CK.0000054022

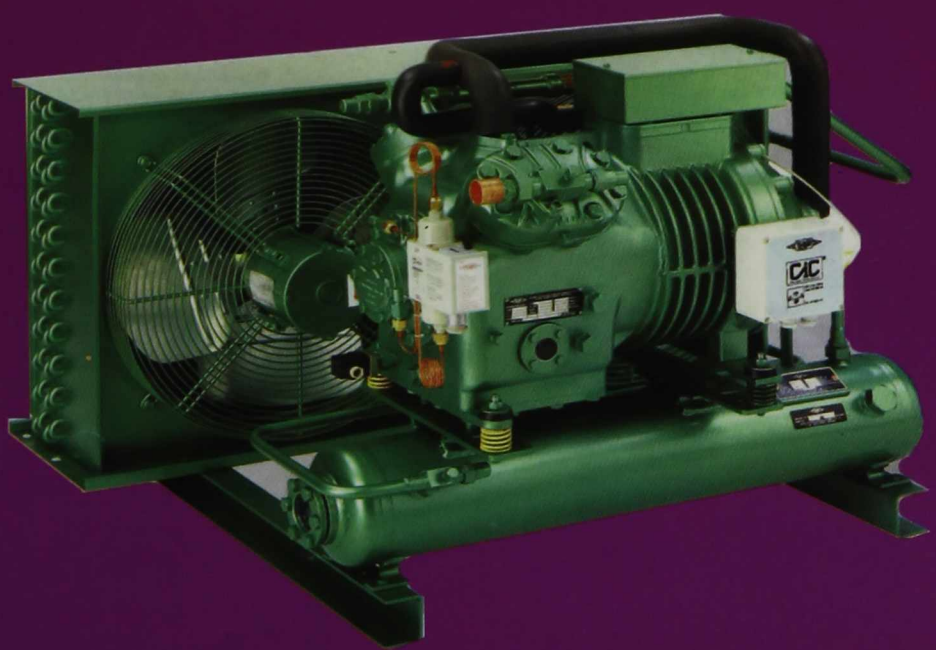
NGUYỄN ĐỨC LỢI

SỔ TAY KỸ THUẬT LẠNH

THIẾT BỊ TIẾT LƯU

và THIẾT BỊ PHỤ

(In lần thứ hai)



GUYÊN
C LIỆU

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA - HÀ NỘI

SỔ TAY KỸ THUẬT LẠNH

NGUYỄN ĐỨC LỢI

THIẾT BỊ TIẾT LƯU
VÀ
THIẾT BỊ PHỤ

(In lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA – HÀ NỘI

Mã số: 112-2009/CXB/149-06/BKHN

LỜI NÓI ĐẦU

Kỹ thuật lạnh và điều hòa không khí (ĐHKK) trong những năm qua đã phát triển rất mạnh mẽ. Nhờ các tiến bộ khoa học kỹ thuật mà các máy lạnh và ĐHKK ngày nay không ngừng được cải tiến về mọi mặt để máy ngày càng có hiệu suất cao hơn, tiêu tốn điện năng ít hơn, trình độ tự động hóa cao hơn, độ tin cậy và tuổi thọ cao hơn. Toàn bộ các kiến thức về kỹ thuật lạnh và ĐHKK không thể chỉ gói gọn trong một vài cuốn giáo trình cho sinh viên mà chúng ta đã xuất bản vì những kiến thức đó ngày nay vô cùng đa dạng và phong phú với hàng ngàn cuốn sách, tạp chí xuất bản hàng ngày trên toàn thế giới.

Để có thể giới thiệu sâu thêm về từng lĩnh vực của kỹ thuật lạnh, chúng tôi có ý định ra loạt sách sổ tay kỹ thuật lạnh mà cuốn sách ***Thiết bị tiết lưu và thiết bị phụ*** là một ví dụ. Sau cuốn sách này chúng tôi sẽ cố gắng giới thiệu với độc giả những cuốn tiếp theo về kỹ thuật lạnh cơ sở cũng như ứng dụng như: *Máy nén lạnh; Các thiết bị tự động; Thiết bị trao đổi nhiệt; Máy làm đá;...*

Cuốn sách ***Thiết bị tiết lưu và thiết bị phụ*** đi sâu giới thiệu và phân tích sự vận hành của toàn bộ các loại thiết bị tiết lưu đã được phát triển và ứng dụng trong kỹ thuật lạnh và ĐHKK, đặc biệt là các loại van tiết lưu điện tử. Đây là loại van tiết lưu tiên tiến nhất, tuy phức tạp và đắt tiền nhưng ngày càng được sử dụng rộng rãi vì hiệu quả kinh tế cao mà nó mang lại. Ngoài ra cuốn sách cũng giới thiệu một số thiết bị phụ sử dụng cho hệ thống lạnh freôn và amoniac mới nhất.

Sách có thể dùng làm tài liệu hướng dẫn học tập cho các kỹ sư, sinh viên, cán bộ kỹ thuật về nghiên cứu vận hành lắp ráp sửa chữa bảo dưỡng máy lạnh và ĐHKK. Sách cũng có thể dùng làm tài liệu cho tất cả mọi người quan tâm đến kỹ thuật lạnh và ĐHKK.

Cuốn sách chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, nhầm lẫn, chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp xây dựng của bạn đọc. Các ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Bách Khoa – số 1 - Đại Cồ Việt – Hai Bà Trưng – Hà Nội, hoặc tác giả Nguyễn Đức Lợi – Viện Nhiệt Lạnh – Trường Đại học Bách Khoa – Hà Nội. Mob: 098.22.88.995; Tel, Fax: 04.7165860 (NR).

PGS. TS. NGUYỄN ĐỨC LỢI

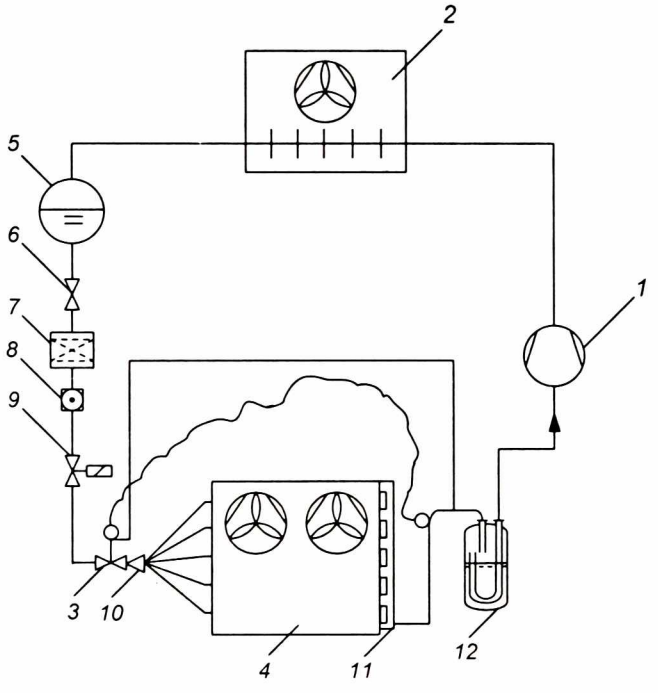
Chương 1

VAN TIẾT LƯU NHIỆT TEV

1.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ MÁY LẠNH VÀ ĐẶC ĐIỂM TIẾT LƯU TRONG VẬN HÀNH MÁY LẠNH

1.1.1. Sơ đồ một máy lạnh thông dụng

Hệ thống máy lạnh và điều hoà không khí bay hơi trực tiếp ga lạnh là freôn được sử dụng rất rộng rãi. Hệ thống bay hơi trực tiếp được giới thiệu trên hình 1.1.



Hình 1.1. Sơ đồ máy lạnh thông dụng (hệ thống bay hơi trực tiếp)

1. Máy nén; 2. Dàn ngưng tụ; 3. Van tiết lưu nhiệt; 4. Dàn bay hơi; 5. Bình chứa cao áp; 6. Van chặn; 7. Phin sấy lọc; 8. Mắt ga; 9. Van điện từ; 10. Đầu chia lỏng; 11. Ống góp hơi; 12. Bình tích lỏng.

1.1.2. Thế nào là hệ thống bay hơi trực tiếp và gián tiếp

Hệ thống bay hơi trực tiếp là hệ thống mà dàn bay hơi có ga lạnh sôi trong ống làm lạnh trực tiếp không khí phòng hoặc làm lạnh trực tiếp sản phẩm bảo quản.

Hệ thống gián tiếp là hệ thống làm lạnh không khí phòng hoặc làm lạnh sản phẩm nhờ một vòng chất tải lạnh trung gian như nước, nước muối. ở đây, ga lạnh sôi trong bình bay hơi để làm lạnh nước hoặc nước muối sau đó nước và nước muối lạnh mới được đưa đến làm lạnh phòng nhờ bơm với vòng tuần hoàn chất tải lạnh.

1.1.3. Các thiết bị chính của hệ thống lạnh: Trong hệ thống lạnh có nhiều thiết bị khác nhau nhưng chỉ có 4 thiết bị được coi là thiết bị chính, đó là: máy nén, thiết bị ngưng tụ, thiết bị tiết lưu và thiết bị bay hơi. Thiếu một trong các thiết bị này hệ thống lạnh không thể hoạt động được.

1.1.4. Các thiết bị phụ của hệ thống lạnh: Là các thiết bị hỗ trợ để tăng độ hiệu quả, độ an toàn, độ tin cậy khi vận hành hệ thống lạnh. Tuỳ từng loại ga lạnh và cấu tạo hệ thống, các thiết bị phụ có thể được sử dụng là: bình tách dầu, chứa dầu, phân phối dầu, bình chứa cao áp, hạ áp, tuần hoàn, thu hồi, các van chặn, van 1 chiều, phin sấy, phin lọc, mắt ga, mắt dầu, van điện từ, đầu chia lỏng, ống góp hơi, bình tách lỏng, bình tích lỏng ... Các thiết bị phụ không bao giờ được coi là thiết bị chính. Các thiết bị phụ đóng một vai trò quan trọng trong vận hành, đặc biệt vận hành non tải, xả băng, thay đổi chu trình làm việc như làm lạnh sang sưởi ấm và ngược lại ...

1.1.5. Hệ thống điện và tự động của hệ thống lạnh: Các thiết bị điện và tự động hóa của hệ thống lạnh là các thiết bị điều khiển, điều chỉnh, báo hiệu, bảo vệ... động cơ, máy nén, thiết bị và cụm thiết bị nhằm đảm bảo cho máy lạnh hoạt động tự động không cần công nhân vận hành một cách an toàn, tin cậy, kinh tế và tuổi thọ cao. Ví dụ rơle khởi động, bảo vệ; rơle nhiệt độ; rơle áp suất cao, thấp các loại, đặc biệt thiết bị tiết lưu cũng là loại thiết bị tự động tiết chế lưu lượng rất quan trọng.

1.1.6. Hệ số COP và IPLV

COP (Coefficient of Performance) là hệ số hiệu quả năng lượng tương đương hệ số lạnh ε trong các giáo trình kỹ thuật lạnh. Ngày nay người ta dùng COP hoặc $COP_{cooling}$ để chỉ hệ số lạnh ε, còn $COP_{heating}$ để chỉ hệ số nhiệt của bơm nhiệt φ ở chế độ vận hành tiêu chuẩn (ví dụ, đối với điều hòa không khí làm mát: $t_N = 35^0C$, $t_T = 27^0C$; sưởi ấm $t_N = 7^0C$, $t_T = 20^0C$) ở 100% tải.

Chạy non tải và IPLV: Chạy non tải, còn gọi chạy giảm tải hoặc chạy một phần tải là máy lạnh chạy chưa hết 100% công suất thiết kế. Theo thống kê của Mỹ, một hệ thống điều hoà không khí thiết kế thường chỉ chạy 1% thời gian đầy

tải, còn 99% thơi gian chạy non tải trong đó 42% thời gian chạy ở 75% tải, 45% thời gian chạy 50% tải và 12% thời gian chạy ở 25% tải. Hiệu suất chạy non tải IPLV (integrated part load value) theo tiêu chuẩn Mỹ ARI 550/590 được định nghĩa như sau:

$$IPLV = 0{,}01A + 0{,}42B + 0{,}45C + 0{,}12D,\ kW/kW \text{ hoặc } RT/kW$$

trong đó A, B, C, D là COP (kW lạnh / kW điện tiêu tốn hoặc tấn lạnh RT/kW điện tiêu tốn) ở 100%, 75%, 50% và 25% tải. Vậy IPLV chính là COP giảm tải hay COP tính cho cả năm. IPLV vì vậy là hệ số chính xác và khoa học nhất để đánh giá hiệu quả năng lượng của máy lạnh và máy điều hòa không khí.

IPLV đồng thời cũng được dùng để biểu thị đại lượng nghịch đảo của COP là chỉ số tiêu thụ điện năng PIC (Power input per Capacity). PIC = 1/COP.

$$IPLV = \frac{1}{\frac{0{,}01}{A} + \frac{0{,}42}{B} + \frac{0{,}45}{C} + \frac{0{,}12}{D}},\ kW/kW \text{ hoặc } kW/RT$$

trong đó A, B, C, D lại là PIC (1 kW điện tiêu tốn/tấn lạnh hiệu quả). Để chạy giảm tải hiệu quả, hệ thống lạnh biểu diễn ở hình 1.1 phải bao gồm một loạt các thiết bị phụ cần thiết để đảm bảo cho hệ thống vận hành tin cậy và an toàn ở cả chế độ đầy tải và giảm tải.

1.1.7. Các vấn đề nảy sinh với van tiết lưu khi chạy giảm tải

Nói chung, khi chạy máy ở chế độ giảm tải sẽ có 1 số vấn đề cần giải quyết là:

1. Phạm vi làm việc của van tiết lưu: nhiều loại van tiết lưu chỉ có khả năng điều chỉnh năng suất ± 20%. Chỉ một số loại đặc biệt mới có thể điều chỉnh năng suất van xuống 50% hoặc 25%. Do đó để có thể điều chỉnh thấp hơn nữa, đôi khi phải chia làm 2 vòng tuần hoàn với 2 van điện từ đóng mở cho từng van. Chỉ có van tiết lưu điện tử với khả năng điều chỉnh năng suất lạnh từ 0 đến 100% là thích hợp nhất với yêu cầu chạy non tải.

2. Khi chạy non tải, lượng ga giảm nên tốc độ ga trong đường ống nhỏ, cản trở sự tuần hoàn của dầu, đặc biệt với đường ống đứng đi lên, khả năng hồi dầu về máy nén kém, máy nén thiếu dầu, các thiết bị trao đổi nhiệt lại bị tràn ngập dầu cản trở quá trình trao đổi nhiệt.

3. Khi điều chỉnh năng suất lạnh theo kiểu ON - OFF máy nén thì có thể phát sinh hiện tượng ga lạnh bị dầu hấp thụ ở cácte máy nén do ái lực giữa dầu và ga lạnh. Khi máy nén khởi động trở lại, áp suất trong các te giảm xuống đột ngột, ga lạnh bốc hơi, làm cho dầu sủi bọt mãnh liệt. Bọt ga dầu đi vào xi lanh làm cho máy nén làm việc nặng nề và có thể gây va đập thuỷ lực làm hư hỏng máy nén. Vì dầu đi vào xi

lanh nên trong các te thiếu dầu bôi trơn. Điều này cũng làm cho máy nén thiếu bôi trơn và làm hư hỏng máy nén. Ở đây cũng lại xảy ra hiện tượng thiếu dầu trong máy nén, thừa dầu ở các thiết bị ngưng tụ, bay hơi, làm giảm quá trình trao đổi nhiệt.

4. Các thiết bị làm việc không ổn định. Thông thường một thiết bị chỉ có một phạm vi làm việc hiệu quả, ngoài phạm vi đó, thiết bị sẽ làm việc không ổn định và dẫn đến cả hệ thống làm việc không ổn định. Ví dụ như van tiết lưu nhiệt đã nói ở phần trên là rõ ràng nhất, sau đó là việc hồi dầu cho máy nén... Một ví dụ khác là đầu chia lỏng. Khi chạy non tải, lưu lượng ga giảm sẽ làm cho đầu chia lỏng làm việc không hiệu quả, lỏng chỉ đi vào các lối phía dưới của dàn bay hơi còn phía trên chỉ có hơi ...

Ngoài các thiết bị phụ giúp cho việc vận hành non tải còn các thiết bị phụ giúp việc duy trì độ tinh khiết của ga lạnh trong hệ thống như phin sấy, lọc, thiết bị xả khí không ngưng vì trong khi vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa, ẩm, khí không ngưng và cặn bẩn có thể lọt vào hệ thống.

1.2. VAN TIẾT LƯU NHIỆT CÂN BẰNG TRONG

Van tiết lưu nhiệt có tên đầy đủ là van tiết lưu tĩnh nhiệt (tiếng Anh là Thermostatic Expansion Valve, viết tắt là TEV) là loại van tiết lưu được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay bởi hiệu suất cao cũng như khả năng ứng dụng đa dạng của nó trong rất nhiều máy lạnh trong các lĩnh vực khác nhau.

1.2.1. Cấu tạo và làm việc

Nguyên tắc làm việc của nó là giữ một độ quá nhiệt ổn định của ga lạnh sau dàn bay hơi. Độ quá nhiệt này đảm bảo cho dàn bay hơi luôn được cung cấp đủ lỏng từ van tiết lưu để làm việc có hiệu quả nhất. Độ quá nhiệt này cũng đồng thời đảm bảo lỏng không lọt về máy nén gây va đập thuỷ lực. Van tiết lưu nhiệt có khả năng thích ứng tốt cả ở điều kiện chạy 100% tải và non tải hoặc có tải biến động.

Hình 1.2 giới thiệu nguyên tắc cấu tạo của 1 van tiết lưu nhiệt.

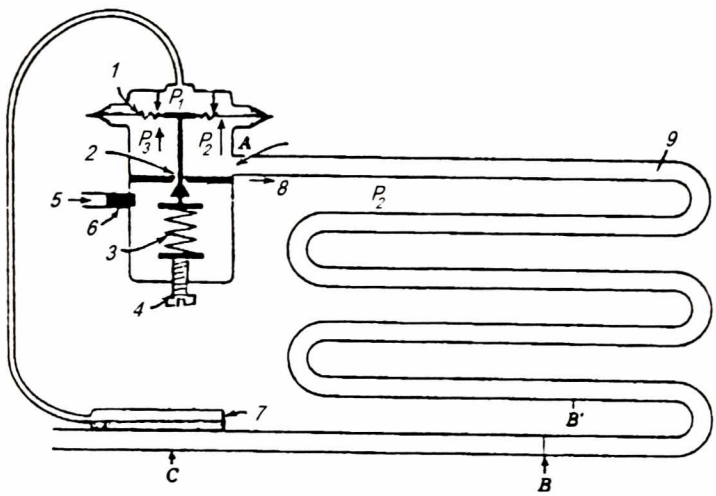
Lỏng từ dàn ngưng tụ đi vào van qua cửa 5, phin lọc 6, qua kim và đế van 2, qua cửa 8 để vào dàn bay hơi 9. Đế van nằm cố định nhưng kim van được gắn liền với màng dãn nở 1 và được tỳ lên lò xo 3. Nhờ bầu cảm 7 có nạp lỏng bên trong mà nhiệt độ quá nhiệt của hơi ra khỏi dàn bay hơi chuyển thành tín hiệu áp suất làm co dãn màng 1, qua đó tác động điều chỉnh đóng bớt hoặc mở rộng thêm cửa thoát. Nhờ lò xo 3 và vít 4 ta có thể điều chỉnh được độ quá nhiệt hơi ra khỏi dàn bay hơi ở điểm C.

Sự hoạt động của van tiết lưu nhiệt được quyết định bởi 3 lực cơ bản (xem hình 1.3), trong đó:

p_1 - áp suất của bầu cảm nhiệt tác động lên phía trên của màng dãn nở, để mở to thêm cửa van.

p_2 - áp suất bay hơi tác động ngược lại ở phía dưới màng dãn nở, để đóng bớt cửa van.

p_3 - áp suất của lò xo có xu hướng đóng bớt cửa van, nó tác dụng lên kim van và qua chốt van, tác động lên màng dãn nở. Lò xo này được gọi là lò xo quá nhiệt vì kết hợp với vít 4 có thể điều chỉnh được độ quá nhiệt của hơi hút ở cửa ra của dàn bay hơi.



Hình 1.2. Van tiết lưu nhiệt (cân bằng trong)

1. Màng dãn nở; 2. Kim van và đế van; 3. Lò xo; 4. Vít điều chỉnh độ quá nhiệt; 5. Ga lỏng vào; 6. Lưới lọc; 7. Bầu cảm nhiệt; 8. Lỏng vào dàn bay hơi; 9. Dàn bay hơi. Điểm A - lỏng phun vào dàn bay hơi; Điểm B' - đại bộ phận lỏng đã hoá hơi; Điểm B - toàn bộ lỏng đã hoá hơi (hơi bão hoà khô); Điểm C - hơi quá nhiệt.

Khi van vận hành ổn định thì áp suất của bầu cảm cân bằng với áp suất bay hơi cộng với áp suất lò xo theo biểu thức:

$$p_1 = p_2 + p_3 \qquad (1.1)$$

Nếu trong bầu cảm cũng sử dụng loại ga lạnh giống như trong hệ thống lạnh thì lực tác dụng sẽ giống nhau khi ở cùng nhiệt độ. Sau khi bay hơi hết trong dàn bay hơi (điểm B) hơi bắt đầu tăng nhiệt độ và có độ quá nhiệt, ví dụ tăng thêm 5K ở điểm C. Độ quá nhiệt đó gây ra bởi lực của lò xo "quá nhiệt". Tuy nhiên áp suất