

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VỀ ẢNH HƯỞNG MỘT SỐ YẾU TỐ TỚI HIỆU QUẢ TRAO ĐỔI NHIỆT ẨM TRONG CÁC THÁP GIẢI NHIỆT CỦA CÁC HỆ THỐNG LẠNH VÀ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ

Đặng Quốc Phú, Phạm Văn Tuy,
Đặng Trần Thọ, Nguyễn Thị Thu Hà, Nguyễn Cao Phong
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

(Bài nhận ngày 10 tháng 7 năm 2004, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 15 tháng 3 năm 2005)

TÓM TẮT: Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu, khảo sát bằng thực nghiệm ảnh hưởng của điều kiện khí hậu nóng ẩm và đặc trưng kết cấu tới hiệu quả làm mát nước trong tháp giải nhiệt (TGN) trên mô hình trong phòng thí nghiệm và các TGN đang vận hành thực tế.

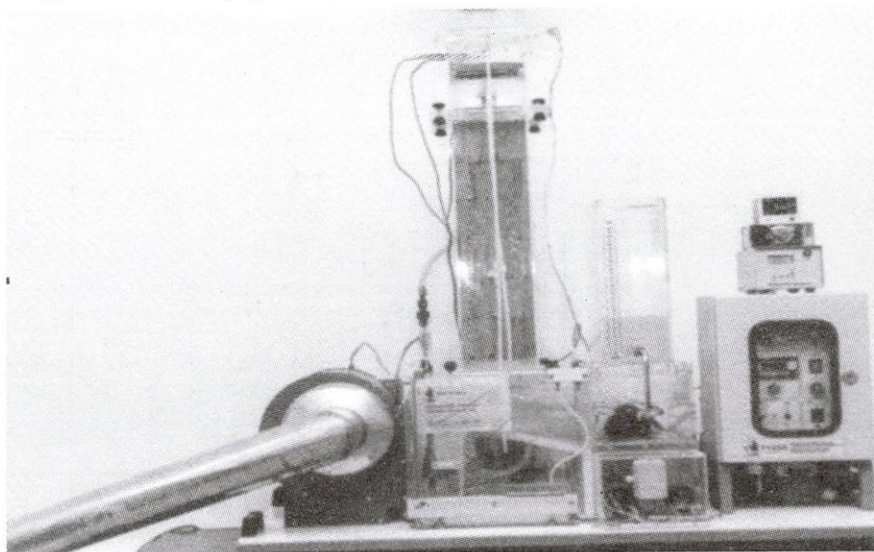
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các hệ thống điều hoà không khí và các hệ thống lạnh kiểu tổ hợp rất hay sử dụng bình ngưng làm mát bằng nước đi kèm TGN. Các TGN được sản xuất trên thế giới đều cho năng suất lạnh đi kèm. Nhưng trong điều kiện nóng - ẩm của Việt Nam các TGN làm việc kém hiệu quả, gây ra hậu quả nghiêm trọng cho tổ hợp máy. Để giải quyết những vấn đề này cần phải tính toán lại trên cơ sở nghiên cứu quá trình trao đổi nhiệt - ẩm của các TGN trong môi trường khí hậu nóng - ẩm, qua đó xác định lại năng suất giải nhiệt, nhằm thiết lập được chế độ làm việc tối ưu cho hệ thống.

Nghiên cứu thực nghiệm cho phép khảo sát, đánh giá một cách trực quan ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm không khí ở vùng khí hậu nóng - ẩm, kết cấu khối đệm và tỷ lệ lưu lượng nước - không khí tới hiệu quả trao đổi nhiệt - trao đổi chất (TĐN - TĐC) trong TGN. Kết hợp lý thuyết với thực nghiệm, cho phép đánh giá một cách tổng quát ảnh hưởng của các yếu tố kể trên tới hiệu quả làm mát nước trong TGN.

2. MÔ HÌNH NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

Nghiên cứu thực nghiệm được tiến hành trên mô hình thí nghiệm và các TGN đang vận hành trong thực tế. Mô hình là thiết bị thí nghiệm T123D về TĐN-TĐC hỗn hợp hiện có tại Viện KH&CN Nhiệt-Lạnh, Trường ĐHBK Hà nội (hình 1).



Hình 1. Thiết bị thí nghiệm T123D

T123D [1] là một thiết bị giáo học, vì vậy, đã phải tiến hành cải tạo, nâng cấp và bổ sung một số chi tiết phụ trợ nhằm đáp ứng yêu cầu của một đối tượng nghiên cứu khoa học [2].

Các chế độ thí nghiệm trên mô hình được tiến hành trong phạm vi thay đổi thông số trình bày trong bảng 1:

Bảng 1: Phạm vi thay đổi các thông số thí nghiệm trên mô hình T123D

STT	Tên các đại lượng	Ký hiệu	Khoảng thay đổi
1	Nhiệt độ nước cần làm mát	t_{n1}	$35 \div 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$
2	Nhiệt độ không khí vào tháp	t_{k1}	$25 \div 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$
3	Độ ẩm không khí vào tháp	φ_1	$60 \div 90 \%$
4	Hệ số tưới	μ	$1 \div 2,15$
5	Diện tích bề mặt riêng của khối đệm	f	$0; 25; 125; 160 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Thông số kỹ thuật của các TGN thực tế, trên đó đã tiến hành đo đạc thực nghiệm được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2: Thông số kỹ thuật của các TGN thực tế

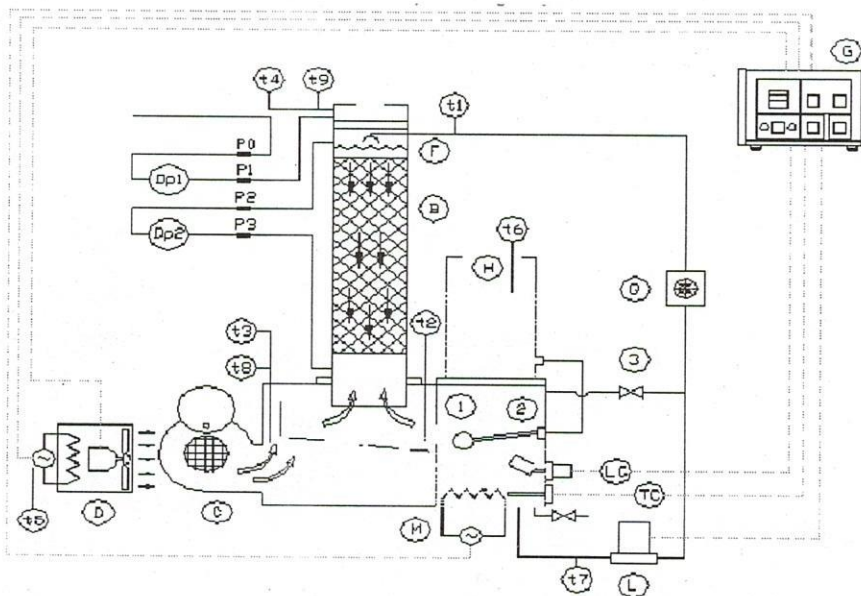
STT	Địa điểm	Loại tháp	SL	Thông số kỹ thuật						
				Q_0 kW	Q_{gn} kW	f m^2/m^3	h mm	D mm	l_1 mm	l_2 mm
1	CT bánh kẹo Hải Hà	FRK-25	1	88	113	422	470	1254	180	200
2	CT dệt may Hà nội	LBC-350	2	1229	1585	213	600	4760	200	770
3	Thông tấn xã Việt Nam	FRK- 80	2	280	362	325	660	2080	300	500
4	CT dược Hà nội	FRK-225	2	790	1019	244	700	3200	300	500
5	KS Phương đông Ng.An	LBC-80	1	281	362	467	460	2035	160	440
	Nhà máy bia Hà Tĩnh	LBC-80	1	281	362	467	460	2035	160	440

3. THIẾT BỊ ĐO

Các đại lượng cần xác định với một chế độ thí nghiệm:

- Nhiệt độ nước, không khí vào và ra TGN
- Độ ẩm không khí vào, ra TGN
- Lưu lượng nước, không khí qua TGN
- Đặc trưng kết cấu TGN

$t_{n1}, t_{n2}, t_{k1}, t_{k2}$
 $\varphi_1, \varphi_2, (t_{u1}, t_{u2})$
 G_n, G_k
 l_1, l_2, h, f



Hình 2. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm TGN T123D

Sơ đồ mô hình thí nghiệm và bố trí các đầu đo được trình bày trên hình 2.

Để xác định các đại lượng trên, mô hình thí nghiệm được trang bị các thiết bị đo: nhiệt độ, lưu lượng nước, lưu lượng không khí và thiết bị đo áp suất v.v... các thiết bị đo này có độ chính xác cao, đảm bảo yêu cầu nghiên cứu khoa học.

Thiết bị đo tại hiện trường là thiết bị đo của hãng TESTO (Đức). Thiết bị TESTO 400 có thể nhận và hiện thị đồng thời 4 tín hiệu khác nhau, có độ chính xác cao, bao gồm các đầu đo: nhiệt độ, độ ẩm không khí, tốc độ, nhiệt độ dịch lỏng, nhiệt độ bề mặt. v.v...

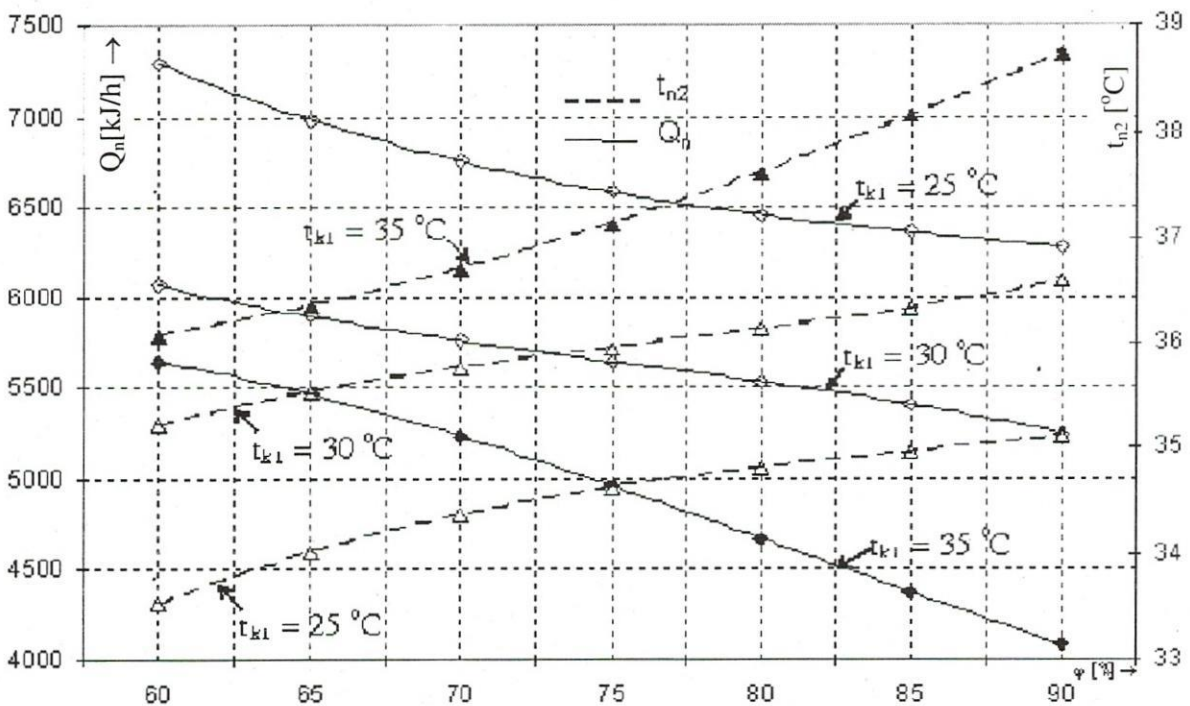
Ngoài ra còn sử dụng thiết bị đo lưu lượng nước bằng siêu âm của hãng DWYER (Mỹ), đây là thiết bị chuyên dụng có độ chính xác cao.

4. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

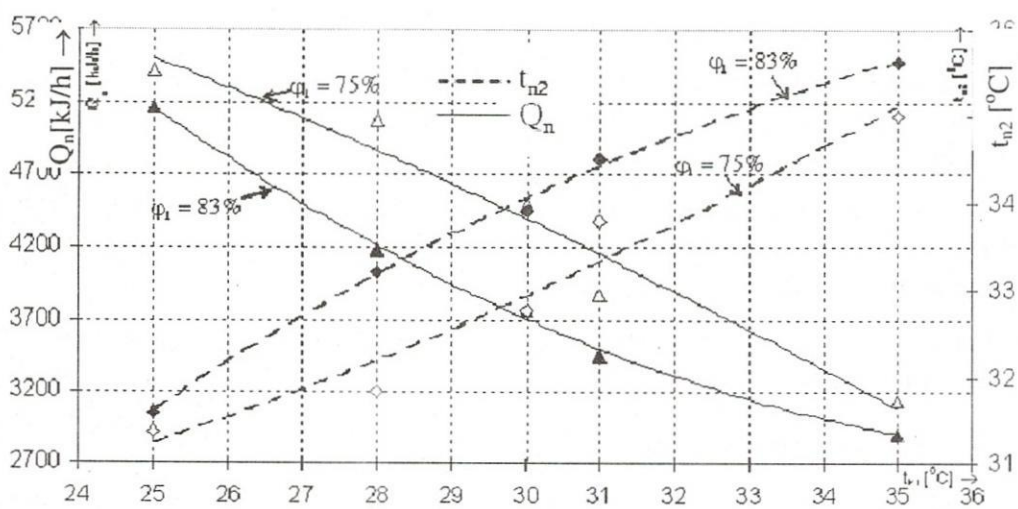
Đã tiến hành 152 chế độ thí nghiệm trên mô hình T123D và 24 chế độ thí nghiệm trên các TGN ngoài thực tế. Mỗi chế độ thí nghiệm đã tiến hành đo đạc 5 lần. Kết quả thí nghiệm là giá trị trung bình của 5 lần đo với sai số ngẫu nhiên tương đối là 0,32% trên mô hình và 1,25 % với các TGN thực tế.

Hiệu quả làm mát của TGN được đánh giá thông qua hai tiêu chí: nhiệt độ nước sau khi làm mát (t_{n2}) và lượng nhiệt trao đổi (Q_n công suất nhiệt). Nếu chỉ quan tâm tới nhiệt độ nước được làm mát (t_{n2}) thì công suất (Q_n) làm mát của tháp có thể không đáp ứng đủ cho yêu cầu vận hành hệ thống, ngược lại thì nhiệt độ nước ra sẽ không thoả mãn được yêu cầu công nghệ.

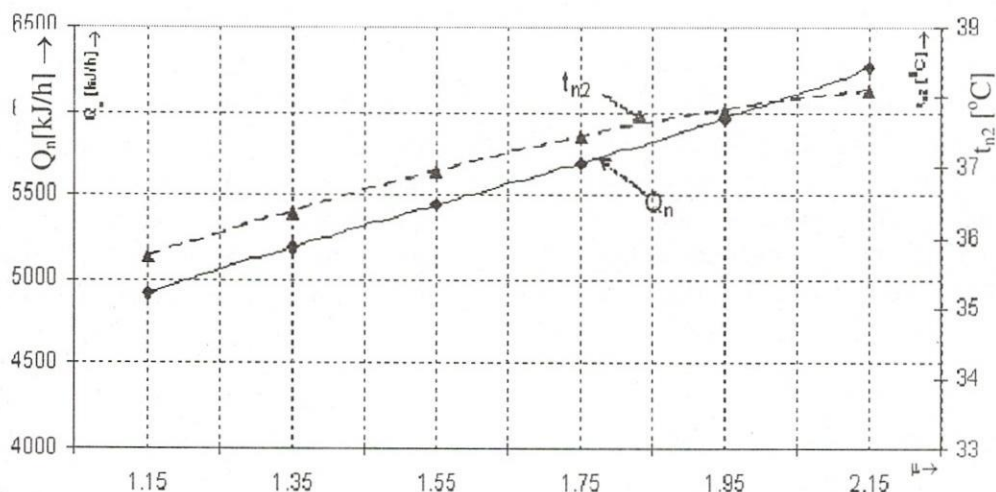
Trên cơ sở kết quả thu được đã tiến hành đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố: nhiệt độ (t_{k1}), độ ẩm không khí (ϕ_1), hệ số tưới (μ) và đặc trưng của khối đệm (f) tới hiệu quả làm mát của TGN. (hình 3, 4, 5, 6)



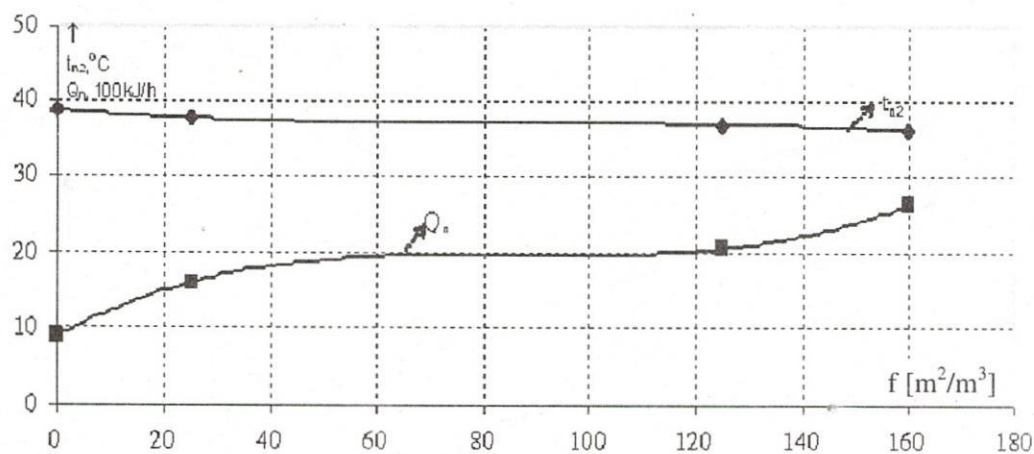
Hình 3: ảnh hưởng của độ ẩm không khí (khi $t_{n1} = 45^\circ\text{C}$)



Hình 4: ảnh hưởng của nhiệt độ không khí (khi $t_{n1} = 40^{\circ}C$)



Hình 5: ảnh hưởng của tỷ lệ nước- không khí (khi $t_{n1} = 45^{\circ}C$)



Hình 6: ảnh hưởng của diện tích riêng khối đệm (khi $t_{n1} = 45^{\circ}C$)

Kết quả nghiên cứu cho thấy: khi nhiệt độ, độ ẩm không khí vào TGN tăng thì nhiệt độ nước rời tháp tăng đồng thời công suất nhiệt giảm. Tỷ lệ lưu lượng nước-không khí giảm thì nhiệt độ nước rời tháp giảm và công suất nhiệt cũng giảm. Diện tích riêng khối đệm tăng thì công suất nhiệt tăng và nhiệt độ nước được làm mát giảm. Cụ thể:

Khi độ ẩm không khí vào (ϕ_1) tăng từ 70% lên 90% và nhiệt độ không khí vào (t_{k1}) tăng từ $25^{\circ}C$ lên $35^{\circ}C$, trong điều kiện nhiệt độ nước cần làm mát $t_{n1} = 45^{\circ}C$, hệ số tưới $\mu = 1,2$ không đổi thì công

suất nhiệt Q từ 6757 kJ/h giảm xuống 4083 kJ/h (giảm 39,57%), nhiệt độ nước ra t_{n2} từ 34,37 °C tăng lên 38,73 °C (tăng 12,69%).

Tương tự, khi $t_{n1} = 45$ °C, hệ số tưới giảm từ 2,15 xuống 1,15, thì công suất nhiệt từ 4629 kJ/h giảm xuống 3596 kJ/h (giảm 22,32%) nhưng nhiệt độ nước ra t_{n2} cũng giảm từ 38,20 °C xuống 35,15 °C (giảm 7,99 %).

Khi diện tích riêng khối đệm tăng với điều kiện các đại lượng khác không đổi thì công suất nhiệt tăng, nhiệt độ nước ra giảm. Trong phạm vi nghiên cứu, công suất nhiệt từ 2145 kJ/h tăng lên 3262 kJ/h (tăng 52,07%) và nhiệt độ nước ra t_{n2} giảm từ 36,68 °C xuống 34,08 °C (giảm 7,10 %), tuy nhiên, lúc này tổn thất áp suất qua tháp tăng và phải tăng công suất quạt lên.

Phương trình tiêu chuẩn xác định hiệu quả làm mát của TGN

Truyền nhiệt, truyền chất là một quá trình trao đổi năng lượng hỗn hợp, phức tạp. Với kỳ vọng tổng quát hoá kết quả nghiên cứu, đã kết hợp kết quả thực nghiệm với lý thuyết đồng dạng [3], để thiết lập biểu thức xác định hiệu quả làm mát nước trong TGN. Phương trình tiêu chuẩn xây dựng theo hướng này có dạng:

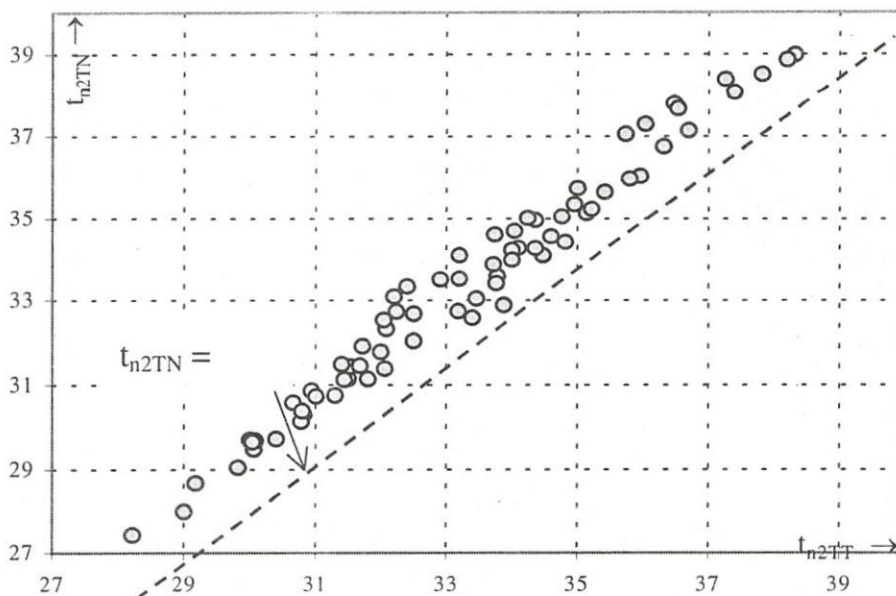
$$\frac{t_{n2}}{t_{n1}} = 0,9552 \cdot \left(\frac{t_{k1}}{t_{n1}}\right)^{-0,1197} \cdot \left(\frac{t_{u1}}{t_{n1}}\right)^{0,3002} \cdot \left(\frac{G_k}{G_n}\right)^{-0,0933} \cdot \left(\frac{F}{h^2}\right)^{-0,0377}$$

Trong phương trình trên gồm có các đại lượng:

- h Chiều cao khối đệm
- F Diện tích bề mặt khối đệm $F = f \cdot V$
- V Thể tích khối đệm

Kết quả tính toán theo phương trình trên so sánh với kết quả của 176 chế độ thí nghiệm cho thấy: Nếu coi giá trị nhiệt độ nước ra t_{n2} từ thí nghiệm là chính xác, thì sai số tương đối của t_{n2} tính theo phương trình tiêu chuẩn có các giá trị sau: lớn nhất $\pm 3,69\%$, nhỏ nhất $\pm 0,02\%$, trung bình là $\pm 1,68\%$.

Kết quả so sánh có thể thấy rõ hơn qua đồ thị hình H.7. Các điểm tính toán nằm rất gần đường chéo (đường nét đứt) đường biểu diễn sự trùng hợp tuyệt đối giữa kết quả tính toán theo phương trình tiêu chuẩn và kết quả thực nghiệm $t_{n2TN} = t_{n2TT}$.



Hình 7: So sánh các kết quả tính toán và kết quả thực nghiệm

5. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho phép rút ra các kết luận sau đây:

1. Trong điều kiện khí hậu nóng ẩm, hiệu quả làm việc của các TGN, thiết kế cho vùng khí hậu ôn hoà giảm đáng kể, thí dụ: khi vận hành ở nhiệt độ $t_{k1} = 40^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $\varphi_1 = 90\%$, so với điều kiện thiết kế $t_{k1} = 30^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 60\%$, nhiệt độ nước sau khi được làm mát t_{n2} từ $35,40^{\circ}\text{C}$ tăng lên $40,86^{\circ}\text{C}$ (tăng 15,4%), công suất nhiệt Q_n từ 6031 kJ/h giảm xuống còn 2601 kJ/h (giảm 56,9%). Có thể khắc phục được ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm môi trường bằng cách: tăng lưu lượng không khí vào tháp hoặc thay đổi kết cấu khối đệm. Tuy nhiên, điều này không dễ dàng với các TGN đã có sẵn, đặc biệt là khi phải thay đổi ở phạm vi rộng.

2. Phương trình tiêu chuẩn xây dựng được từ kết quả thực nghiệm và lý luận đồng dạng cho phép tính nhiệt độ nước ra (t_{n2}) theo nhiệt độ nước vào (t_{n1}), nhiệt độ, độ ẩm không khí vào (t_{k1} , φ_1), tỷ lệ lưu lượng nước - không khí (μ) và đặc trưng của tháp với sai số lớn nhất không quá 3,7%, sai số trung bình $\pm 1,68\%$

EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE INFLUENCE OF SOME PARAMETERS TO THE HEAT AND HUMID TRANSFER EFFICIENCY IN THE COOLING TOWERS OF REFRIGERATIONS AND AIR-CONDITIONERS

Đặng Quốc Phú, Phạm Văn Tuy,
Đặng Trần Thọ, Nguyễn Thị Thu Hà, Nguyễn Cao Phong
Hanoi University of Technology

ABSTRACT: *The paper represents the results of the experimental research on the influence of warm and wet climate and buffer structure to the cool water efficiency in the cooling towers of the laboratory and the practice*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tập catalog thiết bị T123D, *Bench top cooling towers study unit*, Didacta, Italia 1999.
- [2]. Đặng Trần Thọ. *Nghiên cứu ảnh hưởng của khí hậu nóng ẩm tới hiệu quả trao đổi nhiệt trao đổi chất trong các tháp làm mát ứng dụng cho kỹ thuật lạnh và điều hoà không khí. Luận án Thạc sỹ ngành Nhiệt - Lạnh*, ĐHBK-HN 2003
- [3]. Đặng Quốc Phú, Trần Thế Sơn, Trần Văn Phú, *Truyền nhiệt*; Nhà xuất bản Giáo dục 2004