

Nhiệm vụ chính của kỹ thuật thông gió là: Chống nóng, chống lạnh, khử các loại khí độc, khử hơi nước, khử bụi, nhưng chống nóng vẫn là nhiệm vụ quan trọng hơn cả.

Trong sản xuất, cũng như trong sinh hoạt, con người sử dụng rất nhiều năng lượng. Các dạng năng lượng này thường chuyển hoá và sinh ra nhiệt thừa phát tán vào trong không khí làm tăng nhiệt độ của môi trường.

Để giải quyết được vấn đề thông gió chống nhiệt, chúng ta cần phải xác định được lượng nhiệt thừa toả ra trong phòng.

Vậy: lượng nhiệt thừa của một phòng là hiệu số giữa lượng nhiệt toả ra bên trong nhà và lượng nhiệt tổn thất ra bên ngoài nhà.

$$Q \text{ thừa} = \sum_{i=1}^n Q_{i(toa)} - \sum_{i=1}^n Q_{i(TT)} \quad (3-1)$$

Trong đó: + Q thừa: lượng nhiệt thừa còn lại trong nhà.

+  $\sum_{i=1}^n Q_{i(toa)}$  [kcal/h]: tổng lượng nhiệt toả ra trong nhà do các

nguyên nhân sau:

- Toả nhiệt do người
- Toả nhiệt do thắp sáng và các máy móc dùng điện.
- Toả nhiệt do các quá trình công nghệ.
- Toả nhiệt do đốt cháy nguyên liệu, do các bề mặt lò nung.
- Toả nhiệt do bức xạ mặt trời truyền qua kết cấu.

+  $\sum_{i=1}^n Q_{i(TT)}$  [kcal/h]: Lượng nhiệt tổn thất ra ngoài nhà chỉ xảy ra

trong trường hợp nhiệt độ bên trong nhà lớn hơn nhiệt độ bên ngoài nhà và lượng nhiệt này truyền qua kết cấu bao che (tường, mái, trần, cửa...)

Trường hợp nhiệt độ bên ngoài nhà cao hơn nhiệt độ không khí bên trong nhà thì chiều dòng nhiệt sẽ ngược lại và lúc đó phải coi lượng nhiệt này như lượng nhiệt tỏa ra bên trong nhà.

## 1. TÍNH TOÁN LƯỢNG NHIỆT TỔN THẤT $\sum_{i=1}^n Q_{i(TT)}$ [kcal/h]:

### 1.1 Tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che.

Khi có sự chênh lệch nhiệt độ giữa bên trong và bên ngoài nhà, thì có sự truyền nhiệt qua các kết cấu bao che của nhà, chiều dòng nhiệt đi từ phía có nhiệt độ cao đến phía có nhiệt độ thấp và lượng nhiệt này được xác định theo công thức sau đây:

$$Q = k.F.\Delta t_{tt} \text{ (Kcal/h)}$$

Trong đó :

- + K: Hệ số truyền nhiệt của kết cấu bao che (kcal/m<sup>2</sup>h<sup>0</sup>c)
- + F: Diện tích truyền nhiệt của kết cấu bao che,(m<sup>2</sup>)
- +  $\Delta t_{tt}$  :Hiệu số nhiệt độ tính toán giữa nhiệt độ bên trong và bên ngoài nhà:(<sup>0</sup>c).

Trong quá trình tính toán chúng ta phải tính được hệ số truyền nhiệt k của tất cả các loại kết cấu và diện tích của nó cũng như sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai phía của kết cấu đó, cuối cùng tổng kết lại mới tìm được lượng nhiệt truyền qua kết cấu bao che của căn phòng hay phân xưởng ta phải tính toán.

#### 1.1.1- Hiệu số truyền nhiệt của kết cấu bao che.

Hệ số truyền nhiệt của kết cấu bao che của nhà, công trình được xác theo công thức sau đây.

$$k = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_T + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{R_N}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_T} \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_N}} \quad (3-4)$$

Trong đó:

- + k: Hệ số truyền nhiệt của kết cấu bao che (kcal/m<sup>2</sup>h<sup>0</sup>C)

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+  $R_0$ : Tổng nhiệt trở của kết cấu bao che. ( $m^2h^0C/ kcal$ )

+  $\alpha_T \alpha_N$ : Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt bên trong và bên ngoài kết cấu bao che ( $kcal/m^2h^0C$ )

+  $\delta_i$ : Bề dày lớp vật liệu thứ i của kết cấu (m)

+  $\lambda_i$ : Hệ số dẫn nhiệt của lớp vật liệu thứ i của kết cấu ( $kcal/mh^0C$ )

a) *Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt  $\alpha$ .*

Trên bề mặt phía trong cũng như phía ngoài của kết cấu bao che có hiện tượng trao đổi nhiệt với không khí xung quanh, sự trao đổi nhiệt giữa các bề mặt với không khí xung quanh theo lý thuyết truyền nhiệt, xảy ra dưới hai hình thức: trao đổi nhiệt bức xạ và trao đổi nhiệt đối lưu được biểu diễn theo biểu thức:

$$\alpha = \alpha_{dl} + \alpha_{bx} \quad (Kcal/m^2h^0C) \quad (3-5)$$

Trong đó:

+  $\alpha_{DL}$  : Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu

+  $\alpha_{BX}$ : Hệ số trao đổi nhiệt bức xạ .

Trong thực tế quá trình trao đổi nhiệt bức xạ ở đây không lớn lắm mà chủ yếu là quá trình trao đổi nhiệt đối lưu. Trong thực tế hệ số này thường xác định bằng thực nghiệm.

Bảng 3-1: HỆ SỐ TRAO ĐỔI NHIỆT BỀ MẶT  $\alpha$

| Loại và vị trí của kết cấu bao che                | $\alpha(kcal/m^2h^0C)$ |            | $R'(m^2h^0C/ kcal)$ |       |
|---|------------------------|------------|---------------------|-------|
|   | $\alpha_T$             | $\alpha_N$ | $R_T$               | $R_N$ |
| * Bề mặt trong của tường sàn, trần là bề mặt nhẵn | 7.5                    | -          | 0.133               | -     |
| * Bề mặt trong của tường, trần, sàn có gờ         | 6.5-7                  | -          | 0.154-0.143         | -     |
| * Bề mặt ngoài của tường,                         |                        |            |                     |       |

|   |   |       |           |          |
|---|---|-------|-----------|----------|
| sàn, mái có tiếp xúc trực tiếp với không khí.                                   | - | 20-25 | 0.05-0.04 | -        |
| * Bề mặt ngoài của tường, mái tiếp xúc không trực tiếp với không khí ngoài nhà. |   | 10-15 |           | 0.1-0.07 |

b- Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu.  $\lambda$

Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu thay đổi phụ thuộc vào các tính chất của vật liệu như: độ rỗng, độ ẩm, nhiệt độ v.v....

Độ rỗng của vật liệu càng lớn thì hệ số dẫn nhiệt càng bé vì trong các lỗ rỗng của vật liệu chứa đầy không khí mà ta biết không khí là loại có hệ số dẫn nhiệt bé nhất. Trong thực tế, ta thường gặp, các loại vật liệu xốp, rỗng có trọng lượng riêng nhỏ.

Độ ẩm của vật liệu càng lớn thì hệ số dẫn nhiệt càng lớn. Khi vật liệu ẩm tức là trong các lỗ rỗng chứa đầy nước mà nước lại có hệ số dẫn nhiệt lớn hơn rất nhiều so với không khí.

Ta có:  $\lambda_{kk}=0.06(\text{Kcal/mh}^0\text{C})$ ;  $\lambda_n=(0.5-2)\text{Kcal/mh}^0\text{C}$

Nhiệt độ của vật liệu càng tăng thì hệ số dẫn nhiệt càng tăng. Sự thay đổi hệ số dẫn nhiệt theo nhiệt độ biểu diễn theo biểu thức sau.

$$\lambda_t = \lambda_0 + b.t \quad (3-5)@$$

Trong đó:

$\lambda_0$ : Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu ở  $0^0\text{C}$

$\lambda_t$ : Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu ở  $t^0\text{C}$ .

b: Hệ số tỷ lệ kể đến độ tăng hệ số dẫn nhiệt theo nhiệt độ. Hệ số b thường nhỏ và thay đổi trong giới hạn= (0,0001-0,001)

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

$t^0c$ : Nhiệt độ của vật liệu

Hệ số dẫn nhiệt của các loại vật liệu có thể tham khảo ở bảng 3-2

Bảng 3-2.Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu: $\lambda$

| Vật liệu      | Loại                   | HỆ SỐ<br>(Kcal/mh <sup>0</sup> C) | Trọng lượng<br>riêng (Kg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------|------------------------|-----------------------------------|---|
| Bê tông       | Bê tông cốt thép       | 1.4                               | 2500                                      |
|               | Bê tông gạch           | 0.9                               | 2000                                      |
|               | Bê tông xỉ             | 0.65                              | 1600                                      |
|               | Bê tông bọt            | 0.34                              | 1000                                      |
| Tường<br>gạch | Gạch đất sét, vữa nặng | 0.6-0.70                          | 1800                                      |
|               | Gạch đất sét vữa nhẹ   | 0.65                              | 1700                                      |
|               | Tường gạch silicat     | 0.90                              | 1900                                      |
| Gỗ            | Gỗ dọc thớ             | 0.30                              | 550                                       |
|               | Gỗ ngang thớ           | 0.15                              | 550                                       |
| Kính          | Kính thường            | 0.65                              | 2500                                      |

### 1.1.2 Diện tích truyền nhiệt của kết cấu bao che. $F(m^2)$

Diện tích truyền nhiệt của kết cấu bao che được tính theo kích thước kết cấu.

a,+Chiều cao phòng lấy từ mặt sàn tầng nọ đến mặt sàn tầng kia.

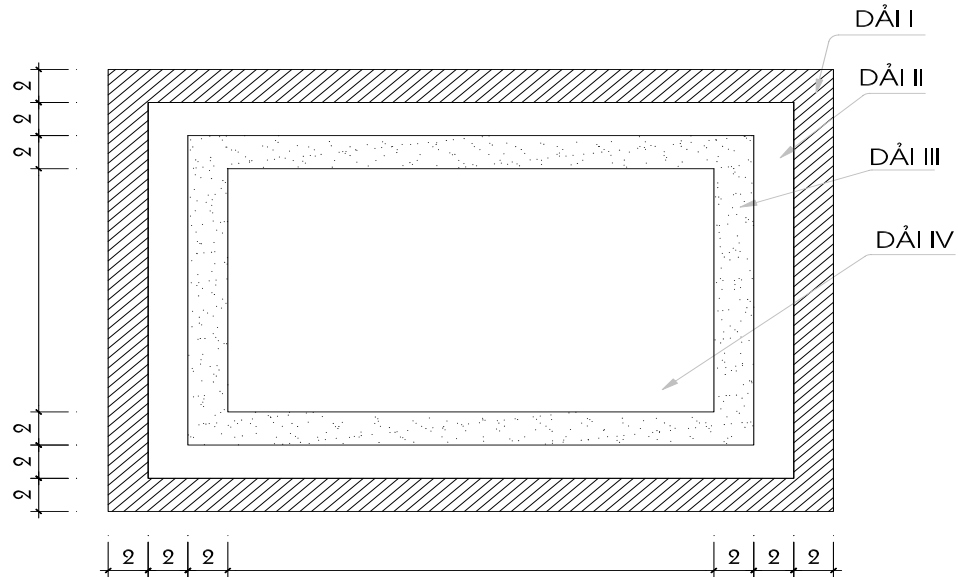
b,+Đối với diện tích tường:

-Đối với tường ngoài: kích thước lấy từ mép ngoài tường.

-Đối với tường trong: kích thước lấy từ tim tường.

-Đối với cửa sổ cửa đi: kích thước lấy theo mép trong.

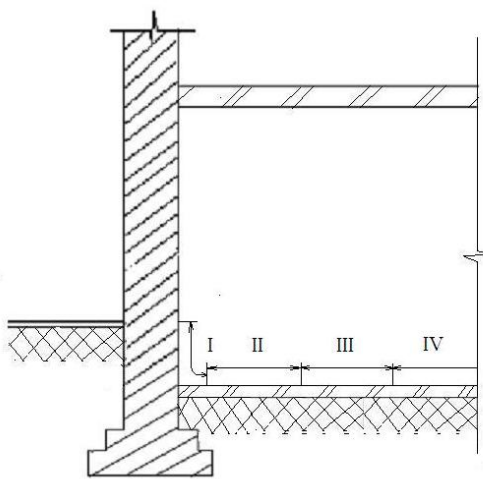
c, Đối với nền: việc tính toán truyền nhiệt qua nền rất phức tạp và thường dùng phương pháp tính toán gần đúng phù hợp với thực nghiệm. Ta chia nền ra thành bốn dải (hình 3-1) dọc theo tường ngoài theo thứ tự I,II,III,IV từ ngoài vào trong. Dải I,II, và III mỗi dải rộng 2m, riêng dải IV là dải cuối cùng theo phân diện tích còn lại. Dải I các góc được tính 2 lần vì ở đó có sự truyền nhiệt qua nền ra 2 phía



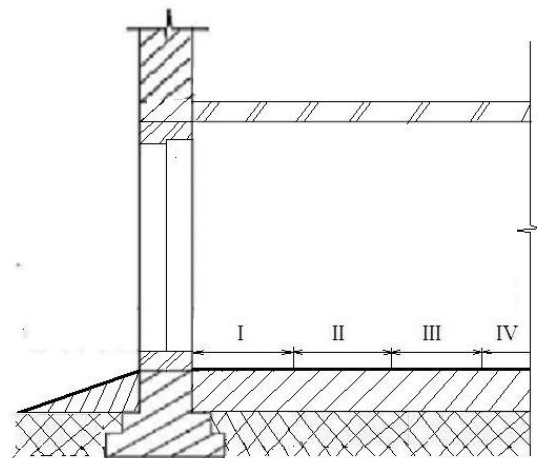
Hình 3.1

+Đối với nền tầng một ta chia như hình 3-2a

+Đối với nền tầng hầm ta chia như hình 3-2b.



Hình 3.2a



Hình 3.2b

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Về cấu tạo nên chia thành nhiều loại, về phương diện truyền nhiệt có thể phân thành nền cách nhiệt, nền không cách nhiệt hay nền đặt trên gối tựa.

\*Đối với nền không cách nhiệt (tức là lớp vật liệu của nền có  $\lambda > 1$  Kcal/mh<sup>0</sup>C) và khi đó hệ số truyền nhiệt k của các dải lấy như sau:

Dải I có  $K_I = 0.4$  và  $R_I = 2,5$  (m<sup>2</sup>h<sup>0</sup>C/ kcal)

Dải II có  $K_{II} = 0.2$  và  $R_{II} = 5$  (m<sup>2</sup>h<sup>0</sup>C/ kcal)

Dải III có  $K_{III} = 0.1$  và  $R_{III} = 10$  (m<sup>2</sup>h<sup>0</sup>C/ kcal)

Dải I có  $K_{IV} = 0.06$  và  $R_{IV} = 16,5$  (m<sup>2</sup>h<sup>0</sup>C/ kcal)

\*Đối với nền cách nhiệt: tức là nền có một trong các lớp vật liệu có hệ số  $\lambda < 1$  Kcal/mh<sup>0</sup>C thì nhiệt trở của các lớp nền cách nhiệt được tính như sau:

$$R_i^{CN} = R_i^{KCN} + \frac{\delta'}{\lambda} \quad (3-6)$$

Trong đó: -  $R_i^{CN}$ : nhiệt trở của các dải nền cách nhiệt.

-  $R_i^{KCN}$ : nhiệt trở của các dải nền không cách nhiệt.

-  $\delta', \lambda$ : Bề dày và hệ số dẫn nhiệt của lớp nền cách nhiệt, tức là lớp có  $\lambda < 1$  Kcal/mh<sup>0</sup>C

\* Đối với nền đặt trên gối tựa, ta cũng chia thành các dải như trên, nhưng nhiệt trở được xác định theo công thức

$$R_i^{gối} = \frac{R_i^{CN}}{0.85} \quad (3-7)$$

### 1.1.3 - Hiệu số nhiệt độ tính toán $\Delta t_{tt}$ (°C)

Hiệu số nhiệt độ tính toán giữa không khí bên trong và bên ngoài nhà được xác định theo công thức.

$$\Delta t_{tt} = \Psi(t_T^{tt} - t_N^{tt}) \quad (°C)$$

Trong đó:

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

$t_t$ : Nhiệt độ bên tính toán trong nhà. Nhiệt độ này đã được tiêu chuẩn hoá tùy theo mùa, tùy theo tính chất và công dụng của từng loại nhà, từng loại phân xưởng.

$t_N$ : Nhiệt độ bên ngoài nhà, trị số nhiệt độ này luôn thay đổi theo từng mùa trong năm, từng ngày trong tháng và từng giờ trong ngày nên ta phải chọn sao cho phù hợp. Nhiệt độ tính toán của không khí ngoài trời về mùa hè ( $t_N^H$ ) thường được lấy theo nhiệt độ trung bình của tháng nóng nhất (đo vào tháng 6 hay tháng 7) đo vào lúc 13 giờ.

Nhiệt độ tính toán ngoài nhà về mùa đông ( $t_N^D$ ) dùng để “tính toán thống kê thông gió” được lấy bằng nhiệt độ độ tối thấp trung bình của tháng lạnh nhất (tháng 1 và tháng 12)

$\varphi$ : Hệ số kể đến vị trí tương đối của kết cấu so với không khí ngoài nhà. Hệ số này được xác định theo từng trường hợp cụ thể:

+ Đối với trần dưới hầm mái

- Mái lợp tôn, ngói, phi brôximăng với kết cấu mái không kín:  $\varphi = 0.9$

- Mái lợp tôn, ngói, phi brôximăng với kết cấu mái kín:  $\varphi = 0.8$

- Khi mái có lớp giấy dầu  $\varphi = 0.75$

+ Đối với tường ngăn cách giữa phòng được thông gió và phòng không được thông gió.

- Nếu phòng không thông gió tiếp xúc trực tiếp với không khí bên ngoài thì  $\varphi = 0.7$ .

- Nếu phòng không thông gió không tiếp xúc trực tiếp với không khí bên ngoài thì:  $\varphi = 0.4$ .

+ Đối với sàn trên tầng hầm

- Nếu tầng hầm có cửa sổ:  $\varphi = 0.6$ .

- Nếu tầng hầm không có cửa sổ:  $\varphi = 0.4$ .

+ Đối với tường mái, tiếp xúc với không khí bên ngoài  $\varphi = 1$

## 1.1.4. Nhiệt trở yêu cầu của kết cấu

Kết cấu bao che và công trình ngoài chức năng chịu lực và phân cách giữa không gian bên ngoài với không gian bên của công trình để tạo ra hình khối kiến trúc, còn cần phải đáp ứng các yêu cầu về nhiệt và vệ sinh môi trường. Đó là chống thấm hơi nước về mùa đông và chống nóng về mùa hè.

Xuất phát về yêu cầu về chống lạnh về nhiệt độ, kết cấu ngăn che cần phải có nhiệt trở không nhỏ hơn trị số giới hạn, gọi là nhiệt trở yêu cầu.  $R_{yc}$  ( $m^2h^0C/kcal$ ) và xác định theo công thức:

$$R_{yc} = \frac{(t_T^D - t_N^D) \cdot \varphi \cdot m}{\Delta t_{bm}^{tr}} \cdot R_T \quad (3-9)$$

Trong đó:

+  $t_T^D, t_N^D$  ( $^0C$ ): nhiệt độ tính toán bên trong ( $t_T^D$ ) và bên ngoài về mùa đông.

+  $\varphi$ : Hệ số kể đến vị trí tương đối của kết cấu so với không khí bên ngoài nhà.

+  $m$ : Hệ số kể đến ảnh hưởng của nhiệt quán tính của kết cấu ngăn che. Tra bảng 3-3 phụ thuộc vào độ kiên cố của kết cấu. Chỉ số quán tính nhiệt của kết cấu:

$$D = R_1S_1 + R_2S_2 + R_3S_3 \dots R_nS_n = \sum_{i=1}^n R_iS_i \quad (3-10)$$

Trong đó:  $R_1, R_2, \dots, R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n}$  ( $m^2h^0C/kcal$ ) gọi là nhiệt trở của các lớp vật liệu.

$S_1, S_2, \dots, S_n$ ; hệ số hàm nhiệt của vật liệu.

Chỉ số nhiệt quán tính  $D$  là đại lượng không có thứ nguyên.

Bảng 3-3: bảng xác định hệ số m và chỉ số nhiệt quán tính D.

| Loại kết cấu       | Hệ số nhiệt quán tính m | Chỉ số nhiệt quán tính D |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| Kết cấu nặng       | 1.00                    | $D \geq 7.1$             |
| Kết cấu trung bình | 1.08                    | $D = 4.1 \div 7$         |
| Kết cấu nhẹ        | 1.20                    | $D = 2,1 \div 4$         |
| Kết cấu quá nhẹ    | 1.30                    | $D \leq 2$               |

$\Delta t_{bm}(^{\circ}C)$ : Độ chênh nhiệt độ giữa nhiệt độ bề mặt trong và nhiệt độ không khí trong phòng.

$$\Delta t_{bm} = t_{T(\text{Đ})} - T_T \quad (3.11)$$

Trong đó:  $+ t_{T(\text{Đ})} (^{\circ}C)$ : nhiệt độ tính toán bên trong nhà về mùa đông của kết cấu.

$+ T_T (^{\circ}C)$  nhiệt độ bề mặt trong của kết cấu bao che.

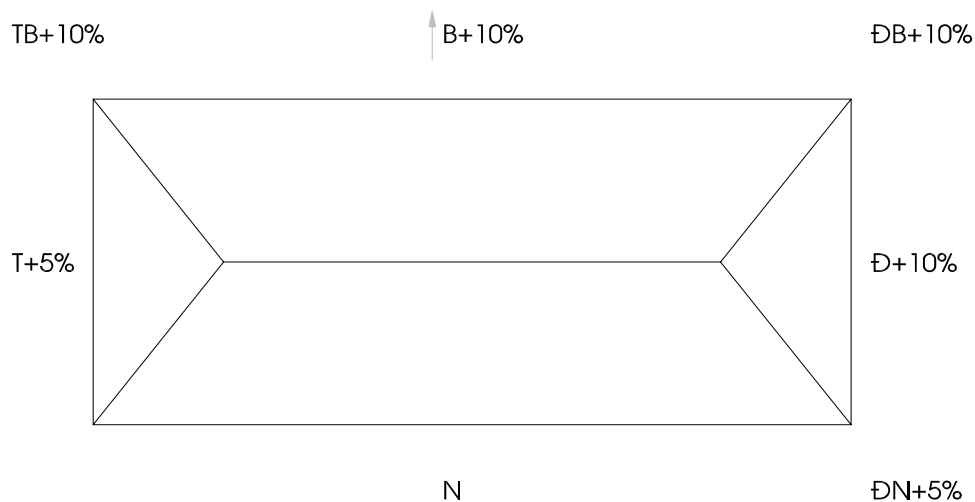
$+ R_T (m^2h^{\circ}C / kcal)$  nhiệt độ trong của kết cấu.

$$R_T = \frac{1}{\alpha_T} \quad (3.12) \text{ với } \alpha_T (kcal/m^2h^{\circ}C) \text{ gọi là hệ số trao đổi nhiệt của bề mặt}$$

trong kết cấu với không khí trong nhà. (xác định ở bảng 3.1)

1.2. Tính toán tổn thất nhiệt bổ sung theo phương hướng.

Trong quá trình tính toán lượng nhiệt tổn thất qua kết cấu bao che (mái,



## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

tường, nền.). Đối với tường ngoài ta phải bổ sung thêm một lượng nhiệt mất mát nữa – đó là sự trao đổi nhiệt bên ngoài tăng lên ở các hướng khác nhau, ta có trị số mất mát bổ sung khác nhau. (Hình 3-3).

### 1.3 Tổn thất nhiệt bổ sung do rò gió.

Hiện tượng không khí lạnh lọt vào nhà chủ yếu do gió lùa về mùa đông. Lượng gió lùa về mùa đông qua các khe hở của cửa phía đón gió và sẽ thoát ra khỏi nhà phía khuất gió. Lượng gió lùa vào nhà phụ thuộc vào góc độ gió thổi, cấu tạo của cửa và tốc độ gió.

Vậy lượng nhiệt bổ sung do rò gió được tính:

$$Q_{\text{gió}} = C \cdot G_{\text{gió}} \cdot (t_T - t_N) \cdot \Sigma l \text{ (kcal/h) (3-13).}$$

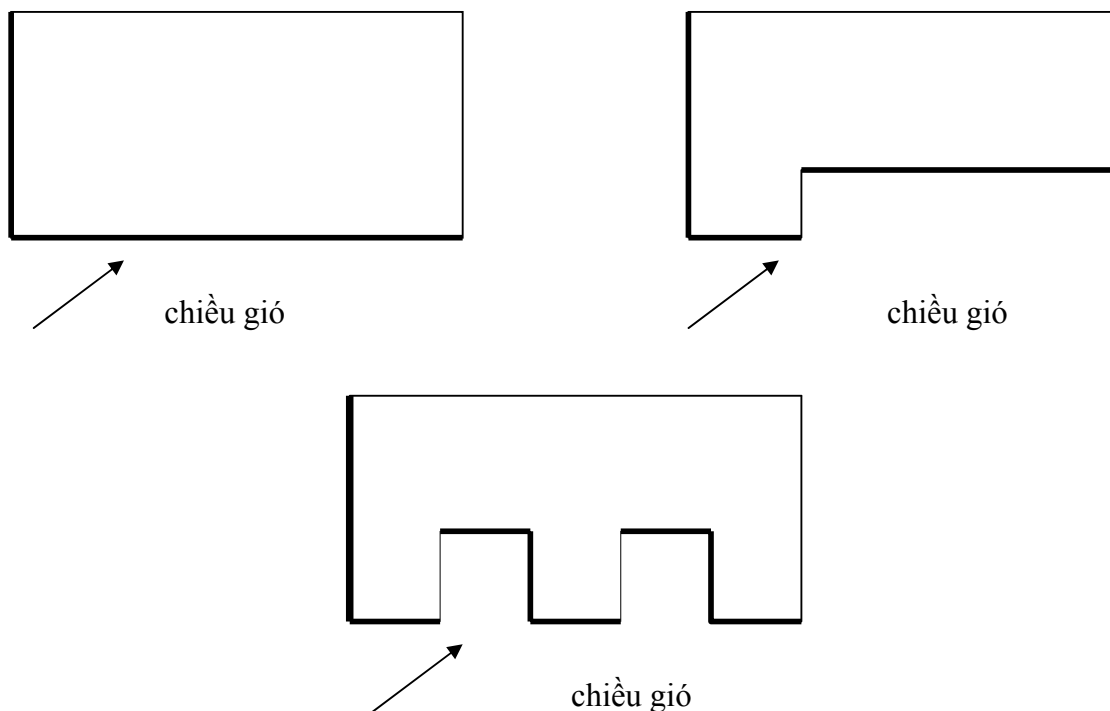
Trong đó:

$C = 0.24 \text{ (kcal/kg}^\circ\text{C)}$ : Tỷ nhiệt của không khí.

$t_T, t_N \text{ (}^\circ\text{C)}$ : Nhiệt độ tính toán bên trong và bên ngoài nhà.

$G_{\text{gió}} \text{ (kg/m.h)}$ : Lượng gió lùa vào nhà qua 1m chiều dài khe hở của cửa. Lấy theo bảng 3-4.

$\Sigma l$ : Tổng chiều dài các khe hở của cửa lấy theo hình 3-4.



Bảng 3-4: Bảng xác định lượng gió lùa qua cửa:

| LOẠI CỬA                       | Lượng gió $G_{\text{gió}}$ (kg/mh) |      |       |       |       |
|--------------------------------|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
|                                | $v_g = 1\text{m/s}$                | 2m/s | 3m/s  | 4m/s  | 5m/s  |
| 1. Cửa sổ và cửa trời một lớp: |                                    |      |       |       |       |
| -Khung gỗ:                     | 5.60                               | 9.1  | 11.20 | 12.60 | 17.50 |
| -Khung thép                    | 2.48                               | 3.9  | 4.80  | 5.45  | 7.65  |
| 2. Cửa sổ và cửa trời hai lớp  |                                    |      |       |       |       |
| - Khung gỗ,                    | 2,8                                | 4,55 | 5,61  | 6,3   | 8,75  |
| -Khung thép                    | 1,25                               | 1,98 | 2,44  | 2,78  | 3,9   |
| 3. Cửa đi và cửa lớn           | 11,2                               | 18,2 | 22,4  | 25,2  | 35    |

## **BÀI 2. TÍNH TOÁN TOẢ NHIỆT**

### **2.1: Toả nhiệt do thấp sáng.**

Được xác định theo công thức:

$$Q_{TS} = 860.N \text{ (kcal/h)} \quad (3-14)$$

Trong đó:

860: Đương lượng nhiệt điện.

N(KW): công suất của tất cả các thiết bị chiếu sáng. (KW)

### **2.2 Toả nhiệt từ các máy móc động cơ dùng điện.**

$$Q = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \varphi_4 \cdot 860.N \text{ (kcal/h)} \quad (3-15)$$

Trong đó:

$\varphi_1$ : Hệ số sử dụng công suất điện:  $\varphi_1 = 0.7 - 0.9$

$\varphi_2$ : Hệ số phụ tải, là tỉ số giữa công suất tiêu thụ với công suất cực:  $\varphi_2 = 0.5 - 0.8$

$\varphi_3$ : Hệ số làm việc đồng thời của các động cơ điện:  $\varphi_3 = 0.5 - 1.0$

$\varphi_4$ : Hệ số chuyển biến cơ năng thành nhiệt năng và toả nhiệt vào không khí xung quanh:  $\varphi_4 = 0.65 - 1.$

860: Đương lượng nhiệt của công.

N(KW): công suất tiêu chuẩn của các động cơ điện

### **2.3 Toả nhiệt do đốt cháy nhiên liệu.**

Trong các nhà máy đều có sự liên quan đến sự toả nhiệt từ các sản phẩm của quá trình cháy như rên, đúc. Khi tiến hành công việc này thì nhiệt của quá trình cháy được thải trực tiếp vào phòng sản xuất và làm cho nhiệt độ trong phòng tăng lên. Lượng nhiệt đó được tính bằng công thức:

$$Q_{NL} = \eta \cdot Q_{th}^{CT} \cdot G_{NL} \text{ (kcal/h)} \quad (3-16).$$

Trong đó:

$Q_{NL}$ (kcal/h): Lượng nhiệt toả ra trong quá trình đốt cháy nhiên liệu.

$Q_{th}^{CT}$ (kcal/h) : Nhiệt trị thấp của nhiên liệu công tác.

$\eta$ : Hệ số kể đến sự cháy không hoàn toàn của nhiên liệu và thường lấy:  $\eta = 0.9 - 0.97$ .

$G_{NL}$ (kg/h): Lượng nhiên liệu tiêu thụ

#### **2.4. Toả nhiệt trong quá trình nguội dần của sản phẩm.**

Trong trường hợp vật được nung nóng ở một nơi nào đó và được đem gia công tại một phòng, lượng nhiệt toả ra do vật nóng nguội dần được tính toán theo hai trường hợp:

**2.4.1. Vật nguội dần mà vẫn giữ nguyên trạng thái vật lý ban đầu. (trường hợp rèn chi tiết.)**

$$Q_{sp} = G_{sp} \cdot C_{sp}(t_1 - t_2)(\text{kcal/h}) \quad (3-17)$$

Trong đó:

$Q_{sp}$ (kcal/h): Lượng nhiệt do sản phẩm nguội dần toả ra.

$C_{sp}$  (Kg/kg<sup>0</sup>C): tỷ nhiệt của sản phẩm

$t_1, t_2$ (<sup>0</sup>C) : Nhiệt độ ban đầu và nhiệt độ cuối cùng của sản phẩm.

$G_{sp}$  (Kg/h): Lượng sản phẩm đưa vào gia công trong 1 giờ

**b- Đối với sản phẩm nguội dần nhưng có thay đổi trạng thái(chuyển từ lỏng sang đặc)**

$$Q_{sp} = G_{sp}[C_L(t_1-t_{nc}) + i_{nc} + C_d(t_{nc} - t_2)](\text{kcal/h}) \quad (3-18)$$

Trong đó:

$Q_{sp}$ (kcal/h): Lượng nhiệt do sản phẩm nguội dần toả ra.

$G_{sp}$  (Kg/h): Lượng sản phẩm đưa vào gia công trong 1 giờ

$C_L$ (kcal/kg <sup>0</sup>C): tỷ nhiệt của sản phẩm ở trạng thái lỏng.

$C_d$  (kcal/kg <sup>0</sup>C): tỷ nhiệt của sản phẩm ở trạng thái đặc.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

$t_1$  và  $t_2(^{\circ}\text{C})$  : Nhiệt độ ban đầu và nhiệt độ cuối cùng của sản phẩm.

$t_{nc}(^{\circ}\text{C})$ : nhiệt độ nóng chảy của sản phẩm.

$i_{nc}(\text{kcal/kg})$ : Nhiệt hàm nóng chảy của sản phẩm

### 2.5 Toả nhiệt do người

Lượng nhiệt do người toả ra gồm có nhiệt hiện và nhiệt ẩn. Nhiệt hiện ( $q_h$ ) có tác dụng làm tăng nhiệt độ xung quanh nên trong thông gió khử nhiệt thừa phải tính lượng nhiệt hiện này. Còn nhiệt ẩn này ( $q_a$ ) làm tăng quá trình bốc hơi mồ hôi trên bề mặt da. Nhiệt ẩn tuy có làm tăng entanpi của không khí nhưng hầu như không ảnh hưởng đến nhiệt độ. Khi tính toán hệ thống điều hoà không khí phải tính lượng nhiệt toàn phần gồm cả nhiệt hiện và nhiệt ẩn ( $q_{tp} = q_h + q_a$ )

Lượng nhiệt do người toả ra được tính theo công thức:

$$Q_{\text{người}} = n \cdot q_h \text{ (kcal/h) (3-19)}$$

Trong đó:

$n$ : số người có trong phòng

$q_h$ : (kcal/người.h): Lượng nhiệt hiện do một người toả ra trong một giờ được xác định theo bảng (3.5)

Bảng 3.5 lượng nhiệt  $q_h$ ,  $q_a$ ,  $q_{tp}$ : lượng hơi nước, lượng khí  $\text{CO}_2$  do một người toả ra trong một giờ.

| Trạng thái lao động | nhiệt độ của phòng ( $^{\circ}\text{C}$ ) | lượng nhiệt (kcal/h) |                    |                              | lượng ẩm (g/h) | lượng $\text{CO}_2$ (g/h) |
|---------------------|---|----------------------|--------------------|------------------------------|----------------|---------------------------|
|                     |   | nhiệt hiện ( $q_h$ ) | nhiệt ẩn ( $q_a$ ) | nhiệt toàn phần ( $q_{tp}$ ) |                |                           |
| Người ở trạng thái  | 15  | 100                  | 25                 | 125                          | 40             | 30                        |

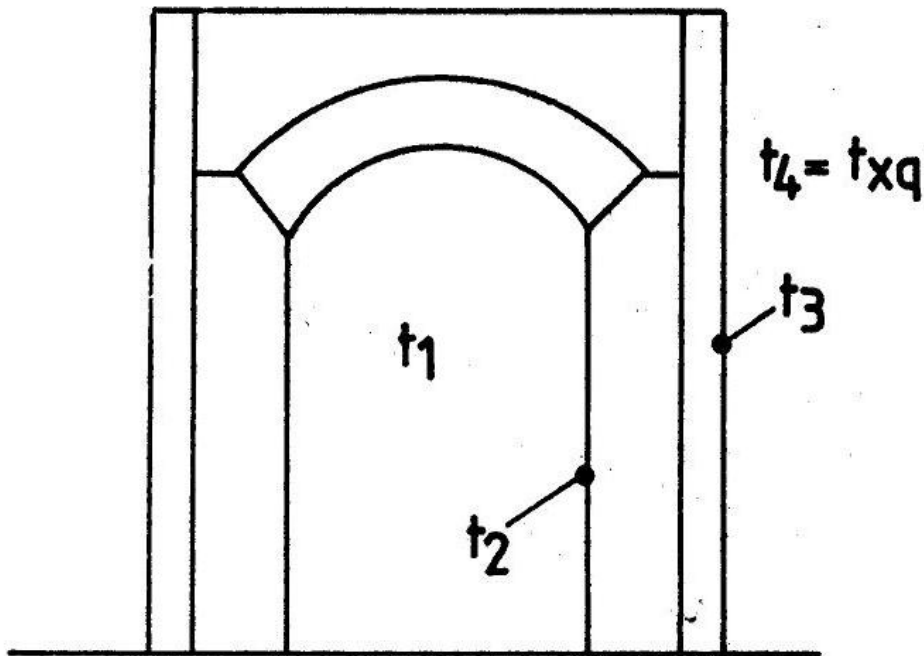
## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

|  |    |     |     |     |     |    |
|--|----|-----|-----|-----|-----|----|
| yên tĩnh (rap hát, câu lạc bộ, hội họp...)                   | 20 | 80  | 25  | 105 | 45  |    |
|  | 25 | 50  | 30  | 80  | 50  |    |
|  | 30 | 30  | 50  | 80  | 80  |    |
|  | 35 | -   | -   | -   | 130 |    |
| Làm việc yên tĩnh (trường học, cơ quan...)                   | 15 | 100 | 35  | 135 | 55  | 35 |
|  | 20 | 85  | 45  | 130 | 75  |    |
|  | 25 | 55  | 70  | 125 | 120 |    |
|  | 30 | 35  | 90  | 125 | 140 |    |
|  | 35 | -   | -   | -   | 240 |    |
| Làm việc nhẹ và trung bình (khâu máy, ngồi lắp các dụng cụ)  | 15 | 115 | 65  | 180 | 110 | 40 |
|  | 20 | 90  | 85  | 175 | 140 |    |
|  | 25 | 60  | 110 | 170 | 180 |    |
|  | 30 | 40  | 130 | 170 | 230 |    |
|  | 35 | -   | -   | -   | 290 |    |
| Công việc nặng (rèn, đúc, chạy nhảy, khuôn vác, cuốc đất...) | 15 | 140 | 110 | 250 | 185 | 68 |
|  | 20 | 110 | 140 | 250 | 220 |    |
|  | 25 | 80  | 170 | 250 | 300 |    |
|  | 30 | 45  | 205 | 250 | 360 |    |
|  | 35 | -   | -   | -   | 430 |    |
| Trẻ em dưới 12 tuổi.   | -  | 35  | 15  | 50  | 23  | 18 |

**2.6 Toả nhiệt do các lò nung**

Đối với các lò nung, lò sấy đốt bằng than bằng điện hay bằng dầu. Lượng nhiệt toả ra ở thành lò, đáy lò, đỉnh lò và khi mở cửa lò tương đối lớn nên ta phải tính trong các trường hợp sau đây.

2.6.1 Toả nhiệt từ các bề mặt xung quanh của lò nung. Ta có mặt cắt lò như hình 3-5 thì:



Hình 3.5

$$Q = K.F (t_1 - t_4) \quad (\text{kcal/kg}) \quad (3-20)$$

Trong đó:

$K(\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C})$ : Hệ số truyền nhiệt của thành lò:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_4}} \quad (\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}) \quad (3-21)$$

$\alpha_1$ : Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt trong của lò.

$\alpha_4$ : Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài lò.

Các hệ số  $\alpha_1$  và  $\alpha_4$  xác định bằng công thức sau hay xác định thực nghiệm.

$$\alpha_1 = 1(t_1 - t_2)^{0,25} + \frac{C_{qd}}{t_1 + t_2} \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad (3-22) \quad (\text{kcal/m}^2\text{h}^0\text{C})$$

$$\alpha_4 = 1(t_3 - t_4)^{0,25} + \frac{C_{qd}}{t_3 + t_4} \left[ \left( \frac{T_3}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_4}{100} \right)^4 \right] \quad (\text{kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}) \quad (3-23)$$

Trong đó:

+ l: Hệ số kích thước đặc trưng, phụ thuộc vào vị trí của thành lò

- Đối với bề mặt đứng:  $l = 2,2$
- Đối với bề mặt ngang:  $l = 2,8$

+  $T_1, T_2(^0\text{K})$ : Nhiệt độ tuyệt đối ở trong lò và bề mặt trong của thành lò:

$$T_1 = t_1 + 273 (^0\text{K}) \quad (3-24)$$

$$T_2 = t_2 + 273 (^0\text{K}) \quad (3-25)$$

+  $C_{qd}$ . Hệ số bức xạ nhiệt quy dân.

$$C_{qd} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_{den}}} \quad (3-26)$$

$C_1, C_2$ : hệ số bức xạ nhiệt của thành lò và của bề mặt chung quanh tường, nền, trần nhà.

$C_{den} = 4,96 (\text{kcal/m}^2\text{h}^0\text{K}^4)$ : hệ số bức xạ nhiệt của vật đen tuyệt đối.

lấy gần đúng  $C_{qd} = 4,2 (\text{kcal/m}^2\text{h}^0\text{K})$

\* Đối với bề mặt bên trong thành lò:

$$Q = \alpha_1(t_1 - t_2).F \quad (\text{kcal/h}) \quad (3-27)$$

\* Đối với bề mặt bên ngoài thành lò:

$$Q = \alpha_4(t_3 - t_2).F \quad (\text{kcal/h}) \quad (3-28)$$

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Chúng ta có tất cả 6 phương trình với 6 ẩn số  $Q, K, \alpha_1, \alpha_4, t_3, t_2$ . Giải hệ thống 6 phương trình đó bằng phương pháp giải tích rất lâu. Để đơn giản người ta giải bằng phương pháp gần đúng kết hợp với đồ thị được tiến hành như sau:

- + Nhận (giả thiết) nhiệt độ bề mặt trong của thành lò là  $t_2 = t_1 - 5 \text{ } ^\circ\text{C}$
- + Giả thiết nhiệt độ bề mặt ngoài của lò là  $t_3$ .
- + Xác định hệ số trao đổi nhiệt  $\alpha_4$  theo công thức 3-23
- + Tính lượng nhiệt toả trên  $1\text{m}^2$  mặt ngoài của thành lò theo công thức (3-28)

$$q = \alpha_4(t_3 - t_4) \quad (\text{kcal/m}^2\text{h})$$

- Kiểm tra lượng nhiệt truyền qua  $1\text{m}^2$  bề dày của thành lò theo công thức:

$$q'' = k_1(t_2 - t_3) \quad (\text{kcal/m}^2\text{h}) \quad (3-29)$$

Trong đó:

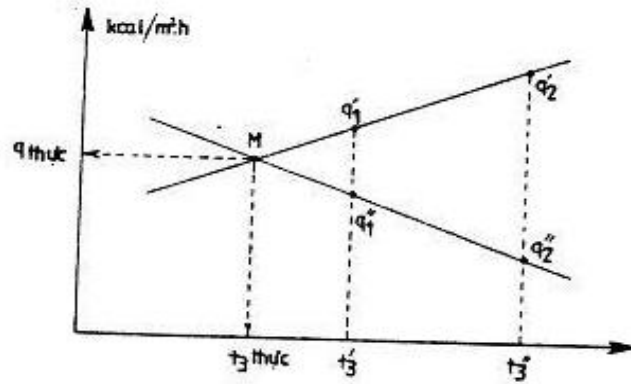
$$k_1 = \frac{1}{\sum \frac{\delta}{\lambda}} \quad (\text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}) \quad (3-30)$$

- Thành lập phương trình cân bằng nhiệt theo nguyên tắc:

Lượng nhiệt truyền qua  $1 \text{ m}^2$  thành lò bằng lượng nhiệt truyền qua  $1 \text{ m}^2$  từ mặt ngoài của thành lò ra không khí xung quanh.

$$K_1(t_2 - t_3) = \alpha_4(t_3 - t_4) \quad (3-25)$$

Nếu điều kiện cân bằng trên thoả mãn thì giả thiết nhiệt độ  $t_2$  và  $t_3$  là đúng. Nếu điều kiện trên không cân bằng thì giả thiết  $t_2$  và  $t_3$  là sai và phải giả thiết và lặp lại quá trình tính từ đầu. Nếu lần thứ 2 cũng không đạt điều kiện cân bằng thì ta dùng kết quả của hai lần tính vừa rồi mà tìm lượng nhiệt toả ra bằng phương pháp đồ thị (hình 3-6)



Hình 3.6

Trên trục hoành ứng với giả thiết lần 1 và lần 2 của nhiệt độ  $t_3$ . Ta đặt các trị số  $q'$  và  $q''$  rồi nối các điểm tương ứng với nhau thành 2 đường thẳng. Các đường  $q'$  và  $q''$  của hai lần giả thiết cắt nhau tại điểm M, điểm này sẽ cho ta biết nhiệt độ thực trên bề mặt ngoài  $t_3$  và lượng nhiệt do lò toả ra. Sở dĩ ta nối bằng các đường thẳng vì khi hệ số  $k_1$  và nhiệt độ  $t_2$  không đổi thì lượng nhiệt  $q''$  tỷ lệ theo quy luật đường thẳng với nhiệt độ trên bề mặt bên ngoài.

Ví dụ: Xác định lượng nhiệt toả ra qua thành lò nung khi biết:

+Nhiệt độ bên trong lò nung:  $t_1 = 1200^{\circ}\text{C}$

+Nhiệt độ không khí xung quanh:  $t_4 = 27^{\circ}\text{C}$

+Bề mặt thành lò:  $\delta_1 = 480 \text{ mm}$ ,  $\lambda_1 = 1,1 \text{ (kcal/mh}^{\circ}\text{C)}$

$$\delta_2 = 115 \text{ mm}, \lambda_2 = 0,17 \text{ (kcal/mh}^{\circ}\text{C)}$$

+Diện tích bề mặt thành lò:  $F = 10 \text{ m}^2$ .

Giải:

a. Giả thiết nhiệt độ bên trong thành lò:  $t_2 = t_1 - 5 = 1200 - 5 = 1195^{\circ}\text{C}$

b. Giả thiết nhiệt độ trên bề mặt ngoài thành lò:  $t_3 = 150^{\circ}\text{C}$  (giả thiết lần 1)

c. Xác định  $\alpha_4$ . Dùng công thức 3-23 ta có

$$\alpha_4 = 2,2(150-27)^{0,25} + \frac{4,2}{150-27} \left[ \left( \frac{150+273}{100} \right)^4 - \left( \frac{27+273}{100} \right)^4 \right] = 15,49$$

(Kcal/m<sup>2</sup>h<sup>0</sup>C)

d. Xác định lượng nhiệt toả ra từ 1 m<sup>2</sup> bề mặt bên ngoài của lò nung

$$q'_{(1)} = \alpha_4(t_3 - t_4) = 15,49(150-27) = 1905 \text{ (Kcal/m}^2\text{h)}$$

e. Xác định hệ số truyền nhiệt k<sub>1</sub> theo công thức (3-30)

$$k_1 = \frac{1}{\sum \frac{\delta}{\lambda}} = \frac{1}{\frac{0,48}{1,1} + \frac{0,115}{0,17}} = 0,9 \text{ (Kcal/m}^2\text{h}^0\text{C)}$$

f. Tính lượng nhiệt truyền qua 1m<sup>2</sup> thành lò theo công thức (3-29)

$$q''_{(1)} = k_1(t_2 - t_3) = 0,9(1195 - 150) = 940,5 \frac{\text{KCal}}{\text{m}^2\text{h}}$$

Ta nhận thấy rằng  $q'_{(1)} \neq q''_{(1)}$  có nghĩa là nhiệt độ t<sub>3</sub> giả thiết không đúng vì vậy cần giả thiết lại lần 2.

Ta nhận thấy rằng  $q'_{(1)} > q''_{(1)}$  nên nhiệt độ t<sub>3</sub> = 150<sup>0</sup>C cao hơn t<sub>3</sub> thực tế. Lần này ta giả thiết t<sub>3</sub> = 125<sup>0</sup>C (lần 2). Tính lại α<sub>4</sub>

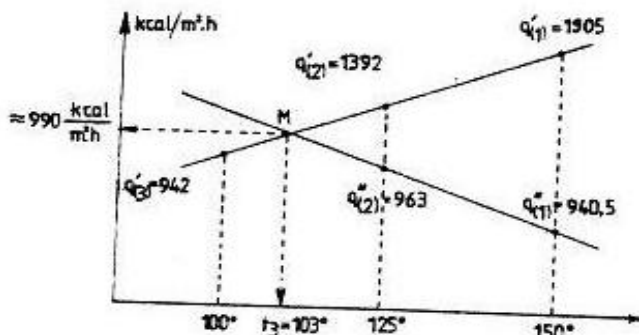
$$\text{Lúc đó : } \alpha_4 = 2,2 (125 - 27)^{0,25} + \frac{4,2}{125 - 27} \left[ \left( \frac{125 + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{27 + 273}{100} \right)^4 \right] = 14,2$$

$$\text{Tính } q'_{(2)} = 14,2(125 - 27) = 1392 \frac{\text{KCal}}{\text{m}^2\text{h}}$$

$$\text{Hệ số } K_1 \text{ không thay đổi và } K_1 = 0,9 \frac{\text{KCal}}{\text{m}^2\text{h}^0\text{C}}$$

$$\text{Tính } q''_{(2)} = K_1(t_2 - t_3) = 0,9(1195 - 125) = 963 \frac{\text{KCal}}{\text{m}^2\text{h}}$$

Vậy 2 giá trị  $q'_{(2)}$  và  $q''_{(2)}$  cũng không bằng nhau nên cho phép ta lập đồ thị theo hình 3.7



Hình 3.7

Để được chính xác, ta chọn thêm 1 trị số  $t_3$  nữa :  $t_3 = 100^{\circ}\text{C}$  (gt lần 3)

$$\text{Tính lại : } \alpha_4 = 2,2 (100 - 27)^{0,25} + \frac{4,2}{100 - 27} \left[ \left( \frac{100 + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{27 + 273}{100} \right)^4 \right] = 12,9$$

$$q'_{(3)} = 12,9(100 - 27) = 942 (\text{kcal}/\text{m}^2\text{h})$$

Hai đường cắt nhau tại điểm M. Từ M ta tìm được  $t_3 = 103^{\circ}\text{C}$  và  $q = 990 \frac{\text{KCal}}{\text{m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}}$

Kiểm tra lại  $t_3 = 103^{\circ}\text{C}$ .

$$+\text{Tính } \alpha_4 = 2,2 (103 - 27)^{0,25} + \frac{4,2}{103 - 27} \left[ \left( \frac{103 + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{27 + 273}{100} \right)^4 \right] = 13,6 \frac{\text{KCal}}{\text{m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}}$$

$$q''_{(4)} = 13,6(103 - 27) = 993 \frac{\text{KCal}}{\text{m}^2\text{h}}$$

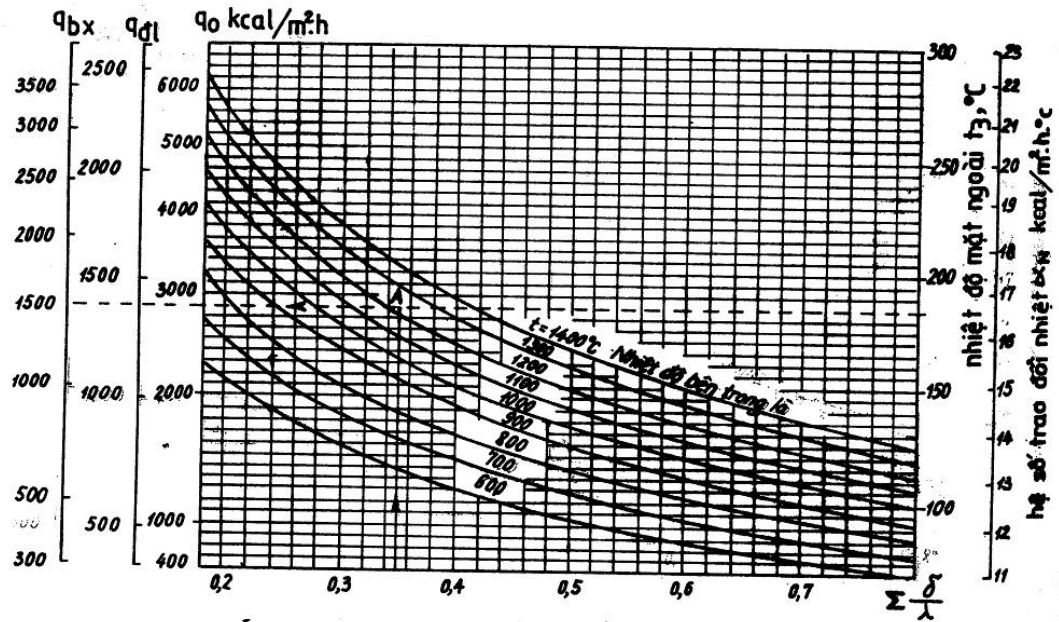
$$q''_{(4)} = 0,9(1195 - 103) = 982,8$$

So sánh  $q'$  &  $q''$  thì sai lệch nhau khoảng 1% Đạt yêu cầu lượng nhiệt trung bình sẽ là:  $\frac{993 + 982,8}{2} = 988 \frac{\text{KCal}}{\text{m}^2\text{h}}$

Vậy lượng nhiệt toả ra toàn bề mặt thành lò là:

$$Q_{\text{TL}} = q.F = 988 \times 10 = 9880 \frac{\text{KCal}}{\text{h}}$$

Để đơn giản và nhanh chóng hơn người ta lập biểu đồ để lượng nhiệt toả ra do bề mặt bị nung nóng của lò nung ( hình 3.8)



Hình 3 8

Trên trục hoành là nhiệt trở củ bản thân thành lò nung  $\Sigma \frac{\delta}{\lambda}$  Các trục tung bên trái là hướng nhiệt toàn phần  $q_0$  lượng nhiệt  $q_{DL}$  và lượng nhiệt  $q_{BX}$  toả ra trên  $1m^2$  bề mặt xung quanh của thành lò  $\left[ \frac{KCal}{m^2 h} \right]$ .

Các trục tung bên phải là hệ số trao đổi nhiệt  $\left[ \frac{KCal}{m^2 h} \right]$  và nhiệt độ  $[^\circ\text{C}]$  trên bề mặt ngoài của lò.

### 2.6.2. Toả nhiệt từ cửa lò khi mở trống :

Trong quá trình hoạt động, lò nung phải mở cửa để đưa sản phẩm cần nung vào lò và đưa sản phẩm đã nung xong ra khỏi lò. Cường độ dòng nhiệt toả ra khi lò mở cửa được tính như sau:

$$Q = \eta \cdot q_{BX} \cdot F_{cửa} \cdot \Delta\tau \cdot \left[ \frac{KCal}{h} \right] \quad (3.32)$$

$$\text{Trong đó : } q_{BX} = C \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right]_{lò} \left[ \frac{KCal}{m^2 h} \right] \quad (3.33)$$

Là cường độ nhiệt bức xạ khi mở cửa lò

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+  $C = 4,96 \left[ \frac{KCal}{m^2 h^0 K} \right]$ : Hệ số bức xạ nhiệt quy dẫn

+  $T_1 [^0K]$ : Nhiệt độ tuyệt đối bề mặt trong của lò

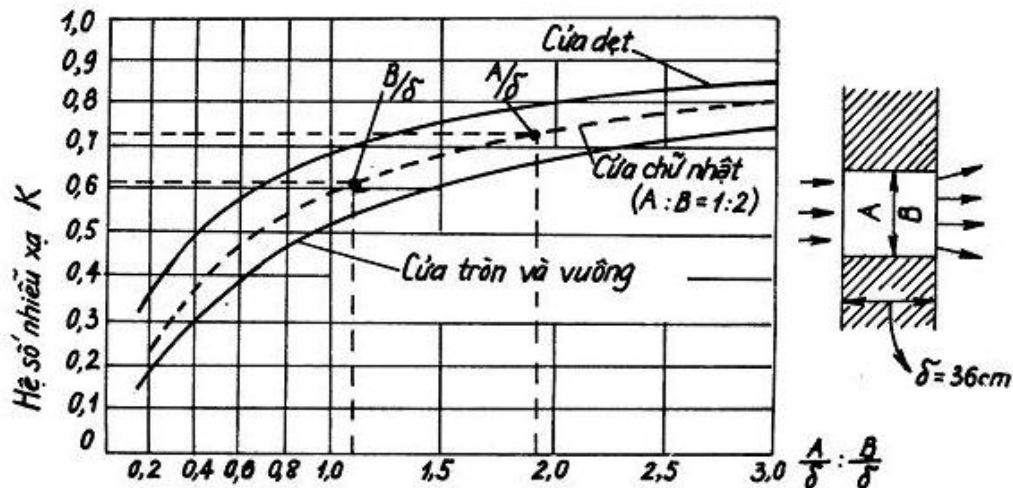
+  $T_2 [^0K]$ : Nhiệt độ tuyệt đối các bề mặt đối diện của lò

Trong công thức (3.33) đại lượng  $\left(\frac{T_2}{100}\right)^4$  bé hơn  $\left(\frac{T_1}{100}\right)^4$  nhiều lần nên ta có

thể bỏ qua đại lượng  $\left(\frac{T_2}{100}\right)^4$  và công thức (3-33) sẽ là:

$$Q_{lx} = C \left[ \frac{T_1}{100} \right]^4 \quad (3.34). \text{ Lượng nhiệt này cũng có thể tra biểu đồ}$$

\* $\eta$ : Hệ số nhiễu xạ, còn gọi là hệ số chắn (Hình 3-9)



Hình 3 9

Cách xác định hệ số  $\eta$  như sau:

+ Đường (1) dùng để tra cứu cửa tròn và hình vuông

- Cửa hình tròn lấy  $A = d$

- Cửa hình vuông lấy  $A = a$

+ Đường (2) dùng để cho cửa hình chữ nhật có  $A:B = 1:2$

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+Đường (3) dùng để tra cửa hình chữ nhật có A,B bất kỳ

$$\text{Lúc đó } \eta = \frac{\eta}{2} (3-35) \text{ với } \eta_1 = \frac{A}{\sigma}; \eta_2 = \frac{B}{\sigma}$$

- $F (m^2)$  : Diện tích của cửa lò
- $\Delta\tau(\text{giờ})$  : Thời gian mở cửa của lò nung

Ví dụ: Tính lượng nhiệt toả ra khi mở cửa lò nung biết:

-Cửa lò có kích thước  $A \times B = 70 \times 40 \text{ cm}$  – Bề dày cửa lò  $\sigma = 36\text{cm}$

-Nhiệt độ bên trong lò là  $1200^\circ\text{C}$ . Trong 1 giờ cửa lò mở 10 phút

Giải: Dùng đồ thị hình 3.8 ứng với  $t = 1200^\circ\text{C}$  ta có  $q_{bx} = 21000 \frac{\text{KCal}}{m^2 h}$

$$\text{Các tỷ số: } \frac{A}{\sigma} = \frac{70}{36} = 1,94; \frac{B}{\sigma} = \frac{40}{36} = 1,1$$

Dùng đồ thị hình 3.9 ta tìm được :  $\eta_1 = 0,725$  và  $\eta_2 = 0,61$

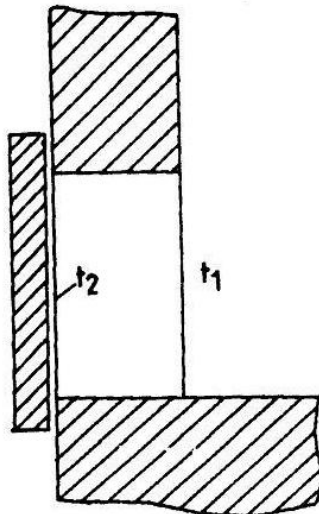
$$\text{Vậy : } \eta = \frac{\eta_1 + \eta_2}{2} = \frac{0,725 + 0,61}{2} = 0,67$$

Vậy lượng nhiệt toả ra trong 1 giờ là:

$$Q_{\text{mở cửa}} = \eta \cdot q_{bx} \cdot F \cdot \Delta\tau = 2100 \cdot 0,67 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot \frac{10}{60} = 657 \frac{\text{KCal}}{h}$$

\*Khi cửa lò đóng:

Cánh cửa lò thường làm bằng gang và bên trong là 1 lớp gạch chịu lửa .



Hình 3.10

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Lượng nhiệt toả ra từ cánh cửa lò khi đóng cũng xác định tương tự như do thành lò toả ra. Khi tính toán hệ số truyền nhiệt của lớp gạch chịu lửa. Ta lấy tương ứng với nhiệt độ trung bình của nó. Khi mở cửa thì bản thân cánh cửa vẫn tiếp tục toả nhiệt nhưng ít hơn. Người ta nhận rằng lượng nhiệt toả ra do cánh cửa lò khi mở bằng  $\frac{1}{2}$  lúc đóng.

### 2.6.3 Lượng nhiệt truyền qua đáy lò:

$$Q_{\text{đáy lò}} = \varphi \cdot \frac{F \cdot \lambda (t_1 - t_4)}{\Delta} \left[ \frac{KCal}{h} \right] \quad (3-36)$$

\*Trong đó:

+  $F [m^2]$ : Diện tích của đáy lò

+  $\lambda \left[ \frac{KCal}{m^2 h^{\circ}C} \right]$ : Hệ số dẫn nhiệt của nền

+  $\Delta [m^2]$ : Bề rộng của đáy hay đường kính đáy

+  $t_1 = t_4 [^{\circ}C]$ : Nhiệt độ của lò và của không khí xung quanh.

+  $\varphi$ : Hệ số kể đến hình dạng của đáy lò tạm tính như sau:

-Đối với đáy hình tròn :  $\varphi = 4,133$

-Đối với đáy hình vuông :  $\varphi = 4,58$

-Đối với đáy hình chữ nhật :  $\varphi = 4,58 (5,87)$

Ngoài phương pháp tính toả nhiệt qua đáy lò như tên người ta còn tính gần đúng bằng công thức :

$$Q_{\text{đáy}} = 0,7 \cdot q_D \cdot F \left[ \frac{KCal}{h} \right] \quad (3-37)$$

\*Trong đó:

+  $Q_{\text{đáy}} \left[ \frac{KCal}{h} \right]$ : Lượng nhiệt toả ra từ đáy lò

+ 0,7 : Hệ số hiệu chỉnh

+  $q_{\text{đáy}} \left[ \frac{KCal}{m^2 h} \right]$ : Lượng nhiệt toả ra trên  $1m^2$  đáy lò, tính gần đúng như thanh lò.

+  $F [m^2]$ : Diện tích của đáy lò

#### 2.6.4. Toả nhiệt từ đỉnh lò :

Lượng nhiệt truyền qua đỉnh lò là :

$$Q = 1,3 \cdot q_{\text{Đỉnh lò}} \cdot F_{\text{Đỉnh}} \left[ \frac{KCal}{h} \right] \quad (3-38)$$

\*Trong đó :

+  $Q \left[ \frac{KCal}{h} \right]$ : Lượng nhiệt truyền qua đỉnh lò

+ 1,3 : Hệ số hiệu chỉnh

+  $q_{\text{Đỉnh}} \left[ \frac{KCal}{m^2 h} \right]$ : Lượng nhiệt truyền qua  $1m^2$  đỉnh lò

Tính gần đúng giống như thành là:

+  $F [m^2]$  Diện tích của đỉnh lò

Vậy lượng nhiệt truyền qua lò nung:

$$Q_{\text{lò}} = Q_{\text{TL}} + Q_{\text{cửa lò}} + Q_{\text{đáy lò}} + Q_{\text{Đỉnh lò}} \quad (3-39)$$

### 2.7. Toả nhiệt từ các thiết bị sử dụng hơi nước

#### 2.7.1. Các thiết bị chạy bằng hơi nước:

Trong công nghiệp ta gặp rất nhiều thiết bị chạy bằng hơi nước như búa hơi, lò xây bằng hơi nước, thiết bị trao đổi nhiệt.

Lượng nhiệt do thiết bị sử dụng hơi nước toả ra như sau:

$$Q_{\text{hn}} = \Psi (I_1 - I_2) G_{\text{hn}} \left[ \frac{KCal}{h} \right] \quad (3-40)$$

\*Trong đó:

+  $\Psi$  : Hệ số kể đến sự làm việc không đồng thời của thiết bị

+  $I_1, I_2 \left[ \frac{KCal}{kg} \right]$  : Nhiệt hàm ứng với áp suất khí vào và ra khỏi thiết bị

-  $G_{hn} \left[ \frac{KCal}{h} \right]$  : Lượng hơi nước do thiết bị tiêu thụ trong 1h

2.7.2. Toả nhiệt từ ống dẫn hơi nước. Lượng nhiệt toả ra từ các ống dẫn hơi nước được xác định như sau:

$$Q = \pi \cdot d_N \cdot \alpha_N (t_{hn} - t_{KK}) \cdot l \left[ \frac{KCal}{h} \right] \quad (3-41)$$

\*Trong đó :

+  $d_N$  (m) : Đường kính ngoài của ống dẫn

+  $\alpha_N \left[ \frac{KCal}{m^2 h^0 C} \right]$  : Hệ số trao đổi nhiệt từ mặt ngoài với không khí được

xác định bằng thực nghiệm hay xác định bằng công thức sau:

-Nếu không khí bên ngoài chuyển động yếu thì hệ số trao đổi nhiệt coi như không phụ thuộc vào tốc độ v :

$$\alpha_N = 8 + 0,04t \quad (3-42)$$

Với t là nhiệt độ chất mang nhiệt trong ống.

-Nếu không khí chuyển động với vận tốc v (m/s) thì :

$$\alpha_N = 8 + 0,04t + 0,4 \sqrt{v} \quad (3-43)$$

\*Trong đó :

+  $t_{hn}$  : Nhiệt độ của hơi nước (0C)

+  $t_{KK}$  : Nhiệt độ của không khí (0C)

+ l : Độ dài ống dẫn (m)

### **3. THU NHIỆT BỨC XẠ MẶT TRỜI**

Lượng nhiệt này chỉ tính cho mùa hè ; còn mùa đông thì không phải tính.

#### **3.1 Thu nhiệt bức xạ mặt trời qua cửa kính:**

$$Q_{bx}^K = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot q_{bx} \cdot F_K \cdot \left[ \frac{KCal}{h} \right] \quad (3-44)$$

\*Trong đó:

+  $\tau_1$  : Hệ số trong suốt của kính – tra bảng

Ví dụ : Với kính trắng 1 lớp thì  $\tau_1 = 0,9$

+  $\tau_2$  : Hệ số bẩn ( bám bụi) tra bảng

+  $\tau_3$  : Hệ thống che khuất bởi cánh cửa – Tra bảng  $\tau_3$  phụ thuộc vào cấu tạo loại cửa.

+  $\tau_4$  : Hệ thống che khuất bởi hệ thống che nắng

+  $q_{bx} \left[ \frac{KCal}{m^2 h} \right]$  : Cường độ bức xạ của mặt trời được lấy theo tài liệu khí hậu của từng địa phương

+  $F \left[ m^2 \right]$  : Diện tích phần kính chịu bức xạ của mặt trời

#### **3.2 Thu nhiệt của bức xạ mặt trời qua cửa mái lượng nhiệt mà mà hấp thu bức xạ của mặt trời được tính bằng công thức sau:**

$$Q_{mai}^{bx} = K_m \cdot F_m (t_{tong}^{tb} - t_t^{tb}) + \alpha_t \frac{Atong}{\nu} \cdot F_m \left[ \frac{KCal}{h} \right] \quad (3-45)$$

Trong đó:

+  $K_m \left[ \frac{KCal}{m^2 h} \right]$  : Hệ số truyền nhiệt của mái

+  $F_m \left[ m^2 \right]$  : Diện tích của mái nhà

+  $t_{tong} \left[ ^\circ C \right]$  : Nhiệt độ tổng hợp ngoài nhà ( tính giá trị trung bình)

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

$$t_{tong}^{tb} = t_n^{tb} + \frac{\rho q_{lx}^{tb}}{\alpha N} [^{\circ}C] \quad (3-46)$$

+  $t_N^{t_0} [^{\circ}C]$  : Nhiệt độ trung bình của không khí ngoài nhà

+  $\rho$  : Hệ số hấp thụ nhiệt bức xạ mặt trời của bề mặt kết cấu. Tra bảng,  $\rho$  phụ thuộc vào màu sắc và tính chất của các lớp vật liệu.

+  $q_{lx}^{tb}$  : Cường độ bức xạ trung bình của mặt trời lấy theo tài liệu khí hậu của địa phương.

$$q_{lx}^{tb} = \frac{\sum q_{lx}}{24} \quad (3.47)$$

-  $\sum q_{lx}$  là tổng bức xạ mặt của các giờ trong ngày

-  $\alpha_N \left[ \frac{KCal}{m^2 h} \right]$  : Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu giữa mặt ngoài của kết cấu với không khí ngoài nhà.

+  $A_{T\text{ổng}} [^{\circ}C]$  : Biên độ dao động của nhiệt độ tổng hợp ngoài nhà và được xác định như sau:

$$A_{T\text{ổng}} = (A_{tN} + A_{td}) \psi \quad (3-48)$$

\*Trong đó:

+  $A_{tN} [^{\circ}C]$  : Biên độ dao động của nhiệt độ không khí ngoài nhà :

$$A_{tN} = t_{13} - t_N^{tb} \quad (3-49)$$

-  $t_{13} [^{\circ}C]$  : Nhiệt độ trung bình đo lúc 13h của tháng nóng nhất ( lấy theo niên giám khí tượng ở các địa phương)

-  $t_N^{tb} [^{\circ}C]$  : Nhiệt độ trung bình tháng của tháng nóng nhất

+  $A_{td} [^{\circ}C]$  : Biên độ dao động của nhiệt độ tương đương do bức xạ mặt trời gây ra:

$$A_{td} = \frac{\varphi \cdot A_q}{\alpha N} [^{\circ}C] \quad (3-50)$$

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

-  $\rho$  : Hệ số hấp thụ bức xạ mặt trời

-  $\alpha_N \left[ \frac{KCal}{m^2 h^0 C} \right]$  : Hệ số trao đổi nhiệt đối lưu bề mặt ngoài của kết cấu

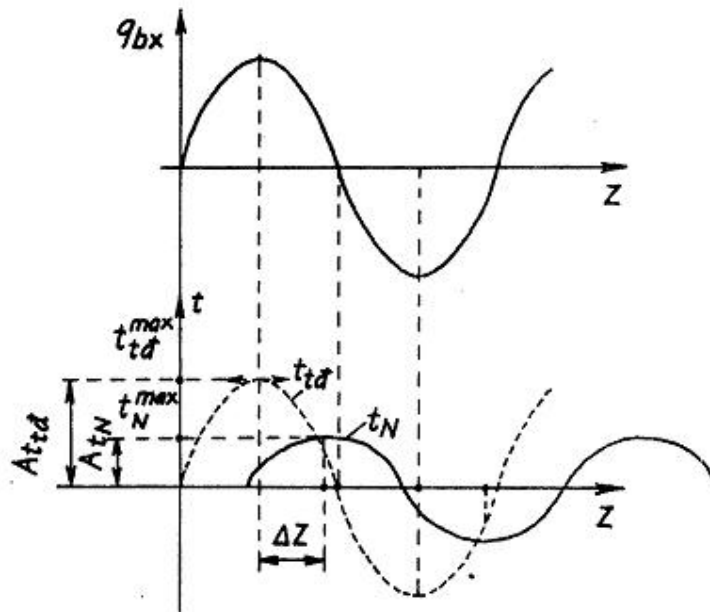
với không khí ngoài nhà.

-  $Aq \left[ \frac{KCal}{m^2 h} \right]$  : Biên độ dao động của cường độ bức xạ mặt trời

$$Aq = q_{bx}^{ma\delta} - q_{lx}^{tb} \quad (3-51)$$

-  $q_{bx}^{ma\delta} \left[ \frac{KCal}{m^2 h} \right]$  : Cường độ bức xạ cực đại lấy theo niên giám khí tượng

ở các địa phương.



Hình 3.11

-  $\Psi$  : Hệ số kể đến sự lệch pha của hai dao động thành phần ( đó là dao động của nhiệt độ không khí ngoài nhà và nhiệt độ tương đương do bức xạ mặt trời gây ra).Xác định theo bảng sau.

**Hệ số lệch pha  $\Psi$**

| Atd | Độ lệch pha $\Delta z$ (h) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     | At <sub>N</sub>            | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 1   |                            | 0,99 | 0,96 | 0,92 | 0,87 | 0,79 | 0,71 | 0,64 | 0,50 | 0,38 | 0,26 |
| 2   |                            | 0,99 | 0,97 | 0,93 | 0,88 | 0,82 | 0,75 | 0,66 | 0,57 | 0,49 | 0,41 |
| 3   |                            | 0,99 | 0,97 | 0,94 | 0,90 | 0,85 | 0,79 | 0,73 | 0,66 | 0,60 | 0,55 |
| 5   |                            | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,89 | 0,85 | 0,81 | 0,76 | 0,73 | 0,69 |

Ta nhận thấy rằng nhiệt độ không khí ngoài nhà dao động điều hoà với chu kỳ  $T = 24$  giờ. Cường độ bức xạ mặt trời cũng là đại lượng dao động điều hoà nên nhiệt độ tổng hợp ngoài nhà cũng là đại lượng dao động điều hoà với chu kỳ  $T = 24$  giờ.

+  $\nu$  : Hệ số tắt dần dao động của nhiệt độ tổng hợp ngoài nhà

$$\nu = \frac{A_{\text{tổng}}}{A\tau} \quad (3-52)$$

\*Trong đó :

+  $A_{\tau}$  : Biên độ dao động của nhiệt độ mặt trong kết cấu

Hệ số  $\nu$  tính theo công thức gần đúng như sau :

$$\nu = 2^D \left( 0,83 + 3,5 \frac{\sum R}{D} \right) \cdot \nu_1 \cdot \nu_k \quad (3-53)$$

Trong đó:

D: Tổng hệ số nhiệt quán tính của kết cấu bao che

$$D = \sum_{i=1}^n R_i S_i \quad (3-54)$$

+  $S_i$ : Hệ số hàm nhiệt vật liệu của lớp thứ  $i$ - Tra bảng

+  $R_i$ : Nhiệt trở lớp khí của kết cấu.

Trong đó: +  $\nu_k$ : Hệ số xét ảnh hưởng của tầng không khí kín đến hệ số tắt dao

động 
$$\nu_k = 1 + 0,5R_k \cdot \frac{D}{\Sigma R}$$

ở đây +  $R_k$ : Nhiệt trở của tầng không khí

Nếu kết cấu không có tầng không khí kín thì  $\nu_k=1$ .

+  $\nu_1$ : Hệ số xét ảnh hưởng của thứ tự các lớp kết cấu đến hệ số tắt dao động. Khi đó chỉ xét đến hai lớp chủ yếu cách nhiệt và chịu lực có hệ số hàm nhiệt

là  $S_1$  và  $S_2$ . 
$$\nu_1 = 0,85 + 0,15 \frac{S_2}{S_1} \quad (3-34)$$

Chú ý: Thứ tự 1 và 2 trong công thức (3-34) lấy theo chiều của dòng nhiệt.

### **BÀI 4 TÍNH TOÁN NHIỆT THỪA.**

$Q_{thừa} \left[ \frac{KCal}{h} \right]$ : Lượng nhiệt thừa còn lại trong nhà có tác dụng làm tăng nhiệt

độ của không khí trong phòng. Vì vậy, trong thông gió ta phải đưa gió vào để khử hết lượng nhiệt thừa này.

#### **4.1. Tính toán nhiệt thừa về mùa hè:**

$$Q_{thừa}^{he} = \Sigma_{i=1}^n Q_{i(toa)} + \Sigma_{i=1}^n Q_{i(thu)} - \Sigma_{i=1}^n Q_{i(TT)} \quad (3-55)$$

Trong đó :

+  $\Sigma Q_{toa} \left[ \frac{KCal}{h} \right]$  : Tổng lượng nhiệt tỏa ra trong nhà về mùa hè

+  $\Sigma Q_{thu} \left[ \frac{KCal}{h} \right]$  : Tổng lượng nhiệt mà kết cấu thu được từ bức xạ mặt

trời về mùa hè.

+  $\Sigma Q_{TT} \left[ \frac{KCal}{h} \right]$  : Tổng lượng nhiệt tổn thất từ trong nhà ra ngoài qua kết

cấu bao che.

**4.2. Tính toán nhiệt thừa về mùa đông:**

$$Q_{thua}^{Đông} = \sum_{i=1}^n Q_{i(toa)} - \sum_{i=1}^n Q_{i(TT)} \quad (3-56)$$

So sánh (3-55) với (3-56) thì lượng nhiệt thừa về mùa hè lớn hơn mùa đông. Vì vậy ta thường chọn nhiệt thừa về mùa hè để tính toán thông gió cho công trình.

## CHƯƠNG IV

### CẤU TẠO TÍNH TOÁN THIẾT BỊ THÔNG GIÓ

#### I. NHỮNG BỘ PHẬN CHÍNH CỦA CỬA HỆ THỐNG THÔNG GIÓ.

Mục đích của thông gió là làm thế nào có sự trao đổi giữa không khí trong sạch ngoài trời với không khí trong nhà, nhằm tạo môi trường không khí trong nhà thật thoáng mát, dễ chịu hợp vệ sinh.

Muốn vậy phải tiến hành hút không khí trong nhà đưa ra ngoài rồi thay vào đó bằng cách thổi không khí sạch vào nhà.

Do đó trong một công trình thường được bố trí hệ thống thổi và hệ thống hút không khí. Các hệ thống này gồm các bộ phận chính sau:

1- Bộ phận thu hoặc thải không khí.

2- Buồng máy: Để bố trí máy quạt, động cơ, thiết bị lọc bụi, xử lý không khí.

3- Hệ thống ống dẫn:

Để đưa không khí đến những vị trí theo ý muốn hoặc tập trung không khí bản lại để thải ra ngoài trời

4- Các bộ phận phân phối không khí: Bao gồm các miệng thổi và hút không khí.

5- Các bộ phận điều chỉnh: Van điều chỉnh lưu lượng, lá hướng dòng. v.v.v

Ngoài ra còn có các dụng cụ đo: lưu lượng, nhiệt độ, tốc độ. chuyển động, áp suất.v.v

#### II. CÁC THIẾT BỊ XỬ LÝ KHÔNG KHÍ.

##### 1. Bộ sấy không khí:

Trong các hệ thống điều tiết không khí, thông gió, sấy khô nhất là hệ thống thông gió kết hợp với sưởi ấm, không khí trước khi đưa vào phòng, phải tiến hành sấy nóng bằng bộ sấy (Kaloripher) để đưa nhiệt độ không khí tăng từ nhiệt độ ngoài trời  $t_{ng}$  lên đến nhiệt độ yêu cầu theo ý muốn.

Cách tính toán, lựa chọn bộ sấy trong kỹ thuật thông gió như sau:

a- Xác định lượng nhiệt để sấy nóng không khí

Nếu lưu lượng thông gió là  $L$  ( $m^3/h$ ) khi thổi vào phòng có  $I_s$  trong khi đó nhiệt hàm không khí bên ngoài  $I_{ng}$  về mùa đông thường thấp, do đó ta phải sấy từ  $I_{ng}$  lên  $I_s$  khi đó lượng nhiệt yêu cầu là:

$$Q_{yc} = L \gamma (I_s - I_{ng}) \quad (\text{kcal/h}) \quad (4-1)$$

Các chỉ số  $I_s$  và  $I_{ng}$  xác định theo biểu đồ I – d. hoặc theo công thức đã biết trong chương I.

$$I = 0,24 t + (597,4 + 0,43t) \cdot 0,001d \quad (\text{Kcal/kg})$$

Trong thực tế tính toán, lượng nhiệt để sấy lượng ẩm nhỏ, ta bỏ qua nên công thức (4-1) có thể viết lại:

$$Q_{yc} = L \gamma (t_s - t_{ng}) \quad (\text{kcal/h}) \quad (4-2)$$

Trong đó:

$t_s$ : Nhiệt độ không khí đã sấy để đưa vào phòng.

$t_{ng}$ : Nhiệt độ không khí ngoài trời.

Các thông số tính toán trong và ngoài nhà được lựa chọn theo các tiêu chuẩn thiết kế và số liệu khí tượng đã biết.

#### b- Phân loại và cấu tạo bộ sấy không khí

Loại đơn giản nhất là bộ sấy bằng thép. Loại này đơn giản, chế tạo tại chỗ, trở lực không khí nhỏ được áp dụng trong trường hợp sấy lượng không khí nhỏ và thổi vào tự nhiên.

Loại có diện tích tiếp nhiệt lớn hơn là loại sấy ống tròn chế tạo từ các ống có đường kính  $d = (18-24)$  mm các ống 1 bố trí theo dạng ô vuông, được nối với bảng ống, bảng ống bắt vít 3 với hộp góp 2 ở phía trên và dưới hộp góp nối với cái đầu ống, 4 để đưa hơi nước hoặc nước nóng vào.

Không khí đi qua khoảng giữa ống, nhược điểm của bộ sấy ống tròn là: diện tích tiếp nhiệt nhỏ, nhưng có thể tăng giảm diện tích một cách dễ dàng bằng cách đặt thêm các cánh thép mỏng hoặc bớt số lượng ống đi. Ngày nay người ta sản xuất các loại bộ sấy sau:

- Loại tròn với ống tròn
- Loại tròn với ống dẹp
- Loại ống có cánh.

Trong các loại này, chất mang nhiệt có thể bố trí một luồng hoặc nhiều luồng. Loại một luồng chất mang nhiệt có thể là nước nóng hoặc hơi nước. Loại nhiều luồng buộc phải sử dụng nước nóng.

Loại một luồng có ký hiệu:

-k Φ c: (Loại trung bình)

- k Φ b (Loại lớn)

Diện tích truyền nhiệt  $F = (9,9-69,9)m^2$

Loại nhiệt luồng có ký hiệu

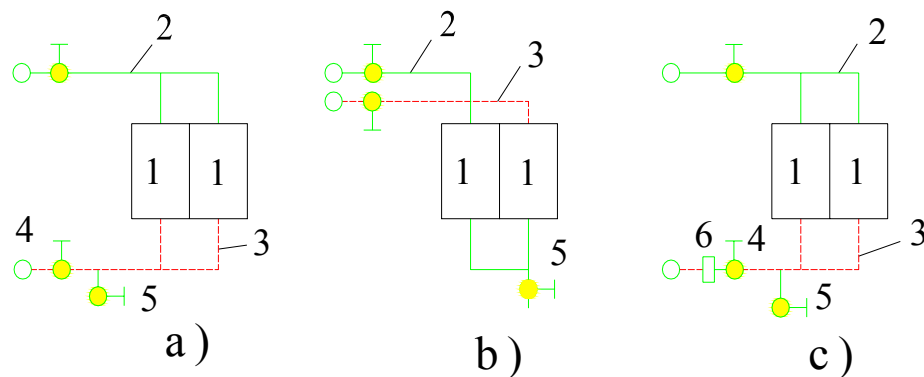
- KMC (Loại trung bình)

- KMc (Loại lớn)

C- Sơ đồ bố trí bộ sấy.

Sự truyền nhiệt của bộ sấy phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của chất được sấy nóng và chất mang nhiệt. Nếu tăng tốc độ thì sự truyền nhiệt tăng và ngược lại. Điều đó dẫn đến khi bố trí bộ sấy nên bố trí theo nhóm. Theo chiều không khí đi, người ta chia hai loại sơ đồ song song và nối tiếp ( hình 4-1a). Sơ đồ nối tiếp 2 so với sơ đồ song song 1, tốc độ không khí tăng lên, dẫn tới tăng hệ số truyền nhiệt, nhưng lại làm tăng trở lực chuyển động của không khí nên tăng thêm năng lượng điện khi vận hành. Vậy khi chọn sơ đồ bố trí nên giới hạn tốc độ trọng lượng của không khí không vượt quá  $(5+10) kg/s.m^2$ .

Cách nối ống dẫn chất mang nhiệt tới bộ sấy cũng có thể thực hiện bằng hai loại sơ đồ: nếu chất mang nhiệt là nước nóng thì không những nối theo sơ đồ song song 1, mà còn nối theo sơ đồ nối tiếp 2 (hình 4-1b) nhưng thường nối theo sơ đồ nối tiếp vì nâng cao được tốc độ nước do đẩy nâng cao hệ số truyền nhiệt K. Khi chất mang nhiệt là hơi thì chỉ áp dụng theo sơ đồ song song.



Hình 4.1. Sơ đồ cấp chất mang nhiệt cho bộ sấy

a) song song (đội với nước nóng)

b) nối tiếp (đội với nước nóng)

1. Bộ sấy, 2. đường cấp nước, 3. đường ống hồi, 4. van khóa, 5. vòi tháo nước, 6. van thủy lực

d. Chọn bộ sấy không khí.

Trước hết phải tính diện tích truyền nhiệt của bộ sấy.

$$F = \frac{Q_{yc}}{K(t_{tb}^1 - t_{tb}^2)} m^2 (4-3)$$

Trong đó:

Q: Lượng nhiệt yêu cầu (kcal/h)

K: Hệ số truyền nhiệt của bộ sấy (kcal/m<sup>2</sup>h<sup>0</sup>C)

Mỗi loại bộ sấy, hệ số K được xác định theo bảng hoặc theo biểu đồ. Chất mang nhiệt là hơi, K chỉ phụ thuộc tốc độ trọng lượng của không khí. Chất mang nhiệt là nước, K phụ thuộc tốc độ nước và tốc độ trọng lượng không khí.

t<sub>tb</sub><sup>1</sup>: Nhiệt độ trung bình chất mang nhiệt.

Đối với nước nóng:

$$t_{tb}^1 = \frac{t_v + t_r}{2} (^{\circ}C) \quad (4-4)$$

t<sub>v</sub> và t<sub>r</sub>: Nhiệt độ nước vào và ra khỏi bộ sấy (°C)

Đối với hơi bão hoà có áp suất p = 0,3 ata, t<sub>tb</sub><sup>1</sup> = 100 °C ; p > 0,3 ata ta lấy tương ứng.

t<sub>tb</sub><sup>2</sup>: Nhiệt độ trung bình của không khí

$$t_{tb}^2 = \frac{t_d + t_c}{2} = \frac{t_s + t_{ng}}{2} (^{\circ}C) (4-5)$$

t<sub>d</sub> và t<sub>c</sub>: Nhiệt độ không khí ban đầu và cuối cùng, lấy bằng t<sub>s</sub> và t<sub>ng</sub> (°C)

Tốc độ trọng lượng của không khí qua bộ sấy.

$$v\gamma = \frac{G}{3600 f_{kk}} (kg / m^2 .s)$$

Từ đó

$$f_{kk} = \frac{G}{3600.v\gamma} (m^2) (4-6)$$

Trong đó:

G: Lưu lượng không khí (kg/h)

f<sub>kk</sub>: Diện tích sóng cho không khí qua (m<sup>2</sup>).

Tốc độ nước đi trong ống dẫn:

$$v_n = \frac{Q}{3600 \cdot \gamma_n (t_v - t_r) \cdot f_n} (m/s) \quad (4-7)$$

Trong đó:

$\gamma_n$ : Trọng lượng riêng của nước ứng với nhiệt độ  $t_{tb}^1$ .

$f_n$ : Diện tích sóng cho nước qua ( $m^2$ )

Như vậy bài toán tính diện tích truyền nhiệt của bộ sấy được giải quyết như sau:

+ Tính lượng nhiệt yêu cầu  $Q_{yc}$  (kcal/h) và trọng lượng không khí lưu thông trong 1 giờ  $G$  (kg/h)

+ Giả thiết tốc độ  $v$  để tính diện tích sóng, tính toán  $f_t$  cho không khí qua.

+ Theo  $f_t$ , tra bảng tìm loại bộ sấy, có diện tích sóng  $f_{kk}$  và diện tích truyền nhiệt  $F$ , diện tích  $f_n$ .

+ Tính hệ số truyền nhiệt  $K$ .

+ Tính lại diện tích  $F$ , so sánh với diện tích thực đã chọn, sai số cho phép trong phạm vi 20 % là được

## **2. Làm sạch bụi trong không khí.**

### **a. Các phương pháp tách bụi ra khỏi không khí :**

Không khí đưa vào phòng phải là không khí trong sạch, bởi vậy không khí bên ngoài phải đưa qua bộ phận lọc bụi. Nồng độ bụi trong không khí phụ thuộc vào tính chất của khu công nghiệp, mức độ xây dựng, cường độ giao thông vận tải.

Nồng độ bụi trong không khí ở các vùng như sau.

Các thành phố công nghiệp:  $4 \text{ mg/m}^3$ .

Thành phố nhỏ và trung bình  $(0.25-0.5) \text{ mg/m}^3$ .

Vùng nông thôn:  $(0.2-0.3) \text{ mg/m}^3$ .

Tuy nồng độ bụi trong không khí nhỏ, nhưng khi ta lấy không khí ngoài trời để đưa vào các phòng vẫn phải đưa qua các bộ lọc bụi, nhất là phòng có yêu cầu chất lượng không khí cao như: phòng bệnh nhân, phòng mổ, cửa hàng thực phẩm, nhà bảo tàng, rạp hát, chiếu phim.

Trong kỹ thuật cũng quy định: khi thải không khí bản vào khí quyển cũng phải lọc với mức độ nhất định. Nếu nồng độ bụi không khí thải ra là  $n$  ( $\text{mg/m}^3$ ); thì nồng độ bụi của không khí trong phòng là  $k$  ( $\text{mg/m}^3$ )

$$k < 2 \text{ mg/m}^3 \quad n = 30 \text{ mg/m}^3$$

$$k < 3 - 4 \text{ mg/m}^3 \quad n = 60 \text{ mg/m}^3$$

$$k = 4 - 6 \text{ mg/m}^3 \quad n = 80 \text{ mg/m}^3$$

$$k = 6 - 10 \text{ mg/m}^3 \quad n = 100 \text{ mg/m}^3$$

Phương pháp lọc bụi dựa trên nguyên tắc lắng các hạt do sức nặng của hạt hoặc lực ly tâm, theo nguyên tắc này người ta sản xuất các bộ lọc như: buồng lắng bụi, thùng lọc ly tâm, thùng lọc nón chóp hoặc rôto .... Ngoài các cách trên, người ta còn lọc bằng cách đưa không khí qua các lớp vật liệu rỗng, xốp hoặc các lớp lưới nhỏ, để các hạt bụi lại. (gọi là phương pháp rây lọc)

Hiệu suất lọc của các thiết bị tính theo công thức:

$$\eta = \frac{K_1 - K_2}{K_1} \cdot 100(\%) \quad (4-8)$$

Trong đó:

$k_1$  và  $k_2$ : Nồng độ bụi trong không khí trước và sau khi lọc.

Trường hợp bố trí nhiều thiết bị để lọc sạch bụi nhiều cấp thì:

$$\eta_{\text{tổng}} = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \cdot \eta_2 (\%) \quad (4-9)$$

Sau đây ta xét một số loại thiết bị lọc bụi.

#### b- Buồng lắng bụi.

Gia sử có hạt vật liệu A đứng yên trong môi trường không khí. Dưới tác dụng của trọng lực P hạt sẽ rơi với tốc độ v, lực cản trở của môi trường không khí là R. Nếu trọng lượng vật khắc phục được sức cản không khí thì nó sẽ rơi với tốc độ tăng dần đều, gia tốc g, khi nào hạt đạt trị số vận tốc v không thay đổi, đó là tốc độ giới hạn của hạt. Trong thông gió là tốc độ treo, tốc độ treo phụ thuộc trị số Rây nol ( $Re$ ), độ nhớt động học ( $\nu$ ), đường kính hạt d được xác định theo công thức:

$$v = \frac{R_e \cdot D}{d} (m/s) \quad (4-10)$$

Thường các hạt bụi có kích thước nhỏ, đối với hạt nhỏ đến  $65 \mu\text{m}$  và  $Re < 1$  thì tốc độ treo của hạt được xác định theo công thức:

$$v = \frac{d^2 \cdot \gamma}{18\mu} (m/s) \quad (4-11)$$

Trong đó:

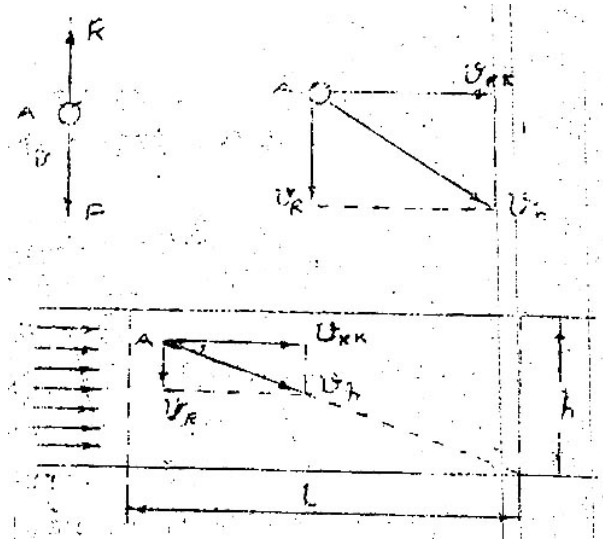
$\gamma$ : Trọng lượng riêng của hạt bụi ( $\text{kg/m}^3$ )

$\mu$ : Độ nhớt của không khí, ( $\text{kg/m}^2\text{s}$ )

Khi nhiệt độ không khí  $t=20^\circ\text{C}$ , thì  $\mu = 1,83 \cdot 10^{-6}$  ( $\text{kg/m}^2\text{s}$ )

Trường hợp hạt A chuyển động trong dòng không khí ( hình 4-2b), tốc độ hạt rơi trong không khí đứng yên là  $V_R$ , không khí chuyển động với tốc độ  $V_{KK}$ , hạt sẽ chuyển động theo phương hợp với phương ngang góc  $\alpha$ , tốc độ  $v_h$

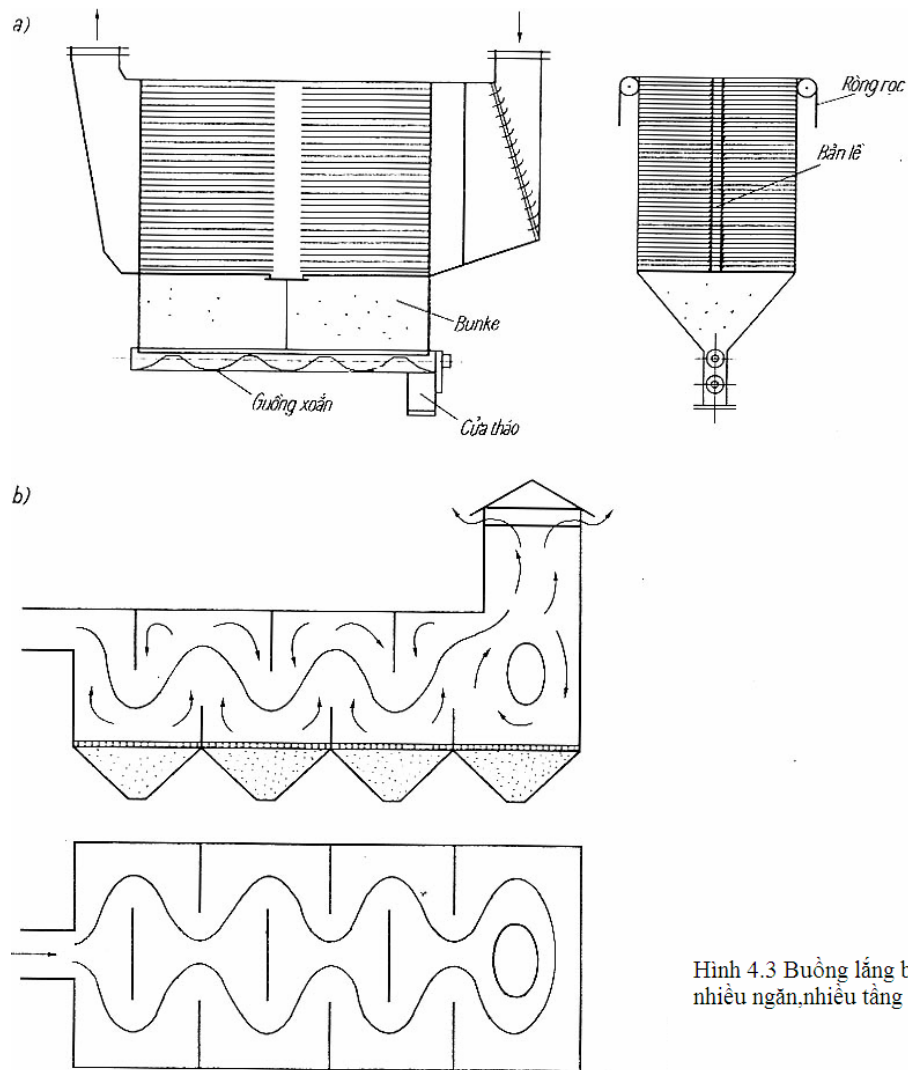
Hình 4-2



Muốn cho hạt bụi lắng lại trong buồng lắng bụi trong quá trình chuyển động thì luồng phải có độ dài  $l$ , độ cao  $h$  cần thiết để hạt rơi trong buồng lắng với góc  $\alpha$ .

Muốn đạt hiệu quả lắng bụi tốt người ta dùng buồng lắng bụi nhiều ngăn kiểu nằm ngang ( hình 4-3) loại này có kích thước lớn, được dùng nhiều trong nhà máy dệt sợi. Hiệu quả lắng bụi đạt đến (85-95) %

Hình 4-3

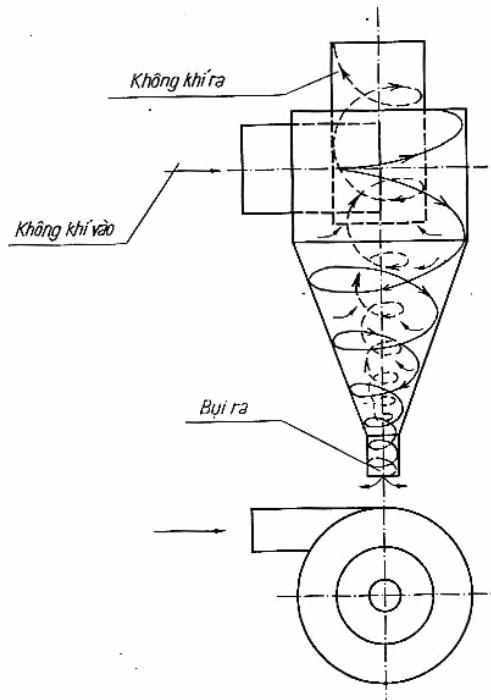


Hình 4.3 Buồng lắng bụi nhiều ngăn, nhiều tầng

C.Thùng tách bụi ly tâm

Loại này được sử dụng để làm sạch kỹ và trung bình không khí có lẫn bụi ở dạng hạt và dạng sợi ở trạng thái khô. Sự lọc bụi dựa vào sức ngăn trở li tâm

Hình 4-4



Hình 4.4 Thiết bị lọc bụi kiểu xyclon

Sơ đồ thiết bị (hình 4-4) bao gồm: thùng lọc hình trụ 3 có đáy là hình chóp cụt, ống dẫn không khí có lẫn bụi đi vào theo phương tiếp tuyến với thân thùng, nhờ thế không khí vào thùng sẽ có chuyển động xoáy theo chiều mũi tên và hướng từ trên xuống dưới. Khi gặp phần thắt hình chóp của đáy thùng không khí sạch được bốc lên trên theo ống 1 ra ngoài. Các hạt bụi dưới có tác dụng của lực ly tâm bị ép sát vào thành thùng 3 và sau rơi xuống ống 2.

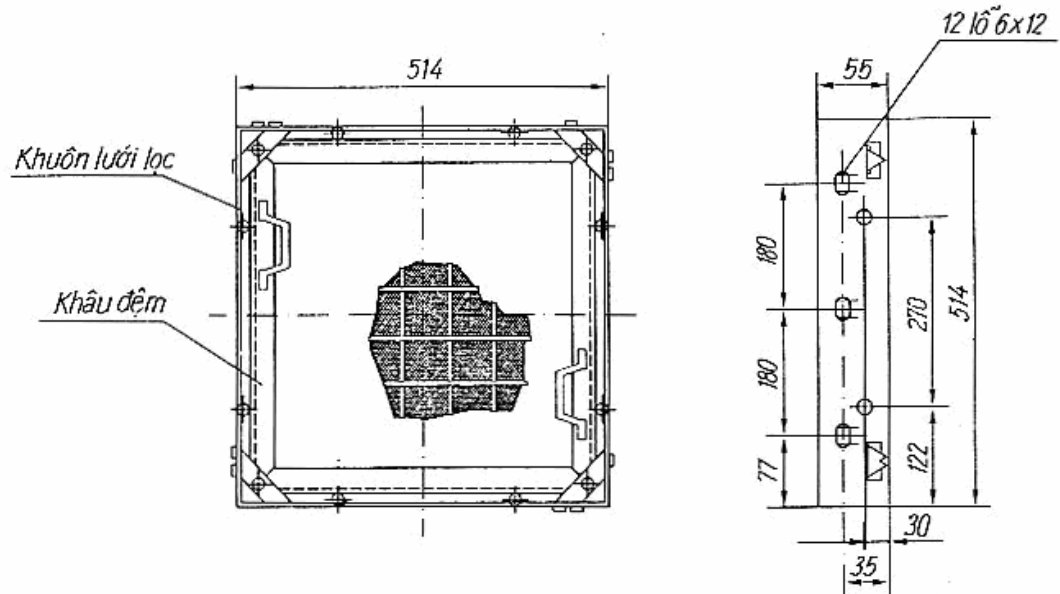
Hiệu quả lọc bụi càng tăng khi tăng tốc độ chuyển động của không khí và thời gian nó lưu lại trong thùng tốc độ không khí đi vào thùng thường lấy (10-25) m/s.

Trong một số trường hợp, để tăng cường hiệu quả lọc sạch bụi, người ta phảm nước tưới ướt bề mặt trong của thùng 3 để bụi dễ dàng dính vào thành, rồi sau đó bị nước cuốn theo. Cách bố trí thùng lọc như vậy ta gọi là thùng lọc ly tâm có màng nước

d- Lưới lọc dầu.

Lưới lọc dầu là loại lọc kiểu rây (hình 4-5) cấu tạo gồm 12-18 tấm lưới thép đan vào nhau theo dạng ô vuông. Lưới được tẩm ước bằng dầu

Hình 4-5



Hình 4.5 Lưới lọc bụi

Hạt bụi khi không khí qua lưới sẽ bị giữ lại. Năng suất của mỗi tấm lưới là (1100 – 2200) m<sup>3</sup>/h. Người ta thường ghép nhiều tấm lại với nhau để lọc không khí có nồng độ bụi không vượt quá 20mg/m<sup>3</sup>, hiệu quả lọc sạch (95-98) % thời gian làm việc của tấm lưới phụ thuộc vào nồng độ bụi ban đầu. Theo chu kỳ người ta phải rửa bụi bám vào các mắt lưới. Nếu nồng độ bụi >20mg/m<sup>3</sup> thì sau 10 ngày làm sạch một lần. Nồng độ 100 mg/m<sup>3</sup> thì sau 10 giờ làm sạch một lần.

Làm sạch lưới trong các bể dung dịch kiềm 10 % có nhiệt độ 60-70 °C. Sau khi ngâm cho bụi tan, không còn bám vào các mắt lưới thì rửa sạch lại bằng dầu, rồi lại lắp thiết bị sử dụng như cũ.

Trong một số trường hợp, để tăng hiệu quả lọc, người ta nhét vào giữa tấm lưới các vỏ dăm bào thép.

**3- Máy quạt.**

a- Khái niệm:

Trong hệ thống thông gió cơ khí, phải dùng máy quạt để vận chuyển không khí. Tùy thuộc áp suất của quạt, người ta chia làm 3 loại:

- Quạt áp suất :100 kg/m<sup>2</sup>.
- Quạt áp suất trung bình: (100 – 300) kg/m<sup>2</sup>.
- Quạt áp suất cao: (300 – 1200) kg/m<sup>2</sup>.

Trong thông gió và điều tiết không khí thường dùng loại quạt có áp suất thấp và trung bình, quạt có áp suất cao được sử dụng trong các dây chuyền công nghệ sản xuất.

Tùy điều kiện làm việc của quạt, ở môi trường không khí trong sạch, hoặc có bụi, hoặc có lẫn các chất ăn mòn mà vật liệu làm quạt được sử dụng các loại khác nhau. Quạt thông thường được sử dụng trong điều kiện không khí ít bụi và nhiệt độ đến 150<sup>0</sup>C, loại quạt chịu ăn mòn (làm bằng nhựa tổng hợp và các loại vật liệu khác) để vận chuyển không khí có hoà lẫn chất ăn mòn thép thông thường và các chất gây nổ. Trong trường hợp đó bánh xe công tác và miệng vào phải chế tạo bằng thép hoặc nhôm để tránh bị phá hỏng.

Khi vận chuyển không khí có nồng độ bụi cao hơn 150mg/m<sup>3</sup> ta sử dụng loại quạt bụi chế tạo bằng vật liệu có khả năng chịu mài mòn cao

### b- Cách chọn quạt.

Quạt được lựa chọn theo tính chất khí động của nó. Tính chất của quạt biểu diễn bởi sự phụ thuộc của các đại lượng:  $\Delta P$ , L, n và u

$\Delta P$ : Áp suất của quạt (kg/m<sup>2</sup>)

L: Lưu lượng quạt, (m<sup>3</sup>/h)

n : Số vòng quay , vòng / phút

u: Tốc độ quay (m/s)

Tốc độ quay xác định theo công thức

$$u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} (m/s) \quad (4-12)$$

d: Đường kính bánh xe công tác (m)

Tốc độ quay của quạt được giới hạn bởi độ ồn cho phép trong phòng

Khi chọn kiểu và số hiệu quạt, hệ số hiệu suất phải đạt lớn nhất với tốc độ quay cho phép. Công suất quạt phải dự trữ 10 % để đề phòng những tổn thất bổ sung và sự hút thêm không khí trên ống dẫn:

Công suất động cơ theo công thức

$$N = \frac{L \cdot \Delta P}{3600 \cdot 102 \eta_q \cdot \eta_{td}} (KW) (4-13)$$

Trong đó:

$\eta_q$ : Hiệu suất của quạt (%)

$\eta_{td}$ : Hiệu suất truyền động (%)

Công suất đặt máy của động cơ:

$$N_{dc} = K \cdot N (KW) (4-14)$$

K: Hệ số dự trữ chọn  $K=(1.05 - 1.3)$ . Động cơ càng nhỏ có hệ số dự trữ càng lớn.

#### **4-Thiết bị làm mát và làm ẩm không khí.**

##### **a-Làm ẩm không khí trực tiếp trong phòng.**

Trong nhà ở đông người và các phòng sản xuất (dệt) yêu cầu độ ẩm  $\varphi \geq 60 \%$ , người ta thường bố trí hệ thống làm ẩm bổ sung trực tiếp trong đó:

Nếu không khí được đưa qua điều tiết không khí trung tâm, độ ẩm  $\varphi$  đạt tới (90-95) %, sau đó thổi vào phòng mà ở đó lượng nhiệt tỏa ra lớn, lượng ẩm rất nhỏ, do đó nhiệt độ không khí được nâng cao, nhưng độ ẩm tương đối lại giảm đi, khi đó ta phải làm ẩm bổ sung bằng hệ thống làm ẩm bổ sung

Hệ thống bao gồm các mũi phun thô bố trí trực tiếp trong phòng, nước phun ra sẽ được bay hơi hoàn toàn, nhiệt tiêu thụ để bay hơi của nước là lượng nhiệt kín. Vậy lượng nước cấp cho hệ thống phải bằng lượng nước bay hơi tiêu thụ để nồng độ ẩm tương đối đến trị số cho trước

Mũi phun nước có lưu lượng không khí  $4,3m^3/h$ , áp suất dư  $1 \text{ kg/cm}^2$  năng suất 3 l/h.

##### **b- Làm giảm nhiệt độ không khí gián tiếp do bay hơi quá nhiệt.**

Trong một số trường hợp, để giảm nhiệt độ không khí có thể sử dụng bằng hơi nước quá nhiệt. Nguyên tắc “làm lạnh” không khí như thế trên cơ sở hiệu quả bay hơi bằng phun nước quá nhiệt. Làm lạnh theo đúng nghĩa của nó trong trường hợp này không xảy ra vì nhiệt hàm không khí tăng cao hơn lúc đầu. Bởi vậy khi giảm nhiệt độ không khí xuống vài độ thì ta mới dùng nước quá nhiệt.

Nước có nhiệt độ cao hơn  $100^\circ C$ , đưa vào không khí với áp lực khí quyển thì phần lớn nước sẽ dần dần biến thành hơi. Người ta nghiên cứu cho biết rằng lượng tạo

bởi hơi lớn hơn lượng nhiệt của nước, tất cả lượng nhiệt đó đều lấy từ không khí làm cho nhiệt độ không khí giảm xuống.

Nước quá nhiệt có nhiệt độ  $130^{\circ}\text{C}$ , (áp suất  $3 \text{ kg/cm}^2$ ) bay hơi 50%. Vậy khi phun 1 kg nước bay hơi thì lượng nhiệt hiện nhận từ không khí là:

$$Q' = 585.0,5 - (130 - t_{\text{KK}}) = 162,5 + t_{\text{KK}} \quad (4-15)$$

Trong đó:

585: Nhiệt hóa hơi ở điều kiện  $20^{\circ}\text{C}$ .

$t_{\text{KK}}$ : Nhiệt độ cuối cùng của không khí.

### **III. ỐNG DẪN KHÔNG KHÍ VÀ CÁCH BỐ TRÍ ỐNG DẪN TRONG MỘT SỐ LOẠI NHÀ.**

#### **1- Những yêu cầu đối với ống dẫn không khí:**

- Ống dẫn phải làm bằng các loại vật liệu không cháy hoặc khó cháy.
- Thành ống dẫn không thấm hơi nước và không khí
- Cách nhiệt tốt trong điều kiện độ chênh nhiệt độ cao.
- Bề mặt trong ống phải nhẵn để giảm trở lực ma sát.
- Tiết diện ống dẫn có hình dáng thích hợp để sức cản thủy lực nhỏ và tiết kiệm vật liệu.

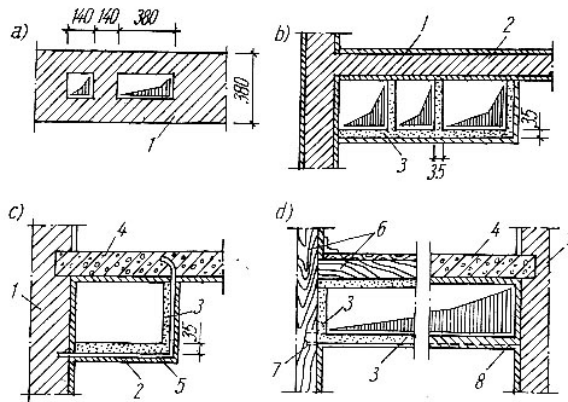
Do các yêu cầu đó ống dẫn không khí thường xây bằng gạch, bê tông, hoặc ghép bằng các tấm phibrôxi măng, làm ngầm trong tường, dưới nền, trên trần hầm mái. Trong công nghiệp thường dùng ống tôn, nhựa.

Về hình dạng ống dẫn có phải là: tròn, vuông, chữ nhật. Nếu cùng vận chuyển lưu lượng không khí như nhau thì ống có tiết diện tròn sẽ có chu vi bé nhất nên tiết kiệm vật liệu nhất, trở lực thủy lực cũng nhỏ nhất, do đó công suất quạt và động cơ cũng sẽ bé nhất, ống vuông và chữ nhật tuy có một số nhược điểm so với ống tròn nhưng thường áp dụng trong nhà ở nó có thể phối hợp với các kết cấu kiến trúc để bảo đảm điều kiện mỹ quan trong nhà.

#### **2. Ống dẫn không khí trong dân dụng.**

Hình 4-7 trình bày một vài cách bố trí ống dẫn trong tường, kết hợp với tủ tường, với sàn, trần ...

Hình 4-6



Hình 4.8. Cấu tạo của mương dẫn

a) mương đặt trong tường; b) mương đứng áp tường; c) mương ngang treo; d) mương ngang đóng

1. tường gạch; 2. vữa trát; 3. tấm xi - thạch cao; 4. sàn chịu lửa; 5. thanh treo bằng thép; 6. kết cấu gỗ; 7. thép chữ T; 8. vữa trát trên lưới

### 3. Ống dẫn không khí trong công nghiệp.

Yêu cầu mỹ quan trong công nghiệp không cao nên đường dẫn không khí bố trí ngay trong không gian, các phân xưởng. Thường chế tạo bằng tôn, thép mỏng có bề dày  $\delta = (0,5 - 1,5)\text{mm}$ .

Ống tôn và thép có thể chế tạo nhanh hàng loạt và lắp ghép dễ dàng, thì công lắp đặt thuận tiện.

## IV. MIỆNG THỔI VÀ MIỆNG HÚT KHÔNG KHÍ.

### 1. Những yêu cầu về cấu tạo.

- Hình dáng kích thước thích hợp có sức cản nhỏ nhất.
- Có trang trí mỹ thuật, nhất là các công trình dân dụng.
- Có thể điều chỉnh được lưu lượng và chiều hướng luồng gió.
- Kích thước gọn gàng, không cồng kềnh.

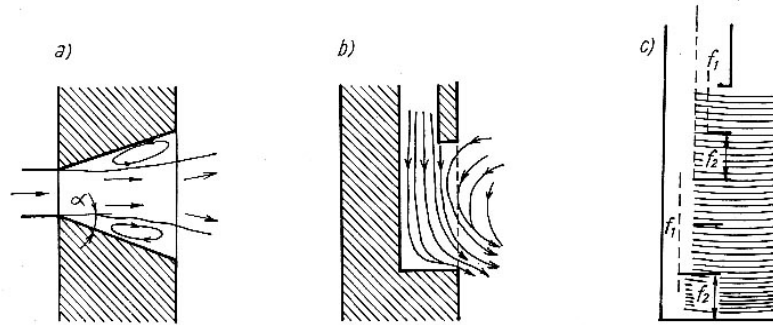
### 2. Cấu tạo miệng thổi trong dân dụng và công nghiệp.

#### a- Trong dân dụng.

Bố trí ngay trên tường.

Thường vận tốc trong ống dẫn không khí khá lớn, để giảm bớt tốc độ thổi ra ngoài, miệng thổi phải có tiết diện rộng hơn tiết diện ống dẫn. Góc mở  $\alpha = (4-10)^\circ$ , ta có luồng không khí thổi ra đều đặn không bị rối loạn (hình 4-7a).

Hình 4-7



Hình 4.4. Chuyển động của không khí từ mương hay đường ống qua miệng thổi

a) mở rộng từ từ ( $\alpha = 4-10^\circ$ ); b) luồng không khí đối chiều dưới góc  $90^\circ$ ; c) luồng không khí đối chiều, nhưng có đặt lá hướng dòng

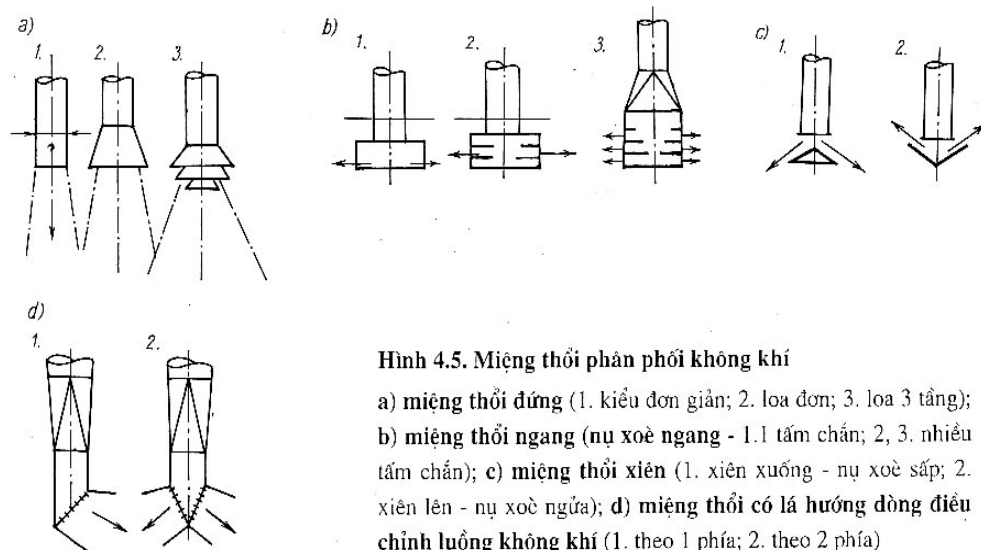
Các loại miệng thổi này bố trí trong tường, mặt ngoài trang trí bằng những hình hoạ để bảo đảm mỹ quan chung.

**b- Trong công nghiệp.**

Trong công nghiệp thường phải đưa không khí thích hợp đến các vùng hoặc tầng chỗ làm việc của công nhân.

Đường ống và miệng thổi không cần phải đặt ngầm một số dạng thường gặp như (hình 4-8). Tuỳ theo cách phân phối, không khí mà ta bố trí cấu tạo các dạng như hình a, b, c, d.

Hình 4-8



Hình 4.5. Miệng thổi phân phối không khí

a) miệng thổi đứng (1. kiểu đơn giản; 2. loa đơn; 3. loa 3 tầng);  
 b) miệng thổi ngang (nụ xoè ngang - 1.1 tấm chắn; 2, 3. nhiều tấm chắn);  
 c) miệng thổi xiên (1. xiên xuống - nụ xoè sấp; 2. xiên lên - nụ xoè ngửa);  
 d) miệng thổi có lá hướng dòng điều chỉnh luồng không khí (1. theo 1 phía; 2. theo 2 phía)

c- Đặc biệt tiện lợi thích dụng là miệng thổi ra tư (hình4-9d), có thể quay miệng thổi theo trục đứng và vị trí của lá chắn hướng dòng để điều chỉnh góc thổi và hướng gió, mặt khác không khí ra cũng đều đặn hơn.

Miệng thổi baturin thường đặt ở độ cao 2 m so với nền và cách nơi công nhân làm việc từ 1 đến 3 m.

### 3- Cấu tạo miệng hút:

Những vị trí có toả bụi, toả nhiệt, toả khí độc ta phải bố trí hút tại đó để thải bụi, nhiệt và khí độc ra ngoài.

#### a- Miệng hút thải khí nóng.

Loại này thường lắp trên các nguồn toả nhiệt với hình dạng các chụp hút. Chụp bố trí ở phía trên các nguồn toả nhiệt, các bề lõm rên các cửa lò.v.v.

#### b- Miệng hút để thải bụi.

Trong công nghiệp nguồn toả bụi thường là những máy móc và thiết bị như: bàn máy mài, máy tiện, bàn phay, máy nghiền, máy cưa, băng chuyền nguyên vật liệu, bàn dờ khuôn đúc...

Trong điều kiện cho phép các thiết bị trên đều phải được bao kín hoàn toàn hoặc một phần từ đó hút bụi thải ra ngoài, hạn chế sự lan truyền bụi trong không gian phòng

Trình bày cách hút bụi ở các máy mài. Chiều quay của đá mài và miệng hút phải bố trí với góc độ thích hợp để vụn mài không bắn ra ngoài. Lưu lượng hút ở bàn đá mài theo tiêu chuẩn:

Nếu  $d = 250$  mm thì  $L = 2.d$  ( $m^3/h$ )

Nếu  $d = 600$  mm thì  $L = 2.d$  ( $m^3/h$ )

Nếu  $d = 600$  mm thì  $L = 1,8.d$  ( $m^3/h$ )

Nếu  $d > 600$  mm thì  $L = 1,6.d$  ( $m^3/h$ )

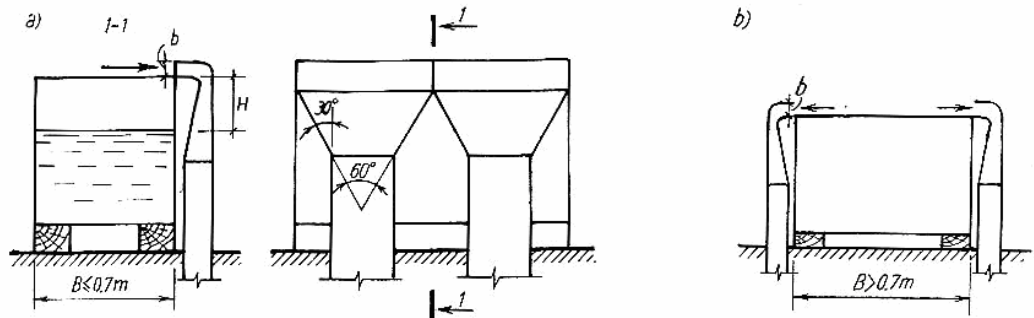
#### c- Miệng hút hơi và khí độc.

Bố trí trên thành bể chứa các dung dịch hoá học trong các phân xưởng mạ điện, tôi kim loại bằng dầu, axit và muối . . .

Dưới tác dụng của nhiệt độ cao trên mặt thoáng dung dịch sẽ xảy ra hiện tượng bốc hơi, nhờ có sức hút tạo ra ở hai bên thành bể mà hơi dung dịch, không bốc lên cao

để lan tỏa xung quanh được mà hoàn toàn bị hút vào miệng hút đã bố trí để thoát ra ngoài (hình 4-10).

Hình 4-10



Hình 4.10 Chụp hút trên thành bể  
a) một bên thành b) hai bên thành

Khi tính toán thiết kế, vận tốc tại các miệng hút phải đủ lớn để đảm bảo các hơi độc bốc lên đều bị cuốn vào miệng hút. Các miệng hút thường bố trí ở hai bên thành bể. Nếu bể rộng bể  $b < 0,7$  m, chỉ cần bố trí hút ở một bên thành. Nếu  $b \geq 0,7$  m ta bố trí hai bên thành.

Tính toán lưu lượng hút theo công thức.

$$L_{tt} = 3600.l.A \left( \varphi \frac{T_{nc} - T_{KK}}{3.T_{KK}} .gb^3 \right)^{1/2} \quad (4-22)$$

Trong đó:

$L_{tt}$ : Lưu lượng tính toán ( $m^3/h$ ).

A: Hằng số phụ thuộc vào cách hút một hoặc hai bên.

Nếu hút một bên thì  $A = 0,35$

Nếu hút hai bên thì  $A = 0,56$

l: Chiều dài của bể (m)

b: Chiều rộng bể (m)

g: Gia tốc trọng trường = 9,81.

$T_{nc}$ ,  $T_{KK}$ : Nhiệt độ tuyệt đối của nước và của không khí trong phòng ( $^0T$ ).

$\varphi$ : Hệ số góc tác dụng phụ thuộc vào cách bố trí bể.

Lưu lượng thực tế phải hút

$$L_{tté} = L_{tt} . K_1 . K_2 \quad (4-23).$$

Trong đó:

$K_1$ : Hệ số, kể đến mức độ độc hại của khí bốc lên:

$K_1 = 0,80$ : bể thường

$K_1 = 2,00$  bể crôm

$K_2$ : Hệ số kể đến sự cấu tạo của bể

$K_2 = 1$  Khi  $l = 1,6$  và hút một bên

$K_2 = 1,28$  Khi hút hai bên và bể vuông ( $l = b$ )

## CHƯƠNG V

### TÍNH TOÁN THUYẾT LỰC ỚNG DẪN KHÔNG KHÍ

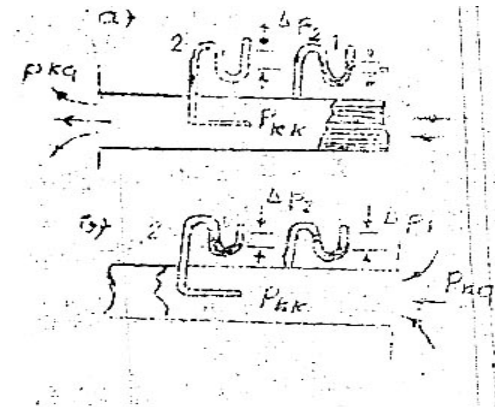
#### I. KHÁI NIỆM CƠ BẢN.

##### 1. Biểu đồ phân bố áp suất trong hệ thống ống dẫn không khí

Trên hình 5-1a trình bày một đoạn ống dẫn của không khí, chiều mũi tên chỉ phương chuyển động của dòng không khí. Sở dĩ không khí chuyển động trong ống được là nhờ áp suất của nó lớn hơn áp suất của khí quyển ở môi trường xung quanh độ chênh áp suất là:

$$\Delta P = P_{KK} - P_{Kq}$$

Hình 5-1



Gọi là áp suất thừa. Áp suất thừa đó nhỏ, thường được đo bằng vi áp kế có chất lỏng là rượu. Ta có thể dùng loại áp kế đơn giản là loại ống thủy tinh hình chữ U một đầu hở, chứa nước.

Trên hình 5-1 áp kế 1 nối thành ống, còn áp kế hai hướng về dòng không khí ở giữa ống. Vì áp suất của không khí bên trong ống lớn hơn áp suất chung quanh nên

nước trong áp kế bị ép và tạo thành độ chênh cao cột nước hình chữ U. Độ chênh đó chính là áp suất thừa  $\Delta P_1$  và  $\Delta P_2$ . Ta nhận thấy  $\Delta P_2 > \Delta P_1$ .

Nếu ta đóng kín đầu ra của ống dẫn không khí và dùng quạt thì không khí trong ống không chuyển động và áp suất trong áp kế không còn nữa, nước sẽ dâng lên bằng nhau. Khi không khí động tất cả năng lượng không khí sẽ chuyển thành lượng tĩnh năng (hoặc áp suất tĩnh). Nhưng nếu ta mở đầu ra của ống và cho quạt làm việc thì một phần năng lượng tĩnh chuyển thành năng lượng động (hoặc áp suất động)

Áp suất thừa gọi là áp suất toàn phần  $\Delta P_{tp}$  (hoặc  $P_{tp}$ ) còn áp lực tĩnh là  $\Delta P_t$  (hoặc  $P_t$ ), áp suất động là  $\Delta P_d$  (hoặc  $P_d$ ). Ta tính:

$$\Delta P_{tp} = \Delta P_t + \Delta P_d \quad (5-1)$$

Áp kế 2 chỉ trị số  $\Delta P_{tp}$ , áp kế 1 chỉ trị số  $\Delta P_t$  độ chênh giữa chúng là  $\Delta P_d$  vậy :

$$\Delta P_2 = \Delta P_{tp} \text{ và } \Delta P_1 = P_t$$

Theo lý thuyết thủy lực thì áp suất động bằng:

$$\Delta P_d = \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma \quad (5-2)$$

Trong đó:

$\gamma$ : Trọng lượng đơn vị của dịch thể (ở đây là không khí)

$g$ : Gia tốc trọng trường

$v$ : Tốc độ chuyển động trung bình của dịch thể (ở đây là không khí).

Ta khảo sát trường hợp không khí được hút vào trong ống dẫn (hình 5-1b), khi đó  $P_{kg} > P_{kk}$ . Trong ống dẫn được tạo ra áp suất chân không, trị số này bằng  $\Delta P = P_{kq} - P_{kk}$ , cho nên không khí ngoài trời sẽ được hút vào trong ống dẫn. Cột nước bên trái ống chữ U, sẽ dâng lên và bên phải sẽ hạ xuống thấp. Các trị số áp suất trong áp kế  $\Delta P$  và  $\Delta P_{tp}$  có giá trị âm và lúc này  $\Delta P_2 < P_1$ . Về giá trị tuyệt đối thì lúc này  $\Delta P_{tp}$  sẽ nhỏ hơn  $\Delta P_t$  một đại lượng  $\Delta P_d$ ,

Vậy: Trong đoạn ống đẩy áp suất toàn phần luôn luôn dương, áp suất tĩnh cũng luôn luôn dương, còn trong ống hút áp suất toàn phần và áp suất tĩnh luôn luôn âm.

## II. TÍNH TOÁN TỔN THẤT ÁP SUẤT TRÊN ĐƯỜNG ỐNG.

Như ta đã thấy ở phần trên ống đẩy hoặc ống hút khi làm việc đều sinh ra tổn thất dưới hai dạng: Do ma sát và do chướng ngại cục bộ.

1- Tổn thất áp suất do ma sát.

Tổn thất áp suất do ma sát được tính theo công thức

$$\Delta P_{ms} = \frac{\lambda}{4} \cdot \frac{U}{F} \cdot l \cdot \frac{v^2}{2g} \gamma \quad (5-4)a$$

hay  $\Delta P_{ms} = R \cdot l$ .

Trong đó:

$\lambda$ : Hệ số ma sát, phụ thuộc vào độ nhám tương đối của thành ống và chế độ chảy của dòng không khí.

U: Chu vi ướt của ống (m)

F: Diện tích của ống (m<sup>2</sup>)

l: Chiều dài của ống (m)

$\frac{v^2}{2g} \cdot \gamma$ : Áp suất động của dòng (kg/m<sup>2</sup>)

R: Tổn thất áp suất ma sát đơn vị (nghĩa là tổn thất áp suất ma sát trên 1 m dài ống dẫn). (kg/mm)

Để đơn giản trong tính toán trị số R được xây dựng và lập thành bảng với loại ống tôn (có  $\lambda$  cố định) có tiết diện tròn (đường kính d), không khí bên trong có nhiệt độ tiêu chuẩn  $t_{kk} = 20^{\circ}\text{C}$ . Vậy khi muốn dùng cho đường ống làm bằng vật liệu ống (có  $\lambda \neq \lambda$  tôn) phải nhân với hệ số điều chỉnh nước, hoặc nhiệt độ không khí  $t_{kk} \neq 20^{\circ}\text{C}$  phải hiệu chỉnh với hệ số  $\eta$ .

Trong thiết kế và sử dụng ống dẫn không khí trong các công trình dân dụng và công nghiệp ta gặp không những loại có tiết diện tròn mà còn có loại tiết diện chữ nhật vậy phải đưa thêm khái niệm về đường kính tương đương  $d_{td}$ . Ta thường tính đường kính tương đương theo hai dạng: Tương đương theo tốc độ  $d_{td}(v)$  hay tương đương theo lưu lượng  $d_{td}(L)$

Đường kính tương đương theo tốc độ của ống tiết diện chữ nhật là đường kính của ống tròn có tổn thất ma sát giống như tổn thất áp suất ma sát ống dẫn tiết diện chữ nhật nói trên với điều kiện vận tốc của chúng như sau:

$$\Delta P_{ms}^{CN} = \Delta P_{ms}^O$$

Thay thế vào công thức tính tổn thất áp suất do ma sát bằng đường kính ống tròn và cạnh của ống chữ nhật ta có:

$$\frac{\lambda}{4} \cdot \frac{2(a+b)}{a \cdot b} l \frac{v^2}{2g} \gamma = \frac{\lambda}{4} \cdot \frac{\pi \cdot d}{\pi \cdot d^2} l \frac{v^2}{2g} \gamma$$

Đường kính  $d$  rút ra từ phương trình trên là đường kính tương đương theo vận tốc, được tính theo công thức

$$d_{td(v)} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b} (5 - 5)$$

Cũng định nghĩa và biến đổi tương tự như trên về đường kính tương đương theo lưu lượng ta có:

$$d_{td(L)} = 1,265 \sqrt{\frac{a^3 \cdot b^3}{a + b}} (5 - 6)$$

Khi sử dụng bảng để tra  $R$  phải chú ý: Nếu đường kính tương đương theo vận tốc thì phải căn cứ vào  $d_{td(v)}$  và  $v$  để tra  $R$ . Còn nếu tính đường kính tương đương theo lưu lượng thì căn cứ vào  $d_{td(L)}$  và  $L$  để tra ra  $R$ .

## 2- Tổn thất áp suất do chướng ngại cục bộ.

Sức cản cục bộ gây ra trong ống dẫn không khí chủ yếu do sự va chạm không đàn hồi của các hạt dịch thể chuyển động khi tốc độ thay đổi hay thay đổi chiều của dòng. Ta có thể chia tổn thất áp suất do chướng ngại cục bộ ra làm hai nhóm:

- Thứ nhất do sự thay đổi lưu lượng ở phía trước và sau chướng ngại cục bộ: chạc ba, chạc tư, miệng thổi hút...

- Thứ hai do sự thay đổi vận tốc và lưu lượng không thay đổi: loa, phễu, góc ngoặt, mở rộng và thắt dòng đột ngột.

Công thức tính tổn thất áp suất do chướng ngại cục bộ như sau:

$$P_{cb} = \xi \frac{v^2}{2g} (5 - 7)$$

Trong đó:

$v$  - Tốc độ chuyển động của không khí

- Trọng lượng đơn vị của không khí.

$g$ : Gia tốc trọng trường

ξ: Hệ số trở lực cục bộ, phụ thuộc vào hình dạng kích thước của chướng ngại cục bộ, được xác định bằng t thực nghiệm (xem bảng 5-1).

Ngoài ra còn một số trường hợp đơn giản có thể xác định trị số này bằng tính toán lý thuyết

### III. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN HỆ THỐNG THÔNG GIÓ.

Sau khi tính toán được lưu lượng trao đổi không khí phải tiến hành nghiên cứu bố trí miệng thổi, miệng hút, buồng cháy và tuyến ống. Công việc bố trí này phải đạt các yêu cầu sau: Hệ thống ống phải có chiều dài ngắn nhất thuận tiện trong việc vận hành, ít khúc khuỷu và bảo đảm mỹ quan, phù hợp với dây chuyền sản xuất, biết kết hợp và lợi dụng các kết cấu, kiến trúc để bố trí ống dẫn không khí.

Nội dung việc tính toán thủy lực hệ thống ống dẫn không khí bao gồm các trường hợp sau:

- Biết lưu lượng, chọn đường kính ống sao cho có vận tốc kinh tế, từ đó tính tổn thất áp suất của đường ống, chọn máy quạt có áp suất thắng được trở lực đường ống và đáp ứng được lưu lượng đã tính toán.

- Biết lưu lượng và tổn thất áp suất, tính tiết diện ống dẫn (trường hợp này thường gặp khi tính toán)

- Biết khả năng gây ra hiệu số áp suất của máy quạt, đường ống đã có sẵn, (biết sơ đồ, độ dài, đường kính) xác định lưu lượng của ống chính và các ống nhánh.

Để giải quyết ba bài toán trên ta có nhiều phương pháp tính toán khác nhau như:

+Phương pháp tổn thất áp suất đơn vị.

+Phương pháp độ dài tương đương

+Phương pháp sức cản cục bộ, tương đương

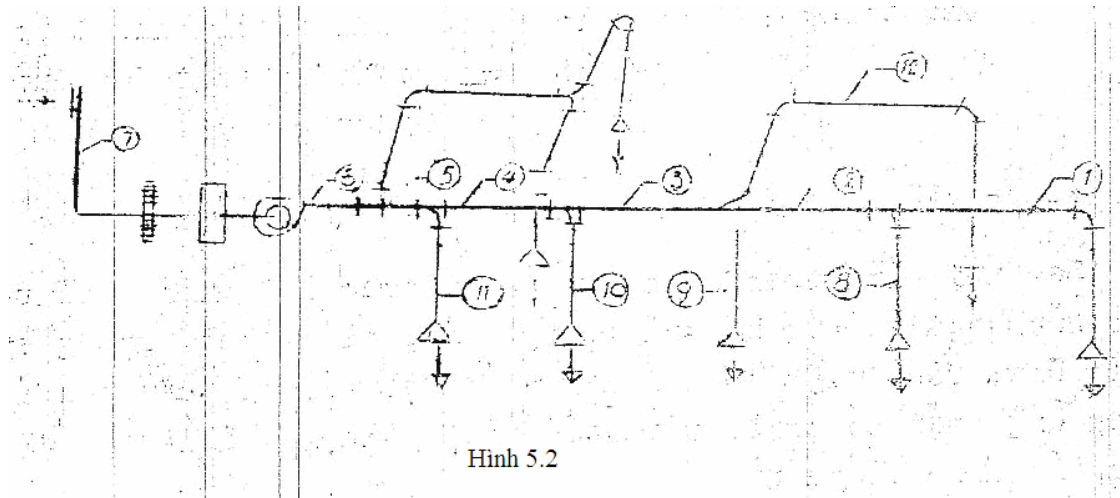
+Phương pháp lò tròn tương đương,

Được áp dụng nhiều hơn cả là phương pháp tổn thất áp suất đơn vị sau đây là thứ tự tính toán.

Gia sử ta có sơ đồ tính toán hệ thống thông gió như hình 5-4, ta đã biết lưu lượng của nhánh chính và các nhánh phụ, biết độ dài các đoạn, ta phải chọn tiết diện các đoạn ống. Các bước tiến hành như sau:

1-Chọn tuyen ống bất lợi nhất làm nhánh chính để tính toán.Mạch ống bất lợi nhất là mạch dài nhất, có nhiều trở ngại cục bộ nhất.Đánh số thứ tự từ ngọn đến gốc.Sơ đồ 5-2 ta chọn mạch chính là 1-7.

Hình 5-2



Hình 5.2

Một đoạn để đánh số thứ tự có nghĩa là trên suốt đoạn đó lưu lượng không thay đổi, do đó tốc độ và đường kính cũng không thay đổi (trường hợp đặc biệt thay đổi tốc độ và đường kính thì ta đánh số coi như một đoạn khác).

- Chọn đường kính ống tại các đoạn sao cho tốc độ không khí nằm trong phạm vi cho phép xuất phát từ yêu cầu kinh tế kỹ thuật.Hệ thống thông gió cơ khí ống dẫn bằng tôn,nên chọn tốc độ  $v = 8-15$  m/s. Hệ thống thông gió do sức đẩy trọng lực (tự nhiên) trong các nhà dân dụng, mương gạch, tốc độ chọn  $v = 2 - 7$  m/s.

2. Biết vận tốc lưu lượng, đường kính ống dẫn,dùng biểu đồ 5-2; 5-3; hoặc bảng 5-2 để tra trị số tổn thất áp suất ma sát đơn vị  $R_{tb}$  ( $\text{kg/m}^2 \cdot \text{m}$ )

Sau đó hiệu chỉnh như sau:

$$R_t = R_{tb} \cdot n \cdot \eta \quad (\text{kg/m}^2 \cdot \text{m}) \quad (5-8)$$

Trong đó:

$R_{tb}$ : Trị số tổn thất áp suất ma sát đơn vị tra bảng.

Nếu là ống tiết diện chữ nhật, ta phải tính đường kính tương đương theo vận tốc (công thức 5-5). Sau đó căn cứ  $d_{td}$  và  $v$  để tìm  $R_{tb}$ .

$n$ : Hệ số hiệu chỉnh do độ nhám thành ống theo biểu đồ 5-4.

$\eta$ : Hệ số hiệu chỉnh do nhiệt độ của không khí theo bảng 5-3.

Tổn thất áp suất trên đoạn ống

$$\Delta P_{ms} = R_t \cdot l \quad (\text{kg/m}^2) \quad (5-9)$$

$R_t$ : Trị số trở lực ma sát thực.

$l$ : Chiều dài đoạn ống.

Bảng 5-3

| $T(^{\circ}\text{C})$ | $\eta$ | $t(^{\circ}\text{C})$ | $\eta$ | $t(^{\circ}\text{C})$ | $\eta$ |
|-----------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
| 5                     | 1,03   | 25                    | 0,99   | 45                    | 0,95   |
| 10                    | 1,02   | 30                    | 0,98   | 50                    | 0,94   |
| 15                    | 1,01   | 35                    | 0,97   | 60                    | 0,93   |
| 20                    | 1,00   | 40                    | 0,96   | 70                    | 0,92   |

3. Tính tổn thất áp suất cục bộ trên đoạn ống

$$\Delta P_{cb} = \xi \frac{v^2}{2g} \gamma (\text{kg/m}^2) \quad (5-10)$$

Trong đó:

$\xi$ : Hệ số trở lực cục bộ theo bảng 5-1

Thông kê tất cả các chương ngại cục bộ trên đoạn ống để có được hệ số  $\xi$ .

$v$ : Tốc độ chuyển động củ

a không khí trên đoạn ống.

4. Sau khi tính tổn thất áp lực ma sát và cục bộ trên các đoạn của tuyến chính, ta tính tổn thất áp suất hệ

thống

$$\Delta P_{ht} = \sum_{i=1}^n (\Delta P_{ms} + \Delta P_{cb}) + \sum_{i=1}^n \Delta P_{tb} \quad (5-11)$$

$\sum_{i=1}^n \Delta P_{tb}$  : Tổn thất áp suất các thiết bị bố trí trong hệ thống như: bước lọc, bộ

sấy, quạt, cửa lấy gió...

5-Căn cứ vào lưu lượng  $L$  và tổn thất áp suất hệ thống để chọn quạt theo biểu đồ 5-5 với điều kiện hiệu suất của quạt khi hoạt động phải đạt 0,9 - 0,95 hiệu suất lớn nhất của quạt đó.

Công suất máy quạt:

$$N_q = \frac{L \cdot \Delta P_{hd}}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_q} (KW) (5-12)$$

Trong đó:

L: Lưu lượng quạt, (m<sup>3</sup>/h)

$\Delta P_{hd}$  : Áp lực do quạt gây ra phải bằng hoặc lớn hơn trở lực đường ống (kg/m<sup>2</sup>).

$\eta_q$ : Hiệu suất của máy quạt.

6- Tính công suất động cơ:

$$N_{dc} = \frac{N_q}{\eta_{td}} \cdot K (KW) (5-13)$$

Trong đó:

$\eta_{td}$ : Hệ số truyền động

Nối trực  $\eta_{td} = 0,95 - 0,98$ .

Nối đai dẹt  $\eta_{td} = 0,85 - 0,90$

Nối đai hình thanh  $\eta_{td} = 0,90 - 0,95$

K: Hệ số dự trữ công suất động cơ theo bảng 5-4.

Bảng 5-4

| Công suất quạt | Hệ số K     |           |
|----------------|-------------|-----------|
|                | Quạt ly tâm | Quạt trục |
| 0,5            | 1,5         | 1,2       |
| 0,51-1,0       | 1,3         | 1,15      |
| 1,01-2,0       | 1,2         | 1,10      |
| 2,01-5,0       | 1,15        | 1,05      |
| >5             | 1,10        | 1,05      |

### 7. Tính nhánh phụ.

Tất cả các tuyến ống còn lại là các nhánh phụ. Tính thủy lực nhánh phụ là tính ứng với trường hợp thứ hai, biết lưu lượng và trở lực đường ống. Nguyên tắc tính toán: Từ một điểm hút nào đó trên mạng lưới đường ống, tổn thất áp suất quay về điểm đó hoặc điểm đó xuất phát đi các nhánh đều bằng nhau.

Theo hình 5.3 ta có  $\Delta P_{AB} = \Delta P_{AC}$

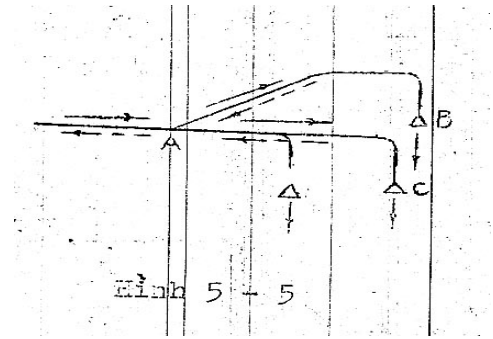
Hình 5-3

Từ nguyên tắc này, sơ đồ đường ống hình 5-2 sẽ có biểu thức cân bằng áp suất tại các nhánh:

$$\Delta P_3 + \Delta P_2 + \Delta P_1 = \Delta P_{10}.$$

$$\Delta P_8 = \Delta P_1$$

$$\Delta P_2 + \Delta P_1 = \Delta P_9 = \Delta P_{12}v \dots v$$



Khi tính toán xong mạch ống chính, dựa trên nguyên tắc cân bằng áp suất tại các nút ta biết được tổn thất tại các nút. Khi tính nhánh phụ, biết lưu lượng và tổn thất áp suất tìm đường kính ống dẫn để giải quyết bài toán này ta tính tổn thất áp suất ma sát đơn vị sơ bộ R

$$R' = \frac{\sum \Delta P_i - \sum \Delta P_{cb}}{\sum l} (kg / m^2 . m) \quad (5-14)$$

Trong đó:

$\sum \Delta P_i$ : Tổn thất áp suất các đoạn trên nhánh chính song song với nhánh phụ tính toán.

$\sum \Delta P_{cb}$ : Tổn thất áp suất cục bộ của nhánh phụ tính toán thường giả thiết khoản (40-70) % tổn thất áp suất toàn phần.

$\sum l$ : Tổng chiều dài nhánh phụ.

Dựa vào R và L để tra đường kính ống dẫn, khi có đường kính d rồi, ta làm lại các bước như bài toán 1 đối với nhánh phụ, sao cho trị số tổn thất áp suất thực gần đúng với  $\sum \Delta P_i$  đã có ở nhánh chính.

Nếu sai số > 10 % ta phải tăng hoặc giảm đường kính ống dẫn theo công thức

$$d_2 = d_1 \sqrt{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}} \quad (5-15)$$