TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM
KHOA MÁY TÀU BIỂN

THUYẾT MINH
ĐỀ TÀI NCKH CẤP TRƯỜNG

ĐỀ TÀI

NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA VIỆC THAY THẾ CÔNG CHẤT MỚI R404A CHO NHỮNG HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ ĐANG SỬ DỤNG CÔNG CHẤT CŨ.

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI: **KS. VŨ ĐỨC ANH**

THÀNH VIÊN THAM GIA: **THS. VŨ ANH TUẤN**

THS. NGUYỄN CHUNG THẬT

HẢI PHÒNG, THÁNG 5/2016

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....1
DANH MỤC HÌNH VẼ.....3
DANH MỤC BẢNG.....4
MỞ ĐẦU.....5
1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu.....5
2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài.....5
3. Mục đích, đối tượng, phạm vi nghiên cứu.....5
3.1. Mục đích.....*5*
3.2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....*6*
4. Phương pháp nghiên cứu, kết cấu của công trình nghiên cứu.....6
5. Kết quả đạt được của đề tài.....6
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ CÔNG CHẤT LẠNH.....7
1.1. Giới thiệu chung về công chất lạnh.....7
1.1.1. Giới thiệu chung.....*7*
1.1.2. Phân loại công chất lạnh.....*7*
1.1.3. Yêu cầu chung đối với công chất lạnh......*8*
1.2. Ảnh hưởng của công chất lạnh tới môi trường.....9
1.2.1. Công chất lạnh và tầng ozone.....*9*
1.2.2. Hiệu ứng nhà kính.....*10*
1.3. Một số quy định về sản xuất và sử dụng công chất lạnh.....11
1.4. Xu hướng sản suất và sử dụng công chất lạnh trong thời gian tới.....13
1.5. Công chất R22 và một số loại công chất có thể thay thế công chất R22.....13
1.5.1. Công chất R22.....*13*
1.5.2. Một số loại công chất lạnh có thể thay thế công chất R22.....*18*
CHƯƠNG 2: THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ VIỆC THAY THẾ BẰNG CÔNG CHẤT R404A.....22
2.1. Đánh giá khả năng làm việc của công chất R404A so với công chất R22 trong hệ thống.....22
2.1.1. Đặc tính nhiệt động.....*22*

2.1.2. Khả năng tương tác với một số loại dầu bôi trơn *22*
2.1.3. Năng suất làm lạnh *24*
2.1.4. Tính kinh tế *24*
2.2. Thử nghiệm thực tế 25
2.2.1. Giới thiệu chung *25*
2.2.2. Thử nghiệm thay thế công chất R22 bằng công chất R404A *32*
2.2.3. Đánh giá hiệu quả của việc thay thế: *35*
CHƯƠNG 3. QUY TRÌNH THAY THẾ CÔNG CHẤT LẠNH R22 BẰNG R404A CHO HỆ THÔNG LẠNH. 37
3.1. Yêu cầu đối với quy trình thay thế công chất 37
3.2. Quy trình thay thế công chất lạnh R22 bằng công chất R404A 37
3.2.1. Thu thập dữ liệu *37*
3.2.2. Thay dầu *37*
3.2.3. Xúc và xả dầu cũ *38*
3.2.4. Thu hồi công chất R22 ..... *38*
3.2.5. Hút chân không cho hệ thống *38*
3.2.6. Nạp công chất lạnh mới *40*
3.2.7. Đưa hệ thống hoạt động trở lại *41*
3.2.8. Dán mác công chất lạnh và dầu bôi trơn cho hệ thống *41*
3.3. Bảng tổng hợp quy trình thay thế công chất 42
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ 43
TÀI LIỆU THAM KHẢO 44

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình số	Tên hình	Trang
1.1	Hiệu ứng nhà kính	10
1.2	Biểu đồ mô tả lộ trình cắt giảm sử dụng công chất lạnh HCFC (Phụ lục C mục I, Nghị định thư Montreal).	12
1.3	Biểu đồ mô tả lộ trình cắt giảm sản xuất công chất lạnh HCFC (Phụ lục C mục I, Nghị định thư Montreal)	12
1.4	Bình công chất lạnh R22	14
2.1	Mối quan hệ giữa điểm Aniline với thành phần khối lượng của POE trong hỗn hợp dầu bôi trơn	23
2.2	Hệ thống điều hòa không khí trung tâm tàu VP ASPHALT 02	27
2.3	Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hòa không khí	27
2.4	Máy nén trong hệ thống	28
2.5	Bản vẽ cấu tạo của máy nén	29
2.6	Bình ngưng trong hệ thống	29
2.7	Bản vẽ cấu tạo bình ngưng	30
2.8	Dàn bay hơi trong hệ thống	30
2.9	Van tiết lưu trong hệ thống	31
2.10	Sơ đồ nguyên lý van tiết lưu cân bằng ngoài	32
2.11	Quá trình thay thế công chất R404A cho hệ thống và chỉnh định van tiết lưu	34
3.1	Sơ đồ hướng dẫn thao tác các van để hút chân không	39
3.2	Sơ đồ nạp công chất ở thể lỏng	40

DANH MỤC BẢNG

Stt	Tên bảng	Trang
1.1	Thông số nhiệt động của công chất lạnh R22	15
2.1	Bảng thông số nhiệt động của một số loại công chất lạnh thường gặp	21
2.2	Nhiệt ẩn hóa hơi của R22 và R404A trong khoảng nhiệt độ từ 1^oC tới 8^oC	24
2.3	Giá công chất lạnh tại thị trường phía Bắc từ tháng 1 tới tháng 3 năm 2016 (Đơn vị tính VNĐ)	25
2.4	Thông số của hệ thống khi sử dụng công chất R22	33
2.5	Thông số của hệ thống khi sử dụng công chất R404A	34
2.6	Sự thay đổi của các thông số sau khi hệ thống sử dụng công chất R404A	35

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu

Ngành công nghiệp lạnh phát triển mạnh mẽ trong thời gian gần đây đã cho ra đời nhiều thiết bị mới với năng suất làm lạnh cao, thân thiện với môi trường. Ngày nay, vấn đề môi trường ngày càng được coi trọng. Sự ra đời của các loại công chất lạnh thân thiện với môi trường cùng với các hệ thống mới ngày càng nhiều kéo theo một khối lượng lớn các hệ thống đang sử dụng các loại công chất lạnh truyền thống có nguy cơ phải bị loại bỏ.

Các công chất lạnh truyền thống có ảnh hưởng tiêu cực tới môi trường, nên những loại công chất này cũng đang trên lộ trình cắt giảm sản xuất, cho tới nay đã có một số loại được cắt giảm hoàn toàn, một số loại vẫn đang được sử dụng và có lộ trình cắt giảm cho tới năm 2020 như công chất R22 và các hệ thống sử dụng loại công chất này được cho phép hoạt động tới năm 2040. Do vậy, một số lượng lớn các hệ thống sử dụng công chất lạnh truyền thống đứng trước nguy cơ phải thay mới toàn bộ hệ thống hoặc chỉ thay thế công chất mới. Trong điều kiện năng lực tài chính của các doanh nghiệp, bài toán kinh tế cần thiết phải đặt ra hàng đầu, việc thay mới toàn bộ hệ thống lạnh dùng công chất lạnh truyền thống bằng các hệ thống lạnh sử dụng công chất lạnh có tính chất thân thiện với môi trường là quá tốn kém. Do đó việc nghiên cứu thay thế công chất lạnh truyền thống ở các hệ thống cũ, mà vẫn giữ nguyên các thiết bị chính của hệ thống là vô cùng quan trọng.

2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài

Hiện nay tại Việt Nam đã có một số công trình nghiên cứu tính toán lựa chọn công chất lạnh thay thế công chất R22 nhưng chưa có công trình nào thử nghiệm thay thế công chất lạnh mới, trong khi đó số lượng hệ thống dùng công chất R22 lại rất lớn. Đồng thời, một số nghiên cứu trên thế giới lại chưa phù hợp với điều kiện áp dụng tại Việt Nam.

3. Mục đích, đối tượng, phạm vi nghiên cứu

3.1. Mục đích

- Nghiên cứu, thử nghiệm công chất R404A thay thế cho công chất R22 đang được sử dụng trong phần lớn những hệ thống lạnh cũ;
- Đánh giá hiệu quả của việc thay thế;
- Đưa ra quy trình thay thế công chất lạnh mới cho hệ thống lạnh.

3.2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đề tài tập trung vào nghiên cứu, thử nghiệm công chất lạnh có tính chất thân thiện với môi trường đã được nghiên cứu và ứng dụng trong hệ thống lạnh, để có thể thay thế được công chất lạnh truyền thống, mà cụ thể là công chất R22 trong các hệ thống lạnh đang được sử dụng trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng hiện nay mà cơ bản không phải thay mới hệ thống.

4. Phương pháp nghiên cứu, kết cấu của công trình nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thử nghiệm thực tế.

5. Kết quả đạt được của đề tài

Kết quả nghiên cứu dự kiến sẽ đóng góp vào việc giải quyết những vấn đề cấp bách của các doanh nghiệp cũng như cá nhân đang sử dụng hệ thống dùng công chất R22, góp phần vào việc bảo vệ môi trường.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ CÔNG CHẤT LẠNH

1.1. Giới thiệu chung về công chất lạnh

1.1.1. Giới thiệu chung

Công chất lạnh là chất hóa học được nạp vào hệ thống lạnh, nhận nhiệt từ nguồn có nhiệt độ thấp rồi đem nhiệt lượng đó cùng với phần nhiệt năng do năng lượng cung cấp từ bên ngoài truyền cho nguồn có nhiệt độ cao hơn.

Công chất lạnh đóng vai trò quan trọng trong công nghệ lạnh. Trong quá trình phát triển, có rất nhiều chất đã được nghiên cứu, thử nghiệm, ứng dụng rồi loại bỏ. Cứ như vậy, mỗi khi một công chất lạnh mới phù hợp ra đời thì công nghệ lạnh lại có một bước phát triển mới.

1.1.2. Phân loại công chất lạnh

a. Dựa vào thành phần cấu tạo:

- Công chất lạnh đơn chất: là công chất lạnh mà trong thành phần của nó chỉ có một chất nhất định.

- Công chất lạnh hỗn hợp: là các hỗn hợp được tạo thành từ hai hoặc ba công chất lạnh đơn chất, mục đích là để tăng cường các ưu điểm và hạn chế các nhược điểm của các công chất thành phần.

+ Các hỗn hợp đồng sôi: các chất thành phần có nhiệt độ sôi không chênh nhau quá 10^oK như R500, R502…

+ Các hỗn hợp không đồng sôi: các chất thành phần có nhiệt độ sôi chênh nhau hơn 15^oK như R404A, R407C…

b. Dựa vào thành phần hóa học:

- Công chất vô cơ: NH_3(R717), CO_2(R744)…..

- Công chất hữu cơ: chlorofluorocarbon(CFC), hydrochlorofluorocarbon (HCFC), hydrofluorocarbon(HFC)….

c. Dựa vào mức độ an toàn và độc hại:

- Nhóm I: Các loại công chất an toàn: R11, R12, R22, R134a, R404A…

- Nhóm II: Các loại công chất độc hại có thể cháy: R113, R160, R611, R717...

- Nhóm III: Các công chất dễ cháy nổ, nguy hiểm: R290, R600, R601…

1.1.3. Yêu cầu chung đối với công chất lạnh.

Một chất hóa học được coi là công chất làm lạnh nếu nó có các tính chất sau đây:

a. Tính chất nhiệt động học

- Nhiệt độ sôi thấp, sôi ở ($-10^0C \div -50^0C$) thì áp suất hơi bão hòa phải lớn hơn 1 kG/cm^2 để tránh sự xâm nhập của không khí vào hệ thống khi hệ thống không kín hoàn toàn.

- Nhiệt độ chất làm mát trung bình từ $30^0C \div 40^0C$ thì áp suất ngưng tụ của công chất không lớn hơn 20 kG/cm^2 để tránh kết cấu của các thiết bị quá nặng nề, phức tạp do phải làm việc với áp suất cao.

- Năng suất làm lạnh đơn vị lớn.

b. Tính chất vật lý

- Phải có các thông số vật lý sao cho hệ số tỏa nhiệt đối lưu lớn.

- Khả năng hòa tan với nước càng thấp càng tốt.

- Khả năng cách điện tốt.

c. Tính chất hóa học

- Không tác dụng hóa học, gây ăn mòn vật liệu làm thiết bị cũng như các chất cần thiết phải có mặt trong hệ thống như dầu bôi trơn, chất chống ẩm…

- Tính bền vững hóa học cao, không bị phân hủy trong những điều kiện làm việc của hệ thống.

d. Tính an toàn cháy nổ

- Phải an toàn, không dễ cháy nổ.

e. Tính chất sinh lý học

- Không được độc hại với cơ thể sống.

- Không được ảnh hưởng xấu đến chất lượng sản phẩm bảo quản.

f. Tính kinh tế

- Rẻ tiền, dễ kiếm.

- Sản xuất, vận chuyển, bảo quản dễ dàng.

g. Thân thiện với môi trường

- Không được phá hủy môi sinh và môi trường.

- Không (hoặc ít) tham gia gây hiệu ứng nhà kính.

Một công chất lạnh đáp ứng được tất cả các yêu cầu trên được coi là công chất lạnh lý tưởng. Thực tế không có công chất lạnh lý tưởng mà chỉ có các công chất lạnh đáp ứng được ít hoặc nhiều các yêu cầu trên. Khi chọn công chất lạnh cho một ứng dụng cụ thể cần phát huy một cách tối đa các ưu điểm và hạn chế đến mức thấp nhất các nhược điểm của nó.

Trong đề tài này, công chất lạnh được chọn để thay thế công chất R22 phải là công chất lạnh thân thiện với môi trường và có đặc tính nhiệt động càng gần với đặc tính nhiệt động của công chất R22 càng tốt.

1.2. Ảnh hưởng của công chất lạnh tới môi trường

1.2.1. Công chất lạnh và tầng ozone

Tầng ozone là tầng ngoài cùng bao bọc quanh trái đất, cách mặt đất khoảng 50km, dày khoảng 30 ÷ 40 km, thành phần cấu tạo chủ yếu là ozone (O_3), có nhiệm vụ ngăn, giữ lại các tia cực tím, các tia độc hại của ánh sáng mặt trời đối với con người và sự sống trên trái đất.

Vào năm 1950, nhà bác học người Đức Paul Cruzen đã phát hiện ra là có rất nhiều nơi tầng ozone bị thủng nhưng không biết nguyên nhân. Mãi đến năm 1974, hai giáo sư người Mỹ mới tìm ra thủ phạm, đó là các chất CFC có chứa clo. Clo cùng với ánh sáng mặt trời có tác dụng làm chất xúc tác để biến O_3 thành O_2

$$2O_3 \xrightarrow[\text{Ánh sáng}]{Cl^-} 3O_2$$

Mỗi nguyên tử clo có thể biến 105 phân tử O_3 thành O_2.

Để đánh giá tác hại phá hủy tầng ozone của công chất lạnh, người ta đưa ra khái niệm chỉ số phá hủy tầng ozon ODP (ozone depletion potential) và coi ODP của công chất R11 bằng 1 đồng thời lấy làm đơn vị đo của chỉ số ODP.

Các freon thuộc loại CFC đã bị loại bỏ, loại HCFC đang trong quá trình loại bỏ. Các chất được sử dụng từ nay về sau làm công chất lạnh sẽ là loại HFC (chỉ có flo không có clo, brom, iot).

1.2.2. Hiệu ứng nhà kính

Nhà kính là một hộp thu năng lượng mặt trời. Đáy và vách xung quanh làm bằng vật liệu cách nhiệt, bên trong đặt tấm thu năng lượng được sơn màu đen phủ bên trên là một hoặc hai tấm kính trắng.

Nguyên lý hoạt động của nhà kính như sau: Do mặt trời có nhiệt độ rất cao nên phát ra ánh sáng có bước sóng rất ngắn, xuyên qua tấm kính trắng dễ dàng, năng lượng của nó được tấm sơn đen hấp thụ. Ngược lại, tấm sơn đen này có nhiệt độ thấp, phát ra các tia bức xạ có bước sóng dài không có khả năng xuyên qua lớp kính trắng, do đó năng lượng được giữ lại trong nhà kính.

Nhiệt độ trung bình trên trái đất là do cấu tạo tầng khí quyển quyết định. Lượng khí CO_2, hơi nước và các loại khí nhà kính khác, trong đó có freon tạo ra một lớp màng giống như tấm kính trắng trong nhà kính. Các bức xạ có bước sóng ngắn từ mặt trời chiếu đến trái đất xuyên qua tầng khí quyển, năng lượng của nó được bề mặt trái đất hấp thụ sau đó phát ra các tia bức xạ có bước sóng dài. Khí CO_2 và các khí nhà kính khác có khả năng hấp thụ các bức xạ có bước sóng dài, một phần bức xạ của tầng khí quyển sẽ trở lại bề mặt trái đất, một phần bức xạ ra ngoài tầng khí quyển.

Hình 1.1. Hiệu ứng nhà kính

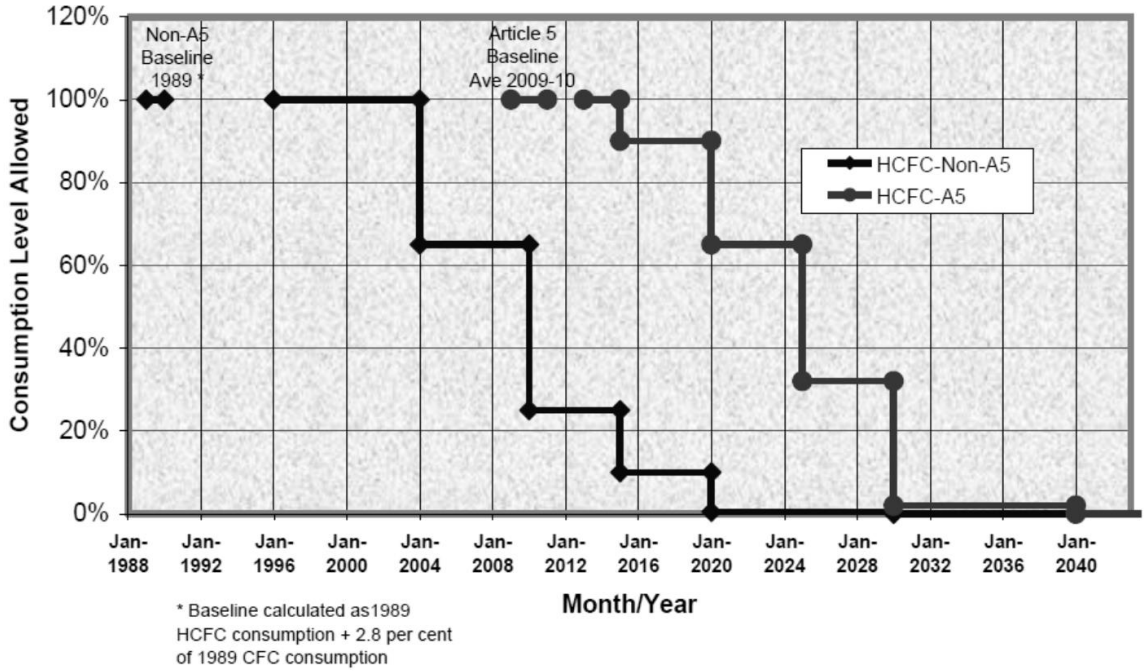
Ở trạng thái cân bằng sinh thái như bầu khí quyển ngày xưa, lượng CO_2, hơi nước và các khí nhà kính khác tạo ra tầng khí quyển vừa đủ để giữ nhiệt độ trái đất trung bình khoảng 15^oC. Trong quá trình công nghiệp hóa, trạng thái cân bằng nguyên sinh bị phá vỡ, lượng khí CO_2 và các khí nhà kính tăng lên làm tăng khả năng hấp thụ các tia bức xạ có bước sóng dài của tầng khí quyển làm cho trái đất nóng lên dẫn tới biến đổi khí hậu.

Để đánh giá khả năng gây hiệu ứng nhà kính của từng loại khí, người ta đưa ra khái niệm chỉ số làm nóng địa cầu GWP (Global warming potential). Chỉ số GWP của khí CO_2 được coi bằng 1 và là đơn vị đo của chỉ số GWP.

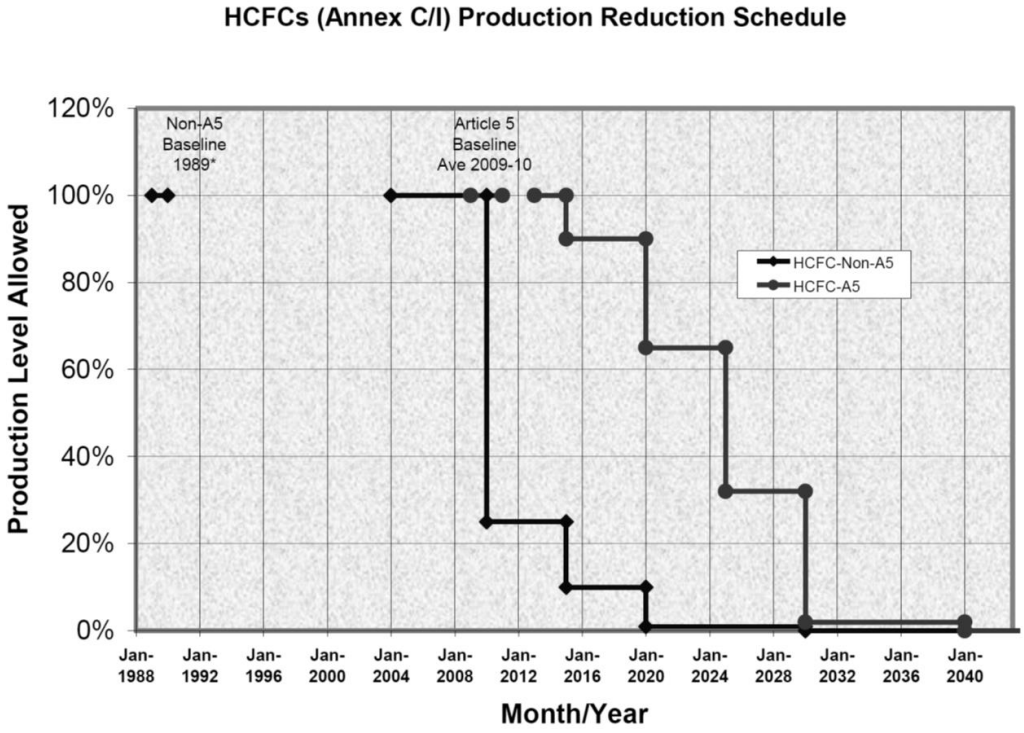
1.3. Một số quy định về sản xuất và sử dụng công chất lạnh

Nhiều dữ liệu khoa học đã chỉ ra rằng clo trong phân tử công chất lạnh liên quan tới các lỗ thủng trên tầng ozone của trái đất và làm gia tăng số trường hợp ung thư da. Ngành công nghiệp lạnh đã nghiên cứu thành công và đưa ra thị trường loại công chất lạnh không clo.

Nghị định thư Montreal soạn năm 1987 và đã trải qua 7 lần sửa đổi (1990-London, 1991-Nairobi, 1992-Copenhagen, 1993-Bangkok, 1995-Vienna, 1997-Montreal, 1999-Beijing). Nghị định đưa ra các quy tắc hướng dẫn cho các tổ chức, quốc gia và vùng lãnh thổ thực hiện lộ trình cắt giảm sản suất và sử dụng công chất lạnh cũng như các hệ thống sử dụng công chất lạnh chứa clo và các nguyên tố halogen khác. Hiện tại có 196 quốc gia tham gia nghị định thư này.



Hình 1.2. Biểu đồ mô tả lộ trình cắt giảm sử dụng công chất lạnh HCFC (Phụ lục C mục I, Nghị định thư Montreal).



Hình 1.3. Biểu đồ mô tả lộ trình cắt giảm sản xuất công chất lạnh HCFC (Phụ lục C mục I, Nghị định thư Montreal)

Cuối thập niên 80 và đầu thập niên 90 của thế kỷ XX, mọi nỗ lực đều được tập trung nhằm loại bỏ công chất lạnh CFC. Cuối năm 1995, máy lạnh cuối cùng trên các nước phát triển sử dụng công chất lạnh CFC được loại bỏ.

Năm 1997, nghị định thư Kyoto tập trung vào các tác động của con người tới sự biến đổi khí hậu, trong đó chú trọng đến hiện tượng hiệu ứng nhà kính làm tăng nhiệt độ của trái đất mà công chất lạnh là một trong các tác nhân gây nên.

1.4. Xu hướng sản suất và sử dụng công chất lạnh trong thời gian tới

Ngành công nghiệp lạnh đang dần loại bỏ công chất lạnh có chứa clo theo nghị định Montreal. Việc này góp phần giảm thiểu lượng clo có trong không khí và từ đó giúp phục hồi tầng ozone đã bị tổn thương trước đó.

Hiệu ứng nhà kính đang thu hút được sự quan tâm của đông đảo các tầng lớp xã hội bởi ảnh hưởng to lớn của nó tới biển đổi khí hậu toàn cầu. Việc giảm lượng phát thải khí nhà kính cần phải được kiểm soát chặt chẽ để có thể làm giảm thiểu các tác động mà hiệu ứng này gây ra.

Công chất lạnh trong tương lai cần phải đảm bảo được 3 yêu cầu cơ bản đó là an toàn, thân thiện với môi trường và có thể cho năng suất làm lạnh cao.

Freon HFC là loại công chất lạnh không phá hủy tầng ozone, không cháy nổ, không độc hại, có khả năng tái chế và cho năng suất làm lạnh cao. Hiện nay, HFC là lựa chọn tốt nhất đối với ngành lạnh và đang dần được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới bởi tính thân thiện đối với môi trường và đem lại hiệu quả hoạt động tốt. Nhiều nghiên cứu cũng chỉ ra rằng các hệ thống dùng HFC nếu được thiết kế và bảo dưỡng tốt sẽ cho chỉ số GWP nhỏ nhất với chỉ số ODP bằng 0.

1.5. Công chất R22 và một số loại công chất có thể thay thế công chất R22

1.5.1. Công chất R22

Công chất R22 (HCFC22) là một trong những công chất lạnh truyền thống được sử dụng rộng rãi trong máy lạnh công nghiệp cũng như máy lạnh dân dụng. Công chất R22 là Freon thuộc nhóm HCFC, có chỉ số ODP và GWP nhỏ nên được sử dụng làm công chất lạnh quá độ, được sử dụng tại các nước đang phát triển (trong đó có Việt Nam) đến năm 2040. Ở áp suất khí quyển công chất R22 sôi ở nhiệt độ -40,8^{o}C, có ưu điểm giống amoniac nhưng có tỷ số nén nhỏ hơn. Khi được dùng trong hệ thống 2 cấp nén, nhiệt độ sôi có thể đạt tới -60 ÷ -75^{o}C. Công chất

R22 có thể dùng trong hệ thống được trang bị máy nén piston, máy nén trục vít, máy nén roto hoặc máy nén dạng xoắn ốc.

Hình 1.4. Bình công chất lạnh R22.

Công chất R22 là công chất lạnh an toàn, không cháy nổ, ổn định về nhiệt động và hóa học, phù hợp với hầu hết các vật liệu chế tạo máy. Đối với nhựa và elastome, R22 làm trương phồng theo các mức độ khác nhau nên phải thận trọng khi sử dụng.

Bảng 1.1. Bảng thông số nhiệt động của công chất lạnh R22

Nhiệt độ °C	Áp suất kPa	Thể tích riêng m^3/kG		Khối lượng riêng kG/m^3		ENTHALPY kJ/kG			ENTROPY kJ/(kG)(K)	
t	p	v'	v"	ρ’	ρ”	i'	r	i"	s'	s"
-100	2.0	0.0006	8.2660	1571.0	0.121	90.7	268.37	359.0	0.505	2.054
-99	2.2	0.0006	7.5770	1569.0	0.132	91.8	267 .7	359.5	0.511	2.048
-98	2.4	0.0006	6.9540	1566.0	0.144	92.8	267.1	359.9	0.517	2.042
-97	2.6	0.0006	6.3900	1563.0	0.157	93.9	266.5	360.4	0.523	2.036
-96	2.9	0.0006	5.8780	1561.0	0.170	95.0	266.0	360.9	0.529	2.031
-95	3.2	0.0006	5.4130	1558.0	0.185	96.0	265.4	361 .4	0.535	2.025
-94	3.4	0.0006	4.9910	1555.0	0.200	97.1	264.8	361 .9	0.541	2.019
-93	3.7	0.0006	4.6060	1553.0	0.217	98.1	264.3	362.4	0.547	2.014
-92	4.1	0.0007	4.2560	1550.0	0.235	99.2	263.7	362.9	0.553	2.009
-91	4.4	0.0007	3.9370	1548.0	0.254	100.3	263.1	363.4	0.559	2.003
-90	4.8	0.0007	3.6450	1545.0	0.274	101.3	262 .6	363.9	0.565	1.998
-89	5.2	0.0007	3.3780	1542.0	0.296	102.4	261 .9	364.3	0.570	1.993
-88	5.7	0.0007	3.1340	1540.0	0.319	103.4	261 .4	364.8	0.576	1.988
-87	6.1	0.0007	2.9100	1537.0	0.344	104.5	260.8	365.3	0.582	1.983
-86	6.6	0.0007	2.7050	1534.0	0.370	105.6	260.2	365.8	0.588	1.978
-85	7.2	0.0007	2.5170	1532.0	0.397	106.6	259.7	366.3	0.593	1.973
-84	7.7	0.0007	2.3440	1529.0	0.427	107.7	259.1	366.8	0.599	1.969
-83	8.3	0.0007	2.1840	1526.0	0.458	108.7	258.6	367.3	0.604	1.964
-82	9.0	0.0007	2.0380	1524.0	0.491	109.8	258.0	367.8	0.610	1.960
-81	9.6	0.0007	1.9030	1521 .0	0.526	110.9	257.4	368.3	0.616	1.955
-80	10.4	0.0007	1.7780	1518.0	0.562	111.9	256.9	368.8	0.621	1.951
-79	11.1	0.0007	1.6630	1516.0	0.601	113.0	256.3	369.3	0.627	1.946
-78	12.0	0.0007	1.5570	1513.0	0.642	114.1	255.7	369.8	0.632	1.942
-77	12.8	0.0007	1.4580	1510.0	0.686	115.1	255.2	370.3	0.637	1.938
-76	13.8	0.0007	1.3670	1507.0	0.731	116.2	254.5	370.7	0.643	1.934
-75	14.7	0.0007	1.2830	1505.0	0.780	117.3	253.9	371 .2	0.648	1.930
-74	15.8	0.0007	1.2050	1502.0	0.830	118.3	253.4	371 .7	0.654	1.926
-73	16.8	0.0007	1.1320	1499.0	0.883	119.4	252 .8	372.2	0.659	1.922
-72	18.0	0.0007	1.0650	1497.0	0.939	120.4	252.3	372.7	0.664	1.918
-71	19.2	0.0007	1.0020	1494.0	0.998	121.5	251 .7	373.2	0.670	1.915
-70	20.5	0.0007	0.9434	1491 .0	1 .060	122.6	251 .1	373.7	0.675	1.911
-69	21.8	0.0007	0.8891	1488.0	1.125	123.6	250.6	374.2	0.680	1.907
-68	23.2	0.0007	0.8384	1486.0	1.193	124.7	250.0	374.7	0.685	1.904
-67	24.7	0.0007	0.7912	1483.0	1 .264	125.8	249.4	375.2	0.690	1.900
-66	26.3	0.0007	0.7471	1480.0	1 .338	126.8	248.9	375.7	0.696	1.897
-65	27.9	0.0007	0.7060	1477.0	1 .416	127.9	248.3	376.2	0.701	1.893
-64	29.7	0.0007	0.6675	1475.0	1 .498	129.0	247 .6	376.6	0.706	1.890
-63	31.5	0.0007	0.6315	1472.0	1 .583	130.1	247 .0	377.1	0.711	1.887
-62	33.4	0.0007	0.5979	1469.0	1 .673	131.1	246.5	377.6	0.716	1.883
-61	35.4	0.0007	0.5664	1466.0	1 .766	132.2	245.9	378.1	0.721	1.880
-60	37.5	0.0007	0.5368	1464.0	1 .863	133.3	245.3	378.6	0.726	1.877
-59	39.7	0.0007	0.5091	1461 .0	1 .964	134.3	244.8	379.1	0.731	1.874
-58	42.0	0.0007	0.4831	1458.0	2.070	135.4	244.2	379.6	0.736	1.871
-57	44.4	0.0007	0.4587	1455.0	2.180	136.5	243.5	380.0	0.741	1.868
-56	46.9	0.0007	0.4357	1453.0	2.295	137.6	242 .9	380.5	0.746	1.865
-55	49.6	0.0007	0.4142	1450.0	2.414	138.6	242 .4	381 .0	0.751	1.862
-54	52.3	0.0007	0.3939	1447.0	2.539	139.7	241 .8	381 .5	0.756	1.859
-53	55.2	0.0007	0.3748	1444.0	2.668	140.8	241 .2	382.0	0.761	1.856
-52	58.2	0.0007	0.3568	1441 .0	2.803	141.9	240.6	382.5	0.766	1.853
-51	61.3	0.0007	0.3398	1438.0	2.943	142.9	240.0	382.9	0.770	1.851
-50	64.5	0.0007	0.3238	1436.0	3.088	144.0	239.4	383.4	0.775	1.848
-49	67.9	0.0007	0.3088	1433.0	3.239	145.1	238.8	383.9	0.780	1.845
-48	71.5	0.0007	0.2945	1430.0	3.395	146.2	238.2	384.4	0.785	1.843
-47	75.1	0.0007	0.2811	1427.0	3.558	147.3	237 .5	384.8	0.790	1.840
-46	78.9	0.0007	0.2684	1424.0	3.726	148.4	236.9	385.3	0.794	1.838
-45	82.9	0.0007	0.2563	1421 .O	3.901	149.4	236.4	385.8	0.799	1.835
-44	87.1	0.0007	0.2450	1418.0	4.082	150.5	235.8	386.3	0.804	1.833
-43	91 .3	0.0007	0.2342	1416.0	4.270	151.6	235.1	386.7	0.809	1.830
-42	95.8	0.0007	0.2240	1413.0	4.464	152.7	234.5	387 .2	0.813	1.828
-41	100.4	0.0007	0.2144	1410.0	4.665	153.8	233.9	387.7	0.818	1.825

Nhiệt độ °C	Áp suất kPa	Thể tích riêng m^3/kG		Khối lượng riêng kG/m^3		ENTHALPY kJ/kG			ENTROPY kJ/(kG)(K)	
t	p’	v'	v"	ρ’	ρ”	i'	r	i"	s'	s"
-40	105.2	0.0007	0.2052	1407.0	4.873	154.9	233.2	388.1	0.823	1.823
-39	1 10.2	0.0007	0.1965	1404.0	5.088	156.0	232.6	388.6	0.827	1.821
-38	1 15.4	0.0007	0.1883	1401 .0	5.31 1	157.1	232.0	389.1	0.832	1.819
-37	120.7	0.0007	0.1805	1398.0	5.541	158.2	231 .3	389.5	0.837	1.816
-36	126.3	0.0007	0.1730	1395.0	5.779	159.3	230.7	390.0	0.841	1.814
-35	132.0	0.0007	0.1660	1392.0	6.025	160.4	230.0	390.4	0.846	1.812
-34	138.0	0.0007	0.1593	1389.0	6.279	161.5	229.4	390.9	0.851	1.810
-33	144.1	0.0007	0.1529	1386.0	6.541	162.6	228.7	391 .3	0.855	1.808
-32	150.5	0.0007	0.1468	1383.0	6.81 1	163.7	228.1	391 .8	0.860	1.806
-31	157.1	0.0007	0.1410	1380.0	7.090	164.8	227.4	392 .2	0.864	1.804
-30	163.9	0.0007	0.1355	1377.0	7.379	165.9	226.8	392 .7	0.869	1.802
-29	170.9	0.0007	0.1303	1374.0	7.676	167.0	226.1	393.1	0.873	1.800
-28	178.2	0.0007	0.1253	1371 .0	7.982	168.1	225.5	393.6	0.878	1.798
-27	185.7	0.0007	0.1205	1368.0	8.298	169.2	224.8	394.0	0.882	1.796
-26	193.4	0.0007	0.1160	1365.0	8.623	170.3	224.2	394.5	0.887	1.794
-25	201 .4	0.0007	0.1116	1362.0	8.958	171.4	223.5	394.9	0.891	1.792
-24	209.7	0.0007	0.1075	1359.0	9.304	172.6	222.7	395.3	0.896	1.790
-23	218.2	0.0007	0.1035	1356.0	9.659	173.7	222.1	395.8	0.900	1.788
-22	227.0	0.0007	0.0998	1353.0	10.030	174.8	221 .4	396.2	0.905	1.786
-21	236.0	0.0007	0.0961	1350.0	10.400	175.9	220.7	396.6	0.909	1.784
-20	245.3	0.0007	0.0927	1347.0	10.790	177.0	220.1	397 .1	0.914	1.783
-19	254.9	0.0007	0.0894	1343.0	1 1 .190	178.2	219.3	397.5	0.918	1.781
-18	264.8	0.0008	0.0862	1340.0	1 1 .600	179.3	218.6	397.9	0.922	1.779
-17	275.0	0.0008	0.0832	1337.0	12.020	180.4	217.9	398.3	0.927	1.777
-16	285.4	0.0008	0.0803	1334.0	12.450	181.6	217.1	398.7	0.931	1.776
-15	296.2	0.0008	0.0775	1331 .0	12.900	182.7	216.5	399.2	0.935	1.774
-14	307.3	0.0008	0.0749	1328.0	13.360	183.8	215.8	399.6	0.940	1.772
-13	318.7	0.0008	0.0723	1324.0	13.830	185.0	215.0	400.0	0.944	1.771
-12	330.4	0.0008	0.0699	1321 .0	14.310	186.1	214.3	400.4	0.949	1.769
-11	342.4	0.0008	0.0675	1318.0	14.810	187.3	213.5	400.8	0.953	1.767
-10	354.8	0.0008	0.0653	1315.0	15.320	188.4	212.8	401 .2	0.957	1.766
-9	367.5	0.0008	0.0631	1311 .0	15.850	189.6	212.0	401 .6	0.962	1.764
-8	380.5	0.0008	0.0610	1308.0	16.380	190.7	21 1.3	402.0	0.966	1.763
-7	393.9	0.0008	0.0590	1305.0	16.940	191.9	210.5	402.4	0.970	1.761
-6	407.7	0.0008	0.0571	1302.0	17.500	193.0	209.8	402.8	0.974	1.760
-5	421 .8	0.0008	0.0553	1298.0	18.090	194.2	209.0	403.2	0.979	1.758
-4	436.3	0.0008	0.0535	1295.0	18.680	195.3	208.2	403.5	0.983	1.757
-3	451 .1	0.0008	0.0518	1292.0	19.300	196.5	207.4	403.9	0.987	1.755
-2	466.4	0.0008	0.0502	1288.0	19.920	197.7	206.6	404.3	0.992	1.754
-1	482.0	0.0008	0.0486	1285.0	20.570	198.8	205.9	404.7	0.996	1.752
0	498.0	0.0008	0.0471	1282.0	21 .230	200.0	205.0	405.0	1.000	1.751
1	514.4	0.0008	0.0457	1278.0	21 .910	201.2	204.2	405.4	1.004	1.749
2	531 .2	0.0008	0.0442	1275.0	22.600	202.4	203.4	405.8	1.008	1.748
3	548.4	0.0008	0.0429	1271 .0	23.310	203.5	202.6	406.1	1.013	1.746
4	566.1	0.0008	0.0416	1268.0	24.040	204.7	201 .8	406.5	1.017	1.745
5	584.1	0.0008	0.0403	1264.0	24.790	205.9	200.9	406.8	1.021	1.744
6	602.6	0.0008	0.0391	1261 .0	25.560	207.1	200.1	407.2	1.025	1.742
7	621 .5	0.0008	0.0380	1257.0	26.340	208.3	199.2	407 .5	1.030	1.741
8	640.9	0.0008	0.0368	1254.0	27.150	209.5	198.4	407.9	1.034	1.739
9	660.7	0.0008	0.0358	1250.0	27.970	210.7	197.5	408.2	1.038	1.738
10	680.9	0.0008	0.0347	1247.0	28.820	21 1.9	196.7	408.6	1.042	1.737
11	701 .7	0.0008	0.0337	1243.0	29.690	213.1	195.8	408.9	1.046	1.735
12	722.9	0.0008	0.0327	1239.0	30.570	214.3	194.9	409.2	1.051	1.734
13	744.5	0.0008	0.0318	1236.0	31 .480	215.5	194.0	409.5	1.055	1.733
14	766.7	0.0008	0.0309	1232.0	32.410	216.7	193.2	409.9	1.059	1.732
15	789.3	0.0008	0.0300	1229.0	33.360	217.9	192.3	410.2	1.063	1.730
16	812.4	0.0008	0.0291	1225.0	34.340	219.1	191.4	410.5	1.067	1.729
17	836.1	0.0008	0.0283	1221.0	35.340	220.4	190.4	410.8	1.071	1.728

Nhiệt độ °C	Áp suất kPa	Thể tích riêng m^3/kG		Khối lượng riêng kG/m^3		ENTHALPY kJ/kG			ENTROPY kJ/(kG)(K)	
t	p’	v'	v"	ρ’	ρ”	i'	r	i"	s'	s"
18	860.2	0.0008	0.0275	1217.0	36.360	221 .6	189.5	411.1 3	1.076	1.726
19	884.8	0.0008	0.0267	1214.0	37.410	222.8	188.6	411.4	1.080	1.725
20	910.0	0.0008	0.0260	1210.0	38.480	224.1	187.6	411.7	1.084	1.724
21	935.7	0.0008	0.0253	1206.0	39.570	225.3	186.6	411.9	1.088	1.722
22	961 .9	0.0008	0.0246	1202.0	40.700	226.5	185.7	412.2	1.092	1.721
23	988.7	0.0008	0.0239	1198.0	41 .850	227.8	184.7	412.5	1.096	1.720
24	1016.0	0.0008	0.0232	1195.0	43.030	229.0	183.8	412.8	1.100	1.719
25	1044.0	0.0008	0.0226	1191.0	44.230	230.3	182.7	413.0	1.105	1.717
26	1072.0	0.0008	0.0220	1187.0	45.470	231 .5	181.8	413.3	1.109	1.716
27	1 101.0	0.0009	0.0214	1183.0	46.730	232.8	180.7	413.5	1.113	1.715
28	1 131.0	0.0009	0.0208	1179.0	48.020	234.1	179.7	413.8	1.117	1.714
29	1 161.0	0.0009	0.0203	1175.0	49.350	235.3	178.7	414.0	1.121	1.712
30	1 192.0	0.0009	0.0197	1171.0	50.700	236.6	177.7	414.3	1.125	1.711
31	1223.0	0.0009	0.0192	1167.0	52.090	237.9	176.6	414.5	1.129	1.710
32	1255.0	0.0009	0.0187	1163.0	53.520	239.2	175.5	414.7	1.133	1.709
33	1288.0	0.0009	0.0182	1158.0	54.970	240.5	174.4	414.9	1.138	1.707
34	1321.0	0.0009	0.0177	1154.0	56.460	241 .8	173.3	415.1	1.142	1.706
35	1355.0	0.0009	0.0172	1150.0	57.990	243.1	172.2	415.3 1	1.146	1.705
36	1389.0	0.0009	0.0168	1146.0	59.550	244.4	171.1	415.5	1.150	1.704
37	1424.0	0.0009	0.0164	1142.0	61 .150	245.7	170.0	415.7	1.154	1.702
38	1460.0	0.0009	0.0159	1137.0	62.790	247.0	168.9	415.9	1.158	1.701
39	1497.0	0.0009	0.0155	1133.0	64.470	248.3	167.8	416.1	1.162	1.700
40	1534.0	0.0009	0.0151	1129.0	66.190	249.6	166.6	416.2	1.166	1.698
41	1571.0	0.0009	0.0147	1124.0	67.960	251 .0	165.4	416.4	1.171	1.697
42	1610.0	0.0009	0.0143	1120.0	69.760	252.3	164.3	416.6	1.175	1.696
43	1649.0	0.0009	0.0140	1115.0	71 .610	253.7	163.0	416.7	1.179	1.695
44	1689.0	0.0009	0.0136	1111.0	73.510	255.0	161.8	416.8	1.183	1.693
45	1729.0	0.0009	0.0133	1106.0	75.460	256.4	160.6	417.0	1.187	1.692
46	1770.0	0.0009	0.0129	1101.0	77.450	257.7	159.4	417.1	1.191	1.691
47	1812.0	0.0009	0.0126	1097.0	79.500	259.1	158.1	417.2	1.196	1.689
48	1855.0	0.0009	0.0123	1092.0	81 .590	260.5	156.8	417.3	1.200	1.688
49	1899.0	0.0009	0.0119	1087.0	83.740	261 .9	155.5	417.4	1.204	1.687
50	1943.0	0.0009	0.0116	1082.0	85.950	263.2	154.2	417.4	1.208	1.685
51	1988.0	0.0009	0.0113	1077.0	88.220	264.6	152.9	417.5	1.212	1.684
52	2033.0	0.0009	0.0110	1072.0	90.540	266.0	151.6	417.6	1.216	1.682
53	2080.0	0.0009	0.0108	1067.0	92.930	267.5	150.1	417.6	1.221	1.681
54	2127.0	0.0009	0.0105	1062.0	95.380	268.9	148.7	417.6	1.225	1.680
55	2175.0	0.0010	0.0102	1057.0	97.900	270.3	147.4	417.7	1.229	1.678
56	2224.0	0.0010	0.0100	1052.0	100.500	271 .8	145.9	417.7	1.233	1.677
57	2274.0	0.0010	0.0097	1047.0	103.100	273.2	144.5	417.7	1.238	1.675
58	2324.0	0.0010	0.0094	1041.0	105.900	274.7	142.9	417.6	1.242	1.674
59	2375.0	0.0010	0.0092	1036.0	108.700	276.1	141.5	417.6	1.246	1.672
60	2427.0	0.0010	0.0090	1030.0	1 1 1.600	277.6	139.9	417.5	1.250	1.670
61	2480.0	0.0010	0.0087	1025.0	1 14.600	279.1	138.4	417.5	1.255	1.669
62	2534.0	0.0010	0.0085	1019.0	117.600	280.6	136.8	417.4	1.259	1 .667
63	2589.0	0.0010	0.0083	1013.0	120.800	282.1	135.2	417.3	1.263	1.666
64	2645.0	0.0010	0.0081	1007.0	124.100	283.6	133.6	417.2	1.268	1.664
65	2701.0	0.0010	0.0079	1001 .0	127.400	285.2	131.9	417.1	1.272	1.662
66	2759.0	0.0010	0.0076	995.3	130.900	286.7	130.2	416.9	1.277	1.660
67	2817.0	0.0010	0.0074	989.1	134.500	288.3	128.4	416.7	1.281	1.659
68	2876.0	0.0010	0.0072	982.8	138.200	289.9	126.6	416.5	1.285	1.657
69	2936.0	0.0010	0.0070	976.3	142.000	291 .5	124.8	416.3	1.290	1.655
70	2997.0	0.0010	0.0069	969.7	146.000	293.1	123.0	416.1	1.295	1.653
71	3059.0	0.0010	0.0067	963.0	150.100	294.7	121.1	415.8	1.299	1.651
72	3123.0	0.0011	0.0065	956.1	154.400	296.4	119.1	415.5	1.304	1.649
73	3187.0	0.0011	0.0063	949.0	158.800	298.0	117.2	415.2	1.308	1.647
74	3252.0	0.0011	0.0061	941 .8	163.400	299.7	115.2	414.9	1.313	1.645
75	3318.0	0.0011	0.0060	934.4	168.200	301 .5	113.0	414.5	1.318	1.642
76	3385.0	0.0011	0.0058	926.7	173.100	303.2	110.9	414.1	1.323	1.640
77	3453.0	0.0011	0.0056	918.9	178.300	305.0	108.6	413.6	1.327	1.638
78	3522.0	0.0011	0.0054	910.8	183.800	306.8	106.3	413.1	1.332	1.635
79	3592.0	0.0011	0.0053	902.4	189.400	308.6	104.0	412.6	1.337	1.633

Nhiệt độ °C	Áp suất kPa	Thể tích riêng m^3/kG		Khối lượng riêng kG/m^3		ENTHALPY kJ/kG			ENTROPY kJ/(kG)(K)	
t	p’	v'	v"	ρ’	ρ”	i'	r	i"	s'	s"
80	3664.0	0.0011	0.0051	893.7	195.400	310.4	101.6	412.0	1.342	1.630
81	3736.0	0.0011	0.0050	884.8	201.700	312.3	99.1	411.4	1.347	1.627
82	3810.0	0.0011	0.0048	875.4	208.300	314.3	96.4	410.7	1.353	1.624
83	3885.0	0.0012	0.0047	865.7	215.300	316.3	93.6	409.9	1.358	1.621
84	3961.0	0.0012	0.0045	855.5	222.700	318.3	90.8	409.1	1.363	1.618
85	4038.0	0.0012	0.0043	844.8	230.600	320.4	87.8	408.2	1.369	1.614
86	41 16.0	0.0012	0.0042	833.5	239.000	322.5	84.7	407.2	1.375	1.610
87	4196.0	0.0012	0.0040	821 .6	248.100	324.8	81.3	406.1	1.381	1.606
88	4277.0	0.0012	0.0039	808.8	257.900	327.1	77.7	404.8	1.387	1.602
89	4359.0	0.0013	0.0037	795.1	268.700	329.5	73.9	403.4	1.393	1.597
90	4442.0	0.0013	0.0036	780.1	280.600	332.1	69.8	401.9	1.400	1.592
91	4527.0	0.0013	0.0034	763.6	294.000	334.8	65.3	400.1	1.407	1.586
92	4614.0	0.0013	0.0032	745.1	309.300	337.8	60.1	397.9	1.415	1.580
93	4702.0	0.0014	0.0031	723.7	327.500	341 .0	54.3	395.3	1.424	1.572
94	4791.0	0.0014	0.0029	697.8	350.200	344.8	47.2	392.0	1.434	1.562
95	4882.0	0.0015	0.0026	662.9	382.000	349.6	37.7	387.3	1.446	1.549

1.5.2. Một số loại công chất lạnh có thể thay thế công chất R22

1.5.2.1. Công chất lạnh R134a

R134a là công chất lạnh đầu tiên không tồn tại clo trong phân tử. Công chất lạnh này được phát triển trên 20 năm nay và có đặc tính gần giống với công chất R12 nên được dùng để thay thế cho loại công chất này.

R134a có năng suất làm lạnh nhỏ hơn R22 nên hệ thống sử dụng công chất R134a có kích thước lớn hơn so với hệ thống sử dụng công chất R22 có cùng công suất. Hơn thế nữa, R134a còn có hệ số trao đổi nhiệt nhỏ hơn so với R22. Do đó, hệ thống thay thế bằng công chất R134a cần có hệ thống đường ống lớn hơn, công suất của các thiết bị trong hệ thống cũng phải tăng dẫn tới chi phí tăng cao.

1.5.2.2. Công chất lạnh R404A

Do có năng suất làm lạnh lớn, chỉ số phá hủy tầng ozon ODP = 0 nên công chất lạnh R404A đã được các nhà sản xuất chọn làm công chất lạnh dài hạn thay thế cho công chất R22. R404A làm việc tốt nhất ở dải nhiệt độ thấp và trung bình. R404A là công chất lạnh không đồng sôi gồm các thành phần R125, R134a và R143a. Đây là công chất lạnh được sản xuất và sử dụng tương đối rộng rãi.

1.5.2.3. Công chất lạnh R507

Đây là công chất lạnh đồng sôi gồm R143a và R125, loại công chất lạnh này có đặc tính gần giống với công chất lạnh R502. Trong quá trình sử dụng, công chất R507 có áp suất ngưng tụ cao hơn và nhiệt độ cuối nén thấp hơn một chút so với R22.

1.5.2.4. Công chất lạnh R410A

R410A là một loại công chất trong nhóm HFC, là công chất lạnh không đồng sôi gồm có 50% R32 và 50% R125. Nhiều nghiên cứu trên thế giới đã cho thấy, R410A có thể thay thế cho R22 trong các thiết bị mà dàn bay hơi có nhiệt độ bay hơi cao. Rất nhiều nhà sản xuất điều hòa không khí nổi tiếng trên thế giới đã chuyển sang sử dụng loại công chất này từ năm 2006. Từ đó tới nay, R410A đã nhanh chóng trở thành sự lựa chọn cho các hãng sản xuất điều hòa không khí dân dụng. Tuy có nhiều ưu điểm nhưng bên cạnh đó, R410A cũng tồn tại nhiều hạn chế so với R22 như: áp suất ngưng tụ cao hơn gần 50% so với R22 ứng với cùng nhiệt độ. Do đó, R410A chỉ có thể thay thế R22 trong các hệ thống mới mà máy nén trong hệ thống được thiết kế để làm việc với công chất R410A. Trong các hệ thống đang sử dụng R22, việc thay thế R22 bằng công chất R410A sẽ làm cho máy nén của hệ thống có nguy cơ bị quá tải.

1.5.2.5. Công chất lạnh R417A

Công chất lạnh R417A là loại công chất lạnh có thể dùng để thay thế cho R22 trong các hệ thống mới cũng như các hệ thống đã qua sử dụng. R417A làm việc được với dầu khoáng và dầu alkyl benzen (AB). Công chất lạnh R417A là hỗn hợp gồm có 46,6% R125, 50% R134a và 3,4% R600(Butan). Lượng hydrocacbon được thêm vào nhằm cải thiện khả năng hồi dầu của hệ thống. Do lượng R600 có rất ít nên R417A gần như không gây cháy nổ.

Theo báo cáo của Emerson Climate Technologies, R417A khi sử dụng có năng suất nhỏ hơn khoảng 10% và khả năng hồi dầu cũng kém hơn so với R22. Ngoài ra, R417A có chỉ số GWP lớn hơn R22 và R404A nên cũng khó thuyết phục được nhiều nhà sản suất cũng như các chuyên gia sử dụng như một loại công chất lạnh thay thế cho R22.

1.5.2.6. Amoniac (NH_3)

Amoniac được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp máy lạnh và điều hòa không khí. Amoniac không phá hủy tầng ozon, khả năng gây hiệu ứng nhà kính rất nhỏ. Tuy nhiên, nó lại là loại công chất lạnh có tính độc hại cao.

Mặc dù được sử dụng nhiều nhưng so với R22 thì Amoniac có một số hạn chế. Nhiệt độ ngưng tụ của NH_3 cao hơn và khả năng hòa tan của NH_3 với dầu bôi trơn kém hơn so với R22. Amoniac có khả năng ăn mòn đồng nên các đường ống

công chất phải làm bằng thép, các cuộn dây trong máy nén phải được cách ly với amoniac. Do đó, trong các hệ thống lạnh cỡ nhỏ thường không sử dụng amoniac. Một trong các nguyên nhân mà người ta không sử dụng amoniac trong các hệ thống dân dụng cỡ nhỏ là độc hại và cháy nổ của loại công chất này. Do vậy, amoniac khó có thể thay thế được R22.

1.5.2.7. Carbon dioxide (CO_2)

So với các công chất lạnh khác thì CO_2 được coi là công chất lạnh thân thiện với môi trường nhất. CO_2 không cháy nổ, ít độc hại, và rẻ. Đó là những nguyên nhân mà loại công chất này đã được sử dụng gần 100 năm nay. Tuy nhiên, năng suất làm lạnh của CO_2 nhỏ hơn HFC từ 30 tới 50%. Với năng suất làm lạnh nhỏ, thiết kế khó khăn và tốn kém trở thành trở ngại khi sử dụng CO_2.

1.5.2.8. R407C

R407C là công chất lạnh quan trọng thuộc nhóm không đồng sôi, nhiệt độ sôi thường -43,9^oC. Thành phần công chất R407C gồm có R32/R125/R134a với tỷ lệ về khối lượng là 23/25/52%. Khi hệ thống dùng R407C bị rò rỉ, các chất dễ bay hơi sẽ bị rò rỉ nhiều hơn dẫn đến thành phần khối lượng của hỗn hợp thay đổi. Do đó, hệ thống phải được nạp mới toàn bộ công chất lạnh ở thể lỏng khi bị rò rỉ công chất. R407C bền vững hóa học và không ăn mòn vật liệu chế tạo máy.

Sau đây là bảng thông số của một số loại công chất có thể thay thế công chất R22 thường gặp.

Bảng 1.2. Bảng thông số của một số loại công chất lạnh thường gặp

Tên công chất lạnh / Đặc tính	**R22**	**R407C**	**R134a**	**R410A**	**R404A**
Phân loại nhóm	HCFC	HFC	HFC	HFC	HFC
Công thức hóa học (Kí hiệu)	$CHClF_2$	$CH_2F_2/CHF_2CF_3/ CH_2FCF_3$ (R32/R125/R134a)	CH_2FCF_3	CH_2F_2/CHF_2CF_3 (R32/R125)	$CHF_2CF_3/CH_3CF_3/ CH_2FCF_3$ (R125/R143a/R134a)
Tỷ lệ các thành phần tương ứng theo khối lượng (%)	100	23/25/52	100	50/50	44/52/4
Khối lượng phân tử	86,47	86,2	102,03	72,58	87,6
Nhiệt độ sôi (^oC) tại áp suất khí quyển (1at)	-40,81	-43,56	-26,06	-51,58	-43,45
Nhiệt độ tới hạn (^0C)	96,15	86,74	101,08	72,13	82,07
Áp suất tới hạn (bar)	49,90	46,19	40,60	49,26	47,31
Khối lượng riêng tại điểm tới hạn (kg/m^3)	523,8	527,3	515,3	488,9	484,5
Nhiệt ẩn hóa hơi ở -15^0C (kJ/kg)	216,5	226	209,7	240,4	225,2
Áp suất hơi bão hòa ở 38^0C (bar)	14,60	14,39	9,64	23	16,29
Khối lượng riêng thể lỏng bão hòa ở 38^oC (kg/m^3)	1137	1077,7	1154,5	991	977,4
ODP (Ozone depletion potential, $ODP_{R11}=1$)	0,055	0	0	0,037	0
GWP (Global warming potential, $GWP_{CO2}=1$)	1780	1650	1320	1163	1859
Dầu bôi trơn chỉ định (dầu Polyol ester-POE, dầu khoáng-M, dầu Alkyl benzene-AB)	M,AB	POE	POE	POE	POE

CHƯƠNG 2: THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ VIỆC THAY THẾ BẰNG CÔNG CHẤT R404A

2.1. Đánh giá khả năng làm việc của công chất R404A so với công chất R22 trong hệ thống

Ngoài vấn đề về tính thân thiện đối với môi trường, tính an toàn cháy nổ và không độc hại thỏa mãn yêu cầu đối với công chất lạnh ra thì cần phải xét các yêu cầu khác của R404A khi thay thế cho công chất lạnh R22 trong các hệ thống điều hòa không khí.

2.1.1. Đặc tính nhiệt động

Xét về đặc tính nhiệt động, R404A có nhiều điểm tương đồng với R22 so với nhiều loại công chất lạnh khác.

Ở nhiệt độ 38^{o}C, áp suất ngưng tụ R404A cao hơn R22 khoảng 8,42%.

Ở cùng nhiệt độ, áp suất ngưng tụ càng nhỏ sẽ dẫn đến năng suất lạnh của hệ thống sẽ giảm đáng kể, thậm chí rất nhỏ. Để hệ thống làm việc được cần phải có sự thay đổi kết cấu phần lớn các thiết bị có trong hệ thống.

2.1.2. Khả năng tương tác với một số loại dầu bôi trơn

Dầu bôi trơn được nạp vào máy nén không chỉ nằm trong cac-te máy nén mà còn cùng công chất lạnh tuần hoàn trong hệ thống lạnh dưới dạng các hạt lỏng nhỏ ($\phi = 5 \div 50\mu m$) hoặc hơi dầu.

Tùy theo từng loại công chất lạnh, khả năng hòa tan giữa dầu bôi trơn và công chất lạnh có thể là không hòa tan với nhau, hòa tan với nhau hữu hạn và hòa tan với nhau vô hạn.

Công chất lạnh điển hình của loại này là amoniac (R717). Trong trường hợp này, dầu bôi trơn và NH_3 đi đến các thiết bị và lắng đọng, NH_3 lỏng nhẹ hơn dầu nên nằm trên, còn dầu bôi trơn nặng hơn nằm dưới. Điều này liên quan đến việc đặt chiều cao ống lấy lỏng trong bình ngưng.

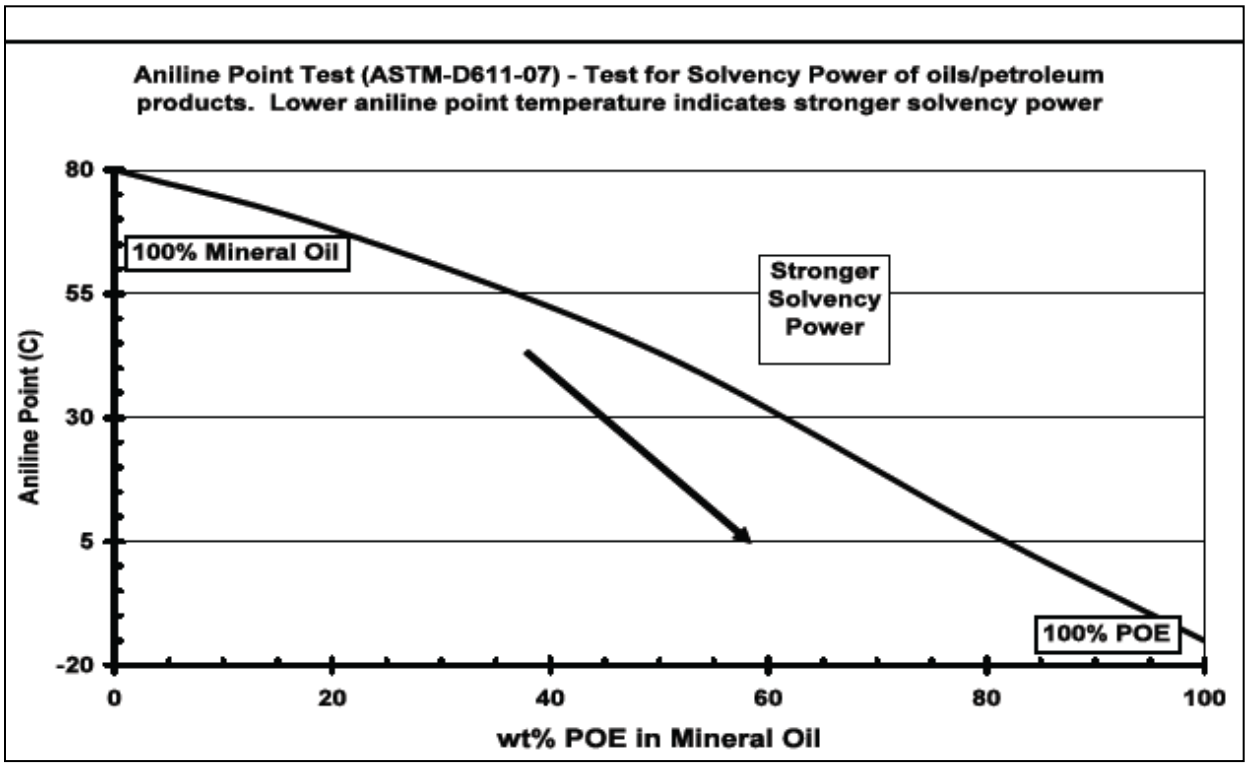
Tác hại cơ bản của hiện tượng dầu bôi trơn lưu thông song hành với công chất lạnh trong trường hợp này là:

- Làm cạn mức dầu trong các-te máy nén.
- Làm giảm hệ số truyền nhiệt k trong các thiết bị trao đổi nhiệt.

- Làm giảm lưu lượng công chất lạnh lỏng qua van tiết lưu, giảm năng suất làm lạnh.

Các hệ thống lạnh sử dụng R22 thường dùng dầu bôi trơn là dầu khoáng có thành phần chính là Naphten. Khi thay thế sang công chất lạnh mới phải nắm được các đặc tính dầu bôi trơn như khả năng tương thich với công chất lạnh và vật liệu có trong hệ thống, độ nhớt, khả năng hòa tan, …

Thông thường, khi thay thế công chất lạnh CFC, HCFC sang HFC thường phải thay dầu khoáng, dầu Alkyl benzen (AB) sang dầu Polyol ester (POE). Tuy nhiên không thể loại bỏ hoàn toàn được, lượng dầu khoáng còn lại cho phép sau khi thay thế khoảng 5%. Dầu POE là dầu tổng hợp có tính tẩy rửa cáu cặn tốt nhưng lại có nhược điểm là khả năng hấp thụ hơi ẩm lớn, giá cả cao hơn so với dầu khoáng. Khả năng làm việc của hỗn hợp 2 loại dầu bôi trơn MO/ POE trong hệ thống lạnh được mô tả trong biểu đồ (hình 2.1). Điểm Aniline càng thấp, khả năng làm việc của hỗn hợp đối với công chất HFC càng tốt. Trên đồ thị ta thấy POE là dầu bôi trơn làm việc tốt nhất với công chất HFC.



Hình 2.1. Mối quan hệ giữa điểm Aniline với thành phần khối lượng của POE trong hỗn hợp dầu bôi trơn

Khi hàm lượng POE trong hỗn hợp dầu giảm, khả năng làm việc của hỗn hợp dầu đối với công chất HFC giảm. Do vậy, đối với công chất lạnh có khả năng tương thích với dầu khoáng, như công chất R438a, sẽ giảm được hàm lượng POE trong hỗn hợp dầu, thậm trí không cần có trong thành phần.

Khả năng hồi dầu là một trong những vấn đề quan trọng. Ở vùng thấp áp trong hệ thống lạnh có nhiệt độ thấp, độ nhớt của dầu cao làm ảnh hưởng tới khả năng hồi dầu về máy nén. Các loại dầu bôi trơn và công chất lạnh có khả năng hòa tan lẫn nhau làm cho độ nhớt của hỗn hợp giảm và làm tăng khả năng hồi dầu. Tuy nhiên, đa số công chất lạnh HFC và dầu khoáng hòa tan với nhau rất ít nên độ nhớt của dầu phía thấp áp vẫn rất lớn. Do đó, phải thay toàn bộ dầu khoáng bằng dầu POE khi thay thế công chất lạnh.

Trong thành phần của HFC, nếu có hydrocacbon - thành phần hòa tan dầu khoáng sẽ làm giảm độ nhớt của dầu giúp cho việc hồi dầu tốt hơn. Một lượng hydrocacbon nhỏ trong R404A cũng đủ để làm giảm độ nhớt của dầu.

2.1.3. Năng suất làm lạnh

Đối với điều hòa không khí, nhiệt độ dàn bay hơi tương đối cao, thường trong khoảng 1 ÷ 8^{o}C. Trong khoảng nhiệt độ này nhiệt ẩn hóa hơi của R404A so với R22 không khác nhau nhiều.

Bảng 2.1. Nhiệt ẩn hóa hơi của R22 và R404A trong khoảng nhiệt độ bay hơi từ 1^{o}C tới 8^{o}C.

	1	2	3	4	5	6	7	8
r_{R22}	204,2	203,4	202,6	201,8	200,9	200,1	199,2	198,4
r_{R404A}	213	212,1	211,2	210,3	209,4	208,4	207,5	206,5

Khi thay công chất lạnh có năng suất làm lạnh tương đương thì năng suất làm lạnh của hệ thống sau khi thay thế công chất lạnh sẽ cho năng suất làm lạnh tương đương. Do đó, xét về năng suất làm lạnh thì công chất lạnh R404A có thể lựa chọn để thay thế cho công chất lạnh R22.

2.1.4. Tính kinh tế

Hiện nay trên thị trường, công chất R404A có giá cao hơn công chất R22 gấp 1.5 lần (cùng hãng sản xuất). Tuy nhiên giá công chất lạnh R404A gần như là thấp

nhất so với các loại công chất lạnh khác có thể thay thế công chất R22. Bảng dưới đây cho cái nhìn tổng thể về giá của công chất lạnh trong các tháng gần đây trên thị trường phía Bắc.

Bảng 2.2. Giá công chất lạnh tại thị trường phía Bắc từ tháng 1 tới tháng 3 năm 2016 (Đơn vị tính VNĐ)

	R22	**R134a**	**R404A**	**R407C**	**R410A**	**R717**	**R507**
Dupont Suva	1.141.000	2.990.000	1.672.000	2.288.000	1.617.000	-	2.344.000
Snowice	-	1.738.000	-	1.716.000	1.738.000	-	1.936.000
India	1.100.000	-	-	-	-	-	-

Tuy công chất R404A có giá thành cao nhưng so với giá thành để thay mới toàn bộ hệ thống thì lại rất nhỏ. Mặt khác, ta thấy những loại công chất khác cũng có giá thành không hề thấp, trong khi nếu không đảm bảo các thông số nhiệt động, hệ thống hoạt động không tốt có thể gây ra hư hỏng dẫn tới chi phí cao.

2.2. Thử nghiệm thực tế

2.2.1. Giới thiệu chung

2.2.1.1. Giới thiệu chung về tàu

- Tên tàu: VP ASPHALT 02

- Số hiệu: 3WIT9

- Quốc tịch: Việt Nam

- Loại tàu: Tàu chở nhựa đường

- Đăng kiểm: DNV & VR

- Số IMO: 9616395

- Cảng đăng ký: Hải Phòng

- Đóng tại: Nhà máy đóng tàu Hồng Hà, Hải Phòng, Việt Nam

- Chủ tàu: Công ty cổ phần vận chuyển hóa dầu VP phòng 703 tòa nhà trung tâm số 43 đường Quang Trung, quận Hồng Bàng, Hải Phòng, Việt Nam.

- Quản lý: Công ty cổ phần vận chuyển hóa dầu Việt Nam.

- Khai thác: Công ty cổ phần vận chuyển hóa dầu VP.

Thông số kỹ thuật cơ bản:

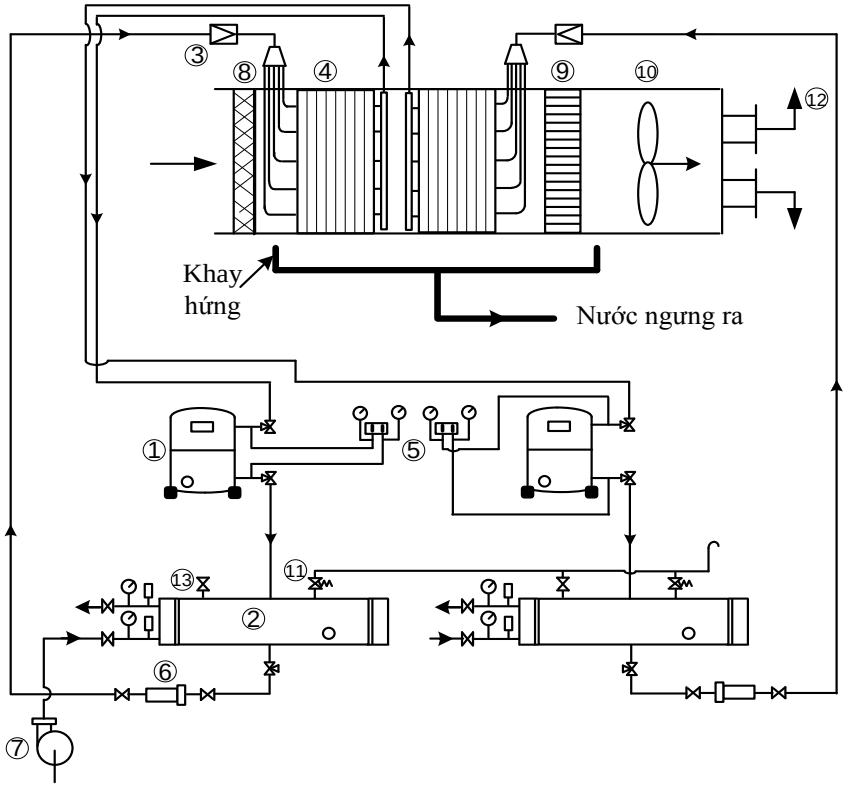
- Chiều dài lớn nhất:	L_{max}	=	100.0 m
- Chiều rộng thiết kế:	B	=	15.0 m
- Chiều cao mạn:	H	=	7.0 m
- Vận tốc thiết kế:	v	=	14 hl/h
- Số thuyền viên:	n	=	18 người
- Máy chính:	Wartsila 6L26B2		
- Công suất tối đa	Ne	=	1950 kW
- Vòng quay tại công suất tối đa	n	=	600 v/p

2.2.1.2. Giới thiệu chung về hệ thống điều hòa không khí trung tâm tàu VP ASPHALT 02

Hệ thống điều hòa được thiết kế đặt trên boong thượng của tàu. Toàn bộ hệ thống được đặt trong một hộp lớn bao gồm phần hệ thống lạnh, phần quạt gió, các ống dẫn gió, các cánh bướm để điều chỉnh lưu lượng gió.

Hệ thống điều hòa tàu được thiết kế khá hiện đại. Hệ thống được trang bị hai máy nén Danfoss dạng kín, mỗi máy nén có công suất 7,5 kW, hai bình ngưng, hai van tiết lưu, hai dàn bay hơi tách biệt nhau. Chúng có thể hoạt động độc lập hoặc song song. Khi phụ tải nhiệt lớn thì cả hai cùng hoạt động, khi phụ tải lạnh giảm xuống thì tự động dừng một máy nén. Hệ thống lạnh sử dụng công chất lạnh R22. Đây là một công chất lạnh phổ thông đang được sử dụng rộng rãi.

Hình 2.2. Hệ thống điều hòa không khí trung tâm tàu VP ASPHALT 02



Hình 2.3. Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều hòa không khí

1. Máy nén; 2. Bình ngưng; 3. Van tiết lưu; 4. Dàn bay hơi; 5. Bảng rơ le, áp kế; 6. Bầu tách ẩm; 7. Bơm nước làm mát; 8. Lưới lọc; 9. Dàn sưởi; 10. Quạt gió; 11. Van an toàn; 12. Ống gió; 13. Van xả khí

Một số thiết bị chính trong hệ thống:

a. Máy nén

- Thông số máy nén:

+ Loại: 1 cấp, máy nén kín

+ Kiểu: MTZ80HP4AVE

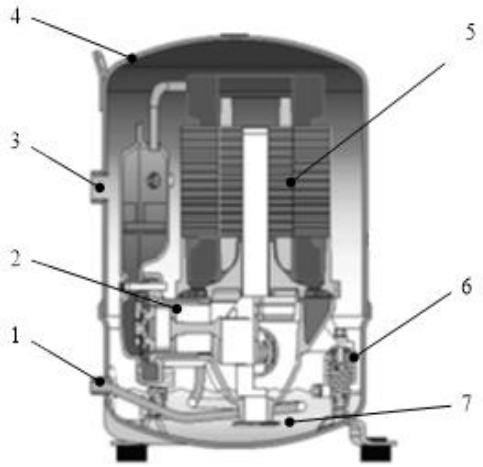
+ Nhà SX: DANFOSS MANEUPRO-FRANCE

+ Công suất: 10,8 kW/h

+ Dòng khởi động/hoạt động: 80A/18A

Hình 2.4. Máy nén trong hệ thống

- Để loại bỏ bộ làm kín đầu trục của máy nén hở rất hay hỏng hóc, người ta đã thiết kế máy nén kín hoàn toàn. Trong máy nén kín, mô-tơ và máy nén có chung một trục cơ, được bố trí hợp lý trong một block được làm kín, liên quan tới bên ngoài qua bảng đấu dây điện và 3 đường ống là ống đẩy, ống hút và ống nạp công chất.



Hình 2.5. Bản vẽ cấu tạo của máy nén

1.Đường ống đẩy; 2.Máy nén; 3.Đường ống hút; 4.Block máy; 5.Động cơ điện; 6.Gối đỡ lò xo; 7.Dầu bôi trơn.

- Ưu điểm:

  + Không có hiện tượng dò lọt công chất ở máy nén.

  + Gọn nhẹ, đỡ tốn điện tích lắp đặt.

- Nhược điểm:

  + Khó bảo dưỡng, sửa chữa.

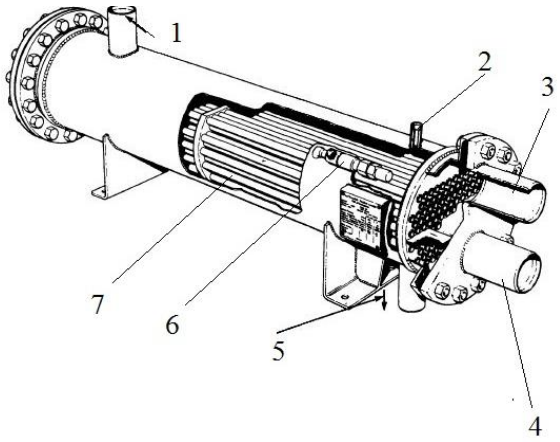
  + Công nghệ chế tạo cao, giá thành cao.

b. Bình ngưng:

Hình 2.6. Bình ngưng trong hệ thống

Bình ngưng làm mát bằng nước biển, kết cấu dạng ống thông thường, ống và mặt sang bằng hợp kim đồng, thân bằng thép, nắp bằng gang có gắn kẽm chống ăn mòn điện hóa.

Kết cấu tương đối gọn, dễ vệ sinh, dễ bảo dưỡng, hệ số trao đổi nhiệt k khá lớn (k ≈ 0,7 ÷ 0,9 kW/m^2.K)



Hình 2.7. Bản vẽ cấu tạo bình ngưng

1. Hơi công chất vào; 2. Đường nối van xả khí; 3. Nước làm mát ra; 4. Nước làm mát vào; 5. Công chất lỏng ra; 6. Van an toàn; 7. Ống trao đổi nhiệt.

c. Dàn bay hơi

Hình 2.8. Dàn bay hơi và dàn sưởi trong hệ thống

Dàn bay hơi là loại đối lưu cưỡng bức, cấu tạo là cụm ống đồng có đường kính ϕ = 12mm, kích thước tùy theo năng suất lạnh yêu cầu Q_o(kW), bên ngoài ống

có cánh tản nhiệt bằng nhôm. Tất cả đặt trong hộp gió kín hợp lý, có quạt gió và khay hứng nước.

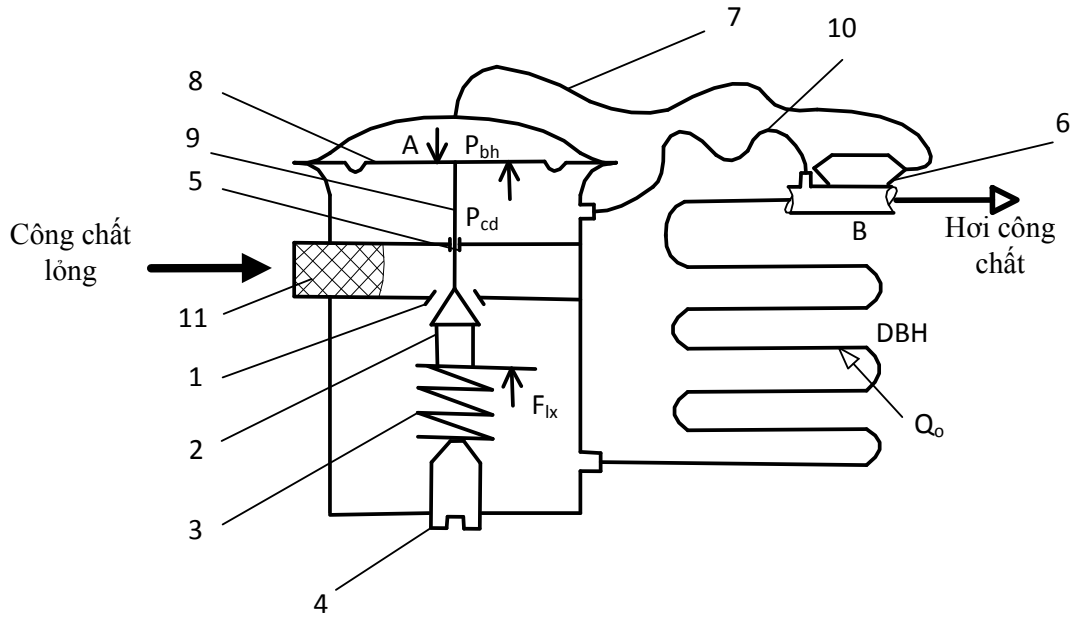
Không khí chuyển động ngoài ống, đi qua khe giữa các cánh tản nhiệt. Chuyển động của không khí do quạt gió tạo ra nên khá lớn, hệ số truyền nhiệt k khoảng 45 ÷ 60 $W/m^2.K$.

d. Van tiết lưu

Hình 2.9. Van tiết lưu trong hệ thống

Dàn bay hơi có năng suất làm lạnh lớn, kích thước lớn, đường ống chế tạo dàn bay hơi dài nên khi công chất lạnh chuyển động từ đầu dàn bay hơi (áp suất $P_o^{đd}$) tới cuối dàn (áp suất P_o^{cd}) có sự tổn hao áp suất tương đối lớn. Chính vì vậy, hệ thống được lắp van TEV cân bằng ngoài (outlet balance thermostatic expansion valve).

Nguyên lý làm việc của van TEV cân bằng ngoài: Trong ống mao dẫn 7 và bầu cảm ứng 6 được nạp công chất, có thể là công chất nạp trong hệ thống, có thể là công chất khác (mà sự thay đổi nhỏ của nhiệt độ hơi bão hòa sẽ làm thay đổi lớn áp suất hơi bão hòa). Bầu cảm ứng được ghép chặt vào phần cuối của dàn bay hơi cảm biến nhiệt độ công chất sau khi ra khỏi dàn bay hơi. Ống cân bằng ngoài 10 trích một đường hơi công chất sau khi ra khỏi dàn bay hơi đưa về không gian phía dưới màng đàn hồi của van tiết lưu.



Hình 2.10. Sơ đồ nguyên lý van tiết lưu cân bằng ngoài

1.Đế van; 2.Kim van; 3.Lò xo; 4.Vít điều chỉnh; 5.T-rết làm kín van; 6.Bầu cảm ứng; 7.Ống mao dẫn; 8.Màng đàn hồi; 9.Thanh truyền; 10.Ống cân bằng ngoài.

Khi phụ tải nhiệt của dàn bay hơi tăng làm cho nhiệt độ công chất sau khi ra khỏi dàn bay hơi tăng, công chất trong bầu cảm ứng 6 và ống mao dẫn 7 giãn nở đẩy màng đàn hồi 8 xuống, thắng lực đẩy từ dưới màng đàn hồi lên (lực đẩy do công chất phia dưới màng đàn hồi giãn nở + lực đẩy lò xo), đẩy kim van 2 xuống mở to van tiết lưu, tăng lưu lượng công chất cấp vào dàn bay hơi. Lưu lượng công chất cấp vào dàn bay hơi tăng lên làm giảm phụ tải nhiệt của dàn bay hơi, lực tác dụng vào màng đàn hồi từ trên xuống giảm, van kim 2 đi lên đóng bớt van tiết lưu.

2.2.2. Thử nghiệm thay thế công chất R22 bằng công chất R404A

a. Hệ thống khi sử dụng công chất R22

Tiến hành đo đạc các thông số của hệ thống điều hòa không khí trung tâm tàu VP ASPHALT 02 khi sử dụng công chất R22 trong điều kiện:

- Nhiệt độ nước biển : 27^oC
- Áp suất môi trường : 1 kG/cm^2
- Lưu lượng nước làm mát: 20 m^3/h
- Áp suất nước làm mát: 2.5 kG/cm^2
- Lưu lượng gió qua dàn bay hơi: 8000 m^3/h

Thay đổi hệ số tái tuần hoàn của hệ thống bằng cách thay đổi độ mở van lấy gió mới và van lấy gió ngoài hành lang, sau đó tiến hành đo đạc các thông số của hệ thống (Bảng 2.4).

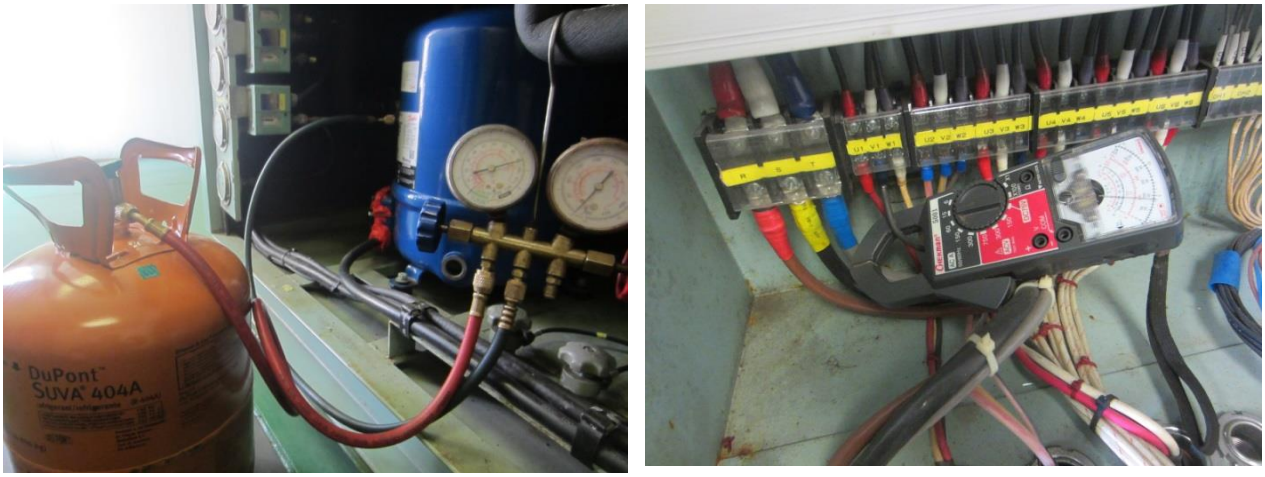
Hệ số tái tuần hoàn / Thông số hệ thống	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Áp suất hút (kG/cm^2)	**5.5**	**5.2**	**5.0**	**4.8**	**4.6**	**4.5**
Áp suất đẩy (kG/cm^2)	**16.5**	**16.1**	**15.7**	**15.4**	**15.0**	**14.5**
Nhiệt độ ngưng tụ (^oC)	**43**	**42**	**41**	**40**	**39**	**38**
Nhiệt độ nước làm mát vào (^oC)	**27**	**27**	**27**	**27**	**27**	**27**
Nhiệt độ nước làm mát ra (^oC)	**35**	**34**	**33**	**32**	**31**	**30**
Nhiệt độ không khí trước DBH (^oC)	**30**	**29**	**28**	**27**	**26.5**	**26**
Nhiệt độ không khí sau DBH (^oC)	**20**	**20**	**20**	**20**	**20**	**20**
Cường độ dòng điện máy nén (A)	**14.5**	**14.2**	**13.8**	**13.3**	**12.6**	**12**

Bảng 2.3. Thông số của hệ thống khi sử dụng công chất R22

b. Hệ thống khi sử dụng R404A:

Khi tiến hành thử nghiệm hệ thống với công chất R404A, các thông số như lưu lượng nước làm mát, áp suất nước làm mát, lưu lượng gió qua dàn bay hơi và các giá trị khác như độ mở van tiết lưu, giá trị đặt rơle nhiệt độ….được duy trì không đổi.

Tiến hành đo đạc các thông số của hệ thống khi chuyển sang dùng công chất R404A với các giá trị hệ số tái tuần hoàn tương tự như Bảng 2.4. Kết quả đo đạc được thể hiện trong Bảng 2.5.



Hình 2.11. Quá trình thay thế công chất R404A cho hệ thống

Hệ số tái tuần hoàn / Thông số hệ thống	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Áp suất hút (kG/cm^2)	6.2	6.0	5.7	5.4	5.0	4.8
Áp suất đẩy (kG/cm^2)	18.6	18.3	17.8	17.4	17.0	16.6
Nhiệt độ ngưng tụ (^oC)	43	42	41	40	39	38
Nhiệt độ nước làm mát vào (^oC)	27	27	27	27	27	27
Nhiệt độ nước làm mát ra (^oC)	36	35	34	33	32	31
Nhiệt độ không khí trước DBH (^oC)	30	29	28	27	26.5	26
Nhiệt độ không khí sau DBH (^oC)	18	18	18	18	18	18
Cường độ dòng điện máy nén (A)	16.5	16.0	15.4	14.8	14.2	13.5

Bảng 2.4. Thông số của hệ thống khi sử dụng công chất R404A

Hệ số tái tuần hoàn / Thông số hệ thống	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Áp suất hút (kG/cm^2)	+ 12.7%	+ 15.4%	+ 14.0%	+ 12.5%	+ 8.7%	+ 6.7%
Áp suất đẩy (kG/cm^2)	+ 12.7%	+ 13.7%	+ 13.4%	+ 13.0%	+ 13.3%	+ 14.5%
Nhiệt độ nước làm mát ra (^oC)	+ 2.9%	+ 2.9%	+ 3.0%	+ 3.1%	+ 3.2%	+ 3.3%
Nhiệt độ không khí sau DBH (^oC)	- 10%	- 10%	- 10%	- 10%	- 10%	- 10%
Cường độ dòng điện máy nén (A)	+ 13.8%	+ 12.7%	+ 11.6%	+ 11.3%	+ 12.7%	+ 12.5%

Bảng 2.6. Sự thay đổi của các thông số sau khi hệ thống sử dụng công chất R404A

2.2.3. Đánh giá hiệu quả của việc thay thế:

+ Từ kết quả thực nghiệm ta thấy rằng, năng suất làm lạnh Q_o của hệ thống điều hòa không khí khi sử dụng R404A tăng so với R22, điều này đồng nghĩa với việc thời gian làm lạnh của hệ thống ở cùng một chế độ phụ tải giảm. Điều đó làm tăng tính kinh tế khi sử dụng hệ thống với R404A.

+ Kết quả thử nghiệm cũng cho thấy rằng áp suất ngưng tụ của công chất tại bình ngưng tăng khoảng 12-14% trong trường hợp hệ thống sử dụng R404A. Điều này làm tăng nhiệt thải Q_k tại bình ngưng. Để khắc phục hiện tượng này người khai thác cần tăng lưu lượng nước làm mát hoặc tăng tần suất kiểm tra và vệ sinh bình ngưng.

+ Từ hai bảng thông số của hệ thống ta nhận thấy rằng áp suất tại cửa hút, cửa đẩy và áp suất trong bình ngưng đều tăng từ 7-15%. Xét về mặt độ bền của các chi tiết thì kết cấu và vật liệu của các thiết bị hoàn toàn có thể chịu được bởi đều nằm trong giới hạn cho phép của nhà chế tạo.

+ Từ quá trình chạy thử cho thấy dòng điện của động cơ lai máy nén tăng từ 11-13%. Điều này đồng nghĩa công suất máy có thể tăng lên đến 9.2 kW, cường độ

dòng điện của động cơ lai máy nén có thể tăng lên đến 16.5 A. Tuy nhiên các giá trị này vẫn nhỏ hơn công suất và cường độ dòng điện cực đại của động cơ lai máy nén là 10.8 kW và 18 A. Do đó máy nén vẫn có thể hoạt động bình thường.

+ Một vấn đề quan trọng khác khi thay thế R22 bằng R404A là phải lựa chọn dầu nhờn thích hợp. Một số loại dầu nhờn có thể dùng cho cả hai loại công chất này như : K46, Total46,…. Trong trường hợp hệ thống sử dụng loại dầu cũ không phù hợp cho R404A thì người khai thác cần phải thay mới hoàn toàn lượng dầu trong hệ thống.

+ Cũng giống như ở hệ thống dùng R22 hệ thống dùng R404A cũng đòi hỏi phải dùng phin lọc ẩm để làm khô, làm sạch công chất trong hệ thống.

+ R404A phù hợp với hầu hết kim loại, hợp kim, nghĩa là không gây ra phản ứng hóa học với kim loại trong hệ thống sử dụng R22.

Từ những kết luận trên có thể thấy việc dùng công chất R404A thay thế cho R22 trong hệ thống hệ thống lạnh nói chung và hệ thống điều hòa không khí nói riêng có tính khả thi cao.

CHƯƠNG 3. QUY TRÌNH THAY THẾ CÔNG CHẤT LẠNH R22 BẰNG R404A CHO HỆ THÔNG LẠNH.

3.1. Yêu cầu đối với quy trình thay thế công chất

Quy trình thay thế công chất lạnh được xây dựng dựa trên những kết quả phân tích ở các phần trước và phải đảm bảo các yêu cầu sau đây:

- Quy trình thay thế càng đơn giản càng tốt;
- Công chất và dầu phải đúng chủng loại và phù hợp;
- Lượng công chất và dầu bôi trơn cũ còn sót lại trong hệ thống càng nhỏ càng tốt;
- Hệ thống sau khi thay thế phải cho năng suất càng gần năng suất của hệ thống trước khi thay thế càng tốt;
- Quá trình khai thác hệ thống phải đảm bảo an toàn và tin cậy.

3.2. Quy trình thay thế công chất lạnh R22 bằng công chất R404A

3.2.1. Thu thập dữ liệu

Trước khi thay thế, ta phải tiến hành thu thập các thông số thiết kế và thông số hoạt động bình thường của hệ thống. Các thông số cần thu thập như nhiệt độ và áp suất trước và sau các thiết bị như máy nén, dàn bay hơi, bình ngưng (dàn nóng), van tiết lưu,vv… dùng để so sánh và chỉnh định lại hệ thống sau khi thay thế công chất.

3.2.2. Thay dầu

Do dầu bôi trơn dùng với công chất R22 là dầu khoáng không làm việc được với công chất R404A nên ta cần phải thay toàn bộ dầu bôi trơn trong hệ thống cũ. Đối với các máy nén hở và bán kín, ta tiến hành xả dầu trước khi xả công chất hoặc thu hồi công chất. Công chất lạnh có áp suất cao hơn áp suất môi trường sẽ giúp cho việc xả dầu thuận lợi hơn. Đối với các máy nén kín hoàn toàn, ta phải tách máy nén ra khỏi hệ thống rồi mới tiến hành xả dầu. Nếu không biết lượng dầu bôi trơn cần nạp cho máy nén thì lượng dầu xả ra sẽ là căn cứ để xác định lượng dầu mới cần nạp.

Nạp dầu mới tương thích với công chất R404A với số lượng thích hợp. Dầu nạp mới có thể được đưa vào máy nén bằng cách đổ vào cácte (máy nén hở và bán kín) hoặc hút vào cacte máy nén qua đường ống hút (máy nén kín).

Ngoài máy nén, một số thiết bị khác trong hệ thống cũng chứa dầu như bầu tách dầu, dàn bay hơi….. Để đảm bảo quá trình thay dầu được triệt để, dầu trong các thiết bị này cũng phải xả sạch.

3.2.3. Xúc và xả dầu cũ

Mặc dù ta đã được thay bằng dầu mới nhưng do trong hệ thống vẫn còn dầu bôi trơn cũ tồn tại trong một số thiết bị mà ta chưa xả ra được. Để loại bỏ lượng dầu này, ta phải đưa hệ thống hoạt động trở lại cùng với công chất R22 còn trong hệ thống. Thời gian hoạt động càng lâu càng tốt, tối thiểu 24 tiếng để lượng dầu cũ còn sót lại trong hệ thống sẽ được "rửa sạch" bằng dầu bôi trơn mới. Sau khi hết thời gian chạy để xúc rửa hệ thống, nhốt công chất vào bầu ngưng để phục vụ cho việc thu hồi công chất, dừng hệ thống và xả toàn bộ dầu ra và thay bằng dầu mới.

3.2.4. Thu hồi công chất R22

Thu hồi công chất lạnh R22 trong hệ thống để đảm bảo tránh cho R22 thoát ra ngoài ảnh hưởng tới xấu tới môi trường.

- Nối vỏ chai công chất với van cấp lỏng của hệ thống;

- Cho chai công chất vào thùng nước đá rồi mở van cấp lỏng nối thông bình ngưng với chai công chất;

- Khi lượng công chất đã được lấy hết ra khỏi bình ngưng thì đóng van cấp lỏng cách ly chai công chất, khóa van chai công chất và tháo ống nối;

- Xả lượng công chất còn sót lại trong hệ thống.

Sau khi thu hồi, các chai công chất thu hồi được bảo quản và chuyển tới các tổ chức hoặc đơn vị chức năng xử lý.

3.2.5. Hút chân không cho hệ thống

- Việc hút chân không có thể được tiến hành bằng bơm chân không hoặc bản thân máy nén của hệ thống.

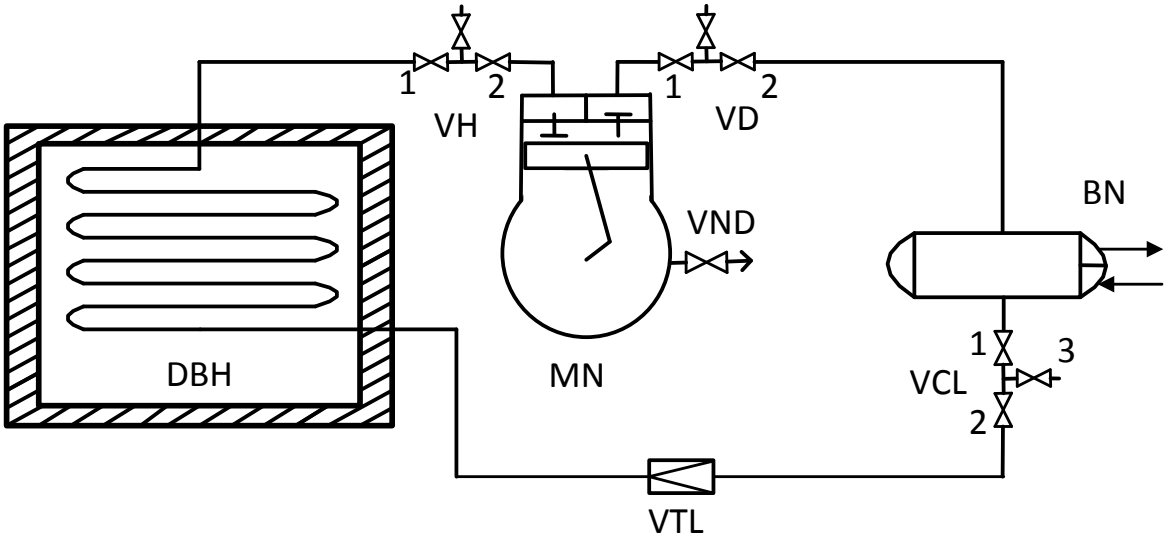
- Quy trình hút chân không trước khi nạp mới công chất**:**

+ Hút hết không khí ra khỏi các không gian của hệ thống lạnh, (đồng hồ hút chỉ độ chân không khoảng 700÷750mmHg) bằng bơm chân không hoặc máy nén.

+ "Ngâm" hệ thống lạnh ở áp suất chân không như trên khoảng 24 tiếng đồng hồ để tạo điều kiện làm khô hệ thống. (nếu có nước sẽ hóa hơi)

+ Xả một lượng công chất nhỏ vào trong hệ thống lạnh rồi lại hút chân không một lần nữa, sau đó mới tiến hành nạp công chất.

Trên hình 3.1 là sơ đồ hướng dẫn thao tác các van để hút chân không bằng bản thân máy nén của hệ thống lạnh.



Hình 3.1. Sơ đồ hướng dẫn thao tác các van để hút chân không

a. Hút chân không cho máy nén

- Thao tác van ở các vị trí như sau:

  +) VH: ngả (2) đóng, ngả (3) đóng.

  +) VĐ: ngả (2) đóng, ngả (1), (3) mở.

- Chạy máy nén ở chế độ cưỡng bức, thời gian hạn chế.

b. Hút chân không cho dàn bay hơi và máy nén

Thao tác van:

- VCL:ngả (1), (3) đóng.
- VH: ngả (3) đóng, ngả (1), (2) mở.
- VĐ: ngả (2) đóng, ngả (1), (3) mở.

Chạy máy nén ở chế độ cưỡng bức, thời gian hạn chế.

c. Hút chân không cho cả hệ thống lạnh

Thao tác van:

- VCL:ngả (3) đóng, ngả (1), (2) mở.
- VH: ngả (3) đóng, ngả (1), (2) mở.

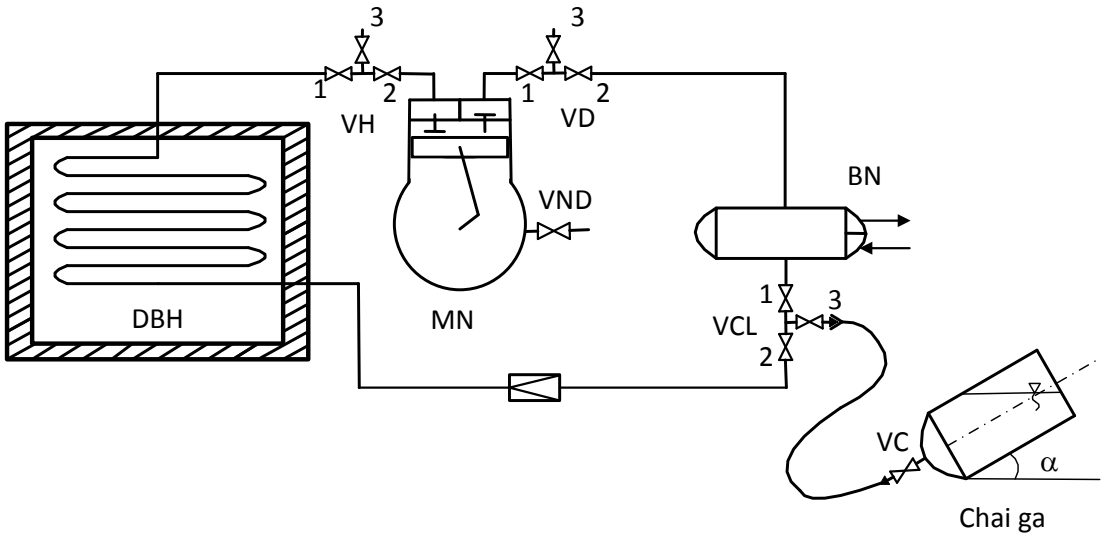
- VĐ: ngả (2) đóng, ngả (1), (3) mở.

Chạy máy nén ở chế độ cưỡng bức, thời gian hạn chế.

3.2.6. Nạp công chất lạnh mới

- Sau khi hút chân không cho hệ thống ta tiến hành nạp công chất lạnh mới cho hệ thống. Lượng công chất lạnh được nạp thông thường khoảng 80÷90% khối lượng so với lượng R22 có trong lý lịch máy. Do R404A là công chất hỗn hợp không đồng sôi nên khi nạp công chất lạnh phải nạp ở thể lỏng.

- Quy trình nạp công chất thể lỏng:



Hình 3.2. Sơ đồ nạp công chất thể lỏng

(1) Chuẩn bị chai công chất, ống nạp

(2) Chai công chất đặt đứng, xả "E" cho dây nạp.

(3) Đặt nghiêng chai công chất, trúc đầu một góc α từ $15 \div 75^{o}$ (theo hướng dẫn trên vỏ chai là "for liquid").

(4) Vẫn để máy nén chạy, đóng ngả (1), mở ngả (2) và (3) của van cấp lỏng VCL, mở van chai VC. Công chất lỏng từ chai công chất, tiết lưu qua van tiết lưu vào dàn bay hơi rồi về máy nén rất an toàn.

(5) Theo dõi mức lỏng trong bình ngưng (khoảng 2/3 hay 3/4 kính nhìn thì đủ) kết hợp với cân chai.

- Để đảm bảo hệ thống kín cần phải kiểm tra rò lọt tại những vị trí, thiết bị đã tháo.

• Thường xuyên dùng mắt quan sát độ "ẩm ướt" dầu nhờn trên toàn hệ thống, nên đặc biệt chú ý tới các mối hàn, các đầu rắc-co, mặt bích nối, các t-rêt cổ van, bộ làm kín đầu trục, vv… Những chỗ "ẩm ướt dầu" là những chỗ chỗ đặc biệt cần quan tâm khi dò tìm chỗ hở.

• Tìm cách nâng cao áp suất công chất cao nhất có thể ở những nơi nghi ngờ rò lọt, "ẩm ướt dầu".

• Tắt máy nén, quạt gió, vv… nhằm giảm tiếng ồn, tạo yên lặng. Lắng nghe xì rò nếu có.

• Dùng vải sạch, miếng bọt biển sạch nhúng vào nước xà phòng, nước rửa bát tạo bọt, bôi lên chỗ nghi ngờ. Quan sát, theo dõi mức độ vỡ bọt xà phòng.

• Nếu có đèn thử Halogen thì cắm ống hút của đèn (thường là ống mềm) đưa vào chỗ nghi ngờ rò lọt. Quan sát mức độ đổi màu ngọn lửa của đèn, nếu:

+ Ngọn lửa màu trắng: không có rò lọt

+ Ngọn lửa màu xanh lá cây: rò lọt nhỏ

+ Ngọn lửa màu xanh nước biển: rò lọt lớn

3.2.7. Đưa hệ thống hoạt động trở lại

Chạy lại hệ thống, ghi lại các thông số hoạt động và tiến hành hiệu chỉnh các thiết bị. Mặc dù không phải thay van tiết lưu nhưng độ quá nhiệt của van thay đổi nên phải điều chỉnh lại cho phù hợp. Dựa trên các thông số ghi được, tiến hành đánh giá khả năng hoạt động của hệ thống với công chất lạnh mới.

3.2.8. Dán mác công chất lạnh và dầu bôi trơn cho hệ thống

Ghi tên công chất lạnh mới R404A và loại dầu bôi trơn đã thay thế và dán trên thiết bị của hệ thống để thuận tiện cho việc chăm sóc bảo dưỡng và sửa chữa.

3.3. Bảng tổng hợp quy trình thay thế công chất

Stt	*Nội dung*	*Ghi chú*
1	Thu thập dữ liệu.	
2	Thay dầu.	
3	Xúc xả dầu cũ.	
4	Thu hồi công chất R22.	
5	Hút chân không cho hệ thống.	
6	Nạp công chất lạnh mới R404A.	
7	Đưa hệ thống vào hoạt động và tiến hành chỉnh định lại van tiết lưu và các rơle nếu cần.	
8	Dán mác công chất và dầu bôi trơn mới cho hệ thống.	

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Qua thử nghiệm và phân tích, R404A là công chất lạnh thay thế hiệu quả cho công chất R22 trong thời gian tới trong các hệ thống lạnh nói chung và hệ thống điều hòa không khí nói riêng. Nó có năng suất làm lạnh tương tự công chất R22, tương thích với nhiều loại dầu bôi trơn. Trong quá trình chuyển đổi ít phải thay thế các thiết bị quan trọng khác của hệ thống, điều này giúp cho quá trình chuyển đổi đơn giản, kinh phí chuyển đổi nhỏ.

KIẾN NGHỊ

Trong quá trình nghiên cứu tìm loại công chất lạnh phù hợp thay thế cho R22 trong các hệ thống lạnh đang sử dụng loại công chất này thì R404A đã chứng tỏ được nhiều ưu điểm. Tuy nhiên, để có những nghiên cứu chuyên sâu hơn, ứng dụng cho các hệ thống có công suất lớn thì cần nhiều thực nghiệm ở các dải nhiệt độ sôi khác nhau, tiến hành trong một thời gian dài để có điều kiện phát triển xa hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] PGS.TS. Nguyễn Đức Lợi, *Công chất, dầu và chất tải lạnh*, Nxb giáo dục 2007

[2] Andrew D. Althouse, MA ; Carl H, Turnquist, MA; Afred F. Bracciano, Ed.Sp, *Modern Refrigeration and air conditioning*,1968.

[3] PGS.TS Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, Đinh Văn Thuận, *Kỹ thuật lạnh ứng dụng*, Nxb Giáo dục 2007.

[4] International Refrigeration and air conditioning Conference at Purdule, July, 12-15/2010.

[5] National refrigerants, Inc, *Refrigerant Reference Guide* Fourth Edition, 2004.

[6] BOCK Kältemaschinen GmbH, *Alternative refrigerants*, Art. No. 96151-05.2010-Gb.

[7] United Nations Environment Programme, Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, Ninth edition (2012).