

YÊU CẦU MỚI VỀ AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH VÀ BƠM NHIỆT

NEW SAFETY REQUIREMENTS OF REFRIGERATION SYSTEM AND HEAT PUMP

GS.TS Nguyễn Đức Lợi, ĐHBK Hà Nội
KS. Nguyễn Duy Thắng, CĐBK Phùng Hà Nội

Tóm tắt: Tính chất môi chất lạnh là nhân tố chủ yếu quyết định các quy tắc về an toàn hệ thống lạnh và bơm nhiệt. Môi chất lạnh đã gây ra hai cuộc khủng hoảng môi trường nghiêm trọng nhất trong lịch sử loài người là làm suy giảm tầng ozone và làm nóng toàn cầu. Môi chất lạnh cũ đang được nghiên cứu phát triển và thay thế hàng ngày bằng các môi chất lạnh mới thân thiện với môi trường. Các yêu cầu về an toàn hệ thống lạnh của tiêu chuẩn cũ do đó cũng được thay mới để phù hợp với các loại môi chất lạnh mới. Bài báo giới thiệu về các yêu cầu mới này theo tiêu chuẩn quốc tế mới nhất về an toàn hệ thống lạnh và bơm nhiệt ISO 5149-1:2014. Tiêu chuẩn đã được biên dịch sang tiếng Việt là TCVN 6104-1:2015.

Summary: The properties of refrigerant are a main factor deciding the rules on safety of refrigeration systems and heat pumps. Refrigerant has caused two environmental crisis, the most serious in the history of humanity, which are depletion of ozone layer and global warming. New environmentally friendly refrigerants are being daily developed and applied, which replaced old refrigerant. Thus the new safety requirements for refrigeration systems must also be replaced to match the new refrigerant types. The paper introduces the new safety requirements after the latest international standards for safety and heat pump refrigeration system ISO 5149-1: 2014. Standards have been translated into Vietnamese was 6104-1: 2015.

1. MỞ ĐẦU

Môi chất lạnh đã gây ra hai cuộc khủng hoảng môi trường nghiêm trọng nhất trong lịch sử nhân loại đó là làm suy giảm tầng ozone và làm nóng toàn cầu. Tầng ozone là lá chắn bảo vệ trái đất khỏi các tia cực tím có hại cho sức khỏe từ vũ trụ, đặc biệt nó có thể gây ung thư da cho người. Sự nóng lên toàn cầu gây ra biến đổi khí hậu làm băng tuyết vĩnh cửu ở hai cực trái đất tan chảy, nước biển dâng cao, nhấn chìm các vùng đồng bằng phì nhiêu, thiên tai khắc nghiệt, bão tố hoành hành... Môi chất lạnh thời gian qua chính là thuốc độc mà con người đã sản xuất ra để đầu độc và hủy hoại

môi trường sống. Để bảo vệ môi trường sống, phương cách duy nhất là thay đổi môi chất lạnh, loại bỏ môi chất lạnh cũ, tìm tòi nghiên cứu sử dụng môi chất lạnh mới thân thiện với môi trường. Trong mấy năm trở lại đây, một loạt môi chất lạnh mới thân thiện với môi trường đã được nghiên cứu đưa vào sử dụng mà HFO-1234yf và HFO-1234ze với ODP = 0 và GWP < 1 là các ví dụ điển hình. Hãng Carrier và Trane đã đi đầu trong việc sản xuất hàng loạt máy làm lạnh nước chiller với các dải năng suất khác nhau sử dụng HFO-1234ze (E). Môi chất lạnh là yếu tố quyết định về an toàn hệ thống lạnh và bơm nhiệt. Để đáp ứng tình hình mới, tiêu chuẩn quốc tế về an toàn hệ thống lạnh và bơm nhiệt đã được cập nhật, bổ sung và thay thế.

2. ĐỊNH NGHĨA, PHÂN LOẠI VÀ CHUẨN LỰA CHỌN

2.1. Phân loại không gian có người

Không gian có người được phân làm 3 loại a, b, c (Bảng 1).

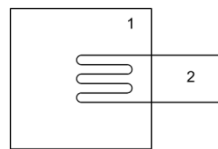
Bảng 1 - Phân loại không gian có người

Loại	Đặc tính chung	Ví dụ
Không gian có người nói chung a	Các phòng, buồng tòa nhà ở đó - Có trang bị các phương tiện để ngủ, - Di chuyển của con người bị hạn chế, - Không kiểm soát được số người, hoặc - Người tiếp cận không gian này không được báo cho biết về sự đề phòng cần thiết nhằm bảo đảm an toàn	Bệnh viện, tòa án, nhà tù, nhà hát, siêu thị, trường học, phòng đọc, ga cuối vận chuyển công cộng, khách sạn, nhà ở và tiệm ăn...
Không gian có người được giám sát b	Các phòng, các bộ phận của tòa nhà, tòa nhà ở đó chỉ có một số hạn chế người có thể được tụ tập, một số người cần được thông báo cho biết về sự đề phòng an toàn chung của tổ chức quản lý	Các cơ quan kinh doanh hoặc công quyền, các phòng thí nghiệm, các địa điểm cho sản xuất thông thường và nơi làm việc của nhiều người...

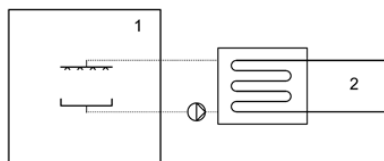
Không gian có người được cho phép	Các phòng, các bộ phận của tòa nhà, tòa nhà ở đó chỉ có những người được phép mới được tiếp cận, những người này được thông báo cho biết về sự đề phòng chung và đặc biệt về an toàn của tổ chức quản lý và nơi diễn ra các quá trình sản xuất, xử lý hoặc bảo quản vật liệu hoặc sản phẩm	Các phương tiện sản xuất ví dụ, đối với các hóa chất, thực phẩm, đồ uống, nước đá, kem, các nhà máy tinh chế, các kho lạnh, nơi sản xuất bò sữa, lò mổ, và các khu vực không dùng chung trong các siêu thị...
-----------------------------------	--	---

2.2. Phân loại hệ thống lạnh và bơm nhiệt

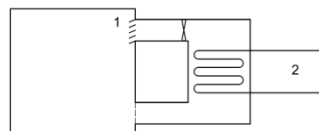
Hình 1 đến 9 giới thiệu phân loại hệ thống lạnh và bơm nhiệt. So với tiêu chuẩn cũ chỉ có 6 hệ thống [3], tiêu chuẩn mới mở rộng thêm 3 hệ thống thành 9 hệ thống. Trong các hình từ 1 đến 9, biểu diễn các dàn trao đổi nhiệt, đường nét liền là môi chất lạnh, đường chấm chấm (.....) là chất tải lạnh.



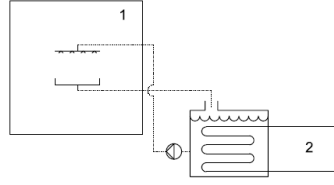
Hình 1. Hệ thống trực tiếp (1. Không gian có người, 2. Bộ phận chứa MCL- thông dụng nhất hiện nay; Tủ lạnh, kho lạnh, RAC, PAC, VRV, VRF...)



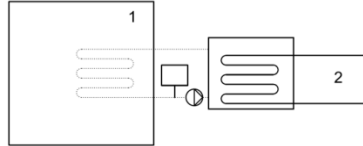
Hình 2. Hệ thống (gián tiếp) phun hờ (Dùng trong các phân xưởng sản xuất)



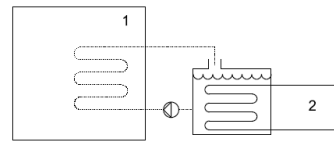
Hình 3. Hệ thống trực tiếp có ống gió (rất thông dụng trong ĐHKK và lạnh thương nghiệp)



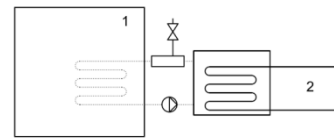
Hình 4. Hệ thống (gián tiếp) phun hờ, có thông hơi (dùng trong công nghiệp – ít thông dụng)



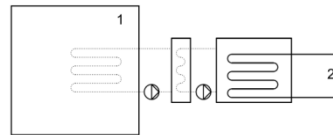
Hình 5. Hệ thống gián tiếp kín (có bình giãn nở kín – rất thông dụng trong ĐHKK hoặc lạnh thương nghiệp có chiller)



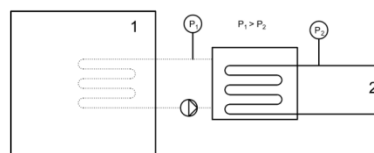
Hình 6. Hệ thống gián tiếp có thông hơi (dùng trong thương nghiệp, ít dùng)



Hình 7. Hệ thống gián tiếp kín có thông hơi (bình giãn nở hở, thông dụng với hệ thống có chiller)



Hình 8. Hệ thống gián tiếp kép, khả năng rò rỉ của MCL vào phòng là rất nhỏ



Hình 9. Hệ thống gián tiếp áp suất cao, áp suất chất tải lạnh lớn hơn áp suất môi chất, khả năng rò rỉ vào phòng có người là bằng không

2.3 Vị trí lắp đặt của hệ thống

Loại I: Máy nén và các bộ phận của hệ thống lạnh bố trí trong không gian có người.
 Loại II: Máy nén được bố trí trong buồng máy, các dàn lạnh bố trí trong không gian có người.
 Loại III: Tất cả các bộ phận chứa môi chất lạnh được bố trí trong buồng máy.
 Loại IV: Tất cả các bộ phận chứa môi chất lạnh được bố trí trong không gian có thông gió.

2.4. Lượng nạp tính theo thể tích phòng

Lượng nạp theo tiêu chuẩn mới hoàn toàn khác với tiêu chuẩn cũ. Nếu theo tiêu chuẩn cũ thì lượng nạp chỉ cần tính theo thể tích phòng với giới hạn nồng độ RCL (Refrigerant Concentration Limit) là đủ (Bảng 2):

Ví dụ 1: Lắp một máy VRF 32 HP cho một tòa nhà có lượng nạp là 18,5 kg, môi chất lạnh R410A. Tòa nhà có rất nhiều phòng điều hòa, trong đó có phòng nhỏ nhất là 24 m², cao 3,0 m, thể tích 72 m³, có thông gió tối thiểu. Hỏi lượng nạp tối đa trong trường hợp này có đáp ứng không? Nếu không nêu giải pháp xử lý. **Giải:** Theo Bảng 2, ở đây có thể dùng QLMV. Lượng nạp cho phép là 72 m³ x 0,39 kg/m³ = 28,1 kg, đáp ứng yêu cầu. Nếu không đáp ứng có 3 phương án xử lý: a) Chuyển sang dùng tổ máy nhỏ, b) Nếu vẫn dùng tổ máy lớn, phải bố trí đầu dò ga để bật quạt thông gió khi có rò rỉ, c) Hoặc sử dụng loại có khóa tự động đóng đường ga khi có tín hiệu ga bất thường trong hệ thống.

Theo tiêu chuẩn mới, phải tính lượng nạp cho phép theo 3 tiêu chí là theo RCL, tính dễ cháy LFL (Low Flammability Limit) và tính độc hại ODL/ATEL (Oxygen Deprivation Limit/ Acute Toxicity Exposure Limit). Các lượng nạp này được tính theo các công thức cho trước và phụ thuộc rất nhiều điều kiện khác nhau như loại không gian có người (mục 2.1), loại hệ thống (mục 2.2), vị trí lắp đặt hệ thống (mục 2.3), phương pháp bố trí dàn lạnh (đặt sàn, treo tường, treo trần...), không gian có người trên hoặc dưới mặt đất... Sau đó so sánh các kết quả và phải sử dụng kết quả nhỏ nhất tính được [2]. Khi tính toán lượng nạp, phải dùng thể tích (V) nhỏ nhất của không gian kín (thể tích phòng nhỏ nhất). Lượng nạp tính theo tiêu chuẩn mới do đó phức tạp hơn rất nhiều, không thể trình bày trong phạm vi bài báo này, cụ thể xin xem [1].

Bảng 2. Lượng nạp cho phép của môi chất lạnh [1]

Môi chất lạnh	Giới hạn nồng độ của môi chất lạnh RCL, kg/m ³	Giới hạn lượng nạp có thông gió tối thiểu	Giới hạn lượng nạp có thông gió bổ sung

		QLMV, kg/m ³	QLAV, kg/m ³
R22	0,21	0,28	0,50
R134a	0,21	0,28	0,58
R407C	0,27	0,46	0,50
R410A	0,39	0,42	0,42
R744	0,072	0,074	0,18
R32	0,061	0,063	0,16
R1234yf	0,060	0,062	0,15

3. THIẾT KẾ, CẤU TẠO, GHI NHÃN VÀ LẬP TÀI LIỆU

Tất cả các thiết bị chính như máy nén lạnh (máy nén thể tích kiểu kín, nửa kín, hở và máy nén động học), thiết bị ngưng tụ, thiết bị bay hơi, các loại đường ống và các loại mối nối cũng như các thiết bị phụ của hệ thống lạnh và bơm nhiệt như bình tách dầu, phin sấy lọc, van chặn, van an toàn, van dịch vụ, van một chiều, bình trung gian, bình tách lỏng, bình tích lỏng, bình chứa tuần hoàn, bơm MCL... cần được thiết kế, chế tạo, ghi nhãn theo tiêu chuẩn quốc tế ISO, IEC hướng dẫn trong phần 2 của tiêu chuẩn này.

Các vật liệu chế tạo như kim loại đen (sắt, thép, gang, hợp kim...) và các loại kim loại màu như đồng, nhôm..., các vật liệu phi kim loại như cao su, amiăng, chất dẻo... sử dụng phù hợp cho từng loại MCL cũng được quy định ở đây.

Phần 2 của tiêu chuẩn này cũng đưa ra các quy định cụ thể về các phương pháp thử bền cơ học, thử môi, áp suất làm việc tối đa, nhiệt độ làm việc tối đa, phương pháp thử áp lực, thử chân không, thử kín... cho từng thiết bị, cho hệ thống chế tạo tại nhà máy hoặc lắp đặt tại công trường, các loại cơ cấu an toàn.

Ngoài ra phần này cũng quy định về cách ghi nhãn và lập chứng chỉ, hồ sơ, tài liệu cho máy và thiết bị và có 7 phụ lục như sau: **A.** Danh mục để kiểm tra bên ngoài hệ thống lạnh bằng mắt thường (nguyên vẹn về hệ thống, thiết bị phụ trợ, tự động, bảo vệ...); **B.** Các yêu cầu bổ sung cho hệ thống lạnh và bơm nhiệt sử dụng NH₃ (theo lượng nạp 50, 4500 và >4500 kg...); **C.** Xác định loại cho các hệ thống lạnh (cấp an toàn, áp suất làm việc tối đa, chủng loại các bộ phận, quy định về bình chịu áp lực, đường ống, các mối nối chịu áp lực...); **D.** Yêu cầu về thử nghiệm an toàn bản chất hệ thống (thử kín, thử bền, áp suất thử, áp suất làm việc tối đa...); **E.** Ví dụ về bố trí các cơ cấu an toàn trong các hệ thống lạnh (Van ba ngã để lắp van an toàn); **F.** Chiều dài tương đương cho phép của đường ống xả và **G.** Sự tạo thành vết nứt trong ăn

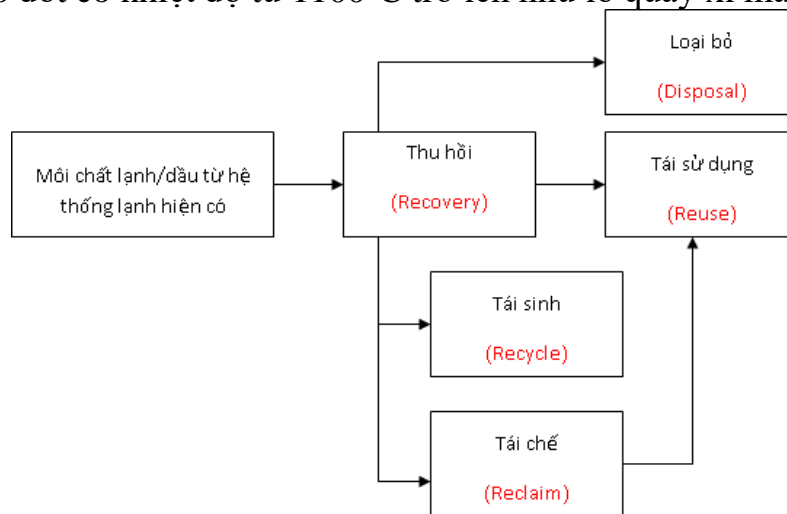
mòn ứng suất (Ăn mòn ứng suất ở đồng, ở thép, các yếu tố ảnh hưởng như giới hạn chảy, nhiệt độ, ô xi, nước, sự lão hóa... và phòng tránh).

4. ĐỊA ĐIỂM LẮP ĐẶT

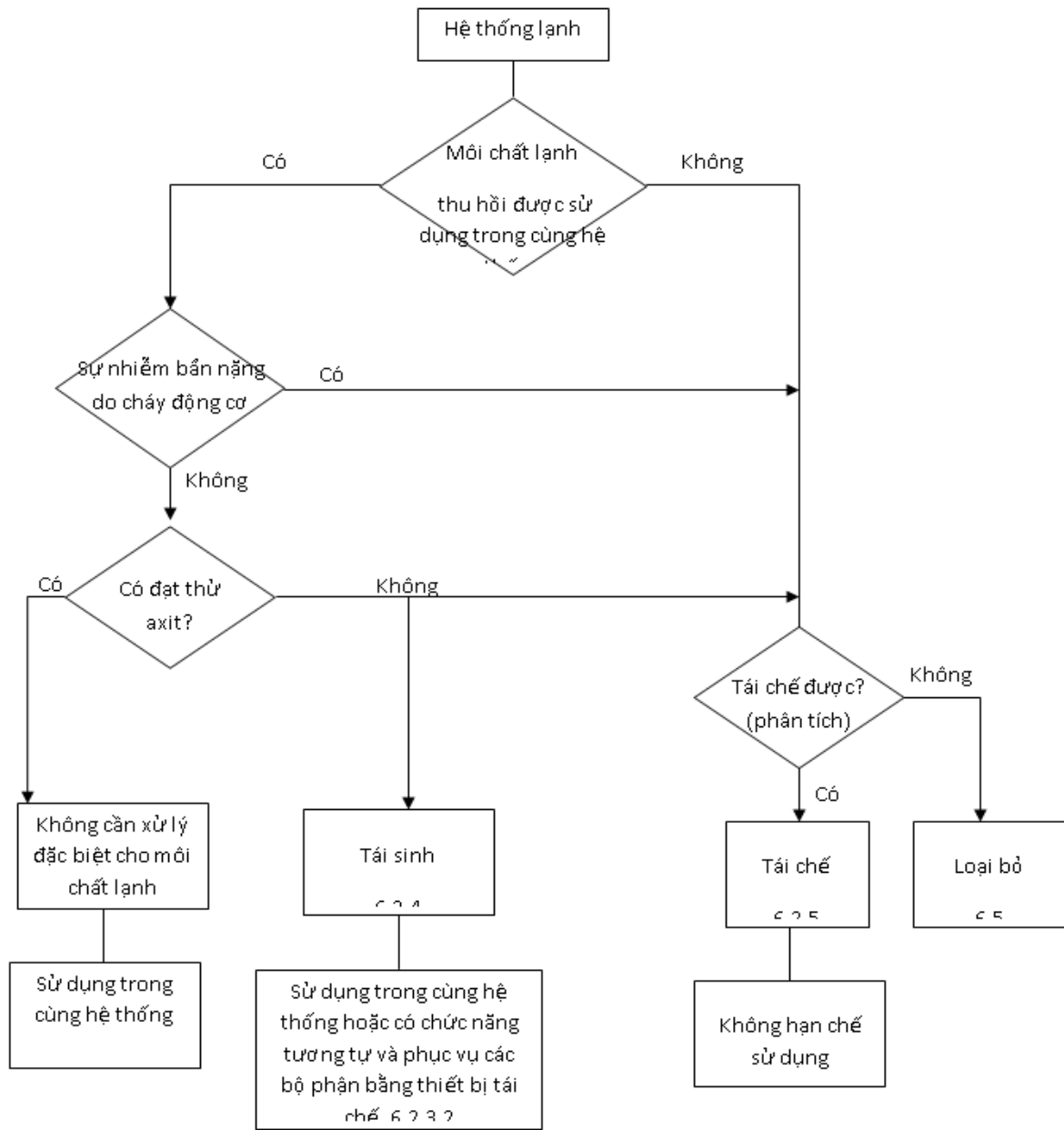
Phần 3 của tiêu chuẩn quy định về buồng máy đối với các loại môi chất khác nhau (ví dụ thông gió khẩn cấp, ngọn lửa hở, ngắt mạch khẩn cấp từ xa, cửa buồng máy, đường ống gió, hệ thống chiếu sáng thông thường và khẩn cấp, thiết bị điện và tự động, thiết bị bảo vệ và báo động, bố trí đầu dò môi chất lạnh...). Nội dung của phần này gần tương tự như tiêu chuẩn cũ. Phần này không có phụ lục.

5. VẬN HÀNH, BẢO DƯỠNG SỬA CHỮA VÀ THU HỒI MCL

Phần 4 của tiêu chuẩn quy định về vận hành và hồ sơ tài liệu, nội quy, lí lịch, nhật ký về vận hành hệ thống lạnh; về bảo dưỡng, kiểm tra định kỳ hệ thống máy và thiết bị, sự rò rỉ môi chất lạnh, sự hoạt động bình thường của máy và thiết bị, về sửa chữa, đặc biệt việc thu hồi, tái sinh, tái chế, tái sử dụng môi chất lạnh (Hình 10, 11). Việc thu hồi, tái sinh, tái chế, tái sử dụng và loại bỏ môi chất lạnh phải tiến hành theo quy trình, đáp ứng đầy đủ các tiêu chí đề ra để tiết kiệm, tái sử dụng cũng như tiêu hủy môi chất tránh xả thải môi chất trực tiếp vào môi trường. Những môi chất lạnh quá bẩn, không thể tái sinh, tái chế ví dụ do thu hồi từ các máy cháy lốc phải được tiêu hủy trong các lò đốt có nhiệt độ từ 1100°C trở lên như lò quay xi măng.



Hình 10. Quy trình thu hồi, tái sinh, tái chế và sử dụng lại MCL



Hình 11. Quy trình công nghệ tái sinh, tái chế MCL

Phần 4 có 5 phụ lục gồm: **A.** Tháo dầu ra khỏi hệ thống lạnh; **B.** Các thông số kỹ thuật quy định cho môi chất lạnh tái sinh; **C.** Xử lý và bảo quản môi chất lạnh; **D.** Thanh tra tại chỗ (khi hệ thống đang hoạt động); **E.** Thanh tra về ăn mòn thiết bị.

6. KẾT LUẬN

Để bảo vệ môi trường sống, bảo vệ tầng ozone, ngăn chặn sự nóng lên của trái đất, giảm thiểu biến đổi khí hậu, môi chất lạnh mới thân thiện với môi trường (thế hệ môi chất lạnh thứ 4) đang được nghiên cứu ứng dụng sâu rộng và mạnh mẽ trên phạm vi

toàn thế giới. Môi chất lạnh mới có các tính chất mới và cần thiết phải có các yêu cầu mới về an toàn cho máy cũng như hệ thống lạnh. Tiêu chuẩn quốc tế **ISO 817:2014** và **ISO 5149:2014** (phiên bản tiếng Việt TCVN 6739:2015 và TCVN 6104:2015) là rất cần thiết, đáp ứng nhu cầu về ký hiệu, phân loại an toàn cũng như kỹ thuật an toàn đối với các hệ thống lạnh và bơm nhiệt vận hành với các môi chất lạnh mới. Những thông tin này là vô cùng quan trọng trong định hướng sử dụng và phát triển môi chất ngắn hạn và dài hạn ở Việt Nam và trên thế giới.

7. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ISO 5149:2014. Refrigerating System and Heat Pump – Safety and Environmental requirements;
Part 1.Definition, classification and selection criteria; Part 2.Design, Construction, Testing, Marking and Documentation; Part 3.Installation Site; Part 4. Operation, Maintenance, Repair and Recovery
(TCVN 6104: 2015: Hệ thống lạnh và bơm nhiệt – Yêu cầu về an toàn và môi trường, Phần 1. Định nghĩa, phân loại và chuẩn lựa chọn; Phần 2.Thiết kế, chế tạo, thử nghiệm, ghi nhãn và lập tài liệu; Phần 3.Địa điểm lắp đặt; Phần 4. Vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa và thu hồi MCL).
2. Nguyễn Đức Lợi. Kỹ thuật An toàn Hệ thống lạnh. Nxb Giáo dục Hà Nội 2005/2017.
3. Nguyễn Đức Lợi. Ga, dầu và chất tải lạnh.Nxb Giáo dục Hà Nội 2006.
4. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy. Môi chất lạnh.Nxb Giáo dục Hà Nội 1998.
5. ISO 817:2014. Refrigerants – Designation and Safety Classification (TCVN 6739: 2015: Môi chất lạnh – Ký hiệu và Phân loại an toàn).