độ -15 đến -20°C .
3. Khí thô được nén lên áp suất cao tương ứng 10 đến 12bar thậm chí cao hơn để có thể hoá lỏng clo bằng nước làm mát, khi đó không cần đến máy lạnh.



Hình 15-2. Toán đồ để xác định hệ số khai thác A từ nồng độ clo φ_1 và áp suất toàn phần p của khí thô cũng như nhiệt độ bão hoà t_s trong bình ngưng clo
 Ví dụ : $p = 3,2\text{bar}$; $t_s = -20^{\circ}$; $\varphi_1 = 0,92$ (đường nét đứt trên toán đồ), xác định được $A = 88\%$.
 Nồng độ clo còn lại trong khí lạ $\varphi = 57\%$ đọc trên trục tung của đồ thị.

Hiệu quả của một phương pháp hoặc một thiết bị hoá lỏng khí clo được đánh giá bằng hệ số khai thác của nó. Có nhiều phương pháp đánh giá hoặc tính toán hệ số khai thác. Có thể xác định nhanh chóng hệ số khai thác khi hoá lỏng clo bằng toán đồ giới thiệu trên hình 15-2.

Tất nhiên, với hệ số khai thác và nồng độ khí thô cho trước ta có thể xác định được áp suất toàn phần và nhiệt độ bề mặt lạnh yêu cầu. Với nồng độ clo của khí thô như nhau, áp suất toàn phần càng cao, nhiệt độ ngưng tụ càng thấp thì hệ số khai thác càng lớn.

Để đạt được hệ số khai thác giống nhau, nếu nhiệt độ ngưng tụ càng thấp, khí thô càng ít phải nén; nếu nhiệt độ ngưng tụ càng cao, khí thô càng phải nén nhiều. Nghĩa là khi máy lạnh lớn thì cần máy nén nhỏ và khi máy nén lớn thì cần máy lạnh nhỏ, thậm chí không cần máy lạnh vì có thể làm mát bằng nước hoặc không khí môi trường.

Phương pháp hoá lỏng clo nào là kinh tế nhất; Hệ số khai thác nào là tối ưu nhất, đó là một bài toán tối ưu về kinh tế mà ta phải giải cùng với giá điện, nước, tiền vốn đầu tư cho các phương án thiết bị, nồng độ clo φ_1 , φ_2 và hệ số khai thác A.

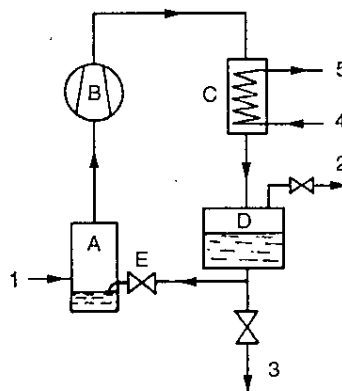
15.1.2. Quá trình nén khí thô

Chỉ có thể sử dụng các máy nén không cần dầu bôi trơn vì clo phản ứng với dầu bôi trơn. Trước đây người ta sử dụng máy nén có vòng chát lỏng với axit H_2SO_4 đậm đặc làm vòng chát lỏng bảo vệ. Ngày nay người ta sử dụng máy nén pittông hoặc tuabin không cần dầu bôi trơn.

Để tính toán công suất nén yêu cầu có thể sử dụng đồ thị lgp-h (áp suất - entanpi) của khí clo giống như tính toán công suất cần thiết cho một máy lạnh. Tuy nhiên, độ chính xác của tính toán còn phụ thuộc vào thành phần khí lạ vì đồ thị lgp-h của khí clo là của khí clo nguyên chất.

Khó khăn thực tế của quá trình nén khí thô clo là nhiệt độ cuối tầm nén cao và khả năng gây nổ lớn vì khí thô có lẫn thành phần hydro. Ngoài ra quá trình nén với nhiệt độ cuối tầm nén cao còn gây hạn rỉ thiết bị nhanh. Nếu nén đoạn nhiệt khí thô từ 1bar lên 4bar trong máy nén một cấp, nhiệt độ cuối tầm nén đạt tới $140^{\circ}C$. Chính vì vậy phải nén khí thô nhiều cấp có làm mát trung gian bằng nước và nhiệt độ cuối mỗi tầm nén không được vượt quá giới hạn $80^{\circ}C$.

Để đơn giản quá trình nén nhiều cấp xuống ít cấp hơn người ta thực hiện nén khí thô ở nhiệt độ bão hoà. Nghĩa là trước khi đưa vào nén, phải làm lạnh khí thô xuống đến nhiệt độ bão hoà trong bình làm lạnh sơ bộ. Hình 15-3 giới thiệu sơ đồ nguyên lý của một thiết bị hoá lỏng clo kiểu này. Khí thô 1 đi vào bình làm lạnh sơ bộ, được làm lạnh xuống đến $-34^{\circ}C$ nhờ bay hơi clo lỏng tiết lưu qua van E vào bình làm lạnh sơ bộ A. Khí thô lạnh được hút về máy nén B và nén lên áp suất 3,5bar sau đó đẩy vào bình ngưng C. Nhiệt độ cuối quá trình nén một cấp là $+50^{\circ}C$. Do tổn thất nhiệt ở bình làm lạnh sơ bộ và trên đường ống hút nên nhiệt độ hơi trước cửa hút máy nén là $-30^{\circ}C$, tăng 4K so với nhiệt độ $-34^{\circ}C$ ở trong bình làm lạnh sơ bộ. Ở bình ngưng, clo được ngưng tụ lại trên bề mặt lạnh nhờ môi chất lạnh sôi hoặc chất tải lạnh. Clo lỏng chảy xuống bình chứa D rồi được đóng chai theo đường 3.



Hình 15-3. Sơ đồ nguyên lý thiết bị hoá lỏng clo

- A- Bình làm lạnh sơ bộ ; B- Máy nén ;
- C- Bình ngưng ; D- Bình chứa clo lỏng ;
- E- Van tiết lưu ;
- 1- Khí thô vào ; 2- Khí dư ra ; 3- Clo lỏng ra ;
- 4, 5- Môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh lỏng vào ra

Một phần nhỏ clo đi qua van tiết lưu E trở lại bình A để bay hơi làm lạnh sơ bộ khí thô 1 mới đưa vào. Khí dư được lấy ra ngoài theo đường 2. Bình làm lạnh sơ bộ A đồng thời có thể làm nhiệm vụ bộ rửa khí. Do có một lượng nhỏ lỏng clo đi qua van tiết lưu E làm lạnh sơ bộ khí thô nên máy nén phải nén một khối lượng khí lớn hơn so với phần khí thô 1. Tuy nhiên kích thước máy nén không cần thiết kể lớn hơn vì khí lạnh ở -30°C có thể tích riêng bé nên dù khối lượng lớn hơn nhưng thể tích hầu như không thay đổi. Hệ số khai thác qua thử nghiệm vẫn giữ nguyên mà không bị giảm.

Có thể sử dụng clo hoá lỏng cấp một ở hình D để hoá lỏng tiếp clo từ khí dư 2.

Để đề phòng cháy nổ cần phải giới hạn hệ số khai thác cấp 1 sao cho thành phần hydro trong khí dư không vượt quá $4 \div 5\%$. Có thể cải thiện hệ số khai thác nếu có các biện pháp hữu hiệu để phòng cháy nổ cũng như có các cấu tạo hợp lí của bình ngưng cấp 2.

15.1.3. Công suất lạnh yêu cầu

Công suất lạnh yêu cầu lí thuyết bao gồm nhiệt lượng hoá lỏng của clo, nhiệt lượng thải ra khi làm lạnh khí clo xuống nhiệt độ hoá lỏng, nhiệt lượng thải ra khi làm lạnh hỗn hợp khí - hơi không hoá lỏng (khí dư). Thường người ta tính công suất lạnh riêng yêu cầu cho 1kg clo hoá lỏng thu được.

Nếu dòng khí thô có X_1 kg hơi clo và G kg khí lạ thì từ phần clo có một phần $X = AX_1$ kg clo được ngưng tụ lại trong đó A là hệ số khai thác. Để có một kg clo được hoá lỏng cần có $1/A$ kg hơi clo và G/X kg khí lạ. Chuẩn theo 1kg clo ngưng tụ, trong khí dư còn $\left(\frac{1}{A} - 1\right)$ kg clo và lượng không đổi G/X kg khí lạ. Cho mỗi kg hơi clo ngưng tụ được, lượng nhiệt cần thải (hoặc công suất lạnh cần thiết) có thể được xác định theo biểu thức sau :

$$q = r + C_p(t_1 - t_s) + \left(\frac{1}{A} - 1\right)C_p(t_1 - t_2) + \frac{G}{AX_1}C_{pf}(t_1 - t_2) \quad (15-1)$$

- q - lượng nhiệt thải (công suất lạnh) cần thiết, kJ/kg
- r - nhiệt ẩn hoá hơi của clo, kJ/kg
- C_p - nhiệt dung riêng đẳng áp của hơi clo, kJ/kgK
- C_{pf} - nhiệt dung riêng đẳng áp của khí lạ, kJ/kgK
- t_1 - nhiệt độ khí thô, $^{\circ}\text{C}$
- t_2 - nhiệt độ khí dư, $^{\circ}\text{C}$
- t_s - nhiệt độ ngưng tụ của clo, $^{\circ}\text{C}$

Nếu gọi R và R_f là hằng số chất khí của clo và của khí lạ, ta có

$$\frac{G}{X_1} = \frac{R}{R_f} \cdot \frac{1 - \varphi_1}{\varphi_1} \quad (15-2)$$

φ_1 - nồng độ thể tích của clo trong khí thô.

Thay (15-2) vào (15-1) ta được :

$$q = r + C_p(t_2 - t_s) + \frac{1}{A}(t_1 - t_2) \left(C_p + \frac{R}{R_f} C_{pf} \frac{1 - \varphi_1}{\varphi_1} \right) \quad (15-3)$$

Vì khí lạ gồm nhiều thành phần nên C_{pf} và R_f cũng phải tính toán từ các thành phần đó. Ví dụ nếu khí lạ gồm 80% không khí, 10% CO_2 và 10% H_2 theo tỉ lệ thể tích thì nhiệt dung riêng trung bình đẳng áp $C_{pf} = 1,075\text{kJ/kgK}$ và hằng số chất khí $R_f = 299\text{J/kgK}$.

Một vài số liệu khác cho khí clo : $C_p = 0,5 \text{ kJ/kgK}$; $r = 281 \text{ kJ/kg}$ ở -20°C và bằng 293 kJ/kg ở -40°C .

Ngày nay, nhờ máy vi tính, ta có thể thành lập được nhanh chóng đồ thị entanpi – nồng độ hơi clo và khí lạ. Từ đó có thể tính toán công suất lạnh cần thiết lí thuyết cho các áp suất khác nhau và hệ số khai thác khác nhau. Công suất lạnh thực tế bằng công suất lạnh lí thuyết cộng thêm phần tổn thất do nhiệt truyền từ môi trường vào các thiết bị như bình ngưng bình chứa... và các đường ống.

15.1.4. Trao đổi nhiệt trong bình ngưng clo

Như đã nói ở chương 5, sự có mặt của khí lạ làm giảm đáng kể hệ số toả nhiệt của hơi clo vào bề mặt ngưng tụ. Nguyên nhân là khí lạ tạo ra một lớp khí bao bọc bề mặt ngưng tụ và không cho hơi clo tiếp xúc được với bề mặt lạnh. Có nhiều phương pháp tính toán hệ số toả nhiệt. Ở đây giới thiệu một phương pháp bán thực nghiệm để xác định hệ số toả nhiệt.

Người ta có thể giả thiết là tổng trở nhiệt khi ngưng tụ của hơi từ một hỗn hợp hơi và khí bằng tổng trở nhiệt ngưng tụ và trở khuếch tán.

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\alpha_k} + \frac{1}{\alpha_D} \quad (15-4)$$

- α – hệ số toả nhiệt khi hơi của hỗn hợp hơi + khí ngưng tụ ;
- α_k – hệ số toả nhiệt của hơi nguyên chất ;
- α_D – hệ số toả nhiệt tương ứng với trở khuếch tán.

Hệ số toả nhiệt của hơi nguyên chất α_k có thể tính toán dễ dàng từ biểu thức (5-36) cho trường hợp ngưng màng. Hệ số toả nhiệt α_D có thể xác định theo biểu thức bán thực nghiệm sau :

$$\alpha_D = K_1 \left(\frac{\varphi}{1 - \varphi_1} \right)^{K_2} \quad (15-5)$$

trong đó
$$K_1 = 80000 \frac{D.p.r}{(t - t_o)RTd} \left(\frac{\omega d}{v_m} \right)^{0,95} \cdot \left(\frac{v_m}{D} \right)^{0,92} \quad (15-6)$$

$$K_2 = 0,38 \left(\frac{D}{v} \right)^{0,27} \quad (15-7)$$

- φ – thành phần thể tích hơi trong hỗn hợp, % ;
- D – hệ số khuếch tán của hơi, m^2/s ;
- p – áp suất toàn phần của hỗn hợp, bar ;
- r – nhiệt hoá hơi, kJ/kg ;
- t – nhiệt độ hỗn hợp ở tâm dòng chảy, $^\circ\text{C}$;
- t_o – nhiệt độ bay hơi hoặc nhiệt độ chất tải lạnh, $^\circ\text{C}$;
- T – nhiệt độ tuyệt đối hỗn hợp ở tâm dòng chảy, K ;
- R – hằng số chất khí của hơi nguyên chất, J/kgK ;
- d – đường kính ống, m ;
- ω – tốc độ dòng chảy của hỗn hợp, m/s ;
- v_m – độ nhớt động học của hỗn hợp, m^2/s ;
- v – độ nhớt động học của hơi nguyên chất.

Khi tính toán α_D theo biểu thức (15-5) cần phải lưu ý rằng do một phần hơi ngưng tụ dần, ngoài thành phần thể tích φ , tốc độ chuyển động ω cũng giảm dần dọc theo diện tích trao đổi nhiệt. Kết quả đo đạc thực nghiệm cho thấy tốc độ chuyển động ảnh hưởng đáng kể đến hệ số toả nhiệt.

Sự thay đổi của hệ số toả nhiệt dọc theo bề mặt trao đổi nhiệt của bình ngưng làm cho ta không thể tính toán với hiệu nhiệt độ trung bình logarit. Nếu tính hệ số toả nhiệt trung bình thì phải tính với hiệu nhiệt độ nhỏ hơn hiệu nhiệt độ trung bình logarit từ 10 đến 20%.

Nếu muốn tính chính xác phải xác định hệ số toả nhiệt cục bộ từng vị trí bình ngưng. Do thành phần clo của khí thô lúc vào bình ngưng là lớn nhất nên hệ số toả nhiệt cũng là lớn nhất. Dọc theo bề mặt trao đổi nhiệt, do một phần hơi ngưng lại nên thành phần clo giảm và hệ số toả nhiệt cũng giảm theo và hệ số toả nhiệt là nhỏ nhất ở cửa ra của bình ngưng.

Cũng cần lưu ý rằng, nhiệt độ ngưng tụ của clo là cao nhất ở cửa vào và thấp nhất ở cửa ra bình ngưng do thành phần clo giảm dần, và tương ứng là áp suất riêng phần giảm. Như vậy phần đầu bình ngưng nhiệt độ không cần thấp lắm, nhưng phần cuối phải có nhiệt độ đủ thấp. Nếu dùng chất tải lạnh có thể bố trí quá trình trao đổi nhiệt ngược chiều. Nếu sử dụng máy lạnh có hai, ba nhiệt độ và chia bình ngưng ra hai, ba cấp khác nhau thì hiệu quả kinh tế đạt được sẽ lớn hơn.

Do thành phần clo càng ngày càng giảm nên có thể bố trí diện tích dòng chảy bé dần để đảm bảo tốc độ lưu động không thay đổi, giữ cho hệ số toả nhiệt không đổi do tốc độ.

Bình ngưng clo thường được chế tạo dưới dạng ống vỏ, trong đó môi chất lỏng sôi trong không gian giữa các ống và khí thô đi trong các ống của chùm ống. Môi chất lạnh, vì lí do an toàn cháy nổ chỉ được sử dụng các môi chất freon. Nếu không, phải sử dụng phương pháp làm lạnh gián tiếp qua chất tải lạnh là nước muối.

Ở bình ngưng ống đứng nhiệt độ sôi, phía dưới cao hơn phía trên chút ít do cột lỏng tĩnh. Có thể đặt bình hơi nghiêng để lỏng ngưng chảy xuống phía dưới dễ dàng hơn.

15.2. Công nghiệp hoá chất

Ứng dụng lạnh trong công nghiệp hoá chất hoặc trong các quá trình công nghệ hoá học là rất phong phú. Nói chung các ứng dụng chủ yếu vẫn là làm lạnh các chất lỏng và chất khí, ngưng tụ hơi, tinh thể hoá các chất nghĩa là hoá rắn các thành phần rắn từ một dung môi. Ngoài ra lạnh còn sử dụng để thải nhiệt từ các phản ứng toả nhiệt, các phản ứng này đôi khi được sử dụng ngay như một nguồn nhiệt. Sau đây là một số ứng dụng cụ thể của kỹ thuật lạnh trong công nghiệp hoá chất.

15.2.1. Tách chất từ các hỗn hợp

1. Hỗn hợp khí – hơi. Tách hỗn hợp khí – hơi chủ yếu là ngưng tụ hơi. Mục đích là để sản xuất hơi tinh khiết hoặc khí tinh khiết.

Trong quá trình cracking, các phân tử lớn hydrocacbon dưới tác dụng của áp suất cao và nhiệt độ cao và các chất xúc tác phù hợp được tách thành các phân tử nhỏ. Khí thô thu được thường bao gồm hai nhóm chính là metan và các hydrocacbon nhẹ hơn và êtan với các hydrocacbon nặng hơn. Việc tách hai nhóm đó phải thực hiện bằng ngưng tụ và sau đó chưng cất dưới áp suất từ 10 đến 35bar và nhiệt độ tới -100°C với êtylen là môi chất lạnh. Sản phẩm thu được là êtylen, propylen và các olefin khác nhau. Ngay cả khí lò cốc cũng có thể sử dụng là khí thô để sản xuất êtylen. Để sản xuất polyetylen cần phải có êtylen với độ nguyên chất cao do đó thành phần axetylen trong khí thô phải được ngưng tụ tách ra.

Trong quá trình tổng hợp amoniác, hơi amoniác được ngưng tụ tách ra khỏi khí lò tiếp xúc. Máy lạnh để ngưng tụ amoniác phải có nhiệt độ bay hơi từ -50 đến -60% .

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.

Khí đốt thiên nhiên cần phải khử bỏ hydrôsunfua và quá trình này cũng được thực hiện nhờ việc ngưng tụ hydrôsunfua.

Sự hoà tan của CO_2 và H_2S và của nhiều loại khí khác nhau vào metanol càng tăng khi nhiệt độ càng thấp. Lợi dụng tính chất đó người ta có thể rửa và làm sạch các khí thô nén ở áp suất cao. Quá trình rửa thực hiện ở áp suất 20bar 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 metanol lại giảm từ -20°C xuống -75°C như cũ. Với nhiệt độ thấp đó, metanol được bơm trở lại tháp rửa. Phương pháp này cũng có thể áp dụng để hấp thụ axetylen trong công nghệ sản xuất axetylen 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 do đó tách các chất đó bằng chưng cất rất khó khăn. Ngược lại, các nhiệt độ đông đặc của chúng có thể cách nhau đủ xa để có thể tách chúng bằng phương pháp tinh thể hoá phân đoạn.

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

Chủ yếu paraxylol được kết tinh ra khỏi xylol thô bằng làm lạnh gián tiếp trong thiết bị kết tinh kiểu nạo. Môi chất lạnh là R13, nhiệt độ sôi khoảng -80°C . Phương pháp kết tinh mới để thu paraxylol là sử dụng cacbonic lỏng bay hơi trực tiếp ở -60 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 nitrophôtphat. 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, 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 hydrocacbon giàu cacbon bị loại bỏ bằng SO_2 lỏng ở nhiệt độ khoảng -10°C 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 -30°C .

15.2.2. 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 $+10^\circ\text{C}$ 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 vào 4kg nước đá cho 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 vitamin 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 -55°C thì thời gian phản ứng kéo dài ra đến một phút. Nhiệt toả từ phản ứng được thải đi chủ yếu nhờ bay hơi amoniác. Amoniác đóng vai trò chất dung môi trong thùng phản ứng. Ngoài ra thùng phản ứng còn được làm hai vỏ, và từ ngoài thùng được làm lạnh bằng amoniác.

Trong công nghệ sản xuất cao su tổng hợp người ta cũng đưa thẳng môi chất lạnh vào thùng phản ứng và tùy theo sản phẩm ra mà yêu cầu nhiệt độ lạnh khác nhau trong thùng phản ứng. Ví dụ khi polyme hoá hỗn hợp isobutylene và isobutylene-isopren người ta cho êtylen 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 -100°C . Hơi êtylen được một máy lạnh hoá lỏng trở lại và làm sạch qua chưng cất. Thiết bị hoá lỏng êtylen thường sử dụng propan làm môi chất lạnh.

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

Khi polime 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 được polyme hoá ở -20 đến -60°C .

15.2.3. Lưu kho và vận chuyển

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

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

Axetylen có thể chuyên chở thuận tiện hơn nhiều khi cho hoà tan vào dung môi axêton ở nhiệt độ thấp. Ví dụ ở nhiệt độ -80°C có thể hoà tan 2000m^3 tiêu chuẩn axetylen vào 1m^3 axêton.

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

2. Khí hoá lỏng. Hoá lỏng, lưu giữ và vận chuyển khí đốt khí 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 metan, sôi ở -161°C 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 nơi tiêu thụ bằng đường ống. Để vận chuyển bằng đường biển, khí được hoá lỏng.

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

Có nhiều phương pháp hoá lỏng khí thiên nhiên. Được ứng dụng tương đối rộng rãi là phương pháp máy lạnh ghép tầng trong đó các cấp trên môi chất lạnh là êtylen và propan. Cũng có thể sử dụng các phương pháp làm lạnh gián tiếp. Một trong các 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 dẫn nở và một phần khí được hoá lỏng. Hình 15-4 giới thiệu hai chu trình hoá lỏng khí thiên nhiên bằng máy lạnh ghép tầng.

Chu trình cổ điển thông dụng (h. 15-4a) có các nhược điểm là quá nhiều thiết bị với nhiều loại máy nén, thiết bị trao đổi nhiệt, đường ống... làm cho công tác vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa gặp nhiều khó khăn, đặc biệt khi tải dao động và việc hút hơi lạnh về máy nén. Công việc tự động hoá cũng gặp nhiều trở ngại.

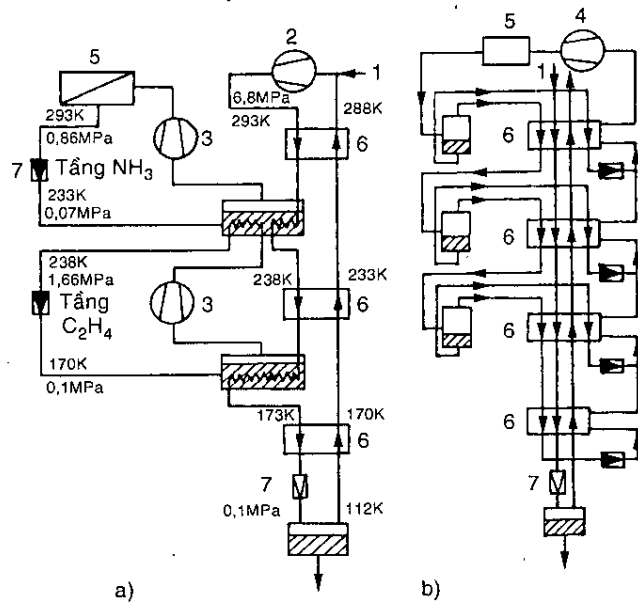
Một giải pháp tích cực là ứng dụng hỗn hợp môi chất lạnh, được viết tắt là phương pháp ARC (auto - refrigerated cascade). Hỗn hợp môi chất lạnh gồm nitơ, êtan, propan và butan được nén trong máy nén 4 và được hoá lỏng theo thứ tự từng thành phần. Bằng cách tiết lưu và cho bay hơi từng thành phần đó, khí thiên nhiên được làm lạnh dần xuống khoảng 120K rồi hoá lỏng một phần khí 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 (Indônêxia) có năng suất 250.000m³/h và nhà máy hoá lỏng khí Arzew (Angiêri) có năng suất 1.200.000m³/h.

Khí hoá lỏng được kí hiệu là LNG (Liquefied Natural Gas) sôi ở áp suất khí quyển ở nhiệt độ 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 40.000m³.

Khí lỏng từ dầu thô LPG (liquefied Petroleum Gas) có nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển cao hơn nhiều. Khí lỏng LPG 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.

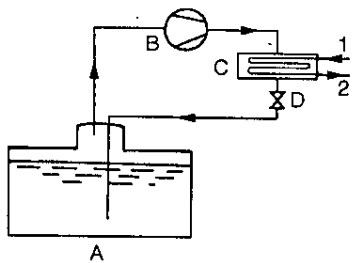
Các khí lỏng cũng được bảo quản và vận chuyển bằng các bình. Ngày nay người ta gọi nhiều khí có nhiệt độ tới hạn cao hơn nhiệt độ môi trường, khi được hoá lỏng là khí hoá lỏng như amoniác, butadien, clo...

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 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 17bar, nghĩa là khi chuyên chở propan, nhiệt độ ngoài trời có thể lên tới khoảng 45°C.



Hình 15-4. Chu trình hoá lỏng khí thiên nhiên bằng máy lạnh ghép tầng

- a) Chu trình cổ điển với máy lạnh ghép tầng môi chất NH₃ và etylen ;
 - b) Chu trình sử dụng hỗn hợp môi chất lạnh ARC.
- 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- Trao đổi nhiệt ; 7- Van tiết lưu



Hình 15-5 : Tái hoá lỏng của khí lỏng bay hơi trên đường vận chuyển

- A- Bình chứa khí lỏng ; B- Máy nén ;
 C- Bình tái ngưng tụ ; D- Van tiết lưu
 1, 2- Nước hoặc không khí làm mát vào và ra

kế cho áp suất tối đa là 10bar. Nhiệt độ thấp nhất cho phép tùy theo vật liệu chế tạo mà tiêu chuẩn cho phép.

Để thải nhiệt tổn thất qua cách nhiệt bình có thể sử dụng một hệ thống lạnh như đã trình bày, nhưng có thể có giải pháp khác như hình 15-5 giới thiệu. Phương pháp này gọi là tái hoá lỏng.

Do tổn thất nhiệt từ ngoài vào, một phần khí lỏng hoá hơi. Để giữ áp suất không đổi, máy nén B hút hơi đó về máy nén, nén lên áp suất cao đẩy vào bình ngưng và lại tiết lưu trở lại bình chứa A.

Để tránh làm bắn khí lỏng ở bình A do dầu bôi trơn máy nén lẫn vào, người ta sử dụng máy nén không cần dầu bôi trơn. Để 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 0,3bar. Nhiệt độ của khí 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 cách nhiệt tốt. Do không cần chịu áp lực nên vách bình không cần dày và hình dáng có thể tùy theo kệ chứa hoặc khoang tàu thủy.

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 nhiều hơn nhiều lần phương pháp tái hoá lỏng.

Để làm lạnh khí lỏng đến -50°C cần một máy lạnh hai cấp với khí lỏng đồng thời làm môi chất lạnh. Khi chuyên chở êtylen lỏng ở nhiệt độ -100°C cần trang bị một máy lạnh ghép tầng, tầng dưới lấy êtylen và tầng trên lấy R22 làm môi chất lạnh. Nếu chọn R13B1 thì bình bay hơi ghép tầng không phải làm việc với áp suất chân không.

15.3. Xây dựng

15.3.1. 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 tùy theo thành phần xi măng có thể đạt từ 250 đến 500kJ/kg xi măng. Nhiệt đó sẽ toả ra môi trường. Các thử nghiệm cho thấy một nửa lượng nhiệt đó toả ra trong ba ngày và toàn bộ lượng nhiệt toả ra suốt trong một năm mới kết thúc. Hình 15-6 giới thiệu tỉ số nhiệt toả theo thời gian.

Hình dáng của các bình chứa rất khác nhau nhưng thông thường là dạng hình trụ nằm hoặc đứng (đặt trong các khoang tàu thủy), đôi khi cả hình cầu. Các bình chứa này rất nặng nên các bình chứa thường được chế tạo với dung tích 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 lạnh kèm theo. Các bình khí lỏng được làm lạnh đến 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 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 lỏng hơn. Các bình chứa áp suất giảm được thiết

Do bê tông toả nhiệt nên nhiệt độ bê tông tăng $20 \div 30K$ so với nhiệt độ môi trường. Đối với các tường mỏng như nhà cửa cầu cống, nhiệt độ đó không đóng vai trò quan trọng vì nhiệt toả nhanh chóng vào môi trường xung quanh, và nhiệt độ coi như đồng đều trên toàn diện tích mặt cắt.

Nhưng đối với đập nước thì khác vì đập nước có chiều dày lớn hơn nhiều. Với một khối lượng bê tông rất lớn, hệ số dẫn nhiệt của bê tông nhỏ nên có một lượng nhiệt lớn bị đọng lại trong khối bê tông không toả được ra môi trường bên ngoài. Với hệ số dẫn nhiệt của bê tông $\lambda \approx 2W/mK$, hệ số dẫn nhiệt độ $a = 0,004m^2/h$ và hệ

số toả nhiệt trên bề mặt vách ra môi trường $\alpha \approx 25W/m^2K$ thì thời gian làm lạnh tâm tường xuống hiệu nhiệt độ còn một nửa tỉ lệ thuận với bình phương chiều dày tường. Trong khi tường dày 2m thời gian làm lạnh là 4 ngày thì với tường dày 60m thời gian làm lạnh trên 10 năm mà hiệu nhiệt độ so với môi trường bên ngoài không giảm xuống còn một nửa so với lúc đầu.

Như vậy, trong khi bề mặt đập đã lạnh và đông cứng từ lâu mà trong tường đập nhiệt độ vẫn 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 vào 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 làm lạnh tường bê tông đập. Có hai phương pháp khả thi là :

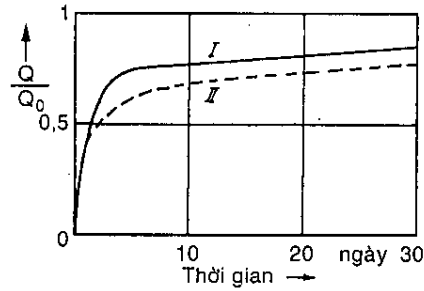
1. Các đường ống lạnh trong đập. Người ta bố trí các ống nước lạnh đường kính 25mm trong đập cách nhau theo chiều ngang khoảng 2,4m, chiều cao khoảng 3m và liên tục bơm nước lạnh qua để thải nhiệt cho bê tông. Tốc độ nước trong ống khoảng 0,6m/s.

Công suất lạnh tính toán để có thể hạ được nhiệt độ bê tông xuống 20 đến 30K. Tùy theo loại xi măng sử dụng, tùy theo khả năng làm mát bằng môi trường bên ngoài, tùy ảnh hưởng của bức xạ mặt trời mà công suất lạnh có thể cao hơn hoặc thấp hơn.

Theo kinh nghiệm, công suất lạnh có thể tính theo lượng nhiệt toả của bê tông khoảng $74000kJ/m^3$ bê tông với một số thông số khác của bê tông : nhiệt dung riêng $0,8kJ/kgK$, khối lượng riêng $2600kg/m^3$ và hiệu nhiệt độ cần làm lạnh khoảng 35K. Nên thiết kế có công suất lạnh dự trữ đặc biệt đối với máy sản xuất nước lạnh.

Biến thiên nhiệt độ của nước lạnh trong các ống nước lạnh 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 $4^{\circ}C$ sau đó cho thêm vào vữa một ít nước đá dưới dạng đá mảnh, đá vụn và tính toán sao cho dung nhiệt đủ để cân bằng toàn bộ nhiệt hydrat hoá.



Hình 15-6. Nhiệt toả từ xi măng theo thời gian đông cứng

Q_0 - Tổng nhiệt lượng hydrat hoá

Q - Nhiệt lượng giải phóng theo thời gian.

Đường cong I : $Q_0 = 485 kJ/kg$

xi măng portland

Đường cong II : Xi măng đặc biệt để

sử dụng cho đập nước ($Q_0 = 335 kJ/kg$)

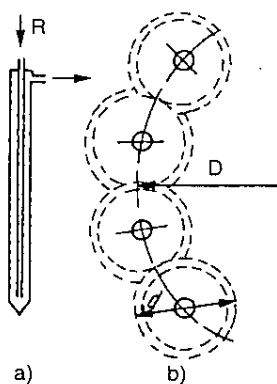
Có thể làm lạnh xi măng ngay từ nhà máy sản xuất. Thường nhiệt độ xi măng ở đây lên tới 60°C . Tuy nhiên, hệ số dẫn nhiệt của xi măng kém do đó cần diện tích trao đổi nhiệt lớn, gây nhiều khó khăn nên ít được ứng dụng.

Các phụ gia như sợi, đá thô có kích thước 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 bằng 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 của đá phụ thuộc vào nhiều yếu tố như nhiệt độ máy trộn, kích thước cục đá và lượng đá trong máy trộn. Đá phải đảm bảo tan hết khi vữa bê tông ra khỏi máy trộn.

15.3.2. Kết đông nền móng

Nền móng xây dựng đôi khi không đủ chắc chắn. Khi đào móng nhiều khi đất bị trượt giống như cát chảy. Nền móng như vậy có thể được củng cố bằng cọc kết đông. Ví dụ, để đào một cột móng hoặc cửa lò có đường kính nào đó người ta phải chọn đường kính cắm cọc kết đông lớn hơn từ 2 đến 5m. Các cọc kết đông được cắm cách nhau chừng 1m chung quanh hầm cần đào (hình 15-7).



Hình 15-7. Ổn định nền móng bằng kết đông

- a) Cọc kết đông ;
- b) Đường kính cắm cọc D lớn hơn đường kính hầm.
- R- Môi chất lạnh ;
- d- đường kính khối đất được kết đông

Cấu tạo của cọc kết đông rất đơn giản theo kiểu ống lồng ống (h. 15-7a). Đường kính trong của ống ngoài khoảng 100mm ; đường kính ngoài ống trong 40mm. Môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh được dẫn vào qua ống trong sau đó chảy ra ống ngoài và ra ngoài. Nhiệt độ bay hơi hoặc chất tải lạnh từ -20 đến -40°C . Đầu cọc được làm nhọn để dễ nén vào đất. Các cọc được nối song song vào bộ phân phối và thu hồi lạnh.

Khi tiến hành kết đông, nền móng chung quanh cọc được kết đông theo hình trụ chung quanh cọc. Hình trụ kết đông lớn dần phát triển ra chung quanh, sau vài tuần, có khi đến hàng tháng các hình trụ kết đông của các cọc mới nối liền lại với nhau thành một dạng lồng kết đông vững chắc, đảm bảo loại trừ việc sụt lở đất khi đào sâu phía bên trong.

Độ bền của nền đất kết đông tăng khi nhiệt độ kết đông giảm. Ví dụ độ bền nén của nền cát kết đông ở -10°C là 100bar, ở -15°C là 160bar và ở -25°C là 200bar. Khi nền cát được kết đông thì nước kết đông ở đây đóng vai trò như xi măng trong bê tông.

Đối với cửa hầm lò, đôi khi cọc phải dài đến hàng trăm mét cắm sâu vào lòng đất. Khi đó phải khoan trước các lỗ cọc. Các lỗ phải song song với nhau nếu không khoảng cách các cọc quá xa nhau không đảm bảo các khối kết đông liên kết lại được với nhau. Trường hợp như vậy, cần phải bố trí thêm cọc. Nếu cọc bị gãy hoặc rò rỉ, sẽ xảy ra các hậu quả rất bất lợi. Vì chất tải lạnh có nhiệt độ đông đặc rất thấp so với nhiệt độ đông đặc của nền đất. Khi chảy vào nền đất đã kết đông, chất tải lạnh có tác dụng làm nền đất mềm ra như cũ.

Do chất tải lạnh ra nóng hơn chất tải lạnh vào khoảng 8K. Sự trao đổi nhiệt qua vách ống trong này làm giảm hiệu quả nhiệt của thiết bị, bởi vậy người ta tìm cách cách nhiệt bề mặt ống trong để giảm sự trao đổi nhiệt không mong muốn này. Có thể sử dụng ống trong là ống nhựa để giảm trao đổi nhiệt nhưng cần lưu ý là ống nhựa rất nhẹ nên có lực đẩy mạnh lên trên trong chất tải lạnh.

Do phải vận hành trên công trường xây dựng nên hệ thống lạnh phục vụ cho cọc kết đông cần đơn giản và hiệu quả. Chỉ cần nối dây điện và nước làm mát là máy có thể hoạt động. Việc phân phối chất tải lạnh cũng cần đơn giản và chắc chắn. Các cọc kết đông cũng cần phải làm việc bảo đảm, chắc chắn và ổn định.

Các cọc kết đông có thể được làm lạnh trực tiếp bằng môi chất lạnh. Ưu điểm của làm lạnh trực tiếp cũng giống như đã giới thiệu là hiệu nhiệt độ nhỏ hơn. Nhưng khó khăn cơ bản là với các cọc sâu, do áp suất tĩnh nên nhiệt độ sôi bên dưới cao hơn bên trên. Có thể khắc phục nhược điểm này bằng cấu trúc bên trong ống nhưng như vậy ống lại dễ bị hư hỏng do va chạm và do lực tác động khi ép ống xuống dưới sâu.

Môi chất lạnh có thể sử dụng các loại khác nhau như amoniác, propan hoặc CO₂. Nếu bị rò rỉ amoniác có thể làm mềm nền đất do nó bị nước hấp thụ mạnh.

Có thể sử dụng không khí lạnh để kết đông như trường hợp xây dựng đường hầm ở 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. Thực ra, chỉ có thể tính toán gần đúng công suất lạnh cần thiết vì nó phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố mà ta khó bao quát hết như thành phần nền đất, tỉ lệ nước trong đất, các nguồn nước ngầm quanh vùng, hệ số dẫn nhiệt của từng lớp đất v.v.

15.4. Vật liệu và dụng cụ

15.4.1. Kim loại

1. Lắp chặt. Nhiều chi tiết máy phải lắp chặt vào nhau, ví dụ chân van phải lắp chặt vào thân máy của các động cơ ô tô. Khi đó chân van được làm lạnh xuống -80 đến -180°C, đường kính chân van khi đó thu lại, chân van được lắp dễ dàng vào thân máy. Sau khi nhiệt độ cân bằng, chân van nở ra tạo một mối liên kết vững chắc với thân máy. Dung sai lắp chặt tùy theo tính chất kích thước chi tiết theo tiêu chuẩn Việt Nam.

2. Thay đổi tổ chức tế vi. Trong thép đã tôi còn sót lại một bộ phận austenit. Nếu nhúng thép vào môi trường lạnh từ 5 đến 10 phút ở nhiệt độ -80°C bộ phận austenit biến đổi thành martensit cứng hơn. Bằng cách ủ ở 100°C sẽ loại trừ được nứt nẻ do nội lực.

Bằng cách làm lạnh thép crôm đã tôi xuống đến -80°C, các tổ chức tế vi của thép được củng 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 dần tăng 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 -80°C trong hỗn hợp cồn và đá khô. Sau đó chúng được nung nóng đến nhiệt độ 700°C 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 2000bar.

3. Gia công phôi. Trong quá trình gia công phôi, phần lớn công suất đưa vào biến thành nhiệt năng, làm cho nhiệt độ dao cắt tăng cao. Bằng cách gắn 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 tăng lên đến trên 800°C . Do nhiệt độ cao, khả năng cắt của dao cắt giảm xuống nhanh chóng. Để tăng khả năng cắt và thời gian làm việc của dao cắt cần phải làm lạnh dao cắt xuống nhiệt độ thích hợp. Theo kết quả nghiên cứu thời gian làm việc tỉ lệ nghịch với bình phương nhiệt độ. Vì vậy chỉ cần giảm nhiệt độ dao cắt chút ít là thời gian làm việc có thể tăng lên gấp đôi. Để làm lạnh dao cắt người ta sử dụng dung dịch gọi là dầu cắt hoặc nhũ tương rót trực tiếp vào vị trí cắt. Dung dịch được làm lạnh nhờ máy lạnh xuống đến nhiệt độ $+2$ đến $+4^{\circ}\text{C}$.

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. Làm lạnh bằng CO_2 lỏng tỏ ra có nhiều ưu điểm. Người ta có thể làm lạnh từ phía trong. Thanh thép tiện được bố trí một lỗ phía trong đến đúng vị trí tấm dao cắt wolframcacbit để CO_2 lỏng chảy đến đây và bay hơi làm lạnh dao. Hơi CO_2 thoát ra qua một lỗ nhỏ.

Trong công nghiệp chế tạo máy bay người ta sử dụng rất nhiều tấm kiểu Sandwich, hai bên là hai tấm kim loại. Các tấm này có độ bền cao nhưng rất nhẹ vì bên trong rỗng.

Vấn đề khó khăn là gia công cơ khí chế tạo các tấm sandwich vì các ngăn chế tạo từ các tấm 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 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 khoảng -30°C sau đó nhúng dụng cụ vào nước và đặt lên tấm kẹp phẳng. Nước đóng băng 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 $26,5^{\circ}\text{C}$. 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. Nước được làm lạnh đến khoảng 5°C nhờ một máy lạnh.

Cả trong các quá trình mạ kim loại, tùy theo từng loại chất điện phân mà nhiệt độ bể mạ phải giữ ở nhiệt độ không đổi từ 20 đến 60°C . Từ các bể mạ zyanid, ví dụ như mạ đồng hoặc cadmi cần phải định kỳ loại bỏ cacbonat natri. Loại bỏ cacbonat natri bằng cách 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 một chiều, trong đó sản phẩm cần đánh bóng là cực anot. 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 nhiều vào sự ổn định điện thế. Do đó sự ổn định nhiệt độ bằng làm lạnh chất điện phân 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 metyl cho tốc độ đánh bóng cao nhất.

15.4.2. 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 đến nhiệt độ -190°C trong nitơ lỏng nilông và polyetylen có thể được nghiền mịn.

Các chi tiết ép bằng cao su hoặc bằng các chất dẻo thường có bavias. Dùng tay loại bỏ các bavias đó là rất khó khăn. Nếu đưa chúng qua CO_2 lỏng sau đó đưa vào thùng quay hình tang trống hoặc máy mài tia thì các bavias được loại bỏ dễ dàng bằng phương pháp cơ khí.

Các vết cắt măng xông của sãm xe ôtô, xe máy, xe đạp có thể được ghép kín tốt hơn nhiều nếu chỗ tiếp giáp (chỗ 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 gỗ vào amoniác lỏng thì sau $15 \div 20$ phút gỗ 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 lí, sợi phải căng để chống lại xu hướng co rút của sợi. Khi xử lí, độ bền kéo của sợi cũng được tăng lên. Dung dịch kiềm phải được giữ ở nhiệt độ từ 5 đến 10°C . Sau khi xử lí, sợi vẫn ở trạng thái căng, được nhúng nước nóng $60 \div 80^{\circ}\text{C}$ và sau đó được rửa sạch bằng nước.

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

15.5. Y tế

Các ứng dụng của lạnh trong y tế là rất phong phú. Ngoài việc ứng dụng điều hoà không khí cho các phòng mổ, phòng bệnh nhân... còn có các ứng dụng khác không kém phần quan trọng như các phòng nhiệt áp. Không khí trong phòng nhiệt áp cũng được điều hoà theo yêu cầu nhưng áp suất có thể điều chỉnh tới 2bar hoặc hơn. Mục đích tăng áp suất để bệnh nhân có khả năng hấp thụ oxy tốt hơn theo phương pháp trị liệu ôxi.

Trong rất nhiều ứng dụng trong ngành y tế, ở đây đề cập đến một vài ví dụ tiêu biểu.

15.5.1. Bảo quản máu và các bộ phận cấy ghép

Máu người dùng để truyền máu, tiếp máu càng ngày càng đòi hỏi nhiều. Máu lấy từ những người hiến máu được phân thành nhóm loại và được bảo quản trong tủ lạnh hoặc trong các "ngân hàng" máu ở nhiệt độ $+4^{\circ}\text{C}$. Máu được bảo quản trong chai 500 đến 600 cm^3 trong điều kiện không rung động. Thời gian bảo quản chỉ hạn chế từ 2 đến 3 tuần, sau đó

bắt đầu quá trình tan rã hồng cầu (quá trình hemolyse). Nếu người ta tách được plasma khỏi hồng cầu thì máu có thể được bảo quản tới vài tháng trong tủ lạnh.

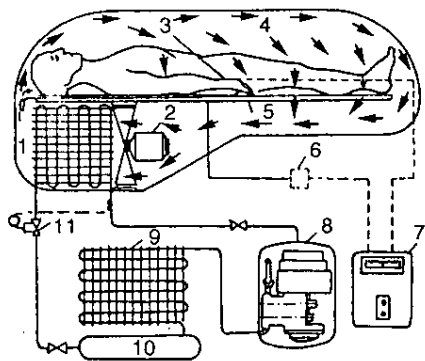
Các bộ phận xương dùng để cấy ghép được bảo quản trong tủ lạnh ở nhiệt độ từ +2 đến +4°C từ một đến hai tuần. Ở -18°C các tổ chức của xương có thể giữ được trong vòng 6 tuần. Hiện nay người ta giữ xương, não... và các bộ phận cấy ghép thay thế khác ở nhiệt độ -70°C.

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.

15.5.2. Sự hạ thân nhiệt nhân tạo

Các con vật có giấc ngủ mùa đông tự hạ thân nhiệt để giảm sự 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 chậm lại.

Giảm trao đổi chất trong cơ thể và qua đó giảm tiêu hao oxy 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 kì tổn thất 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.



Hình 15-8. Sơ đồ một thiết bị hạ thân nhiệt

- 1- Dàn bay hơi ống xoắn có cánh ;
- 2- Quạt dàn lạnh không gây ồn ;
- 3- Đầu cảm nhiệt độ ;
- 4- Nắp chất dẻo trong suốt tháo ra được ;
- 5- Bàn ; 6- Rơle nhiệt độ ;
- 7- Bảng điện điều khiển ; 8- máy nén kín ;
- 9- Dàn ngưng ; 10- Bình chứa ;
- 11- Van tiết lưu nhiệt

Ở những động vật máu nóng không có kì ngủ đông như con người không thể hạ thân nhiệt đơn giản bằng cách làm lạnh thu nhiệt của cơ thể. Điều cơ bản là phải tác động vào cơ chế điều khiển nhiệt độ bình thường bằng dược liệu.

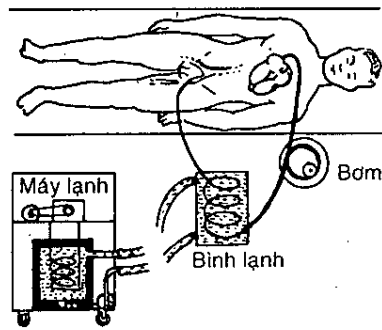
Để làm lạnh (hạ thân nhiệt) một bệnh nhân đã gây mê có thể tiến hành theo nhiều cách : ví dụ như nhúng vào hỗn hợp nước + nước đá hoặc quấn quanh thân một tấm mền lạnh. Từ các thử nghiệm trên súc vật người ta đã xây dựng được một thiết bị dùng để hạ thân nhiệt, điều chỉnh rất dễ dàng. Bệnh nhân được đặt trong một hộp nhỏ có gió lạnh lưu thông. Hộp làm bằng chất dẻo trong suốt, bên dưới bố trí dàn lạnh và quạt gió. Không khí được làm lạnh xuống khoảng +4°C ở cửa vào. Tuy nhiên có thể điều chỉnh được nhiệt độ gió xuống đến -2°C. Toàn bộ máy lạnh (lốc, dàn nóng, van tiết lưu, bộ phận điện tự động) được bố trí phía dưới hộp chất dẻo, và toàn bộ thiết bị lắp đặt trên xe di chuyển một cách dễ dàng (hình 15-8).

Phương pháp hạ thân nhiệt nhờ bức xạ được tiến hành như sau : Người ta đặt bệnh nhân trong một hộp, bề mặt chung quanh hộp được làm lạnh sâu bằng polyetylen. Bề mặt lạnh hấp thụ bức xạ nhiệt sóng dài từ cơ thể 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 hơn nhiều và nhiệt độ cơ thể đòi hỏi phải hạ thấp hơn nhiều. Khi đó riêng biện pháp hạ thân nhiệt không đủ, phải có biện pháp hỗ trợ thêm. Mặt khác nếu chỉ hạ thân nhiệt xuống dưới 28 đến 26°C có nhiều nguy cơ không thể đưa tim hoạt động trở lại được.

Trong các trường hợp như vậy người ta sử dụng phương pháp làm lạnh riêng vòng tuần hoàn máu (hình 15-9). Máu được đưa vào ống xoắn đi qua chất tải lạnh để làm lạnh và được một bơm máu (thay chức năng của tim) bơm máu 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 13°C thậm chí thấp hơn. Tốc độ làm lạnh phù hợp được ghi nhận là 1 K/ph. Làm lạnh máu được tiến hành gián tiếp qua nước lạnh, để đề phòng trường hợp nhiệt độ máu giảm xuống dưới 2°C. 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 42°C được cho chảy vào bình trao đổi nhiệt để làm ấm máu.



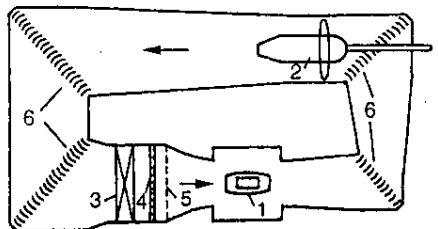
Hình 15-9. Làm lạnh vòng tuần hoàn máu

15.6. Các phòng lạnh cho các mục đích sử dụng khác nhau – Máy động lực

15.6.1. Các phòng thử nghiệm

Về cơ bản ở đây là việc làm lạnh phòng đã giới thiệu ở các chương 2, 3, 4. Theo yêu cầu và mục đích của các phòng thử nghiệm, ngoài các thông số như nhiệt độ, độ ẩm còn phải thay đổi điều chỉnh được nhiều thông số khác của không khí.

1. Phương tiện vận tải. Các thử nghiệm về trao đổi nhiệt trong các toa xe lửa không thể tiến hành ngoài trời do các điều kiện khí hậu không đảm bảo ổn định trong suốt thời gian thử nghiệm. Các điều kiện môi trường bên ngoài có thể được tạo ra và duy trì ổn định trong phòng thử nghiệm. Để thử nghiệm sự truyền nhiệt của các toa hành khách, toa tàu chở hàng và toa tàu lạnh cần phải bố trí dòng không khí chuyển động như trong thực tế khi tàu chạy bên ngoài. Để giảm tổn thất áp suất người ta bố trí phòng thử nghiệm có dáng hình côn nhẹ mở ra theo hướng không khí chuyển động.



Hình 15-10. Sơ đồ mặt bằng của một phòng thử nghiệm phương tiện giao thông :

- 1- Phương tiện cần thử nghiệm ; 2- Quạt kiểu trục vít ;
- 3- Dàn lạnh ; 4- Phin lọc ; 5- Lưới ;
- 6- Các tấm hướng dòng khí

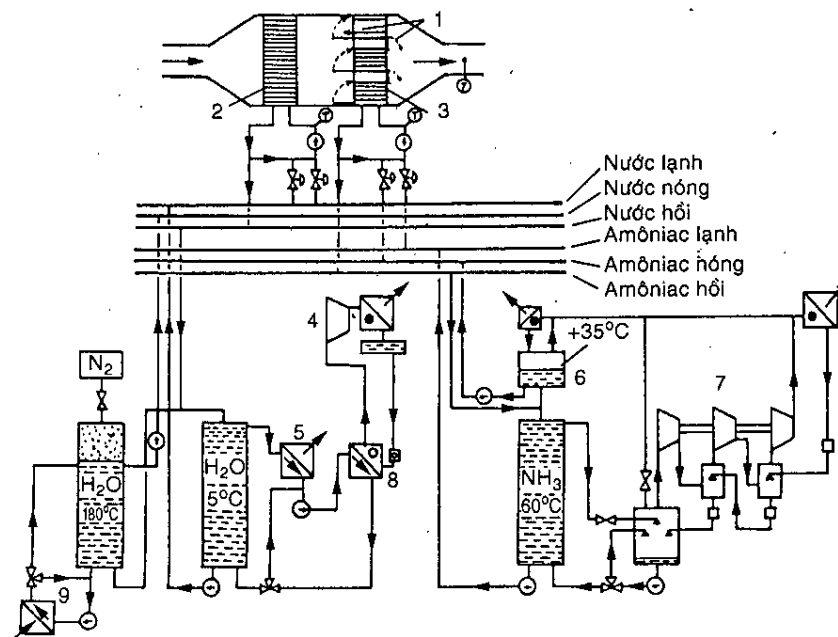
Nhiệt độ của phòng thử nghiệm phải tương ứng với điều kiện ngoài trời. Trong điều kiện khắc nghiệt nhất của Việt Nam điều chỉnh được từ 0 đến +60°C và cho tàu xuyên lục địa từ -40 đến +50°C. Ngoài ra còn các điều kiện mưa gió... để thử nghiệm độ kín và khả năng hoạt động của các cửa sổ, cửa ra vào, các thiết bị trên tàu trong mọi điều kiện thời tiết. Đặc biệt trong điều kiện nhiệt độ cao bên ngoài phải thử nghiệm sự hoạt động hiệu quả của các hệ thống lạnh và điều hoà không khí lắp đặt trên tàu. Bức xạ mặt trời được thay thế bằng một loạt đèn chiếu sáng.

Các thử nghiệm đối với các phương tiện giao thông trên bộ khác bao gồm thử nghiệm tính chất khí động học ở tốc độ chuyển động cao, các đặc tính của động cơ hoạt động ở nhiệt độ cao nhất và thấp nhất ngoài trời. Hình 15-10 giới thiệu một phòng thử nghiệm phương tiện giao thông. Nhiệt độ phòng có thể điều chỉnh giữa $+70^{\circ}\text{C}$ và -50°C , tốc độ không khí tương ứng tốc độ ô tô đến 200km/h hoặc cao hơn. Phòng thử nghiệm cần một công suất lạnh rất lớn, không chỉ để thải nhiệt tổn thất qua vách cách nhiệt, thải nhiệt của động cơ ô tô mà chủ yếu để thải nhiệt do quạt sinh ra. Công suất động cơ quạt lên tới hàng vài ngàn kW vì lưu lượng không khí tuần hoàn lên tới hàng ngàn m^3/s .

Để tuần hoàn không khí người ta sử dụng quạt trục vít, đường kính 10m hoặc hơn. Trở lực dòng chảy không vượt quá 25mbar. Đối với các ô tô 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 môi trường 30°C nhưng chỉ sau một vài phút nhiệt độ bề mặt do ma sát với không khí có thể lên tới 150°C . Khi hạ cánh nhiệt độ thay đổi ngược lại. Bởi vì nhiệt độ trong máy bay chỉ biến đổi theo rất 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, Anh và Pháp đã xây dựng một thiết bị thử nghiệm thay đổi nhiệt độ để thử nghiệm loại máy bay siêu âm "Concorde" (hình 15-11) do hãng Sulzer thực hiện.



Hình 15-11. Sơ đồ đơn giản phòng thử nghiệm nhiệt độ thay đổi cho máy bay "Concorde"

- 1- Clapê gió ; 2, 3- Trao đổi nhiệt ; 4- Thiết bị làm lạnh nước ; 5- Làm lạnh sơ bộ ;
6- Bình đun nở ; 7- Máy lạnh sâu amoniac ; 8- Bình bay hơi ; 9- Bình đun nước nóng đốt dầu ;
T. Các vị trí đo nhiệt độ

Ở đây, có thể tiến hành cả các thí nghiệm cơ học và nhiệt học, trong đó nhiệt độ không khí có thể điều chỉnh từ 150°C đến -35°C . Thiết bị lạnh bao gồm một phần là máy nén pittông, công suất lạnh 3.800kW ở nhiệt độ bay hơi -1°C và nhiệt độ ngưng tụ $+35^{\circ}\text{C}$, một phần là máy nén li tâm với công suất lạnh 4.200kW ở nhiệt độ bay hơi -62°C trong đó amoniác 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 180°C chảy qua.

Các vệ tinh nhân tạo bay trên quỹ đạo cũng chịu tác động rất mạnh của nhiệt độ. Ban đêm nhiệt độ xuống đến -170°C và ban ngày nhiệt độ tới 100°C . Ngày và đêm của vệ tinh chỉ cách nhau chưa tới 1h. Để thử nghiệm khả năng chịu thay đổi nhiệt độ 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 (điều kiện làm việc của vệ tinh trong vũ trụ) nên không có thành phần đối lưu và dẫn nhiệt. Việc nâng và hạ nhiệt độ của vệ tinh chỉ có thể thực hiện bằng bức xạ.

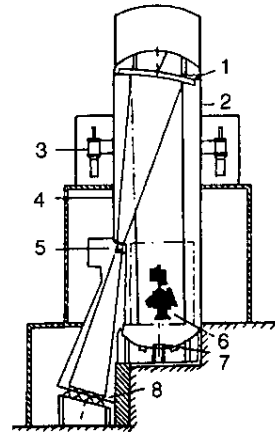
Hình 15-12 mô tả một phòng thử nghiệm cho vệ tinh nhân tạo hay con tàu vũ trụ với một phòng hình trụ đường kính 8m và chiều cao 28m. Phòng hình trụ và hai đáy là loại hai vỏ. Bên trong được sơn đen để trao đổi nhiệt bức xạ tốt hơn. Khi làm lạnh phía trong hai vỏ bằng nitơ lỏng, vách phía trong đạt nhiệt độ khoảng -170°C . Bộ phận máy hút chân không gồm năm máy cơ khí và mười máy khuếch tán dầu. Để mô phỏng mặt trời là 40 đèn xenon thủy ngân mỗi cái 20 kW. Ánh sáng đi các thấu kính đến gương lõm đường kính 7m dây 0,6m và phản chiếu vào con tàu vũ trụ là chùm tia bức xạ song song cường độ $1400\text{W}/\text{m}^2$. Gương lõm cũng được làm lạnh bằng nitơ lỏng. Các dụng cụ đo xa được bố trí trong phòng để đo cường độ bức xạ, áp suất và nhiệt độ. Lượng nitơ lỏng tiêu thụ khoảng từ 1000 đến $4000\text{kg}/\text{h}$.

Phòng thử nghiệm con tàu vũ trụ của NASA (Mĩ) có đường kính 20m, cao 37m bằng thép không gỉ và độ chân không đạt 10^{-6} mbar.

2. Động cơ và các dụng cụ. Để thử nghiệm các động cơ ô tô 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 các điều kiện làm việc của động cơ ví dụ từ nhiệt độ $+70^{\circ}\text{C}$ đến -50°C khi xe chạy trên sa mạc hoặc vùng Bắc cực hoặc ở điều kiện áp suất 1010mbar (760 Torr) trên mực nước biển hoặc ở độ cao 20km, áp suất khí quyển 55mbar (41 Torr), ở độ cao 25km, áp suất khí quyển chỉ còn 25mbar (19 Torr)...

Trong các phòng thử nghiệm quang học và cơ khí chính xác được sử dụng ở nhiều cơ sở, cần phải mô phỏng được các điều kiện khí hậu mà ở đó chúng làm việc. Nhiệt độ có thể điều chỉnh được từ -65 đến $+80^{\circ}\text{C}$ và có thể điều khiển được bằng chương trình. Ở phạm vi nhiệt độ trên 0°C độ ẩm tương đối phải điều chỉnh được từ 40% đến 100%.

Các dụng cụ đóng ngắt điện đặc biệt cho điện cao thế cũng phải được thử nghiệm ngay ở nơi sản xuất với các điều kiện mô phỏng điều kiện làm việc thực. Nhiệt độ thử nghiệm từ -50 đến $+50^{\circ}\text{C}$ kể cả trong điều kiện bị đóng băng. Tổn thất điện hoa của các đường dây cao thế cũng cần được nghiên cứu và thử nghiệm.



Hình 15-12. Phòng thử nghiệm vũ trụ

- 1 - Gương lõm được làm lạnh ;
- 2 - Vỏ được làm lạnh ;
- 3 - Bơm chân không khuếch tán ;
- 4 - Bình chân không ;
- 5 - Các thấu kính ;
- 6 - Vệ tinh nhân tạo hoặc con tàu vũ trụ ;
- 7 - Bàn rung ;
- 8 - Đèn mô phỏng mặt trời

3. Thực vật. Mục đích của các thử nghiệm đối với thực vật là tạo ra các giống mới hoa màu hoặc cây ăn quả có khả năng chịu đựng giá rét trong mùa đông hoặc trong các thời tiết khác nhau. Một thiết bị thử nghiệm bao gồm các nhà kính, các phòng thí nghiệm và các phòng nuôi trồng thực vật với các điều kiện không khí khác nhau điều chỉnh được gọi là phytotron. Các đại lượng điều chỉnh được ví dụ như : nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ CO₂, công suất chiếu sáng... Điều kiện chiếu sáng được điều khiển chương trình mô phỏng giống như ngày và đêm.

15.6.2. Xử lý lạnh các sản phẩm khác

1. Ngũ cốc và thực vật. Nhiều loại ngũ cốc trồng 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 quá 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 tùy thuộc vào giống và loại ngũ cốc. Có những loại không cần phải xử lý lạnh.

Bằng cách xử lý lạnh củ giống hoa tulip người ta có thể làm cho hoa nở sớm hơn. Hiệu quả cũng tùy thuộc vào loài và giống. Đối với một số loại 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°C và độ ẩm 98% sẽ có "giác ngủ đông" và không bị sương giá làm hỏng. Các nhánh cắm chướng tách từ gốc cây mẹ có thể bảo quản trong cactong hàng 6 tháng ở nhiệt độ 0,5°C.

2. Hoa cắt. 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 2 phải tiến hành trong thời gian càng ngắn càng tốt và được 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.

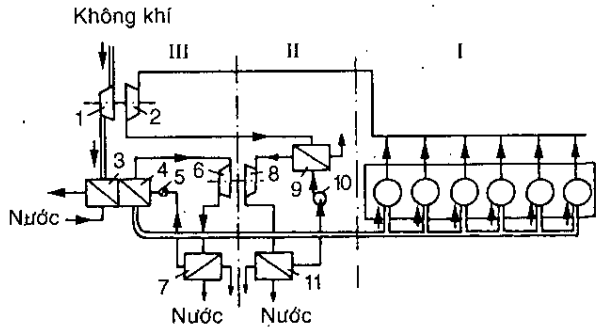
Giống như trái cây, ở nhiệt độ càng thấp cường độ thở của hoa càng giảm và thời gian hoa tươi càng dài. Đối với rất nhiều giống hoa có nhiệt độ giới hạn nếu bảo quản dưới nhiệt độ đó khi lấy ra khỏi buồng lạnh hoa không thể nở được nữa. Ví dụ hoa phong lan không thể bảo quản dưới 7 ÷ 10°C ngược lại hoa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

Hoa vùng Kalifornia của Mỹ tỏ ra thích hợp nhất với nhiệt độ 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 ở 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 chưa chắc đã ứng dụng được ở Việt Nam vì các điều kiện thời tiết, đất đai, chăm sóc khác hẳn nhau.

15.6.3. 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.

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. Hình 15-13 giới thiệu hệ thống thiết bị làm mát không khí cấp cho một động cơ diesel. Không khí được nén qua máy nén li tâm 1, 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 cho động cơ diesel. Máy lạnh có máy nén li tâm 6 bình ngưng làm mát bằng nước 7, van tiết lưu 5 và bình bay hơi 4. Để truyền động cho máy nén lạnh người ta dùng động cơ tuabin 8 làm việc nhờ vòng tuần hoàn hơi freôn. Để truyền động cho máy nén li tâm 1 người ta dùng động cơ tuabin 2 chạy bằng khí thải từ động cơ diesel.



Hình 15-13. Làm mát không khí cấp cho một động cơ diesel

- I- Động cơ diesel ; II- Hệ thống động lực cho máy lạnh ;
- III- Hệ thống cấp khí và làm lạnh
- 1- Máy nén li tâm để cấp không khí ;
- 2- Tuabin hoạt động nhờ khí thải ;
- 3- Làm mát không khí bằng nước ;
- 4- Làm mát không khí bằng bay hơi freôn ;
- 5- Van tiết lưu freôn ; 6- Máy nén lạnh li tâm ;
- 7- Bình ngưng của máy lạnh ; 8- Tuabin làm việc nhờ khí freôn ;
- 9- Bình chứa freôn ; 10- Bơm freôn ;
- 11- Bình ngưng của hệ sinh công nhờ freôn.

Những cuộn dây của các máy phát điện lớn thường được làm mát bằng nước hoặc bằng khí hydrô. Với cường độ làm mát cao phải nhờ đến môi chất lạnh sôi, ví dụ freôn... 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.

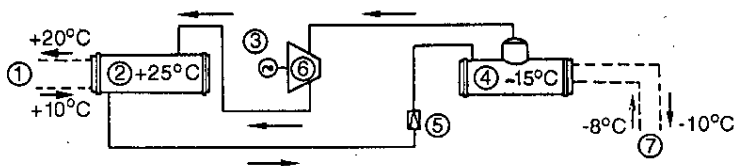
15.7. Thể thao

Ngoài vấn đề điều hoà không khí cho thể thao, ở đây giới thiệu thêm một số ứng dụng trong thể thao mùa đông ở các nước ôn đới và trong tương lai nhờ kỹ thuật lạnh chắc chắn sẽ phát triển cả ở các nước nhiệt đới như sân băng nghệ thuật.

15.7.1. Hệ thống lạnh cho sân băng nghệ thuật

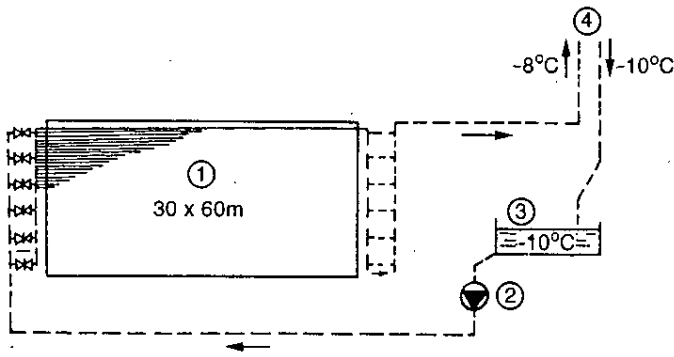
Trước đây sân băng chủ yếu được kết đông bằng nước muối. Nước muối có nhiệt độ khoảng -10°C và nhiệt độ sôi môi chất lạnh nằm trong khoảng -15 đến -17°C . Do chiều dài ống rất lớn nên không thể phân bố nhiệt độ đều ở tất cả mọi vị trí trên sân băng. Lý do khác là do tiết kiệm nên công suất bơm tuần hoàn nước muối 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, để phòng các khung sân băng bị han rỉ. Hình 15-14 và 15-15 mô tả sơ đồ hệ thống lạnh và sơ đồ hệ thống nước muối của sân băng.



Hình 15-14 : Hệ thống lạnh của sân băng (sử dụng nước muối)

- 1 - Nước làm mát ; 2 - Bình ngưng ; 3 - Động cơ ; 4 - Máy nén lạnh ;
- 5 - Trạm tiết lưu ; 6 - Bình bay hơi ; 7 - Nước muối

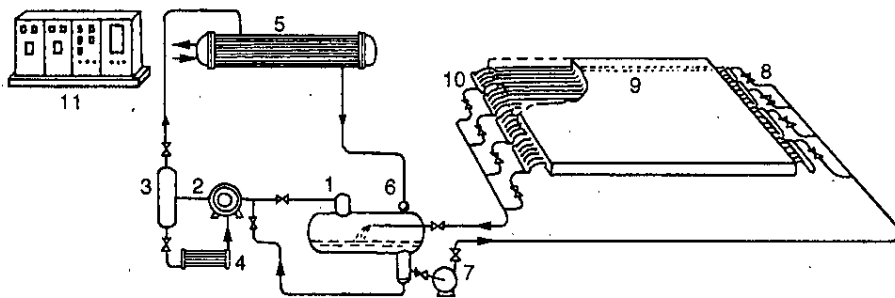


Hình 15-15. Vòng tuần hoàn nước muối của sân băng
1- Sân băng; 2- Bơm nước muối; 3- Bể nước muối;
4- Nước muối

Ngày nay người ta thường sử dụng hệ thống lạnh bay hơi trực tiếp cho sân băng (hình 15-16) do đó có thể khắc phục được các nhược điểm đã nêu, ngoài ra còn phát huy các ưu điểm sau :

- Nhiệt độ bay hơi trực tiếp khoảng -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.



Hình 15-16. Sơ đồ hệ thống lạnh trực tiếp của sân băng nghệ thuật
1- Bình chứa amoiac; 2- Máy nén; 3- Bình tách dầu; 4- Bình làm mát dầu; 5- Bình ngưng tụ;
6- Tiết lưu bằng van phao cao áp; 7- Bơm amoniac; 8- Bộ phân phối lỏng; 9- Sân băng;
10- Bộ gom hơi; 11- Tủ điện điều khiển

15.7.2. Tính tải lạnh cho sân băng

Tải lạnh của sân băng 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 : gồm cả dòng nhiệt ẩn và nhiệt hiện, tùy thuộc vào tốc độ không khí, nhiệt độ không khí 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 $k = 0,11\text{W/m}^2\text{K}$.
- Dòng nhiệt do 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.

– Kết đông lớp băng mới thay vào lớp băng đã bị sử dụng. Đối với sân băng có đông khách, kích thước $30 \times 60\text{m}^2$ mỗi giờ phải thay chừng 2m^3 băng.

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 các tháng gối đầu ở các nước ôn đới :

Sân băng mùa đông ngoài trời 180 đến $290\text{W}/\text{m}^2$;

Sân băng trong nhà mùa hè 350 đến $470\text{W}/\text{m}^2$;

Sân băng có mái che mùa hè 470 đến $700\text{W}/\text{m}^2$;

Đối với Việt Nam, chắc chắn các số liệu này phải cao hơn.

Chương 16

LẮP RÁP HỆ THỐNG LẠNH

16.1. Công tác chuẩn bị

Sau khi đã nghiệm thu nhà xưởng, xem xét toàn bộ khối lượng công việc lắp ráp và thời gian phải hoàn thành thì các công việc chuẩn bị lắp ráp gồm :

- Kiểm tra các bộ lắp đặt máy, tổ hợp máy, thiết bị, các kênh đặt ống, dụng cụ neo và kẹp ống, các giá đỡ ống v.v...

- Kiểm tra điện, nước, kho bãi, khí nén, ga và các vật tư cần thiết khác.

- Tổng hợp, nghiên cứu các tài liệu kĩ thuật như lý lịch máy, thuyết minh kỹ thuật, hướng dẫn lắp ráp vận hành máy nén, bơm, các thiết bị và các bản vẽ thi công, lắp ráp thiết bị.

- Kiểm tra chất lượng và sự đồng bộ của máy và thiết bị.

- Lập kế hoạch thi công, gồm :

- Biểu đồ kế hoạch lắp ráp, trong đó nêu rõ trình tự, khối lượng, thời hạn, chất lượng và phương pháp thi công lắp đặt.

- Những chỉ dẫn cần thiết về đặc điểm mặt bằng, phòng máy, sơ đồ đường ống, bản vẽ thi công, diện tích lắp đặt, tình trạng vật tư thiết bị, v.v...

- Các biện pháp kỹ thuật an toàn, nội quy an toàn lao động, các tài liệu hướng dẫn an toàn, phòng độc hại, chống cháy nổ.

16.2. Yêu cầu chung đối với phòng đặt máy và công việc lắp máy

16.2.1. Phòng máy

Phòng máy nên bố trí ở tầng trệt.

Bộ máy và tổ hợp máy không được làm liền với móng tường và các kết cấu xây dựng khác của nhà xưởng.

Khoảng cách giữa các tổ hợp máy phải đảm bảo lớn hơn 1m, giữa tổ hợp máy và tường không nhỏ hơn 0,8m.

Phòng máy phải có hai cửa ra riêng biệt cách xa nhau trong đó ít nhất một cửa phải được thông trực tiếp ra bên ngoài nhà.

Cánh cửa phòng máy mở về phía ngoài.

Phòng máy và thiết bị phải có hệ thống thông gió bình thường và thông gió sự cố : Hệ thống hút gió đảm bảo thay đổi không khí hai lần một giờ, hệ thống thải gió phải đảm bảo thay đổi không khí ba lần một giờ. Hệ thống thông gió khi có sự cố phải đảm bảo lưu lượng không khí thay đổi bảy lần một giờ.

Phòng máy và thiết bị phải được trang bị những phương tiện phòng chống cháy, nổ, vệ sinh an toàn điện, v.v...

16.2.2. Lắp đặt máy nén

Máy nén phải được đặt trong phòng có thể tích đủ lớn, không ẩm và thông thoáng. Không đặt máy gần các nguồn nhiệt như các thiết bị sấy, sưởi, các máy toả nhiệt như máy biến thế v.v...

Tổ hợp máy nén – dàn ngưng làm mát bằng không khí phải đảm bảo đặt cách tường ít nhất từ 10 đến 30cm.

Các máy nhỏ có thể được đặt trên các giẫm chấn bằng cao su, nhưng các máy lớn phải đặt trên bệ xi măng có bộ phận giẫm chấn động.

Tổ hợp máy phải được đặt cao hơn nền nhà để chống ẩm, dễ vệ sinh.

16.3. Lắp đặt hệ thống lạnh amoniác

16.3.1. Lắp ráp tổ hợp máy lạnh amoniác

Trình tự lắp ráp máy lạnh được chế tạo đồng bộ ở dạng tổ hợp :

Lắp đặt tổ hợp trên bệ máy.

Nối các ống dẫn hơi và lỏng từ máy tới thiết bị ngưng tụ, thiết bị bay hơi.

Lắp áp kế, van an toàn, các đường ống nước và ống nước muối.

Lắp ráp điện : Các thiết bị điện, bảng điều khiển, mạch cung cấp, mạch điều khiển, bảo vệ tự động, v.v...

Thử độ bền và độ kín đường môi chất lạnh.

Hút chân không.

Nạp ga.

Chạy thử.

16.3.2. Lắp ráp các thiết bị của hệ thống lạnh

1. Thiết bị ngưng tụ

a) *Bình ngưng ống chùm nằm ngang.* Có thể được đặt trên bệ bê tông hay trên các kết cấu kim loại, cũng có khi được đặt ngay trên bình chứa lỏng.

Khoảng trống ở hai đầu bình ngưng phải đảm bảo khoảng cách để khi bảo dưỡng có thể cọ rửa và rút được các ống ra để thay thế. Khoảng cách này không nhỏ quá 2m cho một đầu bình ngưng.

Đảm bảo bình ngưng được đặt nằm ngang và được kiểm tra khi lắp ráp bằng ni-vô với độ nghiêng không quá 0,5mm/1m chiều dài, nhưng phải nghiêng về phía bầu chứa dầu.

Đường kính ống dẫn lỏng không nhỏ hơn 50mm đối với bình ngưng có bề mặt truyền nhiệt đến 200m² và không nhỏ hơn 70mm với bình ngưng có bề mặt truyền nhiệt từ 200 đến 450m².

Phải có đường xả không khí từ bình ngưng tới bình chứa lỏng.

b) *Thiết bị ống chùm đứng và thiết bị ngưng tụ bay hơi.* Được đặt chỗ thoáng gió ngoài trời hay trong phòng cạnh phòng máy.

Khi đặt trong nhà phải đảm bảo thông thoáng tốt bằng các cửa ra vào, cửa sổ trời, cửa chớp.

Máng nước ở đáy thiết bị phải có lớp chống thấm xuống nền và ra xung quanh (bằng bitum hay giấy dầu).

Đảm bảo khoảng trống ở đáy thiết bị có chiều cao không nhỏ hơn 600mm để tiện kiểm tra, sửa chữa.

Độ dốc của đáy thiết bị không nhỏ hơn 2%, nghiêng về phía bể chứa nước.

2. Thiết bị bay hơi và bể nước muối. Thiết bị bay hơi và bể nước muối làm việc ở nhiệt độ thấp nên sau khi lắp phải được bọc cách nhiệt và được đặt trên bệ qua các thanh gỗ dày 150mm đối với bình bay hơi ống chùm và 300 đến 500mm đối với bể muối.

Trước khi bọc cách nhiệt phải thử kín bể bằng nước.

Để cách nhiệt không bị ẩm, bệ thiết bị phải cao hơn sàn 100 đến 150mm và có nền bê tông rộng hơn bể 100mm.

Các giá tựa dàn ống bay hơi đặt trong bể phải ở vị trí trùng với các tấm gỗ đỡ nằm ở phía dưới bể.

Nắp bể có thể là những thanh gỗ ghép lại hoặc các thanh gỗ đặt thưa, giữa điền đầy bằng chất cách nhiệt.

3. Bộ lạnh không khí và dàn ống làm lạnh. Các bộ lạnh không khí thường được treo ở trần phòng lạnh. Chú ý đặt thiết bị nằm ngang, kiểm tra bằng ni-vô và đảm bảo hệ thống máng và ống dẫn nước phá băng thải nước ra ngoài nhanh chóng.

Dàn lạnh không khí được treo vào tường hay trên trần. Khoảng cách giữa tường và thiết bị phải đảm bảo từ 100 đến 200mm, khoảng cách đến sàn không nhỏ hơn 250mm.

4. Các thiết bị phụ trợ

a) *Bình chứa hạ áp* : được lắp ở cột cao hơn bơm tuần hoàn ít nhất 1,5m để tạo áp lực hút cần thiết của bơm (tránh tạo hơi dầu hút). Độ nghiêng cho phép 0,5mm/1m chiều dài và được kiểm tra bằng ni-vô.

b) *Bình tách lỏng* : cũng làm việc ở nhiệt độ thấp nên được cách nhiệt và được đặt trong phòng máy hay ở kho lạnh, ở vị trí cao hơn các dàn bay hơi. Khoảng cách giữa bình cũng như các ống dẫn đã bọc cách nhiệt tới tường phải đảm bảo không nhỏ hơn 250mm.

c) *Trạm tiết lưu* : được đặt trong phòng máy, ở nơi tiện sử dụng nhất. Ống góp phân phối được lắp dọc theo tường và đảm bảo khoảng cách tới tường không nhỏ hơn 0,5m.

d) *Bình tách dầu* : các bình tách dầu kiểu ước được lắp đặt sao cho mức lỏng trong bình thấp hơn đầu ống lỏng ra từ bình chứa lỏng hay bình ngưng tụ từ 200 đến 250mm để tránh bình bị thiếu lỏng và làm việc theo chế độ "khô", giảm hiệu quả tách dầu.

5. Đường ống

a) *Vật liệu* : ống dẫn NH₃ làm việc đến nhiệt độ -45°C được chế tạo từ những ống thép cán nóng liền hay ống thép liền CT20 (thép 20). Khi nhiệt độ thấp hơn người ta hay dùng ống thép liền hợp kim mangan.

b) Đường kính đã tiêu chuẩn hoá : Các ống thép dùng trong thiết bị lạnh là các loại : 10×2 ; 14×3 ; 18×3 ; 25×3 ; $32 \times 3,5$; $34 \times 4,45$; $45,7 \times 3,5$; 76×4 ; 89×4 ; 108×4 ; 133×4 ; $159 \times 4,5$; 219×7 ; 325×9 ; 377×9 ; 426×10 ; 480×12 ; 530×14 .

c) Chuẩn bị ống

– Uốn ống : ống dẫn NH₃ cũng có thể được uốn bằng tay hay dùng lò xo uốn ống đối với những ống đường kính nhỏ. Với những ống đường kính lớn hơn 18mm thì có thể dùng phương pháp nhồi cát khô, sạch rồi uốn và sau đó thổi, rửa nhiều lần bằng không khí và xăng.

– Hàn ống : chỉ các thợ hàn áp lực có bằng thợ chuyên nghiệp mới được hàn các ống cho hệ thống lạnh.

– Nối ống : các mối nối bằng hàn phải được thử kín, thử bền và thổi sạch theo quy định.

Khi nối bằng mặt bích (các ống đường kính lớn hơn 14mm) phải có các tấm đệm bằng cao su amiăng dày 1 đến 2mm và được tẩm dầu. Ở các đường ống nước và nước muối thì dùng các tấm đệm bằng cao su.

Phải bố trí các chỗ nối ống ở những chỗ tiện sửa chữa.

d) Cách nhiệt đường ống : sau khi thử bền và thử kín các ống dẫn môi chất nhiệt độ thấp và ống dẫn nước muối phải được bọc cách nhiệt với chiều dày phụ thuộc vào nhiệt độ môi chất lạnh (Bảng 16-1).

Bảng 16-1 : Cách nhiệt hệ thống lạnh amoniác ; Vật liệu Polystyrôl

| Thiết bị | Chiều dày cách nhiệt phụ thuộc nhiệt độ, mm | | |
|-------------------------------------|---|---------------|---------------|
| | -40°C | -33°C + -28°C | -15°C + -10°C |
| Bình bay hơi | 250 | 250 | 200 ÷ 150 |
| Bộ lạnh không khí, các thiết bị phụ | 200 | 200 | 150 |
| Ống dẫn đường kính ≥ 200mm | 200 | 200 ÷ 100 | 150 |
| Ống dẫn đường kính 50 ÷ 200 | 150 | 150 ÷ 100 | 100 |
| Ống dẫn đường kính < 50mm | 100 | 100 ÷ 50 | 50 |

e) Sơn ống. Sau khi bọc cách nhiệt (nếu cần) ống dẫn amoniác được sơn theo màu quy định :

- Ống hút (áp suất thấp) : màu xanh
- Ống đẩy (hơi cao áp) : màu đỏ
- Ống dẫn lỏng : màu vàng
- Ống nước muối : màu xám
- Ống nước làm mát : màu xanh lá cây

6. Lắp đặt đường ống hướng chuyển động chất lỏng dùng mũi tên màu đen

a) Đường ống hút

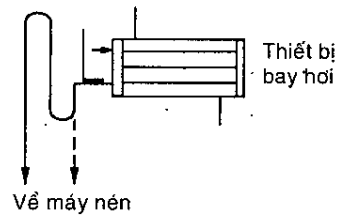
– Nguyên tắc lắp đặt : các đường ống hút được đặt sao cho có khả năng loại trừ môi chất lỏng hoặc số lượng lớn dầu có thể trở về máy nén trong thời gian làm việc, lúc nghỉ và cả khi khởi động.

Các ống hút của máy nén phải được đặt với độ nghiêng 1/20 về phía máy nén.

- **Thiết bị hồi nhiệt.** Được lắp trên đường hút trong các hệ thống sử dụng thiết bị bay hơi làm lạnh trực tiếp và van tiết lưu là loại van tiết lưu nhiệt. Van này không đóng kín khi ngừng máy vì vậy có một lượng lỏng chảy tiếp tục vào dàn bay hơi và lúc khởi động có thể về đường hút và vào máy nén, nếu không có thiết bị hồi nhiệt làm bay hơi lượng lỏng này. Thiết bị hồi nhiệt khi đó cũng có thể làm bay hơi lượng lỏng do van tiết lưu nạp thừa về đường hút.

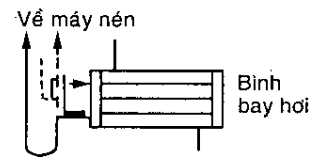
Với các loại máy nén làm việc theo chu trình duy trì áp lực thấp trong các-te tức toàn bộ đã được bay hơi và hút về máy nén thì không lắp thiết bị hồi nhiệt mà lắp van điện từ trên ống dẫn lỏng trước van tiết lưu để ngăn không cho lỏng về dàn bay hơi vì van tiết lưu không đóng kín hoàn toàn.

- **Khi thiết bị bay hơi đặt cao hơn máy nén.** Nếu máy không làm việc theo chu trình giữ áp lực thấp trong các-te thì ở đường hút từ thiết bị bay hơi phải tạo một đoạn ống đi lên sau chỗ đặt bầu cảm nhiệt (hình 16-1) để không cho môi chất lỏng chảy về máy nén khi không làm việc. Ngược lại thì không cần đoạn khuỷu này (đường nét đứt).



Hình 16-1. Ống hút từ bình bay hơi không có van điện từ lỏng (nét liền)

- **Khi thiết bị bay hơi đặt thấp hơn máy nén.** Nếu đường hút được lắp thẳng đứng cạnh dàn bay hơi cũng cần bố trí đoạn ống cong để loại trừ nguy cơ lỏng tích ở chỗ đặt bầu cảm nhiệt (hình 16-2).

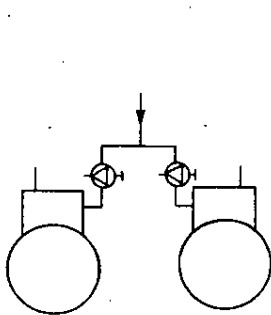


Hình 16-2 : Ống hút từ bình bay hơi đặt thấp hơn máy nén

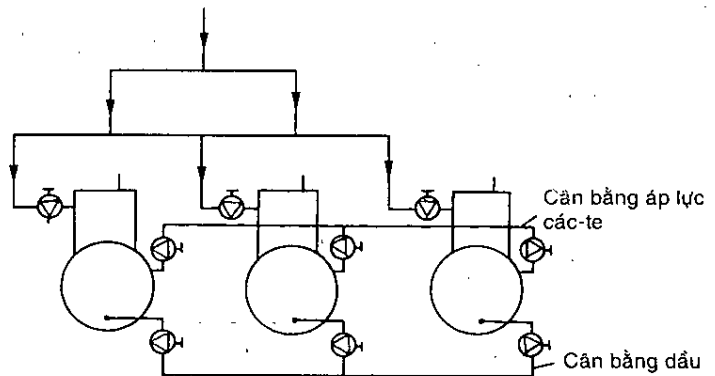
Nếu không thể lắp được đoạn ống cong này thì phải gắn bầu cảm nhiệt trên ống đứng ở vị trí cao hơn đoạn ống nằm ngang 0,3 đến 0,5m (đường nét đứt).

- **Hệ thống có nhiều dàn bay hơi.** Các dàn bay hơi được nối với ống góp chung bằng các ống riêng biệt có đường kính đảm bảo tốc độ khi năng suất nhỏ nhất (nhưng lớn hơn 50% năng suất tính toán của van tiết lưu) cũng đảm bảo hồi dầu được.

Khi máy nén đặt cao hơn các dàn bay hơi thì đường dẫn hơi hút không có thiết bị tách lỏng và lắp nghiêng cho dầu chảy về máy nén.



Hình 16-3. Hai máy nén có đường hút chung



Hình 16-4. Nhiều máy nén có đường hút chung

– Hệ thống có đường hút chung. Nếu nhiều máy nén nối với đường hút chung thì phải chú ý bố trí ống dẫn đảm bảo lưu lượng dầu về đều các máy nén như ở hình 16-3 và 16-4.

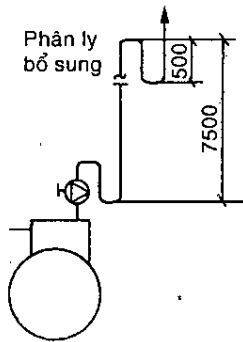
b) Đường ống đẩy

– Ống nằm ngang : đặt nghiêng theo hướng dòng môi chất về phía thiết bị ngưng tụ để dầu không quay lại máy nén.

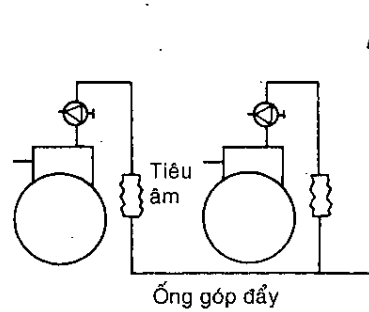
– Ống đứng : phải có tiết diện ống phù hợp đảm bảo khi phụ tải nhỏ nhất cũng đủ để chuyển dầu lên trên.

– Thiết bị tách dầu : cần đảm bảo tạo áp lực nhỏ để khi phụ tải nhỏ nhất dầu cũng chảy được về thiết bị tách dầu.

– Bẫy dầu : ở ống đẩy đứng (máy nén đặt thấp hơn thiết bị ngưng tụ) khi máy nén không làm việc dầu sẽ chảy xuống. Nếu ống cao quá $2 \div 3m$ thì lượng dầu này đã khá lớn nên trong phần dưới ống đứng phải tạo một khuỷu cong để dầu không đi ngược từ ống vào máy nén và chứa môi chất lỏng ngưng tụ trong đoạn ống đứng khi máy không làm việc. Cứ khoảng 7,5m ống đứng phải tạo một bẫy dầu như vậy (hình 16-5). Kích thước bẫy dầu cần nhỏ nhất theo chiều ngang. Nó được chế tạo từ hai cút 90° với chiều cao 0,5m. Nếu có thiết bị tách dầu thì không cần thiết bẫy dầu này.



Hình 16-5. Phi li bổ sung ở đầu đẩy



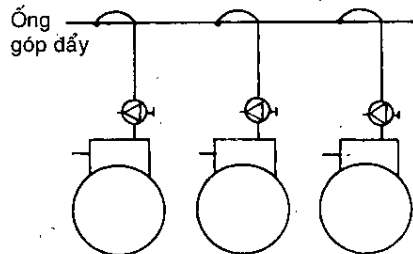
Hình 16-6. Ống góp đẩy đặt thấp

– Van xả khí : lắp trên điểm cao nhất của ống đẩy hoặc trên bình ngưng.

– Khi nhiều máy nén làm việc song song : Nếu có hai hay nhiều máy nén làm việc song song thì ống đẩy của mỗi máy nén có thể được nối với ống góp đặt dưới sàn (hình 16-6). Khi đặt như vậy không cần bẫy dầu vì phần dưới ống đã làm nhiệm vụ này.

– Ống góp đẩy đặt cao hơn máy nén : ống đẩy của mỗi máy được nối với ống góp ở phần trên của ống góp để dầu không chảy được từ ống góp về máy nén khi máy không làm việc (hình 16-7).

– Thiết bị tiêu âm và giảm rung : lắp trên phần ống nằm ngang hoặc phần ống đứng có hơi chuyển động theo chiều từ trên xuống (hình 16-6).



Hình 16-7 : Ống góp đẩy đặt cao

c) Ống dẫn lỏng

- *Yêu cầu* : vận chuyển lỏng từ bình chứa đến van tiết lưu và được duy trì ở áp lực tương đối cao để tránh bay hơi lỏng trên đường ống, vì khi có hơi việc cấp lỏng cho thiết bị bay hơi sẽ không chính xác. Vì thế mà áp suất lỏng không để thấp hơn áp suất bão hoà ở nhiệt độ của môi chất lỏng.

- *Thiết bị quá lạnh* : khi cấp lỏng từ bình ngưng, lỏng thường được quá lạnh từ 3 đến 5°C. Độ quá lạnh cũng phải được tính toán và kiểm tra để môi chất lỏng không sôi trong ống. Muốn vậy phải đảm bảo độ giảm áp của lỏng trên đường đến van tiết lưu không lớn hơn 70 kPa.

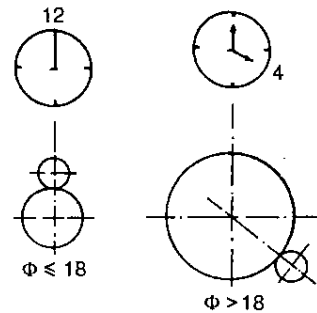
Kiểm tra trị số áp suất và độ giảm áp của lỏng bằng cách tính tổn thất áp suất do trở lực ma sát và trở lực cục bộ trên đường ống.

7. Lắp ráp các thiết bị điều chỉnh, bảo vệ và điều khiển tự động

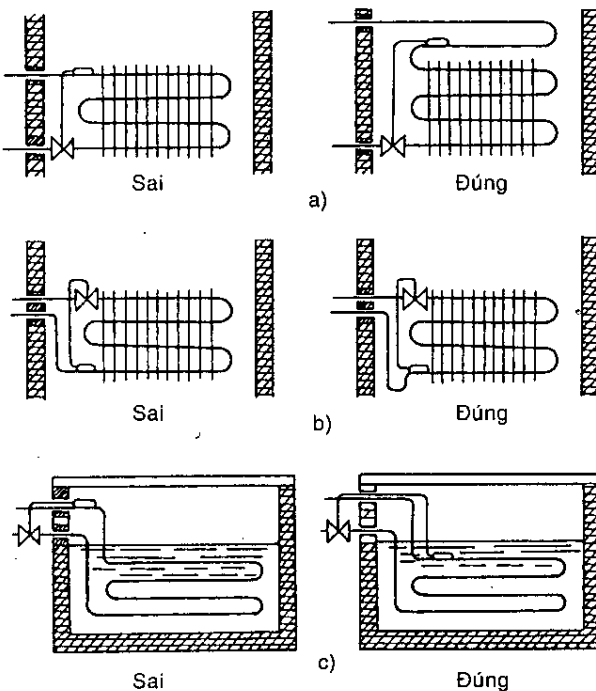
a) Van tiết lưu

- *Kiểm tra trước khi lắp* : ở nhiệt độ bình thường nếu bầu cảm nhiệt, ống mao dẫn và môi chất nạp trong đó ở trạng thái làm việc bình thường thì van tiết lưu phải mở và có thể thổi thử, van cho khí qua tự do, nếu không, là van hỏng. Nếu có điều kiện có thể thử kỹ hơn theo phương pháp trình bày ở chương 10.

- *Vị trí đặt van* : ngay sát thiết bị bay hơi trên đường dẫn lỏng vào. Mũi tên trên thân van phải trùng với hướng chuyển động của môi chất qua van. Chú ý không để tiếp xúc ống mao với các ống khác.



Hình 16-8. Vị trí đặt bầu cảm nhiệt vào một ống



Hình 16-9. Vị trí đặt bầu cảm nhiệt ở những dàn bay hơi

- Vị trí cố định bầu cảm nhiệt :

Đặt ngay ở lối hơi ra khỏi dàn bay hơi và đảm bảo tiếp xúc tốt với ống này bằng một bản kẹp bằng đồng hay nhôm. Để tránh ảnh hưởng của nhiệt độ bên ngoài nên cách nhiệt cả đoạn ống có bầu cảm nhiệt trong một khối riêng.

Khi đường kính ống hút lớn hơn 18mm thì bầu cảm nhiệt phải được đặt ở vị trí "4 giờ" (hình 16-8) chứ không phải đặt ở phía trên ống như trường hợp ống đường kính nhỏ hơn.

Nếu chiều dài đường ống hút từ bầu cảm nhiệt đến vách phòng lạnh nhỏ thì khi ngừng máy, hơi có thể ngưng tụ làm nóng bầu cảm nhiệt làm cho van tiết lưu mở, do đó có nguy cơ hút lỏng về khi máy nén khởi động. Khi đó cần uốn thêm một vòng đường ống (hình 16-9a) để tăng khoảng cách này, giữ nhiệt độ chỗ đặt bầu cảm nhiệt tránh nguy cơ nói trên.

Khi thiết bị bay hơi được cấp lỏng từ trên, nếu đường hút hơi từ dàn phải hướng lên rồi mới đi ra khỏi phòng lạnh thì phải tạo một đoạn ống uốn võng xuống ở đầu ra và đặt bầu cảm nhiệt trước đoạn ống võng này (hoặc còn xa hơn nữa, khi có một vòng ống sậy như trường hợp trên) (hình 12-9b) để tránh đặt bầu chỗ có lỏng tích tụ làm van tiết lưu tác động sai.

Khi dàn bay hơi nhúng ngập trong chất lỏng, bầu cảm nhiệt cũng được đặt ở lối ra khỏi dàn bay hơi nhưng phải ngập trong chất lỏng để tránh bị tác động nhiệt làm mở van khi dừng máy cho lỏng vào tiếp tục.

Không cuộn ống mao dẫn của van với bán kính vòng uốn nhỏ hơn 4cm để tránh làm tắc và kẹt ống.

b) Role nhiệt độ (thermostat). Role nhiệt độ phải được lắp đúng chủng loại : điều chỉnh nhiệt độ của môi trường lỏng, khí hay của dàn bay hơi. Chú ý cách nhiệt chỗ đặt bầu cảm nhiệt nếu nó có nguy cơ bị ảnh hưởng của một nguồn nhiệt khác. Nhất thiết phải nối đất thân của role nhiệt độ cũng như của role áp suất.

c) Van điện tử. Van điện tử được lắp trên các đoạn ống nằm ngang.

Chú ý chiều mũi tên trên thân van đúng với chiều chuyển động của môi chất trong hệ thống.

Nam châm điện của van luôn hướng lên trên.

Thân van (hay ống dẫn) phải được nối đất.

d) Van chặn. Ống có đường kính nhỏ hơn 12mm có thể được lắp van chặn ở bất kỳ chỗ nào trên đường dẫn hơi và lỏng.

Ở ống đường kính lớn có lắp van chặn phải lắp thêm các bộ phận bù dẫn nở hình chữ U ngược hay hình Ω nếu ống có đoạn đi thẳng dài quá 20m.

Không được lắp tay quay các van hướng xuống phía dưới.

Van được lắp ở chỗ tiện thao tác.

16.3.3. Thử bên và thử kín

Trước khi nạp ga và đưa vào sử dụng các hệ thống mới hay sau sửa chữa, nhất thiết phải thử bên và thử kín hệ thống.

1. Thử bên .

– Thổi sạch toàn bộ thiết bị, các cụm chi tiết sau khi lắp bằng khí nitơ hay không khí khô nén đến áp suất 5 ÷ 6 bar sau đó rửa bằng nước với vận tốc 1 ÷ 1,5m/s và thổi khô bằng không khí. Chú ý không để nhiệt độ đầu-đáy máy nén thổi tăng quá 135°C.

– Thao tác : bình khí nén hay nitơ cao áp (150bar) được nối với hệ thống qua van giảm áp.

Tháo nắp bình ngưng ống chùm, đóng các van trên máy nén, ngắt áp kế đầu hút, đóng van chặn trên đường cân bằng của van tiết lưu. Mở các van trên đường dẫn môi chất kể cả van điện tử.

Nối bình khí (qua van giảm áp) với van áp kế bình ngưng và mở van nạp, van giảm áp, nâng áp suất từ từ.

– Áp suất thử : phía cao áp : 18bar, phía hạ áp : 12bar duy trì trong 5 phút rồi giảm dần đến áp suất thử kín.

2. Thử kín

– *Áp suất thử* : phía cao áp : 15bar, phía hạ áp : 10bar duy trì trong 18 giờ. Trong 6 giờ đầu cho phép áp suất giảm không quá 10%, trong 12 giờ sau áp suất không được giảm.

– *Nhận biết chỗ rò* : bằng cách bôi bột xà phòng, nghe tiếng xì,... có thể cho thêm glyxêrin để tăng tính ổn định của xà phòng và dùng chổi lông quét đều – chú ý các mối hàn, mối nối, mặt sàng, v.v..

– *An toàn khi thử* : người phải đứng cách xa hệ thống thử 20 đến 25m. Bình van giảm áp, các áp kế kiểm tra đặt ngoài phòng máy và thiết bị. Chỉ khắc phục chỗ hở khi trong hệ thống không còn áp lực.

3. Hút chân không. Thực hiện sau khi đã thử bền và thử kín. Duy trì áp lực 40 đến 75mmHg trong 18 giờ. 6 giờ đầu cho phép áp suất trong hệ thống tăng đến 50%, nhưng sau đó (đã ổn định nhiệt) áp suất không được tăng.

4. Hệ thống nước muối. Trước khi thử cần bơm nước rửa sạch rồi bơm dung dịch muối tạo áp lực 6bar để trong 10 phút, nếu áp suất không giảm là hệ thống kín.

Thử kín hệ thống được làm hai lần, lần đầu trước khi bọc cách nhiệt, lần thứ hai sau khi nạp môi chất.

Ghi biên bản về tình hình thiết bị, công việc đã làm và điều chỉnh hệ thống làm việc đạt các thông số yêu cầu.

16.3.4. Nạp amoniác

Chỉ thực hiện sau khi đã thử bền và thử kín. Amoniác nạp không được có hàm lượng ẩm quá 0,2%.

– Số lượng amoniác nạp : bằng tổng lượng môi chất có trong hệ thống, nếu tính theo phần trăm không gian chứa môi chất ở các thiết bị chính thì có thể lấy như sau :

| | | | |
|-----------------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| Thiết bị ngưng tụ : | 5%. | Bình chứa cao áp : | 80%. |
| Thiết bị quá lạnh bằng nước : | 100%. | Đường dẫn lỏng : | 100%. |
| Thiết bị bay hơi ống chùm : | 80%. | Thiết bị bay hơi ống đứng : | 80%. |
| Dàn lạnh nằm ngang : | 50%. | Thiết bị tách lỏng : | 20%. |
| Thiết bị tách dầu loại chóp nón : | 30%. | Bình chứa tuần hoàn : | 30%. |
| Bình chứa hạ áp : | 30%. | Bình trung gian đứng : | 30%. |
| Bình trung gian nằm ngang : | 50%. | Dàn lạnh không có bơm : | 70% |

Bộ lạnh không khí có bơm, cấp lỏng từ trên xuống : 30%.

Bộ lạnh không khí có bơm, cấp lỏng từ dưới lên : 70%.

Dàn lạnh có bơm cấp lỏng từ trên : 50%

Dàn lạnh có bơm cấp lỏng từ dưới : 70%.

Khối lượng môi chất tính với mật độ $\rho = 650\text{kg/m}^3$.

Sau khi tính, lấy tăng thêm 10% để bù tổn thất.

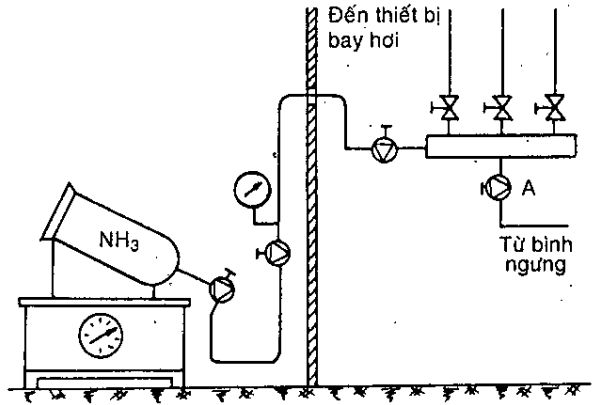
Nạp môi chất qua ống góp trạm điều chỉnh : hình (16–10).

Bình ga đặt trên cân để theo dõi lượng môi chất nạp.

Đặt bình ở vị trí nạp lỏng.

Theo dõi áp suất nạp bằng áp kế ở đây nạp.

Khi nạp, cho thiết bị ngưng tụ được làm mát như khi nó làm việc. Amoniác tự vào hệ thống cho đến khi cân bằng áp suất, sau đó phải cho chạy máy nén để giảm áp suất trong thiết bị bay hơi và tiếp tục nạp cho đủ ga : Muốn vậy, đóng van khoá A cấp lỏng từ bình ngưng đến trạm điều chỉnh rồi khởi động máy nén. Môi chất được nạp vào thiết bị bay hơi sau đó được máy nén hút về và nén cho ngưng tụ ở bình ngưng. Bằng cách đóng và ngắt máy nén duy trì cho áp suất hơi trong thiết bị bay hơi ở giới hạn 2,5 đến 5,5bar.



Hình 16-10 : Nạp NH₃ qua ống góp trạm tiết lưu

Sau khi nạp cho bình ngưng thì mở van A để nạp vào thiết bị bay hơi, khởi động bơm dung dịch muối.

Áp suất đầu đẩy sau khi nạp không vượt quá 12bar.

Kiểm tra rò rỉ bằng giấy chỉ thị màu.

– *Nạp máy lạnh dạng tổ hợp.* Trước khi nạp ga, dùng ngay máy nén để hút chân không. Mở tất cả các van chặn (kể cả van điện từ), nối rắc-co role áp suất cao để xả không khí khi hút chân không hệ thống. Đóng van hút, cho máy chạy và từ từ đóng van đẩy không để áp suất tăng quá 3bar và áp suất đầu thấp hơn 1,5bar. Từ từ mở van hút hoàn toàn. Khi đạt chân không thì ngừng máy nén và vặn kín ngay rắc-co của role áp suất lại. Mở van đẩy hoàn toàn.

– *Chú ý :* đường kính dây nạp amoniác không quá 12mm ;

Khi nạp phải dùng găng tay cao su ;

Không được đốt nóng bình ga bằng mọi cách.

– *Nạp dầu :* nếu mức dầu trong vỏ máy thấp hơn vạch giữa của lỗ quan sát thì phải nạp thêm dầu cho máy nén.

Đóng van hồi dầu (từ bình tách dầu) về máy nén, nối ống cao su với van nạp dầu vào vỏ máy, đầu kia của ống nhúng ngập trong thùng dầu mở nắp. Khởi động máy nén. Khoá van hút máy nén để hút dầu vào vỏ máy.

16.4. Lắp ráp hệ thống lạnh freôn

16.4.1. Máy lạnh freôn loại nhỏ

Các máy lạnh freôn năng suất nhỏ là các tổ hợp tủ lạnh, quạt lạnh, phòng lạnh lắp ghép hoặc các tổ hợp máy lạnh dùng cho các phòng lạnh bảo quản, các bể lạnh nhỏ, sản xuất kem, đá, v.v... Việc lắp đặt các máy này không đòi hỏi nhiều công sức và kỹ thuật như ở hệ thống lớn, nhưng lại phải đáp ứng những yêu cầu riêng.

– *Phòng đặt máy.* Nên đặt máy ở một phòng riêng được thông thoáng tốt và có thể tích đủ lớn theo yêu cầu kỹ thuật và vệ sinh an toàn : Với tổ hợp máy có dàn ngưng làm mát bằng không khí thì thể tích phòng đặt máy không nhỏ hơn 20m³/1kW năng suất lạnh, nếu

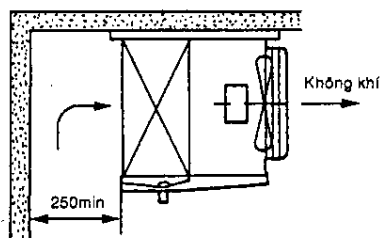
không thì phải thông gió cưỡng bức với năng suất quạt không nhỏ hơn $900\text{m}^3/\text{h}$ cho 1kW năng suất lạnh. Thể tích phòng máy cũng được kiểm tra theo yêu cầu an toàn vệ sinh : Không nhỏ hơn 1m^3 cho $0,5\text{kg}$ môi chất lạnh R12 và $0,35\text{kg}$ R22.

– *Bệ máy* : Nếu máy có năng suất lạnh nhỏ hơn 2kW thì có thể đặt máy trên các bệ gỗ, còn các tổ hợp lớn hơn phải được đặt trên bệ bê tông có bộ phận chống rung bằng cao su hay lò xo.

– *Đặt dàn ngưng không khí*. Với các tổ hợp có dàn ngưng làm mát bằng không khí thì nên để không khí lưu động theo chiều từ phòng qua dàn ngưng rồi thổi ra ngoài nhà và không đặt dàn ngưng sát tường quá 200mm .

– *Đặt dàn lạnh*. Nên bố trí các dàn lạnh dọc theo bề mặt tường phòng lạnh, cách tường khoảng 120mm và cách trần $300 \div 400\text{mm}$. Các dàn lạnh được cấp lỏng từ trên xuống.

– *Đặt dàn lạnh quạt*. Dàn lạnh kiểu này thường được treo trên trần, cách trần $100 \div 200\text{mm}$ và cách tường $250 \div 400\text{mm}$, hai bên sườn có tấm che để tránh làm đông cứng thực phẩm. Phía dưới là đáy thải nước phá băng nghiêng về phía ống xả nước sau buồng lạnh. Không khí được quạt hút từ khe tường sau qua dàn quạt tạo thành vòng trao đổi nhiệt đối lưu (hình 16-11).



Hình 16-11. Vị trí đặt dàn lạnh quạt treo trần

16.4.2. Máy lạnh freon loại lớn và trung bình

Trình tự lắp ráp máy lạnh freon năng suất lớn và trung bình cũng giống như hệ thống amoniác (16-3). Một số đặc điểm riêng của công việc lắp ráp máy lạnh freon chủ yếu do tính chất của freon quy định và có thể kể ra như sau :

1. Ống dẫn môi chất

– *Vật liệu* : có thể là ống thép hoặc ống đồng (thường với ống đường kính nhỏ hơn 25mm).

– *Nối ống* : phổ biến là hàn điện (với ống thép) hoặc hàn hơi (với ống đồng). Ống nối bằng mặt bích, phải có doăng chuyên dùng cho freon, chiều dày không lớn hơn $0,8\text{mm}$ và phải được tẩy, sấy khô với glyxêrin.

– *Gia công ống* :

Ủ ống : các ống đồng trước khi hàn được loe một trong hai đầu ống để núc vào nhau. Nếu ống được cung cấp đồng bộ với tổ hợp máy thì nó đã được ủ, tẩy rửa, sấy khô và đút nút hai đầu, chỉ việc cắt ống và gia công. Nếu không, thì có thể "nướng" ống ở nhiệt độ khoảng 600°C rồi làm nguội và súc sạch bằng axit sunfuric 15% trong khoảng 1 đến 1,5 giờ, sau đó rửa bằng nước rồi sấy khô ở nhiệt độ khoảng 80°C .

Phòng gia công : các công việc gia công như cắt, hàn ống,... chỉ nên làm ở trong phòng có sấy khô, hút ẩm hoặc sấy ống riêng để nhiệt độ của nó cao hơn nhiệt độ trong phòng, tránh ẩm bám vào bề mặt trong ống.

Cắt ống : cắt ống trước khi loe theo tiết diện vuông góc bằng dụng cụ cắt ống hay bằng cưa tay răng nhỏ (không nhiều hơn 1 răng/1mm).

Uốn ống : sau khi ủ, ống có thể được uốn bằng tay (nếu đường kính nhỏ hơn 18mm) hoặc bằng lò xo uốn ống làm bằng các dây thép đường kính cỡ $3,5\text{mm}$. Không được nhồi cát để uốn ống đồng.

Hàn ống : để tránh tạo thành oxyt đồng, khi hàn nên thổi ống bằng một khí trơ trong suốt thời gian hàn, như thổi bằng nitơ khoảng 30l/ph.

Làm sạch bề mặt ống và chống rỉ : sau khi gia công, ống được súc sạch bản kim loại, cho dung dịch sunfuric 5% vào ngâm trong khoảng 1 giờ rồi đổ axit ra, cho dung dịch xôđa (Na_2CO_3) 10% vào để trung hoà, rồi rửa bằng nước và thổi bằng không khí nóng hay nitơ, sau đó tráng bằng dung dịch natri nitrua 20% để tạo một lớp oxyt mỏng trên bề mặt có tác dụng chống gỉ.

– *Lắp đặt ống* :

Ống đồng được cố định vào tường bằng các vòng kim loại cách nhau khoảng 1m với ống có đường kính nhỏ hơn 20mm và 2m với ống có đường kính lớn hơn 20mm. Bọc lót ống chỗ có vòng đỡ bằng một lớp vải nhựa để tránh rung và ồn.

Chỗ ống chui qua tường ngăn hay sàn phải được bảo vệ bằng các vỏ bao ngoài ống rồi chèn phía trong các vỏ ống này bằng chất cách nhiệt mềm để tránh gây ồn và rung.

Ống được đặt hơi nghiêng về phía máy nén với độ nghiêng từ 1 đến 2%.

2. Thử bên, thử kín

Sau khi lắp ráp, hệ thống được thổi sạch bằng không khí nén hay khí nitơ và thử bên, thử kín.

a) *Thử bên*

– Môi chất dùng thử bên, thử kín : nitơ hay không khí khô.

– Áp suất thử :

Với R22 : Phía cao áp : 30bar. Phía hạ áp : 20bar.

Với R12 : Phía cao áp : 24bar. Phía hạ áp : 13bar.

– Thời gian duy trì : không nhanh hơn 5 phút, sau đó hạ đến áp suất thử kín.

b) *Thử kín*

– Áp suất thử :

Với R22 : Phía cao áp : 20bar. Phía hạ áp : 16bar.

Với R12 : Phía cao áp : 16bar. Phía hạ áp : 10bar.

– Thời gian giữ áp suất : 12 giờ. Trong 6 giờ đầu áp suất cho phép hạ không quá 10%, sau đó phải giữ không đổi.

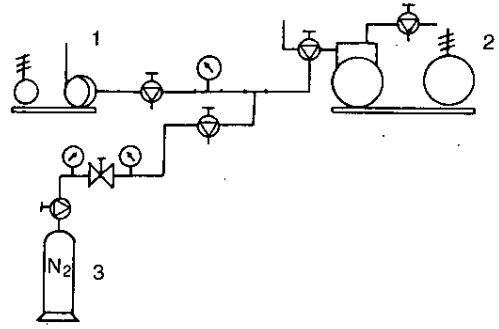
Kiểm tra xác định rò rỉ bằng bột xà phòng.

Nếu có rò rỉ, phải hạ áp suất và khắc phục chỗ rò rỉ lại làm lại các công việc kiểm tra thử bên và thử kín.

– Thử kín bằng hút chân không hệ thống.

Với tổ hợp máy nén kín và nửa kín : dùng bơm chân không (hình 16–12). Nối bơm chân không với hệ thống (qua nhánh van hút của máy nén hay qua ống hút chân không). Mở các van của hệ thống môi chất và cho bơm chân không chạy đến áp suất 10mmHg thì chạy tiếp 4 giờ nữa. Nếu sau một ngày đêm áp suất chân không không tăng quá 10mmHg thì hệ thống được coi là kín và không còn hơi nước. Trong quá trình hút chân không có thể cho nước nóng $40 \div 50^\circ\text{C}$ qua các thiết bị ngưng tụ, bay hơi và vỏ máy nén để ẩm phía trong để bay hơi và bị hút ra ngoài. Chú ý theo dõi để phòng mức dầu có thể lên cao.

Với tổ hợp máy nén hồ: dùng chính máy nén để hút chân không. Mở nhánh xả van đẩy và mở van hút, cho máy nén chạy. Sau ít phút, áp kế hút phải chỉ độ chân không 68 đến 70mmHg. Nối nhánh xả van đẩy với một ống $\Phi 6\text{mm}$ và nhúng đầu kia của ống vào một bình dầu máy lạnh, nếu sau 15ph vẫn còn các bọt khí bay lên thì chứng tỏ có khí lọt, phải siết lại các rắc-co và thử lại. Khi không còn bọt khí là hệ thống đã kín. Nối áp kế đầu đẩy để 20ph nếu kim áp kế không dịch chuyển thì dừng máy. Để hệ thống tiếp tục dưới chân không 24h nữa, nếu kim áp kế đầu hút không chỉ áp suất cao hơn thì xem như hệ thống đã kín.

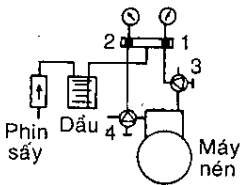


Hình 16-12. Hút chân không hệ thống
1 - Bơm chân không ; 2 - Máy nén ;
3 - Bình khí nén N_2

Sau khi thử bền bằng nitơ và hút chân không như trên, cũng có thể nạp freôn vào máy để thử kín bằng freôn. Chỉ khác phục chỗ hở khi trong hệ thống không có áp suất (phải thu hồi hay xả freôn đi trước khi khắc phục chỗ hở).

3. Nạp dầu

Dầu có thể được nạp vào hệ thống lạnh freôn công suất lớn và trung bình qua máy nén hay qua thiết bị bay hơi.



Hình 16-13. Nạp dầu bằng đường hút
Các van : 1 - Đóng ;
2 - Mở hé ; 3 - Mở ;
4 - Thông nhánh nạp với máy nén

- Nạp dầu vào máy nén : cho chạy máy nén hút dầu vào các-te qua nhánh van hút hay dùng bộ van nạp như hình 16-13.

- Nạp dầu vào thiết bị bay hơi :

Sau khi hút chân không hệ thống, mở các van máy nén và đóng van cấp lỏng từ bình ngưng hay bình chứa.

Nối ống bình nạp dầu vào thiết bị bay hơi sao cho đầu ống nạp luôn luôn thấp hơn mức dầu trong bình.

Mở các van cung cấp nước. Cho máy nén hoạt động.

Mở van cho dầu vào thiết bị bay hơi. Xong thì dừng máy, đóng các van.

Chú ý : trong quá trình nạp không hút kiệt dầu trong bình và khi phải thay bình dầu mới phải thao tác để không khí không vào được hệ thống.

4. Nạp freôn

a) *Nạp qua hệ thống nạp.* Nạp freôn vào hệ thống tiện lợi và chính xác là nạp qua hệ thống thiết bị nạp freôn như ở hình 16 - 14. Đầu tiên freôn được nạp vào hệ thống nạp sau đó mới nạp vào hệ thống máy lạnh.

- *Nạp vào hệ thống nạp.* Nối thông ống xả A ra ngoài trời. Nối bình freôn vào B. Đặt bình sao cho có thể nạp lỏng vào hệ thống (Nếu bình không có ống nối ngập trong lỏng thì phải để bình dốc ngược). Nối bơm chân không qua van D, đóng kín G. Mở các van B, C và D. Đóng kín A, cho bơm hoạt động khoảng 30ph để áp suất bên trong còn thấp hơn 75mmHg. Đóng B, C và D, ngừng bơm chân không. Mở van bình ga F. Mở B để nạp ga vào trạm theo số chỉ mức lỏng trên bình đo dung tích E.

- *Nạp vào tổ hợp máy.* Mở thông G để nối thông trạm nạp với tổ hợp máy. Mở van thông tổ hợp với G. Chạy bơm chân không và mở van D để hút chân không tổ hợp sau đó đóng D lại. Xác định số lượng môi chất cần nạp và mở van C để nạp vào tổ hợp số lượng freôn yêu cầu rồi đóng C lại. Sấy nóng đoạn ống nối để môi chất bay hơi hết. Đóng các van máy nén và van tổ hợp.

Trạm nạp freôn phải có van an toàn và được điều chỉnh để van mở ở áp suất tuyệt đối lớn hơn $10 \div 12$ bar tương ứng với nhiệt độ hơi môi chất khoảng $40 \div 45^\circ\text{C}$.

b) Nạp freôn trực tiếp vào hệ thống.

Có thể cho máy nén và thiết bị ngưng tụ làm việc để nạp freôn vào bình chứa như sơ đồ hình 16 - 15.

Sau khi đã làm chân không hệ thống, nối bình với nhánh van hút.

Đóng van cấp lỏng L sau bình chứa, cho máy nén và thiết bị ngưng tụ làm việc. Mở van đẩy Đ, các van chặn, cho máy nén thông đến bình chứa.

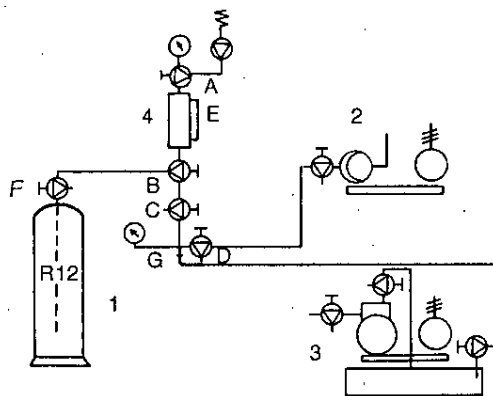
Mở nhỏ van hút H và mở từ từ van B cho máy nén hút hơi từ bình vào. Điều chỉnh áp suất đầu hút để không vượt quá $1,5 \div 2$ bar.

Đặt bình freôn ở vị trí nạp hơi, sấy nhẹ bình bằng nước nóng 40°C .

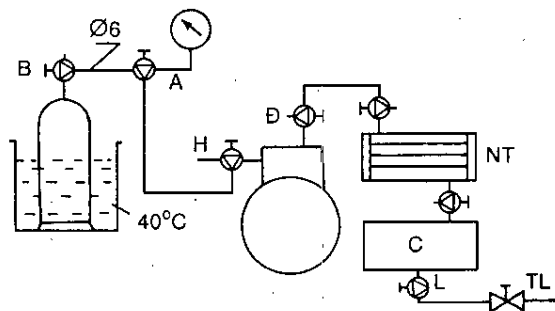
Khi xong, đóng van H, van ba ngã A và van bình B. Đóng van đẩy Đ và ngừng máy.

Cho máy chạy thử : mở thông đầu hút máy nén với thiết bị bay hơi, mở van cấp lỏng L cho lỏng qua van tiết lưu TL và thiết bị bay hơi. Cho hệ thống làm mát ngưng tụ và hệ thống thiết bị bay hơi (nước muối hay không khí) làm việc rồi khởi động máy nén. Nếu máy chạy đạt chế độ yêu cầu thì tháo ống nạp.

Cũng có thể dùng phương pháp nạp freôn lỏng vào bình chứa.



Hình 16-14 : Hệ thống nạp freôn lỏng
1 - Bình ga ; 2 - Bơm chân không ;
3 - Tổ hợp máy nén ; 4 - Bình đo dung tích



Hình 16-15 : Nạp trực tiếp ga vào hệ thống

Chương 17

VẬN HÀNH, BẢO DƯỠNG VÀ SỬA CHỮA HỆ THỐNG LẠNH

17.1. Những vấn đề chung

1. Nhiệm vụ vận hành máy lạnh

Duy trì sự làm việc bình thường của hệ thống để đạt được các chế độ nhiệt độ và độ ẩm theo yêu cầu sử dụng, đảm bảo các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, đồng thời phát hiện những hư hỏng, sự cố để khắc phục trong những điều kiện có thể được quy định trong quy trình vận hành và kỹ thuật an toàn vệ sinh.

2. Các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật chủ yếu

Đảm bảo chế độ làm việc hợp lý, an toàn theo đúng các tiêu chuẩn kỹ thuật.

Đạt được các chỉ tiêu về định mức, tiêu hao điện, nước, dầu, ga. Các chỉ tiêu này có liên quan mật thiết với các chỉ tiêu kỹ thuật như hạ nhiệt độ nước làm mát, làm quá lạnh lỏng, xả khí, xả hợp lý và thu hồi dầu, cung cấp lạnh hợp lý về số lượng, chất lượng (nhiệt độ) v.v... sẽ giảm các chi phí sản xuất và vận hành.

3. Tổ chức vận hành

Các máy lạnh dùng trong sinh hoạt, các thiết bị lạnh thương nghiệp và ngày càng nhiều thiết bị lạnh công nghiệp được tự động hoá hoàn toàn. Tuy vậy, việc định chế độ trông coi, quản lý của con người vẫn được đặt ra và tổ chức một cách hợp lý.

Với các hệ thống thiết bị lạnh có trình độ tự động hoá thấp, người ta phải tổ chức trực theo ca, gồm các công nhân kỹ thuật lạnh và công nhân điện trực nhật.

Các phương tiện hỗ trợ cho công nhân trực máy lạnh là các sơ đồ bố trí máy, thiết bị, sơ đồ điện, sơ đồ ống dẫn môi chất, các quy trình hướng dẫn vận hành máy và thiết bị, các quy trình xử lý sự cố, quy định vệ sinh an toàn, phòng chống cháy, nổ, cấp cứu người bị nạn, sổ theo dõi vận hành và các phương tiện đo kiểm, các phụ tùng thay thế và cả tủ thuốc cấp cứu v.v... để ngay trong phòng máy.

17.2. Điều kiện làm việc bình thường của hệ thống lạnh

Hệ thống máy lạnh được coi là làm việc bình thường trong những điều kiện chủ yếu sau đây :

1. Đảm bảo trị số cho phép của nhiệt độ và độ ẩm trong các phòng lạnh và các đối tượng làm lạnh khác theo yêu cầu.

2. Đảm bảo các chỉ tiêu chế độ làm việc của máy và thiết bị như :

– Thiết bị bay hơi : nhiệt độ bay hơi thấp hơn nhiệt độ nước muối từ 3 đến 5K. Nhiệt độ trong phòng lạnh cao hơn nhiệt độ nước muối 8 ÷ 10K.

– Thiết bị ngưng tụ : Nhiệt độ ngưng tụ lớn hơn nhiệt độ nước ra khoảng $4 \div 8K$ hoặc cao hơn nhiệt độ không khí $8 \div 12K$. Khi đi qua bình ngưng, nước nóng lên khoảng $5 \div 7K$. Áp suất ngưng tụ và áp suất trong thiết bị bay hơi không chênh nhau quá 12bar.

– Máy nén : Tỷ số nén trong một cấp nén không lớn hơn 9. Nhiệt độ đầu hút máy nén một cấp cao hơn nhiệt độ bay hơi $5 \div 8K$. Trong máy nén hai cấp, nhiệt độ hút của xi lanh hạ áp phải cao hơn nhiệt độ sôi $5 \div 10K$. Nhiệt độ đầu hút xi lanh cao áp cao hơn nhiệt độ sôi ở áp suất trung gian khoảng 5K. Với hệ thống máy lạnh amoniác, nhiệt độ đầu đẩy máy nén một cấp duy trì phụ thuộc nhiệt độ sôi và nhiệt độ ngưng tụ nhưng không cao quá $145^{\circ}C$, với máy nén hai cấp, nhiệt độ đầu đẩy của xi lanh hạ áp thay đổi trong khoảng $60 \div 80^{\circ}C$, còn của xi lanh cao áp phụ thuộc nhiệt độ hơi trong bình trung gian và nhiệt độ ngưng tụ, nhưng không cao quá $115^{\circ}C$. Áp suất đầu được duy trì lớn hơn áp suất hút từ 1,5 đến 2 bar. Nhiệt độ dầu trong hệ thống bôi trơn không lớn hơn $60^{\circ}C$. Nhiệt độ nước ra khỏi áo nước làm mát máy nén không cao hơn $45^{\circ}C$, còn nhiệt độ vỏ máy không được vượt quá $50^{\circ}C$.

3. Trong các phòng máy, phòng thiết bị, các phòng lạnh, các đường dẫn nước, cửa thoát các van xả, van an toàn trong hệ thống amoniác phải đảm bảo không có môi chất.

4. Máy nén, hệ thống thiết bị và các dụng cụ kiểm tra đo lường tự động điều chỉnh, ... làm việc bình thường (không rung, không có tiếng ồn lạ trong khi làm việc, ...)

5. Các đồng hồ đo kiểm chỉ ổn định ở trị số cho phép (kim áp kế không dao động nhiều, ...).

6. Dầu tuần hoàn bình thường trong hệ thống. Mức dầu trong máy nén và trong các thiết bị ở phạm vi cho phép.

17.3. Vận hành hệ thống lạnh amoniác

17.3.1. Khởi động và ngừng hệ thống lạnh một cấp

1. Khởi động

a) Nguyên tắc chung

– Trước khi cho thiết bị làm việc, người vận hành phải xem sổ trực để biết rõ nguyên nhân của lần dừng máy trước đó.

– Nếu máy được dừng bình thường và nghỉ chưa quá một ngày thì công nhân vận hành có quyền khởi động máy.

– Sau khi bảo dưỡng, sửa chữa định kỳ hay máy đã nghỉ quá một ngày thì phải có ý kiến của cán bộ kỹ thuật mới được khởi động máy theo biên bản kiểm nghiệm bàn giao và nhật ký phòng trực.

b) Thao tác mở máy

– Làm các công việc kiểm tra : xem xét bên ngoài máy nén, đảm bảo không gian thuận tiện không ảnh hưởng đến công việc chạy máy. Kiểm tra dầu trong máy nén. Kiểm tra các van khoá chủ yếu của hệ thống, chúng phải ở trạng thái mở, chỉ có các van đầu hút, đầu đẩy và van điều chỉnh khởi động của máy nén là ở trạng thái đóng ;

– Cho nước vào áo nước làm mát máy nén, vào bình ngưng và dàn quá lạnh (nếu có) ;

– Mở van giảm tải máy nén khi khởi động ;

– Quay tay trực khuỷu ít nhất hai vòng trước khi đóng mạch động cơ. Khi máy đạt số vòng quay định mức thì mở van khoá đẩy và đóng ngay van giảm tải ;

– Từ từ mở van hút máy nén đồng thời lắng nghe tiếng gõ trong máy, nếu có lỏng về phải đóng ngay rồi lại từ từ mở nhỏ theo chế độ hút hơi ẩm.

– Theo dõi áp suất dầu. Không cho phép tiếp tục chạy máy nếu áp suất dầu không cao hơn áp suất hút quá 0,5bar.

– Từ từ mở van tiết lưu để cấp lỏng cho hệ thống.

– Mở quạt hoặc bơm nước muối của thiết bị bay hơi.

Khi đưa hệ thống vào làm việc phải theo dõi liên tục các thông số làm việc, các áp kế, nhiệt kế và đảm bảo máy chạy êm.

2. Ngừng máy

– Đóng van tiết lưu để ngừng cấp lỏng, giảm áp suất trong thiết bị bay hơi để sau này máy khởi động lại nhẹ.

– Đóng van hút máy nén. Hút hết hơi trong vỏ máy.

– Ngắt mạch động cơ. Sau khi máy nén không quay nữa thì đóng van đẩy ;

– Ngừng cấp nước làm mát máy nén, bình ngưng và thiết bị quá lạnh.

– Ngừng khuấy nước muối, nhưng có thể để bơm nước muối làm việc tiếp tục một thời gian nữa để tận dụng lạnh của bể muối.

– Kiểm tra tình trạng máy và thiết bị : Dầu máy, các mối lắp ghép, v.v... nếu có hư hỏng phải khắc phục ngay và ghi nhật kí vận hành.

17.3.2. Khởi động và ngừng hệ thống lạnh hai cấp

1. Hai cấp hai máy nén riêng (sơ đồ hình 17-1).

a) Khởi động

– Nguyên tắc chung : Khởi động máy nén cao áp trước, máy nén hạ áp sau. Không để máy nén hạ áp bị quá tải.

Không làm tăng áp suất quá mức trong bình trung gian.

– Kiểm tra trạng thái trước khi khởi động : Các van hút và đẩy của máy nén hạ áp (14, 15) và máy nén cao áp (18, 1) và các van tiết lưu (5, 10) phải ở trạng thái đóng.

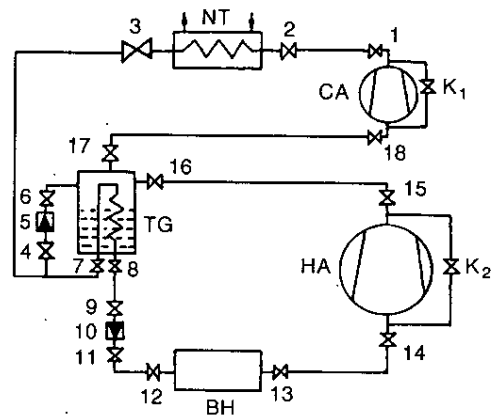
Các van khoá hơi trên ống đẩy (2; 16), các van khoá lỏng (3, 7, 8, 12) và các van hơi (13, 17) phải mở.

– Trình tự khởi động : mở các van khởi động K_1 và K_2 .

Khởi động máy nén cao áp : quay tay thử trực khuỷu, đóng điện động cơ. Khi đạt số vòng quay định mức thì mở van đẩy (1) và khoá van khởi động K_1 . Nếu áp suất dầu bình thường thì từ từ mở van hút (18), v.v... như khi khởi động máy nén một cấp.

Khởi động máy nén hạ áp.

Cấp lỏng vào bình trung gian và thiết bị bay hơi : mở các van 4, 6, 9, 11 và các van tiết lưu (5, 10).



Hình 17-1 : Hệ thống lạnh hai cấp (sơ đồ vận hành)

b) Ngừng máy

– Theo thứ tự ngược lại với lúc khởi động : dừng máy nén hạ áp trước và máy nén cao áp sau.

– Thao tác dừng từng máy cũng giống như với máy nén một cấp.

– Đóng các van tiết lưu (5, 10), ngừng cấp lỏng vào bình trung gian và thiết bị bay hơi.

2. Hai cấp nén trong một máy nén

Nguyên tắc, trình tự khởi động và dừng máy cũng giống như trường hợp hai cấp nén riêng : thao tác khởi động xilanh cao áp trước và dừng xilanh hạ áp trước.

a) Khởi động

– Mở các van trên đường đẩy và hút ở cả hai cấp. Các van hút, van đẩy và van khởi động vẫn đóng.

– Mở các van cấp nước làm mát.

– Mở các van khởi động của xilanh cao áp và hạ áp. Đóng điện, chờ máy đạt số vòng quay định mức.

– Mở van đẩy của xilanh cao áp trước, sau đó mở van đẩy của các xilanh hạ áp. Đóng các van khởi động và mở van hút xilanh cao áp.

– Khi áp suất hút xilanh cao áp đạt khoảng $1,5 \div 2$ bar thì từ từ mở van hút xilanh hạ áp để áp suất hút xilanh cao áp không tăng quá trị số cho phép (khoảng $4,5 \div 5$ bar) tùy theo từng máy. Nếu áp suất này tăng cao thì phải đóng van hút hạ áp rồi lại từ từ mở nhỏ, điều chỉnh lại.

– Xử lý hành trình ẩm cũng giống như trong hệ thống hai máy nén riêng.

b) Ngừng máy

– Hút hết hơi khỏi máy bằng cách đóng van hút hạ áp rồi sau đó đóng van hút cao áp.

– Ngắt điện. Khi máy không quay nữa thì đóng các van đẩy ở cả hai cấp.

– Đóng các van cấp lỏng và tất cả các van trên đường hút và đường đẩy.

– Ngừng cấp nước làm mát, ngừng khuấy, quạt, v.v...

17.3.3. Kỹ thuật vận hành máy và thiết bị

1. Máy nén amoniác

a) Yêu cầu vận hành

Máy làm việc ổn định ở hành trình khô với các thông số chế độ như đã nêu trong mục 16 – 2.

b) Dấu hiệu làm việc bình thường

– Máy chạy êm, không rung, không có tiếng gõ lạ.

– Thân máy và xilanh nóng đều

– Không bị chảy dầu, không rò ga qua các mối nối mặt bích, nắp bít, v.v...

c) Các trường hợp phải ngừng máy

– Có tiếng gõ lạ và va đập mạnh.

– Áp suất dầu giảm, không đủ dầu, dầu bị đốt nóng quá mức, nhiệt độ dầu đẩy tăng cao quá 150°C .

– Rò amoniác ra ngoài.

– Mất nước làm mát máy nén do hỏng bơm, tắc ống dẫn, van nước hỏng, v.v...

d) Chú ý trong thao tác vận hành.

– Chỉ đóng điện chạy máy khi đã quay tay thử và mở van giảm tải (với thiết bị lạnh tự động thì đây là van điện từ đóng mở tự động).

– Chỉ khởi động khi van hút đóng. Sau khi mở van đẩy thì mở van hút từ từ, tránh để máy làm việc với hành trình ảm.

– Khi máy bị đốt nóng quá mức do sự cố mất nước thì không nên cho nước lạnh vào ngay để tránh gây ứng suất nhiệt làm hỏng máy.

– Năng suất máy nén được điều chỉnh phù hợp với phụ tải thiết bị bay hơi một cách liên tục hoặc bằng cách thêm vào hay ngắt đi một số máy nén làm việc song song tùy thuộc nhiệt độ lạnh thấp hay cao quá.

2. Thiết bị ngưng tụ

– *Yêu cầu* : nhiệt độ ngưng tụ không cao hơn nhiệt độ nước làm mát ra quá $5 \div 8^{\circ}\text{C}$ (áp suất ngưng tụ không cao quá). Độ gia nhiệt của nước làm mát không quá $5 \div 8^{\circ}\text{C}$ đối với bình ngưng ống chùm và $2 \div 3^{\circ}\text{C}$ đối với tháp ngưng tụ. Mức lỏng trong bình ngưng ổn định.

– *Dấu hiệu làm việc bình thường* : áp suất và nhiệt độ ngưng tụ ở trị số cho phép. Không bị rò amoniác vào nước hay ra ngoài không khí. Không có không khí trong bình ngưng.

– *Chú ý* : để phòng bình ngưng bị rò môi chất làm tổn hao môi chất và gây ô nhiễm môi trường. Nếu bề mặt truyền nhiệt bị bám dầu, ống nước bị hở hoặc bị bám cặn hay bình ngưng bị lọt khí sẽ làm tăng áp suất ngưng tụ, tăng tiêu hao nước làm mát. Tùy theo phụ tải, nhiệt độ nước làm mát và trạng thái làm việc của bình ngưng mà điều chỉnh lưu lượng nước làm mát đảm bảo yêu cầu kỹ thuật. Xả khí qua ống cao su đầu nhúng vào nước để giữ không cho hơi amoniác thoát vào không khí. Amoniác còn sót trong khi xả sẽ được nước hấp thụ.

3. Thiết bị bay hơi

a) Bình bay hơi và dàn lạnh nước muối

– *Yêu cầu vận hành* : hiệu chỉnh từ từ van tiết lưu đạt độ mở cần thiết cấp lỏng cho thiết bị bay hơi để giữ được chế độ nhiệt độ ẩm yêu cầu trong phòng lạnh. Dung dịch muối có nồng độ thích hợp để nhiệt độ đóng băng của nó thấp hơn nhiệt độ sôi của môi chất 5K với bể muối và 8K đối với bình bay hơi làm lạnh nước muối. Đảm bảo không rò rỉ môi chất và dung dịch muối. Mức dung dịch muối trong bể phải cao hơn các dàn ống từ 100 đến 150mm.

– *Dấu hiệu làm việc bình thường* : nhiệt độ và áp suất sôi ở trị số cho phép. Không bị rò amoniác, bề mặt truyền nhiệt không bị phủ dầu và bẩn. Nhiệt độ sôi nhỏ hơn nhiệt độ nước muối ra khỏi thiết bị từ 3 đến 5K. Độ quá nhiệt của hơi ra khỏi thiết bị bay hơi khoảng $1,5 \div 2\text{K}$. Độ quá nhiệt của hơi hút $5 \div 15\text{K}$ chứng tỏ van tiết lưu mở hợp lí. Mức độ làm lạnh dung dịch muối là $2 \div 4\text{K}$.

– *Chú ý khi vận hành* : không khởi động bơm dung dịch muối khi nhiệt độ trong bể chưa giảm đến mức quy định mà chỉ cho quạt khuấy làm việc.

Khi thiết bị bay hơi ở trong hệ thống có nhiều máy nén làm việc song song thì phải thận trọng mở van tiết lưu cấp lỏng từ từ để tránh nạp lỏng quá mức để phòng lỏng về đầu hút máy nén.

Mức lỏng được điều chỉnh theo độ quá nhiệt của hơi hút bằng tay van tiết lưu hay dùng van tiết lưu nhiệt hoặc thiết bị điều chỉnh mức lỏng kiểu phao. Khi độ quá nhiệt cao : mở to van tiết lưu, nhưng nếu mở to quá sẽ có hành trình ẩm. Nếu van tiết lưu mở nhỏ quá thì nhiệt độ hút lại cao và nhiệt độ sôi giảm, dàn bay hơi không được sử dụng hết năng suất, năng suất lạnh máy nén cũng giảm, còn điện năng tiêu hao lại tăng.

– *Các hư hỏng có thể:* Rò rỉ amoniác. Bề mặt bị bám bẩn. Nồng độ muối thấp nên nước muối đóng băng. Nếu nước muối đóng băng trong ống sẽ gây nổ ống.

Cấp lỏng thừa hoặc thiếu, công suất máy nén quá lớn hay không đủ.

b) Bộ lạnh không khí

– *Yêu cầu vận hành :* phá tuyết kịp thời, không để chiều dày lớp tuyết quá 2,5mm làm giảm công suất lạnh và tăng tiêu hao năng lượng quạt gió. Giữ nhiệt độ bay hơi nhỏ hơn nhiệt độ trong phòng $8 \div 10K$, độ quá nhiệt của hơi sau dàn lạnh khoảng $3 \div 5K$.

– *Thao tác vận hành :* mở van cấp lỏng cho dàn lạnh rồi cho quạt gió làm việc. Nếu thiết bị đã ngừng lâu thì phải thử quay tay cánh quạt, kiểm tra điện, dầu bôi trơn, ... rồi mới cho làm việc.

4. Bình trung gian

– *Yêu cầu vận hành:* Đảm bảo áp suất làm việc hợp lý. Áp suất này phụ thuộc lưu lượng thể tích các xilanh cao áp và hạ áp, chế độ cấp lỏng và chế độ nhiệt độ (ngưng tụ, bay hơi, quá lạnh) của hệ thống.

Nếu nhiệt độ trong bình chứa lớn hơn $60^{\circ}C$ thì chưa cấp lỏng cho bình trung gian.

Yêu cầu điều chỉnh cấp lỏng bình trung gian nhằm các mục đích : Đảm bảo nhiệt độ hút xilanh hạ áp cao hơn nhiệt độ bay hơi $5 \div 10K$. Khắc phục hành trình ẩm xilanh hạ áp (ngừng cấp lỏng bình trung gian). Để xilanh cao áp làm việc theo hành trình khô ở nhiệt độ hút lớn hơn nhiệt độ bình trung gian $5K$. Khống chế nhiệt độ đẩy của xilanh cao áp không quá $110 \div 140^{\circ}C$.

– *Thao tác vận hành.* Giữ mức lỏng trong bình cao hơn mép trên của ống xoắn.

Khi có hành trình ẩm xilanh cao áp cần đóng nhỏ các van hút của xilanh hai cấp để tránh quá tải bình, ngừng cấp lỏng cho bình trung gian và cho thiết bị bay hơi.

Duy trì áp suất p_{tg} ở bình trung gian ở trị số cho phép. Nếu p_{tg} cao, phải kiểm tra xilanh cao áp (cla-pê, gioăng đệm không kín, ...), nếu p_{tg} thấp : Kiểm tra xilanh hạ áp. p_{tg} tăng nếu nhiệt độ ngưng tụ tăng và công suất xilanh cao áp giảm, ngược lại thì nhiệt độ bay hơi giảm, công suất xilanh hạ áp giảm. Khi nhiệt độ bay hơi tăng thì p_{tg} cũng tăng và công suất hơi xilanh hạ áp tăng.

5. Các bình chứa

a) Bình chứa cao áp

– *Yêu cầu :* duy trì mức lỏng ổn định theo quy định (khoảng 50% dung tích). Mức lỏng thấp sẽ kéo theo giảm công suất lạnh mà tiêu hao điện năng vẫn lớn. Mức lỏng cao quá thì có nguy cơ cả bình ngưng cũng bị ngập lỏng giảm bề mặt truyền nhiệt.

– Theo dõi áp suất, mức lỏng, van an toàn thường xuyên và định kỳ xả khí, xả dầu.

b) Bình chứa hạ áp (bình chứa tuần hoàn)

– Đảm bảo chứa đủ lỏng cho bơm cấp đến các dàn lạnh. Các bơm này phải đặt thấp hơn $1 \div 1,5\text{m}$ để tránh sôi ở đầu hút.

– Duy trì mức lỏng từ 200 đến 300mm.

c) Bình chứa thu hồi

– Trước khi cho lỏng phá băng về bình phải hút hơi trong bình đến áp suất hút. Trước khi đưa môi chất trở lại các dàn bay hơi phải tháo dầu vào bình chứa dầu.

– Không sử dụng để chứa lỏng lâu dài mà phải để bình ở trạng thái sẵn sàng chứa lỏng phá băng theo yêu cầu vận hành.

6. Bơm ly tâm

– Đảm bảo chiều cao cột lỏng đầu hút không nhỏ hơn 1,5m.

– Khởi động bơm : mở van hút, mở bơm xả khí, nạp lỏng mỗi bơm và đóng van đẩy. Chạy bơm, theo dõi áp kế và dòng điện $I < I_{\text{định mức}}$. Khi đạt số vòng quay định mức (không quá 2ph) thì mở van đẩy.

– Điều chỉnh bơm bằng cách thay đổi số vòng quay động cơ (nếu có thể) hoặc thay đổi độ mở van đẩy.

– Theo dõi mức dầu, nắp bít, độ đốt nóng của bơm và động cơ, các chỉ số của áp kế. Áp suất đầu đẩy của bơm phải lớn hơn áp suất trong hệ thống $2,5 \div 3\text{bar}$.

– Ngừng bơm : đóng van đẩy, ngắt điện, đóng van hút và van áp kế.

– Cứ sau 80 đến 100 giờ phải thay dầu cho bơm.

7. Các dụng cụ tự động

a) Van tiết lưu nhiệt

– *Yêu cầu* : làm việc ổn định, tin cậy, cấp lỏng để đạt chế độ nhiệt độ và công suất lạnh theo yêu cầu. Chỉ khi chế độ làm việc của hệ thống lạnh thay đổi thì mới cần hiệu chỉnh lại van. Độ quá nhiệt của hơi tại chỗ đặt bầu cảm nhiệt không lớn hơn $3 \div 5\text{K}$.

– *Dấu hiệu làm việc bình thường* : độ quá nhiệt của hơi sau thiết bị bay hơi trong phạm vi cho phép. Có tuyết bám ở nửa thân van phía môi chất đi ra. Ở các dàn lạnh khô, tuyết bám đều đặn.

– *Thao tác vận hành* : định kỳ kiểm tra van và độ quá nhiệt của môi chất, sự tiếp xúc và tình trạng cách nhiệt bầu cảm nhiệt, ống mao dẫn.

– *Để phòng các hư hỏng* : thân van bị đóng băng hoàn toàn do tắc ống lọc và do đó độ quá nhiệt của hơi ra khỏi thiết bị bay hơi cũng lớn. Tan hết giá thân băng do van tiết lưu đóng hoàn toàn vì gãy ống cảm biến, rò môi chất nạp của van, do đó cả áp suất bay hơi cũng giảm, bình chứa và thiết bị ngưng tụ bị ngập lỏng.

b) Role nhiệt độ (thermostat)

– *Yêu cầu* : đóng ngắt chính xác và giữ ổn định nhiệt độ lạnh theo yêu cầu.

– *Chú ý* : giữ sạch các tiếp điểm, đảm bảo tiếp xúc tốt. Đảm bảo điều kiện tiếp xúc và cách nhiệt của bầu cảm nhiệt. Ống mao dẫn và bầu cảm nhiệt luôn kín, không bị rò môi chất nạp làm rơi mất tác dụng. Nối đất thân rơi le.

c) Rơ le áp suất (RLAS)

– *Yêu cầu* : các RLAS cao và RLAS thấp phải làm việc tin cậy, đóng, ngắt dứt khoát, không chấp chờn, rung động.

– *Để phòng hư hỏng*. Các tiếp điểm bị cháy, vênh hay bị gỉ mất tiếp xúc điện.

Lực hút của nam châm giảm. Lò xo kém đàn hồi.

Hộp xếp mất tính đàn hồi hay bị nứt, thủng. Lò dẫn môi chất vào bị tắc.

Hệ thống truyền động bên trong làm việc yếu hoặc bị kẹt, gãy.

– *Bảo dưỡng* : sau 750 đến 1000h làm việc, RLAS phải được kiểm tra định kỳ một lần.

Chú ý nối đất thân rote.

d) Van điện từ

– *Yêu cầu* : đóng mở ổn định theo dòng điện. Đảm bảo kín khi đóng, thông hết khi mở. Không rung, không kêu. Ống hay thân van phải được nối đất.

– *Dấu hiệu làm việc bình thường* :

Van trên đường cấp lỏng hay van dung dịch muối : Các dàn lạnh làm việc ổn định, đạt nhiệt độ và công suất lạnh yêu cầu. Máy nén khởi động dễ.

Van khởi động máy nén (van giảm tải) : máy nén khởi động bình thường, nhiệt độ đầu đẩy không tăng nhiều.

Van trên đường cấp nước làm mát : cấp nước kịp thời để thiết bị ngưng tụ làm việc bình thường.

– *Để phòng hư hỏng* :

Lọc bẩn lắp phía đầu van bị hỏng : chú ý đặc biệt với van lắp trên đường dẫn dung dịch muối.

Cuộn dây bị ẩm, hỏng cách điện làm điện trở giảm hay bị đứt.

Lõi thép bị kẹt.

– *Bảo dưỡng* : cứ sau 1000 đến 1200h làm việc phải bảo dưỡng van : Làm sạch phin lọc, kiểm tra điện trở cuộn dây, điện trở cách điện (không nhỏ hơn 0,5 MΩ), kiểm tra độ kín của van và các rơ-co, kiểm tra nối đất.

17.3.4. Điều chỉnh chế độ nhiệt độ của hệ thống lạnh

Chế độ nhiệt độ của hệ thống lạnh chủ yếu gồm nhiệt độ sôi, nhiệt độ ngưng tụ, nhiệt độ quá lạnh, nhiệt độ hút và nhiệt độ đầu đẩy của máy nén. Nó có tầm quan trọng đặc biệt ảnh hưởng trực tiếp đến tính kinh tế (như tiêu hao điện, nước) và tính kỹ thuật (tức là số lượng, hay năng suất lạnh và chất lượng, hay nhiệt độ làm lạnh) của hệ thống.

Chế độ nhiệt độ hợp lý được quy định do chế độ nhiệt – ẩm yêu cầu và tình trạng kỹ thuật của phòng lạnh, các đặc tính kỹ thuật của dàn lạnh (bề mặt truyền nhiệt, phương thức truyền nhiệt), số lượng và tình hình phụ tải lạnh, giá thành điện nước, điều kiện khí hậu và kiểu làm mát thiết bị ngưng tụ, v.v...

1. Nhiệt độ sôi (t_0) và nhiệt độ đầu hút máy nén (t_h)

a) Điều chỉnh nhiệt độ sôi

– *Yêu cầu* : ổn định ở giá trị hợp lý quy định. Khi t_0 giảm 1K thì năng suất lạnh của máy có thể giảm 4 ÷ 5% và suất tiêu hao điện năng tăng khoảng 3 ÷ 4%.

– *Ảnh hưởng của t_0* :

Khi t_0 giảm : nhiệt độ làm lạnh thấp, năng suất dàn lạnh tăng nhưng kéo theo hàng loạt yếu tố bất lợi như năng suất lạnh của máy nén giảm và suất tiêu hao điện năng tăng do tỉ số

nén tăng, năng suất hút giảm (do thể tích riêng hơi hút tăng) do đó cả hệ số cấp và lưu lượng môi chất qua máy nén cũng giảm. Mặt khác thì tuyết bám nhiều trên các dàn lạnh, độ ẩm không khí phòng lạnh giảm có thể làm tăng tổn hao thực phẩm hoặc làm co rút hàng bảo quản.

Khi t_o tăng : chủ yếu là không đạt nhiệt độ làm lạnh yêu cầu và tăng độ quá nhiệt hơi hút,...

– *Giá trị t_o hợp lý.* Với hệ thống làm lạnh trực tiếp : t_o phải thấp hơn nhiệt độ phòng lạnh $8 \div 10K$.

Hệ thống làm lạnh gián tiếp : t_o phải thấp hơn nhiệt độ phòng lạnh $11 \div 16K$ (nhiệt độ chất tải lạnh cao hơn t_o từ 4 đến 6K và thấp hơn nhiệt độ phòng lạnh 7 đến 10K).

– *Phương pháp điều chỉnh t_o .* Phương pháp hay dùng là điều chỉnh năng suất lạnh của máy nén bằng cách thêm vào (khi p_o, t_o cao) hay bớt đi (khi p_o, t_o giảm) một số máy nén hay một số xilanh của máy nén hai cấp.

Việc điều chỉnh được thực hiện bằng tay hay do role áp suất thấp, van tiết lưu tự động, đưa bớt hơi đẩy sang đường hút, v.v...

b) Điều chỉnh nhiệt độ hút (t_h).

– *Yêu cầu :* khi t_o đã ở giá trị hợp lý thì nhiệt độ hút t_h phải được điều chỉnh để có độ quá nhiệt hợp lý cho phép, giữ cho máy làm việc ở hành trình khô mà công suất nhiệt các dàn lạnh vẫn cao.

– *Trị số độ quá nhiệt hợp lý của hơi hút :* $5 \div 15K$

Nếu độ quá nhiệt này nhỏ hơn 5K mà đoạn ống không bọc cách nhiệt và xilanh máy bị bám tuyết dày thì có thể van tiết lưu mở quá to, có thể có hành trình ẩm.

Nếu độ quá nhiệt lớn hơn 15K : chứng tỏ van tiết lưu mở nhỏ, không cấp đủ lỏng cho thiết bị bay hơi.

– *Phương tiện điều chỉnh :* điều chỉnh độ mở của van tiết lưu.

2. Nhiệt độ ngưng tụ (t_k) và nhiệt độ đầu đẩy của máy nén (t_d)

a) Nhiệt độ ngưng tụ (t_k)

– *Yêu cầu :* cung cấp cho thiết bị ngưng tụ đủ nước hay không khí làm mát để tạo nhiệt độ ngưng tụ t_k ở giá trị thấp nhất có thể được, vì t_k chỉ tăng 1K thôi thì năng suất lạnh cũng giảm 1 ÷ 1,5% và tiêu hao điện năng tăng 3 ÷ 4%.

– *Ảnh hưởng của t_k :* khi t_k tăng thì áp suất ngưng tụ P_k cũng tăng làm tăng tỉ số nén và tiêu hao điện năng, đồng thời hệ số nạp và lưu lượng khối lượng hơi qua máy nén cũng giảm. Ngoài ra, khi t_k tăng còn làm tăng lượng hơi sinh ra trong van tiết lưu làm giảm năng suất lạnh và quá trình làm việc không ổn định.

– *Dấu hiệu t_k hợp lý :* nước khi qua thiết bị ngưng tụ không bị hâm nóng quá $6 \div 8K$ với bình ngưng ống chùm và $2 \div 3K$ với thiết bị ngưng tụ bay hơi. Nếu phải làm nguội nước trong tháp làm mát (để dùng lại) thì nên giữ mức độ hâm nóng nước ở bình ngưng không quá $2 \div 4K$. t_k cao hơn nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng $4 \div 5K$.

– *Phương pháp hạ t_k :* tùy theo điều kiện cung cấp nước mà tính toán kinh tế chọn t_k hợp lý. Không có tháp làm mát hay nước giếng mà giá thành nước cao thì có thể chọn t_k cao hơn, nhưng phải có phương án điều chỉnh t_k khi quá cao. Làm mát bằng nước giếng đạt hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao hơn cả.

b) Nhiệt độ dầu đẩy máy nén (t_d)

– Yêu cầu. Giữ t_d ở giá trị hợp lý.

t_d cao quá (lớn hơn 150°C) làm dầu bị giảm khả năng bôi trơn, tạo cặn hoặc dầu bị cháy.

t_d thấp quá thì máy có thể làm việc với hành trình ẩm.

– Giá trị t_d hợp lý được xác định phụ thuộc vào t_o , t_k và tình hình nước làm mát máy nén, t_k lớn, t_o giảm thì t_d càng cao. Giá trị hợp lý của t_d cho trong bảng 17-1. t_d sai khác nhiều với các giá trị này chứng tỏ máy nén làm việc không bình thường hoặc việc điều chỉnh cấp lỏng không phù hợp.

Bảng 17-1 : Giá trị t_d phụ thuộc t_k và t_o của hệ thống lạnh amoniác

| $t_o, ^\circ\text{C}$ | Nhiệt độ ngưng tụ $t_k, ^\circ\text{C}$ | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | |
| -6 | 75 | 77 | 79 | 82 | 84 | 87 | 89 | 91 | 94 | 96 | 98 | |
| -10 | 83 | 86 | 88 | 90 | 93 | 96 | 98 | 100 | 102 | 104 | 107 | |
| -12 | 87 | 89 | 92 | 95 | 99 | 101 | 103 | 105 | 107 | 109 | 112 | |
| -14 | 91 | 94 | 96 | 99 | 102 | 105 | 107 | 109 | 112 | 114 | 116 | |
| -16 | 96 | 99 | 102 | 105 | 107 | 110 | 112 | 114 | 116 | 118 | 121 | |
| -18 | 100 | 103 | 106 | 109 | 112 | 114 | 116 | 119 | 121 | 123 | 125 | |
| -20 | 106 | 109 | 111 | 114 | 117 | 120 | 122 | 124 | 126 | 128 | 130 | |
| -22 | 111 | 114 | 116 | 119 | 122 | 125 | 127 | 130 | 132 | 134 | 136 | |
| -24 | 115 | 118 | 121 | 123 | 126 | 128 | 130 | 133 | 135 | 138 | 140 | |
| -28 | 126 | 128 | 131 | 134 | 136 | 139 | 141 | 144 | 146 | 148 | 150 | |
| -30 | 130 | 133 | 136 | 138 | 141 | 144 | 146 | 149 | 151 | 153 | 155 | |

c) Điều chỉnh nhiệt độ quá lạnh

– Yêu cầu. Tạo độ quá lạnh hợp lý để giảm quá trình bay hơi trong van tiết lưu và khi quá lạnh môi chất trong thiết bị hồi nhiệt phải đảm bảo hơi khô về máy nén.

– Điều chỉnh. Độ quá lạnh trong thiết bị quá lạnh bằng nước là 10K sẽ cho hiệu quả cao hơn cả còn trong thiết bị hồi nhiệt thì chỉ nên duy trì độ quá lạnh $2,5 \div 3\text{K}$. Ở trị số độ quá lạnh hợp lý, năng suất lạnh có thể tăng 4 đến 8% nhưng nếu độ quá lạnh lớn hơn thì hiệu quả lại giảm. Để giảm chi phí điện năng, có thể cho nước lạnh đi qua dàn quá lạnh rồi vào thiết bị ngưng tụ.

Nhiệt độ quá lạnh phải cao hơn nhiệt độ nước ra khoảng $2 \div 3\text{K}$.

17.4. Vận hành máy lạnh freôn

17.4.1. Đặc điểm chung của các hệ thống lạnh freôn

Nguyên lý làm việc của các hệ thống máy lạnh amoniác và freôn là hoàn toàn giống nhau. Vì vậy ở đây chỉ nêu thêm một số đặc trưng kỹ thuật chung cho các hệ thống lạnh freôn, nó sẽ quyết định các đặc điểm vận hành của các hệ thống này so với các hệ thống amoniác vừa khảo sát trong mục 17-3.

– Do tính hoà tan tốt giữa freôn và dầu bôi trơn nên trong các hệ thống freôn 12 (R12) và hầu hết các hệ thống freôn 22 (trừ các hệ thống nhiệt độ thấp) không bố trí các thiết bị tách dầu. Trong lắp đặt và vận hành phải chú ý đảm bảo hồi dầu từ thiết bị bay hơi về máy nén.

– Các freôn hầu như không hoà tan nước nên phải có những yêu cầu đặc biệt trong chế tạo, lắp đặt và vận hành hệ thống freôn, để ẩm không lọt vào hệ thống và thường có phin sấy với các chất hút ẩm đặt trong hệ thống.

– Các freôn có tính lưu động cao và khó phát hiện chỗ rò nên phải có những yêu cầu khắt khe đảm bảo độ kín của hệ thống, nhất là tổ hợp máy nén. Trong vận hành phải thường xuyên kiểm tra độ kín.

– Trong hệ thống máy freôn có các chi tiết bằng kim loại màu hay hợp kim màu, nên trong bảo dưỡng, vận hành (làm sạch bản, cặn nước,...) tránh dùng những biện pháp kỹ thuật gây ăn mòn, hư hỏng các bộ phận, chi tiết này (như cho rượu, cồn chống ẩm, làm xây xát bề mặt các chi tiết,...).

– Nói chung freôn không độc hại nên nó được dùng phổ biến trong các máy lạnh dùng cho sinh hoạt, máy điều hoà nhiệt độ, máy lạnh thương nghiệp, các hệ thống lạnh năng suất nhỏ,... Ở các hệ thống này thường có thiết bị hồi nhiệt mà không có bình tách lỏng hay thiết bị quá lạnh riêng.

17.4.2. Đặc điểm vận hành các hệ thống lạnh freôn

a) *Dấu hiệu làm việc bình thường.* Trong khoang lạnh đạt được nhiệt độ yêu cầu.

Dàn ống bay hơi có bề mặt sạch hay được phủ một lớp tuyết đều đặn.

Ống hút lạnh nhưng không phủ tuyết.

Phần trên của máy nén nóng vừa phải, nhiệt độ không quá $60 \div 70^{\circ}\text{C}$.

Máy không rung, không chảy dầu, không có tiếng gõ lạ.

Nhiệt độ phòng máy không lớn hơn 40°C .

Ở tổ hợp truyền động bằng dây đai, độ căng của dây đai vừa phải, khi dùng ngón tay ấn độ võng ở đoạn giữa dây không quá 20mm.

Nhiệt độ bề mặt động cơ không quá $70 \div 80^{\circ}\text{C}$.

b) *Khởi động máy.* Trình tự và nguyên tắc cũng giống ở máy amoniác.

Chú ý : xem xét đặc điểm lắp ráp tổ hợp và các thiết bị, kiểm tra sơ đồ điện, quay tay thử quạt gió.

Kiểm tra độ căng dây đai các máy hở, quay tay thử máy nén, đóng điện kiểm tra chiều quay của quạt.

Mở các van trên máy nén và bình chứa. Khởi động máy.

c) *Ngừng máy.* Thao tác ngừng máy lạnh freôn cũng đơn giản và thường có hệ thống điều chỉnh tự động, chỉ cần bấm nút "dừng máy".

Khi máy nghỉ lâu thì đóng van trên bình chứa và hút hơi từ dàn bay hơi về cho đến khi tan giá ở dàn bay hơi. Sau đó đóng van hút, ngắt mạch động cơ máy nén và đóng van đẩy. Kiểm tra trạng thái các van, các vòng bít và các rác-co.

d) *Điều chỉnh chế độ làm việc.* Chế độ làm việc của các hệ thống máy lạnh freôn được điều khiển bằng các thiết bị tự động như role nhiệt độ, role áp suất. Van tiết lưu nhiệt, van điều chỉnh nước. Việc vận hành các thiết bị này cũng giống như ở hệ thống amoniác.

Role áp suất thấp được chỉnh phù hợp với nhiệt độ yêu cầu trong khoang lạnh theo các giá trị của nhiệt kế trong khoang lạnh và của áp kế đầu hút. Có thể lấy sơ bộ giá trị ban đầu đặt role áp suất thấp theo giá trị cho trong bảng 17-2 phụ thuộc vào nhiệt độ khoang lạnh – Trường hợp R12.

Van tiết lưu nhiệt có thể chỉnh căn cứ vào các dấu hiệu làm việc bình thường của hệ thống như trình bày ở mục a.

Van điều chỉnh nước được chỉnh theo áp suất ngưng tụ, tự động ngắt nước sau khi máy nén đã ngừng.

Bảng 17-2 : Giá trị sơ bộ đặt role áp suất

| Thiết bị lạnh | Nhiệt độ lạnh, °C | Áp suất, bar | |
|---------------------|-------------------|--------------|-----------|
| | | Đóng mạch | Ngắt mạch |
| Tủ lạnh | 0 ÷ 3 | 2 | 0,6 |
| Quầy lạnh | -15 ÷ -12 | 0,7 | 0,1 |
| Buồng lạnh bảo quản | | | |
| Thịt | -1 ÷ 1 | 1,8 | 0,5 |
| Cá | -4 ÷ -2 | 1,6 | 0,3 |
| Bể đá | -10 | 1,16 | 0,27 |
| Bể kem | -20 | 0,27 | |

17.5. Bảo dưỡng hệ thống lạnh

17.5.1. Bảo dưỡng các thiết bị bay hơi

a) *Bình bay hơi và dàn lạnh nước muối.* Định kỳ tháo dầu (cùng với máy nén trong hệ thống amoniác).

Thường xuyên hiệu chỉnh nồng độ nước muối.

Cọ rửa bề mặt truyền nhiệt ít nhất mỗi năm một lần.

b) *Bộ lạnh và dàn lạnh không khí.* Định kỳ kiểm tra và bảo dưỡng quạt gió, hệ thống phá tuyết bằng điện.

- Phá băng dàn lạnh :

Hệ thống làm lạnh trực tiếp : thường sử dụng hệ thống làm tan giá bằng hơi môi chất nóng. Với hệ thống lạnh freon có thể dùng điện trở nung nóng, tạo "chủ trình ngược" như sơ đồ hình 11. Với hệ thống amoniác : ngừng cấp lỏng, nối thông các dàn lạnh với bình chứa thu hồi để lỏng được tích trong bình chứa. Mở van hơi phá băng từ máy nén vào dàn để làm tan giá.

Chú ý điều chỉnh giữ áp suất của hơi ngưng tụ trong dàn không nhỏ hơn 4bar để nhiệt độ ngưng tụ của hơi cao hơn 0°C. Sau khi phá băng xong thì thổi trực tiếp amoniác để làm sạch dầu bám trong hệ thống, sau đó đóng van thông dàn với bình chứa thu hồi và mở van cao áp thông với bình chứa này, đưa lỏng về ống góp lỏng.

Hệ thống làm lạnh gián tiếp : sử dụng hệ thống làm tan giá bằng dung dịch nước muối nóng 40 ÷ 50°C.

17.5.2. Thiết bị ngưng tụ

- Ít nhất một tháng một lần phải xả dầu (qua bình chứa dầu).

- Khi bề mặt ống bị bám dầu (về phía môi chất) hay bị bám cặn (về phía nước làm mát) phải xử lý bằng các phương pháp cơ học và hoá học. Sau khi làm sạch bình ngưng phải thử kín, thử bền. Có thể dùng nút kim loại có độ côn 1 : 50 nút một số ống bị rò, nhưng số lượng ống không dùng nút này không được quá 5% tổng số ống của bình ngưng.

– Với các dàn ngưng : lau chùi bằng bàn chải lông sau đó rửa bằng nước ấm ở nhiệt độ khoảng 50°C. Nếu bề mặt dàn ngưng có các lớp bẩn bám dính thì rửa bằng dung dịch NaCO_3 ấm, nồng độ khoảng 5% sau đó thổi khô bằng không khí nén.

– Kiểm tra không khí lọt vào thiết bị ngưng tụ theo cách sau :

Với bình ngưng làm mát bằng nước : Đóng van đẩy của máy nén và van lỏng sau bình ngưng, cho nước làm mát qua bình ngưng trong một vài giờ để nhiệt độ của nó bằng nhiệt độ nước vào. Nếu nhiệt độ nước vào và ra bằng nhau còn áp suất trong bình ngưng không thay đổi và bằng áp suất bão hoà của môi chất ở nhiệt độ tương ứng đó thì chứng tỏ không có không khí lọt.

Với dàn ngưng không khí : cũng làm tương tự nhưng phải đo nhiệt độ không khí ở ngay gần dàn ống.

Độ chênh giữa áp suất đo áp kế chỉ và áp suất bão hoà ở nhiệt độ môi trường càng lớn thì chứng tỏ trong hệ thống càng có nhiều khí lọt.

Làm các thao tác xả khí. Ở hệ thống freon có thể xả khí qua rắc co đầu nối van đẩy nhưng không quá 10s để không gây thất thoát môi chất.

17.5.3. Máy nén

Việc bảo dưỡng máy nén rất quan trọng, đặc biệt là với các máy nén công suất lớn và với hệ thống amoniác.

– Bảo dưỡng định kỳ : cứ sau 72 đến 100h làm việc phải thay dầu máy nén. 5 lần dầu phải thay dầu hoàn toàn bằng cách mở nắp bên tháo sạch dầu, dùng khí nén thổi sạch và đổ dầu mới vào.

– Kiểm tra dự phòng : cứ sau 3 tháng làm việc phải tháo và kiểm tra các cụm chi tiết chủ yếu như xilanh, piston, tay quay thanh chuyên, cla-pê, nắpbit...

– Phá cặn áo nước làm mát : nếu trong đường ống dẫn nước và mặt trong áo nước làm mát của máy nén bị đóng cặn thì phải cho axit clohydric 25% vào ngâm 8 + 12h sau đó rửa cẩn thận bằng dung dịch NaOH 10 + 15% và rửa lại bằng nước sạch.

17.5.4. Nạp thêm ga, dầu và khử ẩm trong hệ thống freon

– *Thêm ga* : do xả khí hay do rò freon ở các máy hở hay máy nửa kín thì cần phải nạp thêm freon cho hệ thống.

Trong các máy công suất nhỏ, freon được nạp thêm theo đầu van hút : Tháo role áp suất thấp, nối với bình nạp qua bộ van nạp. Nên dùng các bình freon có dung tích nhỏ để giảm nguy cơ lọt ẩm. Bình đặt ở trạng thái nạp hơi. Nên lắp phin sấy trên đường nạp. Đóng van hút để tách dàn bay hơi rồi khởi động máy nén và mở nhỏ van trên bình để áp suất hút không vượt quá 1,5 bar.

– *Nạp thêm dầu* : khi mức dầu thấp hơn bình thường : cho máy nén làm việc theo hành trình ẩm khoảng 20ph (mở to van cấp lỏng) để đưa dầu ở dàn bay hơi và trong ống dẫn về máy nén. Nếu vẫn thiếu dầu thì phải nạp thêm : Đóng van hút để giảm áp suất trong cacte đến gần áp suất khí quyển thì dừng máy, đóng van đẩy và nối lỏng rắc-co đầu hút để hạ áp suất dư trong cacte rồi rót dầu vào, sau đó thay vòng đệm và vặn chặt nút. Để xả không khí ra khỏi máy cần nối lỏng rắc-co đầu đẩy và khởi động máy nén 3 đến 5ph rồi dừng máy, vặn chặt rắc-co và mở các van của máy.

17.5.5. Xả dầu ra khỏi hệ thống amoniác

Thiết bị tách dầu không thể loại trừ hết dầu lưu động cùng amoniác trong hệ thống nên thường xuyên có dầu tích tụ ở các thiết bị của hệ thống. Trong khi vận hành phải chú ý xả dầu, có thể theo chu kỳ như sau :

Các dàn lạnh mỗi lần phá băng

Các bình bay hơi : 10 ngày/lần

Bình ngưng, bình chứa, bình tách lỏng : 1 tháng/lần

Bình trung gian : 10 ngày/lần

Bình tách dầu và bình chứa dầu 5 ngày/lần.

Chú ý : Khi tháo dầu phải thực hiện trong điều kiện áp suất thấp để giảm lượng hơi tổn thất bằng cách thải qua bình chứa dầu thông với đường hút máy nén. Sau khi đã hút hơi từ bình chứa dầu trong khoảng 30ph thì đóng van, tách bình ra khỏi hệ thống và tháo dầu vào thùng chứa để sau đó phục hồi lại dầu.

17.5.6. Chuẩn bị nước muối

Khi khuấy cho muối tan, nhiệt độ dung dịch tăng khá nhanh, do vậy có khi phải mất hàng ngày (24h) chạy máy mới hạ được nhiệt độ dung dịch xuống đến nhiệt độ sử dụng. Để giảm thời gian chuẩn bị này, có thể dùng nước đá đập nhỏ làm lạnh dung dịch.

Chú ý : Không cho nước muối vào bể khi đá chưa tan hết.

Khi chuẩn bị nước muối từ các bể riêng thành nhiều mẻ thì nồng độ muối ở các bể phải giống nhau và bằng nồng độ mong muốn.

Nên cho thêm vôi sống vào nước muối với tỷ lệ 1kg/100l nước muối để nó có tính kiềm, tránh ăn mòn các chi tiết bằng đồng (đặc biệt trong hệ thống lạnh freon).

Đặc tính dung dịch muối CaCl_2 cho trong bảng 17-3 (xem phụ lục 8 và 10 của kỹ thuật lạnh cơ sở).

17.6. Sửa chữa hệ thống lạnh amoniắc

Một số hư hỏng thường gặp, nguyên nhân và cách sửa chữa :

17.6.1. Máy nén

- Vỏ máy vùng xilanh nóng lên khác thường, có thể do :

Clapê đẩy hoặc clapê hút bị gãy hay hỏng lò xo, xéc măng bị mòn, yếu.

Kèm theo : nếu áp suất đẩy giảm nhanh và cân bằng áp suất hút là hư hỏng ở clapê đẩy, cần thay và điều chỉnh lại.

Nếu tiêu hao dầu tăng và khi quay tay thấy áp suất không tăng thì chứng tỏ các xéc măng bị hỏng, cần thay thế.

- Nhiệt độ đẩy thấp, có tuyết phủ trên đường hút và vỏ máy nén ở vùng xilanh là do có hành trình ẩm, cần đóng bớt van tiết lưu.

- Áp suất hút tăng, hệ thống mất lạnh chứng tỏ có hơi thổi từ khoang đẩy sang khoang hút máy nén do van an toàn bị hỏng, cần sửa lại van an toàn.

17.6.2. Chế độ nhiệt độ và áp suất của chu trình lạnh

1. Áp suất, nhiệt độ ngưng tụ cao

Thường kèm theo các biểu hiện sau :

- Nước làm mát ra nóng hơn bình thường, độ hâm nóng nước lớn hơn $5 \div 8\text{K}$: Thiếu nước làm mát.

- Nhiệt độ ngưng tụ cao hơn nhiệt độ nước ra quá mức bình thường ($4 \div 6\text{K}$) mà kim áp kế đẩy dao động mạnh : Trong bình ngưng có không khí. Nếu kim áp kế ổn định : các ống bình ngưng bị bẩn hay bị bám cặn. Cần xả khí không ngưng và cọ rửa ống.

– Mức tăng nhiệt độ của nước làm mát nhỏ hơn 5K chứng tỏ các ống bình ngưng bị bám cặn hay bị phủ dầu, bẩn. Cần bảo dưỡng, làm sạch bình ngưng.

– Mức lỏng trong bình ngưng hay trong bình chứa cao quá mức bình thường. Nếu độ quá nhiệt hơi hút không cao : Trong hệ thống thừa môi chất, cần rút bớt ra.

Nếu độ quá nhiệt của hơi ra khỏi thiết bị bay hơi cao (lớn hơn 2K) : cấp lỏng không đủ, cần mở to van tiết lưu.

– Nhiệt độ ngưng tụ cao hơn nhiệt độ nước làm mát ra quá 6K với bình ngưng ống chùm và quá 7K với dàn ngưng tưới nước : Ngoài các nguyên nhân nêu trên, cũng có thể do nhiệt độ nước làm mát cao quá, nước phân bố không đều vào các ống hoặc do thiết bị ngưng tụ không đủ bề mặt truyền nhiệt, cần xác định đúng nguyên nhân và khắc phục.

2. Áp suất bay hơi P_0 và nhiệt độ bay hơi t_0 thấp quá

Biểu hiện :

– Độ quá nhiệt của hơi sau thiết bị bay hơi lớn.

– Độ chênh giữa nhiệt độ nước muối ra và nhiệt độ bay hơi lớn hơn 5K, hay nhiệt độ phòng lạnh cao hơn nhiệt độ sôi quá 10K.

– Đường dẫn lỏng sau phin lọc có phủ tuyết do phin bị tắc.

Nguyên nhân và cách khắc phục :

– Trong hệ thống thiếu môi chất. Cần tìm và khắc phục chỗ rò, nạp thêm ga.

– Dàn lạnh nhỏ, có thể thêm dàn lạnh.

– Công suất lạnh của máy nén lớn quá. Có thể ngắt bớt máy nén.

– Lớp tuyết phủ quá dày ở dàn bay hơi hoặc các ống của bình bay hơi bị bám bẩn hay bị bám băng vì nước muối loãng. Cần phá băng dàn hoặc cọ rửa dàn và điều chỉnh nồng độ nước muối.

– Cũng có thể do các dụng cụ tự động điều chỉnh làm việc không tốt, cần kiểm tra và hiệu chỉnh lại.

3. Áp suất và nhiệt độ bay hơi cao quá

– Biểu hiện : Nhiệt độ nước muối và phòng lạnh cao, hơi sau thiết bị bay hơi không được quá nhiệt, áp suất đầu hút tăng...

– Nguyên nhân và cách khắc phục :

Máy làm việc với hành trình ẩm : điều chỉnh cấp lỏng

Thừa môi chất trong hệ thống : xả bớt.

Máy nén không đủ năng suất lạnh : tăng thêm máy.

Máy nén có sự cố bên trong : kiểm tra các clapê, xéc măng và sửa chữa.

4. Áp suất cao trong cả hệ thống

Thừa môi chất hoặc cách nhiệt ống hút quá kém.

5. Nhiệt độ hút cao hơn nhiệt độ bay hơi nhiều

Nếu hiệu số hai nhiệt độ này lớn hơn 10K thì chứng tỏ van tiết lưu mở nhỏ hoặc không đủ môi chất và cách nhiệt ống hút quá kém. Cần điều chỉnh cấp lỏng hoặc nạp thêm môi chất và kiểm tra tình trạng ống hút bị làm nóng.

6. Nhiệt độ đẩy quá cao

Nguyên nhân và cách khắc phục :

- Van tiết lưu mở nhỏ. Cần mở thêm.
- Thiếu môi chất trong hệ thống. Cần kiểm tra rò rỉ và nạp thêm.
- Không đủ nước hay không khí có nhiệt độ thích hợp làm mát thiết bị ngưng tụ. Nếu không giảm được nhiệt độ thì phải tăng lưu lượng nước hay không khí làm mát.
- Sự cố trong máy nén : kiểm tra clapê, xéc măng,
- Cách nhiệt ống hút quá kém hoặc ống hút quá dài
- Cũng có thể do các dụng cụ tự động điều chỉnh hoạt động không tốt.

17.6.3. Hệ thống làm việc ở chế độ hút ẩm

Khi hệ thống làm việc theo hành trình ẩm thì nhiệt độ đầu hút t_h bằng nhiệt độ bay hơi t_o , đường ống hút và xilanh máy nén bị phủ tuyết. Nguyên nhân và cách sửa chữa :

- Cấp lỏng thừa : cần đóng bớt van tiết lưu (hoặc chỉnh lại van tiết lưu nhiệt).
- Nạp thừa môi chất vào hệ thống : cần giảm lượng môi chất lưu động trong hệ thống.
- Tuyết phủ dày ở dàn bay hơi hoặc các ống bị bám bẩn làm giảm khả năng truyền nhiệt : Không để lớp tuyết dày quá 5mm mà không phá băng. Cọ rửa dàn ống.

17.6.4. Phòng lạnh nhiệt độ không đạt nhiệt độ yêu cầu

Nhiệt độ khoang lạnh không hạ được đến giá trị yêu cầu cũng có nghĩa là hệ thống làm việc không đạt yêu cầu. Có rất nhiều nguyên nhân, chủ yếu phải xem xét lại các hư hỏng của máy nén, các chế độ nhiệt độ và áp suất của chu trình lạnh như đã trình bày trong các mục 17.6.1 và 17.6.2.

Đáng chú ý nhất là các nguyên nhân : máy không đủ công suất, nạp thừa hoặc thiếu môi chất, hỏng clapê và xéc măng máy nén, tắc phin lọc, thiết bị ngưng tụ không đủ hay không được làm mát tốt, thiết bị bay hơi bị bám nhiều tuyết hay quá bẩn, v.v ...

17.6.5. Hệ thống dầu

1. Tiêu hao dầu tăng quá mức bình thường

- Biểu hiện : nhiệt độ vỏ máy nén tăng cao do không đủ dầu bôi trơn vì dầu bị đi theo môi chất hay bị rò qua nắp bít nếu xéc măng dầu đã bị mòn hay các vòng đệm graphít ở nắp bít bị mòn hay bị vênh. Cần thay xéc măng dầu và sửa lại nắp bít.

- Nếu nước làm mát bình tách dầu có nhiệt độ ra cao chứng tỏ bình tách dầu không được làm mát tốt nên khả năng tách dầu kém, dầu còn trong môi chất nhiều. Cần tăng cường làm mát bình tách dầu.

- Khi không thấy có dầu dẫn tự động về vỏ máy nén (từ bình tách dầu) thì có thể các dụng cụ điều chỉnh mức dầu của bình hoạt động không tốt : Phao không nổi, van hỏng... Cần xem xét và sửa lại.

2. Chảy dầu. Nếu thấy máy nén bị rung mạnh và có dầu chảy nhiều qua nắp bít (lớn hơn 20 giọt/h) thì chứng tỏ máy nén chưa được căn chỉnh tốt, cần khắc phục hiện tượng máy rung.

3. Áp suất dầu quá thấp. Nếu đóng kín các van tháo dầu mà áp suất dầu thấp quá mức yêu cầu thì có thể có các nguyên nhân hư hỏng sau :

- Trong cacte hết dầu. Cần nạp thêm và điều chỉnh lại áp suất dầu (qua van xả).
- Tắc phin lọc dầu, cần tháo và rửa sạch.
- Dầu bị chảy do các vòng đệm của nắp bít bị quá mòn, bạc lót thanh truyền quá cũ và mòn. Cần kiểm tra các mối nối và khắc phục chỗ rò. Thay bạc, sửa chữa nắp bít.
- Bơm dầu bị bẩn, cần tháo ra và rửa sạch bánh răng, phin lọc, kiểm tra, điều chỉnh khe hở giữa bánh răng và thân bơm.

17.6.6. Rung và ồn ở máy nén

– Nếu máy và các cụm chi tiết quanh máy nén và đường ống rung mạnh thì chứng tỏ là máy nén mất cân bằng hoặc các đai ốc định vị máy và động cơ bị tháo lỏng. Chỉnh và cố định lại máy nén và động cơ.

– Nếu có tiếng gõ trong máy nén mà nhiệt độ đầu đẩy giảm và khoang hút máy nén bị phủ tuyết thì máy làm việc theo hành trình ẩm, cần điều chỉnh cấp lỏng dàn bay hơi.

Nếu tiếng gõ là tiếng va đập cơ khí (đanh, khô) trong máy nén thì có thể là pittông không được cố định tốt, va đập với cụm van đẩy. Cần kiểm tra khe hở giữa pittông và cụm van đẩy, cố định lại pittông.

17.7. Sửa chữa hệ thống lạnh freôn

Phần lớn các công việc sửa chữa ở hệ thống lạnh freôn cũng giống như ở hệ thống amoniác đã trình bày ở mục 17.6.

Có những hư hỏng chỉ xảy ra ở hệ thống freôn là vì có những điểm khác biệt về tính chất của freôn so với amoniác và vì các máy nhỏ dùng môi chất freôn có những đặc điểm cấu trúc và hoạt động khác với các hệ thống lớn. Vì vậy trong phần này thiên về trình bày bổ sung kỹ thuật sửa chữa các hệ thống và tổ hợp máy freôn công suất nhỏ và máy freôn nói chung.

Yêu cầu chung với công việc sửa chữa các máy nhỏ :

Rất khó đặt ra tiêu chuẩn chính xác cho việc sửa chữa, nó phụ thuộc nhiều vào tay nghề và nhận xét đánh giá của người sửa chữa.

Trước tiên và luôn luôn phải xem xét yêu cầu sửa chữa của người sử dụng và kiểm tra nhanh toàn bộ hệ thống. Đo áp suất máy nén và nhiệt độ phòng lạnh hoặc nhiệt độ đối tượng làm lạnh rồi phân tích những nguyên nhân có thể có. Cuối cùng thì thiết bị phải trở lại trạng thái hoạt động tốt.

17.7.1. Động cơ máy nén

1. Động cơ không quay

– Kiểm tra cung cấp điện. Chú ý các máy làm việc với hai dây pha, nếu mất điện một pha có thể hãy còn điện áp dây cung cấp cho máy mà không làm quay động cơ được. Chú ý các aptômát ngắt nhưng không tự đóng mạch lại...

– Với động cơ một pha có tụ khởi động, nếu khởi động trực tiếp được thì chứng tỏ tụ đã hỏng.

– Role áp suất ngắt mạch.

Role áp suất cao cắt do áp suất đẩy cao quá : Tìm nguyên nhân như : điều kiện ngưng tụ kém, thiếu nước làm mát, lọt khí vào hệ thống, quá tải, v. v...

Role áp suất thấp không đóng mạch lại có thể do mất môi chất lạnh, cũng có khi do áp suất ở các te quá thấp do máy đặt trong môi trường quá lạnh hay các ống nối của role áp suất bị giập, gãy.

– Cũng có thể do động cơ quá yếu nên role nhiệt của aptômát ngắt ngay mỗi khi khởi động.

2. Động cơ quay nhưng không đạt tốc độ

– Cần kiểm tra mạch điện xem xét điện trở tiếp xúc (ở động cơ một pha) và kiểm tra các pha (ở máy 2 hay 3 pha).

– Có thể ma sát lớn ở cut-xi-nê do mùa đông dầu đông cứng, ... với máy hở có thể tháo dây cu-roa kiểm tra bằng quay tay.

3. Động cơ quay nhưng máy nén không quay

- Máy nén bị kẹt hoặc do áp suất quá cao. Tìm rõ nguyên nhân và khắc phục.
- Có thể pu-li bị tháo lỏng, dây cu-roa bị trượt

4. Năng suất của máy nén giảm

Nếu khi quay tay vô lăng mà không có nén và khối xilanh bị làm nóng không đều. Hiện tượng giống như máy amoniac – có thể do xilanh và các xéc măng bị mòn, gậy clapê,...

5. Máy nén bị đốt nóng quá mức

Nếu mức dầu thấp quá thì chúng tỏ lượng dầu bị hút khỏi máy nén tăng. Cho máy làm việc theo hành trình ẩm 20 ÷ 30 ph để đưa dầu về.

6. Clapê làm việc kém : kim áp kế tương ứng dao động nhiều

17.7.2. Chế độ làm việc của hệ thống

1. Máy nén hay ngắt

- Có thể do role nhiệt độ hay role áp suất thấp chỉnh không đúng (nhiệt độ và áp suất cắt quá cao).

- Cũng có thể do clapê đẩy không kín, van tiết lưu đóng kém hoặc do máy nén khoẻ quá hay quay quá nhanh (có thể giảm đường kính pu-li động cơ).

- Kiểm tra giới hạn đặt role áp suất cao.

- Xem xét mức độ áp suất xem có thiếu môi chất lạnh không.

- Kiểm tra xem bầu cảm nhiệt của role nhiệt độ đã được đặt hợp lý chưa.

2. Chu kỳ hoạt động của máy quá dài

Có nhiều nguyên nhân, có thể kể ra một số như sau :

- Thiếu môi chất do điều chỉnh cấp lỏng chưa hợp lí.

- Máy nén quá yếu hoặc quay quá chậm.

- Bầu cảm nhiệt của role nhiệt độ đặt không đúng.

- Giới hạn của role nhiệt độ hay role áp suất được chỉnh với khoảng quá rộng.

- Điều kiện ngưng tụ kém.

- Thiết bị bay hơi quá nhỏ hay lớp tuyết bám quá dày.

- Cách nhiệt khoang lạnh kém hay phòng lạnh không kín hoặc cửa mở quá nhiều.

- Đưa vật bảo quản quá nóng vào phòng lạnh...

- Cũng có thể do role áp suất hay role nhiệt độ bị ngắn mạch hoặc bầu cảm nhiệt không còn môi chất.

17.7.3. Chế độ nhiệt độ và áp suất chu trình

1. Nhiệt độ đầu đẩy. Sờ thử ống đẩy, nhiệt độ thông thường phải 60 đến 90°C (tùy theo môi chất). Nếu nó quá nóng phải xem lại điều kiện ngưng tụ.

2. Nhiệt độ hút. Ống hút phải ở nhiệt độ bằng hoặc cao hơn một ít nhiệt độ môi trường lạnh. Nếu nó quá lạnh là do van tiết lưu mở quá lớn, nếu quá nóng là do độ quá nhiệt quá cao.

3. Nhiệt độ lỏng. Ống dẫn lỏng phải có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ môi trường một ít. Nếu nó quá lạnh là có tắc nghẽn ở van hay ở phin lọc, nếu nó quá nóng là do điều kiện ngưng tụ không tốt hoặc thiếu môi chất lạnh.

4. Áp suất đẩy

– Áp suất đẩy cao : có thể do máy nén không bình thường (kiểm tra clapê, xéc măng, sơ mi xilanh). Do thiếu lỏng vì van tiết lưu mở bé hay bị tắc.

– Áp suất đẩy quá cao : có thể do nạp quá nhiều ga, van tiết lưu mở quá to, hệ thống ngưng tụ quá kém hoặc do đặt máy nén ở nơi quá nóng hay quá hẹp.

5. Áp suất hút

– Áp suất hút quá cao : do máy nén không hút (kiểm tra clapê), van tiết lưu mở to hay hết ga nạp hoặc ty van không đóng tốt.

– Áp suất hút quá thấp : do van tiết lưu mở quá nhỏ hay bị tắc ẩm, phin lọc bẩn hay phin sấy bị tắc. Cũng có thể do đường dẫn lỏng quá bé hay do đường ống hút bị bẹp hoặc bị tắc ẩm ở chỗ nối.

17.7.4. Chế độ nhiệt độ khoang lạnh

– Nhiệt độ phòng lạnh quá cao : hư hỏng và cách khắc phục giống ở hệ thống NH₃. Cần kiểm tra cách nhiệt và lọt khí phòng lạnh, số lượng môi chất lạnh, tình trạng dàn bay hơi, độ mở van tiết lưu, các phin lọc, phin sấy, điều kiện tuần hoàn không khí trong phòng lạnh và xem thử dàn bay hơi có quá nhỏ không ? Máy nén quá nhỏ hoặc đã xuống cấp không còn làm việc tốt.

– Nhiệt độ phòng lạnh quá thấp : do role áp suất thấp hoặc role nhiệt độ điều chỉnh ở giới hạn quá thấp hoặc bị ngắn mạch không còn tác dụng nữa.

17.7.5. Van tiết lưu và các ống mao dẫn.

1. Tắc ẩm các ống mao dẫn và van tiết lưu

– Hư hỏng ở các bộ phận giảm áp nói chung như ở các ống mao dẫn và van tiết lưu thường do hiện tượng tắc ẩm.

Ẩm vào chu trình thường do dầu hay do môi chất chưa hút hết ẩm, nhưng thường là do thiếu thận trọng khi lắp ráp.

– Khi biết chắc là có tắc ẩm (thử bằng cách áp giẻ thấm nước thật nóng vào chỗ nghi ngờ, nhưng tuyệt đối không được hơi nóng bằng lửa, ẩm sẽ tan, kèm theo tiếng "bục" nhỏ, cho thông mạch) cần làm khô hệ thống bằng cách đặt một hay nhiều phin sấy vào hệ thống, cho máy chạy để hút hết ẩm.

– Cũng có thể thay dầu máy nén.

– Nếu trong hệ thống đã có phin sấy với chất hút ẩm đảm bảo (ze-ô-lit chất lượng tốt) thì sẽ không tắc ẩm. Nhưng nếu lượng ẩm khá lớn hoà tan vào freôn lỏng và bám vào các bộ phận thiết bị rồi lại gây tắc ẩm tiếp thì phải rút freôn ra khỏi hệ thống rồi thổi hệ thống bằng không khí nóng và nếu có thể thì hơi nóng các thiết bị và bình chứa đến 60 ÷ 70°C. Tiếp tục thổi rồi hút chân không nhiều lần ở trạng thái nóng. Khi nạp freôn vào hệ thống nên cho đi qua phin lọc ẩm.

2. Hư hỏng ở van tiết lưu nhiệt

Chủ yếu hay gặp là mất môi chất nạp vào bầu cảm nhiệt và ống mao dẫn.

– Nếu thiếu ít sẽ không tạo đủ áp suất mở van tiết lưu theo yêu cầu nên áp suất hút sẽ giảm.

– Nếu mất hết môi chất nạp thì van hoạt động như là một bộ phận tự động mở liên tục không hoàn toàn.

Phải thay van hoặc nạp lại nếu có điều kiện.

3. Thay thế van tiết lưu nhiệt

- Van tiết lưu thay thế phải phù hợp với công suất thiết bị và áp suất làm việc.
- Van tiết lưu và các bộ phận dẫn nở khác phải luôn luôn được lắp ở phần cửa thiết bị nóng hơn nơi đặt bầu cảm nhiệt.

Còn những hư hỏng khác có thể có trong hệ thống freon như máy làm việc ổn và rung,... nhưng nguyên nhân và cách khắc phục cũng giống như ở hệ thống amoniác (mục 17.6).

17.7.6. Tủ lạnh gia đình

Tủ lạnh gia đình thuộc loại tổ hợp máy lạnh công suất nhỏ kiểu máy nén kín, môi chất freon và được chế tạo hàng loạt, hoàn chỉnh. Các triệu chứng hư hỏng và nguyên nhân chính được trình bày vẫn tất trong bảng 17.4

Bảng 17-4 : Những hư hỏng thường gặp ở tủ lạnh gia đình

| Triệu chứng hư hỏng | Máy nén không làm việc | | Máy nén vẫn chạy nhưng tủ làm việc không bình thường | | | | | | | | Rơ-le bảo vệ hỏng | | Thermostat hỏng | | Những hỏng hóc khác | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------------|---|--|---|----------|---|----------|---|----------------------------|----|-----------------------|----|--------------------------------|----|---------------------|----|--|----|-----------------|--|-----------------------|--|-------------------|--|---------------------------------|--|------------------------|--|--------------------------------------|--|------------------------|--|------------------|--|------------------------|--|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nguyên nhân | Có điện vào hộp nối dây động cơ | | Không có điện vào hộp nối dây động cơ | | Kém lạnh | | Mất lạnh | | Tuyết bám nhiều ở dàn lạnh | | Dàn lạnh ít tuyết bám | | Tuyết bám không đều ở dàn lạnh | | Máy chạy liên tục | | Máy nén chạy, dừng không theo quy luật | | Máy làm việc ổn | | Máy nén khó khởi động | | Rơ-le bảo vệ ngắt | | Rơ-le bảo vệ đóng ngắt liên tục | | Thermostat ít ngắt máy | | Tủ lạnh chạy khi Thermostat ở số lớn | | Động cơ vò vò phía sau | | Tủ chạy tốn điện | | Sở vào tủ bị điện giật | | | | |
| 1. Hết ga | | | | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Thiếu ga | | | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Thừa ga | | | | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. Tác ống mao | | | | | | | | | | | • | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Tác ẩm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. Tác phin hoàn toàn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. Rò dầu cảm thermostat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. Lắp dầu cảm không đúng | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. Thermostat không đóng | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Chương 18

THỬ NGHIỆM THIẾT BỊ VÀ XÁC ĐỊNH ĐẶC TÍNH CỦA MÁY VÀ HỆ THỐNG LẠNH

18.1. Thử nghiệm và hiệu chỉnh thiết bị tự động

18.1.1. Thử và hiệu chỉnh van tiết lưu nhiệt

1. Thử nhanh van tiết lưu mới. Một van tiết lưu kiểu tự động điều chỉnh theo tín hiệu nhiệt độ chưa sử dụng nhưng do để lâu ngày có thể mất hay giảm tính năng tác dụng. Có thể thử nhanh van tiết lưu nhiệt này trước khi lắp vào hệ thống theo phương pháp sau :

Lắp van tiết lưu vào một bình ga còn lỏng.

Đặt bình ở vị trí nạp lỏng và để bầu cảm nhiệt của van sao cho khi mở van bình ga, lỏng có thể phun vào bầu cảm nhiệt của van tiết lưu.

Nếu van còn tốt thì ở nhiệt độ bình thường nó phải ở trạng thái mở nên khi mở van, ga lỏng sẽ phun vào bầu cảm nhiệt và bay hơi làm lạnh bầu làm cho van đóng kín, ngừng phun hơi. Ít phút sau khi lỏng bay hơi hết, bầu cảm nhiệt lại nóng dần lên và làm mở lại van tiết lưu cho hơi phun ra. Như vậy là van còn tốt. Có thể dùng tay nắm vào bầu cảm nhiệt (khi hơi ngừng phun) để nhiệt độ bầu tăng nhanh hơn, giảm thời gian chờ hơi phun lại.

Nếu bầu cảm nhiệt vẫn còn nóng mà môi chất không đi qua van được hay khi làm lạnh bầu mà van không tự đóng lại được để ngừng phun lỏng thì chứng tỏ là van không còn tốt nữa, đã mất ga nạp.

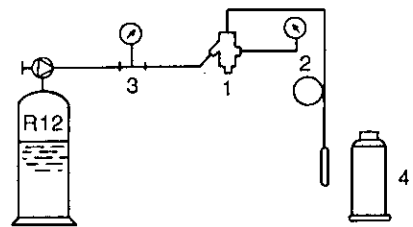
Có thể thử độ kín của van và rắcco bằng cách nhúng cả đoạn ống có van đang ở trạng thái đóng vào nước.

2. Thử và hiệu chỉnh van tiết lưu

– Lắp van tiết lưu nối với bình ga và hai đồng hồ áp suất như hình 18–1. Nối cho ga xì nhẹ ở rắcco áp suất thấp.

– Nhúng bầu cảm nhiệt vào bình chứa nước đá đã tan (không dùng nước đá chưa tan hết).

– Mở van bình ga để tạo được áp suất trước van tiết lưu ít nhất là 6bar (hay khoảng 90PSI). Nếu áp suất thấp hơn, có thể làm nóng nhẹ bình.



Hình 18-1 : Thử nghiệm van tiết lưu nhiệt

- 1 - Van tiết lưu ;
- 2 - Áp kế áp suất thấp ;
- 3 - Áp kế áp suất cao ;
- 4 - Bình nước đá

– Điều chỉnh van tiết lưu để nhận được áp suất sau van tương ứng với áp suất cần có trong hệ thống. Ví dụ ở nhiệt độ bay hơi $t_0 = -20^{\circ}\text{C}$ với R12 áp suất này bằng 1,50bar. Trong khi điều chỉnh phải chú ý để ga luôn xì nhẹ ở sau van.

– Gõ nhẹ vào thân van để xem nó làm việc có đảm bảo không. Nếu áp suất thấp không thay đổi quá 0,07bar (1PSI) là được.

– Thử ga nạp bầu cảm nhiệt vào ống mao dẫn : Tay nắm bầu cảm nhiệt đã làm lạnh, áp kế áp suất thấp phải chỉ giá trị tăng nhanh. Nếu áp suất này không tăng, chứng tỏ đã mất ga nạp.

– Kiểm tra độ kín ti van : vận rắcco áp kế không cho ga xì nữa, số chỉ áp kế áp suất thấp sẽ tăng (khoảng 0,150 đến 0,2bar) và ổn định. Nếu áp suất tiếp tục tăng nữa thì chứng tỏ van không kín.

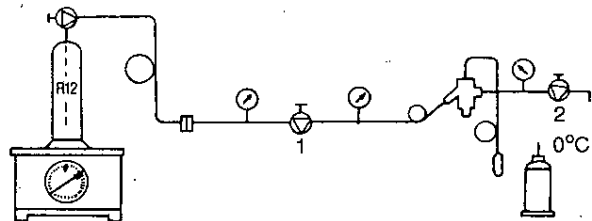
3. Xác định năng suất của van tiết lưu nhiệt

Năng suất của van tiết lưu thay đổi tùy theo môi chất trong hệ thống và có thể được xác định nhờ hệ thống thiết bị thử nghiệm như hình 18-2, mà theo thứ tự lắp ráp gồm các bộ phận chính sau : 1 cân bàn, 1 bình ga lỏng, 1 đường ống dẫn mềm để cân không bị ảnh hưởng, 1 phin lọc, 1 áp kế cao áp, 1 van chặn, 1 áp kế cao áp thứ hai, van tiết lưu cần thử có bầu cảm nhiệt nhúng vào nước đá 0°C để tạo độ quá nhiệt không đổi, 1 áp kế thứ ba đặt sau van tiết lưu, 1 van chặn và cuối cùng là đoạn ống xả.

Mở to van bình ga.

Đánh dấu sẵn trên mặt cân khối lượng lỏng định nạp qua van (ví dụ 1kg), dùng đồng hồ bấm giây ghi ngay thời gian nạp hết lượng ga đó.

Áp suất trước van tiết lưu được giữ không đổi (chẳng hạn bằng cách làm nóng nhẹ bình ga), còn áp suất sau van được giữ không đổi do điều chỉnh van chặn 2.



Hình 18-2 : Xác định công suất van tiết lưu nhiệt

Trên cơ sở các số liệu này ta suy ra được khối lượng môi chất qua van tiết lưu, công suất của nó tương ứng với các giá trị áp suất trước và sau van và độ quá nhiệt của hơi (hay nhiệt độ ở bầu cảm nhiệt).

Đối với R12 có thể thử với áp suất 7,5 đến 9 bar.

Áp suất sau van có thể được chỉnh phù hợp với áp suất hút ở thiết bị mà ta dự định lắp van tiết lưu cho nó.

18.1.2. Hiệu chỉnh role nhiệt độ (thermostat)

Các role nhiệt độ thường hay hư hỏng ở các tiếp điểm hoặc mất ga nạp bầu cảm nhiệt và ống mao dẫn. Các hư hỏng này không khó xác định. Vấn đề cơ bản là phải chỉnh để nó điều khiển ngắt và mở máy chính xác đảm bảo nhiệt độ lạnh yêu cầu.

Phương pháp hiệu chỉnh :-

– Cần có các môi trường nhiệt độ khác nhau tương ứng với các giới hạn cần chỉnh, ví dụ 0°C , -15°C , -35°C , v.v... có thể là các bình đựng nước đá (0°C), bình nước muối ở các nhiệt độ thấp cần thiết.

– Nhúng bầu cảm nhiệt của role nhiệt độ vào bình có nhiệt độ cần chỉnh. Sau ít phút quay từ từ núm vận điều chỉnh cho đến khi role nhiệt độ dừng máy.

– Khi muốn xác định ở nhiệt độ nào thì rơle nhiệt độ đóng mạch lại, ta phải nhúng bầu cảm nhiệt vào các bình nhiệt độ khác nhau theo thứ tự bình có nhiệt độ tăng dần. Khi rơle đóng mạch, ta xác định được giới hạn nhiệt độ cao tương ứng.

– Để dễ nhận biết thời điểm rơle đóng hay ngắt mạch ta mắc một bóng đèn nối tiếp với rơle nhiệt độ (theo đường nối điện).

18.1.3. Hiệu chỉnh rơle áp suất (RLAS)

1. Hiệu chỉnh ngay trên máy nén

– Lắp RLAS cần thử vào nhánh thao tác của van máy nén.

– Vận nhỏ van hút (hay van đẩy) tạo ra trong cacte (hay ở đỉnh xilanh) áp suất cần thiết để chỉnh RLAS thấp (hay RLAS cao).

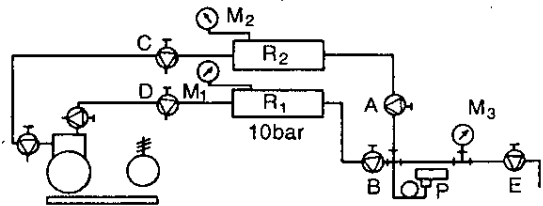
Phương pháp này đơn giản nhưng không chính xác lắm.

2. Hiệu chỉnh trên trạm thử (hình 18-3). Trạm thử gồm một máy nén, hai bình nhỏ : R₁ lắp

ở đầu đẩy, chứa khí nén và bình R₂ lắp ở đầu hút, áp suất thấp, các van chặn (A, B), van ba ngã (C, D), các áp kế áp suất cao (M₁), áp kế chân không (M₂) và áp kế hỗn hợp (M₃).

Bằng cách thao tác đóng mở các van chặn, có thể hiệu chỉnh tất cả các áp suất thử nghiệm cần thiết. Ví dụ, khi đóng van B và mở van A ta sẽ tạo được chân không ở RLAS thử, còn khi đóng van A và mở van B ta có thể thử được RLAS cao.

Van E dùng để thải hay nạp thêm không khí để điều chỉnh áp suất thử.



Hình 18-3 : Trạm thử rơle áp suất

Các thao tác mở, đóng van phải hết sức nhẹ nhàng, từ từ để tạo các áp suất thử chính xác.

Để dễ nhận biết khi máy dừng hay làm việc lại ta cũng lắp vào mạch điện RLAS một bóng đèn thử.

18.2. Xác định đặc tính của máy và hệ thống lạnh

18.2.1. Hiệu suất thể tích của máy nén

1. Biểu thức tính hiệu suất thể tích. Trong một máy nén, thể tích hơi hút sau một vòng quay của trục không hoàn toàn tương ứng với thể tích quét của pittông và có tên gọi là dung tích xilanh. Có sự khác nhau này là do sự dẫn nở của hơi nén trong thể tích chết của xilanh. Sự dẫn nở này làm clapê hút nở chậm và giảm số lượng hơi mới vào xilanh. Vì vậy có thể coi hiệu suất thể tích của một máy nén là tỉ số của thể tích hơi hút thực với thể tích quét của pittông trong một đơn vị thời gian ở các giá trị nhất định của áp suất hút và đẩy.

Dung tích xilanh (C) của một máy nén có số xilanh z đường kính xilanh d [mm], hành trình pittông s [mm] và tốc độ quay n [v/ph], được tính theo công thức :

$$C = \frac{\pi d^2}{4} sz.10^{-3} ; \text{cm}^3 \quad (18-1)$$

Thể tích quét của pittông (hay lưu lượng thể tích lý thuyết)

$$V_{tt} = \frac{\pi d^2}{4} s z \frac{n}{60} \cdot 10^{-9} ; m^3/s$$

hay

$$V_{tt} = \frac{\pi d^2}{4} s n z \cdot 60 \cdot 10^{-9} ; m^3/h \quad (18-2)$$

Từ (18-1) và (18-2) ta cũng có :

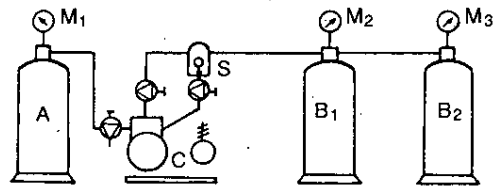
$$V_{tt} = 60 C n \cdot 10^{-6} ; m^3/h \quad (18-3)$$

Nếu gọi V_{tt} là lưu lượng thực tế môi chất qua máy nén trong một đơn vị thời gian xác định thì hiệu suất thể tích của máy nén (hay hệ số cấp λ)

$$\lambda = \frac{V_{tt}}{V_{tt}} 100 ; \% \quad (18-4)$$

2. Xác định hiệu suất thể tích bằng thực nghiệm. Có thể xác định λ bằng hệ thống thực nghiệm đơn giản như ở hình 18-4.

- A – bình chứa môi chất ;
- B_1, B_2 – bình nạp môi chất nén ;
- C – máy nén ;
- S – thiết bị phân li dầu ;
- M_1, M_2, M_3 – các áp kế.



Hình 18-4 : Thiết bị đo hiệu suất thể tích của máy nén

Điều chỉnh các van máy nén trong lần thử đầu để có các giá trị áp suất đầu hút và đầu đẩy mong muốn.

Cân bình A trước khi cho hệ thống làm việc.

Ghi thời gian chạy thử và cân lại bình A.

Sự khác nhau về giá trị khối lượng môi chất cân được là khối lượng môi chất đi vào hệ thống trong khoảng thời gian T đọc ở đồng hồ bấm giây : $M = M_1 - M_2$ (M_1, M_2 : là khối lượng của bình ở lần cân đầu và lần cân sau).

Gọi ρ là khối lượng riêng của hơi, kg/m^3 , ở áp suất thử thì có thể xác định được hiệu suất thể tích theo biểu thức tương tự (18-4) :

$$\lambda = \frac{M}{\rho C n T} 100 ; \% \quad (18-5)$$

- Ở đây C – dung tích xilanh, m^3 ;
- n – số vòng quay, v/ph ;
- T – thời gian đo, ph

18.2.2. Năng suất lạnh của máy nén

1. Xác định gần đúng : sau khi xác định thể tích quét của pittông theo (18-2) ta cũng có thể xác định năng suất lạnh lý thuyết của máy nén theo biểu thức :

$$Q_o = q_v V \quad W. \quad (18-6)$$

ở đây V – đo bằng m^3/s ;

q_v – năng suất lạnh riêng thể tích của môi chất, J/m^3 , phụ thuộc vào loại môi chất, thông số của hệ thống đặc biệt là vào nhiệt độ môi chất trước tiết lưu và nhiệt độ bay hơi, có thể được cho trong các bảng. Ví dụ, đối với R12 và R22 có thể tham khảo bảng (18-1).

Q_0 xác định theo (18-6) là công suất lý thuyết, vì ở đây chưa kể đến hiệu suất thể tích của máy nén (xác định theo 18-4).

Để xác định công suất lạnh, nói chung ta cần biết các nhiệt độ ngưng tụ, nhiệt độ bay hơi và nhiệt độ lỏng trước tiết lưu. Vì vậy trong một số tài liệu kỹ thuật người ta thường cho giá trị công suất lạnh kèm theo ba giá trị nhiệt độ này. Ví dụ 5000W ở $-10^\circ C$, $35^\circ C$, $30^\circ C$ có nghĩa là ở nhiệt độ bay hơi $-10^\circ C$, nhiệt độ ngưng tụ $35^\circ C$ và nhiệt độ lỏng trước tiết lưu $30^\circ C$ thì công suất lạnh của máy nén là 5000W.

Ở nhiều nước có quy định các giá trị nhiệt độ ngưng tụ (t_k); nhiệt độ bay hơi (t_0) và độ quá nhiệt hơi hút và trên cơ sở đó người ta xác định công suất lạnh của máy. Hội đồng chế tạo máy lạnh châu Âu CECOMAF quy định các điều kiện chuẩn như vậy trong bảng 18-2 [19].

Bảng 18-1 : Năng suất lạnh riêng thể tích q_v [kJ/m^3]

| Nhiệt độ bay hơi t_0 [$^\circ C$] | Nhiệt độ ngưng tụ | | | |
|--|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| | R12 | | R22 | |
| | $25^\circ C$ | $30^\circ C$ | $25^\circ C$ | $30^\circ C$ |
| -50 | 275,8 | 262,82 | 468,72 | 447,80 |
| -45 | 356,6 | 340,24 | 477,10 | 573,35 |
| -40 | 455,75 | 435,24 | 761,67 | 728,20 |
| -35 | 576,70 | 551,16 | 962,55 | 920,70 |
| -30 | 720,66 | 689,27 | 1192,73 | 1142,50 |
| -25 | 891,82 | 854,16 | 1456,40 | 1397,80 |
| -20 | 1093,96 | 1048,76 | 1782,80 | 1707,48 |
| -15 | 1332,92 | 1278,94 | 2155,27 | 2067,40 |
| -10 | 1612,48 | 1548,03 | 2598,88 | 2494,26 |
| -5 | 1933,89 | 1858,14 | 3105,27 | 2983,90 |
| 0 | 2305,50 | 2216,80 | 3699,50 | 3553,07 |
| 5 | 2734,06 | 2630,70 | 4373,33 | 4201,74 |

Bảng 18-2 : Tiêu chuẩn CECOMAF

| Chế độ nhiệt độ | t_0 [$^\circ C$] | t_k [$^\circ C$] | Nhiệt độ hút không quá nhiệt [$^\circ C$] | Nhiệt độ hút quá nhiệt [$^\circ C$] |
|-----------------|----------------------|----------------------|---|---------------------------------------|
| Cao | 5 | 35 | 5 | 25 |
| Trung bình | -10 | 25 | -10 | 10 |
| Thấp | -30 | 25 | -30 | -10 |

2. Xác định bằng thực nghiệm. Ở các nhà máy chế tạo máy lạnh và các xưởng sửa chữa có thể xây dựng hệ thống thực nghiệm đo năng suất lạnh của máy nén theo phương pháp nhiệt lượng kế.

Hệ thống thực nghiệm gồm máy nén, thiết bị ngưng tụ, van tiết lưu, dàn bay hơi làm lạnh chất lỏng và một mạch điện trở cấp nhiệt cho chất lỏng gồm Ampemet, Voltmet và Wattmet. Dàn bay hơi được nhúng chìm vào dung dịch không đông chứa trong một thùng cách nhiệt đảm bảo (nhiệt lượng kế). Dung dịch được khuấy bằng một máy khuấy và có thể

được nung nóng bằng điện trở. Các nhiệt kế hoặc cặp nhiệt cho phép xác định nhiệt độ dung dịch và nhiệt độ ở các điểm đặc trưng của chu trình.

Năng suất lạnh của thiết bị bay hơi được xác định qua năng lượng toả ra của điện trở.

Calorimét được cách nhiệt tốt nhất thường cũng có tổn thất trung bình theo một đơn vị bề mặt $k = 5,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Ở chế độ ổn định, công suất phát nhiệt của điện trở :

$$P = UI, \quad W$$

Với U [V] và I [A] là điện áp và cường độ dòng điện qua điện trở. Công suất đo động cơ tiêu thụ đo bằng Wattmét.

Kể tới cả tổn thất của calorimét có diện tích bề mặt ngoài A_o [m²], năng suất lạnh sẽ là :

$$Q_o = P + kA = UI + 5,8A_o, \quad W \quad (18-7)$$

Hiệu chỉnh thiết bị :

Sau khi lắp đặt, cho hệ thống làm việc đạt chế độ yêu cầu (áp suất hút và đẩy, số vòng quay máy nén).

Điều chỉnh van tiết lưu để có nhiệt độ bay hơi mong muốn.

Tạo điều kiện để nhiệt độ môi trường xung quanh không thay đổi.

Các cặp nhiệt đặt ở lối vào và ra của máy nén, bình ngưng và lối ra của dàn lạnh cho phép xác định ở mọi thời điểm các nhiệt độ của chu trình.

Cần thực hiện nhiều phép đo và lấy giá trị trung bình.

Chú ý cách nhiệt các đoạn ống cần thiết để tránh tổn thất.

18.2.3. Đo lưu lượng

1. Đo lưu lượng không khí. – Dùng phong tốc kế kiểu chong chóng.

Trong kỹ thuật lạnh và điều hoà không khí thường dùng các máy đo tốc độ gió có chong chóng quay nhẹ và nhạy, kèm theo công tơ mét và đồng hồ bấm giây tác động đồng thời.

Nếu thiết bị đo cho biết trong khoảng thời gian T [s] không khí đã đi qua chiều dài l [m] thì tốc độ dòng khí sẽ là

$$\omega = l/T, \quad \text{m/s}$$

Khi không khí đi qua thiết bị có bề mặt lớn như dàn ngưng và dàn bay hơi thì cần chia các bề mặt này thành nhiều vùng rồi đo các tốc độ ω_i ở các vùng diện tích A_i khác nhau ta sẽ tìm được các giá trị lưu lượng V_i tương ứng và lưu lượng V của dòng khí qua thiết bị :

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n A_i \omega_i, \quad \text{m}^3/\text{s}$$

hay

$$V = 3600 \sum_{i=1}^n A_i \omega_i, \quad \text{m}^3/\text{h}$$

– Dùng phong tốc kế vạn năng.

Phong tốc kế kiểu chong chóng chỉ cho phép đo các tốc độ không khí từ 1 đến 40m/s. Khi tốc độ không khí nhỏ hơn 1m/s như khi đo tốc độ không khí trong các phòng điều hoà không khí và các phòng bảo quản lạnh thực phẩm thì người ta phải sử dụng phương pháp và dụng cụ đo khác như các phong tốc kế vạn năng.

Các phong tốc kế vạn năng thường là kiểu có dây nung, cho phép đo không những tốc độ không khí mà còn có thể đo được cả nhiệt độ và áp suất tĩnh.

Hay dùng hơn là phong tốc kế vạn năng "Anemotherm Air Meter" của Mỹ, hoạt động theo nguyên lý cầu Wheatstone. Nhiệt độ của dây điện trở là tín hiệu của đầu đo đưa vào một trong các nhánh của cầu và được nung nóng bằng một dòng có trị số chỉ phụ thuộc vào sự làm lạnh do dòng không khí mà ta muốn đo tốc độ gây nên. Khi có tín hiệu, cầu Wheatstone mất cân bằng, kim của vạn năng kế đặt giữa các nhánh của cầu sẽ chỉ giá trị dòng điện qua nó. Trên mặt thiết bị đo này còn có cả các thang đo khác như nhiệt độ và áp suất (hình 18-5).

Mỗi đại lượng đo được chia thành các khoảng giá trị tương ứng với các núm lựa chọn. Các núm này có các khoảng đo như sau :

| | | | | |
|----------------------|--------------------------|--------------|-----------------------------|-------------|
| Tốc độ không khí : | 0,05 ÷ 0,5m/s ; | 0,5 ÷ 5m/s ; | và | 5 ÷ 40m/s. |
| Nhiệt độ không khí : | -30 ÷ 5°C ; | 0 ÷ 35°C ; | | 30 ÷ 60°C ; |
| | 60 ÷ 95°C ; | và | 90 ÷ 125°C. | |
| Áp suất tĩnh : | 0 ÷ 40mmH ₂ O | và | 30 ÷ 250mmH ₂ O. | |

Thiết bị này không những cho phép đo nhiều đại lượng, kể cả dòng khí tốc độ nhỏ mà nó còn có thể được dùng thay cho cả phong tốc kế kiểu chong chóng ở những nơi mà phong tốc kế kiểu này không thể đặt vào được như ở các khe hẹp, ống khuếch tán, v.v...

2. Đo lưu lượng nước. Đo lưu lượng nước rất đơn giản nếu ta có các công tơ nước. T

Đọc các giá trị V_1 và V_2 [m³] trên công tơ ứng với các thời điểm T_1 và T_2 [s] ta có lưu lượng nước

$$V = 3600 \frac{V_2 - V_1}{T_2 - T_1}, \text{ m}^3/\text{h}$$

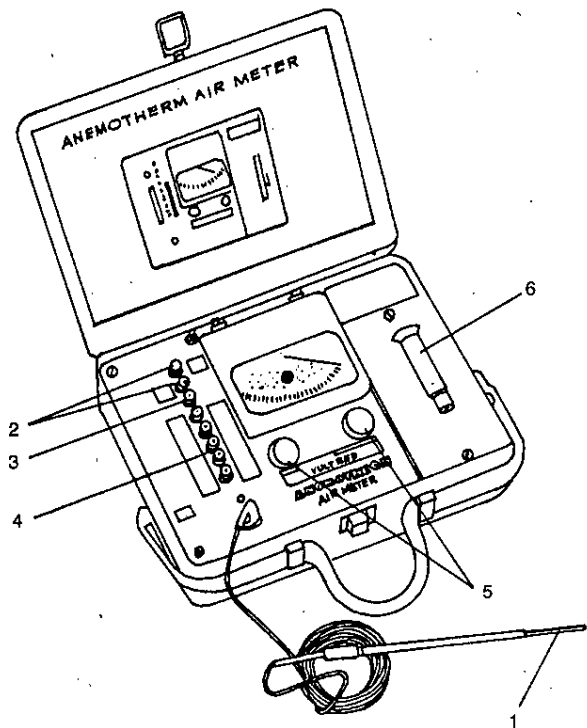
Cũng có thể đo bằng các bình định lượng ví dụ bình 5 hay 10l.

Lưu lượng đo bằng bình 10l :

$$V = 36000 / (T_2 - T_1), \text{ l/h}$$

Khi đo bằng bình 5l :

$$V = 18000 / (T_2 - T_1), \text{ l/h}$$



Hình 18-5 : Phong tốc kế vạn năng

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 1 - Đầu đo | 2 - Núm chọn đại lượng đo |
| 3 - Nút ấn "test" | 4 - Núm chọn độ chính xác |
| 5 - Các nút ấn số mẫu | 6 - Phụ tùng, khi đo áp suất tĩnh |

Chương 19

AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH

19.1. Đại cương

Kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh nhằm đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong xí nghiệp lạnh nhờ các biện pháp tổ chức, kỹ thuật và vệ sinh phòng chống cháy, nổ. Như vậy cũng có thể coi nó là nhiệm vụ chính của công tác bảo hộ lao động ở các xí nghiệp lạnh để giảm đến mức tối thiểu khả năng có thể xảy ra sự cố, cháy, nổ hoặc các bệnh nghề nghiệp của công nhân viên chức, đồng thời đảm bảo tới mức cao nhất để tăng năng suất lao động. Kỹ thuật an toàn lao động và vệ sinh công nghiệp vì thế có liên quan mật thiết với nhau.

Khi chế tạo thiết bị và lắp ráp hệ thống lạnh phải đặc biệt chú ý kỹ thuật an toàn và vệ sinh công nghiệp, vì điều kiện an toàn lao động còn phụ thuộc vào các giải pháp thiết kế và chọn các trang thiết bị của hệ thống.

Tất cả máy và thiết bị của hệ thống lạnh phải được chế tạo, lắp đặt và bảo dưỡng, vận hành theo các tài liệu tiêu chuẩn về an toàn lao động và các quy định vệ sinh phòng chống cháy có hiệu lực.

Ở nước ta, ngày 11-3-1986 Ủy ban Khoa học và Kỹ thuật Nhà nước (nay là Bộ Khoa học và Công nghệ) đã ban hành tiêu chuẩn Việt Nam về kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh – TCVN 4206 – 86 – có hiệu lực từ ngày 1 – 1 – 1987 [22]. Tiêu chuẩn này quy định những yêu cầu cần thực hiện trong thiết kế, chế tạo, lắp đặt, vận hành và sửa chữa hệ thống lạnh.

Trong các chương 16 và 17 về lắp đặt, vận hành và sửa chữa hệ thống lạnh, đã trình bày những yêu cầu và các công việc chính cần làm nhằm đảm bảo sự làm việc ổn định lâu dài, an toàn và đạt hiệu quả kinh tế cao của hệ thống lạnh. Trong chương này, chúng tôi trình bày một số nội dung cơ bản của quy định về an toàn hệ thống lạnh theo tiêu chuẩn nói trên của Nhà nước để độc giả tiện theo dõi, liên hệ và áp dụng khi sử dụng tài liệu này.

19.2. Điều khoản chung

1. Chỉ cho phép những người sau đây được vận hành máy và hệ thống lạnh

- Đã có chứng chỉ hợp pháp qua lớp đào tạo chuyên môn về vận hành máy lạnh.
- Đối với thợ điện : phải có chứng chỉ chuyên môn đạt trình độ công nhân vận hành thiết bị điện.
- Người vận hành máy lạnh phải nắm vững :
 - + Kiến thức sơ cấp về các quá trình trong máy lạnh
 - + Tính chất của môi chất lạnh

- + Quy tắc sửa chữa thiết bị và nạp môi chất lạnh.
- + Cách lập nhật ký và biên bản vận hành máy lạnh.

2. Hàng năm xí nghiệp lạnh cần tổ chức kiểm tra nhận thức của công nhân viên về kỹ thuật an toàn nói chung và vệ sinh an toàn máy lạnh nói riêng.

3. Tất cả cán bộ công nhân trong xí nghiệp phải hiểu rõ kỹ thuật an toàn và cách cấp cứu khi xảy ra tai nạn.

4. Phải đăng ký với thanh tra nhà nước về thanh tra an toàn lao động các thiết bị làm việc có áp lực và an toàn điện.

5. Phải niêm yết quy trình vận hành máy lạnh tại buồng vận hành máy.

6. Cấm người không có trách nhiệm tự tiện vào phòng máy.

7. Phòng máy phải có các trang bị, phương tiện dập tắt đám cháy. Tất cả các phương tiện chống cháy phải ở trạng thái chuẩn bị sẵn sàng, có người phụ trách và thường xuyên bảo quản các phương tiện đó.

8. Cấm bảo quản xăng, dầu hoả và các chất lỏng dễ cháy khác trong gian máy.

9. Cấm người vận hành máy uống rượu và say rượu trong giờ trực vận hành máy.

10. Xí nghiệp lạnh phải thành lập ban an toàn lao động của cơ quan do thủ trưởng cơ quan làm trưởng ban để kiểm tra nhắc nhở thực hiện nội quy an toàn lao động và làm việc với cơ quan cấp trên khi cần thiết.

Để cơ quan thanh tra kỹ thuật an toàn cho phép đăng ký sử dụng máy, thiết bị và hệ thống lạnh cần có các bước chuẩn bị sau :

– Có văn bản đề nghị của thủ trưởng đơn vị sử dụng. Trong văn bản cần nêu rõ mục đích, yêu cầu của việc sử dụng máy và thiết bị, các thông số làm việc của chúng.

– Có hồ sơ xin đăng ký với đầy đủ các tài liệu kỹ thuật : Các bản vẽ mặt bằng bố trí thiết bị. Sơ đồ nguyên lý hệ thống, các dụng cụ kiểm tra, đo lường, bảo vệ. Bản vẽ cấu tạo máy và thiết bị. Văn bản nghiệm thu lắp đặt đúng thiết kế và yêu cầu kỹ thuật. Quy trình vận hành và xử lý sự cố. Biên bản khám nghiệm của thanh tra kỹ thuật an toàn sau khi lắp đặt.

19.3. Môi chất lạnh

Theo quan điểm kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh, các môi chất lạnh được phân thành ba nhóm 1, 2, 3 như ở phụ lục 1 TCVN 4206-86[22].

Nhóm 1 gồm những môi chất lạnh không bắt lửa, không độc hại hoặc có độc hại không đáng kể.

Nhóm 2 gồm những môi chất lạnh ít độc hại, giới hạn bắt lửa, gây nổ thấp nhất trong thể tích không khí không nhỏ hơn 3,5%.

Nhóm 3 gồm những môi chất lạnh tương đối độc hại, dễ bắt lửa và gây nổ. Giới hạn bắt lửa, gây nổ thấp nhất trong thể tích không khí không nhỏ hơn 3,5%.

19.4. Máy và thiết bị thuộc hệ thống lạnh

19.4.1. Điều kiện xuất xưởng, lắp đặt máy và thiết bị thuộc hệ thống lạnh

1. Cấm xuất xưởng máy và thiết bị nếu

+ Chưa được cơ quan cấp trên khám nghiệm và xác nhận sản phẩm đã chế tạo theo đúng tiêu chuẩn.

+ Chưa có đủ các dụng cụ kiểm tra, đo lường và các phụ kiện theo tiêu chuẩn quy định

+ Chưa có đầy đủ các tài liệu sau : hai quyển lý lịch theo mẫu quy định có kèm theo các bản vẽ kết cấu thiết bị. Có các bản hướng dẫn lắp đặt, bảo quản và vận hành an toàn các thiết bị và máy nén.

+ Chưa có tấm nhãn hiệu bằng kim loại màu gắn trên máy nén và thành thiết bị ở chỗ dễ thấy nhất có đủ các số liệu sau :

Đối với máy nén : tên và địa chỉ nhà chế tạo, số và tháng, năm chế tạo, ký hiệu môi chất lạnh, áp suất làm việc lớn nhất, áp suất thử nghiệm lớn nhất, nhiệt độ cho phép lớn nhất, tốc độ quay và các đặc tính về điện.

Đối với thiết bị chịu áp lực : tên và địa chỉ nhà chế tạo. Tên và mã hiệu thiết bị. Số và tháng, năm chế tạo. Áp suất làm việc lớn nhất. Áp suất thử nghiệm lớn nhất. Nhiệt độ cho phép đối với thành thiết bị.

2. Máy nén và thiết bị chịu áp lực do nước ngoài chế tạo phải thoả mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN), nếu không, phải được cơ quan thanh tra kỹ thuật an toàn Nhà nước thoả thuận.

3. Các tài liệu thiết kế phải được cơ quan quản lý cấp trên xét duyệt trước khi chế tạo, lắp đặt.

4. Việc lắp đặt máy, thiết bị lạnh phải theo đúng thiết kế và các quy trình công nghệ đã được xét duyệt.

5. Việc lắp đặt, sử dụng, sửa chữa máy nén và thiết bị cũng phải theo đúng các quy định của nhà chế tạo.

19.4.2. Phòng máy và thiết bị

1. Các hệ thống lạnh có môi chất lạnh thuộc nhóm 2 và 3 phải bố trí phòng máy và thiết bị cách xa các cơ sở sinh hoạt, công cộng từ 50m trở lên.

2. Phòng máy và thiết bị của hệ thống lạnh có công suất lạnh lớn hơn 17,5kW (15000 kcal/h) phải có hai cửa ra vào bố trí cách xa nhau và phải có ít nhất một cửa thông trực tiếp ra ngoài để thoát nhanh khi có sự cố. Cửa phòng máy và thiết bị phải bố trí cánh mở ra phía ngoài.

3. Phòng máy và thiết bị không thấp hơn 4,2m kể từ sàn thao tác đến điểm thấp nhất của trần nhà. Nếu là nhà cũ sửa lại, cho phép không thấp hơn 3,2m.

4. Cửa sổ, cửa ra vào phòng máy và thiết bị phải được bố trí đảm bảo thông gió tự nhiên. Tiết diện lỗ thông gió (F) được xác định theo công thức :

$$F > 0,14\sqrt{G} \text{ (m}^2\text{)}$$

với G là khối lượng môi chất lạnh có ở tất cả các thiết bị và đường ống đặt trong phòng.

5. Diện tích các cửa sổ phải đảm bảo tỉ lệ 0,03m² trên 1m³ thể tích phòng để đảm bảo chiếu sáng và thông gió tự nhiên.

6. Phòng máy và thiết bị phải được đặt quạt gió đẩy và hút, năng suất hút trong 1 giờ gấp 2 lần thể tích phòng.

7. Ở mỗi phòng máy và thiết bị phải niêm yết sơ đồ nguyên lý hệ thống lạnh ; sơ đồ ống dẫn môi chất, nước, dầu ; quy trình vận hành các thiết bị quan trọng và quy trình xử lý sự cố.

8. Người không có nhiệm vụ khi cần vào phòng máy phải được sự đồng ý của thủ trưởng hoặc người chịu trách nhiệm chính về phòng máy, ngoài cửa phòng máy phải có biển ghi "không nhiệm vụ miễn vào".

9. Trong phòng máy phải có nơi để dụng cụ cứu hỏa, các trang bị phòng hộ và tủ thuốc. Cấm để xăng dầu hoặc hoá chất độc hại, dễ gây cháy, nổ.

10. Phòng thiết bị có chiều cao không thấp hơn 3,6m từ sàn thao tác đến điểm thấp nhất của trần. Nếu là nhà cũ cải tạo cũng phải đảm bảo không thấp hơn 3m.

11. Khoảng cách giữa các bộ phận chuyển động của máy nén, giữa phần nhô ra của máy nén với bảng điều khiển không nhỏ hơn 1,5m. Khoảng cách giữa tường với các thiết bị không nhỏ hơn 0,8m, giữa các bộ phận của máy, thiết bị đến cột nhà không nhỏ hơn 0,7m.

12. Các bộ phận của máy, thiết bị cần quan sát ở độ cao trên 1,5m phải có thang hoặc bệ đứng. Bậc thang làm bằng thép không trơn trượt, chiều rộng không nhỏ hơn 0,6m, khoảng cách giữa 2 bậc là 0,2m chiều rộng của bậc sàn thao tác là 0,8m. Thang và sàn thao tác phải có lan can không thấp hơn 0,8m.

19.4.3. Ống và phụ kiện đường ống

1. Ống dẫn môi chất lạnh phải là ống thép liền (theo bảng 2 phụ lục 3 TCVN 4206-86).

2. Tính toán chọn ống dẫn môi chất lạnh phải đảm bảo tốc độ chuyển động của môi chất lạnh ở đầu đẩy của máy nén không vượt quá 25m/s. Phải đặt van điện từ hay van không chế nhiệt độ và tốc độ không vượt quá 1,5m/s trên ống dẫn môi chất lạnh vào thiết bị bay hơi.

3. Đường kính ống xả dầu từ các thiết bị và máy nén amoniác về bình tập trung dầu phải lớn hơn 20mm và có chiều dài ngắn nhất, ít gấp khúc để tránh đọng dầu, cặn, bẩn. Đường kính lỗ van xả dầu phải lớn hơn 15mm.

4. Mặt bích, mối hàn, nối ống và van không được lắp đặt nằm sâu trong tường, không được bố trí tay van quay xuống dưới chỗ ống nối xuyên qua tường phải được chèn bằng vật liệu không cháy.

5. Các ống hút và đẩy của máy nén phải được lắp nghiêng 1 đến 2% về phía thiết bị ngưng tụ và thiết bị bay hơi để tránh đọng môi chất lạnh và dầu.

6. Khi phải vượt qua các đường giao thông, đường ống phải được đặt cao hơn 4,5m. Không được đặt ống dưới gầm cầu thang, thang máy, cầu trục...

7. Màu sơn đường ống dẫn môi chất lạnh :

- Hệ thống lạnh amoniác :

+ Ống đẩy : màu đỏ

+ Ống hút : màu xanh da trời

+ Ống dẫn lỏng : màu vàng

+ Ống dẫn nước muối : màu xám

+ Ống dẫn nước : màu xanh lá cây

- Hệ thống lạnh freôn :

+ Ống đẩy : màu đỏ

+ Ống hút : màu xanh

+ Ống dẫn lỏng : màu nhôm

+ Ống dẫn nước muối : màu xám

+ Ống dẫn nước : màu xanh da trời

8. Phải đánh dấu chiều chuyển động của môi chất lạnh, chất tải lạnh, nước,... bằng mũi tên màu đen ở nơi dễ nhìn.

19.4.4. Các thiết bị điện trong hệ thống lạnh

1. Không đặt trạm phân phối hoặc trạm biến thế trong cùng một tòa nhà với phòng máy hoặc phòng thiết bị.

2. Động cơ điện của quạt gió đặt trong phòng máy và phòng thiết bị phải có biện pháp chống gây nổ khi có sự cố và bảo đảm thông gió liên tục.

3. Để cắt điện của trạm lạnh khi có sự cố phải đặt 2 công tắc điện ở mặt tường phía ngoài, một ở gần cửa chính, một ở gần cửa khi có sự cố.

4. Phải có biện pháp chống sét cho các phòng máy, phòng thiết bị và trạm lạnh,...

19.5. Một số quy định khác về kỹ thuật an toàn đối với hệ thống lạnh

1. Khối lượng môi chất lạnh nạp vào hệ thống : Bằng tổng khối lượng môi chất lạnh nạp vào từng thiết bị và đường ống theo đúng quy định. Khi tính toán lượng môi chất nạp vào hệ thống phải chú ý tới mật độ môi chất lạnh tính trong các bảng là ở nhiệt độ 20°C và áp suất bão hoà tương ứng.

2. Quạt gió và các bộ phận chuyển động phải có vỏ bao che. Giá đỡ quạt phải bền, chắc và làm bằng vật liệu không cháy. Không được lắp đặt động cơ gần hoặc dưới các đường thoát nước.

3. Việc bố trí chiếu sáng phòng lạnh cũng phải tuân theo tiêu chuẩn chiếu sáng hiện hành (phụ lục 5 TCVN 4206-86).

4. Phòng lạnh phải có đầy đủ trang bị an toàn theo quy định sau :

- Cửa ra vào phòng lạnh có thể đóng, mở từ bên trong và bên ngoài.

- Có nguồn chiếu sáng dự phòng khi nguồn chiếu sáng chính bị mất.

- Có chuông tay hay điện với tín hiệu khác để báo cho người bên ngoài biết khi cần thiết.

- Có công tắc bằng tay hoặc tự động để báo ra ngoài biết có người làm việc trong phòng lạnh.

- Có cửa cấp cứu không có chốt và mở được từ bên trong để ra ngoài.

- Phía ngoài phòng lạnh phải có trang bị truyền tín hiệu cho bên trong biết khi bên ngoài có sự cố.

5. Người thao tác nạp môi chất lạnh phải nắm vững hệ thống lạnh, quy trình nạp và được người phụ trách phân công mới được nạp. Nạp môi chất lạnh phải có từ hai người trở lên.

6. Nồng độ cho phép của các môi chất lạnh trong môi trường làm việc phải được kiểm tra và khống chế theo phụ lục 6 TCVN 4206-86.

7. Hệ thống lạnh amoniác có bộ làm lạnh trực tiếp phải đặt bình tách lỏng ở đường ống hút chính.

8. Dung tích bình tách lỏng :

- Không nhỏ hơn 30% dung tích chứa của đường ống và thiết bị bay hơi đối với hệ thống đưa amoniác vào từ bên trên.

– Không nhỏ hơn 50% dung tích chứa của thiết bị bay hơi cấp amoniác lỏng từ bên dưới. Khi không có van điện từ trên đường ống hút phải lấy trị số tính toán dung tích bình tách lỏng tăng thêm 20%.

9. Cấm để môi chất lạnh ở thể lỏng trong đường ống hút của máy nén.

19.6. Dụng cụ đo lường, an toàn và kiểm tra thử nghiệm hệ thống lạnh

19.6.1. Van an toàn

1. Máy nén có năng suất thể tích lớn hơn 20m³/h phải có van an toàn đặt bên nén nằm giữa xi lanh và van đẩy.

2. Van an toàn phải xả thoát môi chất từ bên đẩy sang bên hút hoặc xả ra ngoài. Van an toàn loại lò xo đặt trên máy nén phải mở hoàn toàn khi hiệu số áp suất là 16kg/cm². Máy nén nhiều cấp phải có van an toàn cho từng cấp đặt ở bên đẩy để giới hạn áp suất.

3. Ngoài van an toàn ra, phải bố trí thêm dụng cụ để ngắt máy nén khi áp suất nén vượt quá trị số cho phép.

4. Lỗ thoát của van an toàn các thiết bị trao đổi nhiệt có đường kính lớn hơn 320mm được tính trên cơ sở trị số :

$$m = \frac{kF(t_2 - t_1)}{r}, \text{ kg/h}$$

trong đó :

m – lưu lượng môi chất thoát qua van an toàn, kg/h ;

F – diện tích bề mặt ngoài bình, m² ;

k – hệ số truyền nhiệt giữa bề mặt thiết bị và môi trường ngoài, W/m².K. Thường lấy k = 9,3 W/m²K ;

t₂ – nhiệt độ cao nhất của môi trường, °C ;

t₁ – nhiệt độ hơi bão hoà của môi chất ở áp suất cho phép, °C ;

r – nhiệt ẩn hoá hơi của môi chất lạnh ở áp suất cho phép kJ/kg.

5. Ở hệ thống lạnh có môi chất thuộc các nhóm 2 hay 3, đường ống thoát của van an toàn phải kín và xả ra ngoài trời. Ở nơi đặt máy lạnh trong phạm vi 50m, miệng ống xả phải cao hơn nóc mái nhà cao nhất từ 1m trở lên. Miệng ống xả phải đặt cách cửa sổ, cửa ra vào và đường ống dẫn không khí sạch ít nhất là 2m và cách mặt đất hay các thiết bị dụng cụ khác từ 5m trở lên.

19.6.2. Áp kế

1. Áp kế phải có cấp chính xác không lớn hơn 2,5.

2. Không đặt áp kế cao quá 5m kể từ sàn thao tác. Khi đặt áp kế ở độ cao 3 ÷ 5m phải dùng áp kế có đường kính không nhỏ hơn 160mm. Áp kế được đặt theo phương thẳng đứng hoặc nghiêng về phía trước một góc 30°.

3. Trên mỗi máy nén phải đặt các áp kế để đo áp suất đẩy, áp suất hút và áp suất dầu bôi trơn.

19.6.3. Thử nghiệm máy và thiết bị

1. Máy và thiết bị sau khi chế tạo phải được thử bên và thử kín tại cơ sở chế tạo.

Áp suất thử máy nén amoniác, freôn R12 và R22 quy định trong bảng 19.1.

2. Trị số áp suất thử tại nơi lắp đặt cho trong bảng 19-2. Thời gian duy trì là 5 phút, sau đó hạ dần đến áp suất làm việc và bắt đầu kiểm tra.

Bảng 19-1 : Thử nghiệm máy nén tại cơ sở chế tạo

| Thiết bị | Bộ phận | Áp suất thử, bar | |
|------------------------|-------------|------------------------|------------------|
| | | Thử bên bằng chất lỏng | Thử kín bằng khí |
| Máy nén amoniác và R22 | Bên cao áp | 30 | 28 |
| | Bên thấp áp | 16 | 10 |
| Máy nén R12 | Bên cao áp | 24 | 16 |
| | Bên thấp áp | 15 | 10 |

Bảng 19-2 : Thử nghiệm hệ thống lạnh tại nơi lắp đặt

| Hệ thống lạnh | Bộ phận | Trị số áp suất thử, bar | |
|-------------------------|-------------|-------------------------|------------------|
| | | Thử bên bằng khí | Thử kín bằng khí |
| Hệ thống amoniác và R22 | Bên cao áp | 25 | 18 |
| | Bên thấp áp | 15 | 12 |
| Hệ thống R12 | Bên cao áp | 24 | 15 |
| | Bên thấp áp | 15 | 10 |

3. Trình tự thử kín :

– Tăng dần áp suất khí nén, đồng thời quan sát đường ống và thiết bị; khi đạt đến 0,6 trị số áp suất thử thì dừng lại để xem xét.

– Tiếp tục tăng đến trị số áp suất thử bên thấp áp để kiểm tra độ kín bên thấp áp.

– Tiếp tục tăng đến trị số áp suất thử bên cao áp để kiểm tra độ kín bên cao áp.

– Cuối cùng giữ ở áp suất thử kín trong thời gian từ 12 đến 24 giờ. Trong 6 giờ đầu áp suất có thể giảm xuống không quá 10%, trong các giờ sau áp suất không thay đổi.

4. Kính chỉ mức lỏng phải được thử bên với trị số áp suất bằng trị số thử kín cho hệ thống theo quy định.

5. Cơ sở chế tạo máy và thiết bị phải cung cấp cho cơ sở lắp đặt, sửa chữa, sử dụng hệ thống lạnh đầy đủ các chứng từ về thử bên và thử kín những sản phẩm đó.

Cơ sở lắp đặt hệ thống lạnh phải cung cấp cho cơ sở sử dụng, vận hành hệ thống lạnh đầy đủ chứng từ thử nghiệm hệ thống sau khi lắp đặt.

19.7. Khám nghiệm kỹ thuật

19.7.1. Cơ quan thanh tra kỹ thuật an toàn

Cơ quan thanh tra kỹ thuật an toàn của ngành hoặc địa phương tiến hành khám nghiệm kỹ thuật trong các trường hợp :

1. Khám nghiệm sau khi lắp đặt

2. Khám nghiệm định kỳ trong quá trình sử dụng

3. Khám nghiệm bất thường trong quá trình sử dụng

19.7.2. Nội dung khám nghiệm

1. Sau khi lắp đặt

- Xác định tình trạng lắp đặt có phù hợp với thiết kế không. Xác định số lượng và chất lượng của van an toàn, áp kế và các dụng cụ kiểm tra, đo lường.
- Xác định tình trạng thiết bị bên trong, bên ngoài thiết bị.
- Xác định độ bền kín các bộ phận chịu áp lực.
- Khám nghiệm này làm sau khi hoàn thành công trình.

2. Khám nghiệm định kỳ

- 3 năm khám nghiệm toàn bộ một lần, 5 năm khám nghiệm toàn bộ và thử bền một lần với trị số áp suất thử như trong bảng 19-2.
- Trường hợp cơ sở chế tạo quy định thời gian khám nghiệm ngắn hơn thì phải theo quy định đó.

3. Khám nghiệm bất thường

- Khi sửa chữa bơm, vá, hàn đắp ở những bộ phận chịu áp lực.
- Trước khi sử dụng lại máy lạnh đã ngừng làm việc một năm hoặc chuyển đi lắp đặt ở nơi khác.

19.8. Đăng ký sử dụng và bảo hộ lao động

1. Hồ sơ xin đăng ký sử dụng phải có các tài liệu sau

- Lí lịch máy, thiết bị, hệ thống lạnh với mẫu quy định :
- + Bản vẽ cấu tạo máy, thiết bị có ghi rõ các kích thước chính.
- + Bản vẽ mặt bằng nhà máy trong đó chỉ rõ vị trí đặt máy, thiết bị.
- + Sơ đồ nguyên lý hệ thống có ghi rõ trên sơ đồ các thông số làm việc, các dụng cụ đo kiểm và các dụng cụ an toàn.
- Văn bản xác nhận máy, thiết bị đã được lắp đặt theo đúng thiết kế, phù hợp với những yêu cầu của tiêu chuẩn, do thủ trưởng đơn vị lắp đặt ký tên, đóng dấu.
- Các quy trình vận hành và xử lý sự cố.
- Biên bản khám nghiệm của thanh tra kỹ thuật an toàn sau khi lắp đặt.

2. Đơn vị sản xuất, đơn vị lắp đặt phải cung cấp cho đơn vị sử dụng hệ thống lạnh ít nhất hai bộ tài liệu hướng dẫn vận hành, gồm các phần :

- Phạm vi ứng dụng của hệ thống lạnh.
- Thuyết minh sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống lạnh.
- Quy trình vận hành hệ thống lạnh.
- Những hư hỏng thông thường và cách khắc phục.
- Chỉ dẫn bôi trơn hệ thống lạnh.
- Chỉ dẫn kiểm tra, bảo dưỡng định kỳ.
- Danh mục các chi tiết chóng mòn và phụ tùng thay thế.
- Danh mục các linh kiện của hệ thống.

3. Dụng cụ vệ sinh, bảo hộ lao động phải có đủ cho số lượng công nhân trực ca, gồm :

- Quần áo bảo hộ lao động.
- Găng tay cao su.
- Mặt nạ phòng độc.
- Bông băng, thuốc sát trùng.

Phụ lục CÁC BẢNG BIỂU

Phụ lục 1 : TÍNH CHUYỂN ĐỔI CÁC ĐƠN VỊ SANG HỆ SI

| | |
|--|---|
| 1. Chiều dài | 1 inch = 0,0254 m 1 ft. = 0,3048 m 1 yard = 0,914 m 1 mile = 1609,35 m |
| 2. Tốc độ Gia tốc | 1 mph (miles per hour) = 0,447 m/s 1 ft/min. (fpm) = 0,0051 m/s 1 km/h = 0,278 m/s 1 ft/s ² = 0,3048 m/s ² |
| 3. Diện tích | 1 sq.in. = 6,45 cm ² = 0,645 . 10 ⁻³ m ² 1 sq.ft. = 0,0929 m ² 1 sq mile = 2590 km ² 1 aere = 43,560 ft ² = 4050 m ² |
| 4. Thể tích Thể tích riêng Lưu lượng thể tích | 1 cu.in. = 16,39 cm ³ = 16,39 . 10 ⁻⁶ m ³ 1 cu.ft. = 28,32 dm ³ = 0,02832 m ³ 1 imp.gallon = 4,546 Liter = 0,004546 m ³ 1 USA gallon (chất lỏng) = 3,785 Liter = 0,003785 m ³ 1 USA gallon (chất khô) = 0,004405 m ³ 1 bushel (chất khô) = 0,0352 m ³ 1 cu.ft/lb = 0,06243 m ³ /kg 1 cfm (cu.ft./min) = 0,000472 m ³ /s |
| 5. Khối lượng Khối lượng riêng Lưu lượng khối lượng Lưu lượng khối lượng, diện tích | 1 lb (pound) = 0,4536 kg 1 Zentner = 50 kg 1 grain = 64.8 . 10 ⁻⁶ kg 1 ton (US long) = 2240 Lb = 1016 kg 1 ton (US short) = 2000 Lb = 907 kg 1 Lb (mass)/S = 0,454 kg/s 1 cfm/ ft ² = 5,01 liter/sm ² 1 Lb/ ft ² = 16,02 kg/m ² |
| 6. Lực | 1 dyn = 10 ⁻⁵ N 1 kG = 9,81 N 1 lb (force) = 16 oz (force) = 4,45 N |
| 7. Áp suất | 1 kG/cm ² = 1 at = 98 100 N/m ² = 0,981 bar 1 bar = 100 000 N/m ² 1 mbar = 100 N/m ² 1 atm = 1,013 bar 1 mm H ₂ O = 1 kG/m ² = 9,81 N/m ² = 0,098 mbar 1 mm Hg = 1 Torr = 133,2 N/m ² = 1,332 mbar 1 pascal = 1 N/m ² = 0,01 mbar 1 psi (lb/in ²) = 6895 N/m ² = 0,06895 bar = 68,95 mbar 1 in Hg = 33,87 mbar = 3387 Pa 1 in WG = 0,0361 psi = 249,1 Pa |
| 8. Công, nhiệt lượng | 1 kWh = 3600 kJ 1 kGm = 9,81 J 1 kcal = 4187 J 1 Btu = 1055 J 1 Btu/lb = 2326 J/kg 1 therm = 10 ⁵ Btu = 105.500 kJ 1 quad = 10 ¹⁵ Btu = 1,055 . 10 ³ kJ 1 ft.Lb (forca) = 1,3558 J 1 erg = 1 kg m ² /s ² = 10 ⁻⁷ J |
| 9. Nhiệt dung riêng | 1 kcal/kg độ = 4187 J/kg K 1 Btu/lb F deg = 4187 J/kg K |

| | |
|---|--|
| 10. Công suất, dòng nhiệt | 1 kGm/s = 9,81 W = 9,81 J/s 1 mã lực PS = 735,5 W 1 HP = 1,0139 PS = 745,7 hp W (boiler) = 9,81 kW 1 kcal/h = 1,163 W 1 Btu/h = 0,293 W 1 USA ton of refrigeration (USRT) = 12 000 Btu/h = 3024 kcal/h = 3516 W 1 English ton of refrigeration (IRT) = 3600 kcal/h = 4186 W 1 Japanishton of refrigeration (JRT) = 3320 kcal/h = 3860 W |
| 11. Hệ số dẫn nhiệt | 1 kcal/mh độ = 1,163 W/mK 1 Btu in./ft. ² h. F deg = 0,144 W/mK 1 Btu/ft. h. F deg = 1,731 W/mK |
| 12. Hệ số toả nhiệt : Hệ số truyền nhiệt | 1 kcal/m ² h độ = 1,163 W/m ² K 1 Btu/sq.ft.h. F deg = 5,68 W/m ² K |
| 13. Hệ số dẫn ẩm | 1 perm = 5,7.10 ⁻⁶ kg/m ² s bar |
| 14. Hệ số dẫn nhiệt độ | 1 m ² /h = 278.10 ⁻⁶ m ² /s 1 sq.ft./h = 25,8.10 ⁻⁶ m ² /s |
| 15. Độ nhớt động lực μ | 1 cP (Centipoise) = 0,001 Ns/m ² hoặc kg/ms 1 kGs/m ² = 9,81 Ns/m ² hoặc kg/ms 1 lb/ft. h. = 0,413.10 ⁻³ Ns/m ² hoặc kg/m s 1 lb/ft. see. = 1,490 Ns/m ² hoặc kg/m s |
| 16. Độ nhớt động v | 1 cSt (Centistokes) = 10 ⁻⁶ m ² /s 1 sq. ft./h. = 25,8.10 ⁻⁶ m ² /s 1 sq.ft./see = 0,0929 m ² /s |
| 17. Nhiệt độ | t°C = (t°F - 32) . $\frac{5}{9}$ tK = t°C + 273,15 |

Phụ lục 2 : ÁP SUẤT BẢO HOÀ CỦA HƠI NƯỚC TRÊN NƯỚC ĐÁ, mbar

| Nhiệt độ °C | Phần mười độ | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| -25 | 0,63 | 0,62 | 0,62 | 0,61 | 0,60 | 0,60 | 0,59 | 0,59 | 0,58 | 0,57 |
| -24 | 0,70 | 0,69 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,66 | 0,65 | 0,65 | 0,64 | 0,64 |
| -23 | 0,77 | 0,76 | 0,75 | 0,75 | 0,74 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 |
| -22 | 0,85 | 0,84 | 0,83 | 0,82 | 0,82 | 0,81 | 0,80 | 0,79 | 0,78 | 0,78 |
| -21 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,89 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,86 |
| -20 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 |
| -19 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,10 | 1,09 | 1,08 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,04 |
| -18 | 1,25 | 1,24 | 1,23 | 1,21 | 1,20 | 1,19 | 1,18 | 1,17 | 1,16 | 1,15 |
| -17 | 1,37 | 1,36 | 1,35 | 1,33 | 1,32 | 1,31 | 1,29 | 1,28 | 1,27 | 1,26 |
| -16 | 1,51 | 1,49 | 1,48 | 1,47 | 1,45 | 1,44 | 1,43 | 1,41 | 1,40 | 1,39 |
| -15 | 1,65 | 1,64 | 1,63 | 1,60 | 1,59 | 1,57 | 1,56 | 1,55 | 1,53 | 1,52 |
| -14 | 1,81 | 1,79 | 1,77 | 1,76 | 1,75 | 1,73 | 1,71 | 1,70 | 1,68 | 1,67 |
| -13 | 1,98 | 1,96 | 1,95 | 1,93 | 1,91 | 1,89 | 1,87 | 1,85 | 1,84 | 1,83 |
| -12 | 2,17 | 2,15 | 2,13 | 2,11 | 2,09 | 2,08 | 2,05 | 2,04 | 2,01 | 2,00 |
| -11 | 2,37 | 2,35 | 2,33 | 2,31 | 2,29 | 2,27 | 2,25 | 2,23 | 2,21 | 2,19 |
| -10 | 2,60 | 2,57 | 2,55 | 2,52 | 2,51 | 2,48 | 2,45 | 2,44 | 2,41 | 2,40 |
| -9 | 2,83 | 2,81 | 2,79 | 2,76 | 2,73 | 2,71 | 2,69 | 2,67 | 2,64 | 2,61 |
| -8 | 3,09 | 3,07 | 3,04 | 3,01 | 2,99 | 2,96 | 2,93 | 2,91 | 2,88 | 2,85 |
| -7 | 3,37 | 3,34 | 3,32 | 3,29 | 3,27 | 3,23 | 3,20 | 3,17 | 3,15 | 3,12 |
| -6 | 3,68 | 3,65 | 3,61 | 3,59 | 3,56 | 3,52 | 3,49 | 3,47 | 3,44 | 3,40 |
| -5 | 4,01 | 3,97 | 3,95 | 3,91 | 3,88 | 3,84 | 3,81 | 3,77 | 3,75 | 3,71 |
| -4 | 4,37 | 4,33 | 4,29 | 4,25 | 4,23 | 4,19 | 4,15 | 4,12 | 4,08 | 4,04 |
| -3 | 4,76 | 4,72 | 4,68 | 4,64 | 4,60 | 4,56 | 4,52 | 4,48 | 4,44 | 4,40 |
| -2 | 5,17 | 5,13 | 5,09 | 5,04 | 5,00 | 4,96 | 4,92 | 4,88 | 4,84 | 4,80 |
| -1 | 5,63 | 5,57 | 5,53 | 5,48 | 5,44 | 5,39 | 5,35 | 5,31 | 5,25 | 5,21 |
| -0 | 6,11 | 6,05 | 6,00 | 5,96 | 5,91 | 5,87 | 5,81 | 5,76 | 5,72 | 5,67 |

**Phụ lục 3 : ÁP SUẤT BÃO HOÀ CỦA HƠI NƯỚC TRÊN NƯỚC ĐƯỢC LÀM LẠNH
VÀ KHÔNG ĐƯỢC LÀM LẠNH, mbar**

| Nhiệt độ °C | Phần mười độ | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| -10 | 2,86 | 2,84 | 2,82 | 2,79 | 2,77 | 2,75 | 2,72 | 2,71 | 2,68 | 2,66 |
| -9 | 3,10 | 3,07 | 3,05 | 3,03 | 3,00 | 2,98 | 2,95 | 2,93 | 2,91 | 2,88 |
| -8 | 3,35 | 3,32 | 3,30 | 3,27 | 3,24 | 3,22 | 3,19 | 3,17 | 3,15 | 3,12 |
| -7 | 3,62 | 3,59 | 3,56 | 3,54 | 3,51 | 3,48 | 3,46 | 3,43 | 3,41 | 3,38 |
| -6 | 3,91 | 3,88 | 3,84 | 3,81 | 3,79 | 3,76 | 3,73 | 3,71 | 3,67 | 3,64 |
| -5 | 4,21 | 4,17 | 4,15 | 4,12 | 4,08 | 4,05 | 4,03 | 3,99 | 3,96 | 3,93 |
| -4 | 4,53 | 4,51 | 4,47 | 4,44 | 4,40 | 4,37 | 4,33 | 4,31 | 4,28 | 4,24 |
| -3 | 4,89 | 4,85 | 4,83 | 4,79 | 4,75 | 4,71 | 4,68 | 4,64 | 4,61 | 4,57 |
| -2 | 5,27 | 5,23 | 5,19 | 5,15 | 5,12 | 5,08 | 5,04 | 5,00 | 4,96 | 4,93 |
| -1 | 5,68 | 5,63 | 5,59 | 5,55 | 5,51 | 5,47 | 5,43 | 5,39 | 5,35 | 5,31 |
| -0 | 6,11 | 6,07 | 6,01 | 5,97 | 5,93 | 5,88 | 5,84 | 5,80 | 5,76 | 5,72 |
| +0 | 6,11 | 6,15 | 6,20 | 6,24 | 6,29 | 6,33 | 6,37 | 6,43 | 6,48 | 6,52 |
| +1 | 6,57 | 6,61 | 6,67 | 6,70 | 6,76 | 6,81 | 6,85 | 6,90 | 6,96 | 7,01 |
| +2 | 7,05 | 7,10 | 7,16 | 7,21 | 7,26 | 7,32 | 7,36 | 7,41 | 7,46 | 7,52 |
| +3 | 7,57 | 7,62 | 7,69 | 7,74 | 7,78 | 7,85 | 7,90 | 7,96 | 8,02 | 8,08 |
| +4 | 8,13 | 8,18 | 8,25 | 8,30 | 8,36 | 8,42 | 8,47 | 8,54 | 8,60 | 8,66 |
| +5 | 8,72 | 8,78 | 8,85 | 8,90 | 8,97 | 9,04 | 9,09 | 9,16 | 9,22 | 9,28 |
| +6 | 9,34 | 9,41 | 9,48 | 9,54 | 9,61 | 9,68 | 9,74 | 9,81 | 9,88 | 9,94 |
| +7 | 10,01 | 10,08 | 10,16 | 10,22 | 10,29 | 10,37 | 10,44 | 10,50 | 10,58 | 10,65 |
| +8 | 10,71 | 10,80 | 10,88 | 10,94 | 11,02 | 11,09 | 11,17 | 11,25 | 11,31 | 11,40 |
| +9 | 11,48 | 11,56 | 11,63 | 11,71 | 11,78 | 11,86 | 11,94 | 12,02 | 12,11 | 12,20 |
| +10 | 12,28 | 12,35 | 12,44 | 12,53 | 12,61 | 12,69 | 12,77 | 12,86 | 12,94 | 13,04 |
| +11 | 13,12 | 13,21 | 13,30 | 13,38 | 13,48 | 13,57 | 13,65 | 13,74 | 13,84 | 13,93 |
| +12 | 14,02 | 14,12 | 14,21 | 14,30 | 14,40 | 14,49 | 14,58 | 14,68 | 14,77 | 14,88 |
| +13 | 14,97 | 15,06 | 15,17 | 15,26 | 15,37 | 15,46 | 15,57 | 15,68 | 15,77 | 15,88 |
| +14 | 15,98 | 16,08 | 16,18 | 16,29 | 16,40 | 16,50 | 16,60 | 16,72 | 16,82 | 16,94 |
| +15 | 17,05 | 17,16 | 17,26 | 17,38 | 17,49 | 17,60 | 17,72 | 17,84 | 17,94 | 18,06 |
| +16 | 18,17 | 18,29 | 18,41 | 18,53 | 18,65 | 18,77 | 18,89 | 19,01 | 19,13 | 19,25 |
| +17 | 19,37 | 19,49 | 19,62 | 19,74 | 19,86 | 20,00 | 20,11 | 20,25 | 20,37 | 20,50 |
| +18 | 20,63 | 20,77 | 20,89 | 21,02 | 21,15 | 21,29 | 21,42 | 21,55 | 21,69 | 21,82 |
| +19 | 21,97 | 22,10 | 22,23 | 22,38 | 22,51 | 22,66 | 22,79 | 22,94 | 23,09 | 23,23 |
| +20 | 23,38 | 23,51 | 23,66 | 23,81 | 23,95 | 24,10 | 24,26 | 24,41 | 24,55 | 24,71 |
| +21 | 24,86 | 25,01 | 25,17 | 25,33 | 25,47 | 25,63 | 25,79 | 25,95 | 26,11 | 26,27 |
| +22 | 26,43 | 26,59 | 26,70 | 26,91 | 27,09 | 27,25 | 27,41 | 27,58 | 27,75 | 27,91 |
| +23 | 28,09 | 28,26 | 28,42 | 28,59 | 28,77 | 28,94 | 29,11 | 29,30 | 29,47 | 29,65 |
| +24 | 29,83 | 30,01 | 30,19 | 30,37 | 30,55 | 30,74 | 31,06 | 31,11 | 31,30 | 31,49 |
| +25 | 31,67 | 31,98 | 32,05 | 32,23 | 32,43 | 32,62 | 32,82 | 33,01 | 33,21 | 33,40 |

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ : Kỹ thuật lạnh cơ sở - NXB Giáo dục, 2005 (Tái bản lần 3 có chỉnh lý) ;
2. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ : Tủ lạnh, Máy kem, Máy đá, Máy điều hoà nhiệt độ, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2002 ;
3. Nguyễn Đức Lợi : Hướng dẫn Thiết kế hệ thống lạnh - NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2006 ;
4. Nguyễn Đức Lợi, Vũ Diễm Hương, Nguyễn Khắc Xương : Vật liệu kỹ thuật lạnh và kỹ thuật nhiệt - NXB Giáo dục, 1998 ;
5. Nguyễn Đức Lợi : Tự động hoá hệ thống lạnh, NXB Giáo dục, 2005.
6. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ : Máy và thiết bị lạnh - NXB Giáo Dục, 2005.
7. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ : Bài tập Kỹ thuật lạnh - NXB Giáo dục, 1998.
8. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ : Môi chất lạnh - NXB Giáo dục, 1998.
9. Đặng Quốc Phú, Trần Thế Sơn, Trần Văn Phú : Truyền nhiệt - ĐHBK Hà Nội 1991.
10. Trần Đức Ba, Phạm Văn Bôn, Bùi Văn Mông : Kỹ thuật lạnh thực phẩm - NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1984.
11. W. Maake ; H.J. Eckert : Pohlman Taschenbuch der Kältetechnik ; 17. Auflage Verlag C.F. Müller Karlsruhe 1988.
12. H.L. von Cube : Lehrbuch der Kältetechnik (2 Bände) Verlag C.F. Müller Karlsruhe 1981.
13. Roy J. Dossat : Principles of Refrigeration, John Wiley and Sons - New York 2003.
14. Plank, R. : Handbuch der Kältetechnik, Band 1-12 Springer Verlag, 1952 - 1988.
15. Bäckstrom. M. : Kältetechnik, Verlag Braun Karlsruhe 1957.
16. Jungnickel, Agsten, Kraus : Grundlagen der Kältetechnik, Verlag Technik GmbH Berlin 1990.
17. Billy C. Langley : Refrigeration and Air Conditioning ; Reston Publishing Company, Inc. Reston Virginia 1980.
18. Мальгина и др. : Холодильные машины и установки, "Пищевая промышленность" Москва - 1980.
19. Мещеряков, Ф.Е. : Основы хол. Техники и хол. технологи, Москва "Пищевая промышленность" 1975.
20. Чумах, И.Г. и др. : Холодильные установки, Москва 1981.
21. Энциклопедия "хол. техника", Том 1, 2, 3 ; Москва 1961.
22. Technique de l'Ingénieur - B₂.II- Production du froid. Ed. Tech. Ing. Paris 1984.
23. P. Rapin : Formulaire du froid - Dunord. Paris 1985.
24. Lucien Borel - Thermodynamique et Energétique vol I, II - Presses polytech. romandes - Lausanne. Suisse 1991.
25. Кондрашова Н. Г, Лашутина Н.Г
Холодильно-компрессорные машины и установки - Издание третье.
Москва - "Высшая школа" 1984.

MỤC LỤC

| | <i>Trang</i> |
|--|--------------|
| <i>Lời nói đầu</i> | 3 |
| Chương 1 : TỔ HỢP LẠNH | |
| 1.1. Phân loại | 4 |
| 1.2. Tổ máy nén | 5 |
| 1.3. Tổ máy nén ngưng tụ | 13 |
| 1.4. Tổ máy nén bay hơi | 14 |
| 1.5. Các tổ hợp thiết bị | 15 |
| 1.6. Các tổ hợp lạnh hoàn chỉnh | 15 |
| Chương 2 : KHO LẠNH | |
| 2.1. Đại cương | 17 |
| 2.2. Phân loại kho lạnh | 17 |
| 2.3. Phân loại phòng lạnh | 18 |
| 2.4. Dung tích và tiêu chuẩn chất tải | 19 |
| 2.5. Xác định kích thước và số lượng phòng lạnh | 21 |
| 2.6. Quy hoạch mặt bằng kho lạnh | 22 |
| 2.6.1 Yêu cầu chung | 22 |
| 2.6.2 Dung tích và ứng dụng của kho lạnh | 23 |
| 2.6.3 Tính toán kinh tế | 23 |
| 2.6.4 Chọn mặt bằng xây dựng | 23 |
| 2.6.5 Xưởng nước đá kèm theo | 24 |
| 2.7. Kết cấu xây dựng, cách nhiệt cách ẩm | 25 |
| 2.7.1 Kết cấu xây dựng kho lạnh truyền thống | 25 |
| 2.7.2 Kho lạnh lắp ghép | 25 |
| 2.7.2.1 Yêu cầu đối với kho lạnh lắp ghép | 26 |
| 2.7.2.2 Ưu nhược điểm so với kho lạnh truyền thống | 27 |
| 2.7.2.3 Cấu tạo kho lạnh lắp ghép | 27 |
| 2.7.2.4 Cấu tạo panel | 29 |
| 2.7.2.5 Chi tiết lắp ghép | 30 |
| 2.7.2.6 Cửa kho lạnh | 32 |
| Chương 3 : TÍNH TOÁN CÂN BẰNG NHIỆT | |
| 3.1. Đại cương | 33 |
| 3.2. Dòng nhiệt qua kết cấu bao che Q_1 | 34 |
| 3.3. Dòng nhiệt do sản phẩm tỏa ra Q_2 | 36 |
| 3.4. Dòng nhiệt do thông gió phòng lạnh Q_3 | 40 |

| | |
|--|----|
| 3.5. Các dòng nhiệt vận hành Q_4 | 41 |
| 3.6. Dòng nhiệt do hoa quả "hô hấp" Q_5 | 42 |
| 3.7. Bảng tổng hợp các kết quả tính toán | 43 |
| 3.8. Xác định phụ tải nhiệt cho máy nén và thiết bị | 44 |
| Chương 4 : SƠ ĐỒ HỆ THỐNG LẠNH | |
| 4.1. Sơ đồ hệ thống lạnh cỡ nhỏ | 46 |
| 4.2. Sơ đồ hệ thống lạnh cỡ trung dạng tổ hợp frêon và amôniac | 50 |
| Chương 5 : LÀM LẠNH CHẤT LỎNG VÀ CHẤT KHÍ | |
| 5.1. Thiết bị làm lạnh chất lỏng | 53 |
| 5.1.1 Thiết bị làm lạnh kiểu dòng chảy | 54 |
| 5.1.2 Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tích lạnh | 57 |
| 5.1.3 Thiết bị làm lạnh chất lỏng kiểu tiếp xúc | 61 |
| 5.1.4 Thiết bị làm lạnh kiểu bay hơi khuếch tán | 62 |
| 5.1.5 Thiết bị làm lạnh chất lỏng gián tiếp | 63 |
| 5.2. Làm lạnh khí và hơi | 65 |
| 5.2.1 Làm lạnh khí không có thành phần ngưng tụ | 65 |
| 5.2.2 Làm lạnh hơi (ngưng tụ) | 67 |
| 5.2.3 Làm lạnh hỗn hợp khí và hơi | 68 |
| 5.2.4 Làm lạnh hỗn hợp khí với các phân tử rắn | 69 |
| Chương 6 : ỨNG DỤNG LẠNH TRONG CÔNG NGHIỆP THỰC PHẨM | |
| 6.1. Một số phương pháp bảo quản thực phẩm | 71 |
| 6.1.1 Phương pháp phóng xạ | 71 |
| 6.1.2 Phương pháp sấy khô | 72 |
| 6.1.3 Phương pháp sử dụng chất kháng sinh | 73 |
| 6.1.4 Phương pháp sử dụng các chất khí ôzôn, cacbonic | 73 |
| 6.1.5 Phương pháp sử dụng bao bì đóng gói | 74 |
| 6.2. Cơ sở lý thuyết về làm lạnh thực phẩm | 74 |
| 6.2.1 Các nguyên nhân gây hư hỏng thực phẩm | 74 |
| 6.2.2 Các biến đổi chính trong quá trình làm lạnh thực phẩm | 75 |
| 6.2.3 Phương pháp làm lạnh thực phẩm | 77 |
| 6.2.4 Phương pháp kết đông thực phẩm | 78 |
| 6.3. Sản xuất kem | 91 |
| 6.4. Ứng dụng trong công nghiệp rượu bia | 92 |
| 6.4.1 Sản xuất bia | 92 |
| 6.4.2 Sản xuất rượu vang (rượu nho) | 96 |
| 6.4.3 Sản xuất nước khoáng và nước uống không có cồn | 96 |
| 6.5. Sấy thăng hoa | 97 |
| 6.5.1 Nguyên lý làm việc | 97 |

| | |
|--|-----|
| 6.5.2 Các đặc điểm của sản phẩm sấy thăng hoa | 98 |
| 6.5.3 Phạm vi ứng dụng | 98 |
| 6.5.4 Cấu tạo của thiết bị sấy thăng hoa | 98 |
| Chương 7 : TỦ LẠNH GIA ĐÌNH | |
| 7.1. Đại cương | 100 |
| 7.1.1 Các đặc tính kỹ thuật của tủ lạnh | 100 |
| 7.1.2 Đặc trưng công suất động cơ và dung tích tủ | 101 |
| 7.1.3 Đặc trưng nhiệt độ của tủ | 102 |
| 7.1.4 Hệ số thời gian làm việc | 102 |
| 7.1.5 Chỉ tiêu tiêu thụ điện | 103 |
| 7.2. Tủ lạnh nén hơi | 103 |
| 7.2.1 Nguyên lý làm việc hệ thống lạnh của tủ lạnh | 104 |
| 7.2.2 Sơ đồ hệ thống lạnh hai và nhiều buồng | 105 |
| 7.2.3 Các chi tiết của máy lạnh nén hơi | 107 |
| 7.3. Tủ lạnh hấp thụ và tủ lạnh nhiệt điện | 117 |
| 7.4. Thử nghiệm tủ lạnh gia đình | 118 |
| Chương 8 : MÁY LẠNH THƯƠNG NGHIỆP VÀ BUỒNG LẠNH LẮP GHÉP | |
| 8.1. Đại cương | 119 |
| 8.2. Phân loại | 119 |
| 8.3. Những đặc điểm chung của thiết bị lạnh thương nghiệp | 120 |
| 8.3.1 Yêu cầu chung | 120 |
| 8.3.2 Chế độ nhiệt độ, khả năng chất tải | 120 |
| 8.3.3 Cấu tạo chung | 121 |
| 8.3.4 Hệ thống lạnh | 122 |
| 8.4. Một số loại thiết bị lạnh thương nghiệp | 124 |
| 8.4.1 Tủ lạnh, thùng lạnh, tủ đông và tủ kết đông | 124 |
| 8.4.2 Tủ kính lạnh, quầy kính lạnh, tủ kính đông và quầy kính đông | 126 |
| 8.4.3 Các loại tủ, quầy lạnh đông hở, các giá lạnh đông hở | 127 |
| 8.4.4 Các loại thiết bị lạnh thương nghiệp khác | 129 |
| 8.5. Kho lạnh thương nghiệp | 129 |
| 8.6. Buồng lạnh lắp ghép | 130 |
| Chương 9 : SẢN XUẤT VÀ SỬ DỤNG NƯỚC ĐÁ | |
| 9.1. Tính chất vật lý và phân loại nước đá | 131 |
| 9.1.1 Tính chất vật lý | 131 |
| 9.1.2 Phân loại nước đá | 131 |
| 9.1.3 Nước đá đục | 133 |
| 9.1.4 Nước đá trong suốt | 133 |
| 9.1.5 Nước đá pha lê | 134 |

| | |
|--|-----|
| 9.1.6 Một số loại nước đá khác | 134 |
| 9.1.7 Hình dạng nước đá | 134 |
| 9.2. Một số phương pháp sản xuất nước đá | 135 |
| 9.2.1 Bể nước đá khối | 135 |
| 9.2.2 Phương pháp Vilbushevich | 140 |
| 9.2.3 Phương pháp Fechner và Grasso | 142 |
| 9.2.4 Máy làm đá mảnh Flak-Ice của Crosby Field | 143 |
| 9.2.5 Máy làm đá tuyết Plak-Ice của Taylor | 143 |
| 9.2.6 Máy làm đá mảnh của Short và Raver | 144 |
| 9.2.7 Máy làm đá ống | 146 |
| 9.2.8 Máy đá cỡ nhỏ | 147 |
| 9.3. Bảo quản và vận chuyển nước đá | 148 |
| 9.3.1 Đá khối | 149 |
| 9.3.2 Đá mảnh | 151 |
| 9.3.3 Máy chấu đá | 152 |
| Chương 10 : KỸ THUẬT SẢN XUẤT ĐÁ KHÔ | |
| 10.1. Tính chất vật lý của đá khô | 153 |
| 10.2. Làm lạnh bằng đá khô | 153 |
| 10.3. Nguồn nguyên liệu để sản xuất đá khô | 154 |
| 10.4. Phương pháp sản xuất đá khô | 154 |
| 10.4.1 Đại cương | 154 |
| 10.4.2 Sản xuất đá khô theo chu trình áp suất cao | 155 |
| 10.4.3 Sản xuất đá khô theo chu trình áp suất trung bình | 157 |
| 10.5. Bảo quản đá khô | 158 |
| Chương 11 : BƠM NHIỆT | |
| 11.1. Khái quát về bơm nhiệt | 159 |
| 11.2. Các phương pháp đánh giá hiệu quả năng lượng | 161 |
| 11.2.1 Hệ số nhiệt của bơm nhiệt | 161 |
| 11.2.2 So sánh các phương án cấp nhiệt | 162 |
| 11.2.3 Đánh giá hiệu quả bơm nhiệt | 164 |
| 11.3. Bơm nhiệt và các thành phần cơ bản của bơm nhiệt | 165 |
| 11.3.1 Môi chất và cặp môi chất | 165 |
| 11.3.2 Máy nén lạnh | 166 |
| 11.3.3 Các thiết bị trao đổi nhiệt | 168 |
| 11.3.4 Thiết bị phụ của bơm nhiệt | 168 |
| 11.3.5 Thiết bị ngoại vi của bơm nhiệt | 169 |
| 11.4. Ứng dụng của bơm nhiệt trong nền kinh tế quốc dân | 170 |
| 11.4.1 Ứng dụng bơm nhiệt trong công nghiệp sấy, hút ẩm | 170 |

| | | |
|---------------------------------------|---|-----|
| 11.4.2 | Ứng dụng bơm nhiệt vào công nghiệp chưng cất, bay hơi, cô đặc | 175 |
| 11.4.3 | Ứng dụng bơm nhiệt trong điều hoà không khí | 177 |
| 11.4.4 | Ứng dụng trong công nghiệp thực phẩm | 178 |
| Chương 12 : ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ | | |
| 12.1. | Đại cương | 179 |
| 12.1.1 | Một vài ứng dụng | 179 |
| 12.1.2 | Một vài định nghĩa | 180 |
| 12.2. | Các tính chất cơ bản của không khí ẩm | 181 |
| 12.2.1 | Các thông số cơ bản | 181 |
| 12.2.2 | Đồ thị I-d của không khí ẩm | 183 |
| 12.2.3 | Các quá trình cơ bản của không khí ẩm | 186 |
| 12.3. | Chọn các số liệu thiết kế hệ thống điều hoà không khí | 188 |
| 12.3.1 | Chọn thông số trong nhà | 188 |
| 12.3.2 | Chọn thông số thiết kế ngoài nhà | 191 |
| 12.4. | Tính cân bằng nhiệt ẩm trong phòng | 194 |
| 12.4.1 | Xác định các nguồn nhiệt toả | 194 |
| 12.4.2 | Tính toán lượng ẩm toả | 196 |
| 12.4.3 | Tính kiểm tra đọng sương | 196 |
| 12.5. | Thiết lập và tính toán các sơ đồ điều hoà không khí | 197 |
| 12.5.1 | Sơ đồ tuần hoàn không khí một cấp | 197 |
| 12.5.2 | Sơ đồ không tuần hoàn | 199 |
| 12.5.3 | Sơ đồ tuần hoàn hai cấp | 200 |
| 12.5.4 | Sơ đồ điều hoà không khí có phun ẩm bổ sung | 200 |
| 12.6. | Các hệ thống điều hoà không khí | 201 |
| 12.6.1 | Phân loại | 201 |
| 12.6.2 | Hệ thống điều hoà cục bộ | 205 |
| 12.6.3 | Hệ thống điều hoà tổ hợp gọn | 212 |
| 12.6.4 | Hệ thống điều hoà trung tâm nước | 226 |
| 12.6.5 | Vận chuyển và phân phối không khí | 237 |
| 12.6.6 | Thiết bị lọc bụi | 238 |
| Chương 13 : KỸ THUẬT CRYO | | |
| 13.1. | Kỹ thuật cryo và kỹ thuật hoá lỏng không khí | 239 |
| 13.1.1 | Khái niệm | 239 |
| 13.1.2 | Đặc điểm và ứng dụng của kỹ thuật lạnh cryo | 240 |
| 13.2. | Phương pháp Pic tet | 242 |
| 13.3. | Phương pháp Linde | 242 |
| 13.3.1 | Hệ thống thiết bị | 242 |
| 13.3.2 | Chu trình làm việc | 243 |

| | | |
|--|--|-----|
| 13.3.3 | Tính toán thiết bị hoá lỏng kiểu Linde | 244 |
| 13.4. | Phương pháp Claude | 248 |
| 13.4.1 | Sơ đồ nguyên lý | 248 |
| 13.4.2 | Chu trình làm việc | 249 |
| 13.4.3 | Tính toán thiết bị hoá lỏng | 251 |
| Chương 14 : VẬN TẢI LẠNH | | |
| 14.1. | Đại cương | 256 |
| 14.2. | Ô tô lạnh | 257 |
| 14.2.1 | Ô tô lạnh dùng nước đá, nước muối đá | 257 |
| 14.2.2 | Ô tô lạnh sử dụng đá khô | 257 |
| 14.2.3 | Ô tô lạnh sử dụng bình tích lạnh | 258 |
| 14.2.4 | Ô tô lạnh sử dụng khí hoá lỏng | 259 |
| 14.2.5 | Ô tô lạnh sử dụng nhiên liệu hoá lỏng | 261 |
| 14.2.6 | Ô tô lạnh có máy lạnh nén hơi | 262 |
| 14.2.7 | Tính toán thiết kế | 266 |
| 14.3. | Container lạnh | 268 |
| 14.4. | Tàu hỏa lạnh | 269 |
| 14.4.1 | Toa tàu lạnh sử dụng chất tải lạnh | 269 |
| 14.4.2 | Toa tàu lạnh sử dụng máy lạnh nén hơi | 270 |
| 14.4.3 | Toa tàu lạnh sử dụng máy lạnh hấp thụ | 271 |
| 14.5. | Tàu thủy lạnh | 272 |
| 14.5.1 | Hệ thống lạnh bảo quản thực phẩm | 273 |
| 14.5.2 | Hệ thống lạnh bảo quản hàng hoá | 273 |
| 14.5.3 | Hệ thống lạnh cho điều hoà không khí trên tàu biển | 276 |
| Chương 15 : CÁC ỨNG DỤNG KHÁC CỦA KỸ THUẬT LẠNH | | |
| 15.1. | Hoá lỏng khí clo | 277 |
| 15.1.1 | Phương pháp hoá lỏng khí clo và hệ số khai thác | 278 |
| 15.1.2 | Quá trình nén khí khô | 279 |
| 15.1.3 | Công suất lạnh yêu cầu | 280 |
| 15.1.4 | Trao đổi nhiệt trong bình ngưng clo | 281 |
| 15.2. | Công nghiệp hoá chất | 282 |
| 15.2.1 | Tách chất từ các hỗn hợp | 282 |
| 15.2.2 | Điều khiển tốc độ phản ứng | 283 |
| 15.2.3 | Lưu kho và vận chuyển | 284 |
| 15.3. | Xây dựng | 286 |
| 15.3.1 | Làm lạnh bê tông ở các đập chắn nước | 286 |
| 15.3.2 | Kết đông nền móng | 288 |
| 15.4. | Vật liệu và dụng cụ | 289 |

| | |
|--|-----|
| 15.4.1 Kim loại | 289 |
| 15.4.2 Vật liệu phi kim loại và các vật liệu khác | 291 |
| 15.5. Y tế | 291 |
| 15.5.1 Bảo quản máu và các bộ phận cấy ghép | 291 |
| 15.5.2 Sự hạ thân nhiệt nhân tạo | 292 |
| 15.6. Các phòng lạnh cho các mục đích sử dụng khác nhau - Máy động lực | 293 |
| 15.6.1 Các phòng thử nghiệm | 293 |
| 15.6.2 Xử lý lạnh các sản phẩm khác | 296 |
| 15.6.3 Làm mát động cơ và máy phát | 296 |
| 15.7. Thể thao | 297 |
| 15.7.1 Hệ thống lạnh cho sân băng nghệ thuật | 297 |
| 15.7.2 Tính tải lạnh cho sân băng | 298 |
| Chương 16 : LẮP RÁP HỆ THỐNG LẠNH | |
| 16.1. Công tác chuẩn bị | 300 |
| 16.2. Yêu cầu chung đối với phòng đặt máy và công việc lắp máy | 300 |
| 16.2.1 Phòng máy | 300 |
| 16.2.2 Lắp đặt máy nén | 301 |
| 16.3. Lắp đặt hệ thống lạnh amoniác | 301 |
| 16.3.1 Lắp ráp tổ hợp máy lạnh amoniác | 301 |
| 16.3.2 Lắp ráp các thiết bị của hệ thống lạnh | 301 |
| 16.3.3 Thử bên và thử kín | 307 |
| 16.3.4 Nạp amoniác | 308 |
| 16.4. Lắp ráp hệ thống lạnh freôn | 309 |
| 16.4.1 Máy lạnh freôn loại nhỏ | 309 |
| 16.4.2 Máy lạnh freôn loại lớn và trung bình | 310 |
| Chương 17 : VẬN HÀNH, BẢO DƯỠNG VÀ SỬA CHỮA HỆ THỐNG LẠNH | |
| 17.1. Những vấn đề chung | 314 |
| 17.2. Điều kiện làm việc bình thường của hệ thống lạnh | 314 |
| 17.3. Vận hành hệ thống lạnh amoniác | 315 |
| 17.3.1 Khởi động và ngừng hệ thống lạnh một cấp | 315 |
| 17.3.2 Khởi động và ngừng hệ thống lạnh hai cấp | 316 |
| 17.3.3 Kỹ thuật vận hành máy và thiết bị | 317 |
| 17.3.4 Điều chỉnh chế độ nhiệt độ của hệ thống lạnh | 321 |
| 17.4. Vận hành máy lạnh freôn | 323 |
| 17.4.1 Đặc điểm chung của các hệ thống lạnh freôn | 323 |
| 17.4.2 Đặc điểm vận hành các hệ thống lạnh freôn | 324 |
| 17.5. Bảo dưỡng hệ thống lạnh | 325 |
| 17.5.1 Bảo dưỡng các thiết bị bay hơi | 325 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 17.5.2 | Thiết bị ngưng tụ | 325 |
| 17.5.3 | Máy nén | 326 |
| 17.5.4 | Nạp thêm dầu và khử ẩm trong hệ thống freôn | 326 |
| 17.5.5 | Xả dầu ra khỏi hệ thống amôniac | 326 |
| 17.5.6 | Chuẩn bị nước muối | 327 |
| 17.6. | Sửa chữa hệ thống lạnh amôniac | 327 |
| 17.6.1 | Máy nén | 327 |
| 17.6.2 | Chế độ nhiệt độ và áp suất của chu trình lạnh | 327 |
| 17.6.3 | Hệ thống làm việc ở chế độ hút ẩm | 329 |
| 17.6.4 | Phòng lạnh nhiệt độ không đạt nhiệt độ yêu cầu | 329 |
| 17.6.5 | Hệ thống dầu | 329 |
| 17.6.6 | Rung và ồn ở máy nén | 330 |
| 17.7. | Sửa chữa hệ thống lạnh freôn | 330 |
| 17.7.1 | Động cơ máy nén | 330 |
| 17.7.2 | Chế độ làm việc của hệ thống | 331 |
| 17.7.3 | Chế độ nhiệt độ và áp suất chu trình | 331 |
| 17.7.4 | Chế độ nhiệt độ khoang lạnh | 332 |
| 17.7.5 | Van tiết lưu và các ống mao dẫn | 332 |
| 17.7.6 | Tủ lạnh gia đình | 333 |

Chương 18 : THỬ NGHIỆM THIẾT BỊ VÀ XÁC ĐỊNH ĐẶC TÍNH CỦA MÁY VÀ HỆ THỐNG LẠNH

| | | |
|--------|--|-----|
| 18.1. | Thử nghiệm và hiệu chỉnh thiết bị tự động | 335 |
| 18.1.1 | Thử và hiệu chỉnh van tiết lưu nhiệt | 335 |
| 18.1.2 | Hiệu chỉnh role nhiệt độ (thermostat) | 336 |
| 18.1.3 | Hiệu chỉnh role áp suất (RLAS) | 337 |
| 18.2. | Xác định đặc tính của máy và hệ thống lạnh | 337 |
| 18.2.1 | Hiệu suất thể tích của máy nén | 337 |
| 18.2.2 | Năng suất lạnh của máy nén | 338 |
| 18.2.3 | Đo lưu lượng | 340 |

Chương 19 : AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH

| | | |
|--------|---|-----|
| 19.1. | Đại cương | 342 |
| 19.2. | Điều khoản chung | 342 |
| 19.3. | Môi chất lạnh | 343 |
| 19.4. | Máy và thiết bị thuộc hệ thống lạnh | 343 |
| 19.4.1 | Điều kiện xuất xưởng, lắp đặt máy và thiết bị thuộc hệ thống lạnh | 343 |
| 19.4.2 | Phòng máy và thiết bị | 344 |
| 19.4.3 | Ống và phụ kiện đường ống | 345 |
| 19.4.4 | Các thiết bị điện trong hệ thống lạnh | 346 |

| | |
|---|-----|
| 19.5. Một số quy định khác về kỹ thuật an toàn đối với hệ thống lạnh | 346 |
| 19.6. Dụng cụ đo lường, an toàn và kiểm tra thử nghiệm hệ thống lạnh | 347 |
| 19.6.1 Van an toàn | 347 |
| 19.6.2 Áp kế | 347 |
| 19.6.3 Thử nghiệm máy và thiết bị | 348 |
| 19.7. Khám nghiệm kỹ thuật | 348 |
| 19.7.1 Cơ quan thanh tra kỹ thuật an toàn | |
| 19.7.2 Nội dung khám nghiệm | 348 |
| 19.8. Đăng kí sử dụng và bảo hộ lao động | 349 |
| <i>Phụ lục : CÁC BẢNG BIỂU</i> | 349 |
| Phụ lục 1. Tính chuyển đổi các đơn vị sang hệ SI | |
| Phụ lục 2. Áp suất bão hoà của hơi nước trên nước đá, mbar | 350 |
| Phụ lục 3. Áp suất bão hoà của hơi nước trên nước được làm lạnh và không được làm lạnh, mbar | 351 |
| | 352 |

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Biên tập lần đầu :

THANH BÌNH

Biên tập tái bản :

TRẦN NGỌC KHÁNH

Trình bày bìa :

MẠNH DỨA

Sửa bản in :

TUẤN LINH

Chế bản :

PHÒNG CHẾ BẢN (NXB GIÁO DỤC TẠI HÀ NỘI)

KỸ THUẬT LẠNH ỨNG DỤNG

Mã số: 7B208y9 – DAI

In 1.000 bản (QĐ : 12), khổ 19 x 27 cm. In tại Công ty CP In Thái Nguyên.

Địa chỉ : Phường Quang Trung, TP. Thái Nguyên.

Số ĐKKH xuất bản : 04 – 2009/CXB/101 – 2117/GD.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 3 năm 2009.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVOBCO
25 HÀN THUYỀN - HÀ NỘI
Website : www.hevobco.com.vn

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

- | | |
|---|--|
| 1. Tự động hoá hệ thống lạnh | Nguyễn Đức Lợi |
| 2. Máy và thiết bị lạnh | Nguyễn Đức Lợi – Phạm Văn Tuy |
| 3. Kỹ thuật lạnh cơ sở | Nguyễn Đức Lợi – Phạm Văn Tuy |
| 4. Kỹ thuật lạnh ứng dụng | Nguyễn Đức Lợi – Phạm Văn Tuy Đinh Văn Thuận |
| 5. Bài tập kỹ thuật lạnh | Nguyễn Đức Lợi – Phạm Văn Tuy |
| 6. Vật liệu kỹ thuật nhiệt và kỹ thuật lạnh | Nguyễn Đức Lợi – Phạm Văn Tuy Nguyễn Khắc Xương |
| 7. Ga, dầu và chất tải lạnh | Nguyễn Đức Lợi |

*Bạn đọc có thể mua tại các Công ti Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương
hoặc các Cửa hàng của Nhà xuất bản Giáo dục :*

Tại Hà Nội : 25 Hàn Thuyên ; 187B Giảng Võ ; 232 Tây Sơn ; 23 Tràng Tiền ;

Tại Đà Nẵng : Số 15 Nguyễn Chí Thanh ; Số 62 Nguyễn Chí Thanh ;

Tại Thành phố Hồ Chí Minh : 104 Mai Thị Lựu, Quận 1 ; Cửa hàng 451B - 453,

Hai Bà Trưng, Quận 3 ; 240 Trần Bình Trọng – Quận 5.

Tại Thành phố Cần Thơ : Số 5/5, đường 30/4 ;

Website : www.nxbgd.com.vn



8934980934739



Giá: 49.000 đ