



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Máy và thiết bị lạnh

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

KS. ĐỖ TRỌNG HIỂN

GIÁO TRÌNH
MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2006

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

GIÁO TRÌNH
MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2006

Chịu trách nhiệm xuất bản

NGUYỄN KHẮC OÁNH

Biên tập

PHẠM QUỐC TUẤN

Bìa

TRẦN QUANG

Kỹ thuật vi tính

MINH ĐỖ

Sửa bản in

PHẠM QUỐC TUẤN

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 THCN Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCN 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 đông 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

Đất nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hoá và hiện đại hoá. Nhu cầu về nhân lực đang là vấn đề cấp bách của toàn xã hội, đặc biệt là đội ngũ kỹ thuật viên và công nhân kỹ thuật lành nghề ở tất cả các lĩnh vực điện tử, điện, điện lạnh, cơ khí... Với mục đích nâng cao chất lượng đào tạo cán bộ kỹ thuật và công nhân kỹ thuật ngành máy lạnh và điều hoà không khí, chúng tôi đã tiến hành biên soạn giáo trình “Máy và Thiết bị lạnh” để phục vụ cho việc giảng dạy và học tập của giáo viên và học sinh trong các trường THCN. Giáo trình gồm có 5 chương:

Chương 1: Giới thiệu chung và các khái niệm cơ bản.

Chương 2: Máy nén lạnh và một số chu trình cơ bản của máy lạnh nén hơi.

Chương 3: Thiết bị trao đổi nhiệt của hệ thống lạnh.

Chương 4: Một số thiết bị phụ của hệ thống lạnh.

Chương 5: Thiết bị tự động và vật liệu kỹ thuật lạnh.

Giáo trình sẽ giúp cho học sinh hiểu và nắm được nguyên lý làm việc, ưu nhược điểm của các chu trình máy lạnh 1 cấp và 2 cấp. Đồng thời biết được cách phân loại, cấu tạo và nguyên lý làm việc của các thiết bị trong hệ thống máy lạnh dân dụng và công nghiệp, để từ đó có được nhận thức cụ thể hơn về ngành máy lạnh và điều hoà không khí mà học sinh đang theo học.

Về nội dung, giáo trình đã đề cập đến những tiến bộ khoa học kỹ thuật mới và những vấn đề bức xúc trong thực tế... Do đó giáo trình không chỉ giúp cho học sinh khi ra trường mau chóng hoà nhập với môi trường sản xuất mà còn là tài liệu tham khảo bổ ích cho những ai quan tâm đến ngành máy lạnh và điều hoà không khí.

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, KS- Vũ Xuân Hùng giảng viên trường Đại học Bách khoa Hà Nội, TS. Nguyễn Duy Tiến, giảng viên trường Đại học Giao thông vận tải, 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.

Chúng tôi cũng xin gửi lời cảm ơn các đồng chí giáo viên, cán bộ và đồng nghiệp 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 môn học

Máy và thiết bị lạnh là môn học nghiên cứu về các chu trình máy lạnh 1 cấp, 2 cấp, cấu tạo, nguyên lý làm việc của máy nén và các thiết bị trong hệ thống lạnh đang được ứng dụng phổ biến trong các ngành công nghiệp thực phẩm và dân dụng. Nội dung bao gồm những điểm chính sau:

- Các phương pháp làm lạnh nhân tạo, tính chất của các môi chất lạnh và chất tải lạnh thường dùng.
- Các chu trình máy lạnh nén hơi 1 và 2 cấp.
- Cấu tạo và nguyên lý làm việc của máy nén trong hệ thống máy lạnh nén hơi dân dụng và công nghiệp.
- Cấu tạo và nguyên lý làm việc, ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của các thiết bị chính trong hệ thống lạnh.
- Các nguyên lý cơ bản về điều khiển trong hệ thống lạnh.

2. Nội dung môn học

Về nội dung, ngoài những kiến thức cơ bản cần có để nghiên cứu và đánh giá hiệu quả làm việc của hệ thống lạnh, giáo trình còn đề cập đến những tiến bộ khoa học kỹ thuật mới đang được áp dụng, những vấn đề tồn tại trong thực tế... không chỉ giúp cho học sinh khi ra trường mau chóng hòa nhập với môi trường sản xuất mà còn là tài liệu tham khảo bổ ích cho những người quan tâm đến ngành kỹ thuật lạnh. Nội dung của giáo trình gồm có 5 chương bao gồm

Chương 1: Giới thiệu chung và các khái niệm cơ bản.

Chương 2: Máy nén lạnh và một số chu trình cơ bản của máy lạnh nén hơi.

Chương 3: Thiết bị trao đổi nhiệt của hệ thống lạnh.

Chương 4: Một số thiết bị phụ của hệ thống lạnh.

Chương 5: Thiết bị tự động và vật liệu kỹ thuật lạnh.

3. Phương pháp nghiên cứu môn học

Phương pháp nghiên cứu môn *Máy và Thiết bị lạnh* là phải nắm chắc kiến thức các môn học cơ sở kết hợp với các bảng biểu, đồ thị có sẵn trong các sổ tay kỹ thuật chuyên ngành để từ đó phân tích, tính toán được những thông số của chu trình, của máy nén và thiết bị trong hệ thống, chọn được máy và thiết bị đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật và kinh tế.

Để thu được kết quả tính toán nhanh và chính xác, cần phải đặc biệt chú ý tới việc nghiên cứu sử dụng các bảng, hình vẽ và đồ thị cùng nhiều ví dụ tính toán minh họa đã cho trong nội dung của giáo trình nhằm gắn liền các kiến thức lý thuyết với thực tế sản xuất. Ngoài ra, môn học còn được nghiên cứu thông qua mô phỏng quá trình thực tế trên mô hình tại các phòng thực hành, giúp cho người học tích lũy thêm kinh nghiệm cho công tác khảo sát và tính toán.

Kiến thức về tính toán chu trình máy lạnh cũng như tính chọn máy nén và thiết bị lạnh rất cần cho người cán bộ kỹ thuật ở nhiều ngành sản xuất để giải quyết những vấn đề kỹ thuật có liên quan đến hệ thống lạnh như trong các ngành thủy sản, công nghệ chế biến bảo quản nông lâm sản sau thu hoạch, trong đời sống, sinh hoạt mà trong thực tế đang được ứng dụng như máy lạnh dân dụng, máy lạnh thương nghiệp, các hệ thống lạnh, kho lạnh công nghiệp và các hệ thống lạnh trên ô tô vận tải lạnh v.v...

Chương 1

GIỚI THIỆU CHUNG VÀ CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Mục tiêu

- Biết được lịch sử phát triển của kỹ thuật lạnh trong đời sống, các phương pháp làm lạnh nhân tạo và những loại môi chất, chất tải lạnh hiện đang dùng trong ngành lạnh.
- Sử dụng môi chất và chất tải lạnh phù hợp chu trình và thiết bị.
- Đánh giá được hiệu quả của phương pháp làm lạnh khi hệ thống sử dụng máy lạnh nén hơi.

Nội dung tóm tắt

- Lịch sử phát triển và vai trò của kỹ thuật lạnh trong nền kinh tế quốc dân
- Các phương pháp làm lạnh nhân tạo
- Môi chất và chất tải lạnh

I. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN, VAI TRÒ CỦA KỸ THUẬT LẠNH TRONG NỀN KINH TẾ QUỐC DÂN.

1. Lịch sử phát triển của kỹ thuật lạnh

Nhu cầu của con người về làm lạnh đã có từ rất lâu, cách đây nhiều ngàn năm họ đã biết tận dụng những nguồn nhiệt độ thấp sẵn có trong tự nhiên, ví dụ như băng tuyết, các nguồn nước ngầm lạnh hoặc nước bay hơi trong các bình gốm xốp... để làm lạnh các thực phẩm. Họ cũng biết tìm cách bảo quản nước đá trong những hầm lớn để sử dụng dài ngày, nhưng tất cả những gì có được vẫn chưa có sự tác động của con người.

Thời điểm kỹ thuật lạnh hiện đại bắt đầu được ghi nhận vào những năm 1761 - 1764 khi nhiệt ẩn trong quá trình hoá hơi và ngưng tụ một chất khí được phát hiện ra và xác định nhờ Giáo sư J.Black. Nhờ ứng dụng kết quả nghiên cứu của các công trình này vào thực tế mà những năm sau đó người ta đã hoá lỏng được rất nhiều chất khí khác nhau.

Năm 1810 Leslie chế tạo đầu tiên máy lạnh hấp thụ chu kỳ với cặp môi chất là H_2O/H_2SO_4 .

Năm 1834 J.Perkin (Anh) đăng ký bằng phát minh đầu tiên về máy lạnh uẩn hơi với đầy đủ bốn thiết bị chính của một hệ thống máy lạnh nén hơi hiện đại là máy nén, dàn ngưng tụ, van tiết lưu và dàn bay hơi với môi chất là ête.

Năm 1874 sau một loạt cải tiến, Linde chế tạo thành công được máy lạnh nén hơi sử dụng môi chất Amôniac và nó đã làm cho việc sản xuất và sử dụng máy lạnh nén hơi thực sự phát triển rộng rãi trong các ngành kinh tế quốc dân.

Năm 1930 được coi là một năm quan trọng của ngành kỹ thuật lạnh nhờ việc sản xuất Frêon ở phạm vi công nghiệp tại Mỹ. Đây là nhóm những môi chất lạnh mới có nhiều tính chất nổi trội so với các loại môi chất đang sử dụng vào thời đó như không cháy nổ, không độc hại và phù hợp với chu trình làm việc của máy, chúng đã mở rộng ứng dụng của kỹ thuật lạnh sang nhiều lĩnh vực khác nhau vì hiệu quả và tính an toàn của nó.

Năm 1987 ngành kỹ thuật lạnh bắt đầu không chỉ quan tâm đến vấn đề làm lạnh mà còn chú ý tới tác động của môi chất làm lạnh đến môi trường bằng nghị định Montreal thay thế các môi chất lạnh có khả năng làm suy giảm tầng Ôzôn bằng các môi chất lạnh thân thiện hơn với môi trường toàn cầu.

Hiện nay, cùng với các ngành khoa học kỹ thuật khác, kỹ thuật lạnh cũng có những mở rộng hơn về phạm vi ứng dụng, ví dụ như phía nhiệt độ thấp đã tiến gần đến nhiệt độ không tuyệt đối ($0^{\circ}K$), phía nhiệt độ cao có thể đạt tới gần $100^{\circ}C$ để phục vụ cho các mục đích sấy, thanh trùng, ehuẩn hị nước nóng, sưởi... Công suất máy cũng đa dạng hơn, từ vài mW trong các phòng thí nghiệm đến vài triệu W ở các trung tâm điều tiết không khí.

Về mặt hiệu quả kinh tế, kỹ thuật lạnh cũng có những bước tiến rất lớn để nâng cao hiệu suất làm việc của hệ thống, giảm chi phí năng lượng cho một đơn vị lạnh, tăng tuổi thọ thiết bị, tăng độ tin cậy của hệ thống.

Ngoài ra nhờ ứng dụng các thành tựu nghiên cứu mới nhất của khoa học kỹ thuật vào tự động điều khiển mà thực tế hiện nay, những thiết bị điều khiển tự động đang dần thay thế các thiết bị điều khiển bằng tay, cho phép hệ thống lạnh hoạt động an toàn, ổn định, chính xác và tiết kiệm hơn.

2. Vai trò của kỹ thuật lạnh trong nền kinh tế quốc dân

Trong nền kinh tế quốc dân kỹ thuật lạnh có vai trò rất quan trọng, nó không chỉ phục vụ cho những nhu cầu sinh hoạt mà còn là điều kiện không thể thiếu để cho nhiều ngành công nghiệp có thể hoạt động được.

Trước hết, phải kể đến ứng dụng quan trọng nhất và cũng thường gặp nhất là lĩnh vực bảo quản thực phẩm. Thực phẩm là những sản phẩm rất dễ bị hư hỏng do tác động của nhiều loại vi sinh vật, quá trình phá huỷ càng nhanh khi nhiệt độ bảo quản sản phẩm càng lớn. Trên thực tế có nhiều phương pháp bảo quản thực phẩm khác nhau như sấy, phóng xạ, bao gói ... nhưng bảo quản bằng làm lạnh vẫn là phương pháp có nhiều ưu điểm nhất vì nó ít làm giảm chất lượng, màu sắc, mùi vị thực phẩm trong nhiều tháng, thậm chí nhiều năm. Ngày nay, chúng ta có thể thấy ứng dụng của kỹ thuật lạnh phổ biến trong công nghiệp thực phẩm như bảo quản thịt cá, rau quả... chế biến thực phẩm, làm nước đá... với công suất lạnh chiếm khoảng 80% tổng công suất lạnh cho tất cả mọi lĩnh vực.

Ứng dụng tiếp theo phải kể đến chính là trong lĩnh vực điều tiết không khí. Điều tiết không khí nhằm tạo ra và duy trì môi trường vi khí hậu có nhiệt độ và độ ẩm phù hợp để đảm bảo chất lượng của sản phẩm trong các ngành công nghiệp nhẹ như giấy, vải... để đảm bảo máy móc thiết bị hoạt động ổn định, chính xác như trong các ngành cơ khí chính xác, kỹ thuật điện tử, máy tính... Và ứng dụng thường gặp nhất của điều tiết không khí là tạo cho con người điều kiện thích hợp cho lao động và nghỉ ngơi, nâng cao chất lượng cuộc sống. Thực tế hiện nay thì điều hoà không khí đã là một trong những tiện nghi quen thuộc đối với nhiều người.

Kỹ thuật lạnh cũng được ứng dụng trong công nghiệp hoá chất để hoá lỏng khí như các loại khí đốt (gas), amoniắc, cacbonic, clo... nó cũng được dùng để tách nhiều loại khí có nhiệt độ ngưng khác nhau. Các phản ứng hoá học có tốc độ phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ, do đó khi thay đổi nhiệt độ người ta có thể chủ động điều khiển được các phản ứng đó. Khi nhiệt độ rất thấp tính chất vật lý của một số chất sẽ thay đổi, ví dụ như cao su và một số loại chất dẻo sẽ giòn và dễ vỡ, điều này được ứng dụng để chế tạo bột cao su mịn cho phép hoà trộn với các chất khác tốt hơn.

Trong lĩnh vực sấy thăng hoa, vật sấy được làm lạnh đông xuống nhiệt độ -20°C trong môi trường chân không nên chất lượng vật sấy hầu như không giảm, lượng nước trong vật sấy được rút ra gần hoàn toàn, sản phẩm trở thành dạng bột, rất thuận tiện cho vận chuyển, bảo quản. Nhưng do giá thành của sấy thăng hoa cao nên người ta thường chỉ sử dụng cho những sản phẩm quý hiếm như dược liệu, sản phẩm y dược để biến đổi chất lượng do tác động của nhiệt độ như máu, các loại thuốc tiêm, hooc môn...

Trong lĩnh vực siêu dẫn, vật liệu không còn điện trở khi ở nhiệt độ rất thấp được ứng dụng trong các nhà máy điện nguyên tử, các đệm từ cho tàu cao tốc, đường dây tải điện... để giảm năng lượng tổn hao.

Trong nhiều những ứng dụng khác, kỹ thuật lạnh được sử dụng để tạo ra sân băng cho các hoạt động thể thao, làm cứng đất để xây dựng các công trình trên nền đất lầy nhiều nước, nhiệt độ rất thấp (cryo) từ -80°C đến -196°C được dùng trong nông, lâm nghiệp, sinh học, vi sinh...

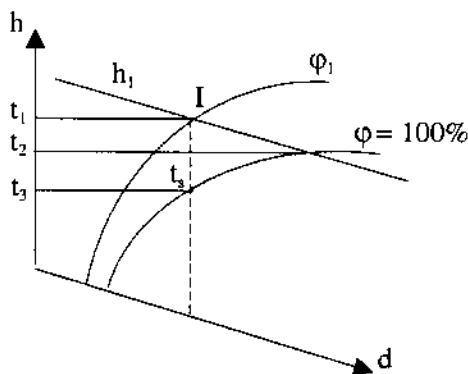
Như vậy, chúng ta có thể thấy ngày nay kỹ thuật lạnh đã thâm nhập và hỗ trợ cho rất nhiều ngành kinh tế khác nhau. Ở Việt Nam, với khí hậu nóng ẩm, miền nam hầu như không có mùa đông, bờ biển dài trên 3 ngàn cây số với nhiều sản phẩm nông, lâm, thủy, hải sản là những yếu tố đòi hỏi ngành lạnh phải phát triển nếu chúng ta muốn phát triển nền kinh tế. Nhưng thực tế hiện nay, ngành lạnh của nước ta còn đang ở những bước đầu, chúng ta chưa tự sản xuất được những thiết bị quan trọng trong hệ thống lạnh có công suất lớn phục vụ cho công nghiệp. Vì vậy vấn đề nghiên cứu tổ chức và phát triển ngành lạnh ở nước ta vẫn đang là vấn đề cần thiết và sẽ mang lại hiệu quả to lớn.

II. CÁC PHƯƠNG PHÁP LÀM LẠNH NHÂN TẠO

Làm lạnh nhân tạo là quá trình làm lạnh được thực hiện nhờ các thiết bị hoặc phương tiện do con người chế tạo ra. Chúng bao gồm những phương pháp chính như sau:

1. Phương pháp bay hơi khuếch tán

Là hiện tượng chất lỏng bay hơi khuếch tán vào một chất khí và chất lỏng sẽ thu nhiệt làm lạnh môi trường xung quanh. Ví dụ ở tủ lạnh hấp thụ khuếch tán thường sử dụng trong gia đình, amoniác lỏng trong dàn bay hơi đặt trong tủ sẽ bay hơi vào hydro (là chất khí cân bằng áp suất) và thu nhiệt của không khí trong tủ làm không khí trong tủ giảm nhiệt độ.



Hình 1.1. Đồ thị $h - d$ của không khí ẩm

Trong trường hợp khi phun nước vào không khí có cùng nhiệt độ, nước sẽ bay hơi, thu nhiệt và làm biến đổi trạng thái không khí. Nhiệt độ của không khí sẽ càng thấp khi lượng nước bay hơi càng nhiều hay nói một cách khác, độ ẩm không khí càng thấp thì nhiệt độ của không khí sau khi phun ẩm càng thấp (hình 1.1)

Những nơi không khí nóng và khô có thể ứng dụng hiện tượng này để thực hiện việc làm mát không khí, nhưng nước ta không khí thường có độ ẩm tương đối cao nên phương pháp này sẽ không mang lại hiệu quả rõ rệt.

2. Phương pháp hoà trộn lạnh

Là hiện tượng giảm nhiệt độ khi hoà trộn muối và nước theo những tỷ lệ nhất định. Hiệu ứng này phụ thuộc nồng độ dung dịch và điểm cùng tinh. Ví dụ, nếu hoà trộn 200g CaCl_2 với 100g nước ở 0°C thì nhiệt độ dung dịch sẽ giảm xuống -42°C . Với muối ăn (NaCl) hiện tượng này có xảy ra nhưng ở mức độ kém hơn, nhưng trong thực tế người ta vẫn dùng nước đá muối để bảo quản cá khi cần nhiệt độ thấp hơn 0°C trên các tàu đánh bắt cá.

3. Phương pháp dùng máy giãn nở có sinh ngoại công

Là phương pháp làm lạnh dựa theo nguyên lý khi chất khí giãn nở sẽ giảm áp suất và nhiệt độ. Hệ thống này có 4 thiết bị chính là máy nén, bình làm mát, máy giãn nở và buồng lạnh. Khác biệt so với hệ thống lạnh thông thường là môi chất lạnh không biến đổi pha trong chu trình, vì vậy không có bình ngưng tụ và bay hơi và van tiết lưu thay bằng máy giãn nở. Quá trình nén và giãn nở là quá trình đoạn nhiệt ($s = 0$), quá trình thu nhiệt và thải nhiệt là các quá trình đẳng áp nhưng không đẳng nhiệt. Phạm vi ứng dụng của phương pháp này tương đối rộng, thường gặp trong điều tiết không khí và các máy sản xuất nitơ, oxy lỏng, các loại khí hoá lỏng...

4. Phương pháp tiết lưu không sinh ngoại công

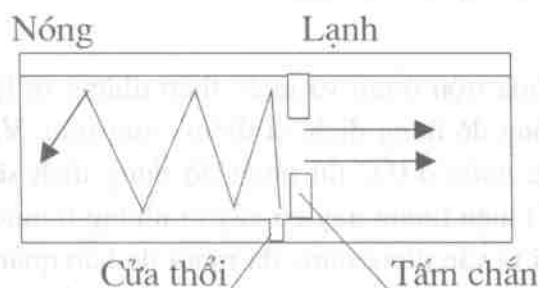
Là hiện tượng một số môi chất giảm áp suất khi đi qua cơ cấu tiết lưu, từ áp suất cao xuống áp suất thấp hơn, không có trao đổi nhiệt với bên ngoài.

Quá trình tiết lưu là quá trình không thuận nghịch điển hình, tuy không có trao đổi nhiệt ($q = 0$) nhưng áp suất giảm do dòng chảy tạo xoáy và ma sát mạnh. Đối với khí lý tưởng, sau tiết lưu nhiệt độ giữ nguyên, với khí thực ở nhiệt độ môi trường chỉ có heli và hydro tăng nhiệt độ, còn hầu hết các khí và hơi đều giảm nhiệt độ, đặc biệt khi tiết lưu hơi ẩm hoặc lỏng.

5. Phương pháp giãn nở trong ống xoáy

Là phương pháp làm lạnh không khí nhờ một hiệu ứng đặc biệt xảy ra khi có đầy đủ các điều kiện yêu cầu dưới đây:

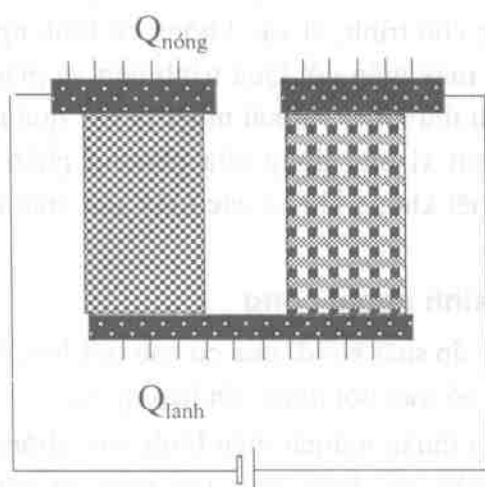
Dòng không khí có áp suất 6at ở 20°C thổi tiếp tuyến với thành trong của ống, vuông góc với trục ống, với ống có đường kính 12mm thì nhiệt độ ở thành ống sẽ tăng lên còn nhiệt độ ở tâm ống giảm xuống, nếu đặt bên trong ống sát với dòng không khí thổi vào một tấm chắn có lỗ ở tâm với đường kính nhỏ hơn rất nhiều đường kính ống thì không khí lạnh sẽ đi qua lỗ trên tấm chắn, còn không khí nóng đi theo hướng ngược lại. Nhiệt độ phía lạnh có thể tới -12°C , còn phía nóng có thể tới 58°C (chênh lệch 70°C).



Hình 1.2. Ống xoáy

Hiệu ứng ống xoáy này hiện vẫn chưa có được ứng dụng trong thực tế do hệ số lạnh quá nhỏ.

6. Phương pháp sử dụng hiệu ứng nhiệt điện



Hình 1.3. Cặp nhiệt điện

Là hiện tượng nếu cho dòng điện một chiều đi qua vòng dây dẫn kín gồm hai kim loại khác nhau thì một đầu mối sẽ nóng lên và một đầu sẽ lạnh đi (hiệu ứng Peltier). Trong thực tế, để có độ chênh nhiệt độ lớn giữa hai đầu người ta phải sử dụng các cặp vật liệu thích hợp để chế tạo vòng mạch khép kín đó. Các cặp vật liệu thường dùng là các chất bán dẫn đặc biệt của bismut, antimon, selen và các phụ gia.

Hiệu nhiệt độ của máy lạnh nhiệt điện có thể đạt đến 60°C nhưng công suất tương đối nhỏ, chỉ từ 30W đến

100W. Tuy đơn giản, tiện lợi và có thể thay đổi chức năng (nóng - lạnh) khi đảo chiều dòng điện... nhưng do tổn năng lượng và giá thành cao nên phương pháp này không được dùng phổ biến.

7. Phương pháp khử từ đoạn nhiệt

Đây là phương pháp sử dụng trong kỹ thuật cryô để hạ nhiệt độ của các mẫu thí nghiệm từ nhiệt độ sôi của heli ($3 + 4^{\circ}\text{K}$) xuống gần nhiệt độ tuyệt đối, nguyên tắc làm việc như sau: Khi đặt một loại muối nhiễm từ giữa hai cực từ mạnh, các tinh thể muối được sắp xếp thứ tự và toả ra một lượng nhiệt nhất định, lượng nhiệt này được truyền ra ngoài để bay hơi béli lỏng, khi quá trình toả nhiệt và nhiễm từ kết thúc, từ trường bị ngắt, muối bị khử từ đoạn nhiệt, nhiệt độ giảm đột ngột tạo ra một năng suất lạnh q_0 , lặp lại quá trình này nhiều lần có thể tạo ra nhiệt độ rất thấp.

8. Phương pháp hoá lỏng hoặc thăng hoa vật rắn

Nguyên tắc của phương pháp này dựa vào hiện tượng thu nhiệt khi chất rắn biến đổi trạng thái. Chất rắn dùng ở đây là chất tải lạnh, trong thực tế hay dùng nước đá và đá khô.

Nước đá tinh khiết khi tan hoàn toàn ở 0°C thu một lượng nhiệt khoảng 80 Kcal/kg. Khi cần nhiệt độ thấp hơn thì phải dùng nước đá muối, nhiệt độ nóng chảy của nước đá muối phụ thuộc nồng độ, với muối ăn (NaCl) nhiệt độ này vào khoảng -21°C khi nồng độ là 23%. Nước đá và nước đá muối được sử dụng rộng rãi nhất là trong ngành công nghiệp đánh bắt hải sản do tính chất không độc hại, rẻ tiền.

Đá khô là CO_2 ở dạng rắn, ở điều kiện bình thường CO_2 chuyển trực tiếp từ dạng rắn sang dạng hơi không để lại lỏng nên gọi là đá khô. Nhiệt ẩn thăng hoa của nó ở nhiệt độ $-78,5^{\circ}\text{C}$ khoảng 137Kcal/kg, nếu ở nhiệt độ 0°C năng suất lạnh riêng sẽ vào khoảng 153Kcal/kg. Đá khô cũng được sử dụng rộng rãi do năng suất lạnh thể tích lớn và giá thành không đắt.

9. Phương pháp bay hơi chất lỏng

Chất lỏng khi bay hơi bao giờ cũng thu nhiệt, lượng nhiệt này còn gọi là nhiệt ẩn hoá hơi, nó lớn hơn rất nhiều nhiệt ẩn hoá rắn nên hiệu quả làm lạnh cũng cao hơn.

Chất lỏng bay hơi thu nhiệt có thể là môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh. Môi chất lạnh thường dùng là các Freôn để làm lạnh nhanh, chất tải lạnh thường là

nitơ, ở nhiệt độ -196°C nhiệt ẩn hoá hơi của nitơ khoảng 48Kcal/kg , khi nhiệt độ tăng lên 0°C hơi nitơ thu thêm 48Kcal/kg nữa. Ngoài tác dụng làm lạnh, nitơ còn có tác dụng bảo quản vì nó là khí trơ có tác dụng kìm hãm các quá trình sinh hoá trong sản phẩm.

III. MÔI CHẤT VÀ CHẤT TẢI LẠNH

1. Môi chất lạnh

1.1. Khái niệm về 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 lạnh tuần hoàn trong hệ thống nhờ quá trình nén được thực hiện bởi máy nén.

Trong máy lạnh nén hơi, môi chất thu nhiệt ở môi trường có nhiệt độ thấp do quá trình bay hơi ở áp suất thấp và nhiệt độ thấp hơn, sự thải nhiệt cho môi trường có nhiệt độ cao nhờ quá trình ngưng tụ ở áp suất cao và nhiệt độ cao hơn, sự tăng áp suất do quá trình nén hơi và giảm áp suất do quá trình tiết lưu hoặc giãn nở. Trong máy lạnh nén khí, môi chất lạnh là không khí không thay đổi trạng thái.

Do những đặc điểm của chu trình lạnh, hệ thống thiết bị và điều kiện vận hành mà môi chất lạnh cần đáp ứng được các yêu cầu sau:

- Tính hoá học: Phải bền vững trong phạm vi áp suất và nhiệt độ làm việc, không phân huỷ, không pôlime hoá.

- Tính vật lý: Có áp suất ngưng tụ không quá cao, áp suất bay hơi không quá thấp, nhiệt độ cuối tầm nén thấp, nhiệt độ đông đặc thấp hơn nhiều nhiệt độ bay hơi, năng suất lạnh riêng thể tích lớn, hệ số dẫn nhiệt lớn, độ nhớt nhỏ, dễ hoà tan dầu bôi trơn, nước và không được dẫn điện.

- Tính an toàn: Không dễ cháy, nổ.

- Tính chất sinh lý: Không độc hại với con người và cơ thể sống, không ảnh hưởng đến mùi vị sản phẩm, nên có mùi dễ để phát hiện rò rỉ.

- Tính kinh tế: Rẻ tiền, dễ kiếm, dễ sản xuất, vận chuyển và bảo quản.

- Thân thiện với môi trường

Nói chung, thực tế không có môi chất nào đáp ứng được đầy đủ các yêu cầu nêu trên, do đó khi chọn môi chất lạnh cho hệ thống người ta vẫn phải cân nhắc để môi chất được chọn phát huy được ưu điểm và nhược điểm không gây ảnh hưởng lớn đến việc sử dụng chúng.

1.2. Ký hiệu của môi chất lạnh

Môi chất lạnh thường được chia làm hai loại chính là các môi chất hữu cơ và các môi chất vô cơ.

1.2.1 Môi chất lạnh hữu cơ

Các Fréon thuộc loại này, chúng là các hợp chất cacbua hydro đã được thay thế một phần hoặc toàn bộ các nguyên tử hydro bằng các nguyên tử clo, flo hay brom. Ký hiệu là "Rxxx..." Nguyên tắc viết ký hiệu như sau

Chữ đầu tiên là chữ R (viết tắt của chữ Refrigerant)

Số thứ nhất bằng số lượng của nguyên tử cacbon trừ 1 (nếu bằng 0 thì bỏ)

Số thứ hai bằng số lượng nguyên tử hydro cộng 1

Số thứ ba bằng số lượng nguyên tử flo

Các chất đồng phân (izome) có thêm chữ a, b để phân biệt

Nếu có thành phần brom thì sau ký hiệu có chữ B và chữ số chỉ số lượng nguyên tử brom

Các môi chất không đồng sôi xếp thứ tự từ R400, R401...

Các môi chất đồng sôi xếp thứ tự từ R500, R501...

Ví dụ:

Môi chất lạnh có công thức CCl_2F_2 được viết là R - 0 - 1 - 2: R12

Môi chất lạnh có công thức CHClF_2 được viết là R - 0 - 2 - 2: R22

1.2.2 Môi chất lạnh vô cơ

Công thức của chúng tương đối đơn giản nên thực tế có thể dùng cả tên gọi, công thức hoá học hoặc ký hiệu. Ký hiệu của môi chất lạnh vô cơ theo nguyên tắc sau: Đầu tiên là chữ cái R, số thứ nhất là số 7, còn hai số còn lại là phân tử lượng làm tròn.

Ví dụ:

Môi chất lạnh R717 có thể được gọi là Amôniac hoặc NH_3 .

Môi chất lạnh R744 có thể được gọi là cacbonic hoặc CO_2 .

1.3. Các môi chất lạnh thường dùng

1.3.1. Amôniac, ký hiệu R717

Là một chất khí không màu, có mùi hắc, lỏng sôi ở áp suất khí quyển ở nhiệt độ $-33,35^\circ\text{C}$. Amôniac có tính chất nhiệt động tốt, phù hợp với chu trình máy lạnh nén hơi dùng máy nén pittông, được sử dụng rất rộng rãi trong công nghiệp, không dùng cho máy nén tuốcbin vì tỷ số áp suất quá thấp.

- Tính chất vật lý: Có áp suất ngưng tụ khá cao, nếu nhiệt độ nước làm mát ra khỏi bình ngưng là 37°C thì nhiệt độ ngưng tụ là 42°C , áp suất lên tới 16,5at. Nhiệt độ cuối tầm nén cao nên phải làm mát xylanh bằng nước và hơi hút phải là hơi bão hoà, áp suất bay hơi thường lớn hơn 1at và chỉ bị chân không khi nhiệt độ bay hơi thấp hơn $-33,4^{\circ}\text{C}$. Năng suất lạnh riêng thể tích lớn nên máy nén và thiết bị trao đổi nhiệt gọn nhẹ. Độ nhớt nhỏ, tính lưu động cao nên tổn thất áp suất nhỏ. Hệ số dẫn nhiệt và trao đổi nhiệt lớn. Khả năng hoà tan nước không hạn chế nên không bị hiện tượng tắc ẩm, tuy vậy lượng nước trong hệ thống không được vượt quá 0,1% để đảm bảo hiệu suất làm việc của hệ thống. Không hoà tan dầu nên phải có bình tách dầu ở đầu dây và các bình thu dầu tránh dầu đọng ở các thiết bị trao đổi nhiệt và máy nén phải có bơm dầu để bôi trơn các chi tiết chuyển động. Amôniac dẫn điện nên không dùng được trong các máy nén kín và nửa kín.

- Tính chất hoá học: Phân huỷ thành nitơ và hydro ở nhiệt độ 260°C , nhưng khi có mặt ẩm và bề mặt thép làm chất xúc tác thì ở nhiệt độ 120°C đã phân huỷ, do vậy cần phải làm mát thật tốt đầu xylanh và không chế nhiệt độ cuối tầm nén càng thấp càng tốt. Không ăn mòn kim loại đen, đồng thau phốt pho và phi kim loại chế tạo máy nhưng ăn mòn đồng và các hợp kim đồng khác nên không được dùng đồng trong máy lạnh amôniac.

- Tính an toàn: Có khả năng cháy nổ, ở nồng độ $13,5 \div 16\%$ amôniac sẽ cháy khi nhiệt độ khoảng 651°C , vì vậy các gian máy không được dùng ngọn lửa trần và phải được thông thoáng thường xuyên. Khi hỗn hợp với thuỷ ngân sẽ gây nổ nên không được dùng áp kế thuỷ ngân trong hệ thống amôniac.

- Tính chất sinh lý: Độc hại với con người, gây kích thích niêm mạc mắt, dạ dày, co thắt cơ quan hô hấp, làm bong da. Làm giảm chất lượng sản phẩm bảo quản, làm biến màu rau quả.

- Tính kinh tế: Rẻ tiền, dễ kiểm, dễ vận chuyển, bảo quản.

1.3.2. R22

- Công thức hoá học CHClF_2 là chất khí không màu, có mùi nhẹ, nặng hơn không khí, sôi ở áp suất khí quyển ở nhiệt độ $-40,8^{\circ}\text{C}$. Được ứng dụng rất rộng rãi trong các ngành công nghiệp, đặc biệt trong lĩnh vực điều hoà không khí, do có ảnh hưởng xấu đến môi trường (phá huỷ tầng ôzôn) nên cũng chỉ được phép sử dụng cho đến năm 2020.

- Tính chất vật lý: Có áp suất ngưng tụ cao tương tự amôniac, nhiệt độ ngưng 42°C , áp suất ngưng tụ 16,1at. Nhiệt độ cuối tầm nén trung bình nhưng

vấn cần làm mát dầu máy nén. Áp suất bay hơi thường cao hơn áp suất khí quyển, năng suất lạnh riêng thể tích gần bằng amoniac nên máy nén tương đối gọn. Độ nhớt lớn, tính lưu động kém hơn amoniac nên đường ống, cửa van lớn hơn. Hoà tan dầu hạn chế nên gây khó khăn cho bôi trơn, đặc biệt trong khoảng nhiệt độ từ -20°C đến -40°C , R22 không hoà tan dầu nên người ta tránh không cho hệ thống lạnh dùng R22 làm việc ở chế độ nhiệt độ này. Không hoà tan nước nên có nguy cơ tắc ẩm. Không dẫn điện nên sử dụng tốt cho máy nén kín và nửa kín, cần lưu ý lỏng R22 dẫn điện nên không để lỏng lọt về máy nén tiếp xúc với phần điện của động cơ.

- Tính chất hoá học: Phân huỷ ở nhiệt độ 550°C khi có chất xúc tác là thép, ở nhiệt độ cao hơn R22 sẽ tự phân huỷ thành những chất rất độc hại. Không tác dụng với kim loại và phi kim loại chế tạo máy nhưng gây trương phồng một số các chất hữu cơ như cao su và chất dẻo.

- Tính an toàn: Không cháy nổ nhưng khi phân huỷ ở nhiệt độ cao sẽ sinh ra những sản phẩm rất độc hại.

- Tính chất sinh lý: Không độc hại nhưng cũng không duy trì sự sống. Không làm biến chất sản phẩm bảo quản.

- Tính kinh tế: Đắt, nhưng dễ kiếm, vận chuyển, bảo quản dễ dàng.

1.3.3. R12

- Công thức hoá học CCl_2F_2 , là chất khí không màu, có mùi nhẹ, nặng hơn không khí, nhiệt độ sôi ở áp suất khí quyển là $-29,8^{\circ}\text{C}$. Được sử dụng rất rộng rãi, đặc biệt trong các tủ lạnh cũ, nhưng do có mức độ phá huỷ tầng ôzôn lớn và hiệu ứng lồng kính cao nên đã không được phép sử dụng từ năm 1996, tuy nhiên trên thực tế, do các thiết bị sử dụng R12 vẫn đang hoạt động nên thời hạn này được kéo dài thêm 10 năm đối với các nước đang phát triển và do vậy hiện nay lượng R12 trên thị trường ngày càng ít đi.

- Tính chất vật lý: Có áp suất ngưng tụ trung bình, với nhiệt độ ngưng tụ 42°C , áp suất ngưng tụ khoảng 10at. Nhiệt độ cuối tầm nén thấp, áp suất bay hơi thường hơn 1at. Năng suất lạnh riêng thể tích nhỏ (khoảng 60% của amoniac) nên lưu lượng tuần hoàn trong hệ thống cũng lớn lên, vì vậy chỉ thích hợp cho những hệ thống có công suất nhỏ (như tủ lạnh gia đình). Khả năng trao đổi nhiệt kém hơn của amoniac. Hệ số trao đổi nhiệt khi biến đổi Pha chỉ bằng 1/5 của nước nên phải làm cánh về phía R12 cho các thiết bị trao đổi nhiệt với