

Nghiên cứu thực nghiệm việc thay thế môi chất lạnh R22 và R12 bằng môi chất lạnh R404A, R290, R600A thân thiện với môi trường

- **Nguyễn Thế Bảo**

Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG - HCM

- **Đào Huy Tuấn**

Trường Cao đẳng Nghề Giao thông Vận tải TW3

- **Nguyễn Duy Tuệ**

Trường Đại Học Tôn Đức Thắng

(Bài nhận ngày 11 tháng 12 năm 2012, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 21 tháng 08 năm 2013)

TÓM TẮT:

Kỹ thuật lạnh được sử dụng trong rất nhiều trong thời đại hiện nay. Những ứng dụng quan trọng của nó không thể thiếu được trong cuộc sống. Thế nhưng, song song với những lợi ích của nó đem lại là những rắc rối nảy sinh làm ảnh hưởng đến môi trường sinh thái mà con người đang sinh sống, chẳng hạn như : tầng Ozon bị phá hủy, nhiệt độ trái đất tăng lên gây biết bao thảm họa cho con người. Để góp phần làm giảm những vấn đề về môi trường liên quan đến môi chất lạnh nói trên trong bài báo này tác giả sẽ tiến hành nghiên cứu lý thuyết, thực nghiệm việc thay thế môi chất R22, một loại

môi chất làm phá hủy tầng Ozon sẽ được loại bỏ vào năm 2020, bằng những loại môi chất thân thiện với môi trường là : R404A, R290(Propane), R600A (Iso-Butane). Cũng như tiến hành thay thế môi chất lạnh R12 bằng môi chất lạnh R290(Propane). Việc tiến hành nghiên cứu với mục đích so sánh tính chất nhiệt động để tìm ra hướng khả thi trong việc ứng dụng trong thực tế hiện tại phù hợp với điều kiện của Việt Nam. Trong số đó, môi chất lạnh mà nước ta hoàn toàn có thể tự sản xuất được là môi chất lạnh R290 có thể dùng thay thế môi chất lạnh R22 và R12.

Từ khóa: Môi chất lạnh, môi trường.

GIỚI THIỆU

Việc nghiên cứu thay thế các loại môi chất lạnh gây phá hủy tầng Ozon và gây hiệu ứng nhà kính đã được nghiên cứu nhiều trên thế giới [3][4][5][6]. Thế nhưng, việc nghiên cứu thực

nghiệm các môi chất lạnh tại Việt Nam là chưa nhiều. Trong thí nghiệm thực hiện thì việc tiến hành thay thế môi chất lạnh R22 bằng môi chất lạnh R404A, R290(Propane), R600A (Iso-

Butane) thân thiện môi trường[1][2] sẽ được tiến hành trên cùng một hệ thống lạnh thương nghiệp với nhiệt độ buồng lạnh thiết kế yêu cầu -18°C và nhóm nghiên cứu cũng tiến hành trong một hệ thống khác thay thế môi chất lạnh R12 bằng môi chất lạnh R290(Propane). Các thông số khi vận hành sẽ được đo đạc, phân tích, đánh giá để cho thấy khả năng khác biệt về tính chất nhiệt động trong cùng một hệ thống lạnh cũng như cho chúng ta thấy khả năng ứng dụng của các môi chất thân thiện với môi trường như đã nêu.

2. THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Thiết bị thí nghiệm

Là một hệ thống lạnh thương nghiệp sử dụng sơ đồ hệ thống lạnh một cấp có các thành phần

cơ bản : Máy nén sử dụng môi chất lạnh R22 có năng suất lạnh 1514 W, dàn ngưng tụ có diện tích trao đổi nhiệt 4m^2 , van tiết lưu nhiệt, dàn bay hơi có diện tích trao đổi nhiệt $2,5\text{ m}^2$ được chứa trong tủ đông lạnh với kích thước $1,7\text{m}\times 0,6\text{m}\times 0,8\text{m}$ và có các cảm biến nhiệt độ, độ ẩm để hiển thị các thông số trên tủ điện điều khiển nhằm phục vụ cho việc nghiên cứu

Việc thay thế môi chất lạnh cho R12 cũng được tiến hành cùng hệ thống trên nhưng nhóm nghiên cứu thay thế máy nén lạnh sử dụng cho môi chất R22, van tiết lưu nhiệt sử dụng môi chất lạnh R22 được thay thế bằng máy nén sử dụng môi chất lạnh R12 có năng suất lạnh 2510 W và van tiết lưu nhiệt sử dụng môi chất lạnh R12.



Hình 01. Mô hình chế tạo để thay thế môi chất lạnh và các khay nước đặt bên trong

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Lượng môi chất nạp vào hệ thống được xác định với công thức: $m = V/v_1$

Trong đó:

V: thể tích bình chứa cao áp, ở đây ta chỉ nạp 70% thể tích bình (dm^3).

v_1 : thể tích riêng môi chất dạng lỏng (dm^3/kg)

Vậy khối lượng các loại môi chất cần nạp là:

+ Đối với R22 nạp 1520 g môi chất lạnh.

+ Đối với R404A nạp 1270 g môi chất lạnh.

+ Đối với R290 (Propane) nạp 630 g môi chất lạnh.

+ Đối với R600A (Iso-Butane) nạp 770 g môi chất lạnh.

+ Đối với R12 nạp 1700 g môi chất lạnh.

Bên trong sẽ sử dụng các khay nước để giải lập vật liệu cần trữ đông. Số liệu được đo đạc thực nghiệm qua những thiết bị đo chuyên dùng.

Việc thí nghiệm được thực hiện trong xưởng có đầy đủ không gian thông thoáng, thiết bị chữa cháy nhằm đảm bảo an toàn

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN:

3.1 Kết quả của việc thay thế môi chất lạnh R22 bằng môi chất lạnh R404A, R290 (Propane) và R600A (Iso-Butane)

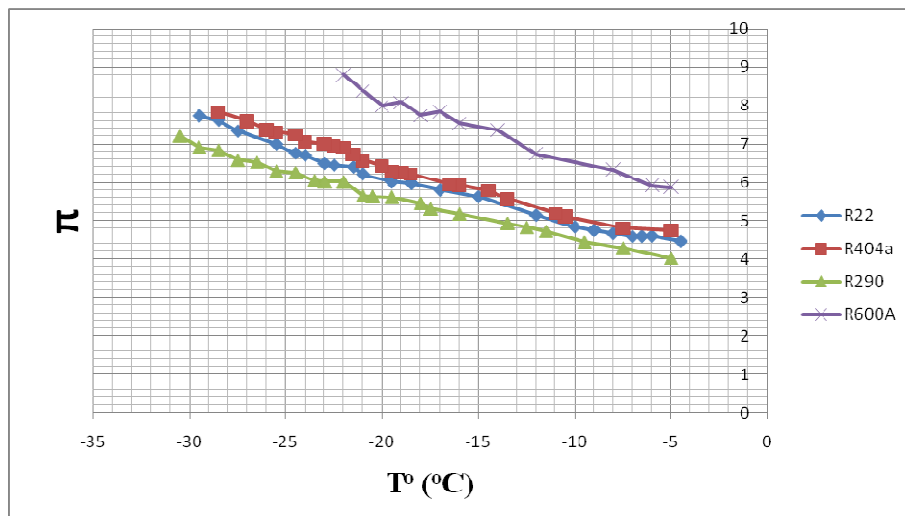
Chúng tôi tiến hành thay thế từng môi chất lạnh vào hệ thống, đo đạc và cho ra các đồ thị cũng như các kết quả đánh giá sau:

3.1.1 Đánh giá mối quan hệ giữa nhiệt độ bay hơi và áp suất bay hơi

Có thể thấy rằng môi chất lạnh R404A có áp suất hơi bão hòa khá cao tại nhiệt độ bay hơi thấp

[2]. Điều này giúp tránh độ chân không trong hệ thống khi vận hành kho lạnh ở nhiệt độ thấp. Ngược lại, môi chất R600A (Iso-Butane) lại có áp suất chân không khi vận hành tại nhiệt độ bay hơi từ -12°C trở xuống [2]. Đây là một nhược điểm của môi chất R600A khi sử dụng cho mục đích cấp đông hay bảo quản thực phẩm ở nhiệt độ thấp. Có thể nhận thấy rằng môi chất R22 và R290 (Propane) có thể vận hành tại nhiệt độ bay hơi nhỏ hơn $-42,1^{\circ}\text{C}$ [2] mới bắt đầu bị chân không. Cả 2 môi chất này có sự biến thiên giữa nhiệt độ và áp suất bão hòa tương đồng nhau.

3.1.2 Đánh giá tỷ số nén của các loại môi chất tại nhiệt độ bay hơi khác nhau



Hình 2. Mối quan hệ giữa nhiệt độ sôi và tỷ số nén tại nhiệt độ môi trường 29°C .

Dựa trên các đường biểu diễn trên đồ thị thì môi chất lạnh R600A (Iso-Butane) có tỷ số nén cao nhất trong các loại môi chất. Đây là điều mà ta dễ dàng hiểu được vì áp suất trong thiết bị bay hơi của R600A bắt đầu chân không với nhiệt độ sôi nhỏ hơn -12°C . Kế đến lần lượt là môi chất lạnh R404A, R22, thấp nhất là R290 (Propane). Rõ ràng đây chính là ưu điểm của môi chất R290 (Propane) khi vận hành ở chế độ nhiệt độ bay hơi

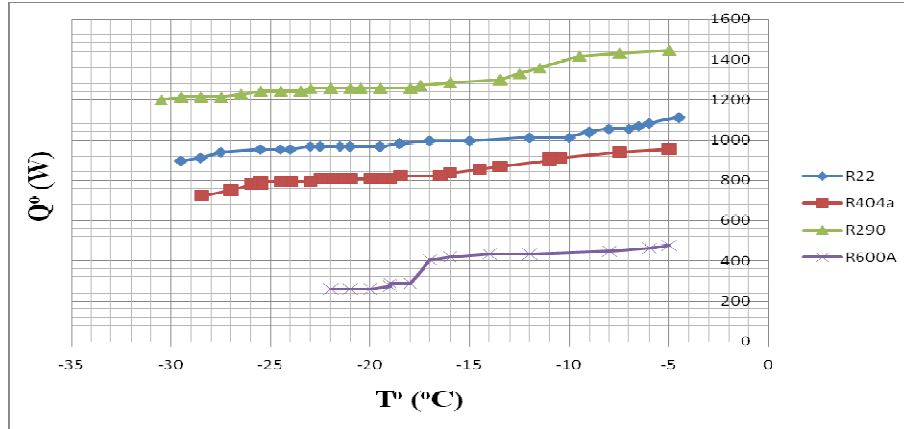
thấp vì hạn chế được nhiệt độ cuối tầm nén cao gây ảnh hưởng đến dầu nhớt bôi trơn cũng như tiết kiệm được năng lượng khi sử dụng.

3.1.3 Đánh giá năng suất lạnh khi nhiệt độ bay hơi thay đổi

Việc so sánh năng suất lạnh khi vận hành cùng trên một hệ thống với các loại môi chất lạnh khác nhau cho ta kết quả là : môi chất R290 đạt năng suất lạnh cao nhất và vượt trội so với môi chất

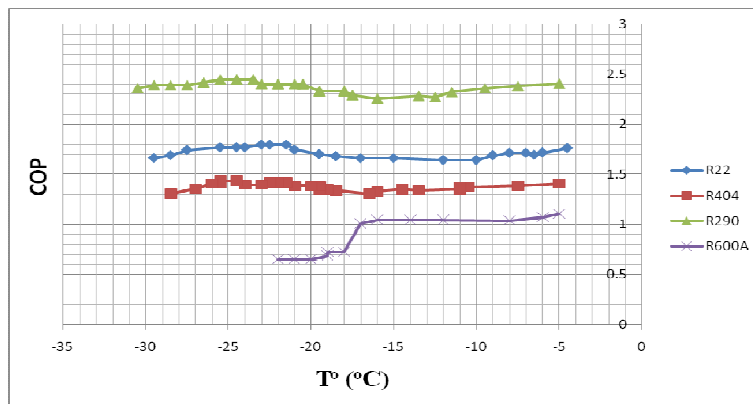
lạnh còn lại (hơn 15% so với môi chất R22, hơn 30% với môi chất R404A, gấp 3 lần so với R600A (Iso-Butane). Đây là lợi điểm rất lớn của môi chất R290 (Propane) vì giúp tiết kiệm được năng lượng sử dụng, diện tích trao đổi nhiệt của

thiết bị, thời gian cấp đông sản phẩm (nếu sử dụng để cấp đông)...



Hình 3. Mối quan hệ giữa nhiệt độ bay hơi và năng suất lạnh

3.1.4 Đánh giá hệ số làm lạnh ở các nhiệt độ bay hơi khác nhau tại cùng nhiệt độ môi trường 29oC



Hình 4. Mối quan hệ giữa nhiệt độ sôi và hệ số COP

Việc so sánh hệ số làm lạnh của các loại môi chất trên cho ta một cái nhìn tổng quan nhất về sự tiêu hao năng lượng và năng suất lạnh đạt được. Rõ ràng rằng, môi chất lạnh R290 có hệ số làm lạnh cao nhất trong các môi chất đã thử nghiệm. Môi chất lạnh R404A có hệ số làm lạnh thấp hơn môi chất lạnh R22 nên khó có khả năng là sự lựa

chọn tốt cho việc thay thế môi chất lạnh R22. Ngoài ra, sự suy giảm đáng kể hệ số làm lạnh của môi chất lạnh R600A tại nhiệt độ bay hơi thấp hơn -17 °C cho thấy không nên sử dụng môi chất lạnh này trong ứng dụng kỹ thuật lạnh sâu nên chỉ thích hợp trong các tủ lạnh gia đình loại có nhiệt độ bùồng -12°C.

3.2 Kết quả của việc thay thế môi chất lạnh R12 bằng môi chất lạnh R290 (Propane)

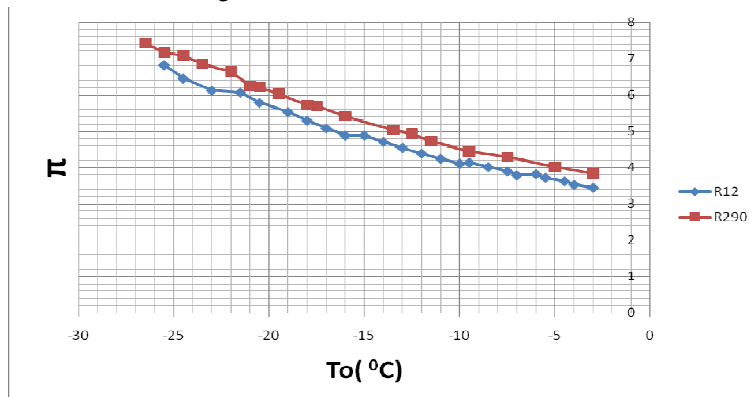
3.2.1 Đánh giá mối quan hệ giữa nhiệt độ bay hơi và áp suất bay hơi

Áp suất môi chất lạnh R290 (Propane) cao hơn áp suất môi chất lạnh R12, chính vì vậy áp suất ngưng tụ của môi chất lạnh R290 cũng sẽ cao. Nhưng bù lại khi vận hành dưới nhiệt độ $-42,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ hệ thống mới bắt đầu bị chân không, còn môi

chất lạnh R12 hệ thống bị chân không khi nhiệt độ bay hơi tại $-29,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2].

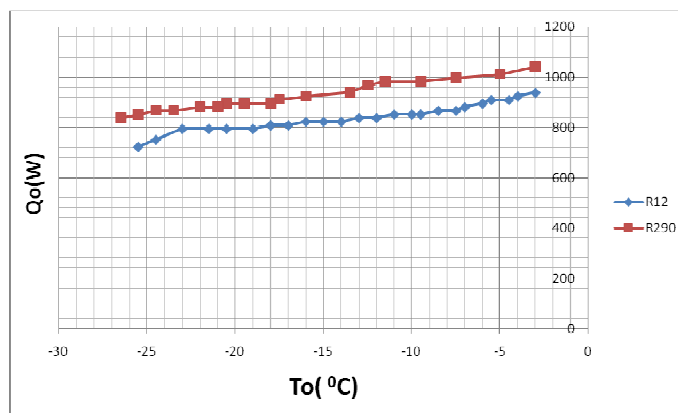
3.2.2 Đánh giá tỷ số nén khi thay đổi nhiệt độ bay hơi

Rõ ràng tỷ số nén của môi chất lạnh R290 (Propane) sẽ cao hơn một chút so với môi chất lạnh R12. Điều này sẽ làm nhiệt độ cuối tâm nén tăng lên. Đây là một bất lợi của môi chất lạnh R290.



Hình 5. Biến thiên tỷ số nén và nhiệt độ bay hơi tại nhiệt độ môi trường 29°C

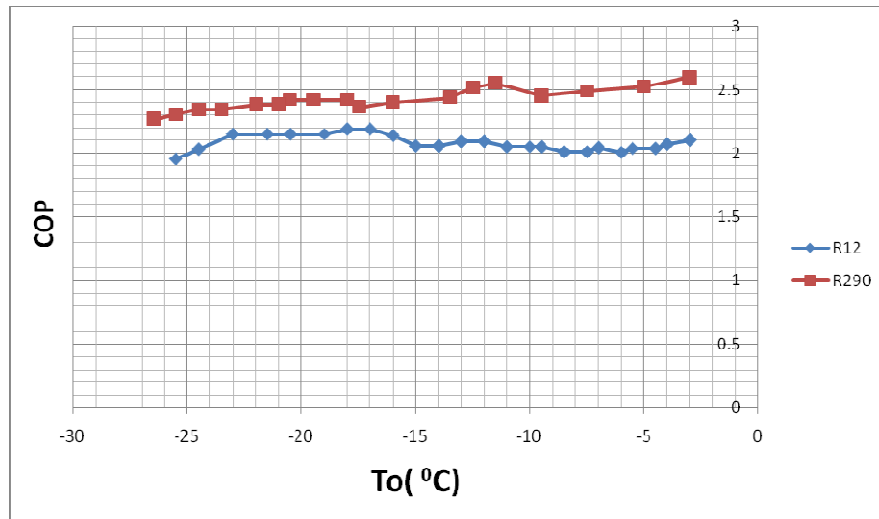
3.2.3 Đánh giá sự thay đổi năng suất lạnh khi thay đổi nhiệt độ bay hơi



Hình 6. Biến thiên năng suất lạnh và nhiệt độ bay hơi

Năng suất lạnh khi sử dụng môi chất lạnh R290 (Propane) cao hơn khi sử dụng môi chất lạnh R12 khoảng 14%.

3.2.4 Đánh giá hệ số làm lạnh ở các nhiệt độ bay hơi khác nhau tại cùng nhiệt độ môi trường 29°C



Hình 7. Mối quan hệ giữa COP và nhiệt độ bay hơi

Hệ số COP khi sử dụng môi chất lạnh R290 (Propane) cao hơn khi sử dụng môi chất lạnh R12 khoảng 18%. Do đó việc tiêu thụ năng lượng sẽ thấp hơn khá nhiều. Điều này sẽ kinh tế hơn nếu sử dụng môi chất lạnh R290 (Propane)

4. KẾT LUẬN

Trong bài báo này chúng tôi tiến hành nghiên cứu thực nghiệm việc thay thế và đánh giá các loại môi chất lạnh khác nhau. Qua đó chúng tôi có một số nhận xét sau:

- Môi chất lạnh R404A khi thay vào hệ thống lạnh sử dụng R22 năng suất lạnh giảm đi khoảng 15%, COP giảm 20%.

- Môi chất lạnh R600A khi thay vào hệ thống lạnh sử dụng môi chất lạnh R22 năng suất lạnh giảm đi khoảng 60%, COP rất thấp. Vì vậy không nên dùng môi chất lạnh R600A thay thế vào hệ thống sử dụng môi chất lạnh R22.

- Môi chất lạnh R290 (Propane) có ưu điểm nổi trội có thể được sử dụng để có thể thay thế môi chất lạnh R22 và R12.

- Khi môi chất lạnh R290 (Propane) thay thế cho môi chất lạnh R22 năng suất lạnh tăng khoảng 15%, hệ số làm lạnh cao, tỷ số nén nhỏ. Do tỷ số nén nhỏ nên nhiệt độ cuối tầm nén thấp, không cần phải thay thế thiết bị ngưng tụ khác.

- Nếu môi chất lạnh R290 (Propane) thay thế cho môi chất lạnh R12 cũng có năng suất lạnh tăng khoảng 14%, hệ số làm lạnh cao hơn 18%, tỷ số tăng không đáng kể.

Tuy nhiên, môi chất lạnh R290 (Propane) có khả năng cháy nổ nên cần phải cẩn thận khi vận hành, sửa chữa.

Feasibility study of the replacement of refrigerants R22 & R12 by using environmentally friendly refrigerants R404A, R290 & R600A

- **Nguyen The Bao**

University of Technology, VNU - HCM

- **Dao Huy Tuan**

The Central Vocational College of Transport N^o 3

- **Nguyen Duy Tue**

Ton Duc Thang University

ABSTRACT:

Refrigerant system is broadly applied in several areas currently. Their importances we can't deny. However, beside its convenience, there are a lot of problems appearing impact on our living environment such as: Ozon depletion, global warming that create a lot of disaster for our life. To contribute for solving those problems, we researched theories, also to conduct experiments for R22, R12 replacement by

using friendly environment refrigerant as: R404A, R290, R600A. Our research purpose comparing different refrigerants to find out the one that has compatible thermodynamic property to apply in Viet nam's condition. Among those, the refrigerant that we can produce ourselves is R290 having same thermodynamic property with R22, R12, and also achieve a good result for R22, R12 replacement.

Key words: replacement of refrigerants, friendly environment refrigerant, Refrigerant.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. GS.Lê Chí Hiệp, *Máy lạnh hấp thụ trong kỹ thuật điều hòa không khí*, NXB ĐHQG TP.HCM, 2008 .
- [2]. Nguyễn Đức Lợi, *Ga, dầu và chất tải lạnh*, NXB GIÁO DỤC, 2009.
- [3]. M.A.Alsaad*, M.A.Hammad, *The application of propane/butane mixture for domestic refrigerators*, Mechanical Engineering Department, University of Jordan, Amman, Jordan, Received 27 November 1997
- [4]. M. A. Sattar, R. Saidur, and H. H. Masjuki, *Performance Investigation of Domestic Refrigerator Using Pure Hydrocarbons and Blends of Hydrocarbons as Refrigerants*, World Academy of Science, Engineering and Technology, Received 25 June 2007
- [5]. A.S.Dalkilic^a, S.Wongwises^b, *A performance comparison of vapour-*

- compression refrigeration system using Various alternative refrigerants.*
- [6]. Somchai Wongwises *, Nares Chimres, *Experimental study of hydrocarbon mixtures to replace HFC-134a in a domestic refrigerator*, Fluid Mechanics, Thermal Engineering and Multiphase Flow Research Laboratory (FUTURE), Department of Mechanical Engineering, KingMongkut's University of Technology Thonburi, 91, Prachauti Road, Bangmod, Bangkok 10140, Thailand, Received 12 September 2003.
- [7]. Sattar MA, Saidur R, and Masjuki H.H , *Experimental Investigation on the Performance of Domestic Refrigerator Using Isobutane and Mixture of Propane, Butane and Isobutene*, University of Malaya, Malaysia, Received 27 May 2008.
- [8]. Nguyễn Đức Lợi, *Giáo trình Thiết kế hệ thống lạnh*, NXB GIÁO DỤC, 2009.
- [9]. PGS.Hoàng Đình Tín, *Truyền nhiệt & tính toán thiết bị trao đổi nhiệt*, NXB KHKT, 2001.
- [10]. Bùi Hải, *Thiết bị trao đổi nhiệt*, NXB KHKT, 2006.
- [11]. PGS.Trần Thanh Kỳ, *Máy Lạnh*, NXB ĐHQG TP.HCM, 2006.
- [12]. TS. Nguyễn Thế Bảo, Ths. Trần Xuân Phú - *Bảo toàn năng lượng, sử dụng hợp lý, tiết kiệm và hiệu quả*, NXB KHKT, 2006.