

XÁC ĐỊNH SƠ ĐỒ VÀ CÁC THÔNG SỐ LÀM VIỆC CỦA MÁY LẠNH HẤP THỤ $H_2O-LiBr$ LOẠI DOUBLE EFFECT VẬN HÀNH BẰNG CÁC NGUỒN NHIỆT THẢI CÓ NHIỆT THỂ CAO

Lê Chí Hiệp

Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia Tp Hồ Chí Minh

(Bài nhận ngày 26 tháng 4 năm 2005, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 11 tháng 7 năm 2005)

TÓM TẮT: Bài báo trình bày các nghiên cứu về máy lạnh hấp thụ $H_2O-LiBr$ loại Double Effect thông qua các thí nghiệm tính toán trên máy tính. Trong trường hợp này, công cụ được sử dụng để tiến hành các thí nghiệm là phần mềm về máy lạnh hấp thụ $H_2O-LiBr$ đã được xây dựng trước đó. Mục đích của các thí nghiệm là xác định loại sơ đồ hợp lý và các thông số làm việc của máy lạnh hấp thụ $H_2O-LiBr$ loại Double Effect trên cơ sở sử dụng các nguồn nhiệt thải có nhiệt thể cao hiện có ở trong nước.

1. GIỚI THIỆU

Trong quá trình sản xuất, vẫn còn khá nhiều loại nhiệt thải có nhiệt độ cao và lưu lượng lớn nhưng chưa được chú ý tận dụng. Đây là điều cực kỳ phí phạm nếu xét dưới góc độ xã hội. Khi đặt vấn đề tận dụng các nguồn nhiệt thải, tất nhiên có thể có nhiều giải pháp kỹ thuật khác nhau tùy theo mục đích sử dụng. Tuy nhiên, nội dung của bài báo này chỉ tập trung vào việc khai thác các nguồn nhiệt thải có nhiệt thể cao để đáp ứng các nhu cầu về điều hòa không khí thông qua việc sử dụng máy lạnh hấp thụ $H_2O-LiBr$ loại Double Effect. Bằng các thí nghiệm tính toán trên máy tính, loại sơ đồ hợp lý và các thông số làm việc thích hợp của loại máy lạnh này sẽ được xác định. Căn cứ để lựa chọn là đặc điểm trong nước và điều kiện thời tiết của các tỉnh phía nam. Mặc dù vậy, các kết quả trình bày trong bài báo này vẫn có thể được sử dụng để tham khảo khi thiết kế máy lạnh hấp thụ $H_2O-LiBr$ loại Double Effect nói chung.

2. MỤC ĐÍCH VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Mục đích của các thí nghiệm là tìm được sơ đồ hợp lý và các thông số làm việc thích hợp nhằm thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Hệ số hiệu quả cao.
- Đầu tư ban đầu vừa phải.
- Thích hợp với các nguồn nhiệt thải đa dạng và các đặc trưng khí hậu của các địa phương có liên quan.
- Thuận lợi trong vận hành.

Trong trường hợp này, khái niệm sơ đồ không chỉ bao gồm phương án cấp dịch, mà còn cả phương án giải nhiệt cho bình ngưng tụ và bình hấp thụ. Các thông số được quan tâm bao gồm các mức nồng độ, áp suất và nhiệt độ làm việc trong toàn bộ hệ thống.

Trên cơ sở phần mềm đã viết [1], các thí nghiệm tính toán đã được tiến hành trên tất cả các loại sơ đồ có thể có [2, 3], cụ thể:

- Sơ đồ 1: dung dịch loãng từ bình hấp thụ D được đồng thời cấp vào bình A và bình AB, sau đó dung dịch có nồng độ đậm đặc hơn sẽ được gom lại để đưa trở về bình hấp thụ.

- Sơ đồ 2: toàn bộ dung dịch loãng từ bình hấp thụ D sẽ được cấp vào bình A, sau đó dung dịch có nồng độ trung gian được đưa từ bình A sang bình AB, cuối cùng dung dịch đậm đặc ra khỏi bình AB được đưa trở về bình hấp thụ D.
- Sơ đồ 3: toàn bộ dung dịch loãng từ bình hấp thụ D sẽ được cấp vào bình AB, sau đó dung dịch có nồng độ trung gian được đưa từ bình AB sang bình A, cuối cùng dung dịch đậm đặc ra khỏi bình A được đưa trở về bình hấp thụ D.

Trong các sơ đồ trên, bình A là bình phát sinh nhận nhiệt từ nguồn nhiệt bên ngoài với mức áp suất và nhiệt độ làm việc cao nhất, bình AB là bình phát sinh/ngưng tụ làm việc ở mức áp suất và nhiệt độ trung bình trên cơ sở tận dụng nhiệt lượng nhả ra từ quá trình ngưng tụ của tác nhân lạnh đến từ bình A.

3. PHÂN TÍCH CÁC KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Các phân tích sơ bộ cho thấy, trong trường hợp tận dụng nhiệt thải, do độ ổn định của nguồn nhiệt thải không đảm bảo cho nên không sử dụng sơ đồ 1, tức sơ đồ cấp dịch loại song song. Ngoài ra, việc vận hành sơ đồ 1 cũng khó khăn hơn, từ đó dẫn đến những tổn kém đáng kể trong việc trang bị hệ thống điều khiển tự động. Sơ đồ cấp dịch loại nối tiếp đơn giản hơn và dễ vận hành hơn, trong đó sơ đồ 2 rất nên được lựa chọn do tính chủ động cao hơn so với sơ đồ 3. Nhược điểm của sơ đồ 2 so với sơ đồ 3 là hiệu quả sử dụng năng lượng hơi kém hơn.

Việc bố trí đường nước làm mát cũng ảnh hưởng đáng kể đến việc lựa chọn các thông số làm việc. Do sơ đồ đang khảo sát thuộc loại Double Effect nên nồng độ dung dịch đậm đặc $c_s(\%)$ quay về bình hấp thụ có xu thế lớn hơn so với trường hợp Single Effect, chính vì vậy cần gia tăng áp suất làm việc p_0 trong bình bay hơi và bình hấp thụ để phòng tránh hiện tượng kết tinh, điều này cũng có nghĩa là nhiệt độ dung dịch loãng rời bình hấp thụ sẽ gia tăng nếu nồng độ $c_w(\%)$ của dung dịch loãng vẫn được giữ như cũ.

Trên cơ sở xử lý rất nhiều kết quả thí nghiệm, các bảng dưới đây trình bày tổng hợp một số kết quả tiêu biểu có giá trị phân tích tương ứng với sơ đồ 2 [2].

Cụ thể, bảng 1 trình bày một số kết quả thí nghiệm xác định t_1 , t_2 , t_5 và t_7 khi nhiệt độ ngưng tụ $t_k = 40^\circ C$, còn nhiệt độ sôi của tác nhân lạnh là $t_o = 5,5^\circ C$. Trong trường hợp này áp suất làm việc p_A trong bình phát sinh A được xác định sao cho hiệu số $t_2 - t_7$ bằng $3^\circ C$. Các ký hiệu trong bảng có ý nghĩa như sau:

- t_1 - nhiệt độ dung dịch loãng bắt đầu sôi trong bình A, $^\circ C$
- t_2 - nhiệt độ bão hòa của hơi nước rời bình A, $^\circ C$
- t_5 - nhiệt độ dung dịch loãng rời bình hấp thụ, $^\circ C$
- t_7 - nhiệt độ dung dịch đậm đặc rời bình phát sinh/ngưng tụ, $^\circ C$

Bảng 1

Trường hợp: $t_k = 40^\circ C$ và $t_o = 5,5^\circ C$					
c_s	c_w	t_1	t_2	t_5	t_7
61	56	134	90,3	37,03	87,3
	57	136,4	90,3	38,93	87,3
	58	138,8	90,3	40,87	87,3
	59	141,3	90,3	42,85	87,3
	56	136,8	92,7	37,03	89,7

62	57	139,1	92,7	38,93	89,7
	58	141,5	92,7	40,87	89,7
	59	144,1	92,7	42,85	89,7
63	56	139,5	95,1	37,03	92,1
	57	141,9	95,1	38,93	92,1
	58	144,3	95,1	40,87	92,1
64	59	146,8	95,1	42,85	92,1
	56	142,1	97,5	37,03	94,5
	57	144,5	97,5	38,93	94,5
	58	146,9	97,5	40,87	94,5
	59	149,4	97,5	42,85	94,5

Khi giữ không đổi t_k và thay đổi t_o , ứng với các trường hợp khảo sát có $c_s = \text{const}$ và $c_w = \text{const}$, ta thấy các giá trị t_1 , t_2 và t_7 đều không bị thay đổi. Về mặt lý luận, giá trị t_5 chỉ phụ thuộc vào t_o và c_w . Bảng 2 dưới đây trình bày các kết quả xác định t_5 khi thay đổi t_o và c_w .

Bảng 2

Nhiệt độ ngưng tụ $t_k = 40^{\circ}\text{C}$			
Nồng độ dung dịch loãng c_w (%)	Giá trị t_5 ($^{\circ}\text{C}$)		
	$t_o = 6,5^{\circ}\text{C}$	$t_o = 7,5^{\circ}\text{C}$	$t_o = 8,5^{\circ}\text{C}$
56	38,17	39,21	40,45
57	40,08	41,12	42,37
58	42,03	43,07	44,33
59	44,01	45,05	46,32

Trên cơ sở phân tích các kết quả thí nghiệm, ta có thể rút ra các nhận xét sau:

- Giá trị t_7 chỉ phụ thuộc vào t_k và c_s . Khi giữ $t_k = \text{const}$ và tăng c_s thì giá trị t_7 sẽ tăng.
- Giá trị t_5 chỉ phụ thuộc vào t_o và c_w . Khi giữ $t_o = \text{const}$ và tăng c_w thì giá trị t_5 sẽ tăng, khi giữ $c_w = \text{const}$ và tăng t_o thì giá trị t_5 cũng sẽ tăng.
- Áp suất p_A là áp suất bão hòa của hơi nước ứng với nhiệt độ t_2 . Khi $t_k = \text{const}$, giá trị c_s tăng sẽ làm cho t_7 và tương ứng là t_2 gia tăng, điều này sẽ kéo theo sự gia tăng của p_A .
- Giá trị t_1 chỉ phụ thuộc vào p_A và c_w . Khi giữ $p_A = \text{const}$ và tăng c_w thì t_1 sẽ tăng, khi giữ $c_w = \text{const}$ và tăng p_A thì t_1 cũng sẽ tăng.

KẾT LUẬN

Từ các thí nghiệm và các phân tích đã nêu, ứng với các nguồn nhiệt thải có nhiệt thế cao hiện có ở trong nước và điều kiện khí hậu ở các tỉnh phía nam, có thể rút ra các kết luận sau:

- Chọn sơ đồ 2 để thuận tiện trong vận hành và kiểm soát máy lạnh hấp thụ $\text{H}_2\text{O}-\text{LiBr}$ khi cấp nhiệt bằng nhiệt thải.
- Nên bố trí đường nước giải nhiệt bình ngưng và bình hấp thụ theo sơ đồ song song.
- Nên chọn độ chênh lệch nhiệt độ của nước giải nhiệt bình ngưng khoảng 4°C , từ đó nhiệt độ ngưng tụ của tác nhân lạnh t_k khoảng 40°C .

- Để đề phòng hiện tượng kết tinh, nên chọn nhiệt độ sôi t_0 của tác nhân lạnh cao hơn so với các trường hợp thông thường khác, cụ thể có thể chọn $t_0 = 6,5^\circ\text{C}$.

- Nồng độ dung dịch loãng rời bình hấp thụ và dung dịch đậm đặc trở về bình hấp thụ nên có các giá trị tương ứng là 57% và 63%.

- Không nên cấp trực tiếp khói thải vào bình phát sinh để hạn chế hiện tượng ăn mòn và để thuận tiện trong việc thiết kế hệ thống cấp nhiệt bổ sung. Trong trường hợp này nên cấp nhiệt gián tiếp qua hơi nước ở mức áp suất tối thiểu là 7,5 bars.

DIAGRAM AND WORKING PROPERTIES OF H₂O-LiBr DOUBLE EFFECT ABSORPTION CHILLER OPERATED BY HIGH TEMPERATURE WASTE HEAT

Le Chi Hiep

University of Technology – VNU-HCM

ABSTRACT: *The paper presents the computational experiments on H₂O-LiBr double effect absorption chiller operated by high temperature waste heat. Based on the done experiments, the diagram and the main working properties used to design the system in the climatic conditions of South Vietnam were suggested.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Chí Hiệp, Hoàng An Quốc, *Xây dựng phần mềm xác định các đặc tính nhiệt kỹ thuật khi tính toán thiết kế máy lạnh hấp thụ H₂O-LiBr*, Tạp chí Khoa học & Công nghệ Nhiệt, Hội KHKT Nhiệt Việt Nam, số 60, tháng 11 – 2004, trang 4 – 8.
- [2] Lê Chí Hiệp, *Máy lạnh hấp thụ trong kỹ thuật điều hòa không khí*, Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Tp Hồ Chí Minh, 2004, 504 trang.
- [3] Keith E. Herold, Reinhard Radermacher, Sanford A. Klein, *Absorption Chillers and Heat Pumps*, CRC Press, New York, 1995, 329 p.