

# CHƯƠNG III: TÍNH CÂN BẰNG NHIỆT VÀ CÂN BẰNG ẨM

## 3.1 PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG NHIỆT ẨM

Xét một hệ nhiệt động bất kỳ, hệ luôn luôn chịu tác động của môi trường bên ngoài và các đối tượng bên trong về nhiều mặt. Kết quả các thông số vi khí hậu của hệ bị thay đổi. Ta gọi các tác động đó là các nhiễu loạn. Đối với không gian điều hoà, các nhiễu loạn đó bao gồm: nhiễu loạn về nhiệt, về ẩm, về phát tán các chất độc hại vv. ...

### 3.1.1. Phương trình cân bằng nhiệt

Hệ điều hoà chịu tác động của các nhiễu loạn nhiệt dưới hai dạng phổ biến sau:

- Nhiệt tỏa ra từ các nguồn nhiệt bên trong hệ gọi là các nguồn nhiệt tỏa:  $\Sigma Q_{\text{tỏa}}$
- Nhiệt truyền qua kết cấu bao che gọi là nguồn nhiệt thẩm thấu:  $\Sigma Q_{\text{tt}}$

Tổng hai thành phần trên gọi là nhiệt thừa

$$Q_T = \Sigma Q_{\text{tỏa}} + \Sigma Q_{\text{tt}} \quad (3-1)$$

Để duy trì chế độ nhiệt trong không gian điều hoà, trong kỹ thuật điều hoà không khí người ta phải cấp cho hệ một lượng không khí có lưu lượng  $G_q$  (kg/s) ở trạng thái  $V(t_v, \varphi_v)$  nào đó và lấy ra cũng lượng như vậy nhưng ở trạng thái  $T(t_T, \varphi_T)$ . Như vậy lượng không khí này đã lấy đi từ phòng một lượng nhiệt bằng  $Q_T$ . Ta có phương trình cân bằng nhiệt như sau:

$$Q_T = G_q \cdot (I_T - I_v) \quad (3-2)$$

$G_q$  - Gọi là lưu lượng thải nhiệt thừa, kg/s.

### 3.1.2. Phương trình cân bằng ẩm

Tương tự như trên, ngoài các nhiễu loạn về nhiệt hệ cũng bị tác động của các nhiễu loạn về ẩm như sau:

- Ẩm tỏa ra từ các nguồn bên trong hệ:  $\Sigma W_{\text{tỏa}}$
- Ẩm thẩm thấu qua kết cấu bao che:  $\Sigma W_{\text{tt}}$

Tổng hai thành phần trên gọi là ẩm thừa

$$W_T = \Sigma W_{\text{tỏa}} + \Sigma W_{\text{tt}} \quad (3-3)$$

Để hệ cân bằng ẩm và có trạng thái không khí trong phòng không đổi  $T(t_T, \varphi_T)$  người ta phải cung cấp cho hệ một lượng không khí có lưu lượng  $G_w$  (kg/s) ở trạng thái  $V(t_v, \varphi_v)$ . Như vậy lượng không khí này đã lấy đi từ hệ một lượng ẩm bằng  $W_T$ . Ta có phương trình cân bằng ẩm như sau:

$$W_T = G_w \cdot (d_T - d_v) \quad (3-4)$$

$G_w$  - Gọi là lưu lượng thải ẩm thừa, kg/s.

### 3.1.3. Phương trình cân bằng nồng độ chất độc hại (nếu có)

Để khử các chất độc hại phát sinh ra trong hệ người ta thổi vào phòng lưu lượng gió  $G_z$  (kg/s) sao cho:

$$M_d = G_z \cdot (z_T - z_v), \text{ kg/s} \quad (3-5)$$

$M_d$ : Lưu lượng chất độc hại tỏa ra và thẩm thấu qua kết cấu bao che, kg/s;

$Z_T$  và  $Z_v$ : Nồng độ theo khối lượng của chất độc hại của không khí cho phép trong phòng và thổi vào.

Nhiệt thừa, ẩm thừa và lượng chất độc toả ra là cơ sở để xác định năng suất của các thiết bị xử lý không khí. Trong phần dưới đây chúng ta xác định hai thông số quan trọng nhất là tổng nhiệt thừa  $Q_T$  và ẩm thừa  $W_T$ .

Lượng chất độc hại phát sinh thực tế rất khó tính nên trong phần này không giới thiệu. Riêng lượng  $CO_2$  phát sinh do con người đã được xác định ở chương 2, phụ thuộc cường độ vận động của con người.

## 3.2 XÁC ĐỊNH LƯỢNG NHIỆT THỪA $Q_T$

### 3.2.1 Nhiệt do máy móc thiết bị điện toả ra $Q_1$

#### 3.2.1.1 Nhiệt toả ra từ thiết bị dẫn động bằng động cơ điện

Máy móc sử dụng điện gồm 2 cụm chi tiết là động cơ điện và cơ cấu dẫn động. Tổn thất của các máy bao gồm tổn thất ở động cơ và tổn thất ở cơ cấu dẫn động. Theo vị trí tương đối của 2 cụm chi tiết này ta có 3 trường hợp có thể xảy ra:

- *Trường hợp 1:* Động cơ và chi tiết dẫn động nằm hoàn toàn trong không gian điều hoà

- *Trường hợp 2:* Động cơ nằm bên ngoài, chi tiết dẫn động nằm bên trong

- *Trường hợp 3:* Động cơ nằm bên trong, chi tiết dẫn động nằm bên ngoài.

Nhiệt do máy móc toả ra chỉ dưới dạng nhiệt hiện.

Gọi  $N$  và  $\eta$  là công suất và hiệu suất của động cơ điện. Công suất của động cơ điện  $N$  thường là công suất tính ở đầu ra của động cơ, là công suất trên trục. Công suất này truyền cho cơ cấu cơ khí. Công suất đầu vào động cơ bao gồm cả tổn thất nhiệt trên động cơ. Vì vậy:

- *Trường hợp 1:* Toàn bộ năng lượng cung cấp cho động cơ đều được biến thành nhiệt năng và trao đổi cho không khí trong phòng. Nhưng do công suất  $N$  được tính là công suất đầu ra nên năng lượng mà động cơ tiêu thụ là:

$$q_1 = \frac{N}{\eta}, \text{ kW} \quad (3-6)$$

$\eta$  - Hiệu suất của động cơ

- *Trường hợp 2:* Vì động cơ nằm bên ngoài, cụm chi tiết chuyển động nằm bên trong nên nhiệt thừa phát ra từ sự hoạt động của động cơ chính là công suất  $N$ .

$$q_1 = N, \text{ kW} \quad (3-7)$$

- *Trường hợp 3:* Trong trường này phần nhiệt năng do động cơ toả ra bằng năng lượng đầu vào trừ cho phần toả ra từ cơ cấu cơ chuyển động:

$$q_1 = \frac{N \cdot (1 - \eta)}{\eta}, \text{ kW} \quad (3-8)$$

Để tiện lợi cho việc tra cứu tính toán, tổn thất nhiệt cho các động cơ có thể tra cứu cụ thể cho từng trường hợp trong bảng 3.1 dưới đây.

**Bảng 3.1. Tổn thất nhiệt của các động cơ điện**

Công suất mô tơ đầu ra, kW	Hiệu suất $\eta$ (%)	Tổn thất nhiệt $q_1$ , kW		
		Mô tơ và cơ cấu truyền động đặt trong phòng	Mô tơ ngoài cơ cấu truyền động trong phòng	Mô tơ trong, cơ cấu truyền động ngoài
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0,04	41	0,10	0,04	0,06
0,06	49	0,12	0,06	0,06
0,09	55	0,16	0,09	0,07

0,12	60	0,20	0,12	0,08
0,18	64	0,30	0,18	0,11
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0,25	67	0,37	0,25	0,12
0,37	70	0,53	0,37	0,16
0,55	72	0,76	0,55	0,21
0,75	73	1,03	0,75	0,28
1,1	79	1,39	1,1	0,29
1,5	80	1,88	1,5	0,38
2,2	82	3,66	2,2	0,66
4,0	83	4,82	4,0	0,82
5,5	84	6,55	5,5	1,05
7,5	85	8,82	7,5	1,32
11	86	12,8	11	1,8
15	87	17,2	15	2,2
18,5	88	21,0	18,5	2,5
22	88	25,0	22	3,0
30	89	33,7	30	3,7
37	89	41,6	37	4,6
45	90	50,0	45	5,0
55	90	61,1	55	6,1
75	90	83,3	75	8,3
90	90	100	90	10,0
110	91	121	110	11
132	91	145	132	13
150	91	165	150	15
185	91	203	185	18
220	92	239	220	19
250	92	272	250	22

Cần lưu ý là năng lượng do động cơ tiêu thụ đang đề cập là ở chế độ định mức. Tuy nhiên trên thực tế động cơ có thể hoạt động non tải hoặc quá tải. Vì thế để chính xác hơn cần tiến hành đo cường độ dòng điện thực tế để xác định công suất thực.

### 3.2.1.2. Nhiệt toả ra từ thiết bị điện

Ngoài các thiết bị được dẫn động bằng các động cơ điện, trong phòng có thể trang bị các dụng cụ sử dụng điện khác như: Ti vi, máy tính, máy in, máy sấy tóc vv... Đại đa số các thiết bị điện chỉ phát nhiệt hiện.

Đối với các thiết bị điện phát ra nhiệt hiện thì nhiệt lượng toả ra bằng chính công suất ghi trên thiết bị.

Khi tính toán tổn thất nhiệt do máy móc và thiết bị điện phát ra cần lưu ý không phải tất cả các máy móc và thiết bị điện cũng đều hoạt động đồng thời. Để cho công suất máy lạnh không quá lớn, cần phải tính đến mức độ hoạt động đồng thời của các động cơ. Trong trường hợp tổng quát:

$$Q_1 = \sum q_1 \cdot K_{tt} \cdot k_{đt} \quad (3-9)$$

$K_{tt}$  - hệ số tính toán bằng tỷ số giữa công suất làm việc thực với công suất định mức.

$k_{đt}$  - Hệ số đồng thời, tính đến mức độ hoạt động đồng thời. Hệ số đồng thời của mỗi động cơ có thể coi bằng hệ số thời gian làm việc, tức là bằng tỷ số thời gian làm việc của động cơ thứ  $i$ , chia cho tổng thời gian làm việc của toàn bộ hệ thống. Hệ số  $K_{đt}$  có thể tham khảo ở bảng 3.3.

### 3.2.2 Nhiệt tỏa ra từ các nguồn sáng nhân tạo $Q_2$

Nguồn sáng nhân tạo ở đây đề cập là nguồn sáng từ các đèn điện. Có thể chia đèn điện ra làm 2 loại: Đèn dây tóc và đèn huỳnh quang.

Nhiệt do các nguồn sáng nhân tạo tỏa ra chỉ ở dạng nhiệt hiện.

- **Đối với loại đèn dây tóc:** Các loại đèn này có khả năng biến đổi chỉ 10% năng lượng đầu vào thành quang năng, 80% được phát ra bằng bức xạ nhiệt, 10% trao đổi với môi trường bên ngoài qua đối lưu và dẫn nhiệt. Như vậy toàn bộ năng lượng đầu vào dù biến đổi và phát ra dưới dạng quang năng hay nhiệt năng nhưng cuối cùng đều biến thành nhiệt và được không khí trong phòng hấp thụ hết.

$$Q_{21} = N_S, \text{ kW} \quad (3-10)$$

$N_S$  - Tổng công suất các đèn dây tóc, kW

- **Đối với đèn huỳnh quang:** Khoảng 25% năng lượng đầu vào biến thành quang năng, 25% được phát ra dưới dạng bức xạ nhiệt, 50% dưới dạng đối lưu và dẫn nhiệt. Tuy nhiên đối với đèn huỳnh quang phải trang bị thêm bộ chấn lưu, công suất bộ chấn lưu cỡ 25% công suất đèn. Vì vậy tổn thất nhiệt trong trường hợp này:

$$Q_{22} = 1,25.N_{hq}, \text{ kW} \quad (3-11)$$

$N_{hq}$ : Tổng công suất đèn huỳnh quang, kW

$$Q_2 = Q_{21} + Q_{22}, \text{ kW} \quad (3-12)$$

Một vấn đề thường gặp trên thực tế là khi thiết kế không biết bố trí đèn cụ thể trong phòng sẽ như thế nào hoặc người thiết kế không có điều kiện khảo sát chi tiết toàn bộ công trình, hoặc không có kinh nghiệm về cách bố trí đèn của các đối tượng. Trong trường hợp này có thể chọn theo điều kiện đủ chiếu sáng cho ở bảng 3.2.

**Bảng 3.2: Thông số kinh nghiệm cho phòng**

Khu vực	Lưu lượng không khí L/s.m <sup>2</sup>	Phân bố người m <sup>2</sup> /người	Công suất chiếu sáng, W/m <sup>2</sup>
- Nhà ở	5,9	10	12
- Motel	7,5	10	12
- Hotel			
+ Phòng ngủ	5,9	20	12
+ Hành lang	10,6	3	24
- Triển lãm nghệ thuật			
- Bảo tàng	10	5	12
- Ngân hàng			
- Thư viện	11	3	12
- Nhà hát			
+ Phòng Audio	12,1	0,8	10
+ Quán bar	12,9	0,8	10
+ Khu vực trợ giúp	6,4	4	18
- Nhà hàng	17,3	1,5	12
- Rạp chiếu bóng	12,1	0,8	10
- Siêu thị	8,3	4	36
- Cửa hàng nhỏ			
+ Hiệu uốn tóc	12,0	4	24
+ Bán dày, mũ	9,8	3	24
- Phòng thể thao nhẹ	13,4	1	12
- Phòng hội nghị	12,2	3	24

Như vậy tổn thất do nguồn sáng nhân tạo, trong trường hợp này được tính theo công thức

$$Q_2 = q_s \cdot F, \text{ W} \quad (3-13)$$

trong đó F - diện tích sàn nhà, m<sup>2</sup>;

$q_s$  - Công suất chiếu sáng yêu cầu cho 1m<sup>2</sup> diện tích sàn, W/m<sup>2</sup>.

### 3.2.3 Nhiệt do người tỏa ra Q<sub>3</sub>

Nhiệt do người tỏa ra gồm 2 thành phần:

- **Nhiệt hiện:** Do truyền nhiệt từ người ra môi trường thông qua đối lưu, bức xạ và dẫn nhiệt:  $q_h$

- **Nhiệt ẩn:** Do tỏa ẩm (mồ hôi và hơi nước mang theo):  $q_a$

- **Nhiệt toàn phần:** Nhiệt toàn phần bằng tổng nhiệt hiện và nhiệt ẩn:

$$q = q_h + q_w \quad (3-14)$$

Đối với một người lớn trưởng thành và khỏe mạnh, nhiệt hiện, nhiệt ẩn và nhiệt toàn phần phụ thuộc vào cường độ vận động và nhiệt độ môi trường không khí xung quanh.

Tổn thất do người tỏa được xác định theo công thức:

- Nhiệt hiện :

$$Q_{3h} = n \cdot q_h \cdot 10^{-3}, \text{ kW.}$$

- Nhiệt ẩn:

$$Q_{3w} = n \cdot q_w \cdot 10^{-3}, \text{ kW.}$$

- Nhiệt toàn phần:

$$Q_3 = n \cdot q \cdot 10^{-3}, \text{ kW.} \quad (3-15)$$

n - Tổng số người trong phòng, người;

$q_h, q_w, q$  - Nhiệt ẩn, nhiệt hiện và nhiệt toàn phần do một người tỏa ra trong một đơn vị thời gian và được xác định theo bảng 3.4.

Khi tính nhiệt thừa do người tỏa ra người thiết kế thường gặp khó khăn khi xác định số lượng người trong một phòng. Thực tế, số lượng người luôn luôn thay đổi và hầu như không theo một quy luật nhất định nào cả. Trong trường hợp đó có thể lấy theo số liệu phân bố người nêu trong bảng 3.2.

Bảng 3.4 dưới đây là nhiệt toàn phần và nhiệt ẩn do người tỏa ra. Theo bảng này nhiệt ẩn và nhiệt hiện do người tỏa ra phụ thuộc cường độ vận động của con người và nhiệt độ trong phòng. Khi nhiệt độ phòng tăng thì nhiệt ẩn tăng, nhiệt hiện giảm. Nhiệt toàn phần chỉ phụ thuộc vào cường độ vận động mà không phụ thuộc vào nhiệt độ của phòng.

Cột 4 trong bảng là lượng nhiệt thừa phát ra từ cơ thể một người đàn ông trung niên có khối lượng cơ thể chừng 68kg. Tuy nhiên trên thực tế trong không gian điều hoà thường có mặt nhiều người với giới tính và tuổi tác khác nhau. Cột 4 là giá trị nhiệt thừa trung bình trên cơ sở lưu ý tới tỉ lệ đàn ông và đàn bà thường có ở những không gian khảo sát nêu trong bảng. Nếu muốn tính cụ thể theo thực tế thì tính nhiệt do người đàn bà tỏa ra chiếm 85%, trẻ em chiếm 75% lượng nhiệt thừa của người đàn ông.

Vì vậy tổng số người có thể coi là số người quy đổi. Chẳng hạn trong phòng có 5 người đàn ông, 20 người đàn bà và 12 trẻ em thì tổng số người quy đổi là:

$$N = 5 + 20 \times 0,85 + 12 \times 0,75 = 5 + 17 + 9 = 31 \text{ người}$$

Trong trường hợp không gian khảo sát là nhà hàng thì nên cộng thêm lượng nhiệt thừa do thức ăn tỏa ra cho mỗi người là 20W, trong đó 10W là nhiệt hiện và 10W là nhiệt ẩn

#### \* Hệ số tác dụng không đồng thời

Khi tính toán tổn thất nhiệt cho công trình lớn luôn luôn xảy ra hiện tượng không phải lúc nào trong tất cả các phòng cũng có mặt đầy đủ số lượng người theo thiết kế và tất cả các đèn đều được bật sáng. Để tránh việc chọn máy có công suất quá dư, cần nhân các tổn thất  $Q_2$  và  $Q_3$  với hệ số gọi là hệ số tác dụng không đồng thời  $K_{dt}$ . Về giá trị hệ số tác dụng không đồng thời đánh giá tỷ lệ người có mặt thường xuyên trong phòng trên tổng số người có thể có

hoặc tỷ lệ công suất thực tế của các đèn đang sử dụng trên tổng công suất đèn được trang bị. Trên bảng trình bày giá trị của hệ số tác động không đồng thời cho một số trường hợp.

**Bảng 3.3: Hệ số tác dụng không đồng thời**

Khu vực	Hệ số $K_{dt}$	
	Người	Đèn
- Công sở	0,75 ÷ 0,9	0,7 ÷ 0,85
- Nhà cao tầng, khách sạn	0,4 ÷ 0,6	0,3 ÷ 0,5
- Cửa hàng bách hoá	0,8 ÷ 0,9	0,9 ÷ 1,0

**Bảng 3.4: Nhiệt ẩn và nhiệt hiện do người tỏa ra, W/người**

Mức độ hoạt động	Loại không gian	Nhiệt thừa từ đàn ông trung niên	Nhiệt thừa trung bình	Nhiệt độ phòng, °C											
				28		27		26		24		22		20	
				q <sub>h</sub>	q <sub>w</sub>	q <sub>h</sub>	q <sub>w</sub>	q <sub>h</sub>	q <sub>w</sub>	q <sub>h</sub>	q <sub>w</sub>	q <sub>h</sub>	q <sub>w</sub>	q <sub>h</sub>	q <sub>w</sub>
Ngồi yên tĩnh	Nhà hát	115	100	50	50	55	45	60	40	67	33	72	28	79	21
Ngồi, hoạt động nhẹ	Trường học	130	120	50	70	55	65	60	60	70	50	78	42	84	36
Hoạt động văn phòng	K.sạn, V.Phòng	140	130	50	80	56	74	60	70	70	60	78	52	86	44
Đi, đứng chậm rãi	Cửa hàng	160	130	50	80	56	74	60	70	70	60	78	52	86	44
Ngồi, đi chậm	Sân bay, hiệu thuốc	160	150	53	97	58	92	64	86	76	74	84	66	90	60
Đi, đứng chậm rãi	Ngân hàng	160	150	53	97	58	92	64	86	76	74	84	66	90	60
Các hoạt động nhẹ	Nhà hàng	150	160	55	105	60	100	68	92	80	80	90	70	98	62
Các lao động nhẹ	Xưởng sản xuất	230	220	55	165	62	158	70	150	85	135	100	120	115	105
Khiêu vũ	Vũ trường	260	250	62	188	70	180	78	172	94	156	110	140	125	125
Đi bộ 1,5 m/s	Xưởng	300	300	80	220	88	212	96	204	110	190	130	170	145	155
Lao động nặng	Xưởng sản xuất	440	430	132	298	138	292	144	286	154	276	170	260	188	242

### 3.2.4 Nhiệt do sản phẩm mang vào $Q_4$

Tổn thất nhiệt dạng này chỉ có trong các xí nghiệp, nhà máy, ở đó, trong không gian điều hoà thường xuyên và liên tục có đưa vào và đưa ra các sản phẩm có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ trong phòng.

Nhiệt toàn phần do sản phẩm mang vào phòng được xác định theo công thức

$$Q_4 = G_4.C_p(t_1 - t_2) + W_4.r, \text{ kW} \quad (3-16)$$

trong đó:

- Nhiệt hiện:  $Q_{4h} = G_4.C_p(t_1 - t_2), \text{ kW}$

- Nhiệt ẩn :  $Q_{4w} = W_4.r_o, \text{ kW}$

$G_4$  - Lưu lượng sản phẩm vào ra, kg/s;

$C_p$  - Nhiệt dung riêng khối lượng của sản phẩm, kJ/kg.K;

$W_4$  - Lượng ẩm tỏa ra (nếu có) trong một đơn vị thời gian, kg/s;

$r_o$  - Nhiệt ẩn hóa hơi của nước  $r_o = 2500 \text{ kJ/kg}$ .

### 3.2.5 Nhiệt tỏa ra từ bề mặt thiết bị nhiệt $Q_5$

Nếu trong không gian điều hòa có thiết bị trao đổi nhiệt, chẳng hạn như lò sưởi, thiết bị sấy, ống dẫn hơi . . vv thì có thêm tổn thất do tỏa nhiệt từ bề mặt nóng vào phòng. Tuy nhiên trên thực tế ít xảy ra vì khi điều hòa thì các thiết bị này thường phải ngừng hoạt động.

Nhiệt tỏa ra từ bề mặt trao đổi nhiệt thường được tính theo công thức truyền nhiệt và đó chỉ là nhiệt hiện. Tùy thuộc vào giá trị đo đạc được mà người ta tính theo công thức truyền nhiệt hay tỏa nhiệt.

- *Khi biết nhiệt độ bề mặt thiết bị nhiệt  $t_w$ :*

$$Q_5 = \alpha_w.F_w.(t_w - t_T) \quad (3-17)$$

Trong đó  $\alpha_w$  là hệ số tỏa nhiệt từ bề mặt nóng vào không khí trong phòng và được tính theo công thức sau:

$$\alpha_w = 2,5.\Delta t^{0,25} + 58.\varepsilon.\frac{\left(\frac{T_w}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_T}{100}\right)^4}{\Delta t}, \text{ W/m}^2.\text{K} \quad (3-18)$$

Khi tính gần đúng có thể coi  $\alpha_w = 10 \text{ W/m}^2.\text{K}$

Trong đó:

$\Delta t = t_w - t_T$ ;

$t_w, t_T$  - là nhiệt độ vách và nhiệt độ không khí trong phòng.

- *Khi biết nhiệt độ chất lỏng chuyển động bên trong ống dẫn  $t_F$ :*

$$Q_5 = k.F.(t_F - t_T) \quad (3-19)$$

trong đó hệ số truyền nhiệt  $k = 2,5 \text{ W/m}^2.\text{°C}$

### 3.2.6 Nhiệt do bức xạ mặt trời vào phòng $Q_6$

#### 3.2.6.1 Nhiệt bức xạ mặt trời

Có thể coi mặt trời là một quả cầu lửa khổng lồ với đường kính trung bình  $1,39.10^6 \text{ km}$  và cách xa quả đất  $150.10^6 \text{ km}$ . Nhiệt độ bề mặt của mặt trời khoảng  $6000^\circ\text{K}$  trong khi ở tâm đạt đến  $8-40.10^6 \text{ °K}$

Tùy thuộc vào thời điểm trong năm mà khoảng cách từ mặt trời đến trái đất thay đổi, mức thay đổi xê dịch trong khoảng  $\pm 1,7\%$  so với khoảng cách trung bình nói trên.

Do ảnh hưởng của bầu khí quyển lượng bức xạ mặt trời giảm đi khá nhiều. Có nhiều yếu tố ảnh hưởng tới bức xạ mặt trời như mức độ nhiễm bụi, mây mù, thời điểm trong ngày



và trong năm, địa điểm nơi lắp đặt công trình, độ cao của công trình so với mặt nước biển, nhiệt độ động sương của không khí xung quanh và hướng của bề mặt nhận bức xạ.

Nhiệt bức xạ được chia ra làm 3 thành phần

- Thành phần trực xạ - nhận nhiệt trực tiếp từ mặt trời
- Thành phần tán xạ - Nhiệt bức xạ chiếu lên các đối tượng xung quanh làm nóng chúng và các vật đó bức xạ gián tiếp lên kết cấu
- Thành phần phản chiếu từ mặt đất.

### 3.2.6.2 Xác định nhiệt bức xạ mặt trời.

Nhiệt bức xạ xâm nhập vào phòng phụ thuộc kết cấu bao che và được chia ra làm 2 dạng:

- Nhiệt bức xạ qua cửa kính  $Q_{61}$
- Nhiệt bức xạ qua kết cấu bao che tường và mái:  $Q_{62}$

$$Q_6 = Q_{61} + Q_{62} \quad (3-20)$$

#### a. Nhiệt bức xạ qua kính

Nhiệt truyền qua kính được phân biệt trong 2 trường hợp:

- Trường hợp 1: sử dụng kính cơ bản hoặc kính thường nhưng bên trong phòng không có rèm che.
- Trường hợp 2: sử dụng kính thường bên trong có rèm che

##### \* Trường hợp 1:

*Kính cơ bản là loại kính trong suốt, dày 3mm, có hệ số hấp thụ  $\alpha_m=6\%$ , hệ số phản xạ  $\rho_m = 8\%$  (ứng với góc tới của tia bức xạ là  $30^\circ$ )*

Nhiệt bức xạ mặt trời qua kính được tính theo công thức:

$$Q_{61} = F_k \cdot R \cdot \varepsilon_c \cdot \varepsilon_{ds} \cdot \varepsilon_{mm} \cdot \varepsilon_{kh} \cdot \varepsilon_K \cdot \varepsilon_m \cdot W \quad (3-21)$$

trong đó:

- +  $F_k$  - Diện tích bề mặt kính,  $m^2$ . Nếu khung gỗ  $F_k = 0,85 F'$  ( $F'$  Diện tích phần kính và khung), khung sắt  $F_k = F'$
- +  $R$  - Nhiệt bức xạ mặt trời qua cửa kính cơ bản vào phòng. Giá trị  $R$  cho ở bảng 3-7
- +  $\varepsilon_c$  - Hệ số tính đến độ cao  $H$  (m) nơi đặt cửa kính so với mực nước biển:

$$\varepsilon_c = 1 + 0,023 \cdot \frac{H}{1000} \quad (3-22)$$

- +  $\varepsilon_{ds}$  - Hệ số xét tới ảnh hưởng của độ chênh lệch nhiệt độ động sương so với  $20^\circ C$

$$\varepsilon_{ds} = 1 - 0,13 \cdot \frac{t_s - 20}{10} \quad (3-23)$$

- +  $\varepsilon_{mm}$  - Hệ số xét tới ảnh hưởng của mây mù. Trời không mây lấy  $\varepsilon_{mm} = 1$ , trời có mây  $\varepsilon_{mm}=0,85$

+  $\varepsilon_{kh}$  - Hệ số xét tới ảnh hưởng của khung kính. Người ta nhận thấy khi tia bức xạ mặt trời đi đến cửa kính, một phần kính được che nắng nhờ khung của cửa sổ, khung càng to bản thì diện tích được che càng nhiều. Kết cấu khung khác nhau thì mức độ che khuất một phần kính dưới các tia bức xạ khác nhau. Với khung gỗ  $\varepsilon_{kh} = 1$ , khung kim loại  $\varepsilon_{kh} = 1,17$

- +  $\varepsilon_K$  - Hệ số kính, phụ thuộc màu sắc và loại kính khác kính cơ bản và lấy theo bảng 3-5.

- +  $\varepsilon_m$  - Hệ số mặt trời. Hệ số này xét tới ảnh hưởng của màn che tới bức xạ mặt trời. Khi không có màn che  $\varepsilon_m = 1$ . Khi có màn  $\varepsilon_m$  được chọn theo bảng 3-6

**Bảng 3-5: Đặc tính bức xạ của các loại kính**

Loại kính	Hệ số hấp thụ	Hệ số phản xạ	Hệ số xuyên	Hệ số kính $\varepsilon_K$
-----------	---------------	---------------	-------------	----------------------------

	$\alpha_k$	$\rho_k$	qua $\tau_k$	
Kính cơ bản	0,06	0,08	0,86	1,00
Kính trong dày 6mm, phẳng	0,15	0,08	0,77	0,94
Kính spectrafloat, màu đồng nâu, dày 6mm	0,34	0,10	0,56	0,80
Kính chống nắng, màu xám, 6mm	0,51	0,05	0,44	0,73
Kính chống nắng, màu đồng nâu, 12mm	0,74	0,05	0,21	0,58
Kính Calorex, màu xanh, 6mm	0,75	0,05	0,20	0,57
Kính Stopray, màu vàng, 6mm	0,36	0,39	0,25	0,44
Kính trong tráng màng phản xạ RS20, 6mm	0,44	0,44	0,12	0,34
Kính trong tráng màng phản xạ A18, 4mm	0,30	0,53	0,17	0,33

**Bảng 3-6: Đặc tính bức xạ của màn che**

Loại màn che, rèm che	Hệ số hấp thụ $\alpha_m$	Hệ số phản xạ $\rho_m$	Hệ số xuyên qua $\tau_m$	Hệ số mặt trời $\varepsilon_m$
- Cửa chớp màu nhạt	0,37	0,51	0,12	0,56
màu trung bình	0,58	0,39	0,03	0,65
màu đậm	0,72	0,27	0,01	0,75
- Màn che loại metalon	0,29	0,48	0,23	0,58
- Màn che Brella kiểu Hà Lan	0,09	0,77	0,14	0,33

**Bảng 3-7: Dòng nhiệt bức xạ mặt trời xâm nhập vào phòng R, W/m<sup>2</sup>**

Vĩ độ 10 <sup>0</sup> Bắc		Giờ mặt trời											
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	Bắc	60	139	158	142	139	136	129	136	139	142	158	139
	Đông Bắc	173	413	483	442	334	205	88	44	44	41	35	25
	Đông	170	423	489	438	309	129	44	44	44	41	35	25
	Đông Nam	57	155	173	146	79	44	44	44	44	41	35	25
	Nam	6	25	35	41	44	44	44	44	44	41	35	25
	Tây Nam	6	25	25	41	44	44	44	44	79	136	173	155
	Tây	6	25	25	41	44	44	44	129	309	438	489	423
5 và 7	Tây Bắc	6	25	25	41	44	57	88	205	334	442	483	413
	Mặt nằm ngang	13	139	337	524	647	735	766	735	647	524	337	139
	Bắc	16	107	123	110	104	98	95	98	104	110	123	107
	Đông Bắc	132	401	467	419	344	177	69	44	44	41	35	22
	Đông	158	426	498	448	309	136	44	44	44	41	35	22
	Đông Nam	82	180	208	177	101	44	44	44	44	41	35	22
	Nam	3	22	35	41	44	44	44	44	44	41	35	22
4 và 8	Tây Nam	3	22	35	41	44	44	44	44	101	177	208	180
	Tây	3	22	35	41	44	44	44	136	309	448	498	426
	Tây Bắc	3	22	35	41	44	44	69	177	344	419	467	401
	Mặt nằm ngang	9	132	337	524	662	744	779	744	662	524	337	132
	Bắc	3	47	50	47	47	44	44	44	47	47	50	47
	Đông Bắc	54	356	410	350	252	107	44	44	44	41	35	22
	Đông	79	435	514	470	328	145	44	44	44	41	35	22
4 và 8	Đông Nam	57	249	296	268	189	85	44	44	44	41	35	22
	Nam	3	22	35	41	44	44	44	44	44	41	35	22
	Tây Nam	3	22	35	41	44	44	44	85	189	268	296	249
	Tây	3	22	35	41	44	44	44	145	252	470	514	435
	Tây Bắc	3	22	35	41	44	44	44	107	237	350	410	356
	Mặt nằm ngang	6	120	331	527	672	763	789	763	672	527	331	120

3 và 9	Bắc	3	19	35	41	44	44	44	44	44	41	35	19
	Đông Bắc	3	281	325	252	142	54	44	44	44	41	35	19
	Đông	3	410	517	476	334	148	44	44	44	41	35	19
	Đông Nam	3	306	401	385	296	177	66	44	44	41	35	19
	Nam	3	19	41	60	76	85	88	85	76	60	41	19
	Tây Nam	3	19	35	41	44	44	66	177	196	385	401	306
	Tây	3	19	35	41	44	44	44	148	334	476	517	410
	Tây Bắc	3	19	35	41	44	44	44	54	142	252	325	281
	Mặt nằm ngang	3	98	306	505	653	741	779	741	653	505	306	98
2 và 10	Bắc	0	16	32	41	44	44	44	44	44	41	32	16
	Đông Bắc	0	183	208	139	88	44	44	44	44	41	32	16
	Đông	0	372	489	457	315	126	44	44	44	41	32	16
	Đông Nam	0	325	464	470	388	255	145	57	44	41	32	16
	Nam	0	57	126	173	205	224	230	224	205	173	126	57
	Tây Nam	0	16	32	41	44	57	145	255	388	470	464	325
	Tây	0	16	32	41	44	44	44	126	315	457	489	372
	Tây Bắc	0	16	32	41	44	44	44	44	88	139	208	183
	Mặt nằm ngang	0	69	268	438	609	694	735	694	609	438	268	69
1 và 11	Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông Bắc	0	85	117	54	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông	0	312	451	416	293	123	44	44	41	38	28	13
	Đông Nam	0	312	483	508	460	344	221	98	54	38	28	13
	Nam	0	110	205	287	303	328	334	328	303	287	205	110
	Tây Nam	0	13	28	38	54	98	221	344	460	508	483	312
	Tây	0	13	28	38	41	44	44	123	293	416	451	312
	Tây Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	54	117	85
	Mặt nằm ngang	0	54	196	413	552	637	662	637	552	413	196	54
12	Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông Bắc	0	47	88	54	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông	0	271	432	410	287	132	44	44	41	38	28	13
	Đông Nam	0	312	486	514	470	382	249	114	73	38	28	13
	Nam	0	158	233	296	344	366	378	366	344	296	233	158
	Tây Nam	0	13	28	38	73	144	249	382	470	514	486	312
	Tây	0	13	28	38	41	44	44	132	287	410	432	271
	Tây Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	54	88	47
	Mặt nằm ngang	0	44	208	378	527	609	637	609	527	378	208	44

Vĩ độ 20° Bắc		Giờ mặt trời											
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	Bắc	88	129	104	79	60	54	47	54	60	79	104	129
	Đông Bắc	255	454	385	262	120	47	44	44	44	38	28	9
	Đông	255	467	505	451	303	129	44	44	44	44	38	28
	Đông Nam	88	196	230	208	139	66	44	44	44	44	38	28
	Nam	9	28	38	44	44	44	44	44	44	44	38	28
	Tây Nam	9	28	38	44	44	44	44	66	139	208	230	196
6	Tây	9	28	38	44	44	44	44	129	302	451	505	467
	Tây Bắc	9	28	38	44	44	44	47	120	262	385	454	486
	Mặt nằm ngang	35	189	382	555	681	732	789	732	681	555	382	189
	Bắc	63	88	73	54	47	44	44	44	47	54	73	88
	Đông Bắc	224	416	435	350	230	98	44	44	44	41	38	25
	Đông	237	467	514	457	312	145	44	44	44	41	38	25

5 và 7	Đông Nam	98	221	268	249	180	91	44	44	44	41	38	25
	Nam	9	25	38	44	44	44	44	44	44	41	38	25
	Tây Nam	9	25	38	44	44	44	44	91	180	249	268	221
	Tây	9	25	38	41	44	44	44	145	312	457	514	467
4 và 8	Tây Bắc	9	25	38	41	44	44	44	98	230	350	435	416
	Mặt năm ngang	25	173	372	552	681	757	792	757	681	552	372	173
	Bắc	19	32	35	41	44	44	44	44	44	41	35	32
	Đông Bắc	142	350	372	281	158	57	44	44	44	41	35	22
3 và 9	Đông	167	448	520	470	334	161	44	44	44	41	35	22
	Đông Nam	91	281	356	341	309	173	63	44	44	41	35	22
	Nam	6	22	35	44	63	76	82	76	63	44	35	22
	Tây Nam	6	22	35	41	44	44	63	173	309	341	356	281
2 và 10	Tây	6	22	35	41	44	44	44	161	334	470	520	148
	Tây Bắc	6	22	35	41	445	44	44	57	158	281	372	350
	Mặt năm ngang	16	151	337	527	662	741	779	741	662	527	337	151
	Bắc	0	19	35	41	44	44	44	44	44	41	35	19
1 và 11	Đông Bắc	0	262	274	186	69	44	44	44	44	41	35	19
	Đông	0	410	514	470	328	142	44	44	44	41	35	19
	Đông Nam	0	312	429	442	378	265	129	47	44	44	35	19
	Nam	0	25	69	120	164	199	205	199	164	120	69	25
1 và 11	Tây Nam	0	19	35	41	44	47	129	265	378	442	429	312
	Tây	0	19	35	41	44	44	44	142	328	470	514	410
	Tây Bắc	0	19	35	41	44	44	44	44	69	186	247	262
	Mặt năm ngang	0	95	293	483	624	710	735	710	624	483	293	95
2 và 10	Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông Bắc	0	139	164	91	41	44	44	44	41	38	28	13
	Đông	0		464	445	315	155	44	44	41	38	28	13
	Đông Nam	0	287	460	505	470	375	233	85	41	38	28	13
1 và 11	Nam	0	66	158	240	293	335	350	334	293	240	158	66
	Tây Nam	0	13	28	38	41	85	233	375	470	505	460	287
	Tây	0	13	28	38	41	44	44	155	315	445	464	312
	Tây Bắc	0	13	28	38	41	44	44	44	41	91	164	139
1 và 11	Mặt năm ngang	0	57	214	401	539	618	656	618	539	401	214	57
	Bắc	0	9	25	35	41	41	41	41	41	35	25	9
	Đông Bắc	0	76	82	44	41	41	41	41	41	35	25	9
	Đông	0	224	404	401	287	136	41	41	41	35	25	9
1 và 11	Đông Nam	0	230	450	517	498	426	287	145	50	35	25	9
	Nam	0	88	218	315	388	429	445	429	388	315	218	88
	Tây Nam	0	9	25	35	50	145	287	426	498	517	454	230
	Tây	0	9	25	35	38	41	41	136	287	401	404	224
12	Tây Bắc	0	9	25	35	38	41	41	41	41	41	82	76
	Mặt năm ngang	0	16	151	319	460	542	568	542	460	319	151	16
	Bắc	0	6	22	35	38	41	41	41	38	35	22	6
	Đông Bắc	0	44	57	38	38	41	41	41	38	35	22	6
12	Đông	0	177	372	382	268	107	41	41	38	35	22	6
	Đông Nam	0	186	438	527	501	423	306	189	63	35	22	6
	Nam	0	79	233	350	416	460	470	460	416	350	233	79
	Tây Nam	0	6	22	35	63	198	306	423	501	527	438	186
1 và 11	Tây	0	6	22	35	38	41	41	107	268	382	372	177
	Tây Bắc	0	6	22	35	38	41	41	41	38	38	57	44
	Mặt năm ngang	0	13	114	290	246	508	536	508	426	290	114	13

Vĩ độ 30 <sup>0</sup> Bắc		Giờ mặt trời											
Tháng	Hướng	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

6	Bắc	104	91	57	44	44	44	44	44	44	44	57	91	
	Đông Bắc	331	410	306	173	60	44	44	44	44	44	38	32	
	Đông	341	492	508	451	309	139	44	44	44	44	44	38	
	Đông Nam	132	237	284	284	230	139	54	44	44	44	44	38	
	Nam	16	32	38	44	47	60	66	60	47	44	44	38	
	Tây Nam	16	32	28	44	44	44	54	139	230	284	284	237	
	Tây	16	32	38	44	44	44	44	139	309	451	508	492	
	Tây Bắc	16	32	38	44	44	44	44	60	173	306	410	438	
	Mặt năm ngang	60	192	413	568	684	757	789	757	684	568	413	192	
	5 và 7	Bắc	69	63	44	44	44	44	44	44	44	44	44	63
		Đông Bắc	293	413	388	281	145	50	44	44	44	41	38	28
Đông		315	489	517	457	312	139	44	44	44	41	38	28	
Đông Nam		132	259	315	315	262	167	69	44	44	41	38	28	
Nam		13	28	38	44	63	85	95	85	63	44	38	28	
Tây Nam		13	28	38	41	44	44	44	167	262	315	315	258	
	Tây	13	28	38	41	44	44	44	139	312	457	517	489	
	Tây Bắc	13	28	38	41	44	44	44	50	145	281	388	413	
	Mặt năm ngang	47	208	388	555	675	744	776	744	675	555	388	208	
	4 và 8	Bắc	19	25	35	41	41	44	44	44	41	41	35	25
		Đông Bắc	173	341	315	208	85	44	44	44	41	41	35	25
Đông		208	464	520	467	322	145	44	44	41	413	35	25	
Đông Nam		117	309	401	407	353	259	123	47	41	41	35	25	
Nam		6	25	41	85	148	183	198	183	148	85	41	25	
Tây Nam		6	25	35	41	41	47	123	259	353	407	401	309	
	Tây	6	25	35	41	41	44	44	145	322	467	520	464	
	Tây Bắc	6	25	35	41	41	44	44	44	85	208	315	341	
	Mặt năm ngang	19	148	337	508	631	710	741	710	631	508	337	148	
	3 và 9	Bắc	0	16	32	38	41	44	44	44	41	38	32	16
		Đông Bắc	0	233	284	126	47	44	44	44	41	38	32	16
Đông		0	391	498	454	325	151	44	44	41	38	32	16	
3 và 9	Đông Nam	0	309	413	479	445	356	211	79	41	38	32	16	
	Nam	0	28	57	189	259	309	331	309	259	189	57	28	
	Tây Nam	0	16	32	38	41	79	211	356	445	479	413	309	
	Tây	0	16	32	38	41	44	44	151	325	454	498	391	
	Tây Bắc	0	16	32	38	41	44	44	44	47	126	284	233	
Mặt năm ngang	0	79	255	426	565	637	669	637	565	426	255	79		
2 và 10	Bắc	0	9	25	35	38	41	44	41	38	35	25	9	
	Đông Bắc	0	140	123	57	38	41	44	41	38	35	25	9	
	Đông	0	249	426	416	296	136	44	41	38	35	25	9	
	Đông Nam	0	230	448	514	501	429	290	148	47	35	25	9	
	Nam	0	57	180	290	382	438	457	438	382	290	180	57	
	Tây Nam	0	9	25	35	47	148	290	429	501	514	448	230	
	Tây	0	9	25	35	38	41	44	136	296	416	426	294	
	Tây Bắc	0	9	25	35	38	41	44	41	38	57	123	104	
	Mặt năm ngang	0	19	155	315	451	539	565	538	451	315	155	19	
	1 và 11	Bắc	0	3	19	28	35	38	38	38	35	28	19	3
Đông Bắc		0	25	50	28	35	38	38	38	35	28	19	3	
Đông		0	85	344	366	262	110	38	38	35	28	19	3	
Đông Nam		0	88	401	508	511	451	328	202	73	28	19	3	
Nam		0	32	214	344	432	486	501	486	432	344	214	32	
Tây Nam		0	3	19	28	73	202	328	451	511	508	401	88	
	Tây	0	3	19	28	35	38	38	110	262	366	344	85	
	Tây Bắc	0	3	19	28	35	38	38	38	35	28	50	25	
	Mặt năm ngang	0	6	85	224	344	429	457	429	344	224	85	6	

12	Bắc	0	0	13	28	35	38	38	38	35	28	13	0
	Đông Bắc	0	0	32	28	35	38	38	38	35	28	13	0
	Đông	0	0	290	331	252	101	38	38	35	28	13	0
	Đông Nam	0	0	360	495	511	451	341	227	88	28	13	0
	Nam	0	0	202	356	448	501	514	501	448	356	202	0
	Tây Nam	0	0	13	28	88	227	341	451	511	495	360	0
	Tây	0	0	13	28	35	38	38	101	252	331	290	0
	Tây Bắc	0	0	13	28	35	38	38	38	35	28	32	0
	Mặt năm ngang	0	0	60	189	306	385	413	385	306	189	60	0

Công thức (3-21) trên đây chỉ tính cho các trường hợp sau:

- Kính là kính cơ bản ( $\epsilon_K = 1$ ) có hoặc không có rèm che
- Không phải kính cơ bản ( $\epsilon_K \neq 1$ ) và không có rèm che ( $\epsilon_m = 1$ ).

Trường hợp kính không phải kính cơ bản ( $\epsilon_K \neq 1$ ) và có rèm che ( $\epsilon_m \neq 1$ ) người ta tính theo công thức dưới đây.

\* **Trường hợp 2: không phải kính cơ bản và có rèm che:**

$$Q_{61} = F_k \cdot R'' \cdot \epsilon_c \cdot \epsilon_{ds} \cdot \epsilon_{mm} \epsilon_{kh} \cdot \epsilon_K \cdot W \quad (3-24)$$

trong đó

$F_k$  - Diện tích cửa kính,  $m^2$ ;

$$R'' = [0,4 \cdot \alpha_K + \tau_K \cdot (\alpha_m + \tau_m + \rho_K \cdot \rho_m + 0,4 \cdot \alpha_K \cdot \rho_m)] R_n \quad (3-25)$$

$R_n$  - Nhiệt bức xạ đến ngoài bề mặt kính;  $W/m^2$ .

$$R_n = \frac{R}{0,88}$$

Trị số  $R$  lấy theo bảng 3-7, các giá trị  $\alpha_K$ ,  $\tau_K$ ,  $\rho_K$  lấy theo bảng 3-5,  $\alpha_m$ ,  $\tau_m$ ,  $\rho_m$  lấy theo bảng 3-6. Các hệ số khác vẫn tính giống như các hệ số ở công thức (3-21)

\* **Bức xạ mặt trời qua kính thực tế**

Nhiệt bức xạ mặt trời khi bức xạ qua kính chỉ có một phần tác động tức thời tới không khí trong phòng, phần còn lại tác động lên kết cấu bao che và bị hấp thụ một phần, chỉ sau một khoảng thời gian nhất định mới tác động tới không khí trong phòng.

Vì vậy thành phần nhiệt thừa do các tia bức xạ xâm nhập qua cửa kính gây tác động tức thời đến phụ tải hệ thống điều hoà không khí

$$R'_{xn} = R_{max} \cdot k \cdot n_t \quad (3-26)$$

trong đó

$R'_{xn}$  - Lượng bức xạ mặt trời xâm nhập qua cửa kính gây tác động tức thời đến phụ tải của hệ thống điều hoà không khí,  $W/m^2$ ;

$R_{max}$  - Lượng bức xạ mặt trời lớn nhất xâm nhập qua cửa kính,  $W/m^2$  (Tham khảo bảng 3-8a);

$n_t$  - Hệ số tác dụng tức thời (Tham khảo bảng 3-8b, và 3-8c);

$k$  - Tích số các hệ số xét tới ảnh hưởng của các yếu tố như sương mù, độ cao, nhiệt độ động sương, loại khung cửa và màn che.

Hệ số tác dụng tức thời cho trong các bảng 3-8b và 3-8c. Cần lưu ý rằng để xác định hệ số tác dụng tức thời phải căn cứ vào khối lượng tính cho  $1m^2$  diện tích. Thật vậy khi khối lượng riêng của vật càng lớn, khả năng hấp thụ các tia bức xạ càng lớn, do đó mức độ chậm trễ giữa điểm cực đại của nhiệt bức xạ và phụ tải lạnh càng lớn.

**Bảng 3-8a: Lượng nhiệt lớn nhất xâm nhập qua cửa kính loại cơ bản  $R_{max}$   $W/m^2$**

Vĩ độ (Bắc)	Tháng	Hướng								
		Bắc	Đông Bắc	Đông	Đông Nam	Nam	Tây Nam	Tây	Tây Bắc	Mặt Ngang
0	6		492	464	132	44	132	464	492	713
	7 và 5	141	483	479	164	44	164	479	483	735
	8 và 4	79	445	514	294	44	294	514	445	773
	9 và 3	32	372	527	372	44	372	527	372	789
	10 và 2	32	249	514	445	107	445	514	249	773
	11 và 1	32	164	479	483	211	483	479	164	735
	12	32	132	464	492	259	492	464	132	713
10	6	126	483	489	173	44	173	489	483	766
	7 và 5	95	467	498	208	44	208	498	467	779
	8 và 4	41	410	514	296	44	296	514	410	789
	9 và 3	32	325	517	401	88	401	517	325	779
	10 và 2	32	208	489	470	230	470	489	208	725
	11 và 1	28	117	451	508	334	508	451	117	662
	12	28	88	432	514	378	514	432	88	637
20	6	82	486	505	230	44	230	505	486	789
	7 và 5	60	435	514	268	44	268	514	435	792
	8 và 4	35	372	520	356	82	356	520	372	779
	9 và 3	32	274	514	442	205	442	514	274	735
	10 và 2	28	164	464	505	350	505	464	164	656
	11 và 1	25	82	404	517	445	517	404	82	568
	12	25	57	382	527	470	527	382	57	536
30	6	63	438	508	284	66	284	508	438	789
	7 và 5	50	413	517	315	95	315	517	413	776
	8 và 4	35	341	520	407	199	407	520	341	741
	9 và 3	28	284	498	479	331	479	498	284	669
	10 và 2	25	123	426	514	457	514	426	123	565
	11 và 1	22	50	366	511	501	511	366	50	457
	12	19	38	331	511	514	511	331	38	413





**Bảng 3-8b: Hệ số tác dụng tức thời  $n_t$  của lượng bức xạ mặt trời xâm nhập qua cửa kính có màn che bên trong  
(Hoạt động 24giờ/24, nhiệt độ không khí không đổi)**

Hướng	Khối lượng kg/m <sup>2</sup>	Sáng								Chiều, Tối												Sáng				
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	
Nam	≥ 700	0,06	0,06	0,23	0,38	0,51	0,60	0,66	0,67	0,64	0,59	0,42	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,05	
	500	0,04	0,04	0,22	0,38	0,52	0,63	0,70	0,71	0,69	0,59	0,45	0,26	0,22	0,18	0,16	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	
	150	0,10	0,21	0,43	0,63	0,77	0,86	0,88	0,82	0,56	0,50	0,24	0,16	0,11	0,08	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	
Đông Nam	≥ 700	0,04	0,28	0,47	0,59	0,64	0,62	0,53	0,41	0,27	0,24	0,21	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	
	500	0,03	0,28	0,47	0,61	0,67	0,65	0,57	0,44	0,29	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	
	150	0	0,30	0,57	0,75	0,84	0,81	0,69	0,50	0,30	0,20	0,17	0,13	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0	
Đông	≥ 700	0,39	0,56	0,62	0,59	0,49	0,33	0,23	0,21	0,20	0,18	0,17	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	
	500	0,40	0,58	0,65	0,63	0,52	0,35	0,24	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	
	150	0,46	0,70	0,80	0,79	0,64	0,42	0,25	0,19	0,16	0,14	0,11	0,09	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	
Đông Bắc	≥ 700	0,47	0,58	0,54	0,42	0,27	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	
	500	0,48	0,60	0,57	0,46	0,30	0,24	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	
	150	0,55	0,76	0,73	0,58	0,36	0,24	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	
Tây Bắc	≥ 700	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,16	0,33	0,49	0,61	0,60	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	
	500	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,34	0,52	0,65	0,64	0,23	0,18	0,15	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	
	150	0,03	0,05	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,17	0,39	0,63	0,80	0,79	0,28	0,18	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0	
Tây	≥ 700	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,18	0,36	0,52	0,63	0,65	0,55	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	
	500	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,18	0,36	0,54	0,66	0,68	0,60	0,25	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	
	150	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,19	0,42	0,65	0,81	0,85	0,74	0,30	0,19	0,13	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0	
Tây Nam	≥ 700	0,08	0,08	0,9	0,10	0,11	0,24	0,39	0,53	0,63	0,66	0,61	0,47	0,23	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	
	500	0,07	0,08	0,08	0,08	0,10	0,24	0,40	0,55	0,66	0,70	0,64	0,50	0,26	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	
	150	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,23	0,47	0,67	0,81	0,86	0,79	0,60	0,26	0,17	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0	0	
Bắc	≥ 700	0,08	0,36	0,67	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,29	0,26	0,23	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	
	500	0,06	0,31	0,67	0,72	0,76	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,30	0,26	0,22	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	
	150	0	0,25	0,74	0,83	0,88	0,91	0,94	0,96	0,96	0,98	0,98	0,99	0,99	0,26	0,17	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	

**Bảng 3-8c: Hệ số tác dụng tức thời  $n_t$  của lượng bức xạ mặt trời xâm nhập qua cửa kính không có màn che hoặc trong râm (Hoạt động 24giờ/24, nhiệt độ không khí không đổi)**

Hướng	Khối lượng kg/m <sup>2</sup>	Sáng							Chiều, Tối												Sáng				
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Nam	≥ 700	0,17	0,27	0,33	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
	500	0,19	0,31	0,38	0,39	0,36	0,34	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14	0,12	0,10	0,07	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04
	150	0,31	0,56	0,65	0,61	0,46	0,33	0,26	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0
Đông Nam	≥ 700	0,16	0,26	0,34	0,39	0,40	0,38	0,34	0,30	0,28	0,26	0,23	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06
	500	0,16	0,29	0,40	0,46	0,46	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25	0,23	0,20	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,04
	150	0,27	0,50	0,67	0,73	0,68	0,53	0,38	0,27	0,22	0,18	0,15	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,01
Đông	≥ 700	0,08	0,14	0,22	0,71	0,38	0,43	0,44	0,43	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
	500	0,05	0,12	0,23	0,35	0,44	0,49	0,51	0,47	0,41	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06
	150	0	0,18	0,40	0,59	0,72	0,77	0,72	0,60	0,44	0,32	0,23	0,18	0,14	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0
Đông Bắc	≥ 700	0,10	0,10	0,13	0,20	0,28	0,35	0,42	0,48	0,51	0,51	0,48	0,42	0,37	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12
	500	0,07	0,06	0,12	0,20	0,30	0,39	0,48	0,54	0,58	0,57	0,53	0,45	0,37	0,31	0,24	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,08
	150	0	0	0,12	0,29	0,48	0,64	0,75	0,82	0,81	0,75	0,61	0,42	0,28	0,19	0,13	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0	0
Tây Bắc	≥ 700	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,14	0,21	0,29	0,36	0,43	0,47	0,46	0,40	0,34	0,30	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12
	500	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,14	0,22	0,31	0,42	0,50	0,53	0,51	0,44	0,35	0,29	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,09
	150	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,12	0,34	0,53	0,68	0,78	0,78	0,68	0,46	0,29	0,20	0,14	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
Tây	≥ 700	0,12	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,13	0,19	0,27	0,36	0,42	0,44	0,38	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,15	0,13	0,02
	500	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,12	0,19	0,30	0,40	0,48	0,51	0,42	0,35	0,30	0,25	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,11	0,09
	150	0,02	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,14	0,29	0,49	0,67	0,76	0,75	0,53	0,33	0,22	0,15	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
Tây Nam	≥ 700	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,17	0,25	0,34	0,39	0,34	0,29	0,26	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10
	500	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,11	0,19	0,29	0,40	0,46	0,40	0,32	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10	0,08
	150	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,13	0,27	0,48	0,65	0,73	0,49	0,31	0,21	0,16	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
Bắc	≥ 700	0,16	0,23	0,33	0,41	0,47	0,52	0,57	0,61	0,66	0,69	0,72	0,74	0,59	0,52	0,46	0,42	0,37	0,34	0,31	0,27	0,25	0,23	0,21	0,17
	500	0,11	0,33	0,44	0,54	0,57	0,62	0,66	0,70	0,74	0,76	0,79	0,80	0,60	0,51	0,44	0,37	0,32	0,29	0,27	0,23	0,21	0,18	0,16	0,13
	150	0	0,48	0,66	0,76	0,82	0,87	0,91	0,43	0,95	0,97	0,98	0,98	0,52	0,34	0,24	0,16	0,11	0,07	0,05	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01

**Ví dụ 1:** Xác định lượng nhiệt bức xạ lớn nhất vào qua cửa sổ bằng kính cơ bản, rộng  $5\text{m}^2$ . Cho biết địa phương nơi lắp đặt công trình ở vĩ độ  $20^\circ$  Bắc, kính quay về hướng Đông, khung cửa bằng sắt, nhiệt độ động sương trung bình là  $25^\circ\text{C}$ , trời không sương mù, độ cao so với mặt nước biển là  $100\text{m}$ .

- Ứng với  $20^\circ$  Bắc, hướng Đông, theo bảng 3-8, tra được  $R_{\max} = 520 \text{ W/m}^2$  vào 8 giờ tháng 4 và tháng 8

- Hệ số  $\varepsilon_c = 1 + 0,023 \times 100/1000 = 1,0023$
- Hệ số  $\varepsilon_{ds} = 1 - 0,13 (25-20)/10 = 1,065$
- Trời không mây nên  $\varepsilon_{mm} = 1$
- Khung cửa kính là khung sắt nên  $\varepsilon_{kh} = 1,17$
- Kính là kính cơ bản và không có rèm che nên  $\varepsilon_k = \varepsilon_m = 1$

Theo công thức (3-21) ta có:

$$Q = 5 \times 520 \times 1,0023 \times 1,065 \times 1,17 = 3247 \text{ W}$$

**Ví dụ 2:** Xác định lượng nhiệt bức xạ xâm nhập không gian điều hoà qua  $10\text{m}^2$  kính chống nắng màu xám dày  $6\text{mm}$ , đặt hướng Tây Nam, ở TP. Hồ Chí Minh, bên trong có màn che kiểu Hà Lan. Vị trí lắp đặt có độ cao so với mặt nước biển không đáng kể, nhiệt độ động sương trung bình  $24^\circ\text{C}$ , trời không mây, khung cửa bằng gỗ.

- Lượng nhiệt bức xạ qua kính được xác định theo công thức:

$$Q = F \cdot R_{\text{XN}} \cdot \varepsilon_c \cdot \varepsilon_{ds} \cdot \varepsilon_{mm} \varepsilon_{kh}$$

- Các hệ số  $\varepsilon_c = \varepsilon_{mm} = \varepsilon_{kh} = 1$
- Hệ số  $\varepsilon_{ds} = 1 + 0,13 \cdot (24 - 20)/10 = 1,052$
- Lượng nhiệt xâm nhập:

$$R_{\text{XN}} = \frac{[0,4\alpha_k + \tau_k \cdot (\alpha_m + \tau_m + \rho_k \cdot \rho_m + 0,4 \cdot \alpha_k \cdot \alpha_m)]}{0,88} \cdot R$$

$$R_{\text{XN}} = \frac{[0,4 \times 0,51 + 0,44 \cdot (0,09 + 0,14 + 0,05 \times 0,77 + 0,4 \times 0,51 \times 0,09)]}{0,88} \cdot R = 0,375 \cdot R$$

- Giá trị R tra theo bảng 3-7 với  $10^\circ$  vĩ Bắc, hướng Tây Nam:  $R_{\max} = 508 \text{ W/m}^2$  vào lúc 15 giờ tháng 1 và 11.

$$Q = 10 \times 0,375 \times 508 \times 1,052 = 2004 \text{ W}$$

### **b. Nhiệt lượng bức xạ mặt trời qua kết cấu bao che $Q_{62}$ .**

Khác với cửa kính cơ chế bức xạ mặt trời qua kết cấu bao che được thực hiện như sau

- Dưới tác dụng của các tia bức xạ mặt trời, bề mặt bên ngoài cùng của kết cấu bao che sẽ dần dần nóng lên do hấp thụ nhiệt. Lượng nhiệt này sẽ toả ra môi trường một phần, phần còn lại sẽ dẫn nhiệt vào bên trong và truyền cho không khí trong phòng bằng đối lưu và bức xạ. Quá trình truyền này sẽ có độ chậm trễ nhất định. Mức độ chậm trễ phụ thuộc bản chất kết cấu tường, mức độ dày mỏng.

Thông thường người ta bỏ qua lượng nhiệt bức xạ qua tường. Lượng nhiệt truyền qua mái do bức xạ và độ chênh nhiệt độ trong phòng và ngoài trời được xác định theo công thức:

$$Q_{62} = F \cdot k \cdot \varphi_m \cdot \Delta t, \text{ W} \quad (3-27)$$

F - Diện tích mái (hoặc tường),  $\text{m}^2$ ;

k - Hệ số truyền nhiệt qua mái (hoặc tường),  $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ ;

$\Delta t = t_{\text{TD}} - t_{\text{T}}$  độ chênh nhiệt độ tương đương.

$$t_{\text{TD}} = t_{\text{T}} + \frac{\varepsilon_s \cdot R_{\text{XN}}}{\alpha_{\text{N}}}, \text{ K} \quad (3-28)$$

$\varepsilon_s$  - Hệ số hấp thụ của mái và tường;

$\alpha_{\text{N}} = 20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  - Hệ số toả nhiệt đối lưu của không khí bên ngoài;

$$R_{\text{XN}} = \frac{R}{0,88} - \text{Nhiệt bức xạ đập vào mái hoặc tường, W/m}^2;$$

R - Nhiệt bức xạ qua kính vào phòng (tra theo bảng 3-7), W/m<sup>2</sup>;

$\varphi_m$  - Hệ số màu của mái hay tường.

- + Màu thâm :  $\varphi_m = 1$ ;
- + Màu trung bình :  $\varphi_m = 0,87$ ;
- + Màu sáng :  $\varphi_m = 0,78$ .

$\varepsilon_s$  - Hệ số hấp thụ của tường và mái phụ thuộc màu sắc, tính chất vật liệu, trạng thái bề mặt tra theo bảng dưới đây

**Bảng 3.9: Độ đen bề mặt kết cấu bao che**

STT	Vật liệu và màu sắc	Hệ số $\varepsilon$
<b>A</b>	<b>Mặt mái</b>	
1	Fibrô xi măng, mới, màu trắng	0,42
2	Fibrô xi măng, sau 6 tháng sử dụng	0,61
3	Fibrô xi măng, sau 12 năm sử dụng	0,71
4	Fibrô xi măng màu trắng, quét nước xi măng	0,59
5	Fibrô xi măng màu trắng sau 6 năm sử dụng	0,83
6	Tấm ép gợn sóng bằng bông khoáng	0,61
7	Giấy dầu lọc nhà để thô	0,91
8	Giấy dầu lọc nhà để thô, rắc hạt khoáng phủ mặt	0,84
9	Giấy dầu lọc nhà để thô, rắc cát màu xám	0,88
10	Giấy dầu lọc nhà để thô, rắc cát màu xám	0,90
11	Tôn màu sáng	0,8
12	Tôn màu đen	0,86
13	Ngói màu đỏ hay nâu	0,65
14	Ngói màu đỏ tươi	0,6
15	Ngói xi măng màu xám	0,65
16	Thép đánh bóng hay màu trắng	0,45
17	Thép đánh bóng hay mạ màu xanh	0,76
18	Tôn tráng kẽm mới	0,64
19	Tôn tráng kẽm bị bụi bẩn	0,90
20	Nhôm không đánh bóng	0,52
21	Nhôm đánh bóng	0,26
<b>B</b>	<b>Mặt quét sơn</b>	
22	Sơn màu đỏ sáng	0,52
23	Sơn màu xanh da trời	0,64
24	Sơn màu tím	0,83
25	Sơn màu vàng	0,44
26	Sơn màu đỏ	0,63
<b>C</b>	<b>Mặt tường</b>	
27	Đá granit mài nhẵn, màu đỏ, xám nhạt	0,55
28	Đá granit mài nhẵn đánh bóng, màu xám	0,60
29	Đá cẩm thạch mài nhẵn màu trắng	0,30
30	Gạch tráng men màu trắng	0,26
31	Gạch tráng men màu nâu sáng	0,55
32	Gạch nung màu đỏ mới	0,70 0,74
33	Gạch nung, có bụi bẩn	0,77
34	Gạch gốm ốp mặt màu sáng	0,45

35	Bê tông nhẵn phẳng	0,54 - 0,65
36	Trát vữa màu vàng, trắng	0,42
37	Trát vữa màu xi măng nhạt	0,47

### 3.2.7 Nhiệt do lọt không khí vào phòng $Q_7$

Khi có độ chênh áp suất trong nhà và bên ngoài thì sẽ có hiện tượng rò rỉ không khí. Việc này luôn luôn kèm theo tổn thất nhiệt.

Nói chung việc tính tổn thất nhiệt do rò rỉ thường rất phức tạp do khó xác định chính xác lưu lượng không khí rò rỉ. Mặt khác các phòng có điều hòa thường đòi hỏi phải kín. Phần không khí rò rỉ có thể coi là một phần khí tươi cung cấp cho hệ thống.

$$Q_7 = L_7 \cdot (I_N - I_T) = L_7 \cdot C_p \cdot (t_N - t_T) + L_7 \cdot r_0 \cdot (d_N - d_T) \quad (3-29)$$

$L_7$  - Lưu lượng không khí rò rỉ, kg/s

$I_N, I_T$  - Entanpi của không khí bên ngoài và bên trong phòng, kJ/kg;

$t_T, t_N$  - Nhiệt độ của không khí tính toán trong nhà và ngoài trời, °C;

$d_T, d_N$  - Dung ẩm của không khí tính toán trong nhà và ngoài trời, g/kg.kk.

Tuy nhiên, lưu lượng không khí rò rỉ  $L_{7r}$  thường không theo quy luật và rất khó xác định. Nó phụ thuộc vào độ chênh lệch áp suất, vận tốc gió, kết cấu khe hở cụ thể, số lần đóng mở cửa ...vv. Vì vậy trong các trường hợp này có thể xác định theo kinh nghiệm

$$Q_{7h} = 0,335 \cdot (t_N - t_T) \cdot V \cdot \xi, \quad W \quad (3-30)$$

$$Q_{7w} = 0,84 \cdot (d_N - d_T) \cdot V \cdot \xi, \quad W \quad (3-31)$$

$V$  - Thể tích phòng, m<sup>3</sup>

$\xi$  - Hệ số kinh nghiệm cho theo bảng 3.10 dưới đây

**Bảng 3.10: Hệ số kinh nghiệm  $\xi$**

Thể tích $V, m^3$	< 500	500	1000	1500	2000	2500	> 3000
$\xi$	0,7	0,6	0,55	0,5	0,42	0,4	0,35

Tổng lượng nhiệt do rò rỉ không khí:

$$Q_7 = Q_{7h} + Q_{7w} \quad (3-32)$$

Trong trường hợp ở các cửa ra vào số lượt người qua lại tương đối nhiều, cần bổ sung thêm lượng không khí.

$$G_c = L_c \cdot n \cdot \rho \quad (3-33)$$

$G_c$  - Lượng không khí lọt qua cửa, kg/giờ

$L_c$  - Lượng không khí lọt qua cửa khi 01 người đi qua, m<sup>3</sup>/người

$n$  - Số lượt người qua lại cửa trong 1 giờ.

$\rho$  - Khối lượng riêng của không khí, kg/m<sup>3</sup>

Như vậy trong trường hợp này cần bổ sung thêm

$$Q'_{7h} = 0,335 \cdot (t_N - t_T) \cdot L_c \cdot n, \quad W \quad (3-34)$$

$$Q'_{7w} = 0,84 \cdot (d_N - d_T) \cdot L_c \cdot n, \quad W \quad (3-35)$$

Bảng 3-11 dưới đây dẫn ra lượng không khí lọt qua cửa khi 01 người đi qua.

**Bảng 3-11: Lượng không khí lọt qua cửa  $L_c$ , m<sup>3</sup>/người**

n, Người/giờ	Lưu lượng $L_c$ , m <sup>3</sup> /người	
	Cửa thường	Cửa xoay
< 100	3	0,8
100 ÷ 700	3	0,7
700 ÷ 1400	3	0,5
1400 ÷ 2100	2,75	0,3

### 3.2.8 Nhiệt truyền qua kết cấu bao che $Q_8$

Người ta chia ra làm 2 tổn thất

- Tổn thất do truyền nhiệt qua trần mái, tường và sàn (tầng trên) :  $Q_{81}$

- Tổn thất do truyền nhiệt qua nền

:  $Q_{82}$

Tổng tổn thất truyền nhiệt

$$Q_8 = Q_{81} + Q_{82} \quad (3-36)$$

#### 3.2.8.1 Nhiệt truyền qua tường, trần và sàn tầng trên $Q_{81}$

**1. Nhiệt lượng truyền qua kết cấu bao che được tính theo công thức sau đây:**

$$Q_{81} = k.F.\varphi.\Delta t \quad (3-37)$$

k - Hệ số truyền nhiệt của kết cấu bao che, W/m<sup>2</sup>.°C

F - Diện tích bề mặt kết cấu bao che

$\Delta t$  - Độ chênh nhiệt độ giữa bên ngoài và bên trong phòng, °C

Mùa hè  $\Delta t = t_N - t_T$ , mùa đông  $\Delta t = t_T - t_N$ .

$\varphi$  - Hệ số xét đến vị trí của vách:

- **Đối với tường bao**

- Đối với tường bao trực tiếp xúc với môi trường không khí bên ngoài thì  $\varphi = 1$ .

- **Đối với tường ngăn**

- Nếu ngăn cách với không khí bên ngoài qua một phòng đệm không điều hoà  $\varphi = 0,7$ ;

- Nếu ngăn cách với không khí bên ngoài qua hai phòng đệm không điều hoà  $\varphi = 0,4$ ;

- Nếu tường ngăn với phòng điều hoà  $\varphi = 0$ .

- **Đối với trần có mái**

- Mái bằng tôn, ngói, fibrô xi măng với kết cấu không kín  $\varphi = 0,9$

- Mái bằng tôn, ngói, fibrô xi măng với kết cấu kín  $\varphi = 0,8$

- Mái nhà lợp bằng giấy dầu  $\varphi = 0,75$

- **Đối với sàn trên tầng hầm**

- Tầng hầm có cửa sổ  $\varphi = 0,6$

- Tầng hầm không có cửa sổ  $\varphi = 0,4$

#### 2. Xác định hệ số truyền nhiệt qua tường và trần.

$$k = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_T} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_N}}, \text{ W/m}^2.\text{K},$$

(3-38)

$\alpha_T$  - Hệ số tỏa nhiệt bề mặt bên trong của kết cấu bao che, W/m<sup>2</sup>.K;

$\alpha_N$  - Hệ số tỏa nhiệt bề mặt bên ngoài của kết cấu bao che, W/m<sup>2</sup>.K;

$\delta_i$  - Chiều dày của lớp thứ i, m;

$\lambda_i$  - Hệ số dẫn nhiệt lớp thứ i, W/m.K.

**a) Hệ số trao đổi nhiệt bên ngoài và bên trong phòng**

Hệ số tỏa nhiệt bên trong  $\alpha_T$  và bên ngoài  $\alpha_N$  phòng điều hoà được xác định theo bảng 3.12 dưới đây:

**Bảng 3.12: Hệ số trao đổi nhiệt bên ngoài và bên trong**

Dạng và vị trí bề mặt kết cấu bao che	$\alpha_T$ W/m <sup>2</sup> .K	$\alpha_N$ W/m <sup>2</sup> .K
- Bề mặt tường, trần, sàn nhẵn	11,6	
- Bề mặt tường, trần, sàn có gờ, tỷ số chiều cao của gờ và khoảng cách 2 mép gờ < 0,24	8,7	
- Trần có gờ h/a = 0,23 ÷ 0,3	8,1	
- Trần có gờ h/a > 0,3	7,6	
- Tường ngoài, sàn, mái tiếp xúc trực tiếp không khí bên ngoài.		23,3
- Bề mặt hướng ra hầm mái, hoặc hướng ra các phòng lạnh, sàn trên tầng hầm		11,6

**b) Nhiệt trở của lớp không khí**

Nếu trong kết cấu bao che có lớp đệm không khí thì tổng nhiệt trở dẫn nhiệt phải cộng thêm nhiệt trở của lớp không khí này. Thường lớp đệm này được làm trên trần để chống nóng.

**Bảng 3.13: Trị số nhiệt trở của không khí  $R_{kk}$**

Bề dày lớp không khí mm	Nhiệt trở lớp không khí $R_{kk}, \text{ m}^2.\text{K/W}$			
	Lớp không khí nằm ngang, dòng nhiệt đi từ dưới lên		Lớp không khí nằm ngang, dòng nhiệt đi từ trên xuống	
	Mùa Hè	Mùa Đông	Mùa Hè	Mùa Đông
10	0,129	0,146	0,129	0,155
20	0,138	0,155	0,155	0,189
30	0,138	0,163	0,163	0,206
50	0,138	0,172	0,172	0,224
100	0,146	0,181	0,181	0,232
150	0,155	0,181	0,189	0,249
200 ÷ 300	0,155	0,189	0,189	0,249

Ghi chú:

Trị số  $R_{kk}$  cho ở bảng trên đây ứng với độ chênh nhiệt độ trên 2 bề mặt của lớp không khí  $\Delta t = 10^\circ\text{C}$ . Nếu  $\Delta t \neq 10^\circ\text{C}$  ta cần nhân trị số cho ở bảng 3-14 dưới đây

**Bảng 3.14: Hệ số hiệu chỉnh nhiệt trở không khí**

Độ chênh nhiệt độ $\Delta t, ^\circ\text{C}$	10	8	6	4	2
--	----	---	---	---	---

Hệ số hiệu chỉnh	1	1,05	1,1	1,15	1,2
------------------	---	------	-----	------	-----

**c) Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu xây dựng**

Hệ số dẫn nhiệt  $\lambda$  của vật liệu thay đổi phụ thuộc vào độ rỗng, độ ẩm và nhiệt độ của vật liệu.

- Độ rỗng càng lớn thì  $\lambda$  càng bé, vì các lỗ khí trong vật liệu có hệ số dẫn nhiệt thấp
- Độ ẩm tăng thì hệ số dẫn nhiệt tăng do nước chiếm chỗ các lỗ khí trong vật liệu, do hệ số dẫn nhiệt của nước cao hơn nhiều so với hệ số dẫn nhiệt của không khí.
- Nhiệt độ tăng, hệ số dẫn của vật liệu tăng. Sự thay đổi của hệ số dẫn nhiệt  $\lambda$  khi nhiệt độ thay đổi theo quy luật bậc nhất:

$$\lambda = \lambda_0 + b.t \text{ kCal/m.h.K}$$

(3-39)

trong đó:

- $\lambda_0$  - Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu ở  $0^\circ\text{C}$ , kCal/m.h.K;
- t - Nhiệt độ vật liệu,  $^\circ\text{C}$ ;
- b - Hệ số tỷ lệ phụ thuộc vào tính chất vật liệu, có giá trị nằm trong khoảng  $0,0001 \div 0,001$ .

Tuy nhiên, do sự phụ thuộc vào nhiệt độ của vật liệu không đáng kể nên trong các tính toán thường coi hệ số dẫn nhiệt của các vật liệu là không đổi và lấy theo bảng dưới đây.

**Bảng 3.15: Hệ số dẫn nhiệt của các vật liệu**

STT	Vật liệu	Khối lượng riêng, kg/m <sup>3</sup>	Hệ số dẫn nhiệt $\lambda$ W/m. $^\circ\text{C}$
	<b>I- VẬT LIỆU AMIĂNG</b>		
1	Tấm và bản ximăng amiăng	1900	0,349
2	Tấm cách nhiệt ximăng amiăng	500	0,128
3	Tấm cách nhiệt ximăng amiăng	300	0,093
	<b>II- BÊ TÔNG</b>		
4	Bê tông cốt thép	2400	1,547
5	Bê tông đá dăm	2200	1,279
6	Bê tông gạch vỡ	1800	0,872
7	Bê tông xi	1500	0,698
8	Bê tông bọt hấp hơi nóng	1000	0,395
9	Bê tông bọt hấp hơi nóng	400	0,151
10	Tấm thạch cao ốp mặt tường	1000	0,233
11	Tấm và miếng thạch cao nguyên chất	1000	0,407
	<b>III- VẬT LIỆU ĐÁT</b>		
12	Gạch mộc	1600	0,698
	<b>IV- MẢNG GẠCH XÂY ĐẶC</b>		
13	Gạch thông thường với vữa nặng	1800	0,814
14	Gạch rỗng ( $\gamma=1300$ ), xây vữa nhẹ ( $\gamma=1400$ )	1350	0,581
15	Gạch nhiều lỗ xây vữa nặng	1300	0,523
	<b>V- VẬT LIỆU TRÁT VÀ VỮA</b>		
16	Vữa xi măng và vữa trát xi măng	1800	0,930
17	Vữa tam hợp và vữa trát tam hợp	1700	0,872
18	Vữa vôi trát mặt ngoài	1600	0,872
19	Vữa vôi trát mặt trong	1600	0,698
20	Tấm ốp mặt ngoài bằng thạch cao	1000	0,233
21	Tấm sợi gỗ cứng ốp mặt	700	0,233
	<b>VI- VẬT LIỆU CUỘN</b>		



22	Giấy cactông thường	700	0,174
23	Giấy tẩm dầu thông nhựa đường bitum hay hắc ín	600	0,174
24	Thảm bông dùng trong nhà	150	0,058
25	Thảm bông khoáng chất	200	0,069
<b>VII- VẬT LIỆU THỦY TINH</b>			
26	Kính cửa sổ	2500	0,756
27	Sợi thủy tinh	200	0,058
28	Thủy tinh hơi và thủy tinh bọt	500	0,163
29	Thủy tinh hơi và thủy tinh bọt	300	0,116
<b>VIII- VẬT LIỆU GỖ</b>			
30	Gỗ thông, tùng ngang thớ	550	0,174
31	Mùn cưa	250	0,093
32	Gỗ dán	600	0,174
33	Tấm bằng sợi gỗ ép	600	0,163
34	Tấm bằng sợi gỗ ép	250	0,076
35	Tấm bằng sợi gỗ ép	150	0,058
36	Tấm gỗ mềm (lie)	250	0,069
<b>IX- VẬT LIỆU KHÁC</b>			
37	Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm ximăng silicat in hoa	600	0,233
38	Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm ximăng silicat in hoa	400	0,163
39	Tấm silicat bề mặt in hoa và tấm ximăng silicat in hoa	250	0,116

### 3.2.8.2 Nhiệt truyền qua nền đất $Q_{82}$

Để tính nhiệt truyền qua nền người ta chia nền thành 4 dải, mỗi dải có bề rộng 2m như hình vẽ 3-1.

Theo cách phân chia này

- Dải I :  $k_1 = 0,5 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  ,  $F_1 = 4 \cdot (a+b)$
- Dải II :  $k_2 = 0,2 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  ,  $F_2 = 4 \cdot (a+b) - 48$
- Dải III:  $k_3 = 0,1 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  ,  $F_3 = 4 \cdot (a+b) - 80$
- Dải IV:  $k_4 = 0,07 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  ,  $F_4 = (a-12)(b-12)$

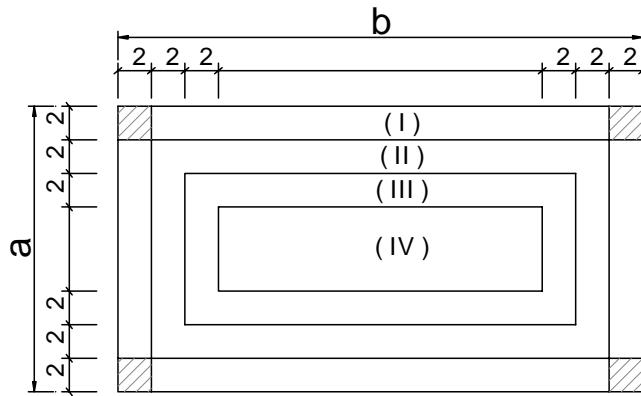
Khi tính diện tích các dải, dải I ở các góc được tính 2 lần vì ở các góc nhiệt có thể truyền ra bên ngoài theo 2 hướng khác nhau.

- Khi diện tích phòng nhỏ hơn  $48\text{m}^2$  thì có thể coi toàn bộ là dải I.

- Khi chia phân dải nếu không đủ cho 4 dải thì ưu tiên từ 1 đến 4. Ví dụ chỉ chia được 3 dải thì coi dải ngoài cùng là dải I, tiếp theo là dải II và III.

Tổng thất nhiệt qua nền do truyền nhiệt:

$$Q_{82} = (k_1 \cdot F_1 + k_2 \cdot F_2 + k_3 \cdot F_3 + k_4 \cdot F_4) \cdot (t_N - t_T) \quad (3-40)$$



**Hình 3.1: Cách phân chia dải nền**

### 3.2.9 Tổng lượng nhiệt thừa $Q_T$

Tổng nhiệt thừa của phòng:

$$Q_T = \sum_{i=1}^8 Q_i, \text{ kW} \quad (3-41)$$

Nhiệt thừa  $Q_T$  được sử dụng để xác định năng suất lạnh của bộ xử lý không khí trong chương 4. Không nên nhầm lẫn khi cho rằng nhiệt thừa  $Q_T$  chính là năng suất lạnh của bộ xử lý không khí.

Tổng nhiệt thừa của phòng  $Q_T$  gồm nhiệt hiện  $Q_{hf}$  và nhiệt ẩn  $Q_{wf}$  của phòng.

- Tổng nhiệt hiện của phòng:

$$Q_{hf} = Q_1 + Q_2 + Q_{3h} + Q_{4h} + Q_5 + Q_6 + Q_{7h} + Q_8$$

- Tổng nhiệt ẩn của phòng:

$$Q_{wf} = Q_{3w} + Q_{4w} + Q_{7w}$$

Như đã trình bày ở trên, trường hợp không gian khảo sát là nhà hàng thì bình quân mỗi người cộng thêm 20W do thức ăn tỏa ra, trong đó 10W là nhiệt hiện và 10w là nhiệt ẩn.

Để có số liệu tham khảo tính nhiệt, bảng dưới đây là một số số liệu về phụ tải nhiệt trung bình của một số không gian, theo kinh nghiệm

**Bảng 3.16: Các thông số kinh nghiệm**

Khu vực	$Q_o$ Btu/h.ft <sup>2</sup>			Người/Tôn			Lưu lượng gió CFM/ft <sup>2</sup>			Phân bố người Ft <sup>2</sup> /Người			Phân bố đèn W/Ft <sup>2</sup>		
	Thấp	TB	Cao	Thấp	TB	Cao	Thấp	TB	Cao	Thấp	TB	Cao	Thấp	TB	Cao
Nhà ở, phòng khách KS.	13	20	30	1.4	1.7	2.2	0.5	0.7	0.9	100	175	325	0.2	0.6	0.9
Bảo tàng, thư viện	30	51	75	2.5	4.3	8.3	0.9	1.6	2.1	40	60	80	0.5	1.0	2.0
Ngân hàng	35	53	75	2.5	4.7	7.5	1.1	1.8	2.5	26	53	80	0.9	2.9	4.4
Tiệm hớt tóc	45	73	112	2.9	4.9	7.4	1.3	2.6	4.4	20	40	60	0.6	1.4	4.6
Cửa hàng mỹ phẩm	49	75	114	2.5	4.3	7.1	1.6	2.3	3.0	17	42	75	2.7	4.2	9.3
Cửa hàng quần áo trẻ em	39	41	82	1.4	3.1	5.9	1.1	1.8	3.2	48	99	130	1.1	1.6	2.5
Cửa hàng quần áo đàn ông	33	45	85	1.2	3.0	6.2	0.9	1.4	1.8	60	118	205	1.0	2.2	4.4
Cửa hàng quần áo phụ nữ	30	43	65	2.5	5.7	11.0	0.8	2.4	6.9	22	61	197	9.8	3.3	7.4
Cửa hàng quần áo nói chung	29	44	68	3.2	5.2	7.0	0.9	1.4	2.1	27	65	111	1.5	2.2	3.5
Cửa hàng tầng hầm	20	30	39	6.2	8.0	15.0	0.5	0.8	1.2	20	30	95	0.8	2.4	3.9
Cửa hàng tầng chính	25	42	62	2.0	6.0	7.0	0.9	1.3	2.0	16	35	90	0.7	2.5	5.2
Phòng làm việc của bác sỹ	33	51	68	1.3	4.0	7.0	1.2	1.7	2.4	29	75	160	1.4	1.7	3.4
Cửa hàng dược phẩm	35	70	109	1.3	4.5	6.9	1.1	1.9	3.4	17	39	92	0.2	1.6	3.9

Cửa hàng thực phẩm	44	82	142	3.0	5.3	7.9	1.3	2.5	4.8	12	36	72	0.9	2.6	5.0
Văn phòng, phòng riêng, chung	22	43	72	1.2	3.5	6.3	0.7	1.4	2.2	32	105	278	0.6	2.0	4.8
Nhà hàng	62	115	260	3.4	7.0	11.4	0.8	2.1	3.8	9	18	32	0.2	1.4	6.8
Cửa hàng đặc biệt	22	52	179	1.1	3.1	5.5	0.8	1.9	5.9	20	90	192	0.9	3.9	12.9
Quán rượu, câu lạc bộ đêm	25	80	165	6.6	8.6	10.7	0.8	1.4	2.8	8	18	75	0.2	1.1	2.2
Nhà hát	74	92	115	10.4	16.0	19.0	15.0	20.0	30.0	6	8	12	0.1	0.3	0.8

### 3.3 XÁC ĐỊNH LƯỢNG ẨM THỪA $W_T$

#### 3.3.1 Lượng ẩm do người tỏa ra $W_1$

Lượng ẩm do người tỏa ra được xác định theo công thức sau:

$$W_1 = n \cdot g_n, \text{ kg/s} \quad (3-42)$$

$n$  - Số người trong phòng, người;

$g_n$  - Lượng ẩm do 01 người tỏa ra trong phòng trong một đơn vị thời gian, kg/s.

Lượng ẩm do 01 người tỏa ra  $g_n$  phụ thuộc vào cường độ lao động và nhiệt độ phòng: Khi nhiệt độ phòng càng lớn và cường độ vận động càng mạnh thì cơ thể thải mồ hôi càng nhiều, nói cách khác là  $g_n$  càng lớn. Trị số  $g_n$  có thể tra cứu theo bảng 3.17 dưới đây:

**Bảng 3.17. Lượng ẩm do người tỏa ra, g/giờ, người**

Trạng thái lao động	Nhiệt độ không khí trong phòng, °C					
	10	15	20	25	30	35
Trẻ em dưới 12 tuổi	15	18	22	25	35	60
Tĩnh tại	30	40	40	50	75	115
Lao động trí học (cơ quan, trường học)	30	40	75	105	140	180
Lao động nhẹ	40	55	75	115	150	200
Lao động trung bình	70	110	140	185	230	280
Lao động nặng	135	185	240	295	355	415
Phòng ăn, khách sạn		90	90	171	165	250
Vũ trường		160	160	200	305	465

#### 3.3.2 Lượng ẩm bay hơi từ các sản phẩm $W_2$

Khi đưa các sản phẩm ướt vào phòng thì có một lượng hơi nước bốc vào phòng. Ngược lại nếu đưa sản phẩm khô thì nó sẽ hút một lượng ẩm.

$$W_2 = \frac{G_2 \cdot (y_1 - y_2)}{100},$$

kg/s (3-43)

$y_1, y_2$  - Lần lượt là thủy phần của sản phẩm khi đưa vào và ra, %;

$G_2$  - Lưu lượng của sản phẩm, kg/s.

Thành phần ẩm thừa này chỉ có trong công nghệ

#### 3.3.3 Lượng ẩm do bay hơi đoạn nhiệt từ sàn ẩm $W_3$

Khi sàn bị ướt thì một lượng hơi ẩm từ đó có thể bốc hơi vào không khí làm tăng độ ẩm của nó. Lượng hơi ẩm được tính như sau:

$$W_3 = 0,006 \cdot F_s \cdot (t_T - t_u) \text{ kg/s} \quad (3-44)$$

$F_s$  - Diện tích sàn bị ướt, m<sup>2</sup>;

$t_r$  - Nhiệt độ nhiệt kế ướt ứng với trạng thái trong phòng.

Lượng ẩm do bay hơi đoạn nhiệt được tính cho nơi thường xuyên nền nhà bị ướt như ở khu nhà giặt, nhà bếp, nhà vệ sinh. Riêng nền ướt do lau nhà thường nhất thời và không liên tục, nên khi tính lưu ý đến điểm này.

### 3.3.4 Lượng ẩm do hơi nước nóng mang vào $W_4$

Khi trong phòng có rò rỉ hơi nóng, ví dụ như hơi từ các nồi nấu, thì cần phải tính thêm lượng hơi ẩm thoát ra từ các thiết bị này.

$$W_4 = G_h \quad (3-45)$$

### 3.3.5 Lượng ẩm thừa $W_T$

Tổng tất các nguồn ẩm toả ra trong phòng gọi là lượng ẩm thừa

$$W_T = \sum_{i=1}^4 W_i, \text{kg/s} \quad (3-46)$$

Nhiệt thừa  $W_T$  được sử dụng để xác định năng suất làm khô của thiết bị xử lý không khí ở chương 5.

## 3.4 KIỂM TRA ĐỘNG SƯƠNG TRÊN VÁCH

Như đã biết khi nhiệt độ vách  $t_w$  thấp hơn nhiệt độ đọng sương của không khí tiếp xúc với nó thì sẽ xảy ra hiện tượng đọng sương trên vách đó. Tuy nhiên do xác định nhiệt độ vách khó nên người ta quy điều kiện đọng sương về dạng khác.

\* Về mùa hè: Mùa hè ta thực hiện chế độ điều hòa (làm lạnh), nhiệt độ bên ngoài lớn hơn nhiệt độ bên trong:

Khi đó ở bên trong nhiệt độ vách luôn luôn cao hơn nhiệt độ không khí trong phòng và nhiệt độ đọng sương của nó ( $t_T^w > t_T > t_T^s$ ) nên trên vách trong không thể xảy ra hiện tượng đọng sương.

Tuy nhiên, ở bên ngoài nhiệt độ vách nhỏ hơn nhiệt độ không khí nên cũng có thể xảy ra hiện tượng đọng sương. Gọi  $t_N^s$  là nhiệt độ đọng sương của không khí bên ngoài phòng, điều kiện để không xảy ra đọng sương là:

$$t_N^w > t_N^s \quad (3-47)$$

Bây giờ ta hãy xem, khi nào xảy ra điều kiện trên. Theo phương trình truyền nhiệt ta có:

$$k \cdot (t_N - t_T) = \alpha_N \cdot (t_N - t_N^w) \quad (3-48)$$

hay:

$$k = \alpha_N \cdot \frac{t_N - t_N^w}{t_N - t_T} \quad (3-49)$$

Khi giảm  $t_N^w$  thì  $k$  tăng, khi giảm tới  $t_N^s$  thì trên tường bắt đầu đọng sương, khi đó ta được giá trị  $k_{\max}$

$$k_{\max} = \alpha_N \cdot \frac{t_N - t_N^s}{t_N - t_T} \quad (3-50)$$

Điều kiện để không xảy ra đọng sương trên vách về mùa Hè là:

$$k < \alpha_N \cdot \frac{t_N - t_N^S}{t_N - t_T} = k_{\max} \quad (3-51)$$

\* *Về mùa Đông:* Về mùa Đông nhiệt độ không khí bên trong lớn hơn bên ngoài nên nếu có xảy ra đọng sương thì chỉ diễn ra ở vách bên trong của phòng. Khi đó điều kiện để không xảy ra đọng sương trên vách trong là:

$$k < \alpha_T \cdot \frac{t_T - t_T^S}{t_T - t_N} = k_{\max} \quad (3-52)$$

\*\*\*\*\*