

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TỎA NHIỆT KHI NGƯNG CÁC MÔI CHẤT LẠNH

EVALUATING THE EFFECT OF CONVECTIONAL HEAT-EXCHANGE WHEN CONDENSING REFRIGERATION AGENTS

VÕ CHÍ CHÍNH

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

HỒ TRẦN ANH NGỌC

Trường Cao đẳng Công nghệ, Đại học Đà Nẵng

NGUYỄN XUÂN BÌNH

Đại học Công nghiệp Hà Nội

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một số kết quả tính toán xác định hệ số tỏa nhiệt khi ngưng bên ngoài các ống trao đổi nhiệt của các môi chất lạnh. Các kết quả tính toán là cơ sở để thiết kế các thiết bị của các hệ thống lạnh, đặc biệt là các hệ thống lạnh sử dụng môi chất lạnh mới.

ABSTRACT

This article introduces some calculative results of heat-exchange coefficient when condensing refrigeration agents. The results serves as a basis for designing equipment of refrigeration system, specially when new refrigeration agents are used.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong kỹ thuật lạnh để có các giải pháp tăng cường trao đổi nhiệt hợp lý cho các môi chất lạnh cần phải biết tính chất trao đổi nhiệt của các môi chất tham gia trao đổi nhiệt.

Đã từ lâu chúng ta biết các môi chất lạnh frêon có hiệu quả trao đổi nhiệt khi ngưng khá thấp so với amôniac vì thế các thiết bị ngưng tụ giải nhiệt bằng nước của frêon thường được làm cánh về phía các môi chất lạnh.

Tuy nhiên, hiện nay các môi chất lạnh frêon là tác nhân chính gây phá hủy tầng ôzôn nên đã và đang được hạn chế sử dụng dần ở nước ta. Các môi chất lạnh được các hãng hóa chất nghiên cứu và đề nghị thay thế khá nhiều, nhưng chưa được nghiên cứu kiểm nghiệm các đặc tính nhiệt động một cách đầy đủ.

Qua nghiên cứu các hãng sản xuất và các nhà nghiên cứu đã đề xuất nhiều môi chất lạnh mới dùng để thay thế cho các môi chất lạnh frêon R12, R22 và R502 đang sử dụng khá rộng rãi trong công nghiệp và đời sống. Bảng dưới đây là các môi chất lạnh thay thế quan trọng nhất đang được đề xuất sử dụng.

Bảng 1: Các thông số đặc trưng của các môi chất lạnh thay thế

Môi chất	Thay thế cho	Khoảng nhiệt độ	ODP (R11=1)	GWP (CO2=1)	PRC (CH4=1)	Độ trượt nhiệt độ	Tính độc hại TLV, ppm
<i>Môi chất lạnh quá độ</i>							
R22		C, M, F	0,05	1600	x	0	1000

R123	R11	C	0,02	70	x	0	30
R401a	R12	C, M	0,03	1025	x	6,4	800
R401b	R12	F	0,035	1120	x	6,0	840
R409a	R12	M	0,05	1340	x	8,1	x
Môi chất lạnh tương lai							
R134a	R12 (R22)	C,M,(F)	0	1200	0	0	1000
R404a	R502	M, F	0	3520	0	0,7	1000
R407a	R502	M, F	0	1960	x	6,6	1000
R407b	R502	M, F	0	2680	x	4,4	1000
R407c	R22	C, M	0	1600	0	7,4	1000
R507	R502/R22	M, F	0	3600	x	0	1000
R290	R22/R502	C, M, F	0	0	300	0	1000
R600a	R12	C, M, F	0	0	400	0	1000
R717	R22	C, M, F	0	0	x	0	50

X – Chưa biết

C- Chế độ điều hòa (Conditionning)

M- Chế độ lạnh trung bình (Medium)

F- Lạnh sâu (Freezer)

TLV – Tính độc hại (Toxicity limit Value - Giới hạn độc hại cho phép)

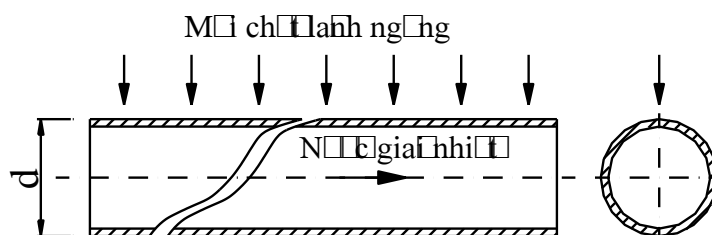
ppm – part per million - phần triệu)

2. BÀI TOÁN TOẢ NHIỆT ĐỔI LƯU KHI NGỪNG MÔI CHẤT LẠNH

2.1. Bài toán

Việc làm cánh cho các ống trao đổi nhiệt chỉ có thể thực hiện bên ngoài các đường ống trao đổi nhiệt. Do đó trong phần này chúng tôi chỉ xét đến bài toán ngưng tụ môi chất lạnh bên ngoài đường ống trao đổi nhiệt, để từ đó quyết định có nên làm cánh về phía môi chất lạnh khi ngưng hay không.

Việc tính toán được thực hiện cho quá trình ngưng màng của môi chất lạnh bên ngoài đường ống, bên trong là nước giải nhiệt chuyển động cưỡng bức (hình 1).



Hình 1: Mô hình bài toán ngưng bên ngoài đường ống

2.2. Hệ số tỏa nhiệt của chất lỏng chảy bên trong đường ống thẳng

Tiêu chuẩn Nutxen (Nu) tính toán hệ số tỏa nhiệt khi môi chất chuyển động bên trong đường ống xác định theo công thức như sau [1]:

- Ở chế độ chảy tầng $Re < 2300$:

$$Nu = 0,15 \cdot Re^{0,33} \cdot Pr^{0,43} \cdot Gr^{0,1} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25} \quad (1)$$

- Ở chế độ chảy rối $Re > 10^4$:

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25} \quad (2)$$

Mặt khác

$$q_1 = \pi d_1 \cdot \alpha_1 \cdot (t_{w1} - t_n) = 2\pi \lambda \cdot (t_{w2} - t_{w1}) \cdot \ln \frac{d_2}{d_1} = \pi d_2 \alpha_2 \cdot (t_s - t_{w2}) \quad (3)$$

2.3. Hệ số tỏa nhiệt khi ngưng bên ngoài ống

Quá trình ngưng tụ của môi chất lạnh bên ngoài các ống có thể coi là ngưng màng do môi chất lạnh dính ướt hoàn toàn bề mặt của ống và tạo nên màng nước chuyển động bao bọc bên ngoài ống.

Hệ số tỏa nhiệt khi ngưng được xác định theo công thức [1]:

* Trường hợp ống nằm ngang:

$$\alpha = 0,72 \cdot \sqrt[4]{\frac{\rho^2 \cdot g \cdot \lambda^3 \cdot r}{\mu(t_s - t_w) \cdot d}} \quad (4)$$

* Trường hợp ống đặt thẳng đứng

$$\alpha = 0,943 \cdot \sqrt[4]{\frac{\rho^2 \cdot g \cdot \lambda^3 \cdot r}{\mu(t_s - t_w) \cdot h}} \quad (5)$$

trong đó:

ρ - Khối lượng riêng của môi chất bão hòa ở nhiệt độ ngưng tụ, kg/m^3 ;

g - Gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;

λ - Hệ số dẫn nhiệt của lỏng môi chất, $W/m.K$;

r - Nhiệt ẩn hóa hơi của môi chất ở nhiệt độ ngưng tụ, J/kg ;

μ - độ nhớt động lực học của lỏng môi chất, $N/s.m^2$;

d - Đường kính ngoài của ống, m ;

h - Chiều cao của ống, m .

Để so sánh hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của các môi chất với amôniac chúng tôi đưa ra hệ số đánh giá:

$$a = \frac{\alpha}{\alpha_{NH_3}} \cdot 100\% \quad (6)$$

trong đó α , α_{NH_3} là hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của các môi chất và của amôniac.

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Để xác định hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của các môi chất, chúng tôi đã tiến hành tính toán cho rất nhiều trường hợp khác nhau với nhiều môi chất lạnh khác nhau, cụ thể như sau:

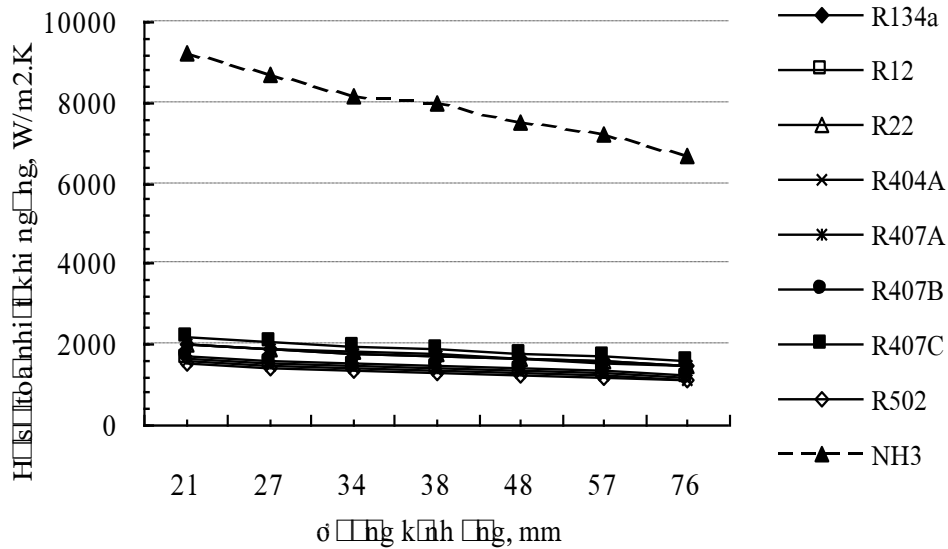
- Nhiệt độ ngưng tụ: 25, 30, 35, 40, 45 và 50°C;

- Đường kính bên ngoài của các ống: $\Phi 21$, $\Phi 27$, $\Phi 34$, $\Phi 38$, $\Phi 48$, $\Phi 57$ và $\Phi 76$;

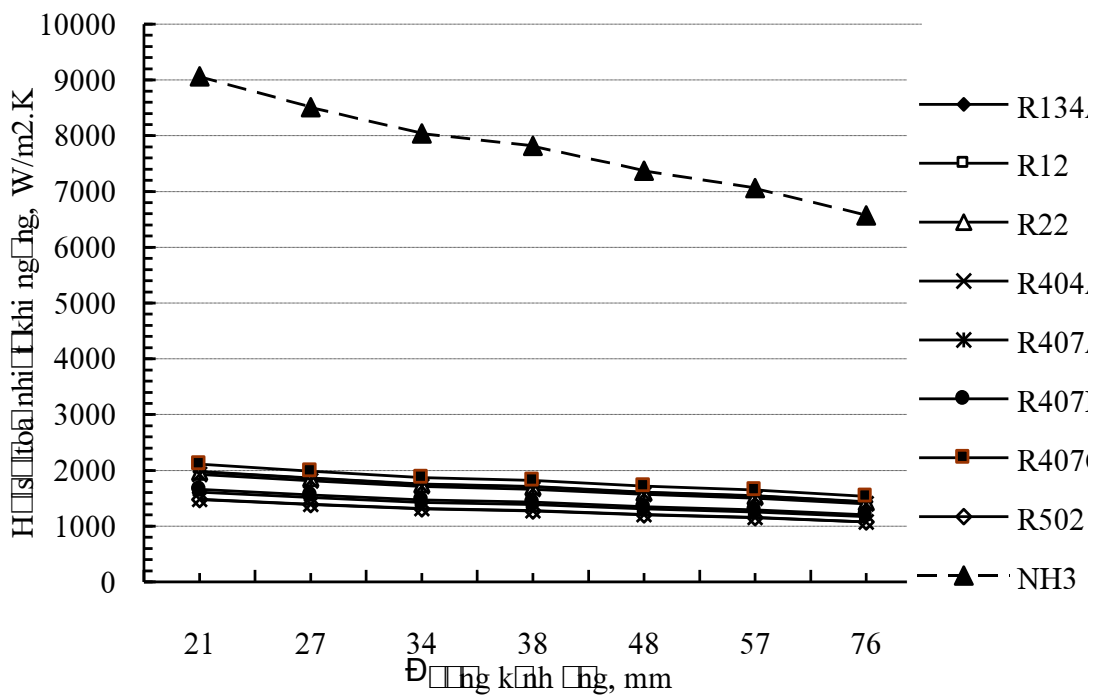
- Các môi chất lạnh tính toán: R12, R134a, R22, R404a, R407a, R407b, R407c, R502, R717 (NH₃).

- Việc tính toán cho các môi chất đều được tiến hành với điều kiện $\Delta t = t_s - t_w = 5^\circ\text{C}$

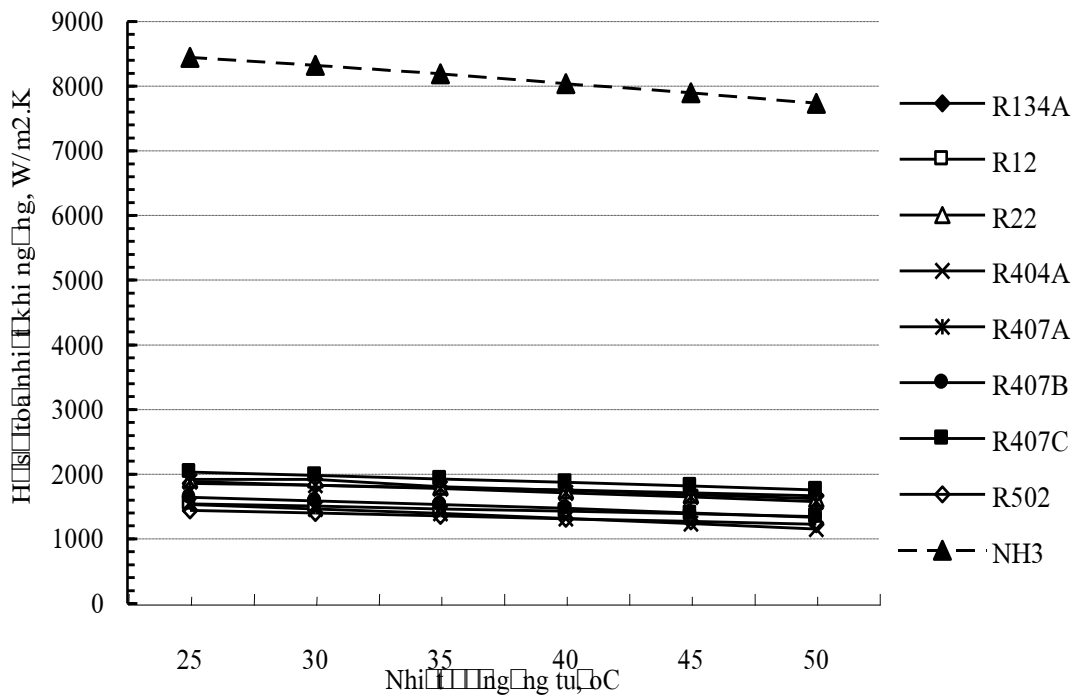
Các kết quả tính toán của các môi chất được chúng tôi biểu diễn theo đường kính ngoài của ống và theo nhiệt độ ngưng tụ, được đưa ra trên các đồ thị hình 1,2,3 và 4.



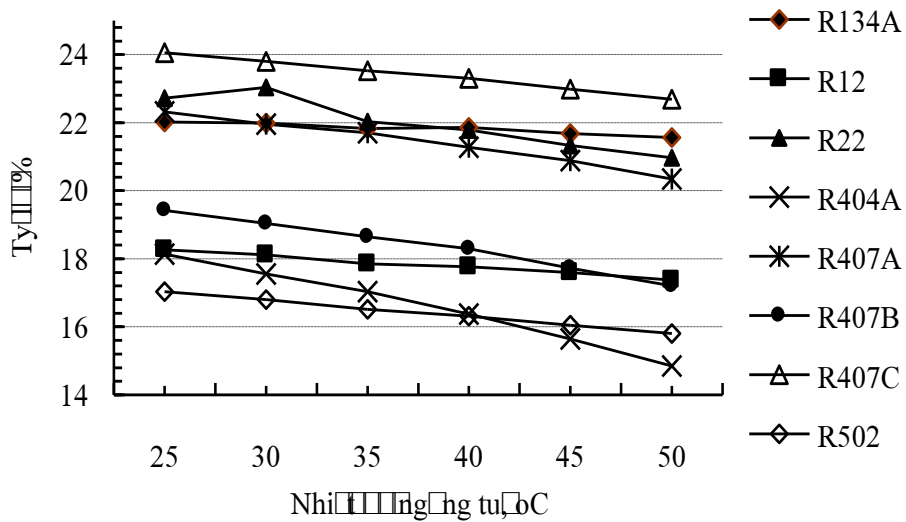
Hình 2: Hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của các môi chất lạnh ở $t_k = 35^\circ\text{C}$



Hình 3: Hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của các môi chất lạnh ở $t_k = 40^\circ\text{C}$



Hình 4: Hệ số tỏa nhiệt khi ngưng môi chất bên ngoài ống $\phi=34mm$



Hình 5: Đánh giá hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của các môi chất so với NH₃

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu và tính toán hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của các môi chất lạnh khác nhau, chúng tôi rút ra các nhận xét sau:

a. Ngoại trừ amôniac (NH₃) có hệ số tỏa nhiệt khi ngưng khá lớn, hầu hết các môi chất lạnh khác đều có hệ số tỏa nhiệt khi ngưng rất kém. Đặc biệt các môi chất lạnh R12, R502, R404A và R407B hệ số tỏa nhiệt khi ngưng chỉ đạt khoảng 15-18% số với amôniac.

b. Hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của các môi chất frêôn và các môi chất thay thế có giá trị xấp xỉ bằng nhau.

c. Hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của hầu hết các môi chất lạnh chỉ chiếm khoảng từ 15÷24% so với NH₃, cụ thể như sau: R134A khoảng 22%, R12 khoảng 18%, R22 khoảng 22%, R404A khoảng 17%, R407A khoảng 22%, R407B khoảng 18%, R407C khoảng 24% và R502 khoảng 17%.

d. Khi thay đổi nhiệt độ ngưng tụ trong khoảng từ 25 đến 50oC hệ số tỏa nhiệt khi ngưng của các môi chất nghiên cứu so với amôniắc hầu như không đổi.

e. Ngoài amôniắc, thiết bị ngưng tụ của các môi chất lạnh còn lại đòi hỏi phải làm cánh về phía các môi chất lạnh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đặng Quốc Phú, Trần Thế Sơn, Trần Văn Phú, *Truyền nhiệt*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 1999.
- [2] Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tùy, *Kỹ thuật lạnh cơ sở*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 2005.
- [3] Department of Energy Engineering, Technical University of Denmark, *Refrigerant Calculator*, Version 2.03, 2000.