

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG NHIỆT KHÍ THẢI TỪ ĐỘNG CƠ XE BUS CHO MÁY LẠNH HẤP THỤ $\text{LiBr-H}_2\text{O}$ ĐỂ ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ

STUDYING ON THE ABILITY TO USE HEAT FROM BUS' EXHAUST GAS FOR $\text{LiBr-H}_2\text{O}$ ABSORPTION CHILLER TO AIR CONDITIONING

Đỗ Văn Dũng, Hoàng An Quốc

Phạm Văn Kiên, Đoàn Minh Hùng

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. HCM

TÓM TẮT

Bài báo này giới thiệu nghiên cứu đánh giá khả năng sử dụng nhiệt khí thải từ động cơ Diesel của xe Bus cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ $\text{H}_2\text{O-LiBr}$ để điều hòa không khí. Đã xây dựng chương trình tính máy lạnh hấp thụ dựa theo các thông số khí thải của xe bus trên Matlab 7.8, đã sử dụng chương trình tính toán cho các xe bus với động cơ có công suất từ 100kW đến 260kW và đã đưa ra được đồ thị biểu thị quan hệ giữa công suất động cơ và công suất máy lạnh hấp thụ. Các kết quả nghiên cứu cho thấy rằng việc sử dụng nhiệt thải từ xe bus cho máy lạnh hấp thụ để điều hòa không khí là hoàn toàn khả thi.

ABSTRACT

In this paper, the study evaluating the ability to use hot exhaust gas from bus engine to supply heat to $\text{LiBr-H}_2\text{O}$ absorption chiller to air conditioning is introduced. The program describing the thermodynamics and capacity of $\text{LiBr-H}_2\text{O}$ absorption chiller has been written in Matlab 7.8 environment. It has been used to calculate for bus with an engine power of 100 kW to 260 kW and given graph shows the relationship between diesel engine power and capacity of absorption chiller. The research results show that the use of waste heat from bus to supply heat to $\text{LiBr-H}_2\text{O}$ absorption chiller to air conditioning is feasible.

Keywords: $\text{LiBr-H}_2\text{O}$ absorption chiller; Điều hòa không khí trên xe Bus....

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, hầu hết các hệ thống điều hòa không khí trên xe ô tô đều sử dụng máy lạnh loại nén hơi và được truyền động từ động cơ thông qua bộ ly hợp. Điều này làm tăng phụ tải cho động cơ, cũng là nguyên nhân tổn hao nhiên liệu. Suất tiêu hao nhiên liệu được tính toán theo tiêu chuẩn 2009/33/EC

cho hệ thống điều hòa không khí trên xe bus là 1,058 lít/giờ [2].

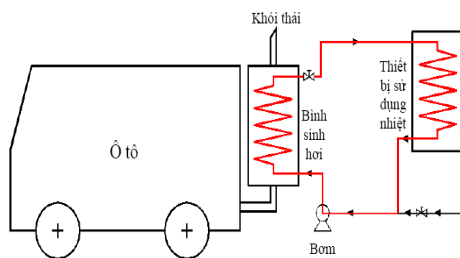
Mặt khác, nhiệt độ khí thải từ động cơ Diesel trên xe bus có mức nhiệt thể trung bình với giá trị nhiệt độ từ 350°C đến 500°C.

Do đó, việc nghiên cứu sử dụng nguồn nhiệt khí thải từ động cơ xe bus để điều hòa không khí nhằm tiết kiệm năng lượng là hết

sức cần thiết. Máy lạnh hấp thụ H₂O-LiBr có thể giải quyết được vấn đề này. Máy lạnh hấp thụ LiBr-H₂O loại 1 cấp (Single Effect) sử dụng nguồn nhiệt từ 105°C đến 180°C. Bài báo này giới thiệu nghiên cứu đánh giá khả năng sử dụng nhiệt khí thải từ động cơ Diesel của xe Bus cấp nhiệt cho máy lạnh hấp thụ H₂O-LiBr để điều hòa không khí

II. Cơ sở lý thuyết

Phương án cấp nhiệt gián tiếp cho máy lạnh hấp thụ được lựa chọn trong phạm vi nghiên cứu này được trình bày như hình 1. Khí thải sau động cơ sẽ cấp nhiệt cho nước để sinh hơi, hơi nước sinh ra được đi vào thiết bị sử dụng nhiệt để gia nhiệt của máy lạnh hấp thụ, nhả nhiệt cho dung dịch H₂O-LiBr và ngưng tụ lại rồi được bơm trở lại bình sinh hơi.



Hình 1: Sơ đồ tận dụng nhiệt thải từ động cơ của ô tô.

Việc tính toán lượng nhiệt thải và tính toán máy lạnh hấp thụ được dựa trên cơ sở lý thuyết như sau:

2.1. Lưu lượng khí thải từ động cơ

$$G_k = G_l(\alpha_1 G_o + 1), \text{ [kg/s]} \quad (1)$$

Trong đó:

G_l - lượng tiêu hao nhiên liệu của động cơ, [kg/h]

α_1 - hệ số dư lượng không khí thực tế, $\alpha_1 = G_{tt} / G_{lt} = 1,003$

G_{tt}, G_{lt} - lượng không khí thực tế và lý thuyết để đốt cháy lượng nhiên liệu phun vào xylanh.

G_o - lượng không khí lý thuyết để đốt cháy 1kg nhiên liệu, [kg]

2.2. Công suất nhiệt của khí thải cấp cho bộ sinh hơi

$$Q_k = G_k \cdot C_{pk} \cdot (t'_k - t''_k), \text{ [kW]} \quad (2)$$

Trong đó :

Q_k - Công suất nhiệt khí thải, [kW]

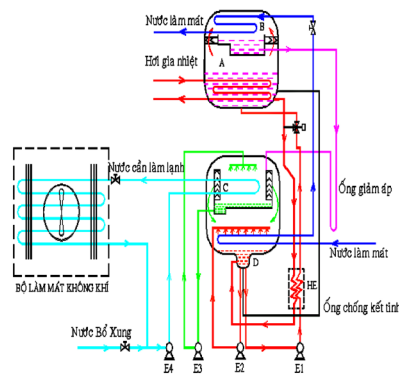
C_{pk} - Nhiệt dung riêng khối lượng đẳng áp của khí thải, [kJ/(kg.độ)]

t'_k - Nhiệt độ khí thải đi ra động cơ đốt trong và đi vào bộ sinh hơi, [°C]

t''_k - Nhiệt độ khí thải đi ra bộ sinh hơi, [°C]

2.3. Tính toán nhiệt máy lạnh hấp thụ H₂O-LiBr 1 cấp

Hiện nay, máy lạnh hấp thụ H₂O-LiBr một cấp được sử dụng chủ yếu trong kỹ thuật điều hòa không khí và nguồn nhiệt cấp cho máy có nhiệt độ vừa phải có thể đáp ứng được nên việc lựa chọn máy lạnh này để nghiên cứu là phù hợp (hình 2).



Hình 2: Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy lạnh hấp thụ LiBr-H₂O 1 cấp (Single Effect)
 A - Bình phát sinh; B - Bình ngưng tụ; C - Bình bốc hơi; D - Bình hấp thụ; E - Bơm.

Gọi a là bội số tuần hoàn, là tỷ số giữa lượng dung dịch loãng cấp vào với lượng môi chất lạnh bay ra tại bình phát sinh. Từ phương trình cân bằng chất ra suy ra:

$$a = \frac{c_s}{c_s - c_w};$$

c_s - nồng độ dung dịch đậm đặc ra khỏi bình phát sinh.

c_w - nồng độ dung dịch loãng đi vào bình phát sinh.

Trong quá trình tính toán tác giả sử dụng các phương trình cân bằng năng lượng ở các thiết bị chính của máy lạnh hấp thụ, từ đó suy ra các phụ tải nhiệt cần thiết như sau:

- Phụ tải nhiệt tại bình phát sinh:

$$q_h = h_3 + (a-1).h_4 - a.h_7; \text{ [kJ/kg]}$$

- Phụ tải nhiệt của bình ngưng tụ:

$$q_k = h_3 - h_3; \text{ [kJ/kg]}$$

- Phụ tải nhiệt bình bay hơi:

$$q_o = h_1 - h_3$$

- Phụ tải nhiệt bình hấp thụ:

$$q_a = (a-1).h_8 + h_1 - a.h_2; \text{ [kJ/kg]}$$

- Phụ tải nhiệt tại thiết bị trao đổi nhiệt:

$$q_t = a(h_7 - h_2) = (a-1)(h_4 - h_8); \text{ [kJ/kg]}$$

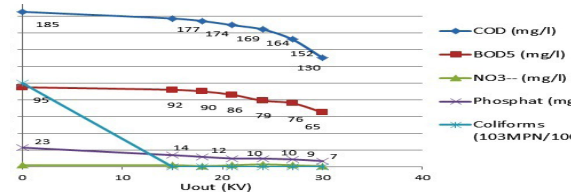
Phương trình cân bằng nhiệt của hệ thống là $q_h + q_o = q_a + q_k; \text{ [kJ/kg]}$

Hệ số hiệu quả sử dụng năng lượng COP đối với máy lạnh hấp thụ H₂O-LiBr nằm trong khoảng từ 0,65 đến 0,75 và được xác định bằng công thức

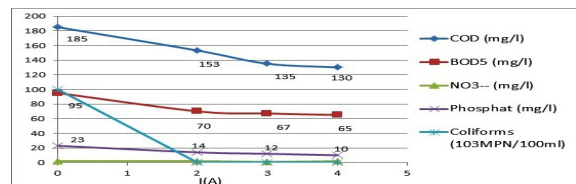
$$COP = \frac{q_o}{q_h}$$

III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

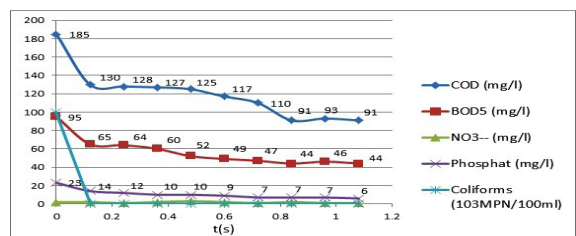
Trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết, đã xây dựng chương trình để hỗ trợ việc tính toán bằng phần mềm Matlab 7.8 như hình 3, hình 4 và hình 5.



Hình 3: Sơ đồ lưu chuyển của chương trình tính toán.



Hình 4: Nhập thông số đầu vào.

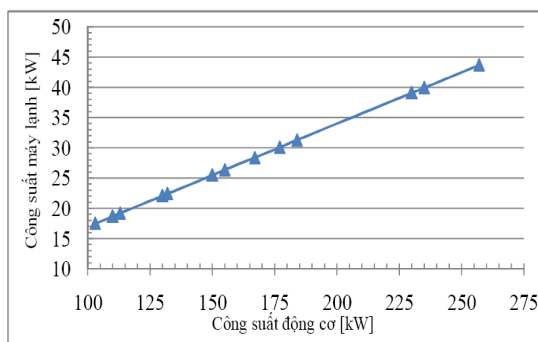


Hình 5: Kết quả tính toán cho phần công suất lạnh.

Từ số liệu thống kê về đặc tính kỹ thuật của một số loại xe ô tô và kết quả tính toán dưới sự hỗ trợ của chương trình được xây dựng, đã đưa ra được bảng giá trị tương ứng giữa công suất động cơ (CSĐC) và công suất máy lạnh (CSML) như trong bảng 1, từ đó làm cơ sở xây dựng đồ thị thể hiện mối quan hệ này như hình 6.

Bảng 1. Bảng giá trị tương ứng giữa CSĐC và CSML.

| Loại động cơ | CSĐC [kW] | CSML [kW] |
|------------------------------|-----------|-----------|
| D4DB | 103 | 17,496 |
| 4HK1-E2N | 110 | 18,684 |
| D6AB-D | 113 | 19,194 |
| CA6110A-1B | 130 | 22,082 |
| YUCHAI (YC4G180-20, EURO II) | 132 | 22,421 |
| ISUZU NQR 5.2 | 150 | 25,479 |
| CA6113BZS | 155 | 26,328 |
| Diesel D6BR - Euro 1 | 167 | 28,367 |
| THACO BUS – KB110SL | 177 | 30,065 |
| HINO JO8C-TK | 184 | 31,255 |
| DE12 | 230 | 39,068 |
| NISSAN Common-rail | 235 | 39,917 |
| NISSAN Common-rail | 257 | 43,654 |



Hình 6. Đồ thị quan hệ giữa công suất động cơ và công suất hệ thống lạnh.

Đồ thị trên thể hiện mối quan hệ giữa công suất động cơ và công suất lạnh của máy lạnh hấp thụ H₂O-LiBr một cấp. Điều này cho phép xác định được dải công suất lạnh có thể đạt được với công suất động cơ tương ứng (nhiệt độ khối thải vào và ra bộ sinh hơi tương ứng được chọn phục vụ tính toán là 450°C và 180°C).

VI. KẾT LUẬN

- Chương trình tính toán các thông số nhiệt động và công suất của máy lạnh hấp thụ LiBr-H₂O sử dụng khối thải từ động cơ của xe bus có thể dùng để tính chọn nhanh công suất máy lạnh hấp thụ.

- Công suất của máy lạnh hấp thụ thay đổi từ 17,5kW đến 43,5kW khi công suất động cơ trong khoảng từ 103kW đến 257kW như hình 6.

- Các kết quả nghiên cứu ở trên cho thấy rằng việc tận dụng nhiệt khí thải từ động cơ của ô tô là hoàn toàn có khả thi.

- Các kết quả của nghiên cứu này có thể dùng để tham khảo khi tính toán chế tạo máy lạnh hấp thụ để điều hòa không khí trên xe bus.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bùi Hải, Dương Đức Hồng, Hà Mạnh Thư - Thiết bị trao đổi nhiệt. Nhà xuất bản Khoa Học và Kỹ Thuật, 1999, 444 trang.
- [2]. Kopecka M., Hegar M., Ryska A. - Fuel consumption measurement of bus HVAC units,
- [3]. Lê Chí Hiệp - Máy lạnh hấp thụ trong kỹ thuật ĐHKK. NXB ĐHQGTPHCM-2004, 504 trang.
- [4]. Hoàng Đình Tín. Truyền nhiệt và tính toán thiết bị trao đổi nhiệt. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2001, 582 trang.
- [5]. Hoàng An Quốc – Nghiên cứu nâng cao hiệu quả cấp nhiệt bằng ống nhiệt mặt trời cho máy lạnh hấp thụ H₂O-LiBr loại Single Effect ở miền nam Việt Nam, luận án tiến sĩ kỹ thuật, 2009, 126 trang.