



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG
TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

THS. TRẦN VĂN LỊCH

GIÁO TRÌNH
KỸ THUẬT AN TOÀN
HỆ THỐNG LẠNH

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2007

Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCS Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCS ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đồng đảo bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm “50 năm giải phóng Thủ đô”, “50 năm thành lập ngành” và hướng tới kỷ niệm “1000 năm Thăng Long - Hà Nội”.

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Lời nói đầu

Trong những năm gần đây, kỹ thuật lạnh và điều hoà không khí ở nước ta đã phát triển mạnh mẽ và được áp dụng rộng rãi trong các ngành kinh tế quốc dân. Vì vậy, vấn đề đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong quá trình lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa hệ thống lạnh và điều hoà không khí là vô cùng cần thiết cho những người đang làm việc nói chung và các học sinh đang học tập nói riêng.

Với mục đích trang bị cho học sinh các kiến thức cơ bản về kỹ thuật an toàn lạnh, chúng tôi đã biên soạn giáo trình “Kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh” để làm tài liệu giảng dạy và học tập cho giáo viên và học sinh chuyên ngành “Máy lạnh và điều hoà không khí”, ở các trường Trung học chuyên nghiệp.

Giáo trình gồm hai chương:

- Chương 1: An toàn hệ thống lạnh*
- Chương 2: Thử nghiệm thiết bị và xác định đặc tính của máy và hệ thống lạnh.*

Giáo trình nhằm cung cấp cho học sinh những kiến thức về:

- Các quy định pháp quy của nhà nước về an toàn hệ thống lạnh.*
- Các quy định về khám nghiệm kỹ thuật và bảo hộ lao động của người quản lý và vận hành hệ thống lạnh.*
- Phương pháp thử nghiệm thiết bị, xác định đặc tính của máy và thiết bị lạnh.*

Về nội dung, giáo trình đã chọn lọc các kiến thức cơ bản cần thiết trong bộ TCVN về kỹ thuật lạnh, mà những người làm công tác về kỹ thuật lạnh cần phải biết. Đồng thời giáo trình còn đề cập đến một số tiêu chuẩn của nước ngoài để làm cơ sở cho người học có thể mau chóng làm quen và hội nhập với nền kỹ thuật tiên tiến trên thế giới. Do vậy giáo

trình không chỉ để cho học sinh học tập mà còn là tài liệu tham khảo bổ ích cho những ai quan tâm đến lĩnh vực an toàn kỹ thuật lạnh.

Tuy nhiên do điều kiện thời gian có hạn, cuốn sách không tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp quý báu của độc giả.

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn PGS. TS – Bùi Hải, TS – Hà Mạnh Thư, giảng viên trường Đại học Bách khoa Hà Nội, TS – Nguyễn Duy Tiến, giảng viên trường Đại học Giao thông vận tải, KS – Vũ Văn Hiến, cán bộ Tổng công ty Hàng không Việt Nam, KS – Trần Hữu Thiết, giảng viên trường Cán bộ thương mại Trung ương, đã đóng góp ý kiến để hoàn thiện nội dung giáo trình.

TÁC GIẢ

Bài mở đầu

ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU MÔN HỌC

1. Đối tượng của môn học

Kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh là môn học nghiên cứu những kiến thức cơ bản về kỹ thuật an toàn của hệ thống lạnh, nhằm đảm bảo cho người cán bộ kỹ thuật có được sự hiểu biết đầy đủ về các qui định pháp qui của nhà nước về an toàn lạnh và vai trò của kỹ thuật an toàn trong lao động.

2. Nội dung của môn học

Giáo trình Kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh ngoài việc đề cập đến những kỹ thuật an toàn cho người và thiết bị còn giới thiệu về các ảnh hưởng của tác nhân lạnh đến tầng ozone, những tiến bộ kỹ thuật mới trong việc bảo vệ tầng ozone ... do đó giáo trình không chỉ giúp cho học sinh sau khi ra trường mau chóng hòa nhập với môi trường sản xuất mà còn là tài liệu tham khảo bổ ích cho đội ngũ cán bộ kỹ thuật đang lao động trong môi trường sản xuất có liên quan đến kỹ thuật lạnh.

Môn học được bố trí thành 2 chương:

Chương 1: An toàn hệ thống lạnh.

Chương 2: Thử nghiệm thiết bị và xác định đặc tính của máy và hệ thống lạnh.

Giáo trình nhằm cung cấp cho học sinh những kiến thức về:

- Các qui định pháp qui của nhà nước về an toàn hệ thống lạnh.
- Các qui định về khám nghiệm kỹ thuật và bảo hộ lao động của người quản lý và vận hành hệ thống lạnh.
- Phương pháp thử nghiệm thiết bị, xác định đặc tính làm việc của máy và thiết bị lạnh.

- Các phương pháp quản lý và hạn chế sự phát thải của tác nhân lạnh vào tầng ozone.

Về cơ bản môn học đã cung cấp cho người học tương đối đầy đủ các kiến thức cần thiết về kỹ thuật an toàn của hệ thống lạnh đang được ứng dụng phổ biến trong đời sống sản xuất hiện nay.

3. Phương pháp nghiên cứu môn học

Kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh rất cần cho các cán bộ kỹ thuật và người lao động khi làm việc có liên quan đến hệ thống lạnh. Đây là môn học bắt buộc đối với học sinh theo học ngành máy lạnh và điều hòa không khí. Để có thể nắm bắt được các nội dung của môn học, học sinh cần phải có các kiến thức về các môn học cơ sở như: Thủy khí động lực, Kỹ thuật lạnh cơ sở, Kỹ thuật nhiệt v.v... Trong quá trình học tập học sinh cần phải kết hợp giữa học lý thuyết ở trên lớp, với việc tìm hiểu các thiết bị thực tế, đã có sẵn trong các phòng thực hành, để có thể hiểu sâu hơn các kiến thức cần lĩnh hội. Ngoài kiến thức được nêu ra trong giáo trình, người học cần phải thường xuyên cập nhật các thông tin mới thông qua các giáo trình tham khảo và các catalog giới thiệu sản phẩm của các hãng chế tạo máy lạnh nổi tiếng trên thế giới. Các kiến thức trình bày trong giáo trình mặc dù chỉ là các kiến thức cơ bản, song để có thể lĩnh hội được nhanh chóng thì người học cần phải tuân thủ theo kết cấu của giáo trình và cần có sự hướng dẫn của các giáo viên chuyên ngành.

Tóm lại để có thể học tập tốt môn học, người học cần phải xác định rõ mục đích và yêu cầu của môn học. Luôn luôn kết hợp chặt chẽ giữa học lý thuyết với học thực hành. Đồng thời tích cực ôn luyện theo sự hướng dẫn của các giáo viên, đặc biệt là ghi nhớ các kết luận rút ra được từ các kết quả thực hành thực tập, trên các thiết bị thật hoặc trên các mô hình đã có sẵn trong các phòng thực hành.

Chương 1

AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH

I. ĐẠI CƯƠNG VÀ CÁC ĐIỀU KHOẢN CHUNG VỀ AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH

1. Đại cương

Kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh nhằm đảm bảo an toàn cho người và thiết bị trong xí nghiệp lạnh nhờ các biện pháp tổ chức, kỹ thuật và vệ sinh phòng chống cháy, nổ. Như vậy, cũng có thể coi đây là nhiệm vụ chính của công tác bảo hộ lao động ở các xí nghiệp lạnh, để giảm đến mức tối thiểu khả năng có thể xảy ra sự cố, cháy, nổ hoặc các bệnh nghề nghiệp cho công nhân viên chức, đồng thời đảm bảo tới mức cao nhất để tăng năng suất lao động. Kỹ thuật an toàn lao động và vệ sinh công nghiệp vì thế có mối liên quan mật thiết với nhau.

Khi chế tạo thiết bị và lắp ráp hệ thống lạnh phải đặc biệt chú ý kỹ thuật an toàn và vệ sinh công nghiệp, vì điều kiện an toàn lao động còn phụ thuộc vào các giải pháp thiết kế và chọn các trang thiết bị của hệ thống.

Tất cả các máy và thiết bị của hệ thống lạnh phải được chế tạo, lắp đặt và bảo dưỡng vận hành theo các tài liệu chuẩn về an toàn lao động và các quy định về phòng chống cháy có hiệu lực.

Ở nước ta, ngày 11-3-1986, Ủy ban khoa học và Kỹ thuật nhà nước (nay là Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường) đã ban hành tiêu chuẩn Việt Nam về kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh: TCVN 4206 - 86 có hiệu lực từ ngày 1 - 1 - 1987. Tiêu chuẩn này quy định những yêu cầu cần thực hiện trong thiết kế, chế tạo, lắp đặt, vận hành và sửa chữa hệ thống lạnh.

2. Điều khoản chung

1. Chỉ cho phép những người sau đây được vận hành máy và hệ thống lạnh.

- Đã có chứng chỉ hợp pháp qua lớp đào tạo chuyên môn về vận hành máy lạnh.

- Đối với thợ điện: Phải có chứng chỉ chuyên môn đạt trình độ công nhân vận hành thiết bị điện.

- Người vận hành máy phải nắm vững:

+ Kiến thức sơ cấp về các quá trình trong máy lạnh.

+ Tính chất của môi chất lạnh.

+ Quy tắc sửa chữa thiết bị và nạp môi chất lạnh.

+ Cách lập nhật ký và biên bản vận hành máy lạnh.

2. Hàng năm xí nghiệp lạnh cần tổ chức kiểm tra nhận thức của công nhân viên về kỹ thuật an toàn nói chung và vệ sinh an toàn hệ máy lạnh nói riêng.

3. Tất cả cán bộ công nhân trong xí nghiệp phải hiểu rõ kỹ thuật an toàn và cách cấp cứu khi xảy ra tai nạn.

4. Phải đăng kí với thanh tra Nhà nước về thanh tra an toàn lao động các thiết bị làm việc có áp lực và an toàn điện.

5. Phải niêm yết quy trình vận hành máy lạnh tại buồng vận hành máy.

6. Cấm người không có trách nhiệm tự tiện vào phòng máy.

7. Phòng máy phải có các trang thiết bị, phương tiện dập lửa khi có hoả hoạn. Tất cả các phương tiện chống cháy phải ở trạng thái chuẩn bị sẵn sàng, có người phụ trách và thường xuyên bảo quản các thiết bị đó.

8. Cấm để xăng, dầu hoả và các chất lỏng dễ cháy khác trong gian máy.

9. Cấm người vận hành máy uống rượu trong giờ trực vận hành máy.

10. Xí nghiệp lạnh phải thành lập ban an toàn lao động của cơ quan do thủ trưởng cơ quan làm trưởng ban để kiểm tra nhắc nhở việc thực hiện nội quy an toàn lao động và làm việc với cơ quan cấp trên khi cần thiết.

Để cơ quan thanh tra kỹ thuật an toàn cho phép sử dụng máy, thiết bị và hệ thống lạnh cần có các bước chuẩn bị sau:

- Có văn bản đề nghị của thủ trưởng đơn vị sử dụng. Trong văn bản cần nêu rõ mục đích, yêu cầu của sử dụng máy và thiết bị, các thông số làm việc của thiết bị.

- Có hồ sơ xin đăng ký với đầy đủ các tài liệu kỹ thuật: các bản vẽ mặt bằng bố trí thiết bị. Sơ đồ nguyên lý hệ thống, các dụng cụ kiểm tra, đo lường, bảo vệ. Bản vẽ cấu tạo máy và thiết bị. Văn bản nghiệm thu và lắp đặt đúng

thiết kế và yêu cầu kỹ thuật. Quy trình vận hành máy và xử lý sự cố. Biên bản khám nghiệm của thanh tra kỹ thuật an toàn sau khi lắp đặt.

II. MÔI CHẤT LẠNH TRONG KỸ THUẬT AN TOÀN

1. Định nghĩa môi chất lạnh

Môi chất lạnh (còn gọi là tác nhân lạnh, ga lạnh hay môi chất lạnh) là chất môi giới sử dụng trong chu trình nhiệt động ngược chiều để thu nhiệt của môi trường có nhiệt độ thấp và thải nhiệt ra môi trường có nhiệt độ cao hơn. Môi chất tuần hoàn được trong hệ thống lạnh nhờ quá trình nén. Ở máy lạnh nén hơi, sự thu nhiệt ở môi trường có nhiệt độ thấp nhờ quá trình bay hơi ở áp suất thấp và nhiệt độ thấp, sự thải nhiệt cho môi trường có nhiệt độ cao nhờ quá trình ngưng tụ ở áp suất cao và nhiệt độ cao, sự tăng áp suất của quá trình nén hơi và giảm áp suất nhờ quá trình tiết lưu hoặc giãn nở lỏng ở máy lạnh nén khí, môi chất lạnh không thay đổi trạng thái, luôn ở thể khí.

2. Phân loại nhóm môi chất lạnh theo kỹ thuật an toàn

Theo quan điểm kỹ thuật an toàn hệ thống lạnh, các môi chất lạnh được phân thành ba nhóm 1, 2, 3 như ở phụ lục 1 TCVN 4206 - 86.

Nhóm 1 gồm những môi chất lạnh không bắt lửa, không độc hại hoặc có độc hại nhưng không đáng kể.

Nhóm 2 gồm những môi chất lạnh ít độc hại, giới hạn bắt lửa, gây nổ thấp nhất trong thể tích không khí không nhỏ hơn 3,5%.

Nhóm 3 gồm những môi chất lạnh tương đối độc hại, dễ bắt lửa và gây nổ. Giới hạn bắt lửa, gây nổ thấp nhất trong thể tích không nhỏ hơn 3,5%.

3. Freôn phá huỷ tầng ôzôn

Qua nhiều nghiên cứu, giáo sư Paul Crutzen người Đức đã phát hiện ra sự suy thoái và các lỗ thủng tầng ôzôn. Năm 1974 hai giáo sư người Mỹ Sherwood Rowland và Mario Molina phát hiện ra rằng các môi chất lạnh freôn phá huỷ tầng ôzôn. Ngày nay người ta khẳng định rằng các freôn không chỉ là thủ phạm phá huỷ tầng ôzôn mà còn gây hiệu ứng nhà kính làm nóng trái đất. Năm 1995 ba giáo sư đã được trao giải Nobel hoá học. Giải thưởng này nhấn mạnh đến tầm quan trọng của việc bảo vệ môi trường chống các chất freôn có hại cho môi trường sinh thái. Các phát hiện của ba giáo sư đã đưa đến công ước Viên 1985. Nghị định thư Montreal 1987 và các hội nghị quốc tế 1990 tại London,

1991 tại Nairobi và 1992 tại Copenhagen. Nội dung chủ yếu là kiểm soát chặt chẽ việc sản xuất, sử dụng các freôn có hại tiến tới sự đình chỉ sản xuất và sử dụng chúng trên phạm vi toàn thế giới. Các chất này gọi chung là các ODS (ozone Depletion. Substances) hay các chất phá huỷ tầng ôzôn

3.1. Tầng ôzôn và sự suy thoái

Tầng ôzôn là tầng khí quyển có độ dày chừng 40km, cách mặt trái đất từ 10 đến 50 km theo chiều cao. Tầng ôzôn được coi là lá chắn của trái đất, bảo vệ các sinh vật của trái đất chống lại các tia cực tím có hại của mặt trời. Hậu quả sẽ không lường nếu tầng ôzôn bị suy thoái và phá huỷ. Khi đó các tia cực tím có hại sẽ tới được trái đất làm cháy da và gây ra các bệnh ung thư da. Người ta đã phát hiện ra sự suy thoái của tầng ôzôn từ năm 1950, nhưng mãi hơn hai chục năm sau mới phát hiện ra thủ phạm là các chất freôn có chứa clo đặc biệt các CFC. Các freôn này tuy nặng hơn không khí nhưng sau nhiều năm nó cũng leo lên được đến tầng bình lưu. Dưới tác dụng của ánh sáng mặt trời chúng phân huỷ ra các nguyên tử clo. Clo tác dụng như một chất xúc tác phá huỷ phân tử ôzôn O_3 thành O_2 . Ôzôn O_3 có khả năng ngăn cản tia cực tím nhưng O_2 lại không có khả năng đó. Như vậy khi tầng ôzôn bị phá huỷ thì khả năng lọc tia cực tím cũng biến mất và các sinh vật đứng trước nguy cơ bị tia cực tím mặt trời tiêu huỷ. Do đó clo tồn tại rất lâu trong khí quyển nên khả năng phá huỷ ôzôn rất lớn. Người ta ước tính rằng cứ một nguyên tử clo có thể phá huỷ tới 100.000 phân tử ôzôn.

Các freôn HCFC (các chất dẫn xuất từ mêtan, êtan... chứa clo, flo và hydro) ít nguy hiểm hơn vì độ bền vững của chúng kém CFC. Thường chúng bị phân huỷ ngay trước khi đến được tầng bình lưu nên khả năng phá huỷ tầng ôzôn nhỏ hơn.

Riêng các freôn HFC (các dẫn xuất chỉ chứa flo, và hydro) không có tác dụng phá huỷ tầng ôzôn. Như vậy các freôn có tác dụng khác nhau tới tầng ôzôn. Để đánh giá khả năng phá huỷ tầng ôzôn của các môi chất lạnh khác nhau người ta sử dụng chỉ số phá huỷ tầng ôzôn ODP (Ozone Depletion Potential). Bảng 1.1. giới thiệu chỉ số ODP của một số môi chất lạnh khác nhau.

3.2. Hiệu ứng lồng kính

Nhiệt độ trung bình của bề mặt trái đất khoảng $15^{\circ}C$. Nhiệt độ này được thiết lập nhờ hiệu ứng lồng kính cân bằng do không khí, cacbonic và hơi nước ở trạng thái cân bằng sinh thái trong tầng khí quyển tạo ra. Chúng để cho các tia năng lượng mặt trời có sóng ngắn đi qua một cách dễ dàng nhưng lại phản

xạ những tia năng lượng sóng dài phát ra từ trái đất, làm nóng trái đất. Hiệu ứng này giống như hiệu ứng lồng kính. Lồng kính là một hộp thu năng lượng mặt trời, đáy và chung quanh làm bằng vật liệu cách nhiệt, bên trong đặt tấm thu năng lượng sơn màu đen, bên trên đặt một hoặc hai tấm kính trắng. Ánh nắng mặt trời có bước sóng rất ngắn, xuyên qua tấm kính một cách dễ dàng và được tấm sơn màu đen hấp thụ. Do nhiệt độ không cao (khoảng 80 - 100°C), tấm hấp thụ màu đen chỉ phát ra các tia bức xạ năng lượng sóng dài. Các lớp kính trắng lại có tính chất phản xạ hầu hết các tia bức xạ sóng dài, do đó lồng kính có khả năng bẫy các tia năng lượng mặt trời để biến thành nhiệt sử dụng cho các mục đích sưởi ấm, đun nước nóng, sấy.

Các chất không khí, CO₂ và hơi nước trên tầng khí quyển có hiệu ứng giống như lớp kính trên lồng kính nên thường gọi là hiệu ứng lồng kính là GE (Greenhouse Effect), hoặc còn gọi là chỉ số làm nóng địa cầu GWP (Global Warming Potential).

Ở trạng thái cân bằng sinh thái, lượng CO₂ và hơi nước trong khí quyển vừa đủ để giữ nhiệt độ trung bình bề mặt trái đất ở khoảng 15°C. Nhưng trong quá trình công nghiệp hoá trạng thái cân bằng này đã bị con người tác động, và càng ngày tác động càng mạnh hơn. Ngoài lượng CO₂ xả ra từ các nhà máy nhiệt điện và các cơ sở công nghiệp càng ngày càng lớn, một lượng lớn các khí lạ cũng tham gia vào quá trình này, trong đó các freôn chiếm đến 20 %, vì nhiều freôn có hiệu ứng lồng kính lớn gấp từ 5000 đến 7000 lần CO₂. Trạng thái cân bằng sinh thái bị phá vỡ, trái đất nóng dần lên. Điều đó sẽ dẫn đến các hậu quả khó lường đó là băng giá vĩnh cửu ở hai cực trái đất tan ra, nước biển dâng lên thu hẹp diện tích canh tác trồng trọt, thời tiết thay đổi, thiên tai hoành hành...

3.3. Phản ứng quang hoá

Ngoài ôzôn, trong tầng bình lưu còn xảy ra các phản ứng ôxi hoá nhờ ánh mặt trời gọi là các phản ứng quang hoá PRC (Photoreaction Chimique). Với những chất khí lạ trong tầng bình lưu, các phản ứng quang hoá được thúc đẩy và việc tạo sương mù (Sương mù = khói + sương) cũng được hình thành trong khí quyển, trong đó có sự tham gia của mêtan và các môi chất lạnh khác.

3.4. Các chất ODS, chỉ số ODP và GWP

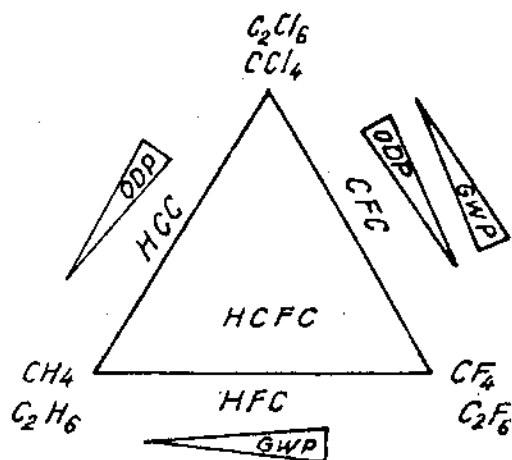
ODS: ozone Depletion Substances (các chất huỷ ôzôn), các chất ODS đều có ODP > 0, tuy nhiên mức độ phá huỷ của chúng không giống nhau nên ODP khác nhau.

Các chỉ số GWP của các freon cũng khác nhau. Để dễ so sánh khi xem xét các môi chất lạnh, người ta lấy môi chất R11 làm chuẩn với ODP và GWP của R11 bằng 1. Các chỉ số này càng lớn, môi chất càng có hại cho môi trường. Bảng 1.1 giới thiệu các chỉ số ODP và GWP của một số môi chất lạnh khác nhau. Đôi khi chỉ số làm nóng địa cầu GWP được lấy chuẩn theo CO₂ với GWP của CO₂ bằng 1 (Xem bảng 1.4).

Bảng 1.1: Chỉ số phá huỷ tầng ôzôn ODP và làm nóng địa cầu GWP của một số chất lạnh lấy chuẩn theo R11.

Môi chất lạnh	Nồng độ thể tích trong khí quyển ppt (10 ⁻¹² phần triệu triệu)	Thời gian tồn tại trong khí quyển. năm	Chỉ số phá huỷ ôzôn ODP (R11 = 1)	Chỉ số làm nóng địa cầu GWP (R11 = 1)
R10	140	50	1,1	0,35
R11	250	65	1,0	1,0
R12	450	120	0,9-1	3
R12B1	-	15	3	
R13	10	400	0,45	≈ 7
R13B1	-	100	8-13	có
R14	70	10.000	0	có
R20	10	0,6	có	
R22	60	15	0,05	0,35
R40	600	1,5	có	có
R113	35	90	0,85	1,35
R114	15	200	0,7	4
R114B2	-		6	
R115	5	400	0,4	7,5
R116	4	>500	0	có
R123	-	2	0,02	0,02
R124	-	6	0,02	0,1
R125	-	28	0	0,6
R134a	-	16	0	0,26

R140a	140	7	0,15	0,025
R141b	-	8	0,1	0,09
R142b	-	19	0,06	0,36
R143a	-	41	0	0,75
R152a	-	2	0	0,03



Hình 1.1. Giới thiệu nguyên tắc gọi tên trên tam giác dẫn xuất của CH_4 và C_2H_6 ... cùng quy tắc biến thiên chỉ số ODP và GWP phụ thuộc thành phần phân tử của chất dẫn xuất.

HCC - Hydro - Clo - Cacbon (cạnh trái).

CFC - Clo - Flo - Carbon (cạnh phải).

HFC - Hydro - Flo - Carbon (cạnh đáy).

HCFC - Hydro - Clo - Flo - Carbon (trong lòng tam giác).

Do độ ô nhiễm môi trường của các freon khác nhau và phụ thuộc rất nhiều vào thành phần phân tử nên người ta thay chữ R trong kí hiệu môi chất lạnh bằng các tập hợp chữ như giới thiệu trên hình 1.1.

Các CFC nằm trên cạnh tam giác như CFC11 (CCl_3F), CFC12 (CCl_2F_2), CFC113 ($C_2Cl_3F_3$)... có thời gian tồn tại rất lâu trong khí quyển, có chỉ số ODP và GWP lớn, là các chất nguy hiểm nhất đối với môi trường. Các chất cần được loại bỏ ngay.

HCFC là các chất có chứa hydro, clo, flo và cacbon. Đây là nhóm chất dễ bị phân huỷ hơn, các chỉ số ODP và GWP nhỏ có thể sử dụng trong thời kỳ quá độ trước khi tìm ra môi chất lạnh mới. Đại diện nhóm này là HCFC22 (CGClF_2), CHFC123 ($\text{CHCl}_2 - \text{CF}_3$)...

HFC là các chất chỉ chứa hydro, flo, cacbon, không chứa clo. Các chất này hầu như không phá huỷ tầng ôzôn ($\text{ODP} = 0$), tuy vẫn có chỉ số làm nóng địa cầu nhưng thường nhỏ. Đây là các đối tượng nghiên cứu tìm môi chất lạnh cho tương lai. Đại diện nhóm này là HFC134a ($\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$).

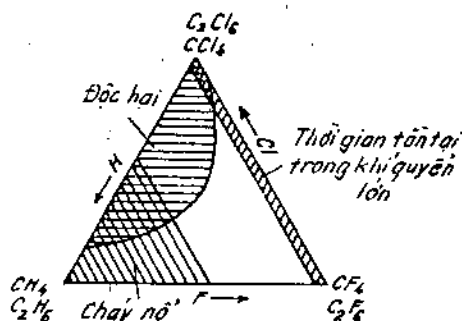
Ngoài ra HCC là các chất chỉ chứa hydro, clo và cacbon. Các chất này ít được đề cập.

Quy luật biến thiên của ODP và GWP có thể thấy rõ trên hình 1.1. Ở đỉnh CH_4 và C_2H_6 ... chỉ số ODP và GWP gần như bằng không. Càng tiến tới đỉnh CCl_4 và C_2Cl_6 thì ODP càng lớn. Càng tiến tới đỉnh CF_4 và C_2F_6 thì chỉ số GWP càng lớn, còn ODP gần như bằng không. Trên cạnh phải của tam giác ta thấy càng nhiều clo ODP càng tăng và GWP càng giảm và ngược lại càng nhiều flo ODP càng giảm, GWP càng tăng. Như vậy CCl_4 sẽ có ODP cực đại và GWP cực tiểu nhưng CF_4 sẽ có ODP cực tiểu, còn GWP cực đại.

Và thật nực cười, hầu hết các môi chất lạnh "lí tưởng", được ca ngợi là an toàn, không cháy nổ, không độc hại, bền vững hoá học... với tính chất nhiệt độ tuyệt vời sử dụng suốt 60 năm qua, nay lại trở thành mối lo ngại lớn của cả loài người. Chúng cần bị loại bỏ ngay và con người phải đi tìm môi chất lạnh mới, với các tiêu chuẩn lựa chọn môi chất lạnh mới.

Thử nghiên cứu tiếp các tính chất khác của các freôn trên tam giác dẫn xuất.

Hình 1.2 giới thiệu thêm một vài tính chất chung về độc hại, cháy nổ và thời gian tồn tại trong khí quyển biểu diễn trên tam giác các chất dẫn xuất từ metan và êtan. Qua nghiên cứu tam giác các chất dẫn xuất có thể rút ra một số nhận xét sau:



Hình 1.2: Các vùng có tính độc hại, cháy nổ, bền vững của các chất dẫn xuất từ metan CH_4 và êtan C_2H_6

- Nhiệt độ sôi tăng dần khi thành phần clo trong phân tử tăng. Khi thay flo bằng brom, nhiệt độ sôi còn tăng nhanh hơn.

- Tính cháy nổ tăng khi thành phần hydro tăng. Thành phần flo và clo càng cao, khả năng cháy nổ càng giảm. Khi nguyên tử clo và flo đạt 3 hoặc 4 hợp chất không cháy nổ nữa.

- Tính bền vững hoá học càng tăng khi thành phần clo và flo tăng. Liên kết carbon - clo và đặc biệt carbon - flo rất bền vững. Môi chất càng bền vững, tác động có hại của nó đến môi trường càng tăng.

- Càng nhiều clo, hợp chất làm trương phồng vật liệu hữu cơ càng mạnh. Khi không thay thế hết các nguyên tử hydro, hợp chất cũng tác dụng mạnh lên vật liệu hữu cơ. Càng nhiều flo, độ làm trương phồng vật liệu hữu cơ càng giảm, khả năng hoà tan vào dầu khoáng ít. Càng nhiều clo, brom và hydro, khả năng hoà tan càng cao.

- Tính độc hại tăng khi thành phần clo tăng.

Như vậy chỉ có các hợp chất nằm ở vùng trắng trên tam giác (vùng không có gạch chéo) có thể là đối tượng nghiên cứu lựa chọn làm môi chất lạnh mới cho tương lai.

4. Chương trình loại bỏ ODS của Việt Nam

Cho đến nay, khoảng 176 nước đã phê chuẩn công ước Viên và Nghị định thư Môntrêan, trong đó hơn 100 nước là những nước đang phát triển. Mặc dù Nghị định thư quy định đến năm 1999 các nước đang phát triển mới bắt đầu ngừng tiêu thụ các chất ODS nhưng hơn 80 nước đã có chương trình quốc gia (CTQG) loại bỏ ODS trong đó có Việt Nam. Chương trình nhằm loại trừ khoảng 50.000 tấn ODS, chiếm gần 1/3 mức tiêu thụ của các nước.

Việt Nam tham gia Nghị định thư từ 1/1994 và giao cho Tổng cục Khí tượng Thủy văn chủ trì xây dựng CTQG nhằm loại bỏ ODS và kêu gọi các nước, các tổ chức quốc tế hỗ trợ về tài chính và công nghệ.

Đây là một hành động rất tích cực và kịp thời đáp ứng các yêu cầu của một bên tham gia Nghị định thư, không những thế, còn tránh cho Việt Nam trở thành một bãi phế thải cho các công nghệ lạc hậu. Đây là thời điểm mà các công ty ở các nước công nghiệp phát triển loại bỏ và chào bán công nghệ cũ với giá rẻ. Nếu không có hiểu biết hoặc chính sách ngăn cấm, công nghệ cũ này dễ dàng đi vào các nước đang phát triển do sự hấp dẫn của giá cả, gây tình trạng không ổn định cho tương lai.

Việt Nam không sản xuất mà chỉ nhập khẩu ODS theo nhu cầu. Theo điều tra của Tổng cục KTTV, năm 1993 Việt Nam nhập và sử dụng 409,86 tấn, bình quân đầu người 0,004 kg/người năm, thuộc nhóm III nhỏ hơn 0,3kg/người, là một trong năm nhóm tiêu thụ ít ODS nhất trên thế giới. Theo quy định của LHQ nhóm này được trì hoãn việc loại bỏ OSD thêm 10 năm so với nhóm nước công nghiệp phát triển.

Dự báo trong 2 - 3 năm tới, lượng tiêu thụ ODS của Việt Nam cũng chỉ nằm trong khoảng 400 ÷ 500 tấn/năm, sau đó sẽ giảm dần và tiến tới loại bỏ hoàn toàn.

Các lĩnh vực sử dụng ODS chủ yếu là:

1. Làm lạnh: Dùng để nạp lần đầu, nạp bổ sung, bảo dưỡng, sửa chữa các máy lạnh công nghiệp, thương mại và dân dụng trong hơn 300 xưởng dịch vụ điện lạnh trong cả nước, phục vụ các ngành kinh tế khác nhau, đặc biệt là đông lạnh hải sản, thủy sản, thịt và rau quả xuất khẩu. Các ODS chủ yếu là CFC 12, R500, R502, HCFC 22, ước tính 118 tấn/năm.

2. Điều hoà không khí: Dùng để nạp mới, nạp bổ sung, bảo dưỡng, sửa chữa các hệ thống điều hoà trung tâm của các ngành sợi, dệt, thuốc lá, in ấn, điện tử, văn hoá, thể thao, du lịch và điều hoà tiện nghi cũng như điều hoà trên ô tô: CFC 11, 12, R502, HCFC 22, ước tính 59 tấn/năm.

3. Tạo bọt xốp: Dùng để sản xuất các bọt xốp, đệm xốp, các tấm panel cách nhiệt chủ yếu CFC 11, ước tính 20 tấn/năm.

4. Xịt khí (aerosol hay sơn khí): Sử dụng CFC 12 hoặc HCFC 22 làm tác nhân đẩy trong các bình xịt mỹ phẩm, sơn xịt, các thuốc xông chủ yếu tại Công ty Mỹ phẩm Sài Gòn, Công ty Hoá mỹ phẩm DASO, Công ty Dịch vụ và Hoá mỹ phẩm thành phố Hồ Chí Minh, ước tính 200 tấn/ năm.

5. Dung môi: Sử dụng làm dung môi chống ẩm và tẩy rửa các linh kiện điện tử, chi tiết cơ khí chính xác, quang học, dung môi thuốc sát trùng, dược phẩm, sản xuất công nghiệp môi chất chủ yếu methyl clorofrom $C_2H_3Cl_3$ và tetrachlorua Cl_4 ước tính 3,26 tấn/năm.

6. Dập lửa: Dùng làm chất dập lửa tại các sân bay, tàu biển và một số cơ sở chữa cháy chủ yếu của các Cục hàng không và Tổng cục Dầu khí. Môi chất chủ yếu Halon 2403 (R114 B2 - $C_2F_4Br_2$), ước tính 4 tấn/năm 1993.

7. Nông nghiệp: Methyl bromua được sử dụng diệt khuẩn, bảo quản gạo. Lượng tiêu thụ ước tính 140 tấn/năm.

Các chất DOS nằm rải rác trong các ngành kinh tế, có tính tàn mại cao và từ trước đến nay chưa có một cơ quan nhà nước nào đứng ra quản lý việc nhập khẩu, lưu hành và sử dụng chúng. Sự ra đời của chương trình quốc gia loại bỏ ODS do Tổng cục KTTV với 12 thành viên của các bộ, ngành kinh tế và việc thành lập Văn phòng ôzôn có ý nghĩa cực kỳ quan trọng trong việc loại bỏ ODS, ngăn chặn việc nhập công nghệ cũ, khuyến khích đầu tư nước ngoài với công nghệ tiên tiến không có DOS, kêu gọi được sự giúp đỡ tài chính và công nghệ của Chính phủ và các Tổ chức Quốc tế trong tiến trình loại trừ ODS, nâng cao nhận thức của công chúng, hỗ trợ các tổ chức và cá nhân có đóng góp vào việc loại trừ ODS, hỗ trợ hoặc thành lập các trung tâm khoa học kỹ thuật để đào tạo, hướng dẫn và thực hiện dịch vụ thu hồi, tái chế CFC, thay thế môi chất lạnh mới HCFC và HCF cũng như đưa công nghệ HCF vào thực tế và công nghệ HFC khác hẳn so với công nghệ CFC và HCFC trong kỹ thuật lạnh và điều hoà không khí.

CTQG thực sự đang nỗ lực thực hiện có hiệu quả loại trừ ODS ở Việt Nam, mục tiêu cơ bản của Nghị định thư Môngtrêan.

5. Kế hoạch quản lý tác nhân lạnh

5.1. Tầm quan trọng của kế hoạch quản lý tác nhân lạnh trên diện rộng và dài hạn

Hiện nay các quốc gia trên thế giới đã cùng nhau cố gắng ngăn chặn sự suy giảm tầng Ozone. Nghị định thư Montreal và các hiệp ước tiếp theo đã lập lên kế hoạch từng bước loại bỏ việc sản xuất và sử dụng các tác nhân lạnh hiện đang sử dụng phổ biến trong các máy lạnh kiểu ly tâm.

Khi các nhà sản xuất hoá chất trên khắp thế giới bắt đầu giảm và cuối cùng ngừng hẳn việc sản xuất tác nhân lạnh nguyên chất CFC, thị trường các tác nhân lạnh sẽ thu hẹp đối với sự làm việc bình thường của 110.000 máy lạnh dùng CFC trên khắp thế giới. Các tác nhân lạnh CFC sẽ dần khan hiếm và đắt hơn. Sự thiếu tác nhân lạnh ở Mỹ dự đoán sẽ xảy ra trước năm 1996. Sự thiếu các chất CFC ở các nước đang phát triển cũng sớm xuất hiện.

Đối phó với việc thu hẹp nguồn cung cấp sẽ là một thử thách lớn. Trong khi chưa có giải pháp đơn giản, chúng ta phải thực hiện bước thứ nhất: Triển khai kế hoạch quản lý tác nhân lạnh. Kế hoạch dài hạn sẽ giúp chủ đầu tư và những người điều hành đương đầu với khó khăn của việc từng bước loại bỏ chất CFC

sao cho tiêu tốn tài chính ít nhất và đảm bảo những quyết định liên quan đến sử dụng tác nhân lạnh sẽ được đưa ra căn cứ theo hoàn cảnh cụ thể.

5.2. Các nội dung của kế hoạch quản lý tác nhân lạnh

Nội dung chính trong kế hoạch quản lý tác nhân lạnh là công khai chính sách và quy trình sử dụng chất CFC của công ty, nội dung đó cần được thông báo dưới dạng văn bản và dùng nó làm cơ sở cho việc đưa ra các quyết định. Thực chất của việc công bố chính sách sử dụng chất CFC là trả lời câu hỏi chính sau: “Làm thế nào để có thể từng bước loại bỏ được tác nhân lạnh CFC”.

Kế hoạch quản lý chất CFC cần chỉ ra được thủ tục điều tra thu thập tài liệu về các thiết bị lạnh, các yêu cầu làm lạnh trong sản xuất của thị trường. Cách làm có hiệu quả là tổ chức kế hoạch quản lý môi chất làm lạnh là tại các cơ sở sản xuất thực tế, tại các toà nhà, với từng loại thiết bị máy lạnh cụ thể.

Kế hoạch bao gồm: Kế hoạch vận hành và bảo dưỡng, kế hoạch tài chính, kế hoạch cung cấp thiết bị mới của thị trường.

Các đơn vị, cá nhân có trách nhiệm quản lý hệ thống lạnh, cần phải có trách nhiệm triển khai kế hoạch quản lý môi chất làm lạnh. Thành phần của nhóm quản lý tác nhân lạnh cần phải có đại diện của công ty, nhân viên cung ứng vật tư, nhân viên quản lý tài chính, nhân viên quản lý trang thiết bị và các kỹ thuật viên. Các nhà sản xuất thiết bị chính (OEM) cần được tham khảo và chỉ định như là thành viên của nhóm đó để cung cấp kiến thức chuyên môn sâu, cập nhật với thời đại về kỹ thuật lựa chọn các tác nhân lạnh, những lựa chọn để giảm lượng tác nhân lạnh thoát ra ngoài khí quyển, cải tiến thiết bị và các thông tin khác có liên quan.

Một trong những nhiệm vụ đầu tiên của nhóm quản lý tác nhân lạnh là phân tích tình trạng thực tế để chọn lọc số liệu, xem xét một cách cẩn thận việc sử dụng tác nhân lạnh của từng cơ sở, để xác định rõ hàng năm đơn vị sử dụng bao nhiêu tác nhân lạnh và nó đã đi đâu. Phần lớn các tác nhân lạnh đều bị mất do rò rỉ, nguyên nhân chính là do kỹ thuật sửa chữa kém, hoặc do vứt bỏ các thiết bị đã cũ. Các số liệu thu được phải được ghi lại vào nhật ký. Nhật ký nên thể hiện chi tiết về số lượng và vị trí bình chứa các tác nhân lạnh tại cơ sở, bao gồm cả tác nhân lạnh chứa trong máy lạnh.

Sử dụng mẫu nhật ký cho từng thiết bị nên có các thông tin cần thiết như sau:

- Tuổi của máy lạnh.
- Kiểu động cơ: Kiểu hở hay kiểu kín.

- Hiệu suất làm lạnh.
- Các yêu cầu bảo dưỡng máy lạnh.
- Tác nhân lạnh và việc nạp tác nhân lạnh vào máy lạnh.
- Loại dầu bôi trơn dùng trong máy lạnh.
- Tỷ lệ tổn thất tác nhân lạnh.
- Công suất lạnh máy lạnh có thể đáp ứng.
- Kỳ hạn để đại tu.
- Khả năng khai thác của máy lạnh.
- Đường thoát môi chất lạnh khi bị rò rỉ ra ngoài.

Khi một thành viên của nhóm thu thập các số liệu về việc sử dụng các tác nhân lạnh và thiết bị lạnh, thì những người khác sẽ thu thập các thông tin vấn đề an toàn liên quan đến thiết bị đang dùng. Để có thông tin chi tiết về an toàn của tác nhân lạnh, cần phải tham khảo các tài liệu về an toàn thiết bị của các nhà chế tạo, luật an toàn của các nước trên thế giới, các qui định của ASHRAE, ARI ...

Cần xác định rõ các yêu cầu nếu như phòng thiết bị cần phải nâng cấp hoặc sửa đổi để đáp ứng được các yêu cầu lắp đặt đặc biệt, cũng như các yêu cầu về an toàn đối với tác nhân lạnh kiểu mới. Ví dụ, hệ thống làm lạnh CFC-11 để tách các chất khí không ngưng, thì thường thải chất khí đó ra ngoài không khí, do vậy cần phải xác định xem thiết bị có cần lắp van chuyên dùng hay không. Vì phần lớn các thiết bị cũ không có van này, điều đó có nghĩa là kỹ thuật viên sẽ không thể kiểm tra được mức chất lỏng, do đó sẽ không xác định được lượng môi chất lạnh đã nạp vào trong hệ thống và sẽ không kiểm tra được phòng máy có đảm bảo điều kiện an toàn hay không. Không hiếm các trường hợp, các thiết bị đã được sửa chữa nâng cấp nhiều năm, nhưng căn phòng chứa nó vẫn không được sửa chữa cho phù hợp (Trong tiêu chuẩn ASHRAE 15-1992 chỉ ra các điều kiện thông gió cưỡng bức và các thiết bị bảo vệ an toàn cần thiết). Trong trường hợp này, cần phải có ý kiến của các thanh tra chuyên ngành xem xét thì mới được tiếp tục sử dụng.

Tất cả những người tiếp xúc với môi chất lạnh đều phải được học tập các qui định an toàn về môi chất lạnh.

Các số liệu quan trọng về việc sử dụng tác nhân lạnh, cần phải được sắp xếp, xem xét và lựa chọn để chuẩn bị cho việc triển khai từng phần của kế hoạch quản lý tác nhân lạnh. Kế hoạch này nên có cả các điều khoản để cập

đến tiến trình và chính sách thực hiện, kế hoạch hạn chế thất thoát tác nhân lạnh và kế hoạch tận dụng năng cấp thiết bị cũ hoặc thay mới, vạch ra tiến độ thời gian cho từng bước để tiến tới xóa bỏ các thiết bị có sử dụng tác nhân lạnh CFC.

5.3. Các điều khoản về chính sách và tiến trình thực hiện

Sau khi xem lại các điều khoản về chính sách và tiến trình thực hiện, nhóm quản lý tác nhân lạnh nên đưa ra những sửa đổi hoặc đổi mới nội dung. Các điều khoản cần xác định trách nhiệm cá nhân trong công tác quản lý, tiến hành tập huấn về sử dụng và xử lý tác nhân lạnh an toàn. Các điều khoản về tiến trình và chính sách quản lý tác nhân lạnh của công ty cũng nên nêu ra các triết lý của công ty trong việc xử lý hợp lý môi chất làm lạnh. Các chính sách phải đủ mềm dẻo để có thể đáp ứng được những yêu cầu về thiết bị trong hiện tại và tương lai.

Các điều khoản của chính sách và trình tự thực hiện:

- Các điều khoản về chính sách môi trường liên quan đến tác nhân lạnh của công ty hoặc tập đoàn.
- Các bước bảo dưỡng, vận hành sửa chữa máy lạnh.
- Nguyên tắc hợp đồng bảo dưỡng sửa chữa máy lạnh.
- Nguyên tắc để định giá chi phí trang bị thêm hoặc thay thế máy lạnh.
- Nguyên tắc trong việc mua máy lạnh mới.

Các điều khoản về chính sách môi trường nên hỗ trợ cho việc bảo vệ môi trường và giảm thiểu sự thoát ra môi trường các tác nhân lạnh. Nội dung của các điều khoản phải phù hợp với nội dung của nghị định thư Montreal và các điều khoản đã được sửa đổi sau này. Các nguyên tắc đối với các bước vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa máy lạnh cần được phát hành. Cần đảm bảo sao cho các nhân viên hiểu sự cần thiết phải giảm sự rò rỉ tác nhân lạnh, biết được tỷ lệ rò rỉ tác nhân lạnh cho phép, quy trách nhiệm đối với việc kiểm soát tỷ lệ rò rỉ môi chất lạnh, và giao trách nhiệm sửa chữa khi lượng rò rỉ tác nhân lạnh vượt quá trị số cho phép.

Các bước tiến hành sửa chữa và bảo dưỡng:

- Xác định tỷ lệ thất thoát môi chất lạnh lớn nhất cho phép.
- Xác định trách nhiệm kiểm soát tỷ lệ rò rỉ môi chất.
- Giao nhiệm vụ sửa chữa khi tỷ lệ rò rỉ vượt quá trị số cho phép.

- Thông báo nhân viên phụ trách an toàn và chủ của cơ sở theo nguyên tắc phù hợp với tiêu chuẩn ASHRAR –15.

Nguyên tắc ký hợp đồng sửa chữa bảo dưỡng hệ thống lạnh cần yêu cầu nhà thầu loại bỏ ý định thải các môi chất lạnh ra môi trường bên ngoài. Các điều khoản cũng yêu cầu các nhà thầu sử dụng kỹ thuật viên có chuyên môn và nhân viên có tay nghề, sử dụng các thiết bị thu hồi và tái sinh môi chất lạnh và sẵn sàng sửa chữa những chỗ rò rỉ.

Các điều khoản trong hợp đồng mua sắm máy lạnh mới cần quy định rõ về loại tác nhân lạnh, tỷ lệ rò rỉ tối đa, hiệu suất tối thiểu. Đáp ứng được những điều này thì việc mua sắm thêm thiết bị mới là có thể chấp nhận được.

Trong các hợp đồng mua bán thiết bị mới cần đưa ra các nguyên tắc sau:

- Loại tác nhân lạnh phải đáp ứng được các yêu cầu bảo vệ môi trường.
- Chỉ tiêu về sự rò rỉ.
- Hiệu suất năng lượng.

Các điều khoản về tiến trình chính sách nêu trên là cơ sở định hướng cho kế hoạch quản lý tác nhân lạnh CFC của công ty. Mặc dù vậy, các điều khoản này sẽ không có hiệu quả khi toàn bộ lực lượng lao động không làm quen và không tôn trọng chúng. Nếu đơn thuần chỉ ban hành các tiêu chuẩn, điều lệ thì chưa đủ, mà cần phải giáo dục và đào tạo cho lực lượng lao động những nội dung có trong các tiêu chuẩn, điều lệ đã ban hành.

5.4. Biện pháp hạn chế tác nhân lạnh rò rỉ ra khí quyển

Biện pháp hạn chế thải tác nhân lạnh vào khí quyển là biện pháp có hiệu quả nhất. Biện pháp này có thể đơn giản là sử dụng những dịch vụ sửa chữa, bảo dưỡng tốt hoặc là những biện pháp như là lắp đặt thiết bị dò tìm chỗ rò rỉ và các thiết bị hạn chế rò rỉ chuyên dùng.

Các bước hạn chế thải tác nhân lạnh vào khí quyển nên được thực hiện càng sớm càng tốt. Chi phí cho việc lắp đặt các thiết bị hạn chế rò rỉ chuyên dùng cần được cân nhắc với lượng giảm môi chất rò rỉ đạt được và so với chi phí thay thế các máy lạnh cũ bằng loại máy lạnh mới, loại máy đã loại trừ hẳn việc rò rỉ tác nhân lạnh. Nếu chi phí thiết bị hạn chế rò rỉ tác nhân lạnh cho máy lạnh đang dùng là cao và lượng giảm rò rỉ tác nhân lạnh dự kiến là thấp, thì cách tốt hơn là thay máy lạnh loại mới (hệ thống không rò rỉ CFC).

Các biện pháp hạn chế rò rỉ tác nhân lạnh vào khí quyển cụ thể như sau:

5.4.1. Các công việc cần làm

- Cần phải bảo toàn tác nhân lạnh có trong hệ thống.
- Tuân thủ các bước xử lý tác nhân lạnh.
- Thay thế, siết chặt các nắp bịt trên các van sau khi đã hoàn thành công việc.
- Ngừng toàn bộ hệ thống và tiến hành sửa chữa khi có sự rò rỉ tác nhân lạnh.
- Sử dụng thiết bị chứa chuyên dùng khi vận chuyển, nạp và cất giữ tác nhân lạnh.
 - Thu hồi tác nhân lạnh ở dạng lỏng và hơi ở trong các ống nạp.
 - Dùng nhật ký sử dụng tác nhân lạnh đối với tất cả các thiết bị.
 - Kiểm tra rò rỉ đối với các ống nạp và các thiết bị có chứa tác nhân lạnh.
 - Lắp đặt van cách ly để hạn chế mất môi chất tác nhân lạnh trong khi sửa chữa, thu hồi và tái chế.
 - Loại bỏ hoàn toàn các mối nối cơ khí không cần thiết. Sử dụng các mối nối hàn hoặc bằng đồng.
 - Lập quy trình kiểm tra rò rỉ hợp lý.
 - Tuân thủ các bước kiểm tra rò rỉ đã được quy định.
 - Sử dụng dụng cụ và thiết bị tiêu chuẩn công nghiệp cho việc kiểm tra rò rỉ.
 - Kháng định độ kín hoàn toàn bằng cách sử dụng thiết bị kiểm tra thường trực.
 - Sau khi sửa chữa lớn, hút chân không và khử nước bằng cách dùng máy hút chân không sâu hoặc máy hút chân không 3 tầng để đạt độ chân không đến 757mmHg.
 - Cần phải có thiết bị lọc khi tái tạo tác nhân lạnh.
 - Trang bị thiết bị lọc dầu lắp bên ngoài.
 - Sấy dầu trước khi nạp vào máy.
 - Vận hành bơm dầu trung gian mỗi tuần để dầu bôi trơn phủ lên hệ thống máy lạnh hở.
 - Chỉ sử dụng các loại bình chứa chuyên dùng để chứa tác nhân lạnh.
 - Trang bị khớp nối nhanh cho van nạp.
 - Làm lạnh thùng chứa tác nhân lạnh để áp suất của nó đạt áp suất khí quyển trước khi mở bình chứa.
 - Trang bị thiết bị cảm biến tác nhân lạnh cho hệ thống máy lạnh.
 - Thu hồi toàn bộ tác nhân lạnh để tái sinh.

- Sử dụng chất khí không có CFC làm chất khí phát hiện chỗ rò rỉ môi chất lạnh.
- Trang bị hệ thống báo động để cảnh báo quá áp khi dừng máy.
- Sử dụng máy nén hoặc máy hút chân không kiểu xách tay có bộ lọc để hút tác nhân lạnh dưới dạng lỏng hoặc hơi từ bình chứa.
- Nạp tác nhân lạnh vào máy một cách thận trọng để phòng nạp quá mức cần thiết.
- Kiểm tra hiện tượng rung không bình thường.
- Thực hiện việc kiểm soát chất lượng xử lý nước.
- Trong khoảng thời gian máy lạnh dừng làm việc, tận dụng các thiết bị có áp suất dương không lớn để chứa tác nhân lạnh theo cách có lợi đối với việc bảo quản.
- Loại bỏ các bình chứa tác nhân lạnh không đảm bảo an toàn.

5.4.2. Các công việc không nên làm

- Sử dụng tác nhân lạnh như là dung môi làm sạch.
- Mở hệ thống kín của máy lạnh (trừ khi thật cần thiết).
- Sử dụng chất khí CFC như một chất phát hiện chỗ rò rỉ.
- Vận hành hệ thống khi vẫn có hiện tượng rò rỉ.
- Vận hành máy lạnh khi máy bị tăng áp suất (chưa hồi môi chất lạnh, ...)
- Thải các chất khí (khí không ngưng tụ, tác nhân lạnh) ra không khí.
- Xả hơi vẫn còn trong máy lạnh sau khi đã lấy hết tác nhân lạnh ở dạng lỏng ra.
- Thử kín máy lạnh bằng không khí trong khi tác nhân lạnh vẫn còn trong máy.
- Xả tác nhân lạnh một cách tự nhiên.
- Nạp quá nhiều tác nhân lạnh vào bình chứa, bình thu hồi.
- Nạp tác nhân lạnh vào bình chứa chỉ dùng một lần.
- Thay tác nhân lạnh vào hệ thống cũ khi chưa được phép.

Nên kiểm tra định kỳ các thiết bị hạn chế thoát tác nhân lạnh vào khí quyển, cũng như các công việc sửa chữa để đưa ra được những biện pháp thích hợp kịp thời.

Kế hoạch hạn chế thoát tác nhân lạnh vào khí quyển là việc chính để giảm rò rỉ tác nhân lạnh. Việc loại bỏ hoàn toàn rò rỉ chỉ có thể được thực hiện bằng cách dừng hẳn các hệ thống lạnh sử dụng tác nhân lạnh CFC và

thay hệ thống này bằng hệ thống lạnh dùng tác nhân lạnh khác hoặc loại máy lạnh khác. Vì vậy, chiến lược dài hạn trong việc tận dụng nâng cấp thiết bị cũ hoặc thay mới là biện pháp cơ bản để tiến tới loại bỏ việc sử dụng tác nhân lạnh CFC.

5.5. Tận dụng nâng cấp thiết bị cũ, thay thiết bị mới

Mục tiêu của biện pháp này là để tiến tới loại bỏ việc sử dụng chất CFC bằng cách tận dụng nâng cấp hoặc thay thế hệ thống lạnh cũ bằng hệ thống lạnh mới sử dụng tác nhân lạnh không ảnh hưởng đến môi trường. Biện pháp này cần phân tích trên cơ sở các tiêu chí đề ra: Là mua toàn bộ thiết bị mới không dùng chất CFC hay là nâng cấp thiết bị máy cũ để dùng loại môi chất không có chất CFC.

Tận dụng lại và nâng cấp máy lạnh bắt buộc phải thay đổi hỗn hợp tác nhân lạnh và dầu bôi trơn bằng hỗn hợp tác nhân lạnh và dầu bôi trơn khác. Nó đòi hỏi phải thay thế các chi tiết làm kín (giăng, phớt ...) và các vật liệu không phù hợp. Cũng có thể cần phải thay đổi hệ thống dầu bôi trơn. Song phần lớn các thiết bị chính vẫn giữ nguyên. Việc sử dụng lại thiết bị cũ chủ yếu rơi vào ba dạng sau đây:

- Tận dụng lại máy lạnh cũ và nâng cấp đơn giản là việc thay đổi các chi tiết nhỏ, rút hỗn hợp tác nhân lạnh/ dầu đang dùng và nạp vào hệ thống hỗn hợp tác nhân lạnh/ dầu thay thế. Đây là biện pháp mang tính khả thi với các thiết bị đời mới. Một vài loại gioăng và các vật liệu khác đang được dùng trong máy lạnh cũ có thể sẽ không còn phù hợp khi dùng hỗn hợp tác nhân lạnh/dầu bôi trơn khác. Các vật liệu không phù hợp sẽ được thay thế trong khi sử dụng lại máy lạnh. Việc sử dụng lại máy lạnh cũng có thể phải chấp nhận giảm hiệu suất hoặc công suất của máy, điều này làm cho chi phí vận hành máy tăng lên..

- Tối ưu hoá hệ thống máy lạnh cũ có thể sẽ bù lại cho việc giảm hiệu suất, công suất do các thông số nhiệt động học của tác nhân lạnh mới gây ra do có sự khác với tác nhân lạnh cũ. Phương pháp tối ưu hoá thường dùng là thay đổi bánh xe công tác, cơ cấu dẫn động cùng với việc đưa ra cách vận hành tối ưu với tác nhân lạnh mới. Việc tận dụng lại thiết bị cũ có thể sẽ phức tạp hơn khi cần thay đổi bộ trao đổi nhiệt để tăng công suất của hệ thống.

- Sử dụng lại thiết bị và nâng cấp động cơ kéo là việc thay thế khối có gắn động cơ kéo bên trong bằng một khối mới đã được kết cấu lại. Đây là một trong những cách làm có chi phí lớn nhất và có thể dùng cho hệ thống máy

lạnh kiểu kín do nguyên nhân vật liệu của hệ thống cũ không phù hợp với hỗn hợp tác nhân lạnh/ dầu mới.

Chi phí của sử dụng lại thiết bị dùng tác nhân lạnh CFC, phụ thuộc vào một số yếu tố: Tính tương thích của vật liệu, công suất hiệu quả của hệ thống, tỷ lệ rò rỉ của hệ thống và kiểu dẫn động.

Quyết định sử dụng lại thiết bị hoặc thay thế mới nên được đưa ra trên cơ sở so sánh các hệ thống với nhau. Thực tế thực hiện sử dụng lại hoặc thay thế máy lạnh mới nên được thực hiện khi đã đưa ra được dự đoán chi phí tài chính cho mỗi hệ thống. Việc giảm lượng tác nhân lạnh thoát vào khí quyển có thể là ưu tiên hàng đầu đối với máy lạnh mới có hiệu suất cao, lượng rò rỉ thấp nếu chi phí có thể chấp nhận được so với chi phí nâng cấp máy lạnh cũ dùng CFC. Mặc dù vậy, đến khi việc cung cấp thiết bị thay thế dùng tác nhân lạnh CFC gặp khó khăn và chi phí mua tác nhân lạnh CFC lên cao quá mức, thì việc thay thế máy lạnh mới là tất yếu.

Dù cho có thể sử dụng lại hoặc thay thế máy lạnh cũ đang dùng đi chăng nữa thì các công việc kiểm chế sự thoát tác nhân lạnh ra khí quyển vẫn nên thực hiện đối với các thiết bị càng sớm càng tốt.

Tất cả các thiết bị đều có thời gian vận hành nhất định, sau thời gian đó các thiết bị sẽ cần được thay thế. Khi dùng hệ thống lạnh mới có hiệu suất cao hơn và chi phí vận hành thấp hơn hệ thống lạnh cũ, thì khoản tiết kiệm chi phí vận hành và bảo dưỡng do sử dụng hệ thống mới sẽ chứng minh tính đúng đắn của việc sớm thay thế thiết bị cũ. Các nước phát triển sẽ đối mặt với việc thiếu tác nhân lạnh CFC trong thời gian ngắn. Việc sử dụng lại các thiết bị lạnh đang dùng bằng cách sử dụng tác nhân lạnh thay thế là lựa chọn có thể để tiếp tục khai thác các thiết bị đó. Tuy nhiên, vì các nước đang phát triển được phép sản xuất và sử dụng tác nhân lạnh CFC thêm 10 năm sau so với các nước phát triển, thì sự khan hiếm tác nhân lạnh CFC sẽ không căng thẳng như ở các nước phát triển. Vì thế, ở các nước đang phát triển việc kiểm chế các máy lạnh sử dụng tác nhân lạnh CFC là rất cần thiết trước khi có thể thay thế các hệ thống máy lạnh cũ bằng các hệ thống máy lạnh mới không dùng CFC.

6. Môi chất lạnh thay thế

6.1. Các môi chất bị đình chỉ lập tức

Các môi chất lạnh bị đình chỉ lập tức là các môi chất có các ODP cao. Các chất này cũng như các hệ thống lạnh sử dụng các loại môi chất này bị cấm sản

xuất. Chỉ các hệ thống lạnh cũ được vận hành tiếp thêm một thời gian nữa với điều kiện không rò rỉ môi chất. Các môi chất cần thiết cho việc sửa chữa, bảo dưỡng chỉ có thể tận dụng từ các hệ thống vứt bỏ hoặc các hệ thống chuyển đổi sang loại môi chất mới. Các môi chất này sẽ không còn tồn tại trên thị trường. Các môi chất lạnh bị cấm là: R11, R12, R13, R113, R114, R115, R500, R502, R13B1.

6.2. Các môi chất lạnh quá độ

Các môi chất lạnh quá độ là các chất có chứa ít clo, chỉ số ODP nhỏ và GWP nhỏ. Thường các môi chất lạnh quá độ được gọi là Retrofit hoặc Service Refrigerant. Các môi chất lạnh quá độ dùng trong thời kỳ chuyển đổi từ môi chất lạnh cũ sang các loại môi chất lạnh mới. Các môi chất này sẽ bị thay thế trong một đến hai thập kỷ tới. Đại diện của môi chất quá độ là R22 và các hỗn hợp có chứa R22 (Blends) chúng là các HCFC và các hỗn hợp của HCFC.

Bảng 1.2. Giới thiệu các môi chất lạnh quá độ.

Kí hiệu theo ASHRAE	Kí hiệu thương mại	Hãng sản xuất	Thành phần hoặc công thức hoá học
R22	-	Nhiều hãng	CHClF_2
R123	-	Du Pont	$\text{CHCl}_2 - \text{CF}_3$
R401A	MP39	Du Pont	R22, 152a, 124
R401B	MP66	Du Pont	R22, 125a, 124
R409A	FX56	Elf Atochem	
R402A/B	HP80/81	Du Pont	R22/125/Propan (bảng 2.7)
R403A/B	6i/L	Rhone Poulenc	R22/218/ Propan
R408A	FX10	Elf Atochem	R22, khác

Các môi chất lạnh quá độ chủ yếu sử dụng để thay thế các môi chất lạnh bị cấm trong các hệ thống lạnh cũ.

6.3. Các môi chất lạnh tương lai

Các môi chất lạnh tương lai là các chất không chứa clo, đó là các loại HFC. Do không có thành phần clo nên chỉ số ODP của chúng bằng không và chỉ số GWP càng nhỏ nếu càng ít thành phần flo. Môi chất gây được nhiều chú ý nhất

là R134a, R404a, R407a/b/c và R507. Chúng được coi là môi chất lạnh tương lai, thay thế cho R12, R22, và R502. Với các môi chất lạnh mới này cần lưu ý đặc biệt đến dầu bôi trơn. Các loại dầu khoáng không hòa tan trong các loại môi chất này. Dầu este tỏ ra thích hợp hơn. Khi chuyển đổi hệ thống lạnh sang loại môi chất mới này cần lưu ý rằng lượng dầu khoáng còn sót lại trong hệ thống không được vượt quá 1% lượng dầu este mới nạp.

Bảng 1.3 giới thiệu một số môi chất lạnh tương lai không chứa clo và dầu lạnh đi kèm. Ngoài ra R134a, R23, R227 là các đơn chất, tất cả còn lại đều là hỗn hợp hai hoặc nhiều thành phần.

Bảng 1.3 Môi chất lạnh không chứa clo và dầu lạnh đi kèm

Kí hiệu theo ASHREA	Kí hiệu thương mại	Hãng sản xuất	Công thức hoá học thành phần	Dầu bôi trơn
R134a		Nhiều hãng	$\text{CH}_2\text{F} - \text{CF}_3$	POE
R404A	HP62 Reclin 404A FX 70	Du Pot Hoechst Elf Alochem	R125, 143a, 134a (44/52/4%)	POE
(R407C)	SUVA 9000 Reclin HX3 Klea 66	Du Pot Hoechst ICI	R32, R125, R134a	POE
(R410A)	AZ20	Solvay, Allied Signai	R125, 32	POE
(R410B)	SUVA 9100	Du Pot		
R507	Reclin 507 AZ 50	Hoechst Solvay, Allied Signal	R125, R143a (50/50%)	
-	Reclin HX4	Hoechst		
(R407A/B)	Klea 60/61	ICI	A 40% 20% 40% R125, 32, 134a B 70% 10% 20%	POE
R600a/R290	Izobutan/Propam			
R23	Reclin23	Hoechst	CHF_3	
R227	Reclin227	Hoechst		

Các hỗn hợp có thể là đồng sôi, gần như đồng sôi hoặc không đồng sôi với sự trượt nhiệt độ sôi và ngưng tụ ở áp suất không đổi. Các hỗn hợp chủ yếu gồm các thành phần R134a, R125, R32, Propan, sẽ tạo được các thông số nhiệt động gần như R12, R22 và R502 để thay thế các môi chất này trong hệ thống lạnh cũ và mới.

6.4. Các môi chất lạnh tự nhiên

Ngược với các môi chất lạnh chỉ có thể sản xuất được bằng phương pháp tổng hợp nhân tạo, các môi chất lạnh tự nhiên có tồn tại trong thiên nhiên. Chúng không phá hủy tầng ôzôn và cũng hầu như không có hiệu ứng lồng kính. Về sinh thái học, chúng là các chất không gây ô nhiễm môi trường.

Tuy nhiên do các nhược điểm khác như cháy nổ, độc hại hoặc áp suất lớn mà các ứng dụng của chúng bị hạn chế. Đại diện cho nhóm này là CO₂ (R744), NH₃ (R717), propan (R290) và butan (R600)... Chúng đang được nghiên cứu mở rộng ứng dụng làm môi chất lạnh tương lai.

6.5. Một số chất thay thế quan trọng

6.5.1. Tính chất chung

Bảng 1.4. giới thiệu tính chất cơ cấu môi chất lạnh bị cấm và một số chất thay thế quan trọng nhất cho chúng.

Bảng 1.4: Các môi chất lạnh quan trọng

Môi chất	Thay thế cho	Khoảng nhiệt độ	ODP (R11=1)	GWP (CO ₂ =1)	PRC (CH ₄ =1)	Độ trượt nhiệt độ, K	Tính độc hại TLV, ppm
Môi chất lạnh bị cấm							
R11		C	1,0	3500	x	0	1000
R12		C, M, (F)	1,0	7100	x	0	1000
R502		(C), M, F	0,23	4300	x	0	1000
Môi chất lạnh quá độ							
R22	R11	C, M, F	0,05	1600	x	0	1000
R123			0,02	70	x	0	30
Hỗn hợp không đồng sôi với R22 (Retrofit Blends)							
R401a	R12	C, M	0,03	1025	x	6,4	800
R410b	R12	F	0,035	1120	x	6,0	840
R409a	R12	M	0,05	1340	x	8,1	x

Môi chất lạnh tương lai (không chứa clo)							
R134a Blends	R12 (R22)	C, M (F)	0	1200	0	0	1000
R404a	R502	M, F	0	3520	0	0,7	1000
R407a	R502	M, F	0	1960	x	6,6	1000
R407b	R502	M, F	0	2680	x	4,4	1000
R407c	R22	C, M	0	1600	0	7,4	1000
R507	R502/R22	M, F	0	3600	x	0	1000
Môi chất lạnh tự nhiên							
R290	R22/R502	C, M, F	0	0	300	0	1000
R600a	R12	C, M, F	0	0	400	0	1000
R717	R22	C, M, F	0	0	x	0	50

X- Chưa biết; C- chế độ điều hoà (A - Conditioning); M - Chế độ lạnh trung bình (Medium - Cooling); F- Chế độ lạnh sâu (Freezing). Tính độc hại TVL (Toxicity limit Value; Giới hạn độc hại cho phép - ppm (part per million - phần triệu) hoặc AEL (Acceptable exposure Limit).

- Khoảng nhiệt độ ứng dụng cho từng môi chất lạnh là khác nhau vì chỉ trong cơ cấu khoảng nhiệt độ đó môi chất mới đạt được hiệu quả nhiệt độ cao. Có môi chất dùng được cho cả ba chế độ C, M, F nhưng có môi chất sử dụng hiệu quả cho một chế độ mà thôi, ví dụ R11, R401b...

- Độ trượt nhiệt độ là sự xê dịch nhiệt độ hoặc ngưng tụ của hỗn hợp môi chất lạnh hai hoặc nhiều thành phần không đồng sôi ở áp suất không đổi. Ví dụ khi bay hơi ở áp suất không đổi R409a có nhiệt độ bay hơi lúc bắt đầu sôi là t_0 , thì kết thúc quá trình bay hơi có nhiệt độ sôi $t_0 + 8,1K$. Hơi sinh ra ở đầu quá trình bay hơi, nồng độ chất dễ bay hơi hơn là cực đại sau đó giảm dần và đạt cực tiểu ở cuối quá trình bay hơi. Điều kiện này gây bất lợi khi hệ thống bị rò rỉ, vì tổn thất chất dễ bay hơi nhiều hơn so với chất khó bay hơi. Sau một thời gian, nồng độ yêu cầu của hỗn hợp trong hệ thống sẽ bị sai lệch. Điều này không xảy ra với các môi chất hỗn hợp đồng sôi như R507 hoặc khó xảy ra với các hỗn hợp sôi như R404a (độ trượt nhiệt độ chỉ có 0,7K).

Việc lựa chọn môi chất thay thế phù hợp phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Trước hết là tuổi và thực trạng của hệ thống lạnh đang sử dụng, sau đó là khả năng làm sạch hệ thống khỏi dầu bôi trơn cũ là loại dầu khoáng, khả năng thay thế

các thiết bị tự động, tiết lưu... Thực tế có thể dùng các môi chất lạnh thay thế như sau:

R11 - Chưa tìm được môi chất thay thế thích hợp. Du Pont đưa ra R123 nhưng chưa được chấp nhận một cách rộng rãi, nhưng có lẽ R123 là môi chất lạnh quá độ duy nhất thay thế cho R11 trong các máy lạnh tuabin.

R12 - Thay thế R123a, R401a/b, R409a;

R502 - Thay thế bằng 402a/b, R403b, R408a, R404a, R407a/b, R507, R290;

R22 - Thay thế bằng R407c, R507, R717, R290

R134a - R134a là môi chất lạnh có ODP = 0 đầu tiên được thương mại hoá và đã được sản xuất cách đây từ 20 năm. R134a dùng để thay thế cho R12 ở dải nhiệt độ cao và trung bình, đặc biệt trong điều hoà không khí trong ô tô, điều hoà không khí nói chung, máy hút ẩm và bơm nhiệt. Ở nhiệt độ thấp R134a không có những đặc tính thuận lợi, hiệu quả năng lượng rất thấp nên không thể ứng dụng được. R134a có chỉ số làm nóng địa cầu GWP bằng 90% của R12 và cũng có nhiều đặc tính giống R12 như:

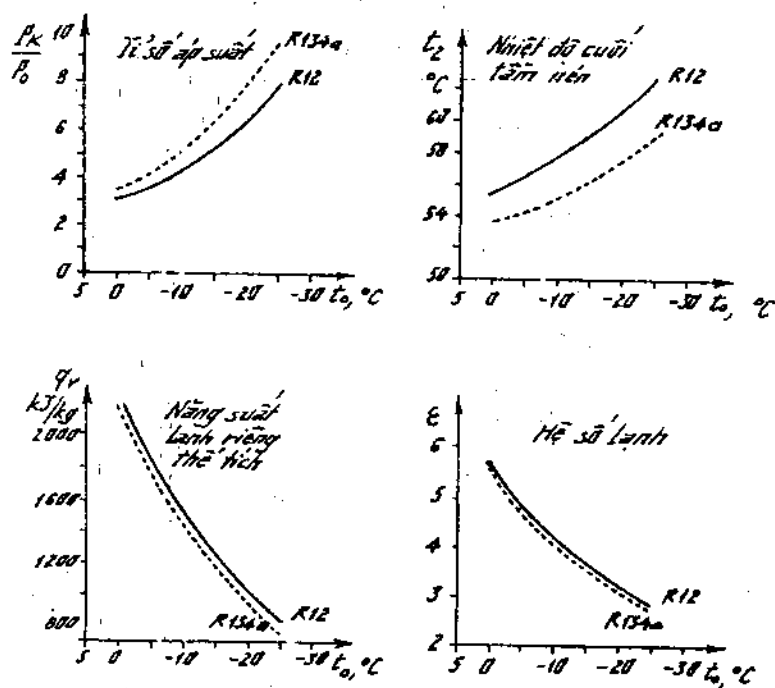
- Không cháy nổ.
- Không độc hại, không ảnh hưởng xấu đến cơ thể sống.
- Tương đối bền vững hoá và nhiệt.
- Có các tính chất tốt với kim loại chế tạo máy.
- Có tính chất nhiệt động và vật lý phù hợp.

R134a có công thức hoá học $\text{CH}_2\text{F} - \text{CF}_3$, phân tử lượng $M = 102,03$ kg/mol, nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển (1,013 bar) là $-26,2^\circ\text{C}$, nhiệt độ tới hạn $t_c = 101,15^\circ\text{C}$, áp suất tới hạn tuyệt đối 40,64 bar và mật độ tới hạn $0,508 \text{ kg/dm}^3$, nhiệt dung riêng của lỏng sôi $1,26 \text{ kJ/kgK}$, nhiệt ẩn hoá hơi $r = 215,5 \text{ kJ/kg}$, sức căng bề mặt $\sigma = 0,0149 \text{ N/m}$, mật độ sôi $1,377 \text{ kg/l}$ và ở 25°C $2,2 \text{ g/kg}$, độ nhớt động ở 25°C của lỏng $20,5 \cdot 10^{-5} \text{ Pa.S}$, của hơi bão hoà $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa.S}$, hệ số dẫn nhiệt ở 25°C của lỏng $0,0823 \text{ W/mK}$ và của hơi bão hoà $0,0143 \text{ W/mK}$.

Nếu so sánh hai chất lạnh R134a và R12 về các chỉ tiêu:

- Tỷ số áp suất $\Pi = P_k/P_o$
- Năng suất lạnh riêng thể tích q_v ; kJ/m^3
- Nhiệt độ cuối tâm nén t_2 ; $^\circ\text{C}$
- Hệ số lạnh ε .

của chu trình lạnh một cấp có nhiệt độ sôi từ -25°C , nhiệt độ ngưng tụ 40°C , độ quá nhiệt hơi hút 10K và độ quá lạnh lỏng 5K , ta thấy tỉ số P_K/P_0 , năng suất thể tích và hệ số lạnh của R12 thuận lợi hơn so với R134a, riêng nhiệt độ cuối tầm nén của R134a thuận lợi so với R12 (Bảng 1.5 và hình 1.3)



Hình 1.3: So sánh thông số chu trình lạnh R12 và R134a

Bảng 1.5: So sánh chu trình lạnh R12 và R134A

$t^{\circ}\text{C}$	P_K/P_0		$q_v, \text{kJ/m}^3$		$t_2, ^{\circ}\text{C}$		ϵ	
	R12	R134a	R12	R134a	R12	R134a	R12	R134a
-25	7,78	9,51	822	748	62,6	59,1	2,9	2,8
-20	6,37	7,63	1012	942	60,8	57,7	3,3	3,2
-15	5,27	6,19	1235	1176	59,3	56,5	3,8	3,7
-10	4,39	5,05	1495	1455	57,9	55,4	4,3	4,2
-5	3,68	4,17	1797	1785	56,6	54,5	5,0	4,9
0	3,11	3,46	2146	2174	55,6	53,7	5,8	5,8

Nhiều tài liệu cho rằng công suất và hiệu quả của R134a ở dải nhiệt độ trung bình và cao tương tự như R12, nhưng cũng có tài liệu cho rằng hiệu quả chỉ bằng 88 -90% so với R12. Ở nhiệt độ bay hơi dưới - 23°C thì không nên ứng dụng R134a vì tổn thất rất lớn (thấp hơn R12 từ 30 ÷ 40%), tỷ số nén cao làm giảm độ tin cậy hệ thống.

Cũng như R12, R134a phù hợp với hầu hết kim loại, hợp kim và phi kim loại chế tạo máy, trừ kẽm, manhê, chì và hợp kim nhôm với thành phần manhê lớn hơn 2% khối lượng. Đối với phi kim loại, tính phù hợp cao hơn R12.

Các dầu bôi trơn gốc dầu khoáng, dầu tổng hợp và dầu alkybenzol không hoà tan R134. Nếu đặt điều kiện là R134a phải hoà tan trong dầu thì cần phải chọn các loại dầu polyalkylenglycol PAG, polyglycol hoặc polyolester POE. Mỗi loại dầu đều có ưu, nhược điểm, do đó phải cân nhắc trước khi sử dụng. Hiện nay PAG được sử dụng trong các hệ thống điều hoà không khí trên ô tô, còn POE được sử dụng trong hầu hết các ứng dụng lạnh khác. Trước khi sử dụng, tốt nhất nên tham khảo ý kiến của nhà chế tạo máy nén và các nhà sản xuất dầu lạnh.

Môi chất R123 - R123 do Du Pont sản xuất với cái tên SUVA 123 là một HCFC thay thế cho R11 trong thời kỳ quá độ. HCFC 123 có công thức hoá học $C_2HCl_2F_3$, nhiệt độ sôi 27,8°C ở áp suất khí quyển có ODP = 0,02; GWP = 0,02, thời gian tồn tại trong khí quyển là 2 năm không cháy nổ nhưng hơi độc (30AEL). Giá trị 30ppm Allowable Exposure Limit (giới hạn nồng độ cho phép) để cảnh báo các thiết bị lắp đặt trong phòng phải thông thoáng tốt đảm bảo cho môi trường làm việc an toàn cho người vận hành. Sử dụng HCFC 123 thay cho R11 vì chúng có phạm vi nhiệt độ áp suất gần giống nhau trong máy sản xuất nước lạnh (chiller) turbin. Tuy nhiên so với R11, Chiller sử dụng HCFC 123 đạt hiệu suất kém hơn. Sự sai lệch về năng suất lạnh, hiệu suất tùy thuộc vào điều kiện vận hành.

- Năng suất lạnh giảm 5 đến 20%.
- Hệ số giảm 0 đến 5%.
- Áp suất bay hơi giảm từ 0,1 đến 0,3 bar.
- Áp suất ngưng tụ giảm từ 0,1 đến 0,3 bar.
- Nhiệt độ dầu đẩy giảm từ 1 đến 3°C.

R11 có khả năng hoà tan hoàn toàn trong dầu bôi trơn, nhưng tính chất của HCFC 123 với dầu còn đang được nghiên cứu tiếp. Theo Du Pont HCFC 123 có

thể sử dụng cho hệ thống lạnh mới cũng như dùng thay thế R11 trong các hệ thống lạnh cũ cho đến năm 2030. HCFC 123 đã được sử dụng trong các chiller của Trane và York.

Bảng 1.6: Thông số của một số đơn chất trong thành phần hỗn hợp

Thông số	R134a $\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$	R141b $\text{CH}_3-\text{CCl}_2\text{F}$	R142b $\text{CH}_3-\text{CClF}_2$	R143 $\text{CH}_2\text{F}-\text{CHF}_2$	R143a CH_3-CF_3	R152a CH_3-CHF_2
Phân tử lượng	102	117	100,05	84,0	84,0	66,0
Nhiệt độ sôi ở 1,013 bar °C	-26,3	32	-9,2	5	-47,6	-24,7
Nhiệt đông đặc °C	-101	-103,5	-130,8	-84	-	-117,0
Nhiệt độ tới hạn °C	101,1	204,2	137,1	157,7	73,1	113,5
áp suất tới hạn, bar	40,6	42,5	41,19	51,69	37,58	44,96
Khối lượng riêng lỏng ở 30°C, kg/l	1,227	1,237	1,14	0,902	0,959	0,911
Hơi ở 30°C, 1bar, kg/l	5,04	4,67	6,59	-	3,774	-
Nhiệt dung riêng						
- lỏng bão hoà ở 30°C, kJ/kgK	1,43	1,16	1,29	1,44	1,54	0,400
- hơi bão hoà ở 30°C, kJ/kgK	0,861	0,761	-	-	0,949	0,280
Áp suất hơi ở 20°C, bar	5,722	0,65	2,90	1,91	11,23	5,22
Nhiệt ẩn hoá hơi ở -15°C kJ/kg	196,5	229,0	225,0	284,0	229,0	327,0
Hệ số dẫn nhiệt của hơi ở 25°C, W/mK	0,0137	0,0101	0,0129	0,0123	0,0115	0,0143
Độ hoà tan trong nước ở 25°C, % khối lượng	0,15	0,27	0,14	-	-	0,28
Giới hạn cháy trong không khí, % thể tích	Không cháy	5,6÷17,7	6÷18	6÷24,4	7÷19	3,8÷21,4
Chỉ số phá huỷ ôzôn ODP	0	0,011	0,065	0	0	0
Chỉ số làm nóng địa cầu GWP	0,25	0,12	0,42	0,09	1,02	0,03
Phản ứng quang hoá PRC	0,6	1,0	0,4	-	0,1	4,8
Độc tính TLV, PPM	1000	500	1000	-	1000	1000

Các hỗn hợp SUVA của DuPont		R22	R125	R143a	R134a	Propan	
	SUVA HP 80	38%	60%	0	0	4%	kg/kg
	SUVA HP 81	60%	38%	0	0	2%	kg/kg
	SUVA HP 60	0	44	52	4%	0	kg/kg

6.5.2. Các loại hỗn hợp đồng sôi và không đồng sôi

Ngoài R134a là môi chất đơn chất thay thế cho R12 (và cả R22). Trong một phạm vi nhiệt độ cho phép, các nhà nghiên cứu môi chất lạnh gần như bất lực, không tìm được các môi chất đơn chất khác có các đặc tính yêu cầu để thay thế cho R12, R22, R502, R11 ở tất cả các phạm vi nhiệt độ. Họ đành phải hoà trộn các môi chất khác thay thế. Các hỗn hợp này được pha chế từ các đơn chất giống như trường hợp R502, R22 và R115.

Các môi chất quá độ (Retrofit thường được pha chế từ R22 với các đơn chất khác như R134a, R141b, R142b, R143a và R152a, các môi chất tương lai thì nhất thiết không được pha chế từ các môi chất có chứa clo. Bảng 1.7 giới thiệu tính chất vật lý của một số đơn chất của các hỗn hợp.

Các hỗn hợp đồng sôi (không có độ trượt nhiệt độ khi bay hơi và ngưng tụ đẳng áp) được đánh số bắt đầu bằng số 5 như R502, R507 như cũ.

Các hỗn hợp không đồng sôi (có độ trượt nhiệt độ khi bay hơi và ngưng tụ đẳng áp) được đánh số bắt đầu bằng số 4 như R401, R404...

Ưu điểm cơ bản của hỗn hợp là tạo được các tính chất phù hợp như hiệu suất cao, độ tin cậy lớn mà môi chất không thể có được.

Nhược điểm của nó là độ trượt khi sôi và khi ngưng. Nồng độ môi chất ở pha lỏng và pha hơi không giống nhau dẫn đến sự sai khác nồng độ hệ thống bị rò rỉ hoặc khi nạp không đúng kỹ thuật. Thường với hỗn hợp loại này phải nạp ở thể lỏng, không được nạp thể hơi.

Các loại HP 80/81 có các đặc tính vận hành tối ưu khác nhau dùng để thay thế cho R502 với thành phần R22 cao. HP62 có ODP = 0.

Theo Du Pont các chất SUVA HP có thể thay thế R502 trong mọi ứng dụng cụ thể. HP80 có nhiệt độ cuối tâm nén tương tự R502, có công suất cao hơn nhưng hiệu suất kém hơn R502. SUVA HP 81 đạt hiệu suất cao nhất so với R502, nhưng nhiệt độ cuối tâm nén cao hơn R502 khoảng 14°C, do đó HP 81 sử dụng tốt nhất cho các nhiệt độ trung bình như các máy làm đá. SUVA HP

62 có tính chất tốt nhất, so với R502 có công suất, hiệu suất tương tự nhưng nhiệt độ cuối tầm nén thấp hơn đến 9°C, đảm bảo tuổi thọ máy nén và các chi tiết cao hơn.

Một số tính chất cơ bản của SUVA HP cho trong bảng 1.7.

SUVA HP62 được sử dụng trong thiết bị mới và trong hệ thống dùng R502 mà thời gian sử dụng còn lại trên 7 năm.

Các loại AZ50/ KLEA-60/ FX 40 có các đặc tính tương tự như R502.

Các loại môi chất SUVA AC9000/KLEA - 66 có các đặc tính tương tự như R22.

Bảng 1.7: Tính chất chung của SUVA HP

Tính chất vật lý	Đơn vị	HP 80	HP 81	HP 62
Phân tử lượng	Kg/kmol	101,55	94,71	97,6
Nhiệt độ sôi ở 1 atm	°C	-49,2	-47,4	-46,5
Nhiệt độ tới hạn	°C	75,5	4,445	72,1
Áp suất tới hạn	MPa	4,135	530,7	3,732
Mật độ tới hạn	Kg/m ³	541,7	1156	484,5
Mật độ chất lỏng ở 25°C	Kg/m ³	1151	16,90	1048
Mật độ hơi bão hoà ở -15°C	Kg/m ³	19,93	1,34	18,20
Nhiệt dung riêng lỏng ở 25°C	Kj/kgK	1,37	0,725	1,53
Nhiệt dung riêng ở 25°C và 1 atm	Kj/kgK	0,755	1,254	0,870
Áp suất hơi ở 25°C	MPa	1,337	210,0	1,255
Nhiệt ẩn hoá hơi	kJ/kg	194,0		202,1
Hệ số dẫn nhiệt ở 25°C				
Lỏng	W/mK	0,0691	0,0735	0,0683
Hơi (latm)	W/mK	0,01266	0,01205	0,01346
Độ nhớt ở 25°C lỏng	10 ⁻⁴ . Pas	1,38	1,45	1,28
Hơi	10 ⁻⁵ . Pas	1,29	1,28	1,22
ODP	(CFC11 = 1)	0,02	0,03	0,0
GWP	(CFC11 = 1)	0,63	0,52	0,94
Giới hạn cháy trong không khí	% thể tích	Không	Không	Không

Một số lưu ý khi thay thế môi chất lạnh

1) R134a: Hút chân không sâu ít nhất đạt 500 μmHg đối với hệ thống có nhiệt độ trung bình và cao, đạt 250 μmHg đối với hệ thống nhiệt độ thấp. Van tiết lưu cần được thay thế. Nếu dùng van tiết lưu R12 thì chọn van có công suất cao hơn 15%.

Cần thay thế phin sấy lọc. Cần điều chỉnh lại van an toàn và role áp suất thấp, cao phù hợp với chế độ nhiệt độ của R134a. Cần chọn dầu bôi trơn phù hợp (có thể là POE) và phải súc rửa sạch dầu cũ.

2) Môi chất MP66 (R401B): Nên sử dụng MP66 với nhiệt độ sôi ở $-40^{\circ}\text{C} \div -26^{\circ}\text{C}$. Không được hoà trộn MP66 với bất cứ môi chất lạnh nào khác. Cần thay thế van tiết lưu phù hợp. Nếu dùng van tiết lưu R12 thì phải chọn công suất lớn hơn 25%. Cần thay phin sấy lọc. Do áp suất hơi cao hơn R12 nên phải điều chỉnh lại van an toàn và các role áp suất. Cần lưu ý áp suất thấp của role áp suất thấp vì MP66 là hỗn hợp không đồng sôi, có sự trượt nhiệt độ. Có thể chọn nhiệt độ sôi trung bình hoặc nhiệt độ sôi cuối quá trình bay hơi để xác định áp suất tương ứng cho role áp suất thấp.

3) Môi chất MP 39: Nên sử dụng MP39 ở nhiệt độ sôi, -26°C hoặc cao hơn. Không được hoà trộn với bất kỳ môi chất nào khác. Cần thay thế van tiết lưu phù hợp.

Nếu dùng van tiết lưu của R12 thì nên sử dụng van có công suất cao hơn 25%. Cần phải thay thế phin sấy. Cần phải điều chỉnh lại van an toàn và các role áp suất cho phù hợp. MP39 cũng là môi chất không đồng sôi nên cũng có độ trượt nhiệt độ ở quá trình ngưng tụ và bay hơi đẳng áp. Cần chọn áp suất thấp phù hợp để đặt role áp suất thấp.

7. Các biện pháp ngăn chặn tái tác nhân lạnh vào môi trường

7.1. Các kiểu thiết bị thu hồi và tái sinh tác nhân lạnh

Thu hồi tác nhân lạnh là chuyển tác nhân lạnh từ thiết bị lạnh đến bình chứa an toàn. Tái sinh tác nhân lạnh là loại bỏ các chất gây bẩn có trong tác nhân lạnh.

7.1.1. Các loại thiết bị thu hồi tác nhân lạnh

Có 3 loại thiết bị thường dùng để thu hồi tác nhân lạnh. Đó là loại thiết bị thu hồi tự chứa, thiết bị thu hồi độc lập, thiết bị thu hồi trực thuộc.

- Thiết bị thu hồi tự chứa: Là loại thiết bị có máy nén riêng (hoặc có cơ cấu đẩy tác nhân lạnh) để đẩy tác nhân lạnh ra khỏi máy lạnh. Nó không yêu cầu sự hỗ trợ của bất kỳ thiết bị nào khác trong hệ thống lạnh cần thu hồi.

- Thiết bị thu hồi độc lập: Là loại thiết bị thu hồi dựa vào máy nén của máy lạnh hoặc áp suất của tác nhân lạnh có trong máy, trợ giúp cho việc thu hồi tác nhân lạnh. Cách thu hồi này chỉ sử dụng loại bình thu hồi được làm lạnh.

- Thiết bị thu hồi phụ thuộc: Là loại thiết bị chỉ hệ thống có 1 túi rỗng chân không đặt trong một hộp nhỏ làm bằng than hoạt tính, dùng để chứa một lượng nhỏ tác nhân lạnh có áp suất gần áp suất khí quyển.

7.1.2. Các phương pháp thu hồi tác nhân lạnh

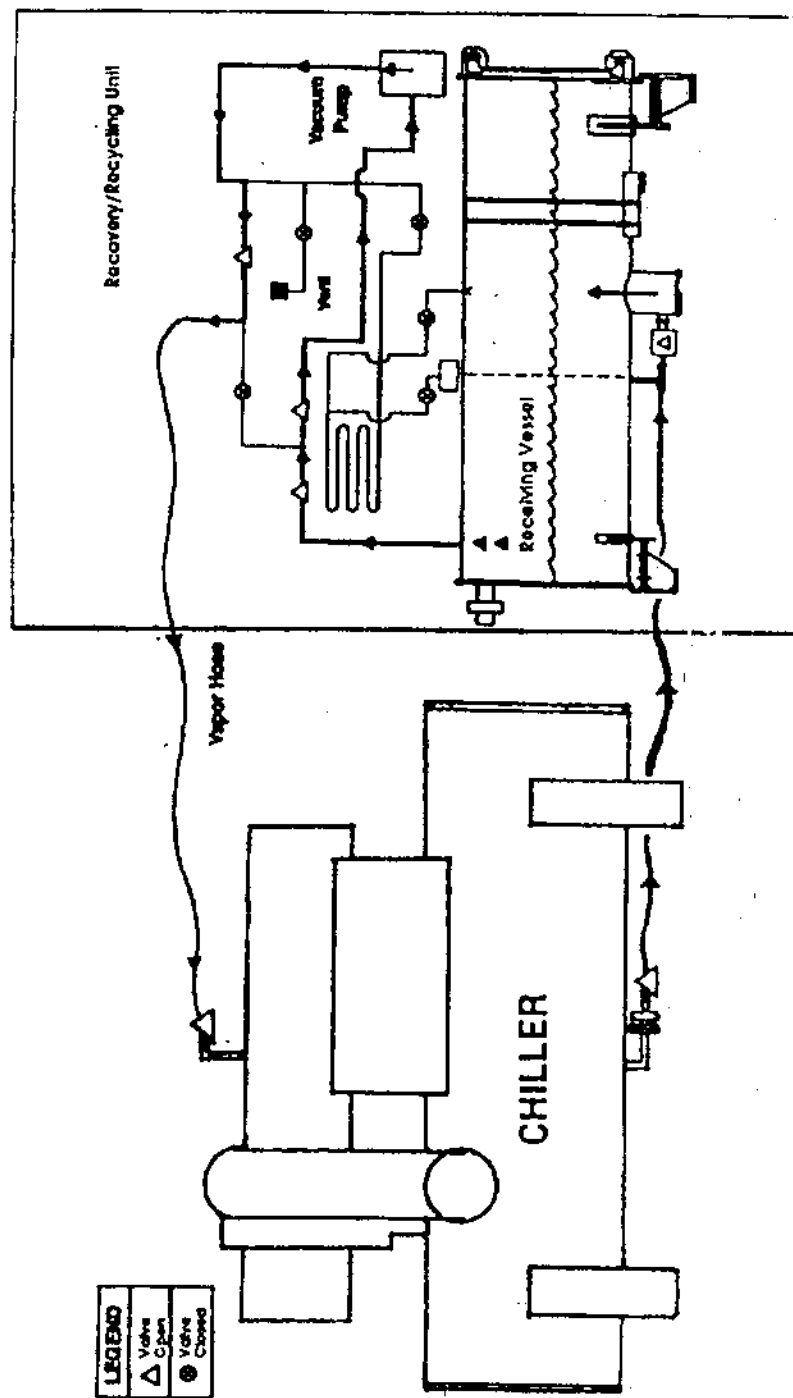
Phương pháp thu hồi phụ thuộc vào loại tác nhân lạnh. Các tác nhân lạnh thường được chia thành 2 nhóm chính: Nhóm áp suất cao là nhóm môi chất có nhiệt độ sôi dưới 10°C trong điều kiện áp suất khí quyển. Nhóm áp suất thấp là nhóm có nhiệt độ sôi trên 10°C trong điều kiện áp suất khí quyển. Các tác nhân lạnh CFC-12 và HFC-134a là nhóm áp suất cao, CFC-11 và HCFC-123 là nhóm áp suất thấp.

a. Phương pháp thu hồi các tác nhân lạnh áp suất thấp.

Khi thu hồi các chất này, dạng lỏng được thu hồi trước. Các tác nhân lạnh áp suất thấp có thể được thu hồi bằng bơm chất lỏng dùng tay. Song phương pháp đẩy/hút vẫn là phương pháp hay dùng vì nó thu hồi nhanh hơn, nhưng phương pháp này lại đòi hỏi máy nén có công suất khá lớn.

Phương pháp đẩy/hút tác nhân lạnh ra khỏi máy lạnh bằng cách hạ thấp áp suất trong bốn chứa và tăng áp suất trong máy lạnh như hình 1.4 miêu tả phía áp suất cao của thiết bị thu hồi nối với phía áp suất cao của máy lạnh. Trình tự này làm cho áp suất cao đẩy tác nhân lạnh ra khỏi máy lạnh cùng lúc kéo nó vào bốn chứa.

Cần chú ý không để máy lạnh bị quá áp. Máy lạnh áp suất thấp có van an toàn thiết kế tác động áp suất 10kPa. Công nhân thực hiện việc thu hồi chú ý không để quá áp suất quy định.



Hình 1.4. Nguyên lý thu hồi môi chất theo phương pháp đẩy hút

Khi đã thu hồi toàn bộ tác nhân lạnh ở dạng lỏng (điều này có thể biết được qua quan sát ống thủy), bước tiếp theo tiến hành thu hồi tác nhân lạnh ở dạng hơi. Hơi tác nhân lạnh được thu hồi bằng cách hút chân không như miêu tả ở hình 1.5. Trong phần việc này, thiết bị thu hồi sẽ hút hơi tác nhân lạnh ra, ngưng tụ và đẩy nó vào bồn chứa. Nước làm mát bên ngoài chạy tuần hoàn qua thiết bị thu hồi để tạo nhiệt độ cần thiết cho tác nhân lạnh ngưng tụ dễ dàng. Đối với máy lạnh áp suất thấp, độ chân không cần đạt đến là 3,3 kPa (25 mmHg). Ở áp suất thấp, hơi tác nhân lạnh có thể lạnh đến -20°C . Ở nhiệt độ này lượng nhỏ nước có trong môi chất sẽ đóng băng có thể gây nguy hiểm. Công nhân thực hiện công việc cần duy trì dòng nước làm mát đi qua dàn bay hơi để ngăn chặn hiện tượng đóng băng.

b. Phương pháp thu hồi tác nhân lạnh áp suất cao

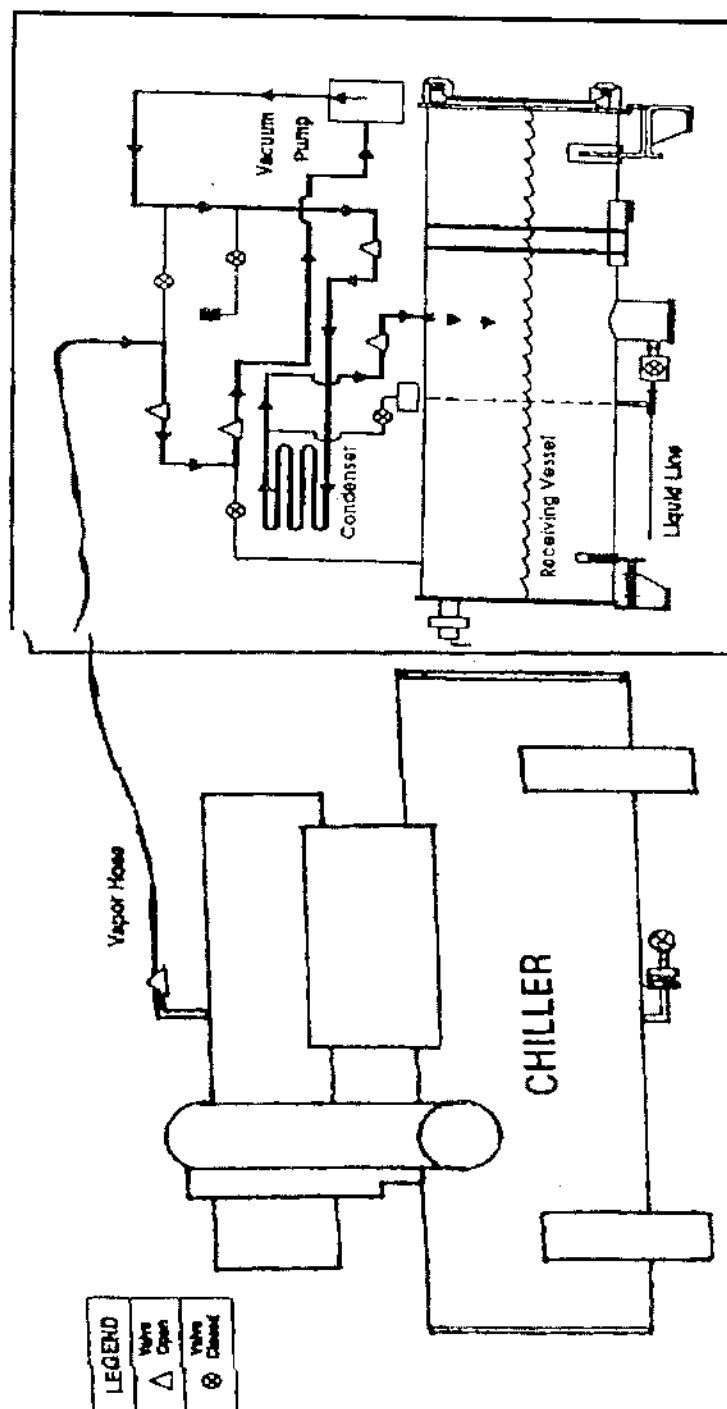
Một số máy lạnh áp suất cao được trang bị hệ thống bơm đẩy tác nhân lạnh ra. Mục đích của nó là để thu hồi toàn bộ tác nhân lạnh và nạp vào bình chứa. Đối với máy lạnh không trang bị loại bơm này thì người ta dùng bơm xách tay.

Thu hồi tác nhân lạnh áp suất cao dùng cho máy lạnh ly tâm người ta áp dụng phương pháp thu hồi đẩy/hút, tương tự như hệ thống thu hồi tác nhân lạnh áp suất thấp. Tuy nhiên, trong trường hợp này, thiết bị thu hồi (gồm có máy nén, bình ngưng và các đường ống nối) phải được thiết kế đặc biệt khi sử dụng thu hồi tác nhân lạnh áp suất cao. Sơ đồ xem hình 1.4.

Như trong trường hợp hệ thống sử dụng tác nhân lạnh áp suất thấp, việc thu hồi tác nhân lạnh áp suất cao thực hiện bằng cách hút tác nhân lạnh từ điểm thấp trong máy lạnh đưa vào bình chứa, đồng thời tăng áp suất trong máy lạnh. Đối với máy lạnh áp suất cao, độ chân không cần đạt tới 50,4 kPa (381mmHg)

Kỹ thuật viên nên chú ý đến hiện tượng đóng băng trên bề mặt của máy lạnh có thể là dấu hiệu của việc lưu giữ tác nhân lạnh trong hệ thống lạnh. Tác nhân lạnh có thể bị giữ trong dầu. Kỹ thuật viên nên tiến hành từng bước để di chuyển môi chất lạnh. Các phương pháp phù hợp là gia nhiệt cục bộ và dùng búa cao su gõ vào.

Cho nước chảy liên tục trong dàn bay hơi và dàn ngưng trong quá trình thu hồi.



Hình 1.5: Thu hồi hơi tác nhân lạnh

7.1.3. Thời gian thu hồi

Thu hồi tác nhân lạnh từ máy lạnh có thể mất vài giờ. Thời gian tính từ khi bắt đầu đến khi kết thúc có thể phụ thuộc vào một số yếu tố:

- Kiểu của thiết bị được dùng.
- Thu hồi tác nhân lạnh lần đầu nên chưa có kinh nghiệm.
- Nhiệt độ của máy lạnh, bình chứa, nhiệt độ môi trường.
- Độ kín của máy lạnh (số lượng rò rỉ).

7.1.4. Tái sinh tác nhân lạnh

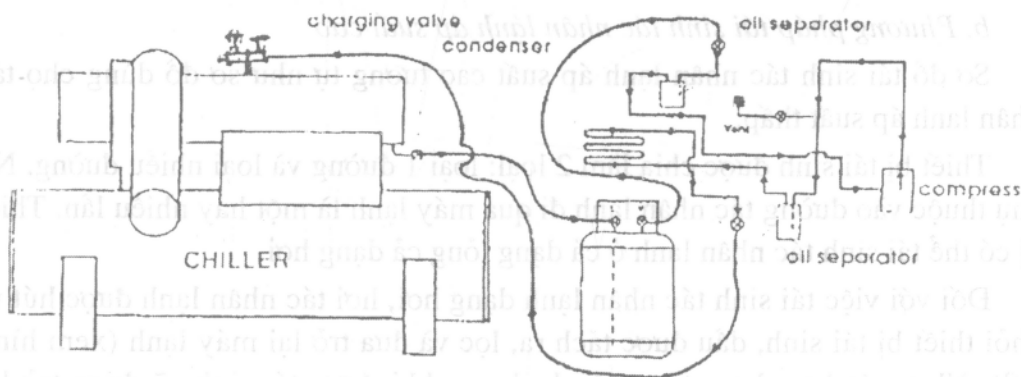
Tái sinh tác nhân lạnh là quá trình loại bỏ một số chất gây bẩn có trong nó để có được tác nhân lạnh sạch.

a. Phương pháp tái sinh môi chất lạnh áp suất thấp

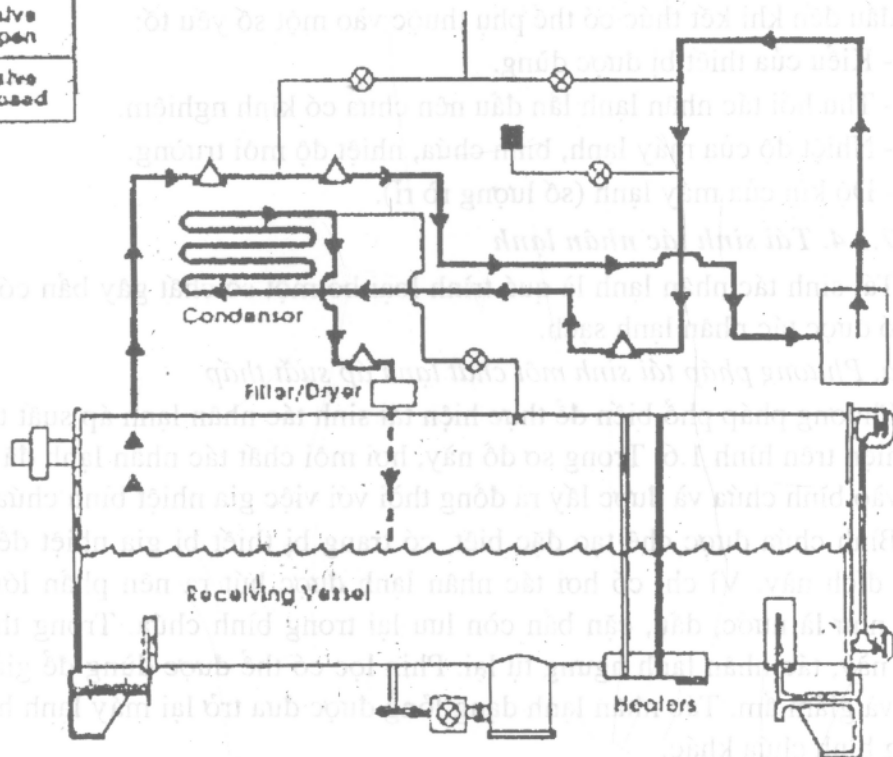
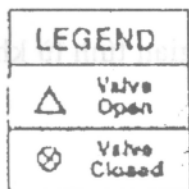
Phương pháp phổ biến để thực hiện tái sinh tác nhân lạnh áp suất thấp được thể hiện trên hình 1.6. Trong sơ đồ này, hơi môi chất tác nhân lạnh đã được thu hồi vào bình chứa và được lấy ra đồng thời với việc gia nhiệt bình chứa đó.

Bình chứa được chế tạo đặc biệt, có trang bị thiết bị gia nhiệt để phục vụ mục đích này. Vì chỉ có hơi tác nhân lạnh được hút ra nên phần lớn các tạp chất như là nước, dầu, cặn bẩn còn lưu lại trong bình chứa. Trong thiết bị tái sinh này, tác nhân lạnh ngưng tụ lại. Phin lọc có thể được dùng để giảm lượng axit và giảm ẩm. Tác nhân lạnh dạng lỏng được đưa trở lại máy lạnh hoặc chứa trong bình chứa khác.

Trong hình 1.7 tác nhân lạnh được đưa trở lại bình chứa cũ. Người ta gọi đó là máy tái sinh kiểu multi – pass. Dầu bẩn còn lưu lại trong bình chứa cần được lấy ra một cách phù hợp.



Hình 1.6. Tái sinh tác nhân lạnh áp suất thấp



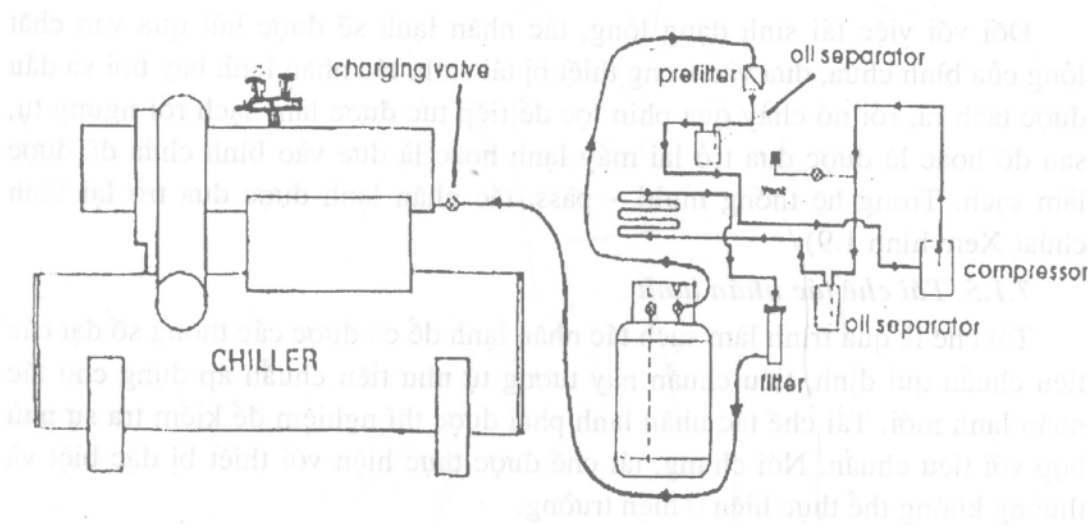
Hình 1.7 Quá trình tái sinh tác nhân lạnh

b. Phương pháp tái sinh tác nhân lạnh áp suất cao

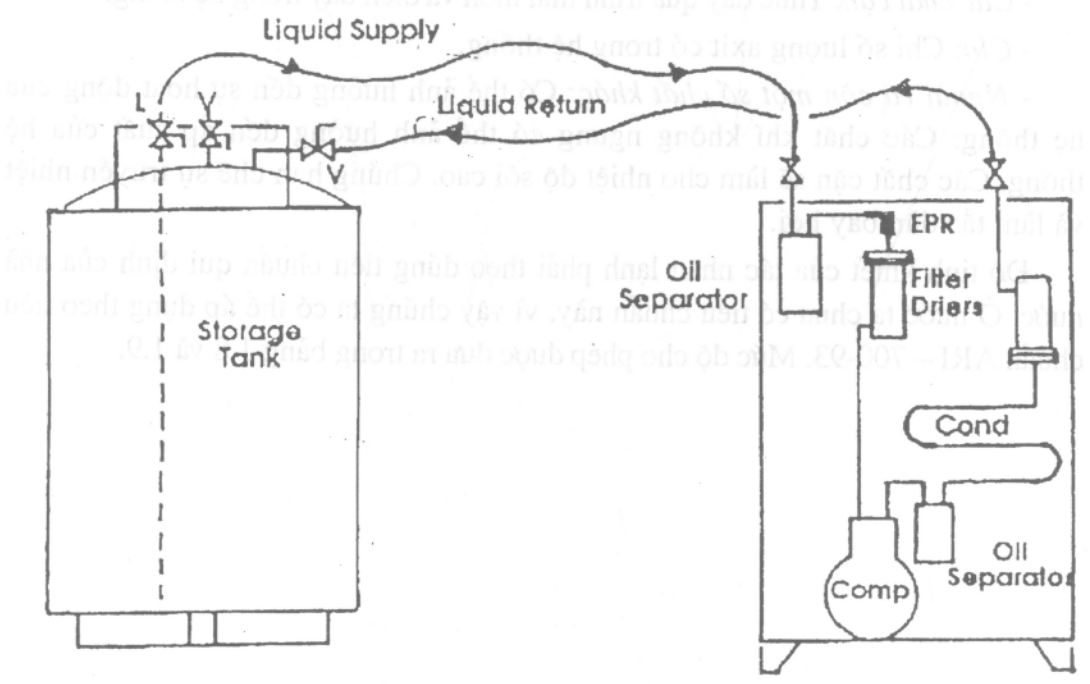
Sơ đồ tái sinh tác nhân lạnh áp suất cao tương tự như sơ đồ dùng cho tác nhân lạnh áp suất thấp.

Thiết bị tái sinh được chia làm 2 loại: loại 1 đường và loại nhiều đường. Nó phụ thuộc vào đường tác nhân lạnh đi qua máy lạnh là một hay nhiều lần. Thiết bị có thể tái sinh tác nhân lạnh ở cả dạng lỏng cả dạng hơi.

Đối với việc tái sinh tác nhân lạnh dạng hơi, hơi tác nhân lạnh được hút ra khỏi thiết bị tái sinh, dầu được tách ra, lọc và đưa trở lại máy lạnh (xem hình 1.8). Như một lựa chọn, tác nhân lạnh sau khi được tái sinh sẽ được trở lại bình chứa cũ. Trong trường hợp này, nó sẽ tái tuần hoàn trong thiết bị tái sinh vài lần.



Hình 1.8. Tái sinh tác nhân lạnh áp suất cao



Hình 1.9: Sơ đồ multipass

Đối với việc tái sinh dạng lỏng, tác nhân lạnh sẽ được hút qua van chất lỏng của bình chứa, đưa vào trong thiết bị tái sinh, tác nhân lạnh bay hơi và dầu được tách ra, rồi nó chảy qua phin lọc để tiếp tục được làm sạch rồi ngưng tụ, sau đó hoặc là được đưa trở lại máy lạnh hoặc là đưa vào bình chứa đã được làm sạch. Trong hệ thống multi – pass, tác nhân lạnh được đưa trở lại bình chứa(Xem hình 1.9).

7.1.5. Tái chế tác nhân lạnh

Tái chế là quá trình làm sạch tác nhân lạnh để có được các thông số đạt các tiêu chuẩn qui định, tiêu chuẩn này tương tự như tiêu chuẩn áp dụng cho tác nhân lạnh mới. Tái chế tác nhân lạnh phải được thí nghiệm để kiểm tra sự phù hợp với tiêu chuẩn. Nói chung, tái chế được thực hiện với thiết bị đặc biệt và thường không thể thực hiện ở hiện trường.

Các chất gây bẩn có trong tác nhân lạnh bao gồm:

- *Nước*: Chất gây rỉ, đóng băng và hình thành axit.
- *Axit*: Chất thúc đẩy quá trình rỉ, ăn mòn và thoái hoá môi chất.
- *Các chất cặn*: Thúc đẩy quá trình mài mòn và diễn đầy trong hệ thống.
- *Clo*: Chỉ số lượng axit có trong hệ thống.

- *Ngoài ra còn một số chất khác*: Có thể ảnh hưởng đến sự hoạt động của hệ thống: Các chất khí không ngưng có thể ảnh hưởng đến áp suất của hệ thống. Các chất cặn sẽ làm cho nhiệt độ sôi cao. Chúng hạn chế sự truyền nhiệt và làm tắc dàn bay hơi.

Độ tinh khiết của tác nhân lạnh phải theo đúng tiêu chuẩn qui định của nhà nước. Ở nước ta chưa có tiêu chuẩn này, vì vậy chúng ta có thể áp dụng theo tiêu chuẩn ARI – 700-93. Mức độ cho phép được đưa ra trong bảng 1.8 và 1.9.

Bảng 1.8. Đặc tính của các tác nhân lạnh và mức độ nghiêm trọng cho phép lớn nhất

	Đơn vị tính	Tham khảo	R11	R12	R13	R22	R23	R32	R113	R114	R123	R124	R125	R134a	R143a
Các thuộc tính															
Điểm sôi *	F@1.00atm °C@1.00atm		74.9 23.8	-21.6 -29.8	-114.6 -81.4	-41.4 -40.8	-115.7 -82.1	-61.1 -51.7	117.6 47.6	38.8 3.8	82.6 27.9	12.2 -11.0	-55.3 -48.5	-15.1 -26.2	-52.6 -47.0
Phạm vi điểm sôi	K		0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Phân lượng dòng phân	Bảng trọng lượng								0-1% R113a	0-30% R114a	0-8% R123a	0-5% R124a	N/A	0-5000 ppm	0-100 ppm
Chất gây bắn dạng hơi Không khí và khí không ngưng		5.9	N/A**	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	N/A**	1.5	N/A**	1.5	1.5	1.5	1.5
Chất gây bắn dạng lỏng Nước		5.4	20	10	10	10	10	10	20	10	20	10	10	10	10
Các chất bắn khác gồm cả tác nhân lạnh		5.10	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Các chất dư lại có nhiệt độ sôi Cao		5.7	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Các chất hạt rắn		5.8													
Tính axit		5.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Clorua *		5.5													

* Điểm sôi và khoảng của điểm sôi dù không yêu cầu, được cung cấp vì mục đích thông tin

** Vì R-11, R-113 và R123 có điểm sôi bình thường cao hơn nhiệt độ phòng, việc xác định rõ khí không ngưng là không cần thiết đối với tác nhân lạnh

*** Công nhận mức Clo cho phép là 3 ppm.

Bảng 1.9. Đặc tính của các tác nhân lạnh và mức độ nhiễm bẩn cho phép lớn nhất

	Đơn vị tính	Tỉ khảo	R401A	R401B	R402A	R402B	R500	R502	R503
Các đặc tính			R22/152a/124	R22/152a/ 124	R125/290/ 22	R125/290/ 22	R12/152a	R22/115	R23/13
Hỗn hợp tác nhân lạnh									
Tỷ lệ thành phần tính theo % trọng lượng			53/13/34	61/11/28	60/2/38	38/2/60	73/8/26.2	48.8/51.2	40.1/59.9
Dao động tỷ lệ thành phần tính theo % trọng lượng cho phép			51-55/11-53. 5/33-35	59-63/9.5- 15/27-29	58-62/1-3/36- 40	36-40/1-3/ 58-62	72.8-74.8/ 25.2-27.2	44.8-52.8/ 47. 2-55.2	39.41/59.61
Điểm sôi *	$F @ 1.00 \text{ atm}$ $C @ 1.00 \text{ atm}$		-27.6 to -16.0 -33.4 to -26.6	-30.4 to -18.5 -34.7 to -28.6	-56.5 to -52.9 -49.1 to -47.2	-53.3 to -49.0 -47.4 to -45.0	-33.5	-45.4	-88.7
Khoảng sôi	K	--	--	--	--	--	--	--	--
Tập chất ở dạng hơi	Theo 5 thể tích @25	5.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Không khí và các khí không ngưng khác									
Tập chất ở dạng lỏng	Phần triệu tính theo trọng lượng	5.4	10	10	10	10	10	10	10
Nước	% tính theo trọng lượng	5.10	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Các chất gây bẩn khác gồm cả tác nhân lạnh khác									
Cặn bẩn có nhiệt độ sôi cao	% tính theo thể tích	5.7	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Các chất hạt/chất rắn	Nhìn bề ngoài sạch là được	5.8							
A xít	Phần triệu tính theo trọng lượng	5.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Chlorides	Độc không thể nhìn thấy	5.5							

7.2. Xử lý, chứa và loại bỏ tác nhân lạnh và dầu bôi trơn

Phần lớn các tác nhân lạnh đều có hại đối với sức khỏe những người tiếp xúc trực tiếp và nó còn gây hại môi trường. Vì thế cần có biện pháp xử lý và bảo quản an toàn.

7.2.1. An toàn cho bình chứa tác nhân lạnh

Môi chất lạnh được chứa và vận chuyển trong các kiểu bình chứa khác nhau có thể một vài Kilôgam đến hàng nghìn Kilôgam và thậm chí cả xe téc. Các bình chứa này được phân thành 2 loại: Bình chứa dùng một lần và bình chứa có thể dùng nhiều lần. Các bình chứa phải được chế tạo theo đúng tiêu chuẩn của nhà nước.

Loại bình sử dụng một lần cần được loại bỏ, khi đã hút hết tác nhân lạnh chứa trong nó. Trước khi làm như vậy, kỹ thuật viên cần đảm bảo chắc chắn tác nhân lạnh đã được lấy ra hết. Biện pháp an toàn bổ sung là đầu vòi nạp của bình chứa dùng một lần sẽ bị tháo ra (sau khi toàn bộ tác nhân lạnh đã được lấy ra hết) tránh để người khác có thể dùng lại chúng.

Bình chứa dùng nhiều lần được thiết kế để có thể nạp lại nhiều lần khi cần. Các loại bình này cho phép tác nhân lạnh được chứa bên trong an toàn trong khi làm việc hay vận chuyển.

Một số nguyên tắc cần phải tuân thủ khi sử dụng bình chứa tác nhân lạnh. Các bình chứa tác nhân lạnh dùng nhiều lần không nên nạp môi chất vào nếu nghi ngờ bị rò rỉ, hoặc có những lỗ thủng, vết rạn, vết rỉ... hoặc các khuyết tật khác ảnh hưởng đến kết cấu của bình chứa.

Cũng cần chú ý đến việc không để bình chứa bị nạp quá mức cho phép. Không nên nạp quá 80% dung tích của bình chứa. Trong thực tế, một số bình chứa (nhưng không phải tất cả) có kèm theo các chỉ tiết như là van bảo vệ quá áp và phao bảo vệ quá mức, mặc dù vậy, các chỉ tiết đó không hay được lắp trong các bình chứa có dung tích cỡ 0,5 – 1 tấn.

Đối với máy lạnh loại lớn, sẽ có bình chứa chuyên dùng với dung tích đủ lớn để thu hồi toàn bộ tác nhân lạnh. Bình chứa này là thiết bị không thể thiếu được trong máy lạnh, đôi khi nó còn được lắp rời. Nếu không có bình chứa đủ lớn để có thể thu hồi toàn bộ tác nhân lạnh thì cần phải có thêm một vài bình chứa nhỏ để thu hồi.

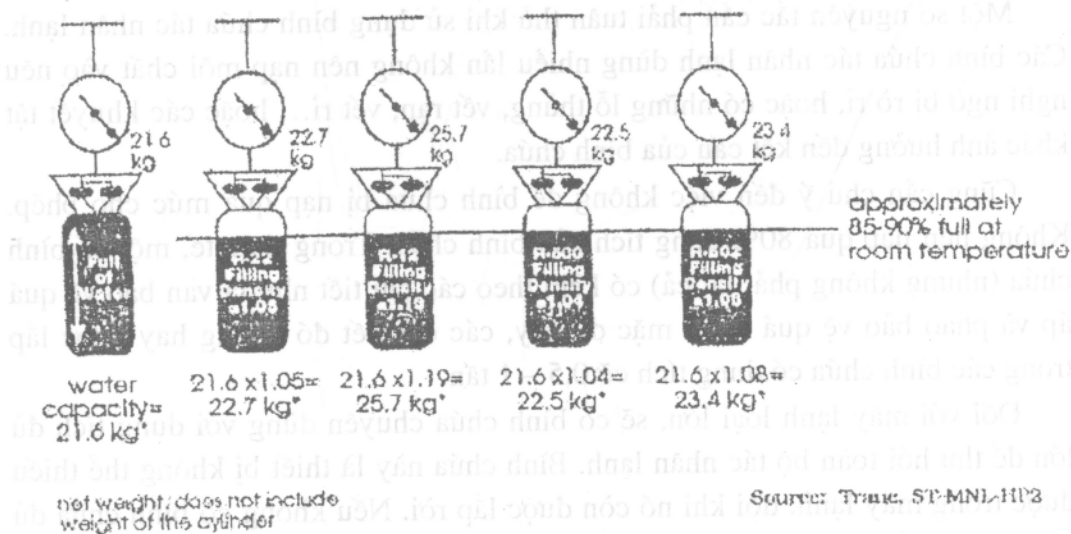
Các phương pháp thu hồi:

Phương pháp 1: Các kỹ thuật viên có thể nạp vào bình mức hợp lý bằng cách cân trọng lượng tác nhân lạnh trong bình. Tác nhân lạnh nặng hơn nước khoảng 20% ở điều kiện nhiệt độ phòng. Như vậy, chúng ta có thể thử bằng cách đổ nước vào đầy bình (100% dung tích của nó). Sau đó cân trọng lượng của nước trong bình ta sẽ xác định được trọng lượng tác nhân lạnh có thể nạp vào trong bình nó đúng bằng trọng lượng của nước có trong bình. Phương pháp này chỉ áp dụng cho trường hợp các tác nhân lạnh có tỷ trọng cao hơn so tỷ trọng của nước, như là CFC -11, CFC -12, HCFC-22, R-500 và R - 502.

Phương pháp 2: Xác định chính xác tỷ trọng của tác nhân lạnh, rồi nhân với 80% dung tích bình sẽ xác định được trọng lượng của tác nhân lạnh nạp vào trong bình đảm bảo an toàn.

Phương pháp 3: Sử dụng ở Mỹ là nhân dung tích của bình chứa nước với tỷ trọng của tác nhân lạnh. Tỷ trọng của tác nhân lạnh là tỷ trọng của chúng ở dạng lỏng ứng với nhiệt độ môi trường cao nhất, thường lấy 54,4°C (130°F), chia cho tỷ trọng của nước ở nhiệt độ 15,6°C (60°F).

Cần chú ý khi thu hồi, nếu trong bình chứa có dầu, nước và các chất bẩn khác, thì kỹ thuật viên cần phải làm sạch chúng trước khi nạp môi chất vào.



Hình 1-10. Các bước nạp tác nhân lạnh vào bình chứa

Ví dụ: Giả sử bình chứa tác nhân lạnh có dung tích chứa là 21,6 kg nước và thể tích trong là $0,0216\text{m}^3$, CFC sẽ được chứa trong bình này ở nhiệt độ $21,1^\circ\text{C}$ (70°F). Tỷ trọng của CFC -12 trung bình là 1323 kg/m^3 ở nhiệt độ $21,1^\circ\text{C}$ (70°F) và 1194 kg/cm^3 ở nhiệt độ $54,4^\circ\text{C}$ (130°F)

Phương pháp 1: Nạp đầy CFC -12 vào bình chứa một lượng 21,6 kg. CFC -12 ở dạng lỏng sẽ chiếm $21,6/1,323 = 0,0163$, hoặc $0,0163/0,0216 = 76\%$ thể tích của bình chứa.

Phương pháp 2: Sử dụng toàn bộ bình chứa (ít hơn 20% thể tích hơi môi chất để an toàn), nạp vào bình lượng môi chất $0,8 \times 0,0216\text{m}^3 \times 1323\text{kg/m}^3 = 22,9\text{ kg}$. Lưu ý rằng khi nhiệt độ môi trường cao, môi chất lỏng bão hoà CFC -12 sẽ chiếm thể tích lớn hơn. Ví dụ, ở nhiệt độ $54,4^\circ\text{C}$ (130°F), môi chất lỏng sẽ chiếm $22,9/1194 = 0,0192\text{m}^3$ hoặc $0,0192/0,0216 = 89\%$ thể tích của bình chứa.

Phương pháp 3: Tỷ trọng nạp vào là tỷ trọng của môi chất ở nhiệt độ $54,4^\circ\text{C}$ (130°F) chia cho tỷ trọng của nước (trung bình 1000kg/cm^3); $1194/1000 = 1,19$. Như vậy bình chứa được nạp vào lượng môi chất $21,6 \times 1,19 = 25,9\text{ kg}$ môi chất CFC-12, ở nhiệt độ $21,1^\circ\text{C}$ (70°F), chất lỏng CFC-12 sẽ chiếm $25,7/1323 = 0,0194\text{ m}^3$ hoặc $0,0194/0,0216 = 90\%$ thể tích bình chứa. Ở nhiệt độ $54,4^\circ\text{C}$ (130°F), môi chất sẽ chiếm $25,7/1194 = 0,0216\text{m}^3$ hoặc 100% thể tích của bình.

Để đảm bảo an toàn, bình chứa phải được kiểm định định kỳ. Ở Mỹ, chúng được kiểm định 5 năm một lần. Không được dùng bình chứa 5 năm chưa được kiểm định.

7.2.2. Nhãn hiệu và mã màu cho bình chứa môi chất lạnh

Các nguyên tắc cho việc dán nhãn bình chứa môi chất đã được thiết lập. ARI Guideline N -1992, *Assignment of Refrigerant Container Color* đặt ra tiêu chuẩn mã màu cho tác nhân lạnh đang sử dụng, tác nhân lạnh mới và tác nhân lạnh đã qua tái chế.

Các nguyên tắc này chia tác nhân lạnh ra làm 4 nhóm chính: Nhóm I cho tác nhân lạnh có nhiệt độ sôi trên 20°C (68°F), nhóm II cho tác nhân lạnh có áp suất thấp, nhóm III cho tác nhân lạnh có áp suất cao, nhóm IV cho tác nhân lạnh hoặc hỗn hợp tác nhân lạnh có tính dễ bắt lửa và chỉ ra màu nhất định đối với từng nhóm tác nhân lạnh (xem bảng 1.10). Màu của bình chứa

nên dùng phù hợp với màu của nhãn hiệu. Nếu không có nhãn, hoặc nhãn không thống nhất với màu của bình chứa, cần phải tham khảo nhà sản xuất hoặc nhà cung cấp.

Bảng 1.10. Mã màu qui định cho các tác nhân lạnh

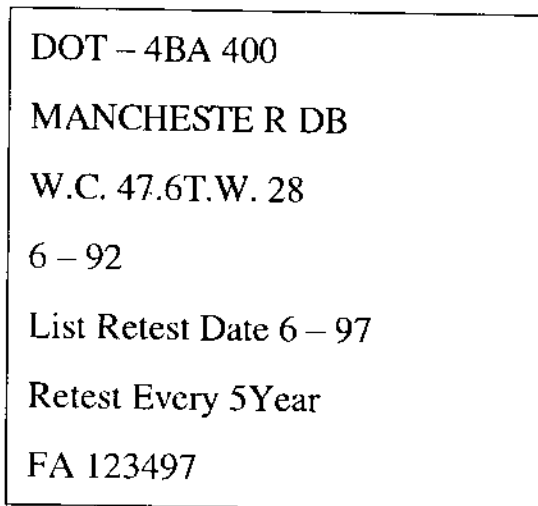
CFC - 12	Xanh da trời – sáng
HCFC – 22	Xanh lá mạ – sáng
HCFC – 123	Xanh xám– sáng
FHC – 134a	Xanh da trời – xám
R – 500	Vàng
R0 – 502	Tím nhạt
Chất thu hồi bất kỳ	Vàng / xám

Các bình chứa dùng cho tác nhân lạnh thu hồi nên có mã màu theo tiêu chuẩn ARI Guiline K –1990, Containers for Recovered Fluorocarbon Refrigerants.

Nên dùng bình màu xám với nắp màu vàng, áp dụng cho tất cả các tác nhân lạnh thu hồi và bắt buộc đánh dấu hoặc treo biển hiệu cho các bình chứa tác nhân lạnh thu hồi để tránh nhầm lẫn với tác nhân lạnh khác. Khi sử dụng tác nhân lạnh nào, cần đảm bảo nó được chứa đúng trong bình có màu quy định và được đánh dấu.

Nếu tác nhân lạnh được thu hồi vào bình chứa chuyên dùng để chứa môi chất khác (Ví dụ CFC – 11 được chứa trong bình dùng cho CFC –12), thì cả hai chất sẽ bị nhiễm bẩn và không được phép đưa vào sử dụng trong thiết bị. Hơn nữa, không có cách đơn giản nào để có thể tách được hai môi chất trên. Do vậy, bắt buộc phải huỷ bỏ.

Các thông tin khác cũng cần có trên tem nhãn của bình chứa bao gồm áp suất làm việc cực đại của bình, dung tích chứa nước của bình, trọng lượng vỏ, ngày sản xuất, số se ri, tem kiểm định v.v... (Xem hình 1.11)



Hình 1-11. Các thông tin trên tem nhãn gắn trên vỏ bình

Các thông tin trên tem nhãn của bình được hiểu như sau:

- Dung tích chứa nước 47,6 kg.
- Trọng lượng vỏ (28 pound's).
- Ngày chế tạo 6 – 92.
- Ngày phải kiểm định 6 – 97, kiểm định 5 năm 1 lần.
- Số seri- FA 123497.

III. AN TOÀN CHO MÁY VÀ THIẾT BỊ THUỘC HỆ THỐNG LẠNH

1. Điều kiện xuất xưởng, lắp đặt máy và thiết bị thuộc hệ thống lạnh

1.1. Cấm xuất xưởng máy và thiết bị nếu

- * Chưa được cơ quan cấp trên khám nghiệm và xác nhận sản phẩm đã chế tạo theo đúng tiêu chuẩn;
- * Chưa có đủ các dụng cụ kiểm tra, đo lường và các phụ kiện theo tiêu chuẩn quy định;
- * Chưa có đầy đủ các tài liệu sau:
 - Hai quyển lí lịch theo mẫu quy định có kèm theo các văn bản vẽ kết cấu thiết bị;
 - Các bản hướng dẫn lắp đặt, bảo quản và vận hành an toàn các thiết bị và máy nén.

* Chưa có tấm nhãn hiệu bằng kim loại màu gắn trên máy nén và thành thiết bị ở chỗ dễ thấy nhất và có đủ các số liệu sau:

- *Đối với máy nén:* Tên và địa chỉ nhà chế tạo. Số và tháng năm chế tạo, kí hiệu môi chất lạnh, áp suất làm việc lớn nhất, áp suất thử nghiệm lớn nhất, nhiệt độ cho phép lớn nhất, tốc độ quay và các đặc tính về điện.

- *Đối với thiết bị chịu áp lực:* Tên và địa chỉ nhà chế tạo. Tên và mã hiệu thiết bị. Tên và nhãn hiệu thiết bị. Số và tháng, năm chế tạo. Áp suất làm việc lớn nhất. Áp suất thử nghiệm lớn nhất. Nhiệt độ cho phép đối với trang thiết bị.

1.2. Máy nén và thiết bị chịu áp lực

Với các thiết bị này nếu do nước ngoài chế tạo phải thoả mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN), nếu không, phải được cơ quan thanh tra kỹ thuật an toàn nhà nước thỏa thuận.

1.3. Tài liệu thiết kế

Các tài liệu thiết kế phải được cơ quan quản lí cấp trên xét duyệt trước khi chế tạo, lắp đặt.

1.4. Lắp đặt máy, thiết bị

Việc lắp đặt máy, thiết bị lạnh phải theo đúng thiết kế và các quy định công nghệ đã được xét duyệt.

1.5. Việc lắp đặt máy, sử dụng, sửa chữa máy nén và thiết bị

Các công việc này cũng phải theo đúng quy định của nhà chế tạo.

2. Phòng máy và thiết bị

1. Các hệ thống lạnh và môi chất lạnh thuộc nhóm 2 và 3 phải bố trí phòng máy và thiết bị cách các cơ sở sinh hoạt công cộng từ 50 m trở lên.

2. Phòng máy và thiết bị của hệ thống lạnh có công suất lạnh lớn hơn 17,5kW (15000kcal/h) phải có hai cửa ra và bố trí cách xa nhau và phải có ít nhất một cửa thông trực tiếp ra ngoài để thoát nhanh khi có sự cố. Cửa phòng máy và thiết bị phải bố trí cách mở ra phía ngoài.

3. Phòng máy và thiết bị không thấp hơn 4,2m kể từ sàn thao tác đến điểm thấp nhất của trần nhà. Nếu là nhà cũ sửa lại, cho phép không thấp hơn 3,2m.

4. Cửa sổ, cửa ra vào phòng máy và thiết bị phải được bố trí đảm bảo thông gió tự nhiên. Tiết diện lỗ thông gió (F) được xác định theo công thức sau:

$$F > 0,14 \sqrt{G} \text{ [m}^2\text{]}$$

Trong đó: G là khối lượng môi chất lạnh có ở tất cả các thiết bị và đường ống đặt trong phòng.

5. Diện tích các cửa sổ phải đảm bảo tỉ lệ $0,03\text{m}^2$ trên 1m^3 thể tích phòng để đảm bảo chiếu sáng và thông gió tự nhiên.

6. Phòng máy và thiết bị phải được đặt quạt gió đẩy và hút, năng suất hút trong 1 giờ gấp 2 lần thể tích phòng.

7. Ở mỗi phòng máy và thiết bị phải niêm yết sơ đồ nguyên lí hệ thống lạnh; sơ đồ ống dẫn môi chất, nước, dầu; quy trình vận hành các thiết bị quan trọng và quy trình xử lí sự cố.

8. Người không có nhiệm vụ khi cần vào phòng máy phải được sự đồng ý của thủ trưởng hoặc người chịu trách nhiệm chính về phòng máy, ngoài cửa phòng máy phải có biển ghi "**không nhiệm vụ miễn vào**".

9. Trong phòng máy phải có nơi để các dụng cụ cứu hoả, các trang thiết bị cứu hộ và tủ thuốc. Cấm để xăng dầu hoặc hóa chất độc hại, dễ gây cháy, nổ.

10. Phòng thiết bị có chiều cao không thấp hơn 3,6m từ sàn thao tác đến điểm thấp nhất của trần. Nếu là nhà cũ phải đảm bảo không thấp hơn 3m.

11. Khoảng cách giữa các bộ phận chuyển động của máy nén, giữa phần nhô ra của máy nén với bảng điều khiển không nhỏ hơn 1,5m. Khoảng cách giữa tường và các thiết bị không nhỏ hơn 0,8m, giữa các bộ phận của máy, thiết bị đến cột nhà không nhỏ hơn 0,7m.

12. Các bộ phận của máy, thiết bị cần quan sát ở độ cao trên 1,5m phải có thang hoặc bệ đứng. Bậc thang làm bằng bệ thép không trơn trượt, chiều rộng không nhỏ hơn 0,6m, khoảng cách giữa 2 bậc là 0,2m, chiều rộng của bậc sàn thao tác là 0,8m. Thang và sàn thao tác phải có lan can không thấp hơn 0,8m.

3. Ống và phụ kiện đường ống

1. Ống dẫn môi chất lạnh phải là ống thép liền (theo bảng 2 phụ lục 3 TCVN 4206-86).

2. Tính toán chọn ống dẫn môi chất lạnh phải đảm bảo tốc độ chuyển động của môi chất lạnh ở đầu đẩy của máy nén không vượt qua 25m/s. Phải đặt van điện từ hay van khống chế nhiệt độ và tốc độ không vượt quá 1,5m/s trên ống dẫn môi chất lạnh và thiết bị bay hơi.

3. Đường kính ống xả dầu từ các thiết bị và máy nén amoniắc về bình tập trung dầu phải lớn hơn 20mm và có chiều dài ngắn nhất, ít gấp khúc để tránh đọng dầu, cặn, bẩn. Đường kính lỗ van xả dầu phải lớn hơn 15mm.

4. Mặt bích, mối hàn, nối ống và van không được lắp đặt nằm sâu trong tường, không được bố trí tay van quay xuống dưới, chỗ ống nối xuyên qua tường phải được chèn bằng vật liệu không cháy

5. Các ống hút và đẩy của máy nén phải được lắp nghiêng 1 đến 2% về phía thiết bị ngưng tụ và thiết bị bay hơi để tránh đọng môi chất và dầu.

6. Khi phải vượt qua các đường giao thông, đường ống phải được đặt cao hơn 4,5m, không được đặt ống dưới gầm cầu thang, thang máy, cầu trục ...

7. Màu sơn đường ống dẫn môi chất

- Hệ thống lạnh amoniắc:

+ Ống đẩy: màu đỏ.

+ Ống hút: màu xanh da trời.

+ Ống dẫn lỏng: màu vàng.

+ Ống dẫn nước muối: màu xám.

+ Ống dẫn nước: màu xanh lá cây.

- Hệ thống lạnh freon.

+ Ống đẩy: màu đỏ.

+ Ống hút: màu xanh.

+ Ống dẫn lỏng: màu nhôm.

+ Ống dẫn nước muối: màu xám.

+ Ống dẫn nước: màu xanh da trời.

8. Phải đánh dấu chuyển động của môi chất lạnh, chất tải lạnh, nước,... bằng mũi tên màu đen ở nơi dễ nhìn.

4. Các thiết bị điện trong hệ thống lạnh

1. Không đặt trạm phân phối hoặc trạm biến thế trong cùng một tòa nhà với phòng máy hoặc phòng thiết bị.

2. Động cơ điện của quạt gió đặt trong phòng máy và thiết bị phải có biện pháp chống gây nổ khi có sự cố và bảo đảm thông gió liên tục.

3. Để cắt điện của trạm lạnh khi có sự cố phải có hai công tắc điện ở mặt tường phía ngoài, một ở gần cửa chính, một ở gần cửa khi có sự cố.

4. Phải có biện pháp chống sét cho các phòng máy, phòng thiết bị và trạm lạnh.

IV. MỘT SỐ QUY ĐỊNH KHÁC VỀ KỸ THUẬT AN TOÀN ĐỐI VỚI HỆ THỐNG LẠNH

1. Khối lượng môi chất của hệ thống

Khối lượng môi chất nạp vào cho hệ thống bằng khối lượng môi chất lạnh nạp vào từng thiết bị và đường ống theo đúng quy định. Khi tính toán lượng môi chất nạp vào hệ thống phải chú ý tới mật độ môi chất lạnh tính trong các bảng là ở nhiệt độ 20°C và áp suất bão hòa tương ứng.

2. Quạt gió và các bộ phận chuyển động

Các bộ phận có chi tiết chuyển động này phải có vỏ bao che. Giá đỡ quạt phải bền, chắc và làm bằng vật liệu không cháy. Không được lắp đặt động cơ gần hoặc dưới các đường thoát nước.

3. Chiếu sáng phòng máy

Việc bố trí chiếu sáng phòng lạnh cũng phải tuân theo tiêu chuẩn chiếu sáng hiện hành (phụ lục 5 TCVN 4206-86).

4. Quy định an toàn cho phòng lạnh và các trang thiết bị

- Cửa ra vào phòng lạnh có thể đóng, mở từ bên trong và bên ngoài.
- Có nguồn chiếu sáng dự phòng khi nguồn chiếu sáng chính bị mất.
- Có chuông tay hay điện với tín hiệu khác để báo cho bên ngoài biết khi cần thiết.
- Có công tắc bằng tay hay tự động để báo cho người ngoài biết có người làm việc trong phòng lạnh.
- Có cửa cấp cứu không có chốt và mở được từ bên trong để ra ngoài.
- Phía ngoài phòng lạnh phải có trang thiết bị truyền tín hiệu cho bên trong biết khi bên ngoài có sự cố.

5. Nạp môi chất lạnh cho hệ thống lạnh

Người thao tác nạp môi chất lạnh phải nắm vững hệ thống lạnh, quy trình nạp và được người phụ trách phân công mới được nạp. Nạp môi chất lạnh phải có từ hai người trở lên.

6. Môi trường làm việc

Nồng độ cho phép của các môi chất lạnh trong môi trường làm việc phải được kiểm tra và khống chế theo phụ lục 6 TCVN 4206-86.

7. Hệ thống lạnh amoniắc: Có bộ phận làm lạnh trực tiếp phải đặt bình tách lỏng ở đường ống hút chính.

8. Dung tích bình tách lỏng

- Không nhỏ hơn 30% dung tích chứa của đường ống và thiết bị bay hơi đối với hệ thống đưa amoniắc vào từ bên trên.

- Không nhỏ hơn 50% dung tích chứa các thiết bị bay hơi cấp amoniắc lỏng từ bên dưới. Khi không có van điện từ trên đường ống hút phải lấy trị số tính toán dung tích bình tách lỏng tăng thêm 20%.

9. Cấm để môi chất lạnh ở thể lỏng trong đường ống hút của máy nén.

V. DỤNG CỤ ĐO LƯỜNG, AN TOÀN VÀ KIỂM TRA HỆ THỐNG LẠNH

1. Van an toàn

1. Máy nén có năng suất thể tích lớn hơn 20m³/h phải có van an toàn đặt bên nén nằm giữa xi lanh và van đẩy.

2. Van an toàn phải xả thoát môi chất từ bên đẩy sang bên hút hoặc xả ra ngoài. Van an toàn loại lò xo đặt trên máy nén phải mở hoàn toàn khi hiệu số áp suất là 16kg/cm³. Máy nén nhiều cấp phải có van an toàn cho từng cấp đặt ở bên đẩy để giới hạn áp suất.

3. Ngoài van an toàn ra, phải bố trí thêm dụng cụ để ngắt máy nén khi áp suất nén vượt quá trị số cho phép.

4. Lỗ thoát của van an toàn các thiết bị trao đổi nhiệt có đường kính lớn hơn 320mm được tính trên cơ sở trị số:

$$m = \frac{kF(t_2 - t_1)}{r} \quad (\text{kg/h})$$

Trong đó:

m – Lưu lượng môi chất thoát qua van an toàn (kg/h)

F – Diện tích bề mặt ngoài bình (m²)

k – Hệ số truyền nhiệt giữa bề mặt thiết bị và môi trường ngoài (W/m².K)

Thường lấy k = 9,3 W/m²K;

t_2 — Nhiệt độ cao nhất của môi trường ($^{\circ}\text{C}$)

t_1 — Nhiệt độ hơi bão hòa của môi chất ở áp suất cho phép ($^{\circ}\text{C}$)

r — Nhiệt ẩn hóa hơi của môi chất lạnh ở áp suất cho phép (kJ/kg)

5. Ở hệ thống lạnh có môi chất thuộc nhóm 2 hoặc nhóm 3, đường ống thoát của van an toàn phải kín và xả ra ngoài trời. Ở nơi đặt máy lạnh trong phạm vi 50m, miệng ống xả phải cao hơn nóc mái nhà cao nhất từ 1m trở lên. Miệng ống xả phải đặt cách cửa sổ, cửa ra vào và đường ống dẫn không khí sạch ít nhất là 2m và cách mặt đất hay các thiết bị dụng cụ khác từ 5m trở lên.

2. Áp kế

1. Áp kế phải có cấp chính xác không lớn hơn 2,5.

2. Không đặt áp kế cao quá 5m kể từ sàn thao tác. Khi đặt áp kế ở độ cao từ 3÷5m phải dùng áp kế có đường kính không nhỏ hơn 160mm. Áp kế được đặt theo phương thẳng đứng hoặc nghiêng về phía trước 30° .

3. Trên mỗi máy nén phải đặt các áp kế để đo áp suất đẩy, áp suất hút và áp suất dầu bôi trơn.

3. Thử nghiệm máy và thiết bị

1. Máy và thiết bị sau khi chế tạo phải được thử bền và thử kín tại cơ sở chế tạo. Áp suất thử máy nén amoniắc, freon R12 và R22 quy định trong bảng 1-11.

Bảng 1-11: Thử nghiệm máy nén tại cơ sở chế tạo

Thiết bị	Bộ phận	Áp suất thử, [bar]	
		Thử bền bằng chất lỏng	Thử kín bằng khí
Máy nén NH_3 và R22	Bên cao áp	30	28
	Bên thấp áp	16	10
Máy nén R12	Bên cao áp	24	16
	Bên thấp áp	15	10

2. Trị số áp suất thử tại nơi lắp đặt cho trong bảng 1.12.

Thời gian duy trì là 5 phút, sau đó hạ dần đến áp suất làm việc và bắt đầu kiểm tra.

Bảng 1.12: Thử nghiệm hệ thống lạnh tại nơi lắp đặt

Hệ thống lạnh	Bộ phận	Áp suất thử, [bar]	
		Thử bên bằng chất lỏng	Thử kín bằng khí
Hệ thống NH ₃ và R22	Bên cao áp	25	18
	Bên thấp áp	15	12
Hệ thống R12	Bên cao áp	24	15
	Bên thấp áp	15	10

3.Trình tự thử kín:

- Tăng dần áp suất khí nén, đồng thời quan sát đường ống và thiết bị khi đạt đến 0,6 trị số áp suất thử thì dừng lại để xem xét.

- Tiếp tục tăng đến trị số áp suất thử bên thấp áp để kiểm tra độ kín bên thấp áp.

- Tiếp tục tăng đến trị số áp suất thử bên cao áp để kiểm tra độ kín bên cao áp.

- Cuối cùng giữ ở áp suất thử kín trong thời gian từ 12 đến 24 giờ. Trong 6 giờ đầu áp suất có thể giảm xuống không quá 10%, trong các giờ sau áp suất không thay đổi.

4. Kim chỉ mức lỏng phải được thử bên với trị số áp suất bằng trị số thử kín cho hệ thống theo quy định.

5. Cơ sở chế tạo máy và thiết bị phải cung cấp cho cơ sở lắp đặt, sửa chữa, sử dụng hệ thống lạnh đầy đủ các chứng từ về thử bên và thử kín những sản phẩm đó.

Cơ sở lắp đặt hệ thống lạnh phải cung cấp cho cơ sở sử dụng, vận hành hệ thống lạnh đầy đủ chứng từ thử nghiệm hệ thống sau khi lắp đặt.

VI. KHAM NGHIỆM KỸ THUẬT VÀ ĐĂNG KÝ SỬ DỤNG BẢO HỘ LAO ĐỘNG

1. Khám nghiệm kỹ thuật

1.1. Các trường hợp cần tiến hành khám nghiệm an toàn

1. Khám nghiệm sau khi lắp đặt.
2. Khám nghiệm định kì trong quá trình sử dụng.
3. Khám nghiệm bất thường trong quá trình sử dụng.

1.2. Nội dung khám nghiệm

1.2.1. Sau khi lắp đặt

Sau khi lắp đặt hoàn chỉnh xong hệ thống thiết bị phải tiến hành các khám nghiệm sau:

- Xác định tình trạng lắp đặt có phù hợp với thiết kế hay không. Xác định số lượng và chất lượng của van an toàn, áp kế và các dụng cụ kiểm tra, đo lường;
- Xác định tình trạng thiết bị bên trong, bên ngoài thiết bị;
- Xác định độ bền kín các bộ phận chịu áp lực;
- Khám nghiệm này làm sau khi hoàn thành công trình.

1.2.2. Khám nghiệm định kì

Khám nghiệm định kỳ được tiến hành sau khi đưa thiết bị vào sử dụng. Thời gian khám nghiệm phải tiến hành như sau:

- 3 năm khám nghiệm toàn bộ một lần, 5 năm khám nghiệm toàn bộ và thử bền một lần với trị số áp suất thử như trong bảng 1.12.
- Trường hợp cơ sở chế tạo quy định thời gian khám nghiệm ngắn hơn thì phải theo quy định đó.

1.2.3. Khám nghiệm bất thường

- Khi sửa chữa bơm, vá, hàn đắp những bộ phận chịu áp lực.
- Trước khi sử dụng lại máy đã ngừng làm việc một năm hoặc chuyển đi lắp đặt ở nơi khác.

2. Đăng kí sử dụng và bảo hộ lao động

2.1. Hồ sơ đăng kí sử dụng phải có các tài liệu sau

- * Lí lịch máy, thiết bị, hệ thống lạnh với mẫu quy định:
- Bản vẽ cấu tạo máy, thiết bị có ghi rõ các kích thước chính.
- Bản vẽ mặt bằng nhà máy trong đó có ghi vị trí đặt máy, thiết bị.

- Sơ đồ nguyên lí hệ thống có ghi rõ trên sơ đồ các thông số làm việc, các dụng cụ đo kiểm và các dụng cụ an toàn.

* Văn bản xác nhận máy, thiết bị đã được lắp đặt theo đúng thiết kế, phù hợp với những yêu cầu tiêu chuẩn, do thủ trưởng đơn vị lắp đặt kí tên, đóng dấu.

* Các quy trình vận hành và xử lí sự cố.

* Biên bản khám nghiệm của thanh tra kỹ thuật an toàn sau khi lắp đặt.

2.2. Đơn vị sản xuất, đơn vị lắp đặt phải cung cấp cho đơn vị sử dụng hệ thống lạnh ít nhất hai bộ tài liệu hướng dẫn vận hành, gồm các phần:

* Phạm vi ứng dụng của hệ thống lạnh.

* Thuyết minh sơ đồ nguyên lí hoạt động của hệ thống lạnh.

* Quy trình vận hành hệ thống lạnh.

* Những hư hỏng thông thường và cách khắc phục.

* Chỉ dẫn bôi trơn hệ thống lạnh.

* Chỉ dẫn kiểm tra, bảo dưỡng định kỳ.

* Danh mục các chi tiết chống mòn và các phụ tùng thay thế.

* Danh mục các linh kiện của hệ thống.

2.3. Dụng cụ vệ sinh, bảo hộ lao động phải có đủ cho công nhân trực ca, gồm:

* Quần áo bảo hộ lao động.

* Găng tay cao su.

* Mặt nạ phòng độc.

* Bông băng thuốc sát trùng.

Chương 2

THỬ NGHIỆM THIẾT BỊ VÀ XÁC ĐỊNH ĐẶC TÍNH CỦA MÁY VÀ HỆ THỐNG LẠNH

I. THỬ NGHIỆM VÀ HIỆU CHỈNH THIẾT BỊ TỰ ĐỘNG

1. Thử và hiệu chỉnh van tiết lưu nhiệt

1.1. Thử nhanh van tiết lưu mới

Một van tiết lưu kiểu tự động điều chỉnh theo tín hiệu nhiệt độ mới hoặc chưa sử dụng nhưng do để lâu ngày có thể mất hay giảm tính năng tác dụng. Có thể thử nhanh van tiết lưu nhiệt này trước khi lắp vào hệ thống theo phương pháp sau:

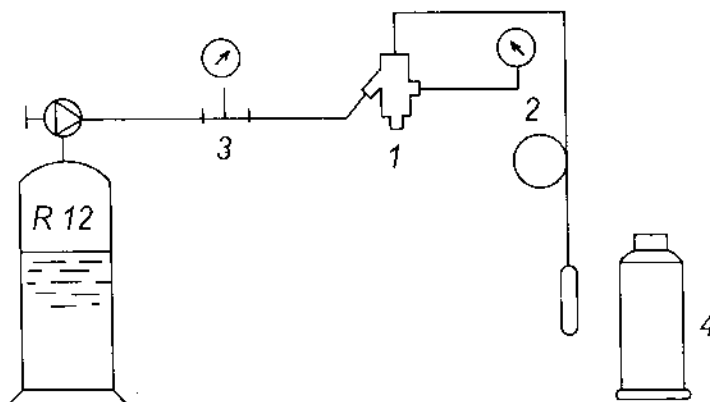
- Lắp van tiết lưu vào một bình ga còn lỏng.
- Đặt bình ở vị trí nạp lỏng và để bầu cảm nhiệt của van sao cho khi mở van bình, ga lỏng có thể phun vào bầu cảm nhiệt của van tiết lưu.
- Nếu van còn tốt thì ở nhiệt độ bình thường nó phải ở trạng thái mở van, ga lỏng sẽ phun vào bầu cảm nhiệt và bay hơi làm lạnh bầu làm cho van đóng kín, ngừng phun hơi. Ít phút sau lỏng bay hơi hết, bầu cảm nhiệt lại nóng dần lên và làm mở van tiết lưu cho hơi phun ra. Như vậy là van còn tốt. Có thể dùng tay nắm vào bầu cảm nhiệt (khi hơi ngừng phun) để nhiệt độ bầu tăng nhanh hơn, giảm thời gian chờ hơi phun lại.

Nếu bầu cảm nhiệt vẫn còn nóng mà môi chất không đi qua được hay khi làm lạnh bầu mà van không tự đóng lại được để ngừng phun lỏng thì chứng tỏ van không còn tốt nữa, không đáng tin cậy.

Có thể thử độ kín của van và rắcco bằng cách nhúng cả đoạn ống có van đang ở trạng thái đóng vào nước.

1.2. Thử và hiệu chỉnh van tiết lưu

- Lắp van tiết lưu nối với bình ga và hai đồng hồ áp suất như hình 2-1. Nối cho ga xì nhẹ ở rắcco áp suất thấp.



Hình 2-1. Thử nghiệm van tiết lưu

1. Van tiết lưu; 2. Áp kế áp suất thấp; 3. Áp kế áp suất cao; 4. Bình chứa nước đá

- Nhúng bầu cảm nhiệt vào bầu chứa nước đá đã tan (không dùng nước đá chưa tan hết).

- Mở van bình ga để tạo được áp suất trước van tiết lưu ít nhất là 6bar. Nếu áp suất thấp hơn, có thể làm nóng nhẹ bình.

- Điều chỉnh van tiết lưu để nhận được áp suất sau van tương ứng với áp suất cần có trong hệ thống. Ví dụ ở nhiệt độ bay hơi $t_0 = -32^{\circ}\text{C}$ với R22, áp suất này bằng 1,50 bar. Trong khi điều chỉnh phải chú ý để ga luôn xì nhẹ ở sau van.

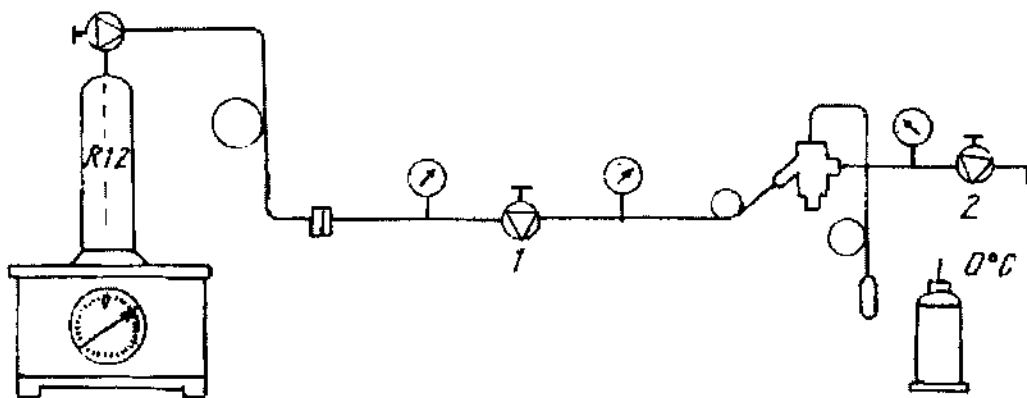
- Gỡ nhẹ vào thân van để xem nó làm việc có bảo đảm không. Nếu áp suất thấp không thay đổi quá 0,07bar (1PSI) là được.

- Thử ga nạp bầu cảm nhiệt vào ống mao dẫn: Tay nắm bầu cảm nhiệt đã làm lạnh, áp kế áp suất thấp phải chỉ giá trị tăng nhanh. Nếu áp suất này không tăng, chứng tỏ đã mất ga nạp.

- Kiểm tra độ kín ti van: Vặn rắcco áp kế không cho van xì nữa, số chỉ áp kế áp suất thấp sẽ tăng (khoảng 0,150bar đến 0,2bar) và ổn định. Nếu áp suất tiếp tục tăng nữa thì chứng tỏ van không kín.

1.3. Xác định năng suất của van tiết lưu nhiệt

Năng suất của van tiết lưu thay đổi tùy theo môi chất trong hệ thống và có thể được xác định nhờ hệ thống thiết bị thử nghiệm như hình 2-2. Thiết bị xác định năng suất van tiết lưu bao gồm các bộ phận chính sau: 1 cân bàn, một bình ga lỏng, một đường ống dẫn mềm để cân không bị ảnh hưởng, một phin lọc, 1 áp kế cao áp, 1 van chặn, 1 áp kế cao áp thứ hai, van tiết lưu cần thử có bầu cảm nhiệt nhúng vào nước đá 0°C để tạo độ quá nhiệt không đổi, 1 áp kế thứ ba đặt sau van tiết lưu, 1 van chặn và cuối cùng là một đoạn ống xả.



Hình 2-2 Xác định năng suất van tiết lưu nhiệt

Tuân tự xác định năng suất van tiết lưu nhiệt được tiến hành như sau:

1. Mở to van bình ga.
2. Đánh dấu sẵn trên mặt cân khối lượng lỏng định nạp qua van, dùng đồng hồ bấm giây ghi ngay thời gian nạp hết lượng ga đó.
3. Áp suất trước van tiết lưu được giữ không đổi (chẳng hạn bằng cách làm nóng nhẹ bình ga), còn áp suất sau van được giữ không đổi do điều chỉnh van chặn 2.
4. Trên cơ sở các số liệu này ta suy ra được khối lượng môi chất qua van tiết lưu, công suất của nó tương ứng với các giá trị áp suất trước và sau van và độ quá nhiệt của hơi (hay nhiệt độ của bầu cảm nhiệt).

Đối với R12 có thể thử với áp suất 7,5 đến 9bar.

Áp suất sau van có thể được chỉnh phù hợp với áp suất hút ở thiết bị mà ta dự định lắp van tiết lưu cho nó.

2. Hiệu chỉnh role nhiệt độ và role áp suất

2.1. Hiệu chỉnh role nhiệt độ (thermostal)

Các role nhiệt độ có đặc điểm là thường hay hư hỏng ở các tiếp điểm hoặc mất ga nạp bầu cảm nhiệt và ống mao dẫn. Các hư hỏng này không khó xác định. Vấn đề cơ bản là phải chỉnh nó để điều khiển ngắt và mở máy chính xác đảm bảo nhiệt độ lạnh yêu cầu.

Trình tự hiệu chỉnh role nhiệt độ được tiến hành như sau:

- Cần phải có các môi trường nhiệt độ khác nhau tương ứng với các giới hạn cần hiệu chỉnh, ví dụ 0°C , -15°C , -35°C , v.v... có thể là các bình đựng nước đá (0°C), bình đựng nước muối ở các nhiệt độ thấp cần thiết.
- Nhúng bầu cảm nhiệt của role nhiệt độ vào bình có nhiệt độ cần hiệu chỉnh, sau ít phút quay từ từ núm vặn điều chỉnh cho đến khi role nhiệt độ dừng máy.
- Để xác định được giá trị nhiệt độ role đóng mạch lại, ta phải nhúng bầu cảm nhiệt vào các bình nhiệt độ khác nhau theo thứ tự bình có nhiệt độ tăng dần. Khi role đóng mạch, ta xác định được giới hạn nhiệt độ cao tương ứng.
- Để dễ nhận biết thời điểm role đóng hay ngắt mạch ta mắc một bóng đèn nối tiếp với role nhiệt độ (theo đường nối điện). Tín hiệu của bóng đèn tương ứng với tín hiệu đóng ngắt của role.

2.2. Hiệu chỉnh role áp suất (RLAS)

2.2.1. Hiệu chỉnh ngay trên máy nén

- Lắp ráp RLAS cần thử vào nhánh thao tác của van máy nén.
- Vặn nhỏ van hút (hay van đẩy) tạo ra trong cacte (hay ở đỉnh xilanh) áp suất cần thiết để chỉnh RLAS thấp (hay RLAS cao).

Phương pháp này đơn giản nhưng không được chính xác lắm.

2.2.2. Hiệu chỉnh trên trạm thử

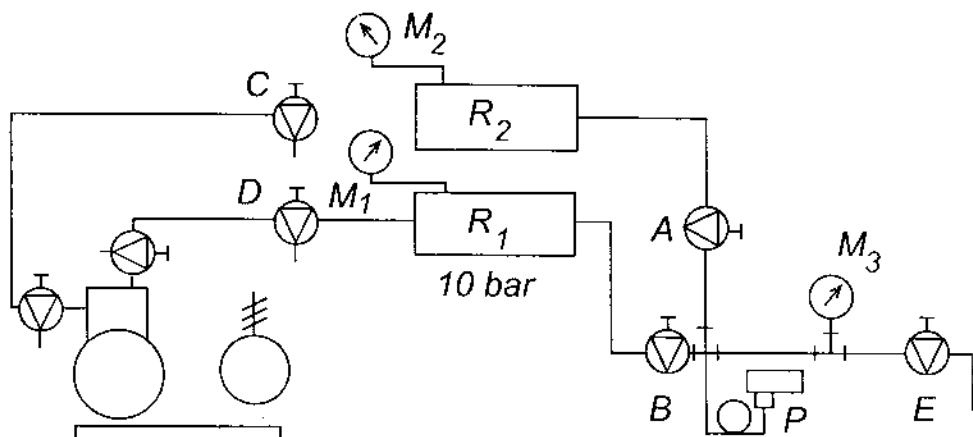
Trạm thử bao gồm một máy nén, hai bình nhỏ: R_1 lắp đầu đẩy, chứa khí nén và bình R_2 lắp ở đầu hút, áp suất thấp, các van chặn (A, B), van ba ngã (C, D), các áp kế áp suất cao (M_1), áp kế chân không (M_2) và áp kế hỗn hợp (M_3).

Bằng cách thao tác mở các van chặn, có thể hiệu chỉnh tất cả các áp suất thử nghiệm cần thiết. Ví dụ, khi đóng van B và mở van A ta sẽ tạo được chân không ở RLAS thử, còn khi mở van B và đóng van A ta có thể thử được RLAS cao.

Van E dùng để thải hay nạp thêm không khí để điều chỉnh áp suất thử.

Các thao tác mở, đóng van phải hết sức nhẹ nhàng, từ từ để tạo các áp suất thử chính xác.

Để dễ nhận biết khi máy dừng hay làm việc lại ta cũng lắp vào mạch điện RLAS một bóng đèn thử.



Hình 2-3. Trạm thử Role áp suất thấp

II. THỬ NGHIỆM VÀ HIỆU CHỈNH QUẠT GIÓ

Thử nghiệm nhằm kiểm tra chế độ làm việc, đặc tính của quạt và các số liệu tính toán. Để thiết lập chế độ làm việc thực của quạt phải xác định được lưu lượng không khí L_t (m^3/s), áp suất toàn phần p_p (N/m^2) và tốc độ quay của quạt n (vg/ph).

1. Thử nghiệm và hiệu chỉnh quạt làm việc trong mạng lưới

Chế độ làm việc thực của quạt trong hệ thống tương ứng với giao điểm đường đặc tính quạt với đường đặc tính của hệ thống.

Đường đặc tính của hệ thống (đặc tính mạng lưới) trên đồ thị thường có dạng parabol cân đi qua gốc tọa độ và có phương trình là:

$$\Delta p_{ht} = K_c \cdot L^2$$

Trong đó Δp_{ht} tổng trở lực của hệ thống, (N/m^2)

L - lưu lượng không khí (m^3/s)

K_c - hệ số đặc trưng cho trở lực của đường không khí;

Năng suất quạt được xác định theo lưu lượng không khí tại một tiết diện thuận tiện cho việc đo lưu lượng. Nếu các điều kiện đo lưu lượng tại các tiết diện trước và sau quạt là như nhau thì năng suất của quạt được xác định theo trị số trung bình của lưu lượng tại hai tiết diện đó. Khi thử nghiệm quạt kiểu hút hai phía thì năng suất được xác định bằng cách đo lưu lượng trên các đoạn ống thẳng của đường đẩy, nếu quạt kiểu hút hai phía đặt trong buồng máy đủ kín thì lưu lượng không khí ở đầu hút sẽ xác định bằng cách đo trên các đoạn ống thẳng ở đường hút phía trước buồng máy.

Cột áp toàn phần của quạt khi thử nghiệm với hệ thống xem như hiệu số của áp toàn phần ở đầu đẩy và đầu hút.

Công suất cần thiết trên trục quạt xác định theo công thức:

$$N_q = N_d \cdot \eta_d \cdot \eta_{td} \text{ (kW)}$$

Trong đó:

N_d – công suất điện do động cơ tiêu thụ (kW)

$\eta_d \cdot \eta_{td}$ – hiệu suất của động cơ điện và hiệu suất truyền động.

Trước khi so sánh chế độ làm việc thực của quạt với các số liệu theo catalog, cần quy đổi cột áp suất toàn phần của quạt về điều kiện tiêu chuẩn (áp suất 760mmHg, nhiệt độ 20°C, độ ẩm tương đối 50%) theo công thức:

$$p_{q,d} = p_{ip} \frac{760 \cdot (273 + t)}{293 \cdot B} \text{ (N/m}^2\text{)}$$

Trong đó:

$p_{q,d}$ - áp suất toàn phần đã quy đổi về điều kiện tiêu chuẩn (N/m²)

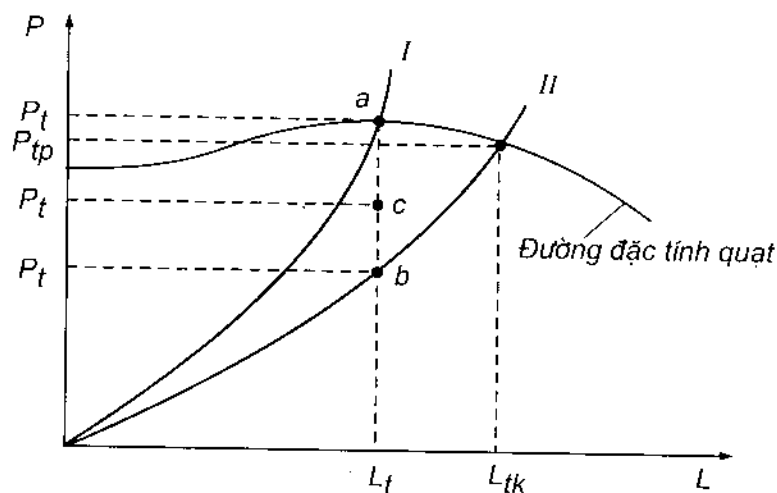
p_{ip} - áp suất toàn phần đo được (N/m²)

B - áp suất khí quyển (mmHg)

t – nhiệt độ không khí (t°C)

Nếu điểm làm việc trên đồ thị đặc tính trong hình 2-4 (được tìm theo cột áp toàn phần thực p_t và lưu lượng thực L_t) trùng với đường đặc tính của catalog ứng với tốc độ quay của quạt thì có thể xem chế độ làm việc của quạt là tương ứng với catalog (điểm a).

Ngược lại, nếu lưu lượng thực của quạt là L_t không tương ứng với lưu lượng thiết kế thì phải kiểm tra lại tình trạng của hệ thống: kích thước thực của đường ống dẫn không khí, tình trạng bám bẩn của các bộ phận lọc bụi



Hình 2-4. Xác định chế độ làm việc của quạt gió khi làm việc trong hệ thống

I. Đường đặc tính của lưới thực; II. Đường đặc tính của lưới thiết kế

Nếu điểm làm việc nằm ở điểm b thấp hơn đường cong đặc tính quạt, có nghĩa quạt làm việc không tương ứng với số liệu theo catalog, khi đó phải kiểm tra lại xem liệu sơ đồ khí động học thực của quạt có tương ứng với catalog hay không, hoặc các điều kiện đầu vào của dòng không khí ở đầu hút của quạt có đảm bảo như điều kiện thiết kế hay không.

Còn trong trường hợp điểm làm việc xác định như điểm c thì bên cạnh nguyên nhân trực tiếp của quạt còn do đặc tính lưới (hệ thống) không phù hợp, cần phải khắc phục những hư hỏng của hệ thống. Thường người ta cho phép sai lệch cột áp suất quạt so với đặc tính thiết kế khoảng $\pm 5\%$.

Những nguyên nhân chính làm giảm cột áp suất ở một tốc độ quay xác định là:

- Khe hở giữa ống côn đầu hút và roto của quạt vượt quá trị số cho phép. Để khắc phục phải thay thế ống côn mới để có khe hở thích hợp.

- Đoạn ống mềm ở đầu hút quạt có độ chùng khá lớn. Để khắc phục nên lồng thêm một vòng kim loại kép bằng dây thép đường kính 2-3mm vào trong đoạn ống mềm đó.

- Cút nối ống dây hay những trở lực cục bộ khác đặt quá gần miệng hút của quạt (nếu cút ống đặt cách miệng quạt dưới 1m thì cột áp toàn phần của quạt sẽ giảm 35% so với thiết kế). Để khắc phục cần phải lắp đặt quạt và đường ống

sao cho phía trước quạt không có cút ống, hay đoạn ống hút trước miệng quạt phải có chiều dài lớn hơn bốn lần đường kính ống.

- Có bám bẩn trên bề mặt cánh quạt hoặc vỏ quạt. Để khắc phục phải làm sạch bề mặt cánh quạt hoặc vỏ quạt và có biện pháp để chống bám bẩn trở lại.

- Vỏ quạt không kín: Cần khắc phục bằng cách sửa chữa lại vỏ quạt.

- Roto quạt quay ngược chiều: Cần xác định chiều quay của rôto trước khi thử nghiệm, nếu chiều quay không đúng cần đổi lại bằng cách thay đổi vị trí hai trong số ba pha của động cơ điện kéo quạt.

Vấn đề thay thế quạt hay thay đổi chế độ làm việc của quạt chỉ có thể giải quyết được sau khi đã điều chỉnh thiết bị quạt. Nếu sau khi điều chỉnh vẫn không thỏa mãn trị số yêu cầu:

- Nếu lưu lượng thiếu: phải tăng số vòng quay của rôto hoặc thay rôto có kích thước khác.

- Nếu lưu lượng thừa: giảm số vòng quay rôto hoặc tạo ra trở lực cục bộ phụ trong đường ống không khí cần quạt.

Tốc độ quay của rôto quạt có thể tăng lên được khi tốc độ vòng của nó dưới mức cho phép và công suất của động cơ điện còn dự trữ đủ lớn, vì khi thay đổi tốc độ quay của rôto, lưu lượng không khí L thay đổi tỉ lệ với tốc độ quay n , áp suất quạt p thay đổi tỉ lệ với bình phương tốc độ quay n và công suất N tỉ lệ với lập phương tốc độ quay n :

$$L/L_d = n/n_d$$

$$p/p_d = (n/n_d)^2$$

$$N/N_d = (n/n_d)^3$$

Trong đó:

L_t, p_t, N_t, n_t - Lưu lượng thực, áp suất thực, công suất thực và tốc độ quay của quạt;

L_d, p_d, N_d, n_d - Lưu lượng định mức, áp suất định mức, công suất định mức và tốc độ quay định mức của quạt.

Nếu không thể tăng năng suất quạt bằng cách tăng tốc độ quay của quạt thì phải thay thế quạt khác.

Nếu chế độ làm việc của quạt rơi vào vùng có hiệu suất thấp (bên trái vùng chế độ làm việc kinh tế của đặc tính quạt) thì có thể thay thế quạt cùng kiểu nhưng có kích thước nhỏ hơn và tốc độ quay lớn hơn. Còn khi điểm làm việc rơi vào vùng

có hiệu suất thấp nhưng ở bên phải vùng chế độ làm việc kinh tế thì nên thay thế bằng quạt cùng loại nhưng có kích thước lớn hơn và tốc độ quay bé hơn.

Để kiểm tra hai quạt song song hay nối tiếp trên cùng một hệ thống, người ta thường xây dựng đường đặc tính tổng của hai quạt, sau đó tiến hành việc thử nghiệm và tìm điểm làm việc thực của hệ thống, hiệu chỉnh hệ thống tương tự như trên.

2. Thử nghiệm và hiệu chỉnh quạt làm việc độc lập

Việc thử nghiệm và hiệu chỉnh này nhằm áp dụng cho các quạt hút kiểu hướng trục đặt trực tiếp trên kết cấu bao che xây dựng và các quạt thông gió đặt trên mái nhà.

Kết quả thử nghiệm loại quạt này thường là theo kinh nghiệm vì người ta không có đủ điều kiện để đo một cách chính xác các thông số cần thiết.

Năng suất của các quạt hướng trục làm việc độc lập được xác định bằng cách dùng anemomet đo tốc độ hút không khí ở miệng hút hoặc tốc độ không khí ra tùy theo kiểu bố trí quạt. Năng suất của các quạt thông gió mái được xác định theo tốc độ không khí đo bằng anemomet tại vị trí khe hở hình xuyên giữa bề mặt mái nhà và chụp quạt. Trong cả hai trường hợp trên, cột áp toàn phần của quạt sẽ bằng trị số áp suất động ở cửa ra của quạt xác định theo trị số tốc độ không khí ở cửa ra.

Việc hiệu chỉnh quạt dọc trục làm việc độc lập cũng như quạt thông gió mái thường bị hạn chế do đặc điểm bố trí và kết cấu. Vì vậy hợp lý hơn cả là hiệu chỉnh và thử nghiệm chúng trước khi lắp đặt. Khi đó lưu lượng không khí sẽ được xác định bằng cách dùng anemomet cánh cốc đo tốc độ không khí tại miệng hút của quạt.

III. THỬ NGHIỆM KHÍ ĐỘNG HỌC ĐƯỜNG ỐNG DẪN KHÔNG KHÍ VÀ ĐIỀU CHỈNH LƯU LƯỢNG KHÔNG KHÍ

Việc thử nghiệm khí động cần được tiến hành khi các thiết bị điều chỉnh, các cửa điều chỉnh gió mở hoàn toàn cả trong đường ống chính dẫn không khí và tất cả các nhánh của nó.

Nếu mở hoàn toàn các van gió có thể dẫn tới hiện tượng quá tải động cơ điện của quạt gió. Vì vậy phải bố trí một cửa nghẽn tiết lưu giữa các mặt bích của đường ống dẫn không khí trên đường hút hay đường đẩy và phải điều chỉnh để đảm bảo dòng điện của động cơ giảm đến trị số cho phép. Sau đó có thể tiến hành thử nghiệm hệ thống.

Khi thí nghiệm mạng lưới đường ống dẫn không khí, ta cần xác định:

- Lưu lượng không khí thực tế trong tất cả các nhánh của mạng lưới, tại tất cả các miệng thổi, trước và sau thiết bị lọc bụi, buồng phun và calorife;
- Trở lực của đường không khí trong thiết bị calorife, lọc bụi, buồng phun và các cửa hút cục bộ;
- Tốc độ không khí ra khỏi các miệng thổi.

Lưu lượng không khí thường được đo bằng ống khí áp và vi áp kế. Khi đó tại mỗi tiết diện cần đo người ta xác định trị số của ba loại áp suất: tĩnh, động và toàn phần. Đo lưu lượng không khí bằng anemomet chỉ áp dụng khi không thể đo bằng ống khí áp được.

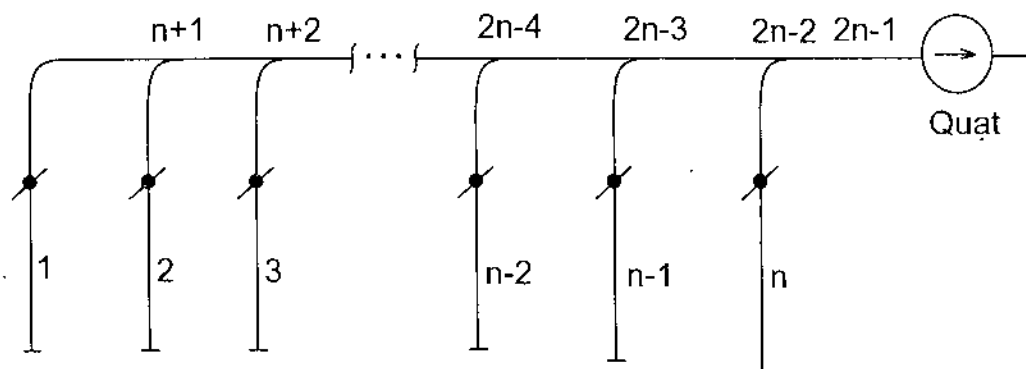
Trị số lọt không khí hay rò rỉ không khí trong mạng lưới đường ống dẫn không khí được xác định như hiệu số năng suất của quạt và tổng lưu lượng không khí đi qua tất cả các miệng thổi.

Để điều chỉnh mạng lưới đường ống, có thể sử dụng ba phương pháp sau:

1. Điều chỉnh bằng phương pháp cân bằng tỉ số lưu lượng không khí thực và lưu lượng yêu cầu có sử dụng đặc tính mạng lưới

Phương pháp này được sử dụng khi cửa nghẽn của tiết lưu đặt trong các đoạn đường ống thẳng ở khoảng cách không nhỏ hơn từ 4 đến 5 lần đường kính ống sau trở lực cục bộ và không nhỏ hơn hai lần đường kính ống trước vị trí có trở lực cục bộ tiếp theo, và có khả năng đo được trở lực cục bộ của tất cả các nhánh.

Hầu hết các mạng lưới về mặt khí động học có thể biểu diễn bằng sơ đồ hình 2- 5.



Hình 2-5. Sơ đồ khí động học mạng lưới đường ống không khí

Các nhánh của mạng lưới này được đánh số từ 1 đến n, còn các đoạn ống chuyển tiếp được đánh số từ n + 1 đến 2n – 1.

Đặc tính thực của đoạn ống cuối cùng được tính theo công thức:

$$K_{11} = p_{11}/L_{11}^2$$

.....

.....

$$K_{n1} = p_{n1}/L_{n1}^2$$

Tỉ số lưu lượng không khí thực với lưu lượng yêu cầu $\bar{L} = \frac{L_1}{L_{yc}}$ đối với tất cả các đoạn ống là:

$$\bar{L}_1 = L_{11}/L_{1yc}$$

$$\bar{L}_2 = L_{21}/L_{2yc}$$

.....

.....

$$\bar{L}_n = L_{n1}/L_{nyc}$$

Trở lực của các đoạn ống chuyển tiếp ứng với lưu lượng không khí yêu cầu được xác định theo công thức:

$$p_{n+1yc} = p_{n+11}/\bar{L}_{n+1}^2 \dots$$

$$p_{2n-1yc} = p_{2n-11}/\bar{L}_{n+1}^2 \dots$$

Trở lực yêu cầu các đoạn ống cuối được tìm từ hệ thức:

$$p_{2yc} = p_{1yc} + p_{(n+1)yc}$$

$$p_{3yc} = p_{2yc} + p_{(n+2)yc}$$

.....

.....

$$p_{nyc} = p_{(n+1)yc} + p_{(n+2)yc}$$

Theo giá trị của lực yêu cầu và lưu lượng không khí ta tính được các đặc tính cần thiết của các đoạn ống cuối cùng:

$$K_{2yc} = p_{2yc}/L_{2yc}^2$$

.....

.....

$$K_{nyc} = p_{nyc}/L_{nyc}^2$$

Theo hiệu số đặc tính yêu cầu K_{yc} và đặc tính thực K_1 của các đoạn ống cuối và tiết diện đường ống đã biết, ta có thể xác định được một trong những

thông số: góc α của van gió hay kích thước tương đối của miệng thổi d_1/d (hoặc $b/b_{\max}$), diện tích tương đối F_d/F của cửa nghẽn đặt trên các thành ống.

Sau khi tính toán thiết bị cửa nghẽn ở các nhánh, người ta có thể bố trí lại hoặc thay đổi kích thước của các cửa nghẽn để kiểm tra lại lưu lượng không khí L (m^3/s).

Tỉ số lưu lượng không khí L đo được với lưu lượng yêu cầu L_{yc} được tính theo công thức:

$$\bar{L}_1 = L_1/L_{yc}$$

.....

.....

$$\bar{L}_n = L_n/L_{nyc}$$

Trị số trung bình:

$$\bar{L}_{tb} = (\bar{L}_1 + \bar{L}_2 + \dots + \bar{L}_n)/n.$$

Sau đó có thể tính được các trị số sai lệch của lưu lượng ở từng nhánh so với trị số trung bình theo công thức sau:

$$\delta_1 = \frac{\bar{L}_1 - \bar{L}_{tb}}{\bar{L}_{tb}} \cdot 100, \delta_2 = \frac{\bar{L}_2 - \bar{L}_{tb}}{\bar{L}_{tb}} \cdot 100, \dots, \delta_n = \frac{\bar{L}_n - \bar{L}_{tb}}{\bar{L}_{tb}} \cdot 100$$

Độ sai lệch này cho phép trong giới hạn $\pm 20\%$ đối với thiết bị trao đổi không khí hoàn toàn và từ 0- 10% đối với thiết bị thông gió cục bộ.

2. Điều chỉnh bằng phương pháp cân bằng liên tiếp tỉ số lưu lượng không khí thực và lưu lượng không khí yêu cầu

Phương pháp này được sử dụng khi điều chỉnh mạng lưới đường ống nhiều nhánh mà không có điều kiện để lắp đặt thiết bị cửa nghẽn và không thể đo được tổn thất áp suất trong các nhánh.

Điều chỉnh theo phương pháp này được thực hiện làm hai giai đoạn:

- Điều chỉnh theo các miệng thổi của mỗi nhánh;
- Điều chỉnh theo các nhánh của mạng lưới;

Trình tự của quá trình điều chỉnh như sau:

- Cố định thiết bị điều chỉnh ở các nhánh đường ống và bảo đảm cho các miệng thổi, miệng hút làm việc ổn định;
- Xác định lưu lượng không khí thực và tỉ số lưu lượng không khí yêu cầu tại hai miệng thổi ở xa quạt nhất của một nhánh ống nhờ thiết bị điều chỉnh sao cho:

$$L_{1l}/L_{2l} = L_{1yc}/L_{2yc}$$

Trong đó:

L_{1l}, L_{2l} - Lưu lượng không khí thực tương ứng qua miệng thổi thứ nhất và miệng thổi thứ hai, m^3/s ;

L_{1yc}, L_{2yc} - Lưu lượng không khí yêu cầu qua miệng thổi thứ nhất và miệng thổi thứ hai tương ứng, m^3/s ;

Đối với miệng thổi thứ ba:

$$(L_{1l} + L_{2l})/L_{3l} = (L_{1yc} + L_{2yc})/L_{3yc}$$

Với:

L_{3l}, L_{3yc} - Lưu lượng không khí thực, lưu lượng yêu cầu qua miệng thổi thứ ba, m^3/s ;

Đối với các miệng thổi tiếp theo, người ta điều chỉnh xuất phát từ điều kiện cân bằng:

$$(L_{1l} + L_{2l} + \dots + L_{n-1l})/L_{nl} = (L_{1yc} + L_{2yc} + \dots + L_{n-1yc})/L_{nyc}$$

Sau khi điều chỉnh tất cả các miệng thổi của từng nhánh đường ống, người ta tiến hành điều chỉnh tất cả các nhánh của mạng lưới. Việc điều chỉnh được bắt đầu từ hai nhánh ống xa quạt nhất và người ta xác định lưu lượng không khí tương ứng với quan hệ:

$$L_{nh1l}/L_{nh2l} = L_{nh1yc}/L_{nh2yc}$$

Trong đó: L_{nh1l}, L_{nh2l} - lưu lượng không khí thực của nhánh 1 và của nhánh 2, m^3/s ;

L_{nh1yc}, L_{nh2yc} - lưu lượng không khí yêu cầu của nhánh 1 và nhánh 2, m^3/s ;

Sau đó người ta điều chỉnh các nhánh ống còn lại cũng bằng phương pháp tương tự.

3. Điều chỉnh bằng phương pháp tiệm cận dẫn đến giá trị cho trước của tỉ số lưu lượng không khí thực và không khí yêu cầu

Phương pháp này được sử dụng đối với mạng lưới đường ống phân nhánh nhỏ, có ít miệng thổi vào và không có điều kiện lắp đặt thiết bị cửa nghẽn để tiến hành đo tổn thất áp suất trong các nhánh.

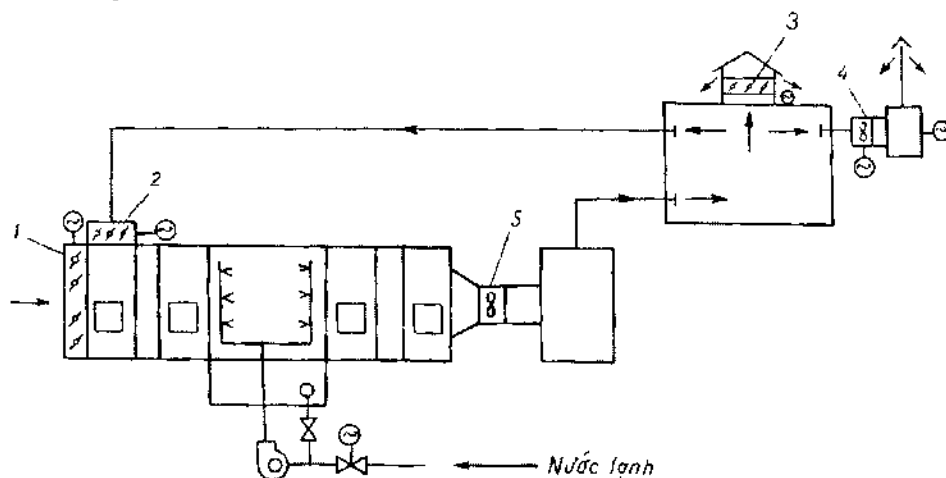
Theo phương pháp này, năng suất của quạt sau khi điều chỉnh được tính toán là có thể giảm 10- 20%. Vì vậy người ta tiến hành điều chỉnh tương ứng với tỉ số $0,9L_l/L_{yc}$ hoặc $0,8 L_l/L_{yc}$, với L_l và L_{yc} là năng suất thực và năng suất yêu cầu của quạt gió.

Đầu tiên người ta xác định sơ bộ (gần đúng) tỉ số lưu lượng không khí trong các nhánh của mạng lưới đường ống tương ứng với tỉ số cho trước. Sau đó tiến hành điều chỉnh một cách gần đúng trên từng miệng thổi của mỗi nhánh rồi tiến hành kiểm tra và hiệu chỉnh lại sự phân bố không khí trên tất cả các nhánh và các miệng thổi. Công việc được tiếp tục theo trình tự đó cho đến khi sự sai lệch giữa tỉ số lưu lượng thực với lưu lượng không khí yêu cầu tại mỗi miệng thổi nằm trong giới hạn trị số cho phép.

Sau khi điều chỉnh mạng lưới đường ống, người ta xác định được sự thay đổi năng suất và cột áp suất toàn phần của quạt. Nếu năng suất của quạt không tương ứng với năng suất yêu cầu thì lưu lượng không khí cần thiết có thể sẽ được đảm bảo theo những phương pháp đã được trình bày trước đây.

4. Thử nghiệm hệ thống điều tiết không khí có tuần hoàn một cấp

Sơ đồ nguyên lí của hệ thống ĐTKK có tuần hoàn một cấp biểu diễn trên hình 2-6. Quá trình hỗn hợp (hoà trộn) không khí ngoài trời và không khí tái tuần hoàn thực hiện trong buồng hòa trộn trước bộ lọc không khí. Các cửa gió ngoài 1 và cửa gió thải 2 khi hệ thống làm việc hoặc là mở hoàn toàn hoặc là được cố định ở một độ mở nhất định. Khi dừng quạt gió, các cửa gió 1 và 2 bị đóng lại, không khí trong nhà có thể được hút qua quạt hút 4 hoặc qua đường hút tự nhiên 3. Không khí chuyển động qua hệ thống nhờ quạt 5, sau đó được cấp vào công trình.



Hình 2-6. Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều tiết không khí tuần hoàn 1 cấp

Trình tự thử nghiệm khí động học và điều chỉnh hệ thống được tiến hành như sau:

1- Mở gió hoàn toàn các cửa gió 1 và 2, đóng kín cánh hướng điều chỉnh của quạt gió, đo cường độ dòng điện của động cơ điện. Sau đó mở từ từ cánh hướng điều chỉnh của quạt gió hoặc tăng dần tốc độ quay của quạt cho đến khi đạt được cường độ dòng điện định mức cho phép của động cơ điện;

2- Đo năng suất của hệ thống tại một điểm kiểm tra của mạng lưới đường ống dẫn không khí. Khi năng suất này tăng tới trị số thiết kế thì cố định cánh hướng điều chỉnh của quạt;

3- Tiến hành điều chỉnh hệ thống ở chế độ lưu lượng thiết kế của đường thải 4;

4- Đo lưu lượng không khí tái tuần hoàn. Nếu lưu lượng này nhỏ hơn lưu lượng thiết kế thì đóng từ từ cửa gió 1 cho đến khi đạt được lưu lượng không khí tái tuần hoàn theo yêu cầu. Còn lưu lượng không khí tái tuần hoàn lớn hơn lưu lượng thiết kế thì điều chỉnh cửa ngẽn tiết lưu ở đường ra của kênh dẫn không khí tái tuần hoàn vào buồng hỗn hợp;

5- Thực hiện điều chỉnh khí động học mạng lưới đường ống dẫn không khí ở chế độ lưu lượng thiết kế hoặc chế độ lưu lượng đã giảm theo tỉ lệ (khí năng suất quạt nhỏ hơn năng suất thiết kế);

6- Đo năng suất và cột áp toàn phần của quạt, phân tích kết quả nhận được và khắc phục những nguyên nhân làm cho hệ thống không đáp ứng được các thông số yêu cầu, đó là:

- Trở lực khí động của đường ống dẫn không khí không tương ứng với thiết kế;

- Đặc tính làm việc của quạt không tương ứng với chế độ làm việc của chế độ calorife;

- Trở lực thủy lực của các phần tử trong hệ thống tăng lên (do bám bẩn diện tích cánh của caloriphe, do bám muối cứng trên bề mặt bộ chấn nước sau một thời gian làm việc, do bám bẩn ở bộ lọc không khí,...);

7- Đối với hệ thống có kết hợp thổi và hút không khí, người ta phải kiểm tra độ chân không trong gian máy nhằm loại trừ khả năng lọt không khí từ không gian bên ngoài vào. Nếu hệ thống có đường thải không khí tự nhiên qua tháp tự nhiên (hình 2-6) thì việc kiểm tra được thực hiện bằng cách mở hoàn toàn van gió 3. Sau đó:

- Để hở một trong những khe cửa ra vào của buồng máy;
- Dùng phong tốc kế đo dọc theo chiều cao khe cửa để xác định tốc độ chuyển động và hướng của dòng không khí lọt.

Nếu kết quả đo chứng tỏ rằng có một lượng không khí lọt đi từ các không gian xung quanh vào gian máy có ĐTKK thì đóng bớt van 3 lại (tức là giảm độ chân không của máy) cho tới khi không còn không khí lọt qua cửa vào gian máy nữa.

Nếu vì lí do công nghệ mà không thể giảm độ chân không trong gian máy thì phải giảm lưu lượng không khí tái tuần hoàn. Lúc đó cần chú ý một điều là điểm hỗn hợp (hoà trộn) tương ứng với thông số tính toán của không khí ngoài trời không được nằm trong vùng đọng sương trên đồ thị *I-d*.

Việc thử nghiệm và hiệu chỉnh các hệ thống ĐTKK có tuần hoàn hai cấp, hệ thống sử dụng hai quạt, hoặc hệ thống có phun ẩm bổ sung cũng được tiến hành tương tự.

IV. THỬ NGHIỆM VÀ HIỆU CHỈNH HỆ THỐNG CUNG CẤP NĂNG LƯỢNG

Mục đích của việc hiệu chỉnh hệ thống cung cấp năng lượng (nhiệt và lạnh) là nhằm xác định được lưu lượng yêu cầu của môi chất tải nhiệt và tải lạnh cho từng thiết bị nhiệt của hệ thống.

1. Hiệu chỉnh hệ thống cung cấp nhiệt cho bộ sấy không khí cấp I

Công việc này được tiến hành sau khi hoàn thành việc hiệu chỉnh tự động độ giáng áp suất của chất tải nhiệt qua bộ sấy không khí bằng cách mở hoàn toàn van điều chỉnh và đóng van đi vòng của tất cả các bộ sấy không khí.

Ở chế độ làm việc ổn định, ta có thể xác định được năng suất nhiệt của mỗi caloriphe và lưu lượng chất tải nhiệt đi qua. Nếu thử nghiệm cho thấy lưu lượng chất tải nhiệt qua bộ sấy không khí lớn hơn hay nhỏ hơn lưu lượng thiết kế thì phải giảm hay tăng tương ứng lưu lượng không khí bằng bộ điều chỉnh lưu lượng của mạng nhiệt.

Nếu qua kết quả thử nghiệm ta kết luận được là mạng nhiệt không đủ công suất thì phải tính toán hệ thống và điều chỉnh hệ thống bằng cách thay đổi đường kính tiết diện quy ước của van điều chỉnh, còn nếu không có van điều chỉnh thì phải tính toán chọn cửa nghẽn tiết lưu phù hợp.

Đầu tiên ta phải thiết lập sơ đồ tính toán của mạng lưới đường ống dẫn môi chất từ mạng nhiệt tới hệ thống ĐTKK. Sau đó tính toán thủy lực mạng lưới đường ống để tìm ra tổn thất áp suất tính toán và trở lực thủy lực của hệ thống. Hiệu số của hai đại lượng này chính là tổn thất áp suất tính toán của van điều chỉnh. Cần so sánh tổn thất áp suất tính toán của van và trở lực thủy lực tính toán khi mở van hoàn toàn. Nếu van được chọn phù hợp thì hai đại lượng này bằng nhau. Ngược lại, nếu trở lực của van lớn hơn độ giáng áp suất thì phải thay thế van mới có tiết diện lớn hơn. Còn nếu trở lực của van nhỏ hơn độ giáng áp suất tính toán thì phần chênh lệch của độ giáng áp suất phải được triệt tiêu bằng một cửa nghẽn tiết lưu.

Đường kính lỗ của cửa nghẽn tiết lưu được xác định theo công thức:

$$d_0 = 10 \cdot \sqrt[4]{G/H_d} \text{ (mm)}$$

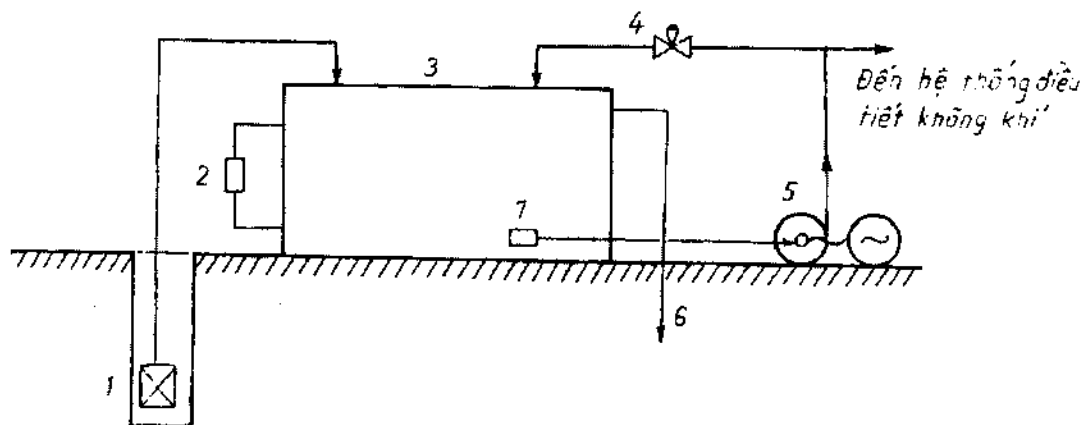
Trong đó:

G – lưu lượng tính toán của chất tải nhiệt, T/h.

H_d – phần chênh lệch áp suất, mH₂O.

2. Hiệu chỉnh hệ thống cung cấp lạnh cho điều tiết không khí

Sơ đồ nguyên lí cung cấp lạnh cho hệ thống ĐTKK sử dụng nước của các giếng khoan như hình 2-7.



Hình 2-7. Sơ đồ nguyên lí cung cấp lạnh từ giếng khoan

1. Giếng khoan; 2. Bộ điều chỉnh mức nước; 3. Bể nước lạnh;

4. Bộ điều chỉnh áp suất; 5. Bơm; 6. Xả tràn; 7. Bể lọc

Do mức tiêu thụ nước lạnh phụ thuộc vào thông số của không khí ngoài trời nên ta phải sử dụng một bể chứa nước lạnh 3. Dung tích bể chứa được tính toán nhằm đảm bảo dự trữ nước lạnh đủ cho buồng phun làm việc bình thường trong khoảng thời gian 15- 20ph. Mức nước trong bể chứa được điều chỉnh bằng bộ điều chỉnh mức nước 2. Để tránh bám bẩn mũi phun của buồng phun, người ta lắp bộ lọc nước 7 ở đầu hút của bơm 5. Đường ống 6 là đường ống xả tràn, còn bộ điều chỉnh 4 dùng để duy trì áp suất nước không đổi cấp cho buồng phun.

Trình tự thử nghiệm và hiệu chỉnh hệ thống cung cấp lạnh như sau:

1- Kiểm tra sự tương ứng của đường kính các ống nước, loại bơm và động cơ điện, kích thước bể chứa, chất lượng cách nhiệt và khả năng làm việc của các dụng cụ đo lường kiểm tra;

2- Làm sạch bộ lọc của bể chứa nước;

3- Kiểm tra đường xả tràn (dùng bơm 5 và chạy bơm 1). Nếu đường ống xả tràn không đủ khả năng xả hết lượng nước thừa thì phải tính toán lại và thay thế đường ống;

4- Điều chỉnh bộ điều chỉnh mức nước 2 để đảm bảo bơm giếng 1 sẽ tự cắt khi mức nước trong bể dâng tới gần mức miệng ống xả tràn (cách 10- 15cm) và sẽ tự khởi động lại khi mức nước trong bể hạ xuống gần mức của bộ lọc 7;

5- Xác định lưu lượng bơm 5 ở chế độ mở hoàn toàn các van điều chỉnh của hệ thống ĐTKK và cháy bơm buồng phun nhằm xác định thời gian mức nước trong bể chứa nước lạnh giảm từ mức cao nhất xuống đến mức thấp nhất (tức là thời gian bể nước lạnh dự trữ đủ nước cho hệ thống).

Lưu lượng của bơm được xác định theo công thức:

$$W = 3600V/\tau \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Trong đó: V- thể tích nước được bơm từ bể chứa (m³)

τ - thời gian bơm (s)

6- Xác định lưu lượng của bơm giếng (theo thời gian bơm vào bể chứa);

7- Xác định lượng nước tiêu thụ của buồng phun W_{bp} (như phần tính toán buồng phun);

8- Để xác định lượng nước giếng cung cấp cho hệ thống, người ta đo nhiệt độ của nước trước mũi phun của buồng phun t_p , nhiệt độ nước trong bể chứa của buồng phun t_n và nhiệt độ nước giếng trước van điều chỉnh t_a . Khi đó lưu lượng nước giếng cần thiết là:

$$W_a = (t_r + t_h)W_l / (t_a - t_h) \cdot 1000 \text{ (kg/h)}$$

Nếu kết quả tính toán cho thấy W_a không tương ứng với trị số thiết kế thì phải tính toán lại thủy lực mạng lưới đường ống dẫn, thay thế các van điều chỉnh thích hợp.

Khi sử dụng các nguồn lạnh nhân tạo, lượng nước lạnh tuần hoàn trong hệ thống sẽ không thay đổi, và người ta sử dụng cả hai sơ đồ cung cấp lạnh kiểu hở và kiểu kín.

V. XÁC ĐỊNH ĐẶC TÍNH CỦA MÁY VÀ HỆ THỐNG LẠNH

1. Hiệu suất thể tích của máy nén

1.1. Biểu thức tính hiệu suất thể tích

Trong một máy nén, thể tích hơi hút sau một vòng quay của trục không hoàn toàn tương ứng với thể tích quét của pittông và có tên gọi là dung tích xilanh. Có sự khác nhau này là do sự dẫn nở của hơi nén trong thể tích chết của xilanh. Sự dẫn nở này làm clapê hút nở chậm và giảm số lượng hơi mới vào xilanh. Vì vậy, có thể coi hiệu suất thể tích của một máy nén là tỉ số của thể tích hơi hút thực với thể tích quét của pittông trong một đơn vị thời gian ở các giá trị nhất định của áp suất hút và đẩy.

Dung tích xilanh (C) của một máy nén có số xilanh z, đường kính xilanh d (mm), hành trình pittông s (mm) và tốc độ quay n (v/ph), được tính theo công thức:

$$C = \frac{\pi d^2}{4} s z \cdot 10^3 \text{ (cm}^3\text{)} \quad 2.1$$

Thể tích quét của pittông (hay lưu lượng thể tích cần thiết)

$$V_{tt} = \frac{\pi d^2}{4} s \frac{n}{60} \cdot 10^{-9} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$\text{hay} \quad V_{tt} = \frac{\pi d^2}{4} s z n \cdot 60 \cdot 10^{-9} \text{ (m}^3\text{/h)} \quad 2.2$$

Từ (2.1) và (2.2) ta nhận được có:

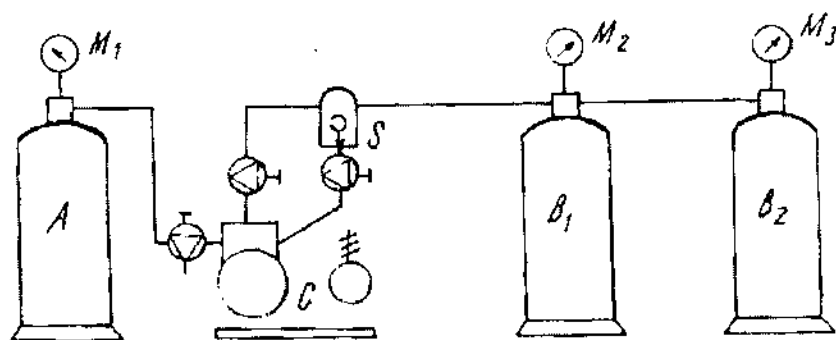
$$V_{tt} = 60 C n \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3\text{/h)} \quad 2.3$$

Nếu gọi V_{tt} là lưu lượng thực tế môi chất qua máy nén trong một đơn vị thời gian xác định thì hiệu suất thể tích của máy nén (hay hệ số cấp λ)

$$\lambda = \frac{V_{tt}}{V_{tt}} 100 \text{ (\%)} \quad 2.4$$

1.2. Xác định hiệu suất thể tích bằng thực nghiệm

Có thể xác định λ bằng hệ thống thực nghiệm đơn giản như ở hình 2-8



Hình 2-8. Thiết bị đo hiệu suất thể tích máy nén

A - Bình chứa môi chất; B₁, B₂ - Bình nạp môi chất nén;

C - Máy nén; S- Thiết bị phân li dầu; M₁, M₂, M₃ - Các áp kế;

Điều chỉnh các van máy nén trong lần thử đầu để có các giá trị áp suất đầu hút và đầu đẩy mong muốn.

Cân bình A trước khi cho hệ thống làm việc.

Ghi thời gian chạy thử và cân lại bình A.

Sự khác nhau về giá trị khối lượng môi chất cân được là khối lượng môi chất đi vào hệ thống trong khoảng thời gian τ đọc ở đồng hồ bấm giây: $M = M_1 - M_2$ (M_1 , M_2 : là khối lượng của bình cân lần đầu và lần sau).

Gọi ρ là khối lượng riêng của hơi (kg/m^3) ở áp suất thử thì có thể xác định được hiệu suất thể tích theo biểu thức tương tự (2.4).

$$\lambda = \frac{M}{\rho C n \tau} 100 (\%) \quad 2.5$$

Ở đây: C – Là dung tích xilanh (m^3)

n – Là số vòng quay (v/ph)

τ - Thời gian đo (ph)

2. Năng suất lạnh của máy nén

2.1. Xác định gần đúng

Sau khi xác định thể tích quét của pittông theo 2.2 ta cũng có thể xác định năng suất lạnh lý thuyết của máy nén theo biểu thức:

$$Q_0 = q_v \cdot v \text{ (W)} \quad 2.6$$

Trong đó:

v - đo bằng m^3/s ;

q_v – năng suất lạnh riêng thể tích của môi chất (J/m^3) phụ thuộc vào loại môi chất, thông số của hệ thống đặc biệt là vào nhiệt độ của môi chất trước khi tiết lưu và nhiệt độ bay hơi, có thể được cho trong bảng 2-1

Q_0 xác định theo 2.6 là công suất lí thuyết, vì ở đây chưa kể đến hiệu suất thể tích của máy nén (xác định theo 2.4).

Để xác định công suất lạnh, nói chung ta cần biết nhiệt độ ngưng tụ, nhiệt độ bay hơi và nhiệt độ lỏng trước tiết lưu. Vì vậy, trong một số tài liệu kỹ thuật, người ta thường cho giá trị công suất lạnh kèm theo ba giá trị nhiệt độ này. Ví dụ 5000W ở $-10^{\circ}C$, $35^{\circ}C$, $30^{\circ}C$ có nghĩa là ở nhiệt độ bay hơi $-10^{\circ}C$ thì công suất lạnh của máy nén là 5000W.

Ở nhiều nước có quy định các giá trị nhiệt độ ngưng tụ (t_k); nhiệt độ bay hơi (t_0) và độ quá nhiệt hơi hút và trên cơ sở đó người ta xác định công suất lạnh của máy. Hội đồng máy lạnh châu Âu CECOMAF cũng quy định các điều kiện chuẩn như vậy trong bảng 2.2.

Bảng 2-1: Năng suất lạnh riêng thể tích q_v (kJ/m^3)

Nhiệt độ bay hơi $t_0(^{\circ}C)$	Nhiệt độ ngưng tụ			
	R12		R22	
	25 $^{\circ}C$	30 $^{\circ}C$	25 $^{\circ}C$	30 $^{\circ}C$
-50	275,80	262,82	468,72	447,80
-45	356,60	340,24	477,10	573,35
-40	455,75	435,24	761,57	728,20
-35	576,70	551,16	962,55	920,70
-30	720,66	689,27	1192,73	1142,50
-25	891,82	854,16	1456,40	1397,80
-20	1093,96	1048,76	1782,80	1707,48
-15	1332,92	1278,94	2155,27	2067,40
-10	1612,48	1548,03	2598,88	2494,26
-5	1933,89	1858,14	3105,27	2983,90
0	2305,50	2216,80	3699,50	3553,07
5	2734,06	2630,70	4373,33	4201,74

Bảng 2-2: Tiêu chuẩn CECOMAF

Chế độ nhiệt độ	t_0 ($^{\circ}\text{C}$)	t_k ($^{\circ}\text{C}$)	Nhiệt độ hút không quá nhiệt ($^{\circ}\text{C}$)	Nhiệt độ hút quá nhiệt ($^{\circ}\text{C}$)
Cao	5	35	5	25
Trung bình	-10	25	-10	10
Thấp	-30	25	-30	-10

2.2. Xác định bằng thực nghiệm

Ở các nhà máy chế tạo máy lạnh và các xưởng sửa chữa có thể xây dựng hệ thống thực nghiệm đo năng suất lạnh của máy nén theo phương pháp lượng kế.

Hệ thống thực nghiệm gồm máy nén, thiết bị ngưng tụ, van tiết lưu, dàn bay hơi làm lạnh chất lỏng và một mạch điện trở cấp nhiệt cho chất lỏng gồm Ampemet, Voltmet và Wattmet. Dàn bay hơi được nhúng chìm vào dung dịch không đông chứa trong một thùng cách nhiệt đảm bảo (nhiệt lượng kế). Dung dịch được khuấy bằng một máy khuấy và có thể được nung nóng bằng điện trở. Các nhiệt kế hoặc cặp nhiệt cho phép xác định nhiệt độ dung dịch và nhiệt độ ở các điểm đặc trưng của chu trình.

Năng suất lạnh của thiết bị bay hơi được xác định qua năng lượng tỏa ra của điện trở.

Calorimét được cách nhiệt tốt nhất thường cũng có tổn thất trung bình theo một đơn vị bề mặt $k = 5,8\text{W/m}^2.\text{K}$.

Ở chế độ ổn định, công suất phát nhiệt của điện trở:

$$P = UI \text{ (W)}$$

Với U (V) và I (A) là điện áp và cường độ dòng điện qua điện trở. Công suất do động cơ tiêu thụ đo bằng Wattmét.

Kể tới cả tổn thất của Calorimet có diện tích bề mặt ngoài A , m^2 , năng suất lạnh sẽ là:

$$Q_0 = P + kA = UI + 5,8A \text{ (W)} \quad 2.7$$

Hiệu chỉnh thiết bị:

Sau khi lắp đặt, cho hệ thống làm việc đạt yêu cầu (áp suất hút và đẩy, số vòng quay máy nén).

Điều chỉnh van tiết lưu để có nhiệt độ bay hơi mong muốn.

Tạo điều kiện để nhiệt độ môi trường xung quanh không thay đổi.

Các cặp nhiệt đặt ở cửa vào và ra của máy nén, bình ngưng và lối ra của dàn lạnh cho phép xác định ở mọi thời điểm các nhiệt độ của chu trình.

Cần thực hiện nhiều phép đo và lấy giá trị trung bình.

Chú ý cách nhiệt các đoạn ống cần thiết để tránh tổn thất.

3. Đo lưu lượng

3.1. Đo lưu lượng không khí. – Dùng phong kế kiểu chong chóng

Trong kỹ thuật lạnh và điều hoà không khí thường dùng các máy đo tốc độ gió có chong chóng quay nhẹ và nhạy, kèm theo công tơ mét và đồng hồ bấm giây tác động đồng thời.

Nếu thiết bị đo cho biết trong khoảng thời gian τ (s) không khí đi qua chiều dài l (m) thì tốc độ dòng khí là

$$\omega = l/\tau \text{ (m/s)}$$

Khi không khí đi qua thiết bị có bề mặt lớn như giàn ngưng và giàn bay hơi thì cần chia các bề mặt này thành nhiều vùng rồi đo các tốc độ ω_i ở các vùng diện tích A_i khác nhau, ta sẽ tìm được giá trị lưu lượng V_i tương ứng và lưu lượng V của dòng khí qua thiết bị:

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n A_i \omega_i \text{ (m}^3/\text{s)}$$

hay

$$V = 3600 \sum_{i=1}^n A_i \omega_i \text{ (m}^3/\text{h)}$$

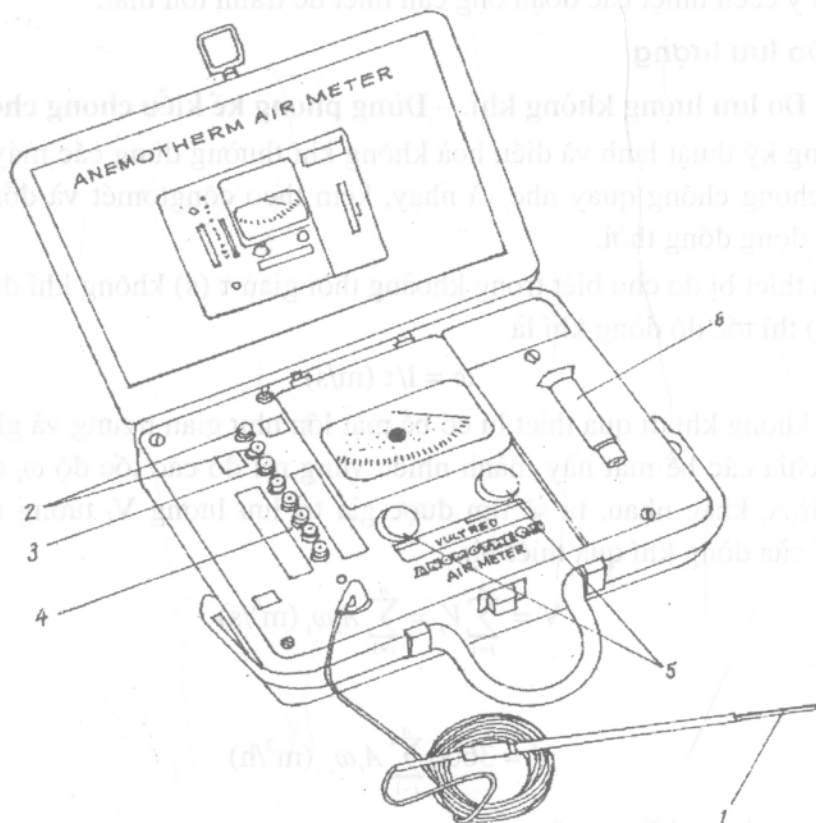
- Dùng phong kế vạn năng.

Phong kế kiểu chong chóng chỉ cho phép đo các tốc độ không khí từ 1 đến 40m/s. Khi tốc độ không khí nhỏ hơn 1m/s như khi đo không khí trong các phòng điều hoà không khí và các phòng bảo quản lạnh thực phẩm thì người ta phải sử dụng phương pháp và dụng cụ đo khác nhau như các phong kế vạn năng.

Các phong kế vạn năng thường là kiểu có dây nung, cho phép đo không những tốc độ không khí mà còn có thể đo được cả nhiệt độ và áp suất tĩnh.

Hay dùng hơn là phong kế vạn năng "Anemotherm Air Meter" của Mĩ, hoạt động theo nguyên lí cầu Wheatstone. Nhiệt độ của dây điện trở là tín hiệu

của đầu đo đưa vào một trong các nhánh của cầu và được nung nóng bằng một dòng có trị số phụ thuộc vào sự làm lạnh do dòng không khí mà ta muốn đo tốc độ gây nên. Khi có tín hiệu, cầu Wheatstone mất cân bằng, kim của vạn năng kế đặt giữa các nhánh của cầu sẽ chỉ giá trị dòng điện qua nó. Trên mặt thiết bị đo này còn có các thang đo khác như nhiệt độ và áp suất hình 2-9.



Hình 2-9. Phong tốc kế vạn năng

1. Đầu đo; 2. Nút chọn đại lượng; 3. Nút ấn kiểm tra; 4. Nút chọn cấp chính xác;
5. Các nút ấn số mẫu; 6. Phụ tùng khi đo áp suất

Mỗi đại lượng đo được chia thành các khoảng giá trị tương ứng với các nút lựa chọn. Các nút này có các khoảng đo như sau:

Tốc độ không khí: $0,05 \div 0,5 \text{ m/s}$; $0,5 \div 5 \text{ m/s}$; và $5 \div 40 \text{ m/s}$.

Nhiệt độ không khí: $-30 \div 5^{\circ}\text{C}$; $0 \div 35^{\circ}\text{C}$; $30 \div 60^{\circ}\text{C}$.

$60 \div 90^{\circ}\text{C}$; $90 \div 125^{\circ}\text{C}$.

Áp suất tĩnh: $0 \div 40\text{mmH}_2\text{O}$ và $30 \div 250\text{mmH}_2\text{O}$.

Thiết bị này không những cho phép đo nhiều đại lượng, kể cả dòng khí tốc độ nhỏ mà nó còn có thể dùng thay cho cả phong tốc kế kiểu chong chóng ở những nơi mà phong tốc kế kiểu này không thể đặt vào được như ở các khe hẹp, ống khuếch tán, v.v...

3.2. Đo lưu lượng nước

Đo lưu lượng nước rất đơn giản nếu ta có các công tơ nước.

Đọc các giá trị V_1 và $V_2(\text{m}^3)$ trên công tơ đối với các thời điểm τ_1 và $\tau_2(\text{s})$ ta có lưu lượng nước.

$$V = 3600 \frac{V_2 - V_1}{\tau_2 - \tau_1} \text{ (m}^3/\text{h)}$$

cũng có thể đo bằng các bình định lượng, ví dụ bình 5 hay bình 10 lít:

Lưu lượng đo bằng bình 10 lít:

$$V = 36000/(\tau_2 - \tau_1) \text{ (l/h)}$$

Khi đo bằng bình 5 lít:

$$V = 18000/(\tau_2 - \tau_1) \text{ (l/h)}$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Hệ thống điều hoà không khí và thông gió* - Bùi Hải, Hà Mạnh Thư, Vũ Xuân Hùng - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật - Hà Nội 2001.
2. *Kỹ thuật lạnh cơ sở* - Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ - Nhà xuất bản Giáo dục, 1999.
3. *Máy và thiết bị lạnh* - Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ - Nhà xuất bản Giáo dục, 2002.
4. *Kỹ thuật lạnh ứng dụng* - Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ - Nhà xuất bản Giáo dục, 2002.
5. *Bài tập kỹ thuật lạnh* - Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ - Nhà xuất bản Giáo dục, 2002.
6. *Truyền nhiệt* - Đặng Quốc Phú, Trần Thế Sơn, Trần Văn Phú - Nhà xuất bản Giáo dục, 1999.
7. *Tính toán và thiết kế hệ thống sấy* - Trần Văn Phú - Nhà xuất bản Giáo dục, 2001.
8. *Điều tiết không khí* - Hà Đăng Trung, Nguyễn Quân - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, 1997.
9. *Kỹ thuật điều hoà không khí* - Lê Chí Hiệp - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, 1998.
10. *Bơm quạt máy nén* - Nguyễn Văn May - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, 1995.
11. TCVN 4206 – 86.
12. Tiêu chuẩn Mỹ ANSI/ASHRAE – 15 – 1992.

MỤC LỤC

<i>Lời giới thiệu</i>	3
<i>Lời nói đầu</i>	5
<i>Bài mở đầu</i>	7
Chương 1. AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH	
I. Đại cương và các điều khoản chung về an toàn hệ thống lạnh	9
II. Môi chất lạnh trong kỹ thuật an toàn	11
III. An toàn cho máy và thiết bị thuộc hệ thống lạnh	53
IV. Một số quy định khác về kỹ thuật an toàn đối với hệ thống lạnh	57
V. Dụng cụ đo lường, an toàn và kiểm tra hệ thống lạnh	58
VI. Khám nghiệm kỹ thuật và đăng ký sử dụng bảo hộ lao động	61
Chương 2. THỬ NGHIỆM THIẾT BỊ VÀ XÁC ĐỊNH ĐẶC TÍNH CỦA MÁY VÀ HỆ THỐNG LẠNH	
I. Thử nghiệm và hiệu chỉnh thiết bị tự động	63
II. Thử nghiệm và hiệu chỉnh quạt gió	67
III. Thử nghiệm khí động học đường ống dẫn không khí và điều chỉnh lưu lượng không khí	71
IV. Thử nghiệm và hiệu chỉnh hệ thống cung cấp năng lượng	78
V. Xác định đặc tính của máy và hệ thống lạnh	81
<i>Tài liệu tham khảo</i>	88

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỐNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063

GIÁO TRÌNH
KỸ THUẬT AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2007

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN KHẮC OÁNH

Biên tập
PHẠM QUỐC TUẤN

Bìa
TRẦN QUANG

Kỹ thuật vi tính

HẢI YẾN

Sửa bản in
PHẠM QUỐC TUẤN

In 820 cuốn, khổ 17x24cm, tại Nhà in Hà Nội - Công ty Sách Hà Nội, 67 Phó Đức Chính - Ba Đình - Hà Nội. Quyết định xuất bản số: 160-2007/CXB/464^aGT-27/HN cấp ngày 02/3/2007. Số in: 151/2. In xong và nộp lưu chiểu quý II năm 2007.

BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2005
KHOẢNG TRƯỜNG TRUNG HỌC ĐIỆN TỬ - ĐIỆN LẠNH

1. LÝ THUYẾT ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
2. ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ
3. KỸ THUẬT GHÉP KÊNH SỐ
4. MẠCH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN
5. THỦY KHÍ ĐỘNG LỰC
6. VẬT LIỆU - LINH KIỆN ĐIỆN TỬ
7. KỸ THUẬT CHUYỂN MẠCH SỐ
8. HỆ ĐIỀU HÀNH
9. KỸ THUẬT AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH
10. LẮP ĐẶT VÀ VẬN HÀNH MÁY LẠNH
11. TỔNG ĐÀI ĐIỆN TỬ SỐ

GT An toàn hệ thống lạnh



1011080000106

12,000



Giá: 12.000 đ