

2. DỰ THẢO

Tài liệu hướng dẫn

**Kỹ thuật tối ưu hóa chế độ vận hành của hệ thống điều hòa không khí
trong các công trình văn phòng hướng tới sử dụng năng lượng tiết
kiệm và hiệu quả**

MỤC LỤC

1. GIỚI THIỆU	1
1.1 Tổng quan.....	1
1.2 Mục đích.....	1
2. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG ĐHKK	2
2.1 Nguyên lý làm việc của hệ thống lạnh.....	2
2.2 Phân loại hệ thống ĐHKK	2
2.3 Các chỉ số hiệu quả năng lượng	4
2.4 Các môi chất lạnh và môi trường	5
3. NGUYÊN TẮC THỰC HÀNH TỐT TRONG VẬN HÀNH HỆ THỐNG	7
3.1 Máy điều hòa không khí cục bộ	7
3.2 Hệ thống điều hòa VRF	9
3.3 Hệ thống điều hòa Water Chiller	12
4. NGUYÊN TẮC THỰC HÀNH TỐT TRONG SỬA CHỮA, BẢO DƯỠNG	25
4.1 Nguyên tắc thực hành tốt trong sửa chữa bảo dưỡng	25
4.2 Quy trình bảo dưỡng, sửa chữa thiết bị lạnh.....	25
5. TÀI LIỆU THAM KHẢO	31

1. GIỚI THIỆU

1.1 Tổng quan

Thời gian gần đây, bùng nổ tiêu thụ năng lượng đang trở thành một trong những vấn đề nhiều nước trên thế giới quan tâm hàng đầu. Nguồn nhiên liệu hóa thạch đang dần cạn kiệt và gây ra những vấn đề môi trường nghiêm trọng. Trong khi đó, biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường là các thách thức lớn mà nhân loại đang phải đối mặt. Để giải quyết thách thức này, bên cạnh việc phát triển các công nghệ tiên tiến, thân thiện với môi trường thì việc sử dụng năng lượng hiệu quả, tiết kiệm và bền vững đang là đích hướng đến của các quốc gia, công ty và tổ chức.

Các nghiên cứu cho thấy ngành xây dựng và các tòa nhà ở Việt Nam chiếm đến 35–40% tổng tiêu thụ năng lượng và phát thải 12% khí nhà kính. Nhu cầu tiêu thụ năng lượng trong ngành này được dự báo vẫn tiếp tục tăng trong thập niên tới cùng với mức độ đô thị hóa diễn ra mạnh trên cả nước. Do vậy, thúc đẩy nghiên cứu cũng như đưa ra giải pháp sử dụng tiết kiệm năng lượng trong các tòa nhà, đặc biệt là tòa nhà văn phòng sử dụng ĐHKK trở thành một trong các nhiệm vụ cấp thiết hiện nay.

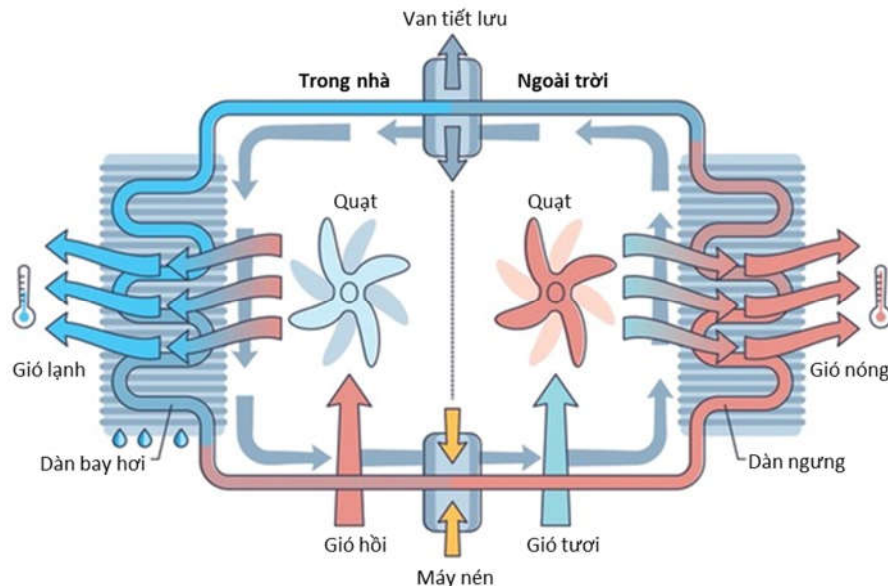
1.2 Mục đích

Tài liệu này được sử dụng cho các cá nhân, tổ chức vận hành ĐHKK cho các tòa nhà văn phòng đang hoạt động tại Việt Nam. Nội dung tập trung vào giới thiệu các giải pháp tiết kiệm năng lượng trong vận hành hệ thống ĐHKK dùng cho văn phòng, nguyên tắc thực hành tốt trong quá trình bảo dưỡng, vận hành hệ thống ĐHKK cũng như các hướng dẫn về an toàn khi thao tác với các hệ thống này. Với nội dung ngắn gọn, được tham chiếu từ các tiêu chuẩn và các hướng dẫn thực hành tốt, tài liệu sẽ là nguồn tài liệu tham khảo hữu ích dành cho các kỹ thuật viên, người quản lý hệ thống nhằm nâng cao hiểu biết về việc vận hành hệ thống ĐHKK trong các công trình văn phòng hướng tới sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả mà vẫn đảm bảo điều kiện tiện nghi và chất lượng không khí bên trong tòa nhà.

2. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG ĐHKK

2.1 Nguyên lý làm việc của hệ thống lạnh

Hệ thống lạnh hoạt động dựa trên định luật thứ hai của nhiệt động lực học. Trong quá trình làm lạnh, lượng nhiệt không mong muốn được lấy từ nơi này và thải ra nơi khác thông qua tuần hoàn môi chất lạnh. Môi chất lạnh đi qua khu vực cần làm lạnh, sẽ hấp thụ nhiệt từ các nơi này (trong nhà) và truyền lượng nhiệt đã hấp thụ ra môi trường xung quanh (ngoài nhà).



Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống lạnh

Các thiết bị chính của hệ thống lạnh:

- **Máy nén (Compressor):** Nén hơi môi chất lạnh từ áp suất thấp lên áp suất cao.
- **Thiết bị ngưng tụ (Condenser):** Ngưng tụ môi chất lạnh (áp suất cao) trạng thái hơi (khí) về trạng thái lỏng.
- **Thiết bị tiết lưu (Expansion Valve):** Giảm áp suất môi chất lạnh từ cao xuống áp suất thấp.
- **Thiết bị bay hơi (Evaporator):** Môi chất lạnh ở trạng thái lỏng (áp suất thấp) nhận nhiệt (từ môi trường) chuyển thành trạng thái hơi.

2.2 Phân loại hệ thống ĐHKK

“Điều hòa không khí là quá trình tạo ra và duy trì ổn định trạng thái không khí trong nhà theo một chương trình định trước, không phụ thuộc vào trạng thái không khí ngoài trời”.

Hệ thống điều hòa không khí được phân loại theo nhiều cách khác nhau như theo mục đích sử dụng (tiện nghi, công nghệ), theo mức độ tin cậy và kinh tế (cấp 1, cấp 2, cấp 3), theo cách truyền tải lạnh (trực tiếp, gián tiếp)... Ngày nay cách phân loại thường dùng là theo quy mô hệ thống, bao gồm: Máy điều hòa cục bộ, Hệ thống điều hòa tổ hợp gọn và Hệ thống điều hòa trung tâm.

Với các công trình văn phòng, hệ thống ĐHKK được sử dụng rất đa dạng với nhiều chủng loại khác nhau, tuy nhiên, phổ biến nhất là Máy điều hòa cục bộ, Hệ thống điều hòa VRF và

Hệ thống điều hòa trung tâm Water Chiller. Trong các phần tiếp theo, Sổ tay sẽ tập trung nội dung vào 03 loại điều hòa này.

2.3.1 Máy điều hòa cục bộ (split type)

Máy điều hòa cục bộ là các tổ hợp máy lẻ có công suất bé, dễ dàng lắp đặt, sửa chữa, vận hành. Máy điều hòa cục bộ có các loại máy điều hòa cửa sổ (ít dùng ở Việt Nam) và máy điều hòa ghép (2 mảnh).

Các máy điều hòa này chỉ có tác dụng điều hòa trong không gian hẹp và các dàn lạnh thường đặt trực tiếp trong phòng để làm lạnh / sưởi ấm cho phòng. Chênh lệch chiều dài đường ống dẫn môi chất lạnh và chênh lệch chiều cao giữa dàn trong nhà và ngoài nhà khá hạn chế. Do đó, các máy này phù hợp cho không gian nhỏ, tải lạnh bé, có không gian cho lắp đặt dàn ngoài trời gần với dàn trong nhà. Thiết bị đơn giản, gọn nhẹ, chi phí đầu tư và lắp đặt thấp.

2.3.2 Hệ thống điều hòa VRF

Với các công trình có diện tích lớn, tải lạnh trung bình, nhiều không gian cần điều hòa, đặc biệt là các công trình cao tầng, việc sử dụng máy điều hòa cục bộ là khá hạn chế do giới hạn về kỹ thuật và thẩm mỹ. Vì vậy, trong những năm gần đây, hệ thống điều hòa VRF được xem như là giải pháp điều hòa tiên tiến cho các công trình công cộng cao tầng. Với các ưu điểm nhỏ gọn, linh hoạt, hiệu quả cao, mẫu mã đa dạng và giới hạn làm việc lớn (chênh lệch độ cao cụm ngoài nhà/dàn trong nhà, chiều dài đường ống dẫn môi chất cho phép...), hệ thống điều hòa VRF đặc biệt phù hợp cho các công trình văn phòng diện tích trung bình, chiều cao công trình vừa phải.

VRF - Variable Refrigerant Flow là công nghệ tuần hoàn lưu lượng môi chất lạnh tối thiểu cần thiết trong khi làm lạnh hoặc sưởi ấm. Đây là hệ thống làm lạnh trực tiếp (DX), phục vụ nhiều vùng nhiệt độ (Zone) khác nhau. Sử dụng đường ống dẫn môi chất lạnh phân tán với nhiều dàn trong nhà (Indoor unit) được kết nối với cụm ngoài nhà (Outdoor unit). Các hệ thống này sử dụng các máy nén biến tần, van tiết lưu điện tử kết hợp với quạt ngưng tụ tốc độ thay đổi và công nghệ máy nén tốc độ thay đổi để đạt được hiệu quả cao.

2.3.3 Hệ thống điều hòa trung tâm Water Chiller

Với các công trình có tải lạnh lớn, diện tích lớn ($\geq 10.000 \text{ m}^2$), giải pháp điều hòa trung tâm Water Chiller là một lựa chọn hợp lý. Hệ thống bao gồm máy làm lạnh nước (Water Chiller), tháp giải nhiệt (Cooling Tower), bơm nước, AHU, FCU, đường ống... Đây là hệ thống gián tiếp – môi chất lạnh làm lạnh nước (chất tải lạnh) và sử dụng nước lạnh để làm lạnh không khí.

Máy làm lạnh nước Water Chiller sử dụng chu trình làm lạnh nén hơi khác nhau tùy theo loại máy nén được sử dụng. Máy nén pittông và xoắn ốc thường được sử dụng trong các thiết bị làm lạnh nhỏ. Máy nén trục vít thường được sử dụng trong các thiết bị làm lạnh cỡ trung bình. Máy nén ly tâm thường được sử dụng trong các thiết bị làm lạnh lớn.

Các bộ trao đổi nhiệt trong máy làm lạnh nước (thiết bị ngưng tụ và bay hơi) có tác động lớn thứ hai đến hiệu quả và chi phí của máy làm lạnh. Một trong những điểm khác biệt đặc biệt

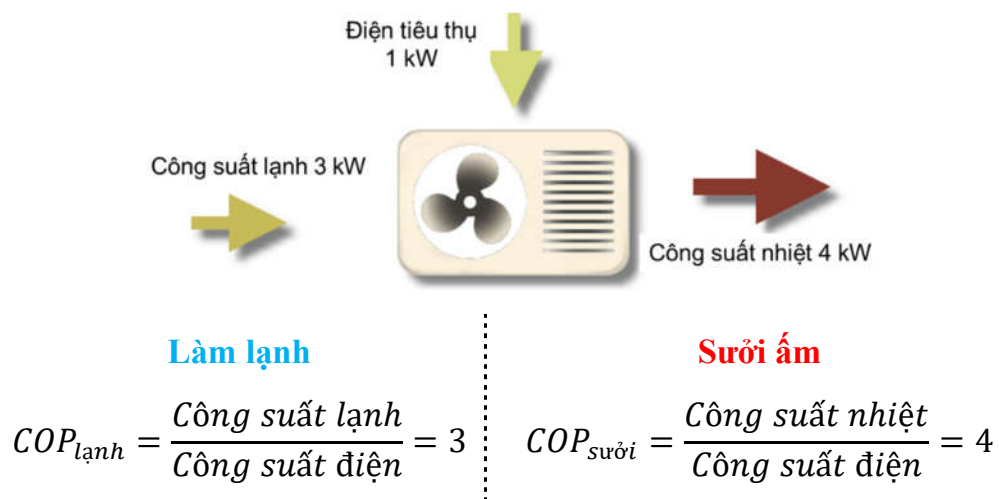
nhất trong các thiết bị trao đổi nhiệt là loại thiết bị ngưng tụ được chọn – giải nhiệt bằng không khí và giải nhiệt bằng nước.

Water Chiller giải nhiệt gió thường có công suất lạnh từ 7.5 đến 500 tấn lạnh [25 đến 1,580 kW]. Trong khi đó, Water Chiller giải nhiệt nước thường có công suất từ 10 đến 3,000 tấn lạnh [35 đến 10,500 kW]. Các ưu điểm của Water Chiller giải nhiệt gió bao gồm chi phí bảo trì thấp hơn, hệ thống gọn hơn và lắp đặt dễ dàng hơn và vận hành tốt hơn ở môi trường nhiệt độ ngoài trời thấp. Ưu điểm của Water Chiller giải nhiệt nước bao gồm hiệu quả năng lượng cao hơn và tuổi thọ thiết bị lâu hơn.

2.3 Các chỉ số hiệu quả năng lượng

2.3.1 Khái niệm COP - Coefficient of Performance

Đối với máy lạnh, hệ số lạnh **COP** thường được sử dụng để đánh giá mức độ hiệu quả về mặt năng lượng của thiết bị. Hệ số lạnh COP là tỷ số giữa năng lượng hữu ích thu được và năng lượng cần thiết đầu vào. Thiết bị có hệ số COP càng cao thì càng tiết kiệm năng lượng.



Tuy nhiên, thực tế hệ số COP có khá nhiều hạn chế do giá trị thử ở tải định mức quy ước ở điều kiện xác định, trong khi thực tế điều kiện khí hậu ngoài trời luôn thay đổi và tải bên trong phòng cũng thay đổi vì nhiều lý do khác nhau. Để đánh giá hiệu quả năng lượng của ĐHKK cần phải có phương pháp đánh giá đặc tính năng lượng cho từng chủng loại máy khác nhau.

2.3.2 Hệ số hiệu quả năng lượng cho máy điều hòa cục bộ

Hệ số hiệu quả mùa làm lạnh - **CSPF** (Cooling Seasonal Performance Factor) được sử dụng để đánh giá hiệu quả năng lượng của máy điều hòa cục bộ. Hệ số CSPF đánh giá chính xác hơn COP về hiệu quả năng lượng trên thực tế của ĐHKK, đặc biệt ĐHKK biến tần trong toàn bộ thời gian hoạt động.

Hiện nay các máy điều hòa cục bộ không ống gió có công suất lạnh nhỏ hơn 12 kW tại thị trường Việt Nam đều phải thử nghiệm hiệu suất năng lượng và dán nhãn năng lượng trước khi bán ra thị trường.

2.3.3 Hệ số hiệu quả năng lượng cho máy điều hòa VRF

IEER (Integrated Energy Efficiency Ratio) là viết tắt của Hệ số hiệu quả năng lượng tích hợp được dùng để đánh giá hiệu quả năng lượng của hệ thống VRF. IEER được đo bằng cách tính đến hai yếu tố: Các mức tải khác nhau của các máy điều hòa và nhiệt độ khác nhau.

Công thức được sử dụng để tính IEER kết hợp cả hai yếu tố này. Phương trình IEER tính như sau:

$$\text{IEER} = (0.02 \times A) + (0.617 \times B) + (0.238 \times C) + (0.125 \times D)$$

Trong đó: A, B, C, D là EER ở 100%, 75%, 50% và 25% tải.

2.3.4 Hệ số hiệu quả năng lượng cho máy điều hòa Chiller

Hệ số **IPLV** (Integrated Part Load Value) là hệ số non tải tích hợp, thường được sử dụng để đánh giá hiệu quả năng lượng cho máy điều hòa Water Chiller.

Theo thống kê của ARI, các hệ thống ĐHKK lớn chỉ vận hành 1% thời gian trong năm ở 100% tải, còn 99% thời gian vận hành ở chế độ non tải, cụ thể 42% thời gian chạy ở 75% tải, 45% thời gian chạy ở 50% tải và 12% thời gian chạy ở 25% tải. Vì vậy tiêu chuẩn ANSI/AHRI 550/590 quy định lấy IPLV làm tiêu chuẩn đánh giá hiệu quả năng lượng của ĐHKK thay cho COP. Hệ số IPLV được tính như sau:

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

Trong đó: A, B, C, D là COP ở 100%, 75%, 50% và 25% tải.

2.4 Các môi chất lạnh và môi trường

Cho đến nay, rất nhiều môi chất lạnh đã được nghiên cứu, nhưng chỉ có rất ít môi chất lạnh có tính chất nhiệt động tốt và chi phí hợp lý được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, do tác động phá hủy tầng ô-zôn và làm nóng lên toàn cầu nên hiện nay nhiều môi chất đã bị cấm hoặc đang trong lộ trình loại trừ dần. Do đó, các nghiên cứu, thử nghiệm đang được thực hiện nhằm tìm ra các môi chất mới có hiệu suất làm việc cao và bảo vệ môi trường để thay thế môi chất lạnh cũ. Các môi chất lạnh sử dụng phổ biến là các freon thuộc nhóm: HCFC, HFC, hỗn hợp, và các môi chất lạnh tự nhiên. Tuy nhiên, nhược điểm chính của các môi chất lạnh này là có tính cháy (R32, R290, R600a) hoặc độc (NH₃). Do đó, cần có những hiểu biết về đặc điểm của chúng trong vận chuyển, thiết kế, lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng hệ thống lạnh và ĐHKK trong thực tế.

Đối với các môi chất lạnh có khả năng cháy, đặc điểm cơ bản của chúng là tính bắt cháy để tạo thành ngọn lửa. Dữ liệu về các đặc tính cháy của các môi chất lạnh có thể được tìm thấy trong các tài liệu và tiêu chuẩn an toàn.

Bảng 1 tổng hợp phân loại tính cháy và tính độc của một số loại môi chất thông dụng. Trong đó kí hiệu đầu biểu diễn tính độc của môi chất và kí hiệu còn lại biểu diễn tính cháy của môi chất như sau:

Tính độc: **A** (thấp); **B** (cao)

Tính cháy: **1** (không); **2L** (thấp); **2** (trung bình); **3** (cao).

Bảng 1. Bảng phân loại tính độc và tính cháy

Phân loại	Nhóm an toàn	
	A - Độc tính thấp	B - Độc tính cao
1	A1 (R22, R134a, R410A...)	B1 (R123...)
2L	A2L (R32, R1234yf...)	B2L (R717...)
2	A2 (R152a...)	B2
3	A3 (R290, R600a...)	B3

3. NGUYÊN TẮC THỰC HÀNH TỐT TRONG VẬN HÀNH HỆ THỐNG

3.1 Máy điều hòa không khí cục bộ

3.1.1 Quy trình vận hành máy ĐHKK cục bộ

a) Kiểm tra vị trí lắp đặt máy điều hòa

- Những nơi không khí có nhiều dầu, hơi nước hoặc bồ hóng.
- Môi trường có nhiều muối như khu vực gần biển.
- Những nơi có khí sunfua như suối nước nóng.
- Những nơi mà tuyết có thể làm tắc thiết bị ngoài trời.
- Vị trí chắc chắn, chịu được trọng lượng của thiết bị mà không làm tăng tiếng ồn hoặc độ rung của máy.
- Vị trí từ đó không khí thoát khỏi thiết bị ngoài trời hay tiếng ồn do máy hoạt động không làm những người xung quanh khó chịu.
- Kiểm tra nguồn điện cấp cho hệ thống ĐHKK đảm bảo an toàn, ổn định và đủ điện áp.

b) Quy trình vận hành

- Cấp nguồn điện cho máy điều hòa
- Khởi động và dừng máy bằng bộ điều khiển từ xa (ON/OFF)
- Lựa chọn chế độ làm việc (MODE): làm lạnh (COOL), Sưởi ấm (HEAT), Sấy (DRY) và Quạt (FAN).
- Thay đổi nhiệt độ phòng phù hợp với nhu cầu tiện nghi.
- Thay đổi tốc độ quạt/hướng gió theo yêu cầu.
- Đặt lịch hoạt động cho máy (TIME).

c) Hướng dẫn vận hành tiết kiệm năng lượng

- Không nên đặt nhiệt độ phòng quá lạnh hoặc quá nóng. Đặt chế độ nhiệt độ ở mức độ trung bình để tiết kiệm năng lượng (Mùa hè: 25-28°C; mùa đông 20-24°C).
- Sử dụng rèm che nắng của sổ để ngăn cản nhiệt bức xạ mặt trời để tăng hiệu quả làm lạnh.
- Các phin lọc bụi bị bẩn là nguyên nhân vận hành kém hiệu quả và tiêu tốn năng lượng. Nên làm sạch phin lọc bụi 2 tuần 1 lần.
- Máy điều hòa luôn tiêu thụ khoảng 15-35 W điện năng khi không làm việc, vì vậy, nếu không sử dụng trong thời gian dài, nên tắt các Aptomat của máy điều hòa.

3.1.2 Bảo dưỡng và vệ sinh máy điều hòa cục bộ

Nên bảo dưỡng máy theo định kỳ vì với một số điều kiện hoạt động nhất định, bên trong điều hòa có thể có mùi khó chịu sau vài mùa sử dụng, dẫn đến hoạt động kém hiệu quả

Trước khi vệ sinh, cần phải tắt máy và ngắt nguồn điện, che chắn phần điện và điều khiển. Vệ sinh các thiết bị: Dàn trong nhà, dàn ngoài nhà và điều khiển từ xa.

Lưu ý khi bảo dưỡng:

- + Không chạm vào phần kim loại của dàn trong nhà, nếu không sẽ có thể bị thương.
- + Khi tháo hoặc lắp tấm chắn trước, nên sử dụng dụng cụ chắc chắn và thao tác từng bước thật cẩn thận.
- + Khi tháo hoặc lắp tấm chắn trước, cần đỡ chắc tấm chắn bằng tay để khỏi rơi.
- + Khi vệ sinh tấm chắn không được dùng nước nóng quá 40°C, xăng, chất tẩy pha loãng hay các loại dầu bay hơi khác, cũng không được dùng các hợp chất đánh bóng, bàn chải hay các dụng cụ cầm tay khác.
- + Sau khi vệ sinh, cần đảm bảo tấm chắn được lắp lại chính xác.

3.1.3 An toàn

a) Cảnh báo nguy hiểm

- Để tránh hỏa hoạn, cháy nổ hoặc thương tích, không được vận hành máy nếu thấy máy có nguy cơ như máy ở gần khí dễ cháy hoặc ăn mòn.
- Không nên đứng trước luồng khí điều hòa trong thời gian dài vì sẽ không tốt cho sức khỏe.
- Không thò ngón tay, que hay các vật dụng khác vào cửa dẫn khí vào hoặc ra. Quạt đang quay với tốc độ cao sẽ có thể gây thương tích.
- Không được tự ý sửa chữa, lắp đặt hay chỉnh sửa máy điều hòa vì nếu thao tác không đúng sẽ có thể dẫn đến điện giật hoặc hỏa hoạn...
- Môi chất lạnh sử dụng trong điều hòa không khí tương đối an toàn. Mặc dù không nên để xảy ra rò rỉ, nhưng nếu vì lý do không may nào đó làm cho môi chất lạnh rò rỉ ra ngoài thì ta cần đảm bảo chất này không tiếp xúc với lửa hoặc các loại bếp hay lò sưởi.
- Nếu thấy hiệu quả làm mát của điều hòa kém, nên kiểm tra vì có thể môi chất lạnh bị rò rỉ.
- Chỉ nhân viên kỹ thuật có kinh nghiệm, lành nghề lâu năm được lắp đặt, sửa chữa, bảo dưỡng hệ thống. Lắp không đúng sẽ có thể gây ra rò nước, điện giật hay hỏa hoạn.
- Để tránh điện giật, cháy nổ hay thương tích, sự cố bất thường, phải tắt máy và ngắt nguồn điện trước khi thực hiện.

b) Quy tắc cần trọng

- + Điều hòa không khí phải được nối đất, nếu không sẽ có thể gây ra điện giật. Không được nối dây mát vào ống gas, ống nước, cần thu sét...
- + Để tránh điều hòa nhanh hỏng, không nên dùng điều hòa để làm mát các chi tiết chính xác, thức ăn, cây trồng, vật nuôi hay tác phẩm nghệ thuật.
- + Không được phép để trẻ nhỏ, cây trồng, vật nuôi hứng trực tiếp luồng khí từ điều hòa.
- + Không đặt các thiết bị tạo ra lửa hở hứng nguồn khí từ điều hòa hoặc phía dưới điều hòa trong phòng kín. Điều này có thể gây ra hiện tượng cháy không hoàn toàn hoặc hỏng máy do tiếp xúc với nguồn nhiệt.

- + Không chặn cửa dẫn khí, kể cả cửa ra vào. Luồng khí vào hay ra không đủ có thể dẫn đến hiệu suất làm việc kém hoặc hỏng máy.
- + Không đứng/ngồi lên thiết bị ngoài trời hoặc đặt bất cứ vật gì lên để tránh bị thương tích. Không được dỡ bỏ tấm chắn quạt.
- + Không đặt bất cứ vật gì phía dưới thiết bị trong phòng hay ngoài trời (tránh đặt nơi ẩm thấp). Trong một số điều kiện nhất định, hơi ẩm trong không khí có thể ngưng tụ thành hơi nước.
- + Sau một thời gian sử dụng, nên kiểm tra giá đỡ thiết bị và các bộ phận xem có hỏng hóc hay không.
- + Không chạm vào các cánh nhôm và cửa dẫn khí vào của thiết bị ngoài trời vì có thể dẫn đến thương tích.
- + Không nên để trẻ em hoặc người ốm sử dụng điều hòa nếu không có người giám sát.
- + Cần quản lý trẻ nhỏ không cho nghịch điều hòa.
- + Để tránh thiếu oxy, nên để phòng thông gió thường xuyên nếu cho điều hòa hoạt động cùng thiết bị tạo cháy.
- + Trước khi vệ sinh, cần phải tắt máy, ngắt cầu dao hoặc rút dây nguồn.
- + Không được nối điều hòa với nguồn điện khác với thông số trong đặc tính kỹ thuật vì sẽ có thể gây cháy hoặc các sự cố khác.
- + Tùy thuộc vào điều kiện môi trường mà có thể cần lắp thêm một cầu dao phát hiện dòng rò, nếu không có thể có nguy cơ bị điện giật.
- + Đặt ống xả nước ngưng sao cho đảm bảo nước được xả tự do. Tránh xả nước làm ướt khu nhà, đồ đạc...
- Không được phép chạm vào điều hòa (kể cả điều khiển từ xa) khi tay ướt.
- + Không lau rửa thiết bị trong phòng bằng quá nhiều nước, chỉ được dùng một miếng vải ẩm.
- + Không đặt các vật dụng như bình nước hay bất cứ vật gì khác lên trên thiết bị. Nước sẽ có thể thấm vào thiết bị, làm giảm hiệu quả cách điện, dẫn đến nguy cơ bị điện giật.

3.2 Hệ thống điều hòa VRF

3.2.1 Quy trình vận hành

Trong quá trình vận hành, toàn bộ các thiết bị luôn được cấp nguồn.

*** Bật máy**

- Bật nút ON/OFF trên điều khiển gắn dây thấy đèn đỏ sáng là dàn trong nhà đã được khởi động. Sau khoảng vài phút bộ xử lý sẽ lệnh cho dàn ngoài nhà khởi động phòng sẽ bắt đầu được làm lạnh (hoặc sưởi).
- Đặt chế độ làm lạnh (hoặc sưởi), tốc độ quạt gió, nhiệt độ... trên điều khiển gắn dây tại vị trí điều hòa muốn điều khiển.

* Tắt máy

- Tắt điều hòa bằng nút ON/OFF trên điều khiển từ xa (hoặc tắt từ điều khiển trung tâm). Không tắt trực tiếp dàn lạnh bằng aptomat vì sẽ làm ảnh hưởng phần mềm ứng dụng trong điều khiển.
- Khi toàn bộ dàn trong nhà của một hệ thống tắt thì toàn bộ dàn ngoài nhà điều hòa của hệ thống đó cũng sẽ ngừng hoạt động.
- Khi điều hòa, quạt không sử dụng trong thời gian dài có thể ngắt aptomat ngừng cấp nguồn cho các thiết bị đó.

* Lưu ý

Tuyệt đối không tắt aptomat tổng, aptomat của dàn ngoài nhà, trong thời gian dài vì dàn ngoài nhà cần nguồn điện để nuôi cho việc sấy dầu bôi trơn máy nén.

3.2.2 Bảo trì, bảo dưỡng hệ thống

Hệ thống điều hòa không khí cần có kế hoạch bảo trì, bảo dưỡng để đảm bảo điều kiện hoạt động lâu dài. Cụ thể như sau:

- Bảo trì dài hạn: 12 tháng một lần bảo dưỡng lớn.
- Bảo trì trung hạn: 6 tháng hoạt động bảo dưỡng 1 lần.
- Bảo trì ngắn hạn: 3 tháng hoạt động kiểm tra 1 lần.

a) Bảo dưỡng dàn ngoài nhà (Outdoor Unit)

TT	Hạng mục công việc	03 tháng	06 tháng	12 tháng
1	Kiểm tra áp suất đường hút, đẩy - hiệu chỉnh		x	x
2	Kiểm tra các đầu nối ống hút và đẩy giữa ống và outdoor - hiệu chỉnh		x	x
3	Kiểm tra rò rỉ hệ thống gas và xử lý nếu cần thiết	x	x	x
4	Kiểm tra phân định vị của Outdoor vào giá đỡ, hiệu chỉnh		x	x
5	Kiểm tra hệ thống điện (dòng, điện áp...), hệ thống điều khiển, bảo vệ an toàn máy, phụ kiện hệ thống điện của máy		x	x
6	Kiểm tra, hiệu chỉnh quạt outdoor		x	x
7	Làm vệ sinh công nghiệp toàn bộ outdoor		x	x
8	Làm vệ sinh dàn trao đổi nhiệt		x	x

b) Bảo dưỡng dàn trong nhà (indoor Unit)

TT	Hạng mục công việc	3 tháng	6 tháng	12 tháng
----	--------------------	---------	---------	----------

1	Làm sạch lưới lọc bụi, mặt nạ, cánh quạt, hiệu chỉnh		x	x
2	Kiểm tra các chế độ hoạt động theo điều khiển xa, hiệu chỉnh	x	x	x
3	Kiểm tra bơm nước thải. ống thoát nước ngưng, thông tắc đường ống, hiệu chỉnh bơm	x	x	x
4	Kiểm tra các đầu nối ống hút và đẩy giữa ống và indoor, hiệu chỉnh		x	x
5	Kiểm tra phần bảo ôn, hệ thống ống gió trong trần		x	x
6	Kiểm tra phần đầu nối điện, hiệu chỉnh		x	x
7	Làm vệ sinh dàn trao đổi nhiệt		x	x

3.2.3 Giải quyết sự cố

a) Các trường hợp không phải là sự cố

Các trường hợp sau đây là do một số lý do nhưng không phải là sự cố. Vẫn có thể sử dụng máy điều hòa như bình thường.

Trường hợp	Kiểm tra
Máy không hoạt động - Khi nhấn nút bật máy khi máy vừa mới tắt. - Khi bấm nút chọn lại chế độ.	Điều này là để bảo vệ máy điều hòa. Nên chờ mới tắt xong khoảng 3 phút máy sẽ vận hành bình thường.
Thiết bị ngoài trời xả ra nước hoặc hơi nước	Trong chế độ COOL hoặc DRY: Hơi ẩm trong không khí ngưng tụ lại thành nước trên bề mặt lạnh của ống ở thiết bị ngoài trời và nhỏ giọt xuống.
Sương mù thoát ra từ dàn trong nhà	Điều này xảy ra nếu không khí trong phòng được làm lạnh biến thành sương mù khi gặp luồng khí lạnh phát ra từ thiết bị trong nhà ở chế độ COOLING.
Thiết bị trong nhà phát ra mùi	Điều này xảy ra khi mùi của phòng, đồ đạc hay thuốc lá bị hút vào thiết bị và xả ra theo luồng khí hoặc do nấm mốc phát triển ở khay nước ngưng, dàn lạnh, phin lọc (do hơi ẩm ngưng tụ). Cần phải vệ sinh dàn trong nhà để loại bỏ mùi, nấm mốc
Điều hòa đột nhiên ngừng hoạt động (Đèn hiển thị vẫn sáng)	Để bảo vệ hệ thống điều hòa có thể ngừng hoạt động khi xảy ra hiện tượng biến thiên điện áp lớn quá đột ngột. Điều hòa sẽ hoạt động trở lại sau 3 phút

b) Kiểm tra trước khi gọi nhân viên sửa chữa

Trường hợp	Kiểm tra
Điều hòa không hoạt động	- Nguồn điện bị ngắt hay cầu chì đứt? - Mất điện?
Hiệu quả làm mát kém	- Lọc khí có sạch không? - Cửa dẫn khí hay cửa thoát khí của các thiết bị trong nhà và ngoài trời có bị tắc không? - Nhiệt độ đã đặt đúng chưa? - Cửa sổ và cửa ra vào đóng chưa? - Tốc độ luồng khí và hướng luồng khí đã thiết lập đúng chưa?
Máy đột nhiên ngừng hoạt động (Đèn báo hoạt động nhấp nháy)	- Lọc khí có sạch không? - Cửa dẫn khí hay cửa thoát khí của các thiết bị trong nhà và ngoài trời có bị tắc không? Vệ sinh lọc khí để làm sạch bụi bẩn và ngắt nguồn điện. Sau đó bật lại và thử bật điều hòa. Nếu đèn vẫn nhấp nháy thì nên gọi cho nhân viên sửa chữa.

3.3 Hệ thống điều hòa Water Chiller

3.3.1 Vận hành thiết bị điều hòa trung tâm

a) Trình tự vận hành hệ thống Chiller

* Kiểm tra và chuẩn bị trước khi vận hành hệ thống

- Đối với máy lạnh trung tâm (Chiller) vận hành lần đầu sau khi lắp đặt xong hoặc sau quá trình bảo trì sửa chữa, việc trước tiên là phải kiểm tra và đảm bảo rằng dầu máy nén đã được sủi ít nhất 4 giờ trước khi vận hành.
- Kiểm tra các van, đặt chúng ở trạng thái hoạt động.
- Kiểm tra kết nối giữa bình giãn nở với hệ thống Chiller.
- Kiểm tra nhiệt độ môi trường nằm trong giới hạn cho phép của máy được ghi trên máy.
- Kiểm tra nước trong hệ thống đã được điền đầy và xả khí.
- Kiểm tra nguồn điện cấp cho Chiller phải có thiết bị bảo vệ.
- Các bơm nước và quạt tháp giải nhiệt phải ở trạng thái sẵn sàng hoạt động.
- Đảm bảo rằng hệ thống tải cho Chiller (FCU, PAU, AHU) phải được khởi động trước khi chạy hệ thống Chiller.
- Kiểm tra hệ thống cấp nước tự động cho Cooling Tower.

* Trình tự khởi động hệ thống Chiller

- Khởi động quạt tháp giải nhiệt.
- Mở các van của tháp giải nhiệt và trên đường ống đến dàn ngưng tụ của Chiller.
- Khởi động bơm nước giải nhiệt của hệ thống Chiller.
- Mở các motorized valve trên đường ống ra thiết bị bay hơi của Chiller.
- Khởi động bơm thứ cấp của hệ thống Chiller.
- Khởi động bơm sơ cấp của hệ thống Chiller.
- Khởi động Chiller.

*** Trình tự tắt hệ thống Chiller**

- Dừng hoạt động máy Chiller.
- Tắt bơm sơ cấp của hệ thống Chiller.
- Tắt bơm thứ cấp của hệ thống Chiller.
- Đóng các motorized valve trên đường ống ra thiết bị bay hơi của Chiller.
- Tắt bơm nước giải nhiệt của hệ thống Chiller.
- Đóng các motorized valve của tháp giải nhiệt và trên đường ống đến dàn ngưng tụ của Chiller.
- Tắt quạt tháp giải nhiệt.

*** Vận hành Chiller**

Hệ thống Water Chiller bao gồm máy nén lạnh, thiết bị bay hơi, thiết bị ngưng tụ, thiết bị tiết lưu và phụ trợ.

Máy nén của cụm Chiller làm lạnh thuộc loại máy nén dẫn động trực tiếp. Hơi môi chất ở nhiệt độ cao, áp suất cao từ máy nén được đẩy về phía thiết bị ngưng tụ. Hơi môi chất được làm mát trở thành dạng lỏng tại dàn ngưng. Môi chất lạnh lỏng sau đó được đưa tới bình chứa và được đẩy qua van tiết lưu trở thành hơi bão hòa ẩm đi vào bình bay hơi. Tại bình bay hơi, môi chất nhận nhiệt (để làm nóng nước) và bay hơi, sau đó đưa trở lại đầu hút của máy nén.

Khi nhiệt độ của hệ thống nước Chiller phù hợp với nhiệt độ thiết kế, Chiller sẽ tự khởi động. Chiller sẽ không khởi động ngay lập tức, nó chỉ chạy khi có tín hiệu gọi Chiller và có nước chảy qua bình bay hơi. Quạt của dàn giải nhiệt chạy tự động, phụ thuộc vào áp suất đầu đầy. Số lượng Chiller cần chạy cùng lúc phụ thuộc vào nhu cầu tải lạnh theo thực tế. Khi nhu cầu tải lạnh thực tế/ lưu lượng dòng chảy giảm xuống nhỏ hơn 30% tổng công suất làm lạnh và nhiệt độ nước lạnh cũng thấp hơn, các Chiller sẽ tự động được ngắt.

Chú ý: Các Chiller phải luôn được cấp điện để sủi dầu. Nếu không cấp điện nguồn hoặc có sự cố mất điện lâu ngày phải khóa valve cô lập bình chứa dầu để tránh sự cố hao hụt dầu trong bình chứa dầu.

b) Vận hành tháp giải nhiệt

Kiểm tra trước khi vận hành tháp giải nhiệt:

- Kiểm tra hệ thống nước cấp bổ sung cho tháp giải nhiệt, nước trong hệ thống phải được điều đầy.
- Kiểm tra nguồn điện cấp cho tháp giải nhiệt phải ở trạng thái sẵn sàng hoạt động.
- Kiểm tra các chương ngại vật có thể ảnh hưởng đến vận hành của tháp giải nhiệt.
- Mở cửa tháp giải nhiệt kiểm tra rác bên trong tháp và vớt đi (nếu có).
- Các van điện và van cơ trong hệ thống tháp giải nhiệt phải ở trạng thái sẵn sàng hoạt động.

Vận hành tháp giải nhiệt:

- Khởi động tháp giải nhiệt: Trên tủ điện điều khiển chuyển công tắc 3 ngã sang vị trí “MAN” và nhấn nút “ON” thì quạt tháp giải nhiệt sẽ khởi động.
- Dừng tháp giải nhiệt: nhấn nút “OFF” trên tủ điều khiển và chuyển công tắc 3 ngã sang vị trí “OFF”.

Chú ý: Khi công tắc 3 ngã được chuyển sang vị trí “AUTO” thì tháp sẽ hoạt động tự động thông qua hệ thống BMS.

c) Vận hành bơm nước lạnh/giải nhiệt

Kiểm tra trước khi vận hành bơm

- Kiểm tra điện nguồn cấp phải ở trạng thái sẵn sàng hoạt động.
- Các công tắc của bơm phải ở vị trí “ON”.
- Aptomat cấp nguồn cho biến tần của bơm ở vị trí “ON”.
- Các van điện và van cơ phải ở trạng thái sẵn sàng hoạt động.
- Kiểm tra nước trong hệ thống phải được điền đầy và xả khí hoàn toàn.

Vận hành bơm nước

- Khởi động bơm nước: chuyển công tắc 3 ngã sang vị trí “MAN” rồi nhấn nút “ON” bơm sẽ khởi động và theo dõi áp suất làm việc của bơm thông qua đồng hồ áp suất (đối với bơm sử dụng biến tần thì điều chỉnh biến trở trên tủ điện đến áp suất làm việc mong muốn).
- Dừng bơm nước: nhấn nút “OFF” trên tủ điều khiển và chuyển công tắc 3 ngã sang vị trí “OFF”.

Chú ý: Khi công tắc 3 ngã chuyển sang vị trí “AUTO” thì bơm nước giải nhiệt sẽ hoạt động tự động thông qua hệ thống BMS.

e) Hệ thống xử lý nước lạnh Chiller

Hệ thống xử lý nước cho Chiller gồm 1 bình châm hóa chất được kết nối với đường ống cấp từ Chiller và đường ống về bơm nước lạnh sơ cấp của Chiller. Có nhiệm vụ cung cấp hóa chất định kỳ 3 tháng một lần vào hệ thống đường ống Chiller để đảm bảo chống ăn mòn và làm

trơ hóa bề mặt đường ống. Hệ thống này hoạt động bằng cách chỉ châm hóa chất vào bình chứa. Hệ thống bơm nước lạnh sơ cấp của Chiller sẽ tự động bơm hóa chất vào hệ thống.

f) Hệ thống xử lý nước cho tháp giải nhiệt

Chức năng của hệ thống xử lý nước cho tháp giải nhiệt là: lọc nước trong hệ thống, cung cấp hóa chất chống rong rêu và hóa chất chống đóng cặn để đảm bảo chất lượng nước giải nhiệt, nhằm mục đích làm cho hệ thống Chiller hoạt động ổn định và tăng tuổi thọ của hệ thống.

Hệ thống xử lý nước tháp giải nhiệt bao gồm: các bình chứa hóa chất, các bơm định lượng, bộ điều khiển tự động cho bơm định lượng.

Kiểm tra trước khi vận hành

- Kiểm tra các van cơ trên hệ thống phải ở trạng thái mở hoàn toàn.
- Kiểm tra nguồn điện tử điều khiển và bộ điều khiển tự động cho bơm định lượng.
- Kiểm tra hóa chất trong bình chứa.
- Kiểm tra sự kết nối của các ống hơi áp lực trong hệ thống.

Hệ thống châm hóa chất tự động

- Hệ thống sẽ tự động châm hóa chất vào hệ thống thông qua bộ điều khiển. Bơm định lượng cấp hóa chất vào hệ thống tháp giải nhiệt bởi tín hiệu từ bộ điều khiển.

Chú ý: Thường xuyên kiểm tra lượng hóa chất chứa trong các bình chứa, khi gần hết thì cần phải châm vào để hệ thống hoạt động liên tục.

3.3.2 Vận hành thiết bị xử lý không khí

a) Thiết bị xử lý không khí trung tâm (AHU)

AHU là thiết bị xử lý không khí chính trong hệ thống làm mát của tòa nhà, nó kiểm soát và điều hòa không khí, phân phối không khí tới các khu vực khác nhau. Trong AHU lượng không khí định mức yêu cầu từ bên ngoài và lượng không khí tuần hoàn được hòa trộn và xử lý. Nhiệt độ không khí tại đường hồi về được duy trì trong giới hạn xác định trước nhờ hệ thống điều khiển tự động. Không khí lạnh sẽ được cung cấp động lực và được phân phối đến các không gian điều hòa thông qua hệ thống ống gió và các miệng khuếch tán gió.

AHU có thể hoạt động ở chế độ lựa chọn bằng tay hoặc tự động.

Bộ điều khiển nhiệt độ gió hồi điều khiển hoạt động của van điện từ 2 ngã. Khi nhiệt độ gió hồi giảm xuống ít hơn nhiệt độ cài đặt thực tế, van điện từ sẽ tự động điều chỉnh sang trạng thái đóng và khi nhiệt độ tăng lên, van điện từ sẽ tự động điều chỉnh sang trạng thái mở. Khi AHU tự động dừng thì van điện từ sẽ đóng.

BMS điều khiển và giám sát tình trạng khởi động/dừng và báo động, đo lường và điều chỉnh nhiệt độ cài đặt.

Đồng hồ đo áp suất bộ lọc theo dõi tình trạng của bộ lọc không khí. Nó sẽ báo động khi bộ lọc bị bẩn. Sự lọc không khí liên quan đến việc loại bỏ các hạt bụi có trong không khí điều hòa.

Kiểm tra trước khi vận hành AHU

- Kiểm tra nguồn cấp cho AHU phải ở trạng thái sẵn sàng hoạt động.
- Kiểm tra van lấy gió tươi phải ở trạng thái mở.
- Kiểm tra van gió hồi ở trạng thái mở.
- Các van điện và van cơ phải ở trạng thái sẵn sàng hoạt động.
- Kiểm tra các thiết bị đầu dò.

Vận hành AHU

- Khởi động AHU: Trên tủ điều khiển chuyển công tắc 3 ngã sang vị trí “MAN” rồi nhấn nút “ON” AHU sẽ được khởi động.
- Dừng AHU: Nhấn nút “OFF” trên tủ điều khiển và chuyển công tắc 3 ngã sang vị trí “OFF”.

Chú ý: Khi công tắc 3 ngã được chuyển sang vị trí “AUTO” thì AHU sẽ hoạt động tự động thông qua hệ thống BMS.

Nguyên lý điều khiển FCU

- Khởi động và dừng FCU được thực hiện thông qua Thermostat. Giám sát, điều chỉnh giá trị nhiệt độ, tắt/mở FCU và thay đổi tốc độ quạt được thực hiện trên thermostat.
- Điều khiển tỉ lệ van điện từ dựa vào nhiệt độ phòng. Điều này có nghĩa là khi nhiệt độ phòng tăng lên, van điện từ sẽ tự động điều chỉnh ở trạng thái mở đến khi đáp ứng được nhiệt độ phòng thiết kế.
- Khi nhiệt độ phòng giảm, van điện từ sẽ tự động điều chỉnh về trạng thái đóng đến khi đáp ứng nhiệt độ phòng thiết kế.
- Khi FCU dừng, van điện từ sẽ tự động chuyển qua chế độ đóng hoàn toàn.

c) Bộ điều chỉnh lưu lượng gió (VAV)

VAV là thiết bị điều hòa đầu cuối được lắp đặt trực tiếp bên trong khu vực cần điều hòa không khí hoặc khoang trần ngay bên trên vùng cần được điều hòa. VAV điều chỉnh lưu lượng dòng của không khí cấp phòng từ thiết bị AHU. Thiết bị này được thiết kế để kiểm soát tốc độ không khí lạnh đi vào không gian cần điều hòa đáp ứng tín hiệu điều khiển từ Thermostat hoặc hệ thống BMS.

3.3.3 Bảo trì, bảo dưỡng hệ thống Water Chiller

Công tác kiểm tra, bảo trì, bảo dưỡng được thực hiện nhằm ngăn chặn sự hư hỏng của hệ thống thông gió và điều hòa không khí, các thành phần chủ yếu thường xảy ra hư hại, xuống cấp như tấm lọc không khí, ống nước lạnh, ống gió, van chặn... cần được kiểm tra thường xuyên để đảm bảo chúng hoạt động một cách đúng mức và hiệu quả. Cần giữ cho các bề mặt

bao xung quanh hệ dẫn khí được sạch sẽ và đảm bảo kết nối với không khí bên ngoài, không khí tuần hòa và không khí điều hòa cấp tới.

Lưu ý:

- **Kiểm tra bằng mắt** – Kiểm tra lắp đặt, cấu hình thiết bị, những biến dạng và hư hại có thể nhận biết nhờ quan sát.
- **Kiểm tra hoạt động** – Kiểm tra hoạt động của hệ thống bao gồm các thiết bị có thể nhận biết bằng mắt hoặc vận hành đơn giản hoặc chạy thử.
- **Kiểm tra tổng thể** - Khởi động hoặc chạy toàn bộ hoặc một phần của hệ thống để kiểm tra tổng thể tất cả các chức năng.

Ký hiệu:

- D – Daily/hàng ngày
- W – Weekly/hàng tuần
- M – Monthly/hàng tháng
- Q – Quarterly/hàng quý
- SA – Semi Annually/nửa năm
- A – Annually/hàng năm

Lịch bảo trì định kỳ thiết bị điều hòa trung tâm

Mô tả	Kiểm tra	Tần suất					
		D	W	M	Q	SA	A
TỦ ĐIỀU KHIỂN							
Kiểm tra tủ, xung quanh tủ, trạng thái tủ lúc vận hành và các hư hại khác	Kiểm tra bằng mắt	x					
Kiểm tra công tắc, nút bấm, đèn báo, đồng hồ đo trên mặt tủ về những hư hỏng trực quan	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra hoạt động			x			
	Kiểm tra tổng thể						x
Kiểm tra màn hình hiển thị trên tủ điều khiển Chiller và biến tần cho bơm nước lạnh	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra hoạt động			x			
	Kiểm tra tổng thể						x

Mô tả	Kiểm tra	Tần suất					
		D	W	M	Q	SA	A
Kiểm tra thiết bị điện, siết lại các đầu nối	Kiểm tra tổng thể						x
KHOİ THIẾT BỊ CHILLER							
Kiểm tra áp suất ngưng tụ và bay hơi, bề dầu, chênh áp suất lọc dầu, áp suất dầu xả tương ứng với chế độ vận hành	Kiểm tra bằng mắt	x					
Kiểm tra mức dầu trong khoang gom.	Kiểm tra bằng mắt	x					
Thay lọc dầu sau mỗi lần thay dầu	Kiểm tra tổng thể						x
Vệ sinh phin lọc hệ thống ống nước	Kiểm tra tổng thể					x	
Bôi trơn vòng bi kiểm soát cánh liên kết, khớp cầu, khớp trục, gioăng cao su	Kiểm tra tổng thể					x	
Tắt Chiller khi kiểm tra (tuân theo chỉ dẫn của nhà sản xuất)	Kiểm tra tổng thể						x
Kiểm tra độ chính xác của cảm biến	Kiểm tra tổng thể					x	
Kiểm tra hư hại và rò nước	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra tổng thể						x
Kiểm tra quạt làm mát, van phao, lưới lọc	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra hoạt động				x		
Siết chặt các đầu nối của dây dẫn điện	Kiểm tra tổng thể						x
Kiểm tra cách điện của động cơ > 1MΩ	Kiểm tra tổng thể						x
Kiểm tra và vệ sinh	Kiểm tra tổng thể						x
BƠM & ĐỘNG CƠ							
Kiểm tra hư hại và rò rỉ bơm	Kiểm tra bằng mắt	x					

Mô tả	Kiểm tra	Tần suất					
		D	W	M	Q	SA	A
	Kiểm tra hoạt động			x			
	Kiểm tra tổng thể						x
Kiểm tra khối đệm, niêm phong cơ	Kiểm tra hoạt động					x	
Bôi trơn trực bơm & động cơ	Kiểm tra hoạt động			x			
Kiểm tra cách điện của động cơ >1MΩ	Kiểm tra tổng thể						x
BẢO TRÌ HỆ THỐNG							
Kiểm tra đồng hồ áp lực, nhiệt kế, đồng hồ lưu lượng, bộ truyền tín hiệu áp suất, thông số trạng thái và hoạt động	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra tổng thể						x
Kiểm tra hư hại, đọng nước, ăn mòn, cách nhiệt và rò nước của đường ống và các khớp nối	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra tổng thể						x
Van điện và van cơ vận hành trơn tru, chính xác khi kích hoạt và ở vị trí đóng / mở bình thường	Kiểm tra bằng mắt			x			
Kiểm tra bình dẫn nở có bị rò rỉ, hư hại hay ăn mòn	Kiểm tra bằng mắt	x					
Bơm định lượng của hệ thống xử lý nước cho tháp giải nhiệt ở trạng thái bình thường	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra tổng thể						x

Lịch bảo trì định kỳ hệ thống xử lý không khí

Mô tả	Kiểm tra	Tần suất					
		D	W	M	Q	SA	A
TỬ ĐIỀU KHIỂN							
Kiểm tra tủ, trở ngại xung quanh tủ, trạng thái tủ lúc vận hành và các hư hại khác.	Kiểm tra bằng mắt	x					

Mô tả	Kiểm tra	Tần suất					
		D	W	M	Q	SA	A
Kiểm tra công tắc, nút bấm, đèn báo, đồng hồ đo, vị trí chuyển mạch, đèn, và các giá trị đặt.	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra hoạt động			x			
	Kiểm tra tổng thể						x
Kiểm tra các thiết bị điện bên trong tủ, siết lại các đầu nối.	Kiểm tra tổng thể						x
AHU / PAU UNITS							
Kiểm tra trạng thái tấm lọc, dây curoa, thông số trên áp kế, điện áp và dòng điện	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra tổng thể						x
Bôi trơn trực, vòng bi	Kiểm tra hoạt động					x	
Kiểm tra, vệ sinh dàn	Kiểm tra tổng thể						x
Kiểm tra đấu dây	Kiểm tra tổng thể						x
Kiểm tra cách điện động cơ >1MΩ	Kiểm tra tổng thể						x
FCU							
Kiểm tra, vệ sinh tấm lọc, dàn và tra dầu	Kiểm tra tổng thể				x		
Kiểm tra cách điện động cơ >1MΩ	Kiểm tra tổng thể						x
QUẠT GIÓ							
Kiểm tra, vệ sinh và tra dầu bôi trơn	Kiểm tra tổng thể					x	
Kiểm tra cách điện động cơ >1MΩ	Kiểm tra tổng thể						x
BẢO TRÌ HỆ THỐNG							
Kiểm tra nhiệt kế, đồng hồ áp lực, lưu lượng, bộ truyền tín hiệu áp suất, thông số trạng thái	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra tổng thể						x

Mô tả	Kiểm tra	Tần suất					
		D	W	M	Q	SA	A
Kiểm tra hư hại, đọng nước, ăn mòn, cách nhiệt và rò rỉ của đường ống, các khớp nối	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra tổng thể						x
Van gió, cửa gió cần vệ sinh tại vị trí lắp đặt và vị trí thường đóng/mở	Kiểm tra tổng thể						x
Van điện và van cơ khi kích hoạt và ở vị trí thường đóng / mở	Kiểm tra bằng mắt			x			
Bơm định lượng của hệ thống xử lý nước giải nhiệt ở trạng thái hoạt động	Kiểm tra bằng mắt	x					
	Kiểm tra tổng thể						x

Chú ý: Cần tuân theo tài liệu hướng dẫn cụ thể của nhà cung cấp cho các quy trình bảo trì chi tiết thiết bị.

4.3.4 Xử lý sự cố

a) Xử lý sự cố hệ thống Chiller

Tình trạng	Nguyên nhân	Xử lý
Vận hành hệ thống Chiller		
Hệ thống không chạy được ở chế độ tự động	Tín hiệu hoặc dây dẫn từ BMS bị lỗi hoặc đứt Rơ-le nhiệt lỗi hoặc gửi nhầm tín hiệu tới BMS/bộ điều khiển Công tắc chuyển mạch đang ở vị trí “thủ công”	Sử dụng nút nhấn thủ công để khởi động bơm và Chiller Kiểm tra dây dẫn và siết lại đầu nối Kiểm tra và thay thế các rơ le, rơ le nhiệt nếu hư hỏng Chuyển vị trí công tắc chuyển mạch sang chế độ “tự động”
Hệ thống không chạy được ở chế độ bằng tay	Lỗi dây kết nối Nút nhấn khởi động hỏng	Kiểm tra dây dẫn Sửa chữa hoặc thay nút nhấn
Hệ thống không chạy được ở cả chế độ tự động lẫn bằng tay	Aptomat đóng cắt Rơ-le quá dòng Các rơ-le phụ Công-tắc-tơ Biến áp điều khiển lỗi Chiller ở trạng thái lỗi cảnh báo	Mở lại aptomat Kiểm tra và khôi phục Sửa chữa hoặc thay thế rơ le Kiểm tra, thay thế Thay thế máy biến áp Làm theo chỉ dẫn của nhà sản xuất để sửa chữa, thay thế

Tình trạng	Nguyên nhân	Xử lý
Không thấy hoặc không đủ nước lạnh cấp cho tải	Các van đường nước lạnh đóng Công tắc dòng chảy lỗi hoặc tín hiệu gửi sai Bơm nước lạnh, biến tần lỗi Lọc nước bị tắc	Kiểm tra và mở các van liên quan Kiểm tra, sửa chữa hoặc thay thế Kiểm tra và sửa chữa Vệ sinh tấm lọc
Nhiệt độ nước vào bình ngưng Chiller cao bất thường	Quạt tháp giải nhiệt bị hư Mức nước trong tháp giải nhiệt thấp Các van nước không mở hoặc chưa mở hết Cảm biến bị lỗi	Kiểm tra nguyên nhân và sửa chữa Kiểm tra nước cấp và các van phao Kiểm tra và mở các van liên quan Kiểm tra và thay thế
Nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng Chiller cao bất thường	Nhiệt độ nước vào bất thường Nhu cầu tải cần làm lạnh quá cao Cảm biến bị lỗi	Kiểm tra nguyên nhân và sửa chữa Kiểm tra tải lạnh và kích hoạt thêm Chiller Kiểm tra và thay thế
Nhiệt độ nước ra khỏi dàn bay hơi Chiller cao bất thường	Nhu cầu tải cần làm lạnh quá cao Cảm biến lỗi Chiller gặp sự cố	Kiểm tra tải và gọi thêm Chiller Kiểm tra và thay thế Làm theo chỉ dẫn nhà sản xuất
Vận hành nhóm bơm & động cơ		
Vòng gioăng đệm quá thừa	Cân chỉnh sai Vòng bi đệm hư Cân chỉnh sai hoặc không đúng loại gioăng đệm Trục bị mẻ	Cân chỉnh lại Thay thế vòng bi Cân chỉnh lại gioăng đệm, nắp hộp, tra thêm dầu bôi trơn Sửa chữa / thay thế trục
Có tiếng ồn	Cân chỉnh sai Vòng bi bị hư mòn	Cân chỉnh lại Thay thế vòng bi
Động cơ tăng tốc quá chậm	Cuộn stato bị hở hoặc ngắn mạch Mất pha, lệch pha Vòng bi mòn, hư Gioăng đệm bị kẹt	Kiểm tra cuộn stato và sửa chữa Kiểm tra nguồn cấp Thay thế vòng bi Cân chỉnh lại gioăng
Động cơ quá nóng	Kiểm tra động cơ kẹt hoặc có quá nhiều bụi bẩn bịt kín động cơ	Kiểm tra và lau chùi làm sạch chất bẩn trên vỏ động cơ

b) Xử lý sự cố hệ thống điều hòa và thông gió

Tình trạng	Nguyên nhân	Xử lý
Vận hành hệ thống điều hòa và thông gió		
Hệ thống không chạy được ở chế độ tự động	Tín hiệu hoặc dây dẫn từ BMS bị lỗi hoặc đứt Rơ-le nhiệt lỗi hoặc gửi nhầm tín hiệu tới BMS/bộ điều khiển Công tắc chuyển mạch đang ở vị trí “bằng tay”	Dùng nút khởi động bằng tay, kiểm tra kết nối dây dẫn Kiểm tra, thay thế rơ-le trung gian, rơ-le nhiệt trong tủ Chuyển vị trí công tắc chuyển mạch sang chế độ “tự động”
Hệ thống không chạy được ở chế độ bằng tay	Dây dẫn lỗi Nút khởi động lỗi	Kiểm tra dây dẫn Sửa chữa hoặc thay thế nút nhấn
Hệ thống không chạy được ở cả chế độ tự động lẫn bằng tay	Aptomat đóng cắt Rơ le quá dòng Các rơ-le phụ Công-tắc-tơ Biến áp điều khiển lỗi AHUFCU ở trạng thái lỗi cảnh báo.	Mở lại aptomat Sửa chữa, thay thế rơ le Kiểm tra, thay thế công tắc tơ Thay thế máy biến áp Theo chỉ dẫn của nhà sản xuất để sửa chữa.
Nhiệt độ tại vùng điều hòa cao	Các van liên quan, van điện trên đường ống nước lạnh đóng Cảm biến nhiệt độ hư hoặc báo nhiệt độ sai tới bộ điều khiển, hoặc nhiệt độ đặt cao Lưới lọc gió bị tắc Lọc nước bị tắc Dây cuaroa bị chùng, trượt, đứt Động cơ, quạt bị lỗi Van gió đóng Nhiệt độ nước làm lạnh cao	Mở các van liên quan, kiểm tra hoạt động của van điện Kiểm tra cảm biến nhiệt độ và nhiệt độ đặt Vệ sinh, thay lưới lọc Tháo và vệ sinh lọc nước Chỉnh lại độ căng hoặc thay dây mới Kiểm tra nguyên nhân và khởi động lại Mở van gió Kiểm tra vận hành của hệ thống Chiller
Vận hành AHU/PAU/FCU		
Dây cuaroa mòn nhiều	Cân chỉnh sai	Cân chỉnh lại pulley hoặc kiểm tra lực căng
Có tiếng ồn	Vòng bi bị mòn hoặc hư hại	Thay thế vòng bi
Động cơ tăng tốc quá chậm	Cuộn stato hở hoặc ngắn mạch Mất pha, lệch pha Vòng bi mòn, hư	Kiểm tra cuộn stato và sửa chữa Kiểm tra nguồn cấp Thay thế vòng bi
Vận hành quạt		

Tình trạng	Nguyên nhân	Xử lý
Dây curoa mòn nhiều	Cân chỉnh sai	Cân chỉnh lại puller
Có tiếng ồn	Vòng bi bị mòn hoặc hư hại	Thay thế vòng bi
Động cơ tăng tốc quá chậm	Cuộn stato hở hoặc ngắn mạch Mất pha, lệch pha Vòng bi mòn, hư	Kiểm tra cuộn stato và sửa chữa Kiểm tra nguồn cấp Thay thế vòng bi

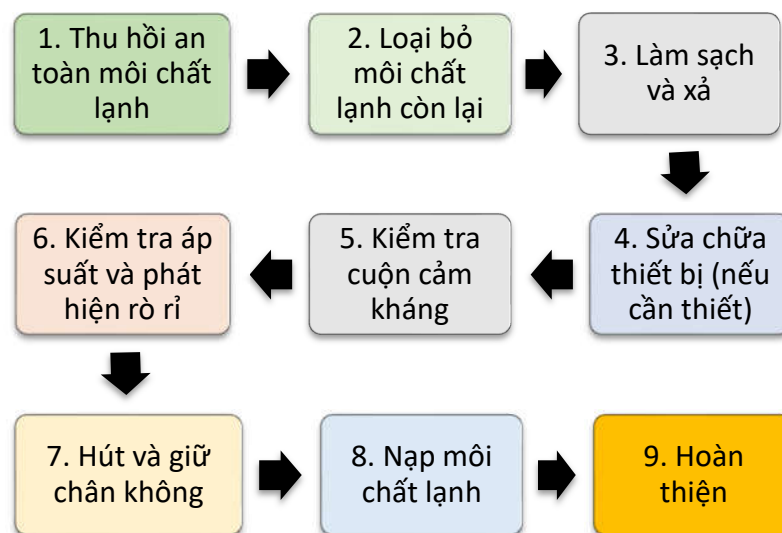
4. NGUYÊN TẮC THỰC HÀNH TỐT TRONG SỬA CHỮA, BẢO DƯỠNG

4.1 Nguyên tắc thực hành tốt trong sửa chữa bảo dưỡng

Mục tiêu chính của việc bảo trì, bảo dưỡng, sửa chữa hệ thống điều hòa không khí là đảm bảo tạo ra môi trường vận hành ổn định và an toàn, bằng cách ngăn chặn bất cứ rủi ro nào liên quan đến quá trình hoạt động và đồng thời đạt được hiệu suất sử dụng tốt hơn về năng lượng và vận hành.

Kỹ thuật viên thực hiện các công tác này cần trang bị đầy đủ thiết bị bảo hộ lao động và chuẩn bị các dụng cụ, thiết bị phù hợp với mục đích của việc thao tác. Kỹ thuật viên không nên sử dụng các thiết bị trái hoặc không đúng với mục đích thiết kế của thiết bị đó.

Chỉ những kỹ thuật viên có trình độ mới được thực hiện các thao tác này. Khi thực hiện bảo trì, bảo dưỡng và sửa chữa thiết bị lạnh, kỹ thuật viên nên tuân thủ theo quy trình sau:



Quy trình bảo dưỡng và sửa chữa thiết bị lạnh

4.2 Quy trình bảo dưỡng, sửa chữa thiết bị lạnh

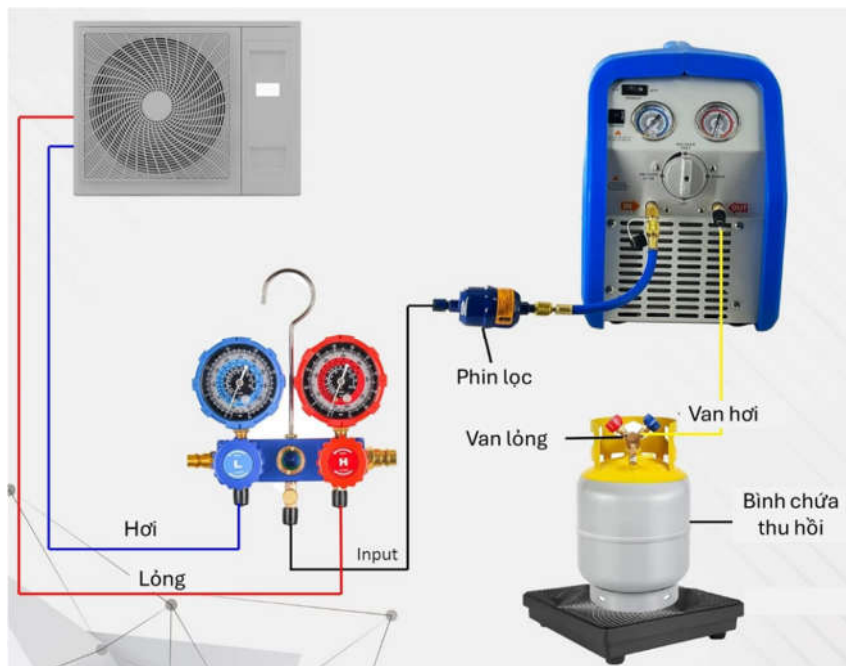
5.2.1 Thu hồi môi chất lạnh

Bước 1: Chuẩn bị

- Thông gió vị trí làm việc.
- Kiểm soát nồng độ oxy tại khu vực làm việc bằng thiết bị chuyên dụng.
- Kiểm tra vị trí lắp đặt thiết bị, loại, và số lượng.
- Khảo sát loại và lượng môi chất lạnh cần thu hồi.
- Hút chân không bình chứa thu hồi mới trước khi thu hồi.
- Chuẩn bị máy thu hồi, bình chứa thu hồi, cân điện tử, đồng hồ nạp ga, phin lọc và các dụng cụ cầm tay cần thiết.
- Kết nối với thiết bị lạnh theo sơ đồ như sau.

Bước 2: Trình tự thực hiện

- Thao tác thu hồi: Lựa chọn một trong các phương án thu hồi môi chất lạnh: (1) dạng lỏng; (2) dạng hơi hoặc (3) thu hồi cả lỏng và hơi.
- Đối với các thiết bị lạnh công suất lớn, tiến hành thu hồi theo hướng dẫn của nhà sản xuất.
- Hoàn thành thu hồi.



Sơ đồ kết nối thao tác thu hồi (Nguồn: P PBAUTOS)

Lưu ý:

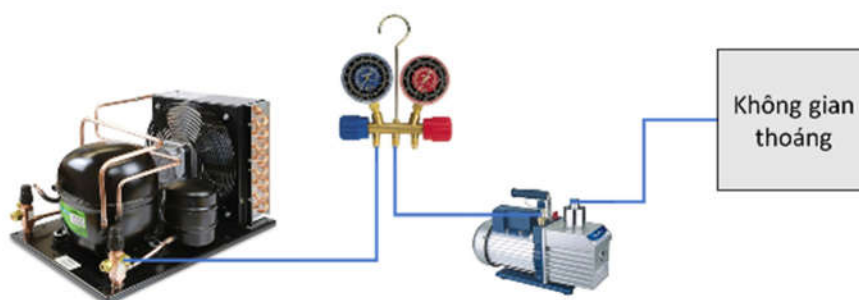
Khi thu hồi môi chất lạnh, không được điền đầy bình chứa thu hồi. Lượng môi chất lạnh trong bình chỉ chiếm lớn nhất 80% thể tích bình, để dự phòng không gian trống cho môi chất giãn nở.

Khi hoàn thành chế độ thu hồi, nên thực hiện các chế độ “purge” để đẩy lượng môi chất trên các dây nối vào bình chứa, tránh thất thoát ra ngoài môi trường.

5.2.2 Loại bỏ môi chất lạnh còn lại

Bước 1: Chuẩn bị

- Chuẩn bị bơm hút chân không, bộ đồng hồ nạp ga, dụng cụ tháo lắp cầm tay.
- Kết nối bơm chân không với cổng dịch vụ (van nạp) của thiết bị như sơ đồ.



Sơ đồ đấu nối hút loại bỏ môi chất

- Bơm chân không cần đặt nơi thoát khí hoặc cửa xả của bơm chân không cần đưa ra không gian thoát.

Bước 2: Trình tự thực hiện

- Thực hiện chạy hút chân không
- Nên duy trì áp suất trong thiết bị không nhỏ hơn 0.14 bar

5.2.3 Làm sạch thiết bị và xả

Bước 1: Chuẩn bị

- Chuẩn bị bình nitơ có bộ điều chỉnh áp suất.
- Không đặt ngưỡng áp suất vượt quá áp suất làm việc của hệ thống.
- Kết nối bình với cổng dịch vụ của thiết bị như sơ đồ.



Bước 2: Trình tự thực hiện

- Thực hiện thổi sạch đường ống thiết bị lạnh
- Khóa van và ngắt kết nối sau khi đã thổi sạch căn bản.

5.2.4 Bảo dưỡng, sửa chữa thiết bị

Bước 1: Chuẩn bị

Nên vệ sinh thiết bị trước khi tiến hành sửa chữa.

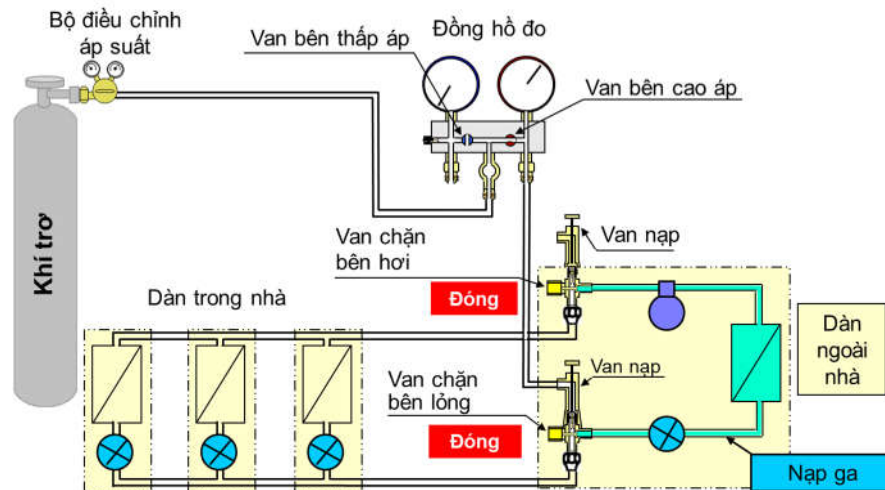
Bước 2: Trình tự thực hiện

Bảo trì, bảo dưỡng, sửa chữa và thay thế các bộ phận cần thiết theo khuyến cáo của nhà sản xuất.

5.2.5 Thử áp và thử kín

Bước 1: Chuẩn bị

- Chuẩn bị bình nitơ có bộ điều chỉnh áp suất.
- Chuẩn bị xà phòng bọt.
- Chuẩn bị đồng hồ đo áp suất.



Sơ đồ kết nối thử kín hệ thống điều hòa VRF (Nguồn: Daikin)

Bước 2: Trình tự thực hiện

- Hút chân không trong hệ thống cả ống lỏng và ống hơi tối thiểu 2 giờ sau khi áp suất đã đạt 500 micron (-755 mmHg).
- Tắt máy hút chân không tối thiểu 1 phút và kiểm tra áp suất có tăng không.
- Nén khí trơ với áp suất tối thiểu 0,2 Mpa ($\sim 2 \text{ kg/cm}^2$). Không được nén áp suất cao hơn áp suất thiết kế của thiết bị.
- Kiểm tra rò rỉ bằng bột xà phòng ở tất cả các kết nối.
- Xả khí trơ và thực hiện hút chân không.

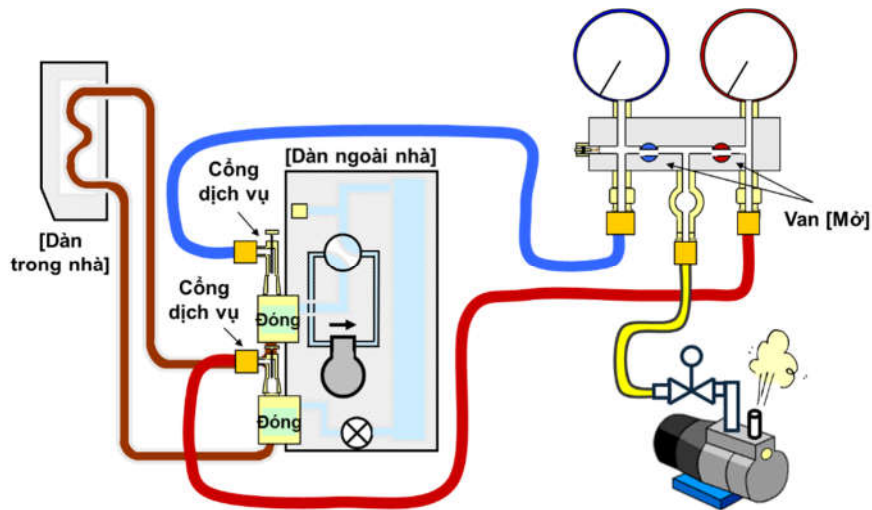
Lưu ý:

- Chỉ được sử dụng khí trơ (Nitơ, Argon) để thử kín, không được sử dụng ôxy, không khí để thử kín. Đối với các máy công suất lạnh lớn, cần phải thực hiện quá trình hút chân không trước khi thử kín.
- Không sử dụng nước xà phòng để thử xì (Nước xà phòng có thể chứa muối sẽ hấp thụ độ ẩm khi đường ống lạnh và làm hư, nứt đai ốc loe hoặc có thể gây ăn mòn giữa đai ốc loe bằng đồng thau và bề mặt loe của ống đồng do có thể chứa Ammonia (NH_3).
- Cần hiệu chỉnh chênh lệch nhiệt độ môi trường giữa quá trình nén áp suất và quá trình kiểm tra sụt áp do áp suất thay đổi theo xấp xỉ 0,01 MPaG trên 1°C .
- Trình tự thử kín đối với các máy điều hòa không khí gia dụng, nên tham khảo tài liệu 4 (Sổ tay hướng dẫn Nguyên tắc thực hành tốt trong lắp đặt, sửa chữa và bảo dưỡng thiết bị sử dụng môi chất lạnh HCFC và môi chất lạnh thay thế).

5.2.6 Hút chân không

Bước 1: Chuẩn bị

- Chuẩn bị bơm hút chân không (áp suất hút tối thiểu 15 micron) kèm van một chiều.
- Chuẩn bị đồng hồ đo áp suất, dây nối.
- Đồng hồ chân không điện tử có độ chính xác cao.



Sơ đồ hút chân không hệ thống điều hòa VRF (Nguồn: Daikin)

Bước 2: Trình tự thực hiện

Hút chân không (lần đầu):

- Thực hiện hút chân không cho đến khi áp suất dưới 500 micron (hoặc -755 mmHg). Nếu áp suất không xuống dưới 500 micron (-755mmHg) khi chạy máy bơm trong 2 giờ, có thể có hơi ẩm hoặc rò rỉ trong đường ống. Hút tiếp hơn 1 giờ để xác định điều này. Nếu áp suất không xuống dưới 500 micron (-755mmHg) ngay cả khi hút chân không trong 3 giờ, kiểm tra điểm rò rỉ.
- Hút chân không thêm 2 giờ nữa.

Kiểm tra chân không

- Dừng máy hút chân không, để toàn hệ thống trong trạng thái chân không dưới 500 micron (hoặc -755 mmHg) trong ít nhất 1 giờ và xác nhận đồng hồ ga không tăng giá trị.
- Thực hiện quá trình nạp môi chất lạnh sau khi hút chân không.

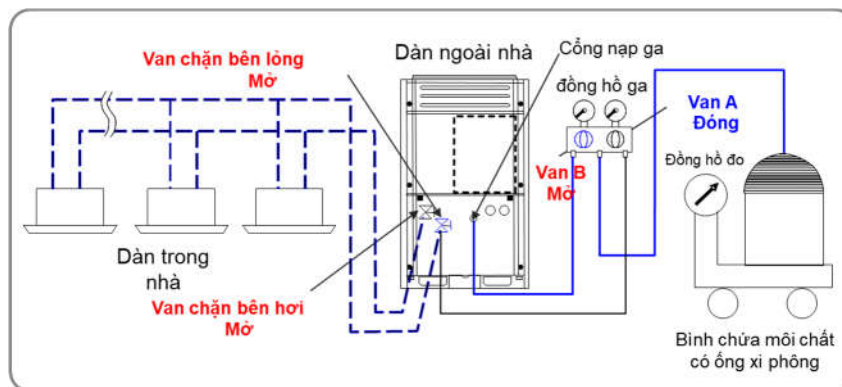
5.2.7 Nạp môi chất lạnh

Bước 1: Chuẩn bị

- Chuẩn bị môi chất lạnh phù hợp hệ thống.
- Chuẩn bị đồng hồ đo áp suất, bơm hút chân không, van chống bóng.
- Chuẩn bị cân định lượng môi chất lạnh.
- Tính toán lượng môi chất lạnh cần nạp bổ sung.

Bước 2: Trình tự thực hiện

- Bật bơm chân không để hút chân không trong các dây dẫn thay vì sử dụng phương pháp đuổi khí bằng môi chất lạnh.
- Sau khi hút chân không, khóa van kết nối bơm chân không và tiến hành nạp môi chất lạnh.
- Dùng cân định lượng nạp đúng lượng môi chất lạnh đã tính toán vào hệ thống. Nếu chưa nạp đủ lượng ga ở trạng thái tĩnh thì sẽ bổ sung khi cho máy hoạt động.
- Khi lượng nạp đạt đến giá trị theo thông số qui định của nhà sản xuất cho thiết bị thì khóa van bình chứa môi chất, khóa van đồng hồ, khóa cổng dịch vụ và kết thúc quá trình nạp.



Sơ đồ nạp môi chất lạnh hệ thống điều hòa VRF (Nguồn: Daikin)

5.2.8 Hoàn thiện

Bước 1: Bảo ôn và lắp lại thiết bị

- Bảo ôn lại các vị trí đã tiến hành sửa chữa.
- Thay thế, bọc lại bảo ôn ở các bộ phận đã cũ, hỏng.
- Lắp lại các thành phần hệ thống và vỏ thiết bị.

Bước 2: Kiểm tra hoạt động

- Tiến hành chạy thử thiết bị lạnh
- Kiểm tra các chế độ hoạt động
- Kiểm tra các thông số kỹ thuật của thiết bị

Bước 3: Dán nhãn

Khi hệ thống đã hoạt động ổn định, đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, kỹ thuật viên tiến hành dán nhãn thiết bị bao gồm các thông số cơ bản: thời gian, hạng mục công việc, loại môi chất lạnh, lượng nạp, người thực hiện và khuyến cáo (nếu có).

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5687:2010. Thông gió – Điều hòa không khí – Tiêu chuẩn thiết kế;
2. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6739:2015. Môi chất lạnh ký hiệu và phân loại (ISO 817:2014)
3. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11275:2015. Tính chất môi chất lạnh (ISO 17584:2005)
4. Sổ tay hướng dẫn Nguyên tắc thực hành tốt trong lắp đặt, sửa chữa và bảo dưỡng thiết bị sử dụng môi chất lạnh HCFC và môi chất lạnh thay thế. NXB Thanh Niên, 2021.
5. Bài giảng Sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng trong hệ thống lạnh và ĐHKK. NCM Kỹ thuật lạnh và ĐHKK, Trường Cơ khí, Đại học Bách khoa Hà Nội.
6. Hà Đăng Trung, Nguyễn Quân. Cơ sở kỹ thuật điều hòa không khí.
7. Effective handling of air, water, and oil in R717 systems. Cool Partners 2014.
8. ASHRAE Design Guide for Dedicated Outdoor Air Systems. Design, installation, operation, and maintenance. Ashrae RP-1712 Project, 2017.
9. Susanna Hanson. Ice Storage Design and Application. Ingersoll Rand, 2013.
10. The Trane Company. Introduction to HVAC Systems. Air Conditioning Clinic. TRG-TRC018-EN, 2012.
11. The Trane Company. Chilled-Water Systems. Air Conditioning Clinic. TRG-TRC016-EN, 2012.
12. Hướng dẫn kỹ thuật của Daikin, Trane...