

TÍNH CHỌN MÁY VÀ THIẾT BỊ CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ

5.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Ngày nay, với sự phát triển vượt bậc của khoa học kỹ thuật nên hệ thống điều hoà không khí phân lớn đã được chế tạo thành các tổ hợp nguyên cụm hoàn chỉnh hoặc các tổ hợp gọn ... vừa đảm bảo chất lượng, tuổi thọ, độ tin cậy cao của hệ thống, đơn giản được hầu hết các công việc thiết kế tính toán riêng lẻ các bộ phận rời rạc như máy nén, thiết bị ngưng tụ, bay hơi, tiết lưu ... (như giới thiệu trong tài liệu hướng dẫn thiết kế hệ thống nẹp [17]), vừa đơn giản được rất nhiều công việc lắp ráp, căn chỉnh, vận hành, chạy thử tại hiện trường.

Cũng giống như hệ thống lạnh, năng suất lạnh của một hệ thống hoặc một máy điều hoà không khí không phải cố định mà luôn luôn thay đổi theo điều kiện môi trường, nghĩa là năng suất lạnh của máy điều hoà nhiệt độ tăng khi nhiệt trong phòng tăng và nhiệt độ ngoài nhà giảm và ngược lại giảm khi nhiệt độ trong phòng giảm và nhiệt độ ngoài nhà tăng. Nói tóm lại $Q_0 = f(t_0, t_k)$.

Nhà chế tạo thường cho năng suất lạnh của máy điều hoà không khí ở dạng đồ thị và dạng bảng phụ thuộc nhiệt độ trong nhà và bên ngoài trong catalog kỹ thuật. Trong catalog thương mại thường chỉ có năng suất lạnh ở một chế độ tiêu chuẩn nên muốn biết năng suất lạnh ở chế độ khác cần phải tính toán hiệu chỉnh theo chế độ làm việc thực (theo công thức 5.5).

Nói chung khi chọn máy điều hoà không khí cần thoả mãn các vấn đề sau đây:

1. Phải chọn máy có đủ năng suất lạnh yêu cầu ở đúng chế độ làm việc đã tính toán. Nếu do đòi hỏi của chủ đầu tư hoặc tính chất quan trọng của công trình đôi khi còn cần có năng suất lạnh dự trữ. Tổng năng suất lạnh của máy chọn phải lớn hơn hoặc bằng năng suất lạnh tính toán ở chế độ làm việc thực tế đã cho. Lý do vì năng suất lạnh thực tế của một máy điều hoà không phải cố định như giá trị ghi trên mác máy.

2. Phải chọn máy có năng suất gió đạt yêu cầu thiết kế. Năng suất gió trong catalog máy phải bằng hoặc lớn hơn năng suất gió tính toán. Nếu không đảm bảo được năng suất gió, máy điều hoà sẽ không đạt được năng suất lạnh tính toán, do chế độ lệch khỏi chế độ mà máy có thể sản ra năng suất lạnh yêu cầu. Sau đây ta sẽ đi sâu nghiên cứu từng vấn đề.

5.2. HIỆU CHỈNH VÀ XÁC ĐỊNH NĂNG SUẤT LẠNH THỰC

5.2.1. Năng suất lạnh phụ thuộc nhiệt độ bay hơi và ngưng tụ

Năng suất lạnh Q_0 của máy điều hoà nhiệt độ hoặc một máy lạnh nói chung (ví dụ máy làm lạnh nước) không phải cố định mà phụ thuộc vào nhiều yếu tố nhưng chủ yếu phụ thuộc vào nhiệt độ bay hơi và ngưng tụ.

Như trong giáo trình Kỹ thuật lạnh Cơ sở đã giới thiệu, năng suất lạnh của máy nén (hoặc máy lạnh) được xác định bằng biểu thức:

$$Q_0 = G \cdot q_0, \quad kW \quad (5.1)$$

G - lưu lượng khối lượng môi chất lạnh nén qua máy nén, kg/s ;

q_0 - năng suất lạnh riêng khối lượng, kJ/kg :

$$q_0 = i_1 - i_4, \quad kJ/kg \quad (5.2)$$

i_1, i_4 - entanpy của môi chất lạnh ở cửa ra và cửa vào thiết bị bay hơi:

$$G = \frac{V_u}{v_1} = \frac{\lambda}{v_1} \cdot V_u = \frac{\lambda}{v_1} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot s \cdot z \cdot n, \quad kg/s \quad (5.3)$$

V_{11} - thể tích thực tế môi chất lạnh nén qua máy nén tính theo trạng thái hút, m^3/s ;

λ - hệ số cấp hoặc hiệu suất thể tích của máy nén, $\lambda = V_{11}/V_{11}^*$;

v_1 - thể tích riêng của hơi môi chất lạnh hút vào máy nén, m^3/kg ;

V_{11}^* - thể tích hút lý thuyết của máy nén, còn gọi là thể tích quét của pittông, $V_{11}^* = (\pi d^2/4) \cdot s \cdot z \cdot n$, m^3/s ;

d - đường kính pittông, m ;

s - khoảng chạy pittông, m ;

z - số lượng pittông, *cái*;

n - số vòng quay trục khuỷu, *vòng/giây*.

Vậy năng suất lạnh có thể viết dưới dạng:

$$Q_0 = \frac{\lambda}{v_1} \cdot V_{11} \cdot q_0 = \lambda \cdot V_{11} \cdot q_v \quad (5.4)$$

Trong công thức trên, chỉ có thể tích hút lý thuyết V_{11} là cố định còn λ , v_1 và q_0 đều thay đổi theo nhiệt độ ngưng tụ và bay hơi, riêng v_1 chỉ thay đổi và thay đổi rất mạnh theo nhiệt độ bay hơi; $q_v = q_0/v_1$ - năng suất lạnh riêng thể tích, kJ/m^3 .

Chính vì vậy người ta quy định chế độ tiêu chuẩn cho máy nén làm việc ở chế độ điều hoà nhiệt độ như giới thiệu trong bảng 5.1.

Bảng 5.1

Chế độ tiêu chuẩn cho máy điều hoà không khí

Môi chất lạnh	Freôn
Nhiệt độ sôi	$t_0 = 5^\circ C$
Nhiệt độ quá nhiệt hơi hút	$t_{q1} = 15^\circ C$
Nhiệt độ ngưng tụ	$t_k = 35^\circ C$
Nhiệt độ quá lạnh lỏng	$t_{q2} = 30^\circ C$

Trên các máy điều hoà không khí của Nga và các nước thuộc phe xã hội chủ nghĩa cũ, năng suất lạnh ghi trên mác máy điều hoà là tính theo

chế độ tiêu chuẩn trên, ví dụ máy 5K1500, 2000, 2500 hoặc máy điều hoà Thiên Tân của Trung Quốc, đơn vị $kcal/h$. Ví dụ BK2500 là máy điều hoà kiểu BK, năng suất lạnh tiêu chuẩn $2500 kcal/h$.

Khi chạy ở điều kiện cụ thể nào đó, người ta cần phải tính chuyển đổi.

Nếu ta kí hiệu Q_{0TC} , λ_{TC} , V_{HTC} , q_{vTC} lần lượt là năng suất lạnh, hệ số cấp, thể tích hút lí thuyết và năng suất lạnh riêng thể tích tiêu chuẩn và Q_0 , λ , V_H , q_v là năng suất lạnh, hệ số cấp thể tích hút lí thuyết và năng suất lạnh riêng thể tích ở chế độ bất kì thì ta có các quan hệ sau đây:

$$Q_{0TC} = \lambda_{TC} \cdot V_{HTC} \cdot q_{vTC} \Rightarrow V_{HTC} = \frac{Q_{0TC}}{\lambda_{TC} \cdot q_{vTC}}$$

$$Q_0 = \lambda \cdot V_H \cdot q_v \Rightarrow V_H = \frac{Q_0}{\lambda \cdot q_v}$$

Do $V_{HTC} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot s \cdot z \cdot n$ vì thể tích quét của pittông là cố định nên:

$$\frac{Q_0}{\lambda \cdot q_v} = \frac{Q_{0TC}}{\lambda_{TC} \cdot q_{vTC}}$$

Vậy:

$$Q_0 = Q_{0TC} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_{TC}} \cdot \frac{q_v}{q_{vTC}} \quad (5.5)$$

Q_0 chính là năng suất lạnh ở chế độ thực lệch khỏi chế độ tiêu chuẩn.

Ví dụ 5.1

Một máy điều hoà nhiệt độ có máy nén kí hiệu P80, môi chất lạnh R22, đường kính pittông $d = 76 \text{ mm}$, khoảng chạy pittông $s = 66 \text{ mm}$, số xilanh $z = 8$, $n = 24 \text{ vg/s}$. Xác định:

a) Năng suất lạnh Q_{0TC} ($t_0 = 5^\circ C$, $t_{qH} = 15^\circ C$, $t_k = 35^\circ C$, $t_{qL} = 30^\circ C$);

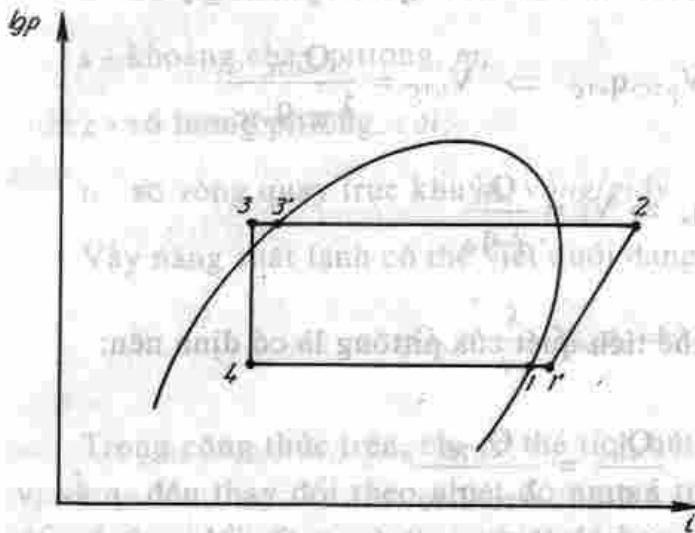
b) Năng suất lạnh Q_0 ở $t_0 = 0^\circ C$, $t_{qH} = 10^\circ C$, $t_k = 35^\circ C$, $t_{qL} = 30^\circ C$ (nhiệt độ bay hơi giảm $5^\circ C$ còn nhiệt độ ngưng tụ giữ nguyên);

c) Năng suất lạnh Q_{02} ở $t_0 = 5^\circ\text{C}$, $t_{q0} = 15^\circ\text{C}$, $t_k = 40^\circ\text{C}$, $t_{qt} = 35^\circ\text{C}$ (nhiệt độ bay hơi giữ nguyên còn nhiệt độ ngưng tụ tăng 5°C).

Giải

a) Năng suất lạnh tiêu chuẩn Q_{0TC}

Hình 5.1 giới thiệu chu trình lạnh biểu diễn trên đồ thị $lgp-i$. Trước khi tính toán, ta giả thiết năng suất lạnh q_0 không bao gồm phần quá nhiệt. Coi phần quá nhiệt là tổn thất lạnh trên đường ống.



Hình 5.1. Chu trình điều hoà không khí biểu diễn trên đồ thị $lgp-i$.

Bảng 5.2 giới thiệu thông số các điểm nút chu trình tra trên đồ thị $lgp-i$ cho chế độ tiêu chuẩn, tài liệu máy và thiết bị lạnh [18].

Bảng 5.2

Thông số các điểm nút chu trình tiêu chuẩn ($t_0 = 5^\circ\text{C}$, $t_k = 35^\circ\text{C}$)

Thông số	1	1'	2	3'	3	4
p, bar	5,8	5,8	13,5	13,5	13,5	5,8
$t, ^\circ\text{C}$	5	15	60	35	30	5
$i, \text{kJ/kg}$	707	716	739	543	536	536
$v, \text{m}^3/\text{kg}$	-	0,043	-	-	-	-

$$Q_{0TC} = i_1 - i_4 = 707 - 536 = 171 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{vTC} = \frac{Q_{0TC}}{v_{1TC}} = \frac{171}{0,043} = 3977 \text{ kJ/kg}$$

$$V_{II} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot s \cdot z \cdot n = \frac{\pi \cdot 0,076^2}{4} \cdot 0,066 \cdot 8 \cdot 24 = 0,0625 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tỉ số nén:

$$\pi = \frac{13,5}{5,8} = 2,33$$

Tra đồ thị hình 3.4 [18] có $\lambda_{TC} = 0,87$.

Vậy: $Q_{OTC} = 0,87 \cdot 0,0625 \cdot 3977 = 216 \text{ kW}$.

b) Bảng 5.3 giới thiệu thông số các điểm nút chu trình ở chế độ nhiệt độ bay hơi $t_0 = 0^\circ\text{C}$ (giảm 5°C so với chế độ tiêu chuẩn) còn nhiệt độ ngưng tụ $t_k = 35^\circ\text{C}$ giữ nguyên.

Bảng 5.3						
Thông số các điểm nút chu trình ($t_0 = 0^\circ\text{C}$, $t_k = 35^\circ\text{C}$)						
Thông số	1	1'	2	3'	3	4
p, bar	4,97	4,97	13,5	13,5	13,5	4,97
t, °C	0	10	63	35	30	0
i, kJ/kg	705	713	743	543	536	536
v, m ³ /kg	-	0,0503	-	-	-	-

$$q_{01} = i_1 - i_4 = 705 - 536 = 169 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{v1} = q_{01}/v_1 = 169/0,0503 = 3360 \text{ kJ/m}^3$$

Tỉ số nén:

$$\pi_1 = \frac{13,5}{4,97} = 2,72$$

Tra đồ thị hình 3.4 [18] có $\lambda_1 = 0,86$.

Năng suất lạnh Q_{01} tính theo công thức (5.4) nếu biết V_{II} :

$$Q_{01} = \lambda_1 \cdot v_{1T} \cdot q_{v1} = 0,86 \cdot 0,0625 \cdot 3360 = 180,5 \text{ kW}$$

Hoặc tính theo công thức (5.5) nếu biết Q_{OTC} mà không biết V_{II} (Q_{OTC} cho ở trên mác máy hoặc catalog):

$$Q_{01} = Q_{0TC} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_{TC}} \cdot \frac{q_v}{q_{vTC}} = 216 \cdot \frac{0,86}{0,87} \cdot \frac{3360}{3977} = 180,5 \text{ kW}$$

Ta thấy khi giữ nguyên nhiệt độ ngưng tụ mà giảm nhiệt độ bay hơi xuống 5°C , năng suất lạnh giảm mất $216 - 180,6 = 35,4 \text{ kW}$ tương đương $35,4:216 = 16,4 \%$. Nghĩa là trung bình cứ giảm nhiệt độ bay hơi xuống 1°C , năng suất lạnh giảm mất khoảng $16,4\%:5 = 3,3\%$.

c) Bảng 5.4 giới thiệu thông số các điểm nút chu trình ở chế độ nhiệt độ bay hơi giữ nguyên $t_{01} = 5^{\circ}\text{C}$ nhưng t_k tăng thêm 5°C ($t_k = 40^{\circ}\text{C}$), nhiệt độ quá nhiệt $t_{q1} = 15^{\circ}\text{C}$ và $t_{q1} = 35^{\circ}\text{C}$.

Bảng 5.4
Thông số các điểm nút chu trình ($t_0 = 5^{\circ}\text{C}$, $t_k = 40^{\circ}\text{C}$)

Thông số	1	1'	2	3'	3	4
p, bar	5,8	5,8	15,3	15,3	15,3	5,8
t, $^{\circ}\text{C}$	5	15	66	40	35	5
i, kJ/kg	707	716	739	550	543	543
v, m^3/kg	-	0,043	-	-	-	-

$$q_{02} = i_1 - i_4 = 707 - 543 = 164 \text{ kJ/kg}$$

$$q_{v2} = q_{02} / v_1 = 164 / 0,043 = 3814 \text{ kJ/m}^3$$

Tỉ số nén:

$$\pi = \frac{15,3}{5,8} = 2,64$$

Tra đồ thị hình 3.4 [18] có $\lambda = 0,865$.

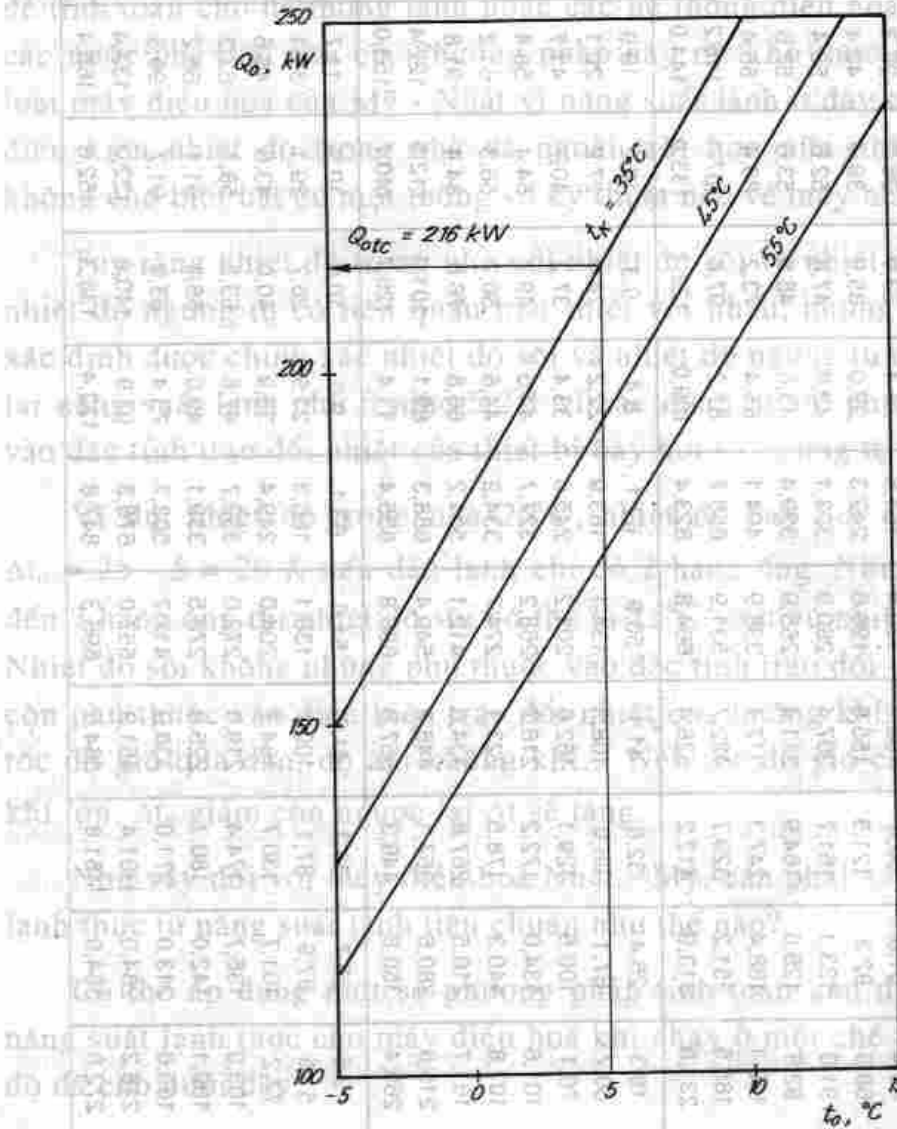
Tính Q_0 theo công thức (5.5) có:

$$Q_0 = Q_{0TC} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_{TC}} \cdot \frac{q_v}{q_{vTC}} = 216 \cdot \frac{0,865}{0,87} \cdot \frac{3814}{3977} = 206 \text{ kW}$$

Ta thấy khi giữ nguyên nhiệt độ bay hơi mà tăng nhiệt độ ngưng tụ lên 5°C thì năng suất lạnh cũng giảm nhưng mức độ giảm thấp hơn $216 - 206 = 10 \text{ kW}$ hay giảm mất $10/216 = 4,6\%$ nghĩa là cứ tăng nhiệt độ ngưng tụ lên 1°C năng suất lạnh giảm khoảng 1% .

Hình 5.2 giới thiệu đặc tính của máy nén P80 vận hành ở chế độ thực:

$$Q_0 = f(t_k, t_0)$$



Hình 5.2. Sự phụ thuộc của năng suất lạnh Q_0 vào nhiệt độ bay hơi t_0 và nhiệt độ ngưng tụ t_k của máy điều hoà nhiệt độ có máy nén P80 ($d = 76 \text{ mm}$, $s = 66 \text{ mm}$, $z = 8$, $n = 24 \text{ vg/s}$).

Bảng 5.5 giới thiệu đặc tính của một số máy nén với năng suất lạnh và công suất hiệu dụng động cơ phụ thuộc nhiệt độ bay hơi và ngưng tụ để làm ví dụ.

Bảng 5.5

Máy nén pittông MYCOM một cấp nén loại ki hiệu W (hãng Mayekawa Nhật)
 Năng suất lạnh và công suất trên trục ở nhiệt độ ngưng tụ 35°C và nhiệt độ bay hơi khác nhau

Môi chất	Kí hiệu	Thể tích quét, m ³ /h	Q ₀ , kW						N ₀ , kW						t ₀ , °C
			-25	-20	-15	-10	-5	0°C	-25	-20	-15	-10	-5		
			°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C		
R717	N2WA	71,0	17,3	23,4	30,7	39,3	49,5	61,3	8,1	9,1	10,0	10,7	11,3	11,6	
	N4WA	187,2	45,4	61,6	80,8	103,7	130,4	161,6	21,4	23,9	26,2	28,3	29,7	30,6	
	N6WA	280,7	68,3	92,3	121,3	155,5	195,6	242,3	32,0	35,9	39,4	42,4	44,6	45,8	
	N8WA	374,2	91,0	123,1	161,7	207,4	260,9	323,1	42,8	47,8	52,6	56,4	59,4	61,0	
	N4WB	381,0	92,8	125,6	164,9	211,4	265,9	329,4	43,6	48,8	53,6	57,6	60,6	62,3	
	N6WB	572,6	139,1	188,4	247,3	317,1	398,9	494,1	65,4	73,2	80,4	86,4	90,9	93,4	
	N8WB	764,1	185,5	251,2	329,7	422,7	531,9	658,7	87,2	97,6	107,1	115,2	121,2	124,5	
R22	N12WB	954,3	231,9	313,9	412,2	528,4	664,8	823,4	109,0	122,1	133,9	144,0	151,5	155,7	
	F2WA2	71,0	19,3	25,4	32,6	41,1	50,9	62,1	8,4	9,3	10,2	10,9	11,5	11,9	
	F4WA2	187,2	50,7	67,1	86,0	108,3	134,1	163,9	22,2	24,9	27,2	29,1	30,7	31,7	
	F6WA2	280,7	76,1	100,5	129,1	162,6	201,2	245,8	33,4	37,2	40,7	43,7	46,0	47,5	
	F8WA2	374,2	101,6	134,0	172,2	216,7	268,2	327,7	44,5	49,7	54,4	58,4	61,4	63,3	
	F4WB2	381,0	107,8	140,3	178,5	223,1	274,7	334,2	44,6	50,7	56,3	61,2	65,3	68,4	
	F6WB2	572,6	161,7	210,5	267,8	334,6	412,1	501,2	66,8	76,0	84,4	91,8	98,0	102,6	
R502	F8WB2	764,1	215,6	280,6	357,1	446,2	549,4	688,3	89,1	101,3	112,5	122,4	130,7	136,8	
	F12WB2	954,3	269,4	350,8	446,3	557,8	686,8	835,4	11,4	126,7	140,7	153,0	163,3	171,1	
	F2WA5	71,0	19,5	25,7	33,1	41,6	51,6	63,1	9,0	10,0	10,9	11,7	12,2	12,5	
	F4WA5	187,2	51,5	67,9	87,1	109,7	136,1	166,3	23,9	26,7	29,1	31,1	32,6	33,5	
	F6WA5	280,7	77,2	101,7	130,7	164,7	204,0	249,4	35,9	40,0	43,6	46,6	48,9	50,3	
	F8WA5	374,2	103,0	135,7	174,4	219,6	272,0	332,7	47,8	53,3	58,1	62,2	65,1	66,9	
	F4WB5	381,0	109,1	142,0	180,7	225,9	278,5	339,1	49,0	55,3	61,1	66,2	70,3	73,4	
F6WB5	572,6	163,6	213,0	271,0	338,9	417,7	508,7	73,4	83,0	91,7	99,3	105,5	110,1		
F8WB5	764,1	218,2	284,0	361,4	451,9	557,0	678,3	97,9	110,6	122,2	132,4	140,7	146,8		
F12WB5	954,3	272,8	354,9	451,8	564,8	696,3	847,8	122,4	138,3	152,8	165,4	175,8	183,5		

5.2.2. Năng suất lạnh phụ thuộc nhiệt độ trong nhà và ngoài trời

Phương pháp xác định năng suất lạnh thực của máy lạnh hoặc máy điều hoà không khí giới thiệu trong mục 5.2.1 ở trên thường chỉ được dùng để tính toán cho hệ thống lạnh hoặc các hệ thống điều hoà của Liên Xô và các nước phe dân chủ cũ. Phương pháp này rất khó thực hiện đối với các loại máy điều hoà của Mỹ - Nhật vì năng suất lạnh ở đây cho chủ yếu theo điều kiện nhiệt độ trong nhà và ngoài trời hơn nữa nhà sản xuất cũng không cho biết bất cứ một thông số kỹ thuật nào về máy nén.

Tuy rằng nhiệt độ trong nhà với nhiệt độ sôi và nhiệt độ ngoài trời với nhiệt độ ngưng tụ có liên quan mật thiết với nhau, nhưng cũng không thể xác định được chính xác nhiệt độ sôi và nhiệt độ ngưng tụ để tiến hành tính lại năng suất lạnh như ở mục 5.2.1 vì các quan hệ đó phụ thuộc rất nhiều vào đặc tính trao đổi nhiệt của thiết bị bay hơi và ngưng tụ.

Ví dụ, nhiệt độ trong nhà 25°C , nhiệt độ bay hơi có thể là 5°C và $\Delta t_0 = 25 - 5 = 20\text{ K}$ nếu dàn lạnh chỉ có 2 hàng ống. Nhưng nếu dàn có 5 đến 7 hàng ống thì nhiệt độ sôi có thể là 15°C và hiệu nhiệt độ chỉ là 10 K . Nhiệt độ sôi không những phụ thuộc vào đặc tính trao đổi nhiệt của dàn mà còn phụ thuộc vào điều kiện trao đổi nhiệt của không khí trong phòng như tốc độ gió qua dàn, độ ẩm không khí... Nếu tốc độ gió cao, độ ẩm không khí lớn, Δt_0 giảm còn ngược lại Δt sẽ tăng.

Như vậy đối với máy điều hoà Nhật - Mỹ, cần phải xác định năng suất lạnh thực từ năng suất lạnh tiêu chuẩn như thế nào?

Có thể áp dụng một số phương pháp tính toán gần đúng để xác định năng suất lạnh thực cho máy điều hoà khi chạy ở một chế độ lệch khỏi chế độ đã cho dưới đây.

5.2.2.1. Tra bảng năng suất lạnh phụ thuộc nhiệt độ trong nhà và ngoài trời trong catalog kỹ thuật (engineering data). Nhiệt độ trong nhà biến thiên từ 14 đến 32°C và nhiệt độ ngoài trời từ 21 đến 52°C . Nhưng trên thực tế rất khó kiếm được catalog kỹ thuật, hơn nữa đối với các máy điều hoà nhỏ cũng không có catalog kỹ thuật mà chỉ có catalog thương mại. Ở đây chỉ có thể tìm được năng suất lạnh tiêu chuẩn, ví dụ hãng Daikin cho năng suất lạnh ở nhiệt độ trong nhà 27°C , nhiệt độ ướt $19,5^{\circ}\text{C}$

và nhiệt độ ngoài 35°C (xem thêm mục 5.4) Trường hợp không có catalog kỹ thuật, có thể áp dụng các phương pháp ở mục 5.2.2.2 đến 5.2.2.4

5.2.2.2. Giả thiết Δt_0 và Δt_k để tìm nhiệt độ bay hơi t_0 và nhiệt độ ngưng tụ t_k và quay về tính theo mục 5.2.1. Trong kỹ thuật lạnh và điều hoà không khí Δt_0 và Δt_k là kết quả tính toán từ bài toán tối ưu về kinh tế sao cho một đơn vị lạnh (1 kW lạnh) là rẻ nhất. Khi Δt_0 và Δt_k tăng, nguyên vật liệu giảm, chi phí đầu tư ban đầu giảm nhưng giá vận hành (điện, nước) tăng, và ngược lại... (xem thêm mục 5.3). Chính vì vậy Δt_0 và Δt_k phụ thuộc và từng nước từng khu vực và thậm chí theo quan điểm của từng nhà chế tạo. Do không biết được Δt_0 và Δt_k nên phải giả thiết định hướng như sau:

$$\Delta t_0 = t_T - t_0 = (13 \div 18) \text{ K}$$

$$\Delta t_k = t_N - t_k = (13 \div 18) \text{ K}$$

t_T - nhiệt độ trong nhà, $^{\circ}\text{C}$;

t_0 - nhiệt độ bay hơi trực tiếp, $^{\circ}\text{C}$;

t_N - nhiệt độ không khí ngoài trời, $^{\circ}\text{C}$;

t_k - nhiệt độ ngưng tụ dàn ngưng giải nhiệt gió.

Δt_0 và Δt_k ở đây chọn cao gấp đôi hoặc gấp rưỡi dàn amoniác vì dàn bằng đồng đắt hơn nhiều so với thép chế tạo dàn amoniác. Có thể chọn $\Delta t_0 = \Delta t_k = 15 \text{ K}$ để tính toán, như vậy ta đã có t_0 và t_k để tính năng suất lạnh theo mục 5.2.1.

5.2.2.3. Ước đoán năng suất lạnh theo kết luận ví dụ 5.1

- Nhiệt độ bay hơi giảm 1°C (nhiệt độ trong phòng giảm 1°C), năng suất lạnh giảm 3,3%.

- Nhiệt độ ngưng tụ tăng 1°C (nhiệt độ ngoài trời tăng 1°C), năng suất lạnh giảm 1%.

5.2.2.4. Tính theo hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh

Điều kiện để sử dụng phương pháp này là:

1. Có một bảng năng suất lạnh phụ thuộc nhiệt độ trong nhà ngoài trời của catalog kỹ thuật một máy điều hoà cùng loại, cùng một họ.

2. Lập bảng hệ số hiệu chỉnh từ bảng năng suất lạnh trong catalog kỹ thuật:

$$\alpha_1 = \frac{Q_{0G}}{Q_{0TCG}}$$

α_1 - hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh;

Q_{0G} - năng suất lạnh catalog gốc có cùng nhiệt độ trong nhà và ngoài trời;

Q_{0TCG} - năng suất lạnh tiêu chuẩn catalog gốc ($t_T = 27^{\circ}C$, $t_{TV} = 19,5^{\circ}C$, $t_N = 35^{\circ}C$).

Năng suất lạnh thực:

$$Q_0 = \alpha_T \cdot Q_{0TC}$$

Q_{0TC} - năng suất lạnh tiêu chuẩn tra được ở catalog thương mại (xem thêm mục 5.4).

5.2.3. Năng suất lạnh phụ thuộc chiều dài đường ống gas và độ cao giữa hai cụm dàn nóng và dàn lạnh

Trong catalog máy, các nhà chế tạo thường cho năng suất lạnh danh định không những ở điều kiện nhiệt độ trong nhà ướt và khô với nhiệt độ ngoài nhà mà còn gắn liền với điều kiện độ dài đường ống gas cũng như chênh lệch độ cao giữa hai cụm dàn nóng và dàn lạnh.

Năng suất lạnh tiêu chuẩn (danh định) dựa trên:

- Nhiệt độ trong nhà ướt và khô $t_{TV} = 19^{\circ}C$ (đôi khi $19,5^{\circ}C$), $t_T = 25^{\circ}C$.
- Nhiệt độ ngoài nhà $t_N = 35^{\circ}C$.
- Chiều dài đường ống gas nối cụm dàn nóng và dàn lạnh thường là 5 m.
- Chênh lệch chiều cao giữa cụm dàn nóng và dàn lạnh thường là 0 m.

Khi chiều dài đường ống gas tăng lên năng suất lạnh sẽ giảm. Tương tự như vậy, khi có chênh lệch chiều cao giữa cụm dàn nóng và dàn lạnh (có thể dàn nóng đặt cao, dàn lạnh đặt thấp hoặc ngược lại dàn nóng đặt thấp, dàn lạnh đặt cao) năng suất lạnh cũng giảm. Nhưng chiều dài đường ống và chênh lệch độ cao giữa 2 cụm dàn là do nhà chế tạo quy định. Người lắp

đặt không được tự tiện kéo dài quá mức hoặc lắp đặt 2 cụm với chênh lệch độ cao quá mức quy định đã chỉ dẫn trong catalog. Đối với một số tổ máy lớn VRV của DAIKIN, chiều dài đường ống gas có thể tới 150 m và chiều cao cách biệt giữa cụm dàn nóng và cụm dàn lạnh có thể tới 50 m. Nhưng nhiều tổ máy 2 cụm chiều dài đường ống gas quy định không quá 5 m và chênh lệch độ cao không quá 3 m.

Như vậy, cần phải dự trừ được năng suất lạnh thực tế còn lại để xác định chính xác số lượng máy điều hoà yêu cầu cần thiết cho công trình, tránh máy điều hoà phải làm việc quá tải, hoặc không gian điều hoà không đạt được trạng thái vi khí hậu tính toán.

Hình 5.3 đến 5.5 giới thiệu hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh và nhiệt theo chiều dài đường ống gas và chiều cao α_{hl} đối với một số tổ hợp máy điều hoà VRV của hãng DAIKIN (Nhật). Từ các hình trên ta thấy, với chiều dài đường ống 5 m và độ cao chênh lệch khoảng 3 m, hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh và nhiệt theo chiều dài $\alpha_{hl} = 1$.

Khi sử dụng các hình 5.3 đến 5.5 để tìm hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh α theo chiều dài đường ống gas và chênh lệch chiều cao giữa hai cụm dàn nóng lạnh cần có một vài lưu ý sau:

1. Các hình biểu diễn hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh của tổ dàn lạnh tiêu chuẩn ở tải lạnh tối đa (thermostat đặt ở vị trí cao nhất, tốc độ gió lớn nhất) theo các điều kiện vận hành tiêu chuẩn.
2. Tần số của máy nén tăng đối với kí hiệu ★.
3. Phương pháp tính năng suất lạnh và nhiệt (cao nhất ở chế độ tiêu chuẩn cho cụm dàn lạnh trong nhà):

$$(\text{năng suất lạnh} / \text{nhiệt}) = A. (\text{hệ số hiệu chỉnh năng suất } \alpha)$$

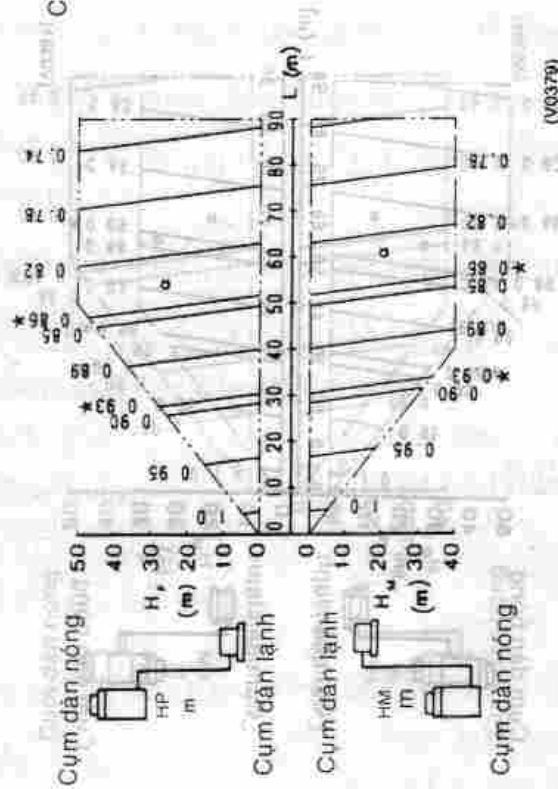
Trong trường hợp chiều dài đường ống gas của các cụm dàn lạnh khác nhau thì năng suất lạnh tối đa của mỗi cụm dàn lạnh khi vận hành đồng thời là:

$$(\text{năng suất lạnh} / \text{nhiệt}) = B. (\text{hệ số hiệu chỉnh năng suất cho mỗi chiều dài ống gas}).$$

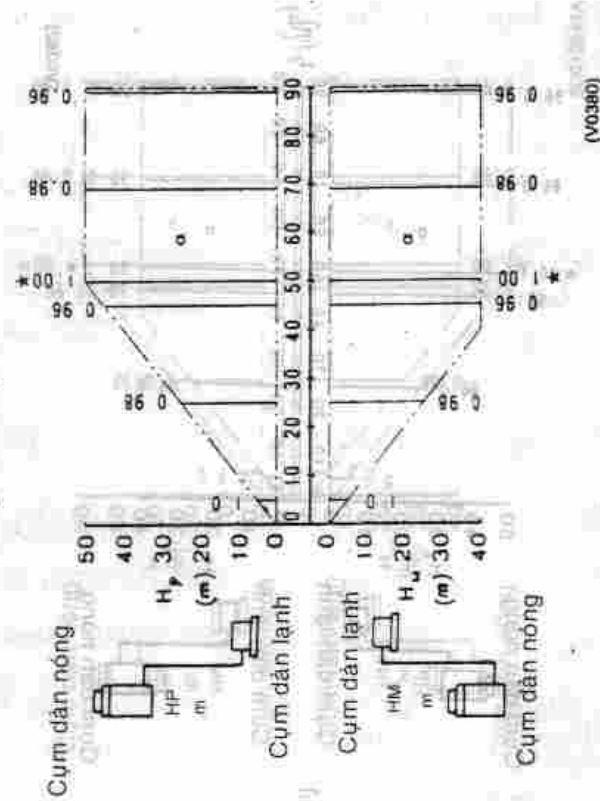
Trong đó A là năng suất lạnh / nhiệt tra từ bảng đặc tính của máy còn B là năng suất lạnh / nhiệt của mỗi cụm dàn lạnh.

**RSX(Y)5K
RSX5KU / 6KU**

Hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh



Hệ số hiệu chỉnh năng suất nóng



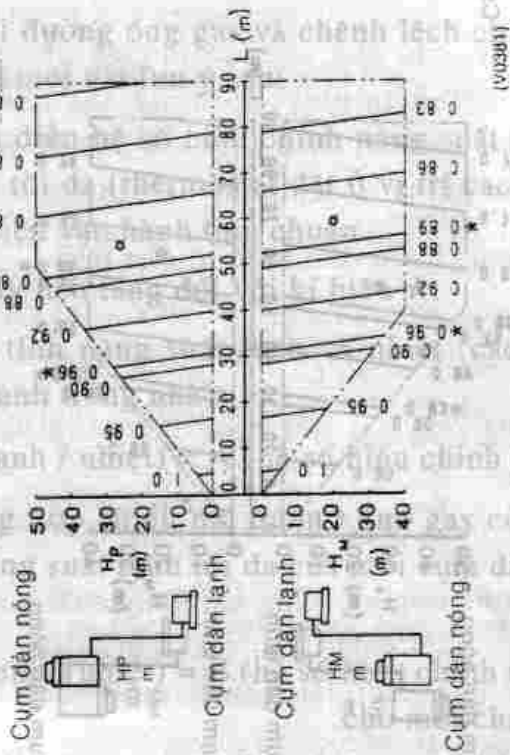
Hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh

Hình 5.3. Hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh và nhiệt α theo chiều dài tương đương đường ống gas L , m và chênh lệch chiều cao H_p (cụm dàn nóng ở trên) và H_m , m (cụm dàn lạnh ở trên) của máy VRV biến tần RSX(Y)5K / RSX5KU / 6KU.

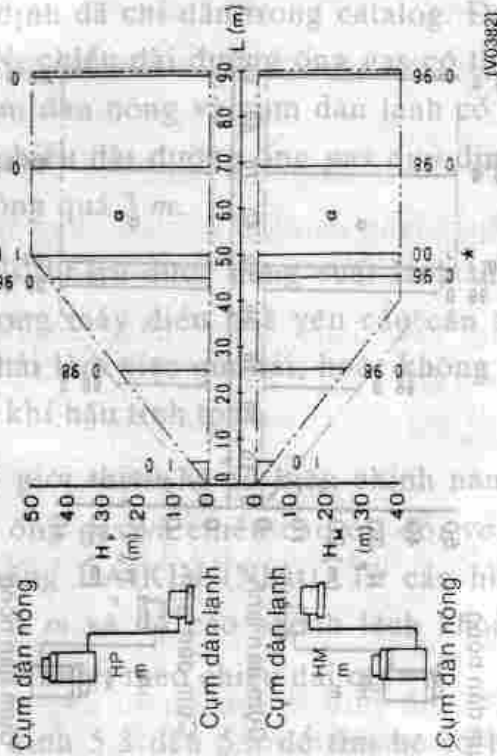
Ghi chú: Kí hiệu \star để chỉ tốc độ máy nén tăng do thay đổi tải số. Khi chiều dài tương đương tổng lớn hơn $90\ m$ hoặc hơn, cần thay đổi cỡ ống lớn hơn ở đoạn ống chính chưa phân nhánh.

**RSX(Y)8K / 10K
RSX8KU / 10KU**

Hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh



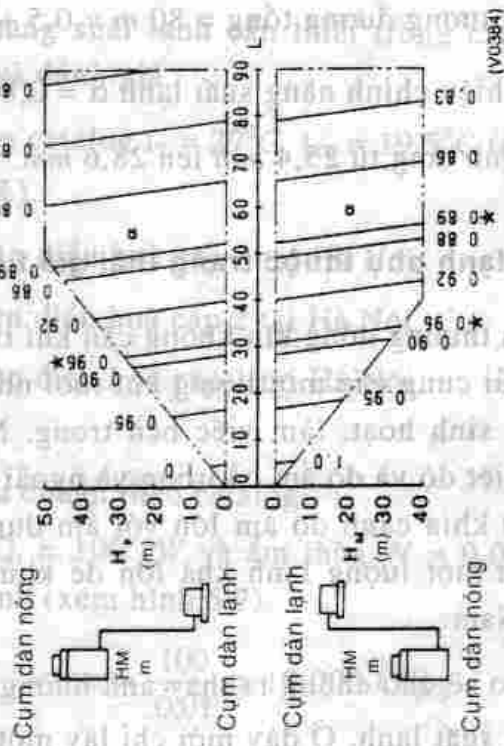
Hệ số hiệu chỉnh năng suất nhiệt



Hình 5.4. Hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh và nhiệt α theo chiều dài tương đương đường ống gas L, m và chênh lệch chiều cao H_p (cụm dàn nóng ở trên) và H_m (cụm dàn lạnh ở trên), m của máy VRV biến tần RSX(Y)8K / 10K và RSX8KU / 10KU.

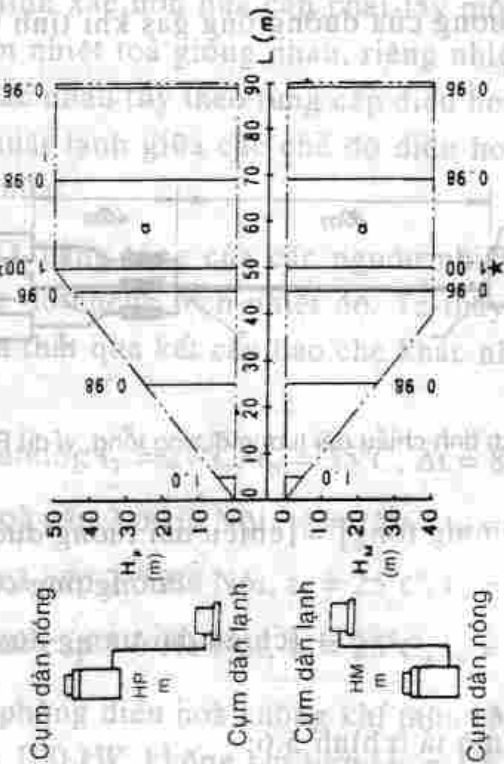
RSEY8KL / 10KL

Hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh



(V0394)

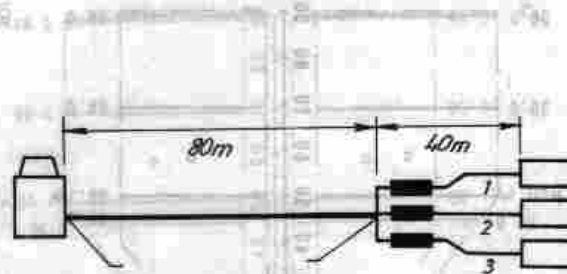
Hệ số hiệu chỉnh năng suất nhiệt



3D013941A

Hình 5.5. Hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh và nhiệt α theo chiều dài tương đương đường ống gas L_m và chênh lệch chiều cao H_p (cụm dàn nóng ở trên) và H_m (cụm dàn lạnh ở trên). m của máy VRV thu hồi nhiệt RSEY8KL/10KL.

4. Trong các tổ hợp không bao gồm những dàn chỉ làm lạnh, có thể tính chiều dài tương đương của đường ống gas khi tính toán năng suất lạnh như sau (hình 5.6).



Hình 5.6. Cách tính chiều dài tương đương tổng, ví dụ RSEY10K.

$$[\text{chiều dài tương đương tổng}] = [\text{chiều dài tương đương đường ống chính}] \times 0,5 + [\text{chiều dài tương đương sáu chẽ nhánh}]$$

ví dụ RSEY10K.

Trong trường hợp mô tả ở hình 5.6:

$$\text{Chiều dài tương đương tổng} = 80 \text{ m} \times 0,5 + 40 = 80 \text{ m.}$$

Khi $H_p = 0$, hệ số hiệu chỉnh năng suất lạnh $\alpha = 0,83$.

Cỡ ống ở đoạn chính tăng từ 25,4 mm lên 28,6 mm.

5.2.4. Năng suất lạnh phụ thuộc trạng thái gió tươi

Khác với kho lạnh thường đóng kín không cần khí tươi, các không gian điều hoà luôn luôn phải cung cấp một lượng khí tươi nhất định để đảm bảo ôxi đủ cho con người sinh hoạt, làm việc bên trong. Năng suất lạnh phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt độ và độ ẩm cả trong và ngoài nhà nhưng đặc biệt là độ ẩm ngoài nhà, ở khía cạnh độ ẩm lớn với ẩm dung lớn và ẩm ngoài nhà, người ta phải tốn một lượng lạnh khá lớn để khử lượng ẩm này đặc biệt ở điều kiện Việt Nam.

Ví dụ 5.2 tiếp theo sẽ cho chúng ta thấy ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm ngoài nhà tới năng suất lạnh. Ở đây mới chỉ lấy một phòng điều hoà có nhiệt thừa và ẩm thừa giống hệt nhau để đề so sánh.

Nếu so sánh chính xác hơn nữa cần phải lấy một không gian điều hoà với đủ các điều kiện nhiệt toả giống nhau, riêng nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che phải lấy khác nhau tùy theo từng cấp điều hoà. Nếu làm như vậy sự khác biệt về năng suất lạnh giữa các chế độ điều hoà nêu ở ví dụ 5.4 còn cách biệt nhau hơn nữa.

Do nhiệt thừa Q_i bằng tổng của các nguồn nhiệt toả và nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che do chênh lệch nhiệt độ. Ta thấy rõ ràng ở các chế độ khác nhau, nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che khác nhau vì hiệu nhiệt độ là khác nhau:

- Chế độ theo catalog $t_T = 27^{\circ}C$, $t_N = 35^{\circ}C$, $\Delta t = 8 K$.
- Chế độ điều hoà cấp 3 ở Hà Nội, $t_T = 25^{\circ}C$, $t_N = 32,8^{\circ}C$, $\Delta t = 7,8 K$
- Chế độ điều hoà cấp 2 ở Hà Nội, $t_T = 25^{\circ}C$, $t_N = 37,2^{\circ}C$, $\Delta t = 12,2 K$
- Chế độ điều hoà cấp 1 ở Hà Nội, $t_T = 25^{\circ}C$, $t_N = 41,6^{\circ}C$, $\Delta t = 16,6 K$.

Ví dụ 5.2. Một phòng điều hoà không khí mùa hè có ẩm thừa $W = 0,01 kg/s$, nhiệt thừa $Q_i = 100 kW$, không khí tươi $G_N = 1,67 kg/s$.

Hãy xác định năng suất lạnh cần thiết trong các điều kiện vận hành khác nhau, so sánh và đánh giá.

a) Như cho trong catalog $t_T = 27^{\circ}C$, $t_{Tư} = 19,5^{\circ}C$ ($\varphi_T = 50\%$), $t_N = 35^{\circ}C$, $t_{Nu} = 24^{\circ}C$ ($\varphi_N = 39\%$).

b) Theo điều kiện điều hoà cấp 3 tại Hà Nội.

c) Theo điều kiện điều hoà cấp 2 tại Hà Nội.

d) Theo điều kiện điều hoà cấp 1 tại Hà Nội.

Giải

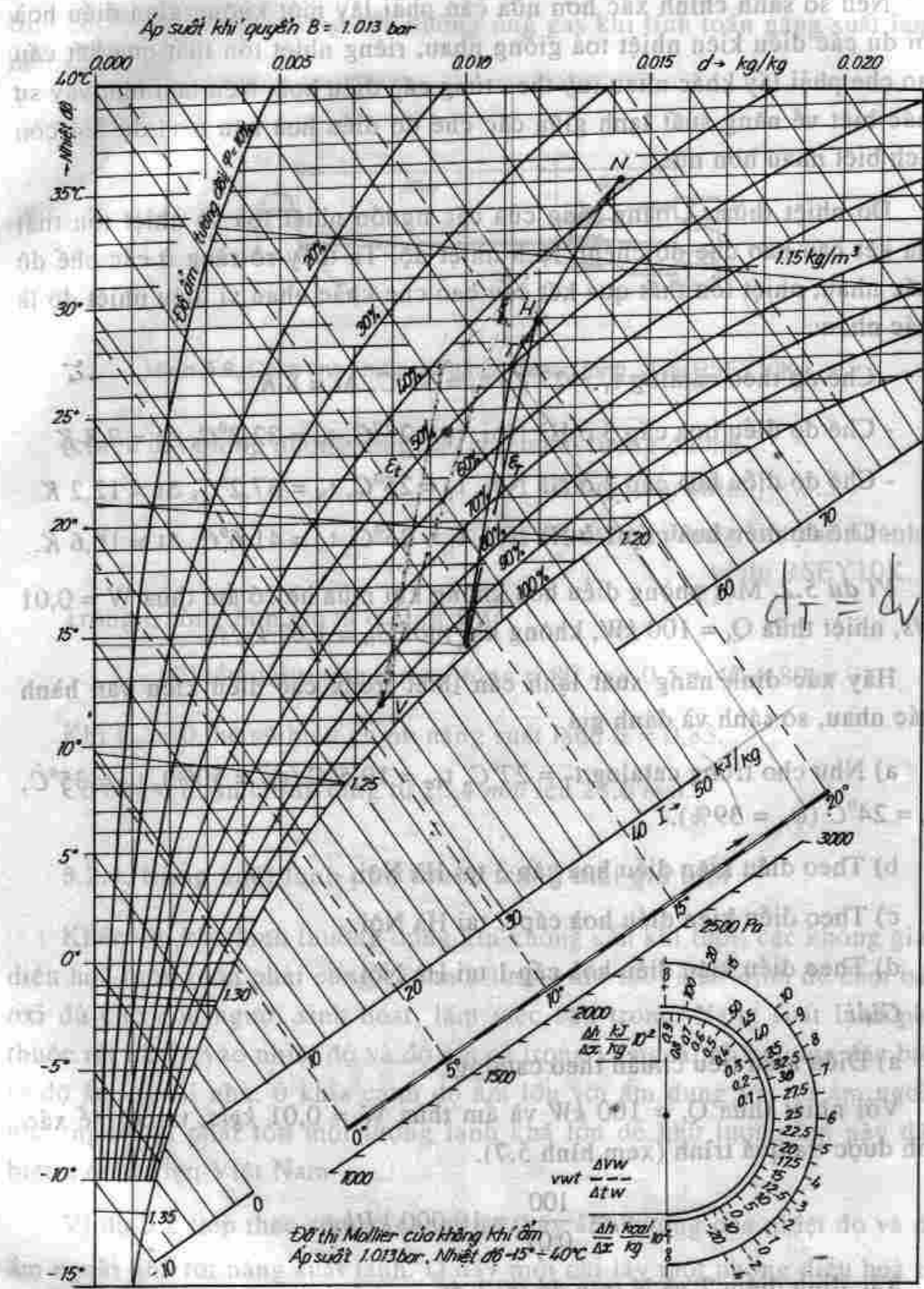
a) Điều kiện tiêu chuẩn theo catalog

Với nhiệt thừa $Q_i = 100 kW$ và ẩm thừa $W = 0,01 kg/s$, ta có thể xác định được tia quá trình (xem hình 5.7).

$$\varepsilon_i = \frac{100}{0,01} = 10.000 kJ/kg$$

Xác định điểm T và N trên đồ thị I-d:

$$T (t_T = 27^{\circ}C, \varphi_T = 50\%, d_T = 0,0111 kg/kg, I_T = 55,3 kJ/kg)$$



$d_I = d_v = d_o$

Hình 5.7. Sơ đồ điều hoà theo catalog.

Lưu lượng không khí tuần hoàn:

$$N (t_N = 35^{\circ}C, \varphi_N = 39\%, d_N = 0,142 \text{ kg/kg}, I_N = 72 \text{ kJ/kg})$$

Từ T kẻ ε_1 cắt $\varphi = 90\%$ ở $O \equiv V$:

$$O \equiv V (t_V = 14,5^{\circ}C, \varphi_V = 95\%, d_V = 0,010 \text{ kg/kg}, I_V = 40 \text{ kJ/kg}).$$

Xác định lưu lượng không khí tuần hoàn (cố trạng thái hoà trộn):

$$G_H = \frac{Q_1}{I_T - I_V} = \frac{100}{55,3 - 40} = 6,54 \text{ kg/s}$$

Lưu lượng không khí tái tuần hoàn (cố trạng thái trong nhà):

$$G_T = G_H - G_N = 6,54 - 1,67 = 4,87 \text{ kg/s}$$

Từ phương trình cân bằng entanpy ở điểm hoà trộn (tổng entanpy vào bằng tổng entanpy ra khỏi điểm hoà trộn):

$$G_T I_T + G_N I_N = G_H I_H$$

Ta có:

$$I_H = \frac{G_T I_T + G_N I_N}{G_H} = \frac{4,87 \cdot 55,3 + 1,67 \cdot 72}{6,54} = 60 \text{ kJ/kg}$$

Vậy ta có trạng thái điểm hoà trộn H là:

$$H (t_H = 28^{\circ}C, \varphi_H = 47\%, d_H = 0,012 \text{ kg/kg}, I_H = 60 \text{ kJ/kg})$$

Năng suất lạnh yêu cầu:

$$Q_0 = G_H (I_H - I_V) = 6,54(60 - 40) = 130 \text{ kW}$$

Trong thí dụ tính toán này ta không xét đến trường hợp nhiệt độ thổi vào quá thấp, vì mục đích ở đây là tính toán để so sánh năng suất lạnh cần thiết thực tế với năng suất cho trong catalog máy.

b) Sơ đồ điều hoà cấp 3 tại Hà Nội được biểu diễn trên hình 5.8.

$$T (t_T = 25^{\circ}C, \varphi_T = 65\%, d_T = 0,0131 \text{ kg/kg}, I_T = 58,4 \text{ kJ/kg})$$

$$N (t_N = 32,8^{\circ}C, \varphi_N = 66\%, d_N = 0,0213 \text{ kg/kg}, I_N = 87,4 \text{ kJ/kg})$$

$$\varepsilon_1 = 10.000 \text{ kJ/kg như trên.}$$

Kẻ ε_1 qua T cắt $\varphi = 95\%$ tại $O \equiv V$ với $O \equiv V (t_V = 18^{\circ}C, \varphi_V = 95\%, d_V = 0,0123 \text{ kg/kg}, I_V = 49 \text{ kJ/kg}).$