

XÂY DỰNG PHẦN MỀM XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TÍNH NHIỆT KỸ THUẬT KHI TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MÁY LẠNH HẤP THỤ NH₃-H₂O

THE PROGRAM DESCRIBING THE THERMODYNAMIC AND HEAT TRANSFER PROCESSES IN NH₃-H₂O ABSORPTION CHILLER

Hoàng An Quốc – Trần Thị Ngọc Liên
Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TP. HCM

TÓM TẮT

Bài báo trình bày tóm lược cơ sở lý thuyết tính toán máy lạnh hấp thụ (MLHT) NH₃ – H₂O và mô tả toán học các quá trình diễn ra trong hệ thống lạnh hấp thụ NH₃ – H₂O. Trên cơ sở đó xây dựng phần mềm tính toán máy lạnh hấp thụ bằng ngôn ngữ Matlab. Phần mềm đã được kiểm nghiệm và có độ chính xác, độ tin cậy cao, có thể dùng để tính toán thiết kế và lựa chọn phương án tối ưu khi thiết kế lắp đặt, đồng thời nó cũng có thể làm tài liệu học tập, nghiên cứu cho sinh viên các ngành nhiệt điện lạnh.

ABSTRACT

This paper presents a summary of the theoretical basis to calculate the NH₃ - H₂O absorption chiller and mathematical description of the processes taking place in the NH₃ - H₂O absorption chiller. On this basis, the program describing the thermodynamic and heat transfer processes in absorption chiller has been designed to do computational experiments corresponding to this diagrams. The software has been tested and the result shows that it has high reliability, it can be used to calculate the design and selection of the optimal design and installation, and it can also use as learning materials, study for students in heat and refrigeration engineering.

1. Giới thiệu

Trong thời đại công nghiệp hóa và hiện đại hóa, nhu cầu về làm lạnh và điều hòa không khí ngày càng tăng cao, việc sử dụng các loại máy lạnh máy nén hơi dùng môi chất Freon như hiện nay sẽ gây ra các ảnh hưởng xấu đến môi trường. Máy lạnh hấp thụ có thể thay thế cho máy lạnh máy nén hơi để giảm các nhược điểm trên, do máy lạnh hấp thụ sử dụng năng lượng là nhiệt năng và sử dụng môi chất lạnh là chất không gây ô nhiễm môi trường.

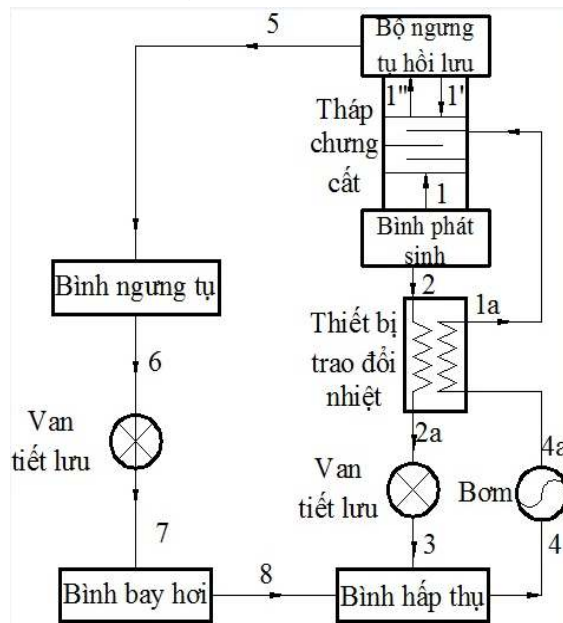
Trên thị trường thế giới hiện nay có 2 loại máy lạnh hấp thụ: (i) máy lạnh hấp thụ H₂O-LiBr dùng trong kỹ thuật điều hòa không khí và (ii) máy lạnh hấp thụ NH₃-H₂O sử dụng trong kỹ thuật làm lạnh nhiệt độ thấp.

Tuy nhiên, cho đến hiện nay các tài liệu về tính toán thiết kế MLHT còn hiếm và hầu hết là sử dụng phương pháp tra bảng và đồ thị để tính toán thiết kế, do đó mất rất nhiều thời gian và công sức. Chính vì vậy việc nghiên cứu xây dựng phần mềm tính toán thiết kế máy lạnh hấp thụ NH₃ – H₂O là rất cần thiết.

2. Đối tượng nghiên cứu:

Để xây dựng phần mềm tính toán MLHT NH₃ – H₂O, trước tiên cần phải nghiên cứu về lý thuyết chu trình máy lạnh hấp thụ amoniac – nước để từ đó lựa chọn, thiết kế chu trình thực. Đồng thời nghiên cứu cơ sở lý thuyết tính toán để xác định các đặc tính nhiệt kỹ thuật của MLHT NH₃ – H₂O. Trên cơ sở đó, ứng dụng Matlab vào việc viết phần mềm tính toán chu trình thực của MLHT.

Có rất nhiều sơ đồ máy lạnh hấp thụ NH₃-H₂O, trong nghiên cứu này chúng tôi tập trung giới thiệu sơ đồ MLHT NH₃-H₂O một cấp hồi nhiệt. Sơ đồ MLHT NH₃-H₂O một cấp hồi nhiệt được trình bày trên hình 1.



Hình 1 Sơ đồ MLHT NH₃ - H₂O một cấp hồi nhiệt

3. Cơ sở lý thuyết tính toán

Các công thức xác định các thông số nhiệt động của dung dịch và môi chất lạnh trong phần này được trích dẫn từ tài liệu [1] cụ thể như sau: .

a). Nhiệt độ sôi

Xác định nhiệt độ sôi T (°K) của dung dịch NH₃-H₂O ở nồng độ c và áp suất p (bar) [1] :

$$T = \frac{a}{\log p + 0,00847711 - b}$$

trong đó :

$$a = -2103,5 + 4669,96.c - 20228,3.c^2 + 56507.c^3 - 80989,9.c^4 + 55286,5.c^5 - 14361,4.c^6$$

$$b = 5,65208 - 7,0317.c + 37,9018.c^2 - 102,912.c^3 + 135,789.c^4 - 82,7106.c^5 + 18,4113.c^6$$

b). Entanpi

Entanpi của dung dịch lỏng [1]:

$$i' = c.i_{NH_3} + (1-c).i_{H_2O} + q_t$$

Entanpi của hơi bay ra từ dung dịch lỏng khi sôi :

$$i'' = c_v.i_{vNH_3} + (1-c_v).i_{vH_2O} ; \text{ Với:}$$

$$i_{NH_3} = -1058,43 + 3,02148.T +$$

$$0,312072.10^{-2}.T^2 + 0,155360.p -$$

$$0,123079.10^{-4}.p^2 - 0,129460.10^{-5}.p.T^2$$

$$i_{H_2O} = -1039,5 + 3,56393.T +$$

$$0,919594.10^{-3}.T^2 + 0,1243765.p -$$

$$0,222979.10^{-5}.p^2 - 0,356960.10^{-6}.p.T^2 \quad q_t =$$

$$-839,87.(1 - 0,071.c).[(1 - c).c + (1 - c^2).c^2]$$

$$i_{vNH_3} = 770,761 + 1,86947.T +$$

$$0,578293.10^{-4}.T^2 + 0,731509.10^{-6}.T^3 +$$

$$8,98074.p - 4580,15.p / T$$

$$i_{vH_2O} = 1993,19 + 1,88878.T - 0,205512.10^{-3}.T^2 + 0,367295.10^{-6}.T^3 + 10,6342.p - 7648,34.p / T$$

Trong đó :

T – nhiệt độ của dung dịch lỏng hoặc của hơi, $^{\circ}K$

p – áp suất của dung dịch lỏng hoặc của hơi, bar

i' và i'' lần lượt là entanpi của dung dịch lỏng (ở nồng độ c, nhiệt độ T và áp suất p) và entanpi của hơi bay ra từ dung dịch đó khi sôi, kJ/kg.

i_{NH_3} , i_{vNH_3} – entanpi của NH_3 lỏng và NH_3 hơi ứng với nhiệt độ T và áp suất p, kJ/kg.

i_{H_2O} , i_{vH_2O} – entanpi của NH_3 nước và hơi nước ứng với nhiệt độ T và áp suất p, kJ/kg.

q_t – nhiệt lượng hòa trộn, kJ/kg.

c_v – nồng độ của hơi bay ra từ dung dịch NH_3-H_2O đang sôi.

c). *Nồng độ của hơi*

Công thức xác định nồng độ của hơi bay ra từ dung dịch lỏng sôi ở nồng độ c, áp suất p (bar) và nhiệt độ T ($^{\circ}K$) [1] :

$$c_v = 1 - (1 - c) e^{-\frac{b+d}{T}} ; \text{ trong đó :}$$

$$b = - 6571,06 + 39,9544.T - 0,243781.10^{-2}.T^3 - 22,7722.p - 0,4979.10^{-7}.p^2 + 8286,02.p / T + 0,172363.10^{-1}.p.T + 0,77344.10^{-6}.p.T^2 - 3,62962.T.\ln T - T.\ln p$$

$$d = - 1467.c^2.(1,25.c^3 - 5,58.c^2 + 5,96.c - 0,42) + (17,3.c^3 - 13,8.c^4).T$$

d). *Năng suất nhiệt cấp cho bình phát sinh Q_G*

Phương trình cân bằng nhiệt của bình phát sinh

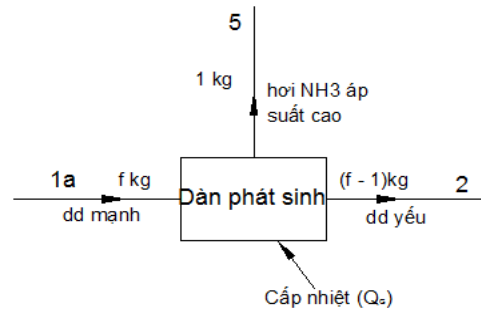
$$Q_G = Q_R + m_2 . i_2 + m_5 . i_5 - m_{1a} . i_{1a} = Q_R + (f-1) . i_2 + i_5 - f . i_{1a} , \text{ kJ/kg}$$

Trong đó:

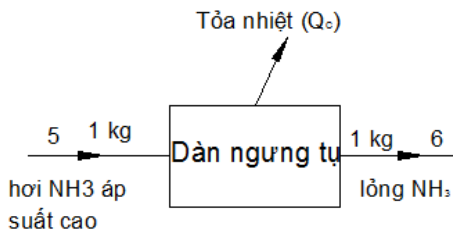
f – bội số tuần hoàn

i -

entanpy



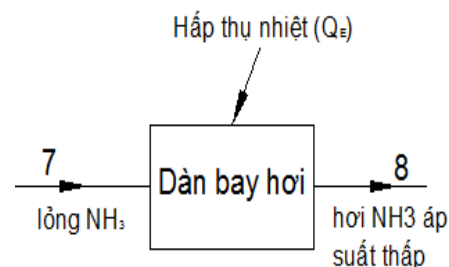
e). *Năng suất nhả nhiệt của bình ngưng tụ Q_C*



Phương trình cân bằng nhiệt của bình ngưng

$$Q_C = m_5 . i_5 - m_6 . i_6 = i_5 - i_6 \text{ kJ/kg}$$

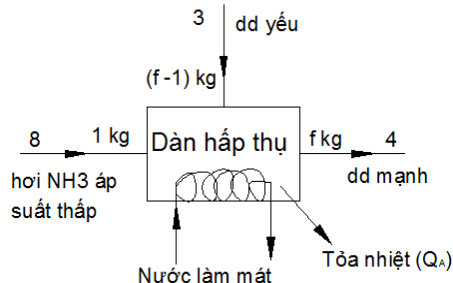
f). *Năng suất lạnh Q_E*



Phương trình cân bằng nhiệt của bình bay hơi

$$Q_E = m \cdot (i_8 - i_7) = i_8 - i_7 \text{ kJ/kg}$$

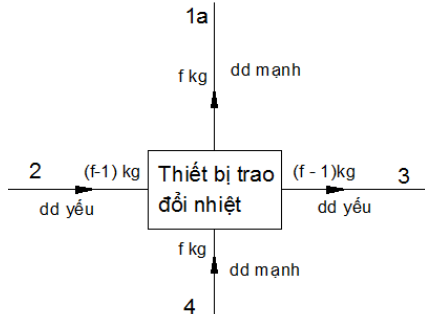
g). Năng suất nhả nhiệt của bình hấp thụ Q_A



Phương trình cân bằng nhiệt của bình hấp thụ

$$Q_A = m_3 \cdot i_3 + m_8 \cdot i_8 - m_4 \cdot i_4 = (f-1) \cdot i_3 + i_8 - f \cdot i_4, \text{ kJ/kg}$$

h). Năng suất nhiệt của thiết bị trao đổi nhiệt Q_{HE}



Phương trình cân bằng nhiệt của TBTDN

$$Q_{HE} = (f-1)i_2 + f \cdot i_4 - f \cdot i_{1a} - (f-1)i_3 = (f-1)(i_2 - i_3).$$

i). Năng suất nhiệt bộ ngưng tụ hồi lưu

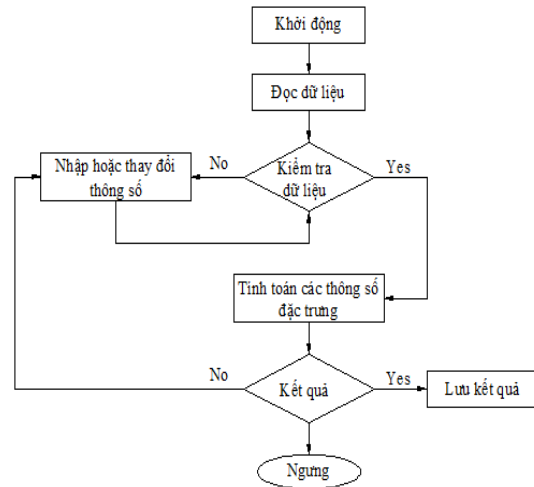
Phương trình cân bằng nhiệt tại bộ ngưng tụ hồi lưu

$$(1 + R) \cdot i_{1''} = 1 \cdot i_5 + R \cdot i_{1'} + Q_R$$

$$\text{Hay: } Q_R = i_{1''} - i_5 + R \cdot (i_{1''} - i_{1'})$$

4. Sơ đồ lưu chuyển của chương trình.

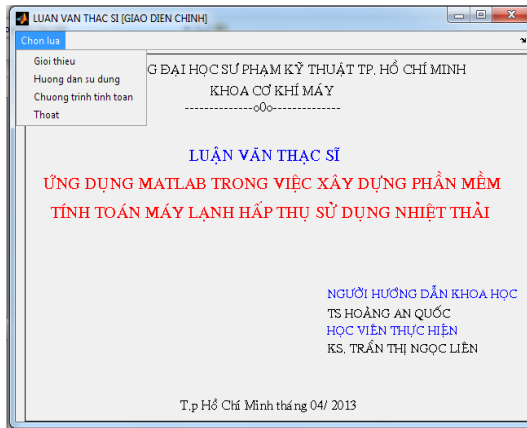
Trên cơ sở lý thuyết ở trên, đã xây dựng chương trình tính toán dựa trên phần mềm Matlab R2008a theo lưu đồ thuật toán sau:



5. Kết quả và bàn luận

Trên cơ sở nghiên cứu, tính toán ở tài liệu [2] và các vấn đề được trình bày ở trên, chúng tôi đã xây dựng phần mềm tính toán MLHT $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$ trong môi trường Matlab R2008a. Phần mềm này giúp cho các nhà thiết kế, sản xuất, vận hành có thể lựa chọn được phương án kỹ thuật một cách hiệu quả.

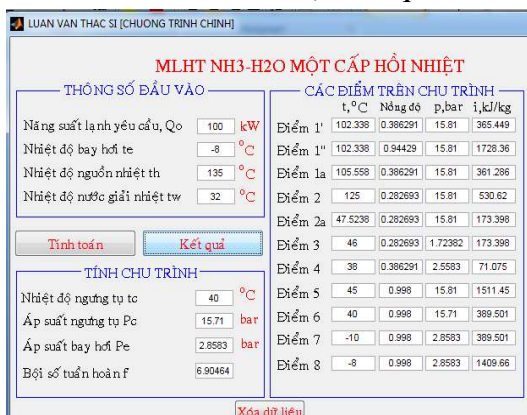
Với mục đích minh họa, chúng tôi xin được giới thiệu một số giao diện của phần mềm tính toán MLHT $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$ một cấp hồi nhiệt như hình 2, 3 và 4.



Hình 2. Giao diện chính



Hình 3. Giao diện kết quả



Hình 4. Giao diện chương trình chính

Để kiểm chứng độ tin cậy của phần mềm, chúng tôi đã làm nhiều thí nghiệm tính toán và so sánh kết quả với việc tính bằng phương pháp tra bảng, đồ thị và kết quả tính toán bằng phần mềm của các tác giả khác. Các kết quả so sánh được trình bày cụ thể trong tài liệu [2].

Chúng tôi nhận thấy kết quả tính toán bằng phần mềm rất phù hợp so với các kết quả được lấy làm đối chứng.

6. Kết luận

Phần mềm này có khả năng giúp người sử dụng tính toán một cách nhanh chóng các bài toán có liên quan đến MLHT NH₃ – H₂O. Việc sử dụng phần mềm với các thông số có thể thay đổi được, từ đó có thể xây dựng được các mối quan hệ ảnh hưởng đến chế độ làm việc của chu trình, giúp cho các nhà thiết kế, sản xuất, vận hành có thể lựa chọn được phương án kỹ thuật một cách hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Chí Hiệp – Máy lạnh hấp thụ trong kỹ thuật điều hòa không khí – NXB Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh, 2004, 520 trang
- [2]. Trần Thị Ngọc Liên - Ứng dụng Matlab trong việc xây dựng phần mềm tính toán MLHT NH₃- H₂O một cấp hồi nhiệt – Luận văn thạc sỹ - ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TP. HCM 2013.
- [3]. Trần Ngọc Hợp - Nghiên cứu thiết kế máy lạnh hấp thụ Amoniac-H₂O tận dụng nhiệt thải từ động cơ đốt trong và đánh giá khả năng ứng dụng tại Việt Nam – Luận văn thạc sỹ – Đại học Bách khoa tp.HCM 2005.
- [4]. P.L. Ballaney, Refrigeration and Air conditioning, India.