

CHƯƠNG VI
THÔNG GIÓ TỰ NHIÊN

Khi có chênh lệch áp suất giữa bên trong và bên ngoài nhà do tác dụng của chênh lệch nhiệt độ hoặc của gió lên nhà sẽ xảy ra sự trao đổi không khí từ trong ra ngoài và từ ngoài vào trong nhà đó là thông gió tự nhiên.

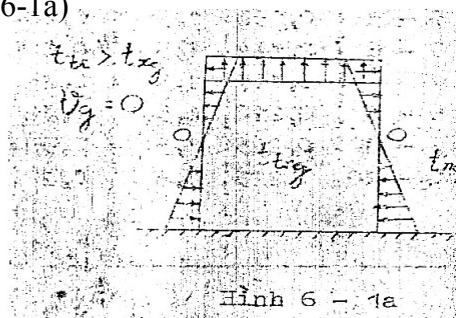
I.SỰ PHÂN BỐ ÁP SUẤT TRÊN CÔNG TRÌNH.

1. Sự phân bố áp suất trên công trình dưới tác dụng của độ chênh nhiệt độ:

Từ độ chênh nhiệt không khí, dẫn đến sự khác nhau về trọng trọng lượng đơn vị của không khí và do đó xuất hiện độ chênh áp suất phân bố theo chiều cao của công trình.

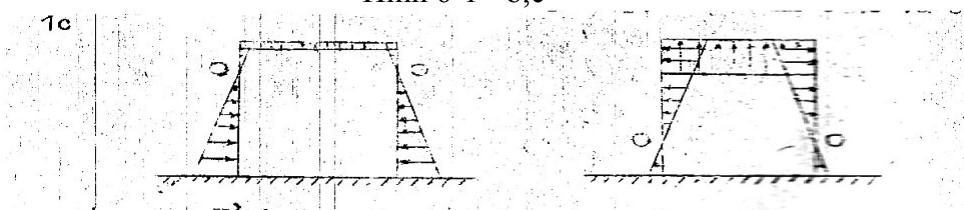
Chúng ta khảo sát một phòng (xem hình 6-1a)

có nhiệt độ không khí bên trong và bên ngoài khác nhau giả thiết rằng: nếu giữa chiều cao và tường đứng ta mở lỗ 0-0, thì tại đây áp suất bên trong và bên ngoài nhà sẽ bằng áp suất của không khí quyển P_{kq} ,



mặt phẳng 0-0, được gọi là mặt phẳng trung hoà, nếu lỗ không chuyển dịch lên trên (hoặc xuống thấp) thì mặt phẳng trung hoà cũng sẽ dịch chuyển theo lên trên (hoặc xuống thấp) xem hình 6-1b và 6-1c.

Hình 6-1 - b,c



Từ mặt phẳng trung hoà cách một đoạn h ta có áp suất bên trong nhà là:

$$P_{tr} = P_{kq} \pm h \cdot \gamma_{tr} \quad (6-1)$$

Và áp suất bên ngoài nhà là:

$$P_{ng} = P_{kq} \pm h \cdot \gamma_{ng} \quad (6-2)$$

Khi $t_{tx} > t_{ng}$ thì $\gamma_{ng} > \gamma_{tx}$ cho nên $P_{ng} > P_{tx}$ và độ chênh áp suất (còn gọi là áp suất thừa) sẽ là:

$$\Delta P = P_{ng} - P_{tx} = \pm h(\gamma_{ng} - \gamma_{tx}) \quad (6-3)$$

Từ mặt phẳng trung hoà về phía dưới áp suất thừa là dương (áp suất bên trong nhà nhỏ hơn áp suất khí quyển) không khí sẽ đi từ ngoài vào nhà. Ngược lại về phía trên mặt trung hoà áp suất thừa là âm (áp suất bên trong lớn hơn áp suất khí quyển) không khí sẽ đi từ trong ra ngoài.

2. Sự phân bố áp suất trên công trình dưới tác dụng của gió.

Khi gió tác dụng lên công trình sẽ xuất hiện tại mỗi điểm trên mặt kết cấu công trình một áp suất P, được tính bằng công thức:

$$P = P_{kq} + k \frac{v_g^2}{2g} \cdot \gamma_{ng} \quad (6-4)$$

Trong đó:

V_g : Tốc độ của gió (m/s)

γ_{ng} : Trọng lượng đơn vị của không khí ngoài trời (kg/m^3)

g : Gia tốc trọng trường (m/s^2).

k : Hệ số khí động của gió trên mặt công trình.

Hệ số khí động của gió được xác định bằng thực nghiệm trên mô hình nhà trong ống khí động. trị số của nó có thể dương hoặc có thể âm biến thiên từ -1 đến +1. Thường với các dạng nhà đơn giản ta có thể dùng trị số k trung bình là :

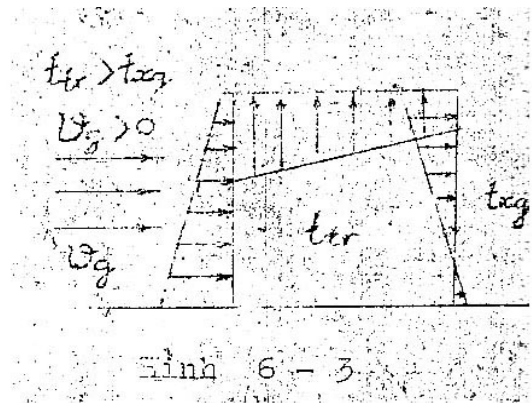
Phía đón gió $k = 0,6$

Hình 6-2

Phía khuất gió $k = -0,3$

Hệ số k không phụ thuộc vào tốc độ gió mà chỉ phụ thuộc vào góc độ gió thổi so với trục nhà vào hình dáng mặt cắt ngang của nhà và vào vị trí tương đối giữa các nhà với nha (tức là phụ thuộc vào góc độ gió thổi trên mặt bằng).

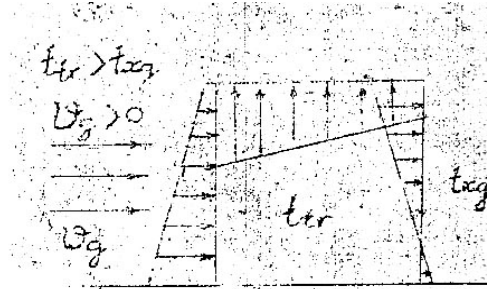
Hình 6-2, giới thiệu sự phân bố áp suất trên công trình khi có gió tác dụng.



3. Sự phân bố áp suất trên công trình dưới tác dụng tổng hợp của nhiệt độ và gió.

Khi có sự tác dụng đồng thời của gió và nhiệt sự phân bố áp suất trên công trình là tổng hợp của hai lực tác dụng trên (xem hình 6-3)

Hình 6-3



Hình 6-3

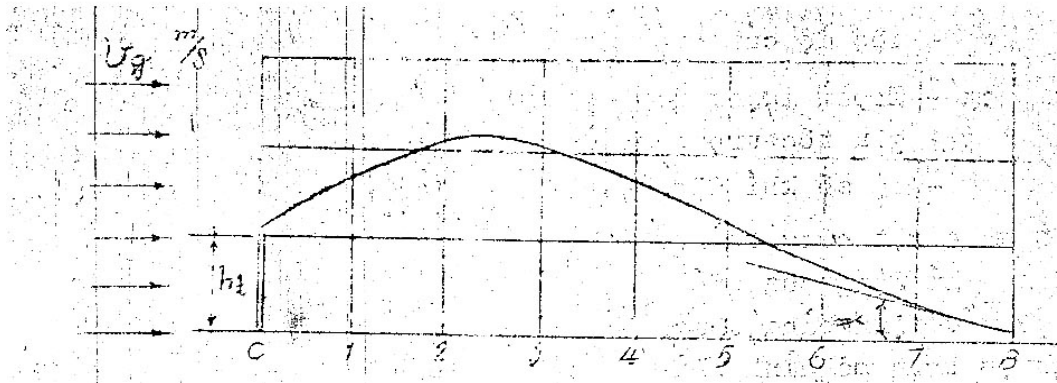
II. Đặc điểm khí động trên công trình.

1. Vùng gió cuốn sau tường chắn, chung quanh hình hộp.

* Giả thiết rằng:

Chúng ta có một tường chắn dài vô hạn có chiều cao $h = 1$ đơn vị (hình 6-4)

Hình 6-4



chịu sự tác dụng của gió thổi ngang và vuông góc với nó từ lý thuyết tính toán và thực nghiệm cho ta thấy rằng: sau tường chắn sinh ra một vùng gió cuốn. đường ranh giới của đường gió cuốn là một đường cong biểu diễn như ở (hình 6-4).

* Đặc điểm của vùng gió cuốn:

- Ở khoảng cách từ 2-3 lần độ cao h_d của tường chắn, vùng gió cuốn đạt đỉnh cao nhất bằng hơn hai lần h_d của tường chắn.

Đường ranh giới giảm dần khi càng xa tường chắn và cách từ 5-6 lần h_d của tường chắn thì chiều cao đường ranh giới còn bằng h_t khi khoảng cách khá lớn (từ 16 lần h_t) ta coi như đường ranh giới ngang với mặt đất.

- Góc α của đường ranh giới càng xa thì đường chắn càng giảm cho đến $\alpha = 0^\circ$.

Nếu khoảng cách $l = 5-10 h_t$ thì chọn $\alpha = 10^\circ$

Nếu khoảng cách $l = 10-15 h_t$ thì chọn $\alpha = 5^\circ$

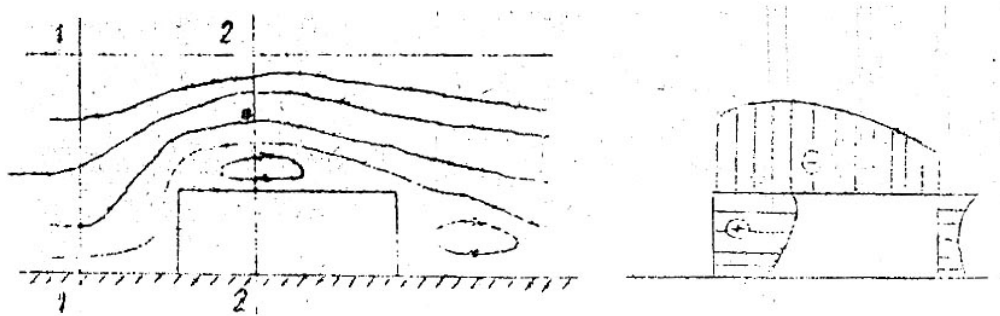
Nếu khoảng cách $l > 16 h_t$ thì $\alpha = 0^\circ$.

- Trong vùng gió quân không khí chuyển động tuần hoàn là chủ yếu, chỉ có một phần rất ít sát biên giới là sự trao đổi với chung quanh. Vùng gió quân càng lớn thì hệ số k trên công trình tại đó có trị số âm lên.

Khi tường chắn có chiều dày đáng kể và chiều dày có hạn thì nó sẽ hình thành dạng hình hộp cho nên đặc điểm khí động xung quanh nó nói chung vẫn giữ những đặc điểm khí động của tường chắn. nếu ta xem hình hộp là một dạng đơn giản của nhà dân dụng hoặc công nghiệp thì ta tìm được:

- Sự phân bố áp suất (hệ số k) trên mặt đứng (xem hình 6-5) vùng gió quân sẽ xuất hiện phía trên và sau hình hộp.

Hình 6-5



Xét mặt cắt 1-1 và 2-2 trên (hình 6-5a) ta nhận thấy:

+ Lưu lượng không khí qua hai mặt cắt không thay đổi, nhưng tại tiết diện 2-2 thắt nhỏ nên vận tốc ở đó tăng lên.

+ Tổng thất từ 1-1 và từ 2-2 coi như không đáng kể. Vậy để đảm bảo cân bằng cho phương trình Bernully khi vận tốc tại 2-2 tăng sẽ gây sự giảm áp suất tĩnh tại đó cho nên tại vùng gió tĩnh có áp suất âm (hay trị số hệ số k âm).

Hình (6-5b) biểu diễn sự phân bố hệ số k trên hình hộp. trị số hệ số k phân bố trên mỗi mặt đứng khác nhau nó phụ thuộc vào tỉ lệ giữa các cạnh của hình hộp biểu diễn bằng hàm số:

$$k = f(a, b, h) \quad (6-5)$$

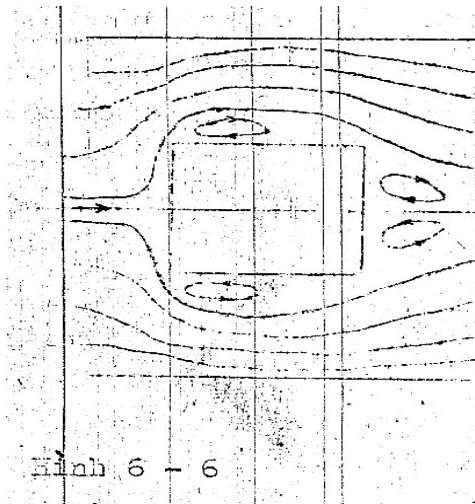
Trong đó:

Lần lượt a, b, h là độ dài của ba cạnh.

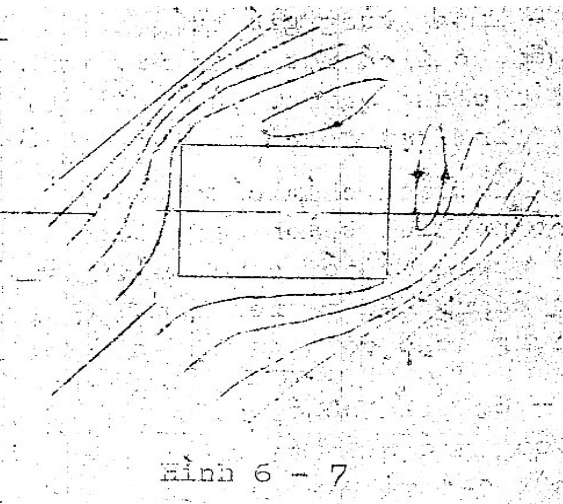
- Vùng gió cuốn quanh hình hộp:

Hình 6-6 : Biểu diễn các vùng gió cuốn xung quanh hình hộp khi gió thổi vuông góc với 1 cạnh hình hộp.

Hình 6-6



Hình 6-7



Khi trực gió thổi lệch một góc α so với trục nhà ta có sự phân bố vùng gió cuốn như hình 6-7.

- Trường hợp gió thổi xiên góc α thì trị số hệ số k của một điểm nào đó trên hình hộp cũng thay đổi theo ta có thể xác định được bằng công thức

$$k_{\alpha} = k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + k_0 \cos^2 \alpha \quad (6-6)$$

Trong đó:

k_{90} : Là trị số hệ số khí động của gió khi gió thổi vuông góc với trục nhà $\alpha = 90^{\circ}$.

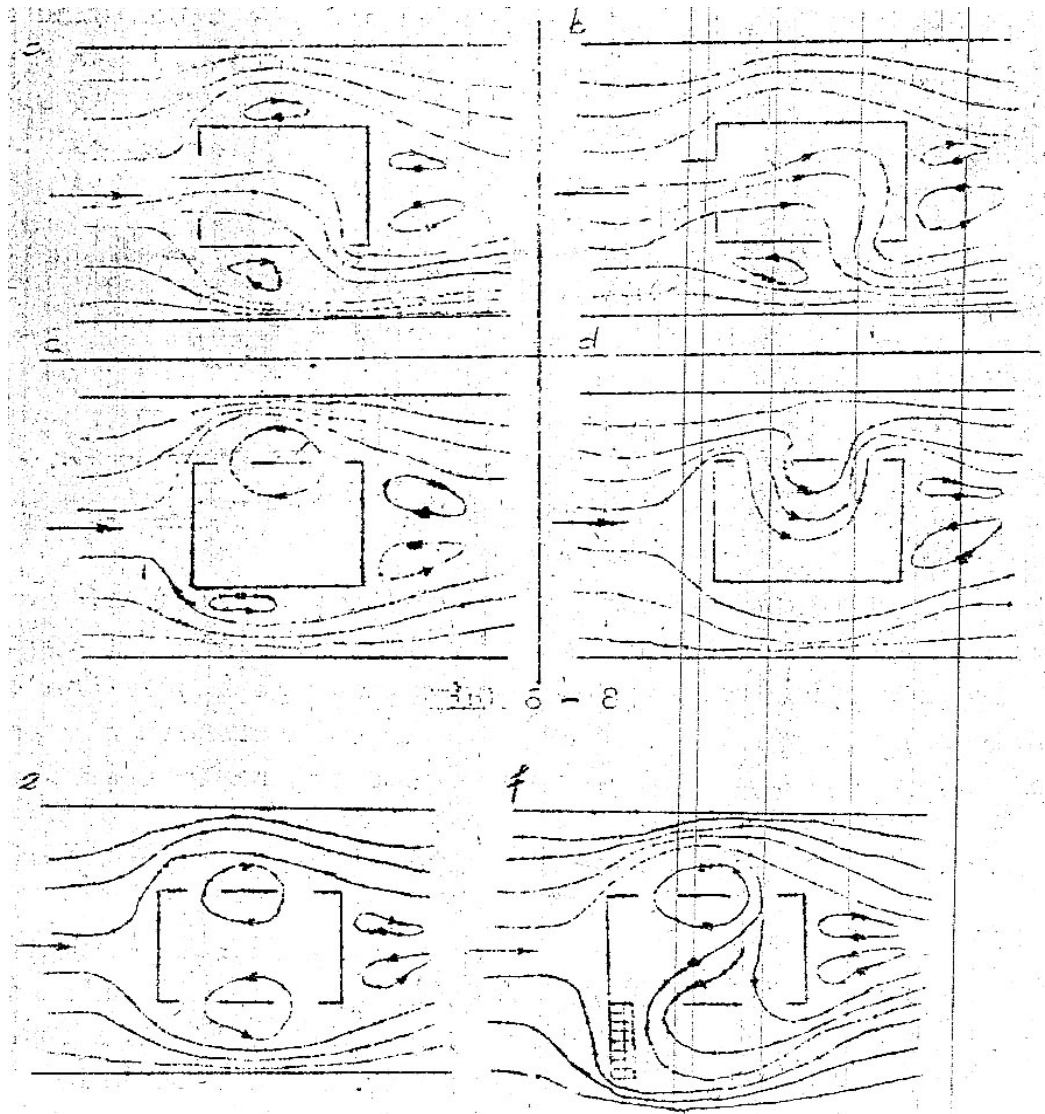
k_0 : Là trị số hệ số khí động của gió khi gió thổi dọc theo trục nhà $\alpha = 0^{\circ}$.

2. Vùng gió quanh chung quanh công trình và ảnh hưởng của nó đến thông gió.

a. Nhà dân dụng đứng riêng biệt.

- Sự chuyển động của không khí bên trong nhà phụ thuộc vào cách bố trí các cửa lấy gió, thoát gió, vào hình dạng kết cấu kiến trúc có ảnh hưởng đến đặc điểm khí động của nhà xem (hình 6-8).

Hình 6-8



Hình a và b cửa đón gió và thoát gió bố trí giống nhau nhưng cấu tạo cửa đón gió hình b có tấm che nắng dùng tạo điều kiện cho luồng không khí vào nhà mở rộng ra toàn phòng.

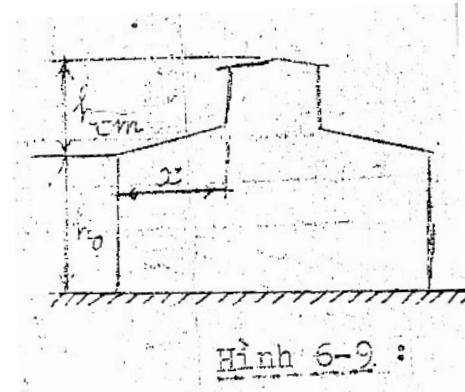
Hình c và d. cửa bố trí ở tường bên vùng gió quán. hình c sự trao đổi không khí nhỏ do ảnh hưởng sự tuần hoàn không khí vùng gió quán chi phối. hình d có tấm che

nặng đứng, phía trước tấm che dùng đón gió vào, phía sau tấm che dùng tạo vùng gió quần lớn nên có sức hút mạnh tạo điều kiện cho trao đổi không khí tốt hơn.

Hình e và f: Bố trí ở hai bên đường sự trao đổi không khí ở cửa như hình c, chỗ khác là cả hai bên, còn hình f có thêm chướng ngại nên sau nó tạo thành vùng gió quần lớn gây nên sức hút mạnh kéo không khí từ trong phòng ra ngoài vậy sự trao đổi không khí trong phòng được tăng lên.

b-Nhà công nghiệp:

Nhà công nghiệp thường có hình dáng kiến trúc riêng phù hợp với sản xuất đối với các nhà máy có tỏa nhiệt, thông dụng nhất là nhà có bố trí cửa máy dùng để lấy ánh sáng và toát nhiệt (hình 6-9)



Mặt khác khi gió thổi qua nhà sẽ tạo vùng gió quần mái nhà, kể cả cửa mái tùy thuộc vào vị trí của mái mà nó có nằm một phần hay toàn bộ trong vùng gió quần trên mái nhà hay không. ở phía khuất gió cửa mái trị số hệ số k luôn âm, còn phía đón gió thì tùy thuộc vào tỉ lệ $\frac{x}{h_0}, \frac{h_{cm}}{h_0}$ mà nó cho trị số âm hoặc dương.

* Các điểm chú ý khi sử dụng biểu đồ tìm trị số k của nhà công nghiệp (có cửa mái)

- Vị trí số hệ số k thay đổi theo chiều cao đơn giản háo thay biểu đồ cho ta trị số nửa phần trên của mái và trị số nửa phần dưới của mái muốn có trị số tính toán ta dùng trị số trung bình ta cộng hai trị số trên

- Đối với mái dốc thì chiều cao tính toán của mái nhà h_0 , tính từ mặt đất đến gờ mái, còn độ cao của mái h_{cm} , tính từ cửa mái đến nóc của mái mái.

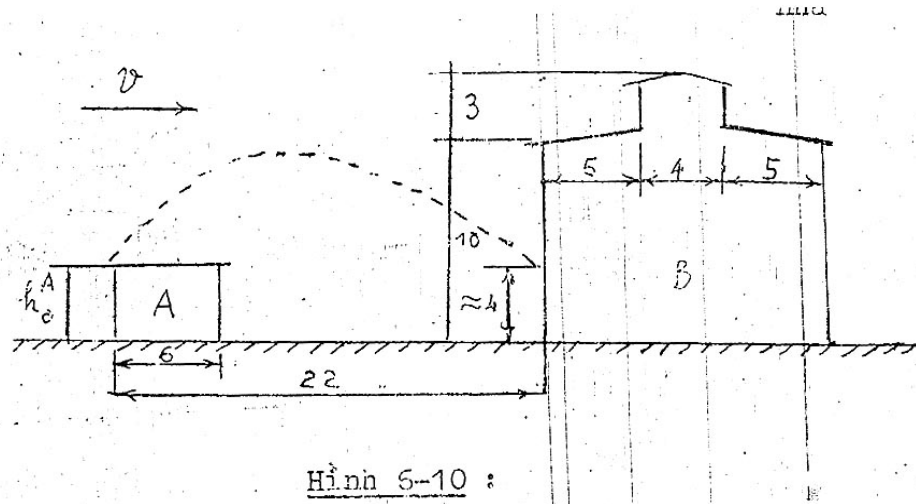
- Mỗi cặp biểu đồ lập với góc thổi $\alpha = 0^0, 5^0, 10^0$, tức là kể đến sự ảnh hưởng của nhà ở phía trước (xem phần đặc điểm khí động trên công trình) ảnh hưởng của nhà phía trước không những đến góc gió thổi α mà đến cả chiều cao tính toán của nhà h_0 ,

Ví dụ:

Hai nhà bố trí và kích thước như (hình 6 -10).

Hãy xác định phía đón gió của cửa mái có gió thổi vào nhà không

Hình 6-10



Hình 5-10 :

Cách giải:

- Vẽ đường ranh giới vùng gió quần của nhà A cắt nhà B mặt cắt cách mặt đất 4 m. như vậy chiều cao tính toán của nhà B sẽ là:

$$h_0^B = 10 - 4 = 6\text{m.}$$

- Khoảng cách giữa hai nhà l nhỏ hơn $10h_0^A$, nên góc gió thổi vào nhà B là:

$$\alpha = 10^0$$

- Dựa vào các trị số:

$$\frac{x}{h_0^B} = \frac{5}{6}$$

$$\frac{h_{cn}}{h_0^B} = \frac{5}{6}$$

Tra vào cặp biểu đồ trị số hệ số k với $\alpha = 10^0$, ta xác định được trị số k. Nếu trị số k là (-) thì không khí trong nhà thoát ra ngoài, ngược lại nếu trị số k (+) thì gió sẽ thổi vào nhà qua cửa mái.

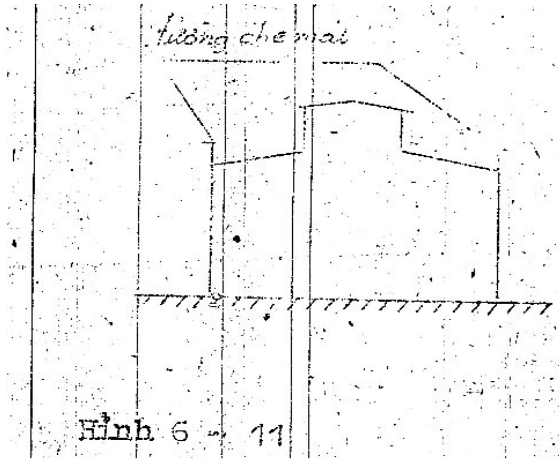
Các biện pháp tạo áp suất âm phía đón gió của cửa mái.

Để luôn luôn có áp suất âm phía đón gió của cửa mái ta có thể dùng các biện pháp sau:

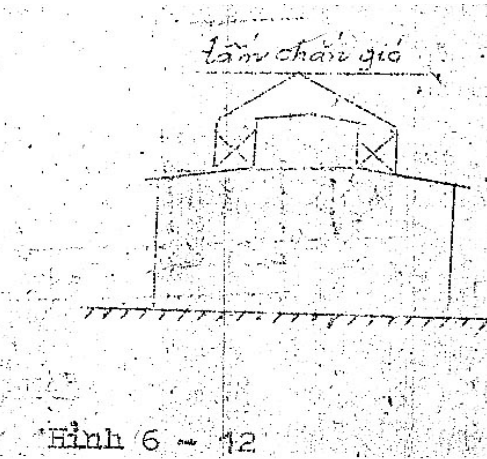
- Nâng chiều cao tính toán của nhà h_0 bằng cách nối thêm tường che mái, một đích là mở rộng vùng gió quần bên trên mái (hình 6-11).

- Biến cửa mái đón gió thành khuất gió bằng cách đặt trước cửa mái tấm chắn gió (hình 6-12).

Hình 6-11

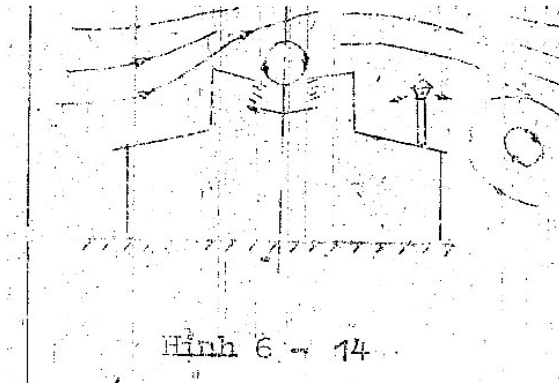


Hình 6-12

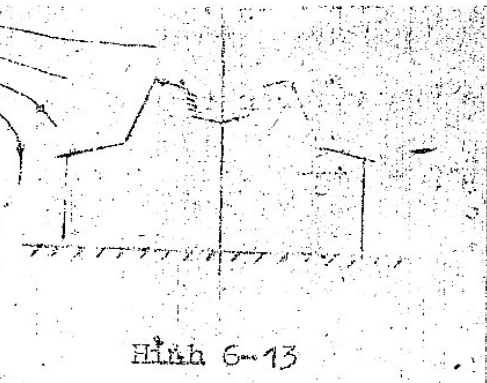


- Dùng loại cửa mái Ba-ty-rin (hình 6-13) cửa mái thoát nhiệt nằm ở giữa nên luôn luôn có áp suất âm.

Hình 6-14



Hình 6-13



Trong các nhà công nghiệp có toả các chất độc hại như:

+ Nhiệt độ.

+Bụi.

Thường được các hệ thống ống dẫn đưa ra ngoài để thải ra ngoài không trung, mục đích là để giảm nồng độ độc hại xuống dưới nồng độ cho phép,

Những miệng thải này yêu cầu phải nằm ngoài phạm vi vùng gió quán để chất độc hại được gió lùa nhanh chóng toả rộng ra không trung.

Ngược lại nếu các miệng thải nằm trong vùng gió quán thì độc hại sẽ không phân tán xa mà sẽ tuần hoàn trong phạm vi hẹp:

Nồng độ độc hại sẽ tăng cao hoặc xâm nhập vào nhà máy

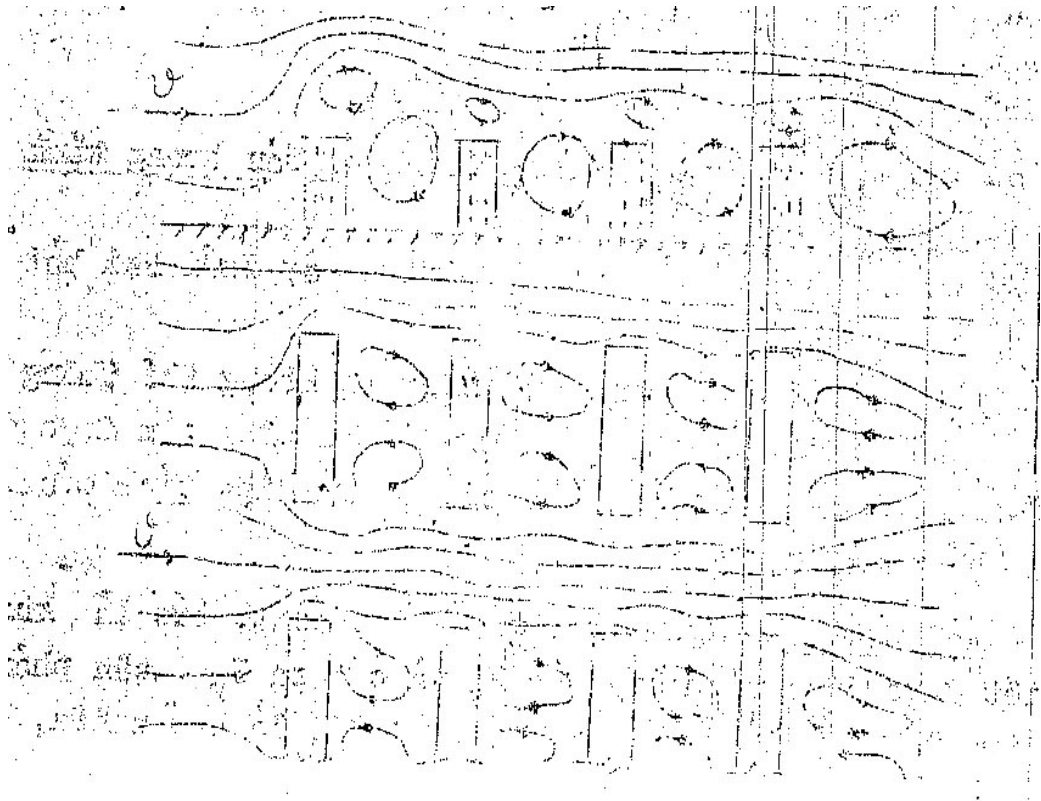
Khi quy hoạch một khu nhà (dân dụng hoặc công nghiệp) ngoài điểm chú ý đến giảm thấp lượng nhiệt bức xạ mặt trời vào nhà, trong tổng hợp kiến trúc ta cần chú ý đến tận dụng gió chủ đạo của địa phương về mùa nóng và tránh gió rét mùa đông.

Với nhà đứng riêng biệt cần có gió chủ đạo, mùa hè cần có gió thổi thẳng góc vào mặt nhà,

Nhưng đối với một khu nhà thì những dãy nhà phía sau sẽ hoàn toàn ngập vào vùng gió quẩn của dãy nhà phía trước và những dãy nhà tiếp theo nó .

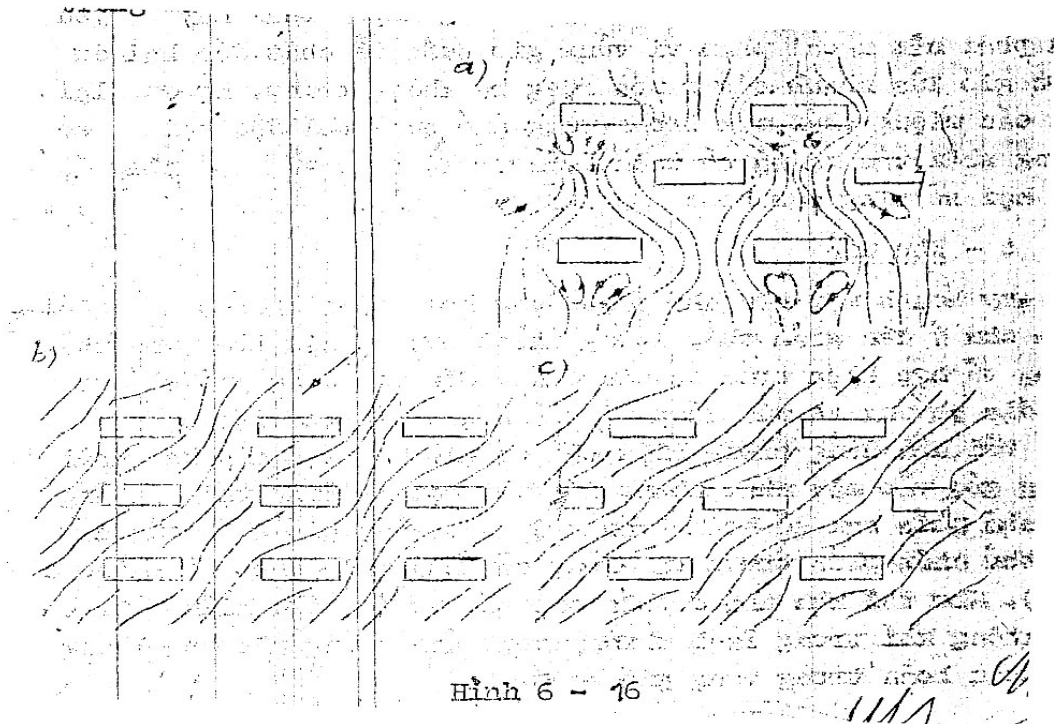
Như thế khu nhà ở phía sau sẽ ít có điều kiện trao đổi không khí trong lành thường chịu ảnh hưởng xấu do không khí tuần hoàn trong vùng gió quẩn

Hình 6-15



Để giảm bớt nhược điểm đó thường phải bố trí theo kiểu xen kẽ lệch hướng gió thổi (hình 6-14) cách bố trí này làm giảm nhỏ các vùng gió quẩn các nhà đều nhận được không khí trong lành của gió đưa đến.

Hình 6-16



III. TÍNH TOÁN THÔNG GIÓ TỰ NHIÊN

1. Các giả thiết và phương trình cơ bản trong tính toán.

Tính toán thông gió tự nhiên được trình bày dưới hai bài toán cơ bản.

- Bài toán A. Để đảm bảo lưu lượng không khí thông gió theo yêu cầu tính toán (chương 2) cần phải tìm được diện tích cho không khí vào nhà F_v , và diện tích không khí thoát ra ngoài F_r .

- Bài toán B. Ngược lại của bài toán A, tức là khi đã biết được diện tích cửa vào F_v và cửa ra F_r rồi cần phải kiểm tra lại lưu lượng không khí trao đổi là bao nhiêu có thể đảm bảo thông gió không

a. Để đơn giản trong tính toán ta chấp nhận những giả thiết sau.

- Quá trình nguyên cứu đã ổn định các nhân tố ảnh hưởng đến không khí tự nhiên trong thời gian nguyên cứu là không đổi.

- Xem nhiệt độ không khí chỉ thay đổi theo chiều cao nhà còn theo chiều rộng và chiều dài của nhà thì nhiệt độ không khí không đổi.

- Áp suất trên mặt phẳng ngang là không đổi, sự thay đổi áp suất từ mặt phẳng ngang này đến mặt phẳng ngang khác phù hợp với quy luật tĩnh lực học chất khí.

- Trên đường đi của không khí không có chướng ngại vật (như máy móc thiết bị) và không xét đến ảnh hưởng của dòng không khí gần nguồn nhiệt trong nhà.

- Không xét đến ảnh hưởng của lượng không khí rò qua các khe hở ở tường và mái.

- Trị số các hệ khi động của gió thu được trên mô hình (cửa đóng kín) vẫn không thay đổi khi đưa vào tính toán thực (cửa mở).

b. Phương trình cơ bản trong tính toán.

Trong tính toán thông gió tự nhiên phải xuất phát từ hai phương trình cơ bản sau.

- Phương trình cân bằng lưu lượng, lưu lượng không khí vào nhà bằng lưu lượng không khí ra khỏi nhà trong một đơn vị thời gian.

$$\sum L_v = \sum L_r \text{ (kg/h)} \quad (6-7)$$

- Phương trình cân bằng nhiệt, tổng số lượng nhiệt độ không khí từ ngoài vào và nhiệt thừa trong nhà bằng lưu lượng nhiệt do không khí mang ra ngoài nhà trong một đơn vị thời gian.

$$\sum I_v L_v + \sum Q_{th} = \sum I_r L_r \text{ (kg/h)} \quad (6-8)$$

2. Tính toán thông gió tự nhiên dưới tác dụng của nhiệt độ.

Như trình bày ở trên dưới tác dụng của nhiệt thừa bên trong nhà sẽ tạo nên mặt phẳng trung hoà mà tại đây áp suất bên trong và bên ngoài nhà cân bằng nhau. Phân bố áp suất trên tường đứng về phía dưới mặt phẳng trung hoà là áp suất dương và trên mặt phẳng trung hoà là âm. Do đó sự chênh lệch áp suất giữa bên trong và bên ngoài nên xuất hiện sự chuyển động của không khí từ trong ra ngoài hoặc từ ngoài vào trong với vận tốc là v độ chênh áp suất đó tính bằng

$$\Delta P_1 = \frac{V_1^2}{2g} \cdot \gamma \quad (6-9).$$

Từ công thức trên ta tính được vận tốc gió tại cửa bất kỳ.

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta P_1}{\gamma}} \quad (6-9')$$

Trong đó:

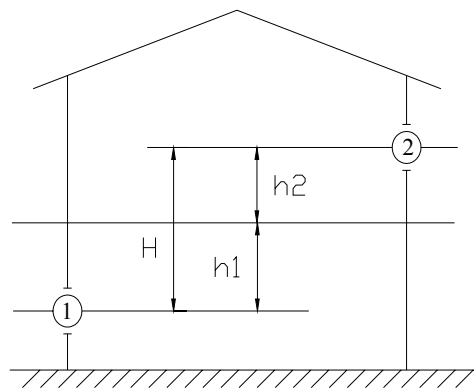
ΔP_1 : Áp suất thừa tại độ cao đang xét, dấu + hoặc dấu - biểu diễn hướng chuyển động của không khí đi vào hoặc đi ra.

Như vậy nếu xác định được vị trí mặt phẳng trung hoà ta sẽ tính toán được thông gió tự nhiên dưới tác dụng của nhiệt thừa.

a. Xác định vị trí của mặt phẳng trung hoà.

Một ngôi nhà theo hình vẽ (hình 6-17) có hai cửa với diện tích F_1 và F_2 , cách nhau với độ cao là H . Trong nhà có lượng nhiệt thừa nên trọng lượng đơn vị trung bình của không khí bên trong nhà là γ_{tr} , trọng lượng đơn vị của không khí bên ngoài là: γ_{ng}

Hình 6-17



Giả sử dưới tác dụng nhiệt thừa xuất hiện một mặt phẳng trung hoà cách tâm cửa 1 là h_1 và cửa 2 là h_2 vậy áp suất thừa qua tâm cửa 1 là:

$$\Delta P_1 = \pm h_1(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb})$$

qua tâm cửa 2 là:

$$\Delta P_2 = \pm h_2(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb})$$

Ứng với áp suất thừa xuất hiện chuyển động không khí tại các cửa, đi vào ở cửa 1 và đi ra ở cửa 2 ta có thể viết.

$$\frac{v_1^2}{2g} \cdot \gamma_{ng} = h_1(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb}) \qquad \frac{v_2^2}{2g} \cdot \gamma_r = h_2(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb})$$

Với γ_r là trọng lượng đơn vị của không khí đi ra. Chia hai đẳng thức cho nhau ta rút ra được.

$$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2 \cdot \frac{\gamma_{ng}}{\gamma_r}$$

Từ phương trình cân bằng lưu lượng:

$$L_v = L_r = L$$

$$\mu_1 \cdot v_1 \cdot F_1 \cdot \gamma_{ng} = \mu_2 \cdot v_2 \cdot F_2 \cdot \gamma_r = L.$$

Ta tính được vận tốc tại các cửa.

$$v_1 = \frac{L}{\mu_1 \cdot F_1 \cdot \gamma_{ng}}$$

$$v_2 = \frac{L}{\mu_2 \cdot F_2 \cdot \gamma_r}$$



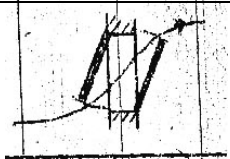
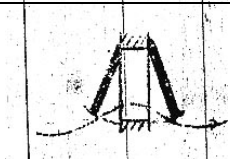
Thay v_1 và v_2 vào công thức trên ta có.

$$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{F_2}{F_1} \right)^2 \cdot \frac{\gamma_r}{\gamma_{ng}} \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} \right)^2$$

Qua biến đổi toán học ta xác định được mặt phẳng trung hoà theo công thức

$$h = \frac{H}{1 + \left(\frac{\mu_1}{\mu_2} \right)^2 \cdot \frac{\gamma_{ng}}{\gamma_r} \left(\frac{F_1}{F_2} \right)^2} \quad (6-10)$$

Trong đó: μ : Hệ số lưu lượng phụ thuộc vào góc độ mở cánh cửa và cấu tạo cửa (xem bảng 6-1)

α Loại cửa	15^0	30^0	45^0	60^0	90^0
	0,26	0,33	0,44	0,53	0,62
	0,13	0,27	0,39	0,58	0,61
	0,13	0,24	0,34	0,43	0,60
	0,18	0,34	0,46	0,55	0,63

Vậy vị trí của mặt phẳng trung hoà phụ thuộc vào tỉ lệ nghịch bình phương diện tích của cửa vào và ra (khi nhận μ như nhau).

Nếu $F_1 = 0$ (cửa 1 đóng) thì $h_1 = H$ tức là mặt phẳng trung hoà qua tâm cửa 2, ngược lại nếu đóng cửa 2 ($F_2 = 0$) thì $h_1 = 0$, tức là mặt phẳng trung hoà qua tâm cửa 1.

b. Phương pháp tính toán.

Bài toán A:

Biết lưu lượng thông gió, xác định diện tích cửa thứ tự tính toán như sau.

- Giả thiết tỉ số diện tích $\frac{F_1}{F_2}$ để tính vị trí mặt phẳng trung hoà theo công thức đã biết.

- Xác định áp suất thừa tại các trung tâm cửa từ đó tính vận tốc không khí tại các cửa.

- Biết vận tốc và lưu lượng không khí trao đổi ta tính được diện tích cửa.

Ví dụ 1:

Xác định diện tích cửa F_1 và F_2 như (hình 6-15) cho biết:

$$H = 7,5\text{m} , \frac{F_1}{F_2} = 1,25$$

$$Q_{th} = 500000 \text{ kcal/h,}$$

$$t_{ng} = 22^{\circ}\text{C}, \quad t_{vlv} = 24^{\circ}\text{C}$$

$$t_r = 30^{\circ}\text{C}, \quad P_{kq} = 745\text{mmHg.}$$

Cách giải:

+ Lưu lượng không khí trao đổi cần thiết

$$L_v = L_r = \frac{Q_{TH}}{c(t_r - t_v)} = \frac{500000}{0,24(30 - 22)} = 260.000(\text{kg} / \text{h})$$

+ Vị trí mặt phẳng trung hoà: dùng công thức (6-10).

$$h = \frac{H}{1 + \left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right)^2 \cdot \frac{\gamma_{ng}}{\gamma_r} \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2}$$

Cấu tạo cửa không khí vào và ra giống nhau và góc độ mở α như nhau, cho ta

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu = 0,6$$

Với áp suất khí quyển $P_{kq} = 745 \text{ mmHg}$ và ứng với

$$t_{ng} = 22^{\circ}\text{C}, \quad \text{ta có: } \gamma_{ng} = 1,173 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_r = 30^{\circ}\text{C}, \quad \text{ta có: } \gamma_r = 1,141 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Thay vào công thức trên ta được

$$h_1 = \frac{7,5}{1 + \frac{1,173}{1,141}(1,25)^2} = 2,87\text{m}$$

$$h_2 = H - h_1 = 7,5 - 2,87 = 4,63 \text{ m}$$

+ Xác định áp suất thừa và vận tốc tại cửa 1 và cửa 2.

+ Công thức xác định áp suất thừa tại cửa bất kỳ:

$$\Delta P_i = \pm h(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb})$$

Nhiệt độ trung bình của không khí trong nhà tính theo.

$$t_{tr}^{tb} = \frac{t_{vlv} + t_r}{2} = \frac{24 + 30}{2} = 27^{\circ}\text{C}$$

Với áp suất khí quyển $P_{lq} = 745 \text{ mmHg}$ và ứng với.

$$t_r^{tb} = 27^{\circ}\text{C}, \quad \text{ta có: } \gamma_{tr}^{tb} = 1,154 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Áp suất thừa tại cửa 1 là

$$\begin{aligned} \Delta P_1 &= h_1(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb}) \\ &= 2,87(1,173 - 1,154) \\ &= 0,0546 \text{ kg/m}^2. \end{aligned}$$

Vận tốc của không khí tại cửa 1 là:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta P_1}{\gamma_{ng}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,0546}{1,173}} = 0,953\text{m/s}$$

+ Áp suất thừa tại cửa 2 là:

$$\begin{aligned} \Delta P_2 &= h_2(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb}) \\ &= 4,63(1,173 - 1,154) \\ &= 0,088 \text{ kg/m}^2. \end{aligned}$$

+ Vận tốc của không khí tại cửa 2 là:

$$v_2 = \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta P_2}{\gamma_r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,088}{1,141}} = 1,23\text{m/s}$$

+ Xác định diện tích tại cửa 1 và 2 là:

$$F_1 = \frac{L}{\mu_1 \cdot v_1 \cdot \gamma_{ng} \cdot 3600}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{260000}{0,6 \cdot 0,955 \cdot 1,173 \cdot 3600} \\ &= 107 m^2 \end{aligned}$$

$$F_2 = \frac{L}{\mu_2 \cdot v_2 \cdot \gamma_r \cdot 3600}$$

$$F_2 = \frac{260000}{0,6 \cdot 1,23 \cdot 1,141 \cdot 3600} = 86 m^2$$

* Kiểm tra lại với trị số.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{107}{86} = 1,25$$

Đúng như đề đã cho.

Ví dụ 2(bài toán B)

Ta biết diện tích $F_1 = 10 m^2$, $F_2 = 20 m^2$

Xác định lưu lượng trao đổi không khí là bao nhiêu để khử lượng nhiệt thừa trong phòng $Q_{th} = 180000 \text{ kcal/h}$. Với $H = 10 m$, $t_{ng} = 20^\circ C$ và $P_{kq} = 745 \text{ mmHg}$.

Cách giải:

Cùng giải với hình vẽ 6-17, trường hợp này không khí bên ngoài có nhiệt độ $t_{ng} = 20^\circ C$ vào nhà bằng cửa 1 khử nhiệt thừa bên trong tăng dần nhiệt độ và bốc lên cao và thoát ra ngoài ở cửa 2. Lưu lượng không khí $L_v = L_r$.

* Xác định các thông số tính toán:

- Nhiệt độ không khí đi ra: giả thiết $t_r = 34^\circ C$.

- Nhiệt độ không khí vùng làm việc $t_{v/v}$ để đảm bảo điều kiện sinh lý và vệ sinh cho con người làm việc thường nhiệt độ $t_{v/v}$ lớn hơn nhiệt độ không khí vào từ $2^\circ C$ đến $5^\circ C$ ta lấy

$$t_{v/v} = 20^\circ + 5 = 25^\circ C.$$

- Nhiệt độ trung bình bên trong nhà t_r^{tb} sẽ là:

$$t_r^{tb} = \frac{t_{v/v} + t_r}{2} = \frac{25 + 34}{2} = 29,5^\circ C$$

- Trọng lượng đơn vị của không khí với:

$P_{kq} = 754 \text{ mmHg}$ ứng với $t_{ng} = 20^\circ C$ thì:

$$\gamma_{ng} = 1,181 \text{ kg/m}^3.$$

$$t_{v/v} = 25^\circ C \text{ thì } \gamma_{v/v} = 1,152 \text{ kg/m}^3$$

$$t_{tr}^{tb} = 29,5^{\circ}\text{C} \text{ thì } \gamma_{tr}^{tb} = 1.146 \text{ kg/m}^2$$

$$t_r = 34^{\circ}\text{C} \text{ thì } \gamma_l = 1.13 \text{ kg/m}^2.$$

*Xác định vị trí mặt phẳng trung hoà

$$h_1 = \frac{H}{1 + \frac{\gamma_{ng}}{\gamma_r} \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2} = \frac{10}{1 + \left(\frac{10}{20}\right)^2 \cdot \frac{1,181}{1,13}} = 7,93m.$$

*Xác định lưu lượng trao đổi không khí L: Biết áp suất thừa tại cửa 1 là:

$$\begin{aligned} \Delta P_1 &= h_1(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb}) \\ &= 7,93(1,181 - 1,146) \\ &= 0,277 \text{ kg/m}^2. \end{aligned}$$

Cho ta vận tốc không khí tại cửa 1 là

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta P_1}{\gamma_{ng}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,277}{1,187}} = 2,145 \text{ m/s}$$

Lưu lượng trao đổi không khí sẽ là:

$$\begin{aligned} L_1 &= \mu_1 \cdot v_1 \cdot F_1 \cdot \gamma_{ng} \\ &= 0,6 \cdot 2,145 \cdot 10 \cdot 1,181 = 15,2 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Đây cũng là lưu lượng không khí thoát ra L_2 .

* Kiểm tra lại lượng nhiệt khử được.

$$\begin{aligned} Q_{khử} &= L \cdot C(t_r - t_{ng}) \cdot 3600 \\ &= 15,2 \cdot 0,24(34 - 20) \cdot 3600 \\ &= 182000 \text{ kcal/h.} \end{aligned}$$

* Biện luận.

Sau khi kiểm tra lại ta thấy lượng nhiệt khử được lớn hơn một ít, như vậy nhiệt độ không khí ra t_r mà t_r đã giả thiết trên có phần nào cao hơn thực tế ngoài một ít.

Nếu xảy ra trường hợp $Q_{khử} < Q_{thừa}$ thì ta cần phải giả thiết lại t_r cao hơn, nhưng t_r thường cao hơn t_{ng} từ $10-15^{\circ}\text{C}$.

Nếu giả thiết t_r vượt quá t_{ng} theo quy định trên mà vẫn không đạt yêu cầu $Q_{khử} \geq Q_{thừa}$ thì lúc bấy giờ phải tăng diện tích cửa.

Chú thích:

* Ở bài toán A sau khi đã tính được diện tích của không khí vào F_1 và ra F_2 ta sẽ phân bố diện tích của F_1 (hoặc F_2) cho từng dọc hai bên tường nhà ở cùng một độ cao.

* Trường hợp cửa ở nhiệt độ cao khác nhau (thường xảy ra ở bài toán B) ta có trình tự tính toán sau:

-Giả thiết: t_r, t_{vlv} , tính các $\gamma_r, \gamma_{ng}, \gamma_{tr}^{tb}, \dots$

-Nhận áp suất thừa trên mặt nền hoặc trung tâm các lỗ cửa dưới (thường lấy từ - 0,3 đến - 0,8 kg/m²), tính các áp suất thừa tại các tấm cửa còn lại.

- Xác định vận tốc, lưu lượng không khí qua các cửa. Lập phương trình cân bằng lưu lượng.

- So sánh lưu lượng không khí vào ra nếu bằng nhau thì giả thiết áp suất thừa trên là đúng. Nếu sai lệch thì giả thiết áp suất thừa khác và tính lại. Nếu hai lần chưa khớp thì lập biểu đồ phụ thuộc giữa ΔP_{th} và L để xác định ΔP_{th} cần tìm và L cần tìm.

- Biện luận.

c. Xác định nhiệt độ không khí thoát ra.

Như đã gặp ở trên là khi tính toán ta cần giả thiết trước nhiệt độ không khí thoát ra và từ đó xác định lưu lượng thông gió, sự phân bố áp lực, xác định diện tích cửa. Đặt biệt là nhiệt độ không khí thoát ra có quan hệ đến nhiệt độ không khí vùng làm việc, tức là quan hệ đến vệ sinh và sinh lí của con người. Trong đó phương pháp xác định t_r trình bày dưới đây đều có ưu và nhược điểm của nó tùy theo trường hợp áp dụng và sau đó phải kiểm tra lại vị trí các nhà máy mà điều chỉnh cho tốt.

α - Căn cứ vào độ tăng nhiệt độ theo đơn vị chiều cao.

Ở những nhà máy mà sự phân bố các nguồn nhiệt bên trong đều đặn trên diện tích nền nhà thì nhiệt độ tăng dần từ dưới lên trên theo đường thẳng. Độ tăng nhiệt độ a (còn gọi là Gradient nhiệt độ) nằm trong khoảng 0,2-2⁰C/m. Như thế nhiệt độ không khí ra tính bằng:

$$t_r = t_{vlv} + a (h_0 + h_{lv}) \quad (6-11)$$

Trong đó:

t_{vlv} : Nhiệt độ không khí vùng làm việc thường lớn hơn nhiệt độ ngoài từ 2 – 5⁰C

h_0 : Chiều cao tính từ nền đến tâm cửa thoát.

h_{lv} : Chiều cao vùng làm việc lấy từ 1.5 đến 2m.

Độ tăng nhiệt độ theo chiều cao phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau như:

Loại nhà máy, chiều cao nhà máy, sự phân bố nguồn nhiệt, .v.v.

Nên đưa vào căn cứ này, để tính toán thường không chính xác lắm. Bảng 6-2 giới thiệu trị số Gradient. nhiệt độ để chúng ta tham khảo.

β: Căn cứ vào hệ số đất tính nhiệt độ.

Trong các xưởng có nguồn nhiệt không khí nóng bốc mạnh từ nguồn nhiệt lên đến mái một phần thoát ra ngoài theo cửa, một phần tuần hoàn trở lại vùng làm việc hoà trộn với không khí từ ngoài vào (xem hình 6-15)

Xưởng	Gradient nhiệt độ ứng chiều cao xưởng				
	10m	15m	20m	30m	40m
Luyện thép	1,7-2,2	1,1-1,4	0,85-1,1	0,55-0,7	0,4-0,5
Cán thép	0,8-1,2	0,5-0,65	0,4-0,6	0,25-0,35	0,18-0,27
Đúc	0,7-0,8	0,45-0,5	0,35-0,4	0,2-0,25	0,16-0,18
Rèn	0,6-0,8	0,4-0,5	0,3-0,4	0,2-0,25	0,14-0,18
Tôi	0,8-1,2	0,8-0,6	0,4-0,6	0,3-0,4	0,2-0,25

Nhiệt độ không khí vùng làm việc chịu ảnh hưởng mức độ tuần hoàn này, quan hệ giữa không khí và nhiệt độ không khí vùng làm việc, nhiệt độ không khí từ ngoài vào được biểu diễn bằng hệ số đực tính nhiệt độ (còn gọi là hệ số tuần hoàn không khí)

$$m = \frac{t_{vlv} - t_{ng}}{t_r - t_{ng}} = \frac{L_{cb}}{L + L_{th}}$$

$$t_r = t_{ng} + \frac{t_{vlv} - t_{ng}}{m} \quad (6-12)$$

Hệ số m có trị số luôn nhỏ hơn 1. Nó phụ thuộc vào số lượng và độ lớn nguồn nhiệt, và sự phân bố nguồn nhiệt, vào chiều cao xưởng, diện tích của thông gió. Khi nguồn nhiệt lớn thì m bé. Số lượng nguồn nhiệt nhiều nhưng bé và phân bố đều thì m lớn, tăng chiều cao xưởng thì m giảm. Ở bảng (6-3) cho trị số m dùng trong trường hợp $t_{vl} = t_{ng} = 5^{\circ}\text{C}$. nếu $\Delta t_{lv} = t_{vlv} - t_{ng} < 5^{\circ}\text{C}$ ta dùng m' được hiệu chỉnh theo công thức:

$$m' = m \sqrt{\frac{5}{\Delta t'_{lv}}} \quad (6-13)$$

γ: Căn cứ theo công thức kinh nghiệm:

Có nhiều tác giả đã nghiên cứu đo đạc trên mô hình và giới thiệu cho ta những công thức thực nghiệm để xác định nhiệt độ không khí thoát ra ngoài. Ví dụ:

* Tác giả người Nga NV AKinseV

$$t_r = 21,5 \cdot \frac{Q_{th}^{0,2} \cdot \Delta t_{LV}^{0,6}}{H^{0,44}} + t_{ng} \quad (6-14)$$

Trong đó:

$$\Delta t_{LV} = t_{VLV} - t_{ng}$$

H: Chiều cao của nền nhà đến tâm cửa thoát.

Q_{th}: nhiệt tĩnh.

* Tác giả người Đức Hansen cho trực tiếp tốc độ không khí ra v_r.

$$v_r = \sqrt{\frac{g \cdot h \cdot \frac{\Delta t}{T_{LV}}}{\varphi + \left(\frac{F_r}{F_v}\right)^2 \left(1 - \frac{\Delta t}{T_{LV}}\right)}} \quad (6-15)$$

Trong đó:

h: Khoảng cách giữa hai tâm cửa vào và cửa ra của không khí

$$\Delta t = t_r - t_{LV}$$

F_r, F_v: Diện tích cửa ra và cửa vào.

φ: Hệ số kể đến tổn thất áp suất khi luồng không khí qua xường, lấy φ = 2.

Bảng 6-3

NHÀ MÁY	XUỐNG	m
-Gang thép	- lò luyện mar tin	0,30-0,35
	- Lò luyện bằng điện	0,35-0,40
-Cán thép định hình	- Lò luyện	0,25-0,30
	- Dây truyền cán	0,30-0,40
- Rèn	- Lò nung	0,35-0,40
	- Nơi rèn	0,38-0,42
- Đúc	- Rót khuôn, nấu	0,40-0,45
- Thủy tinh	- Lò nung, nơi thổi	0,26-0,30
- Điện	- Công suất 100 MN	0,28

Bảng 6-4:

$\frac{h}{b}$	k	n
0,50	$1,2 \cdot 10^4$	0,43
0,75	$1,42 \cdot 10^4$	0,39
1,00	$1,78 \cdot 10^4$	0,33

3- Tính toán thông gió tự nhiên dưới tác dụng của gió.

Giả thiết rằng, trong nhà không có nguồn nhiệt tức là: $t_{ng}=t_{tr} = t$

Còn trên bề mặt kết cấu bao bọc nhà chịu tác dụng gió thổi. ta hãy xét trường hợp riêng biệt này

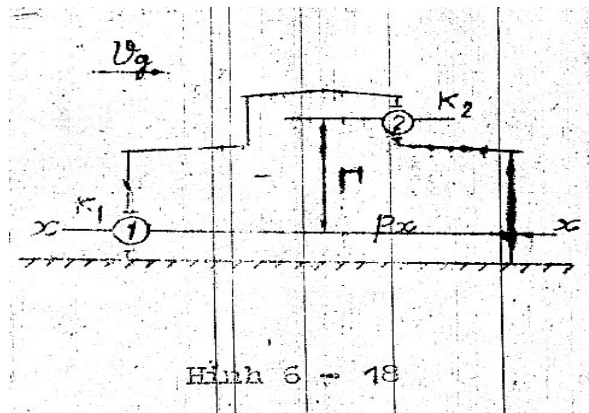
a. Trường hợp đơn giản nhà có hai cửa.

Xét một xưởng (hình 4-18) có cửa thông gió 1 và 2 cách nhau một độ cao h áp suất động do gió gây ra tại cửa 1 và 2 là P_1 và P_2 được xác định

$$P_1 = k_1 \frac{v_g^2}{2g} \gamma$$

$$P_2 = k_2 \frac{v_g^2}{2g} \gamma$$

Hình 6-18



Trong đó:

k_1, k_2 : Hệ số khí động của gió tại cửa 1 và 2

v_g : Tốc độ gió.

γ : Trọng lượng đơn vị của không khí ngoài trời lấy một mặt phẳng x-x đi qua tâm cửa 1 đặt áp suất bên trong nhà trên mặt phẳng đó là P_x , ở đây ta cần xác định P_x đó là bao nhiêu để đảm bảo xảy ra hiện thông gió tự nhiên

Lần lượt xét tại cửa 1 ta thấy.

Hệ số áp suất giữa bên ngoài và bên trong sẽ là:

Bên ngoài : $P_{kq} + P_1$

Bên trong: P_x

Vậy:

$$\Delta P_1 = (P_{kq} + P_1) - P_x.$$

Tại cửa 1 có ΔP_1 tức sẽ gây chuyển động của không khí qua cửa 1 với vận tốc V_1 và nếu chỉ xét đến áp suất tương đối và bỏ qua P_{kq} ta có thể viết.

$$\Delta P_1 = P_1 - P_x = \frac{V_1^2}{2g} \gamma$$

Từ đó ta rút được vận tốc không khí qua cửa 1 là:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta P_1}{\gamma}}$$

Lượng không khí qua cửa 1:

$$L_1 = \mu_1 \cdot F_1 \cdot v_1 \cdot \gamma = \mu_1 \cdot F_1 \cdot \sqrt{2g \cdot \gamma \cdot \Delta P_1}$$

Xét tại cửa 2 ta thấy:

Hiệu số áp suất bên trong và bên ngoài sẽ là:

$$\text{Bên trong: } P_x - H \cdot \gamma_{tr}.$$

$$\text{Bên ngoài: } P_{kq} - H \cdot \gamma_{ng} + P_2.$$

Cũng lý luận như trên ta có:

$$\Delta P_2 = P_x - P_2 - (\gamma_{ng} - \gamma_{tr})H$$

Vì giả thiết trên bên trong không có nhiệt thừa nên:

$$t_{ng} = t_{tr} = t$$

Vậy :

$$\gamma_{ng} = \gamma_{tr} = \gamma$$

Vậy:

$$\Delta P_2 = P_x - P_2 = \frac{v_2^2}{2g} \cdot \gamma$$

$$v_2 = \frac{2g \cdot \Delta P_2}{\gamma}$$

$$L_2 = \mu_2 \cdot F_2 \cdot v_2 \cdot \gamma = \mu_2 \cdot F_2 \cdot \sqrt{2g \cdot \gamma \cdot \Delta P_2}$$

Cân bằng lưu lượng vào và ra.

Đặt $\mu_1 = \mu_2$, và biến đổi toán học ta xác định được P_x bằng công thức:

$$P_x = \frac{F_1^2 \cdot P_1 + F_2^2 \cdot P_2}{F_1^2 + F_2^2} \quad (6-17)$$

Đặt $\alpha = \frac{F_1}{F_2}$ ta rút gọn công thức trên về dạng:

$$P_x = \frac{\alpha^2 \cdot P_1 + P_2}{1 + \alpha} \quad (6-18)$$

Vậy áp suất bên trong nhà P_x phụ thuộc vào áp suất gió và tỉ số diện tích giữa các cửa, trị số P_x biến thiên từ P_1 đến P_2 .

Nếu $F_1 = 0$ (Cửa 1 đóng) thì $P_x = P_2$.

$F_2 = 0$ (Cửa 2 đóng) thì $P_x = P_1$.

$F_1 = F_2$

$$F_x = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

b. Trường hợp phức tạp có nhiều cửa

Xét xưởng như hình (6-17) nhà có ba cửa thông gió, ta sẽ có hai sơ đồ thông gió khác nhau:

- Cửa 1 và 3 gió vào cửa 2 thoát gió (đường liền)
- Cửa 1 gió vào, cửa 2 và 3 thoát gió (đường đứt đoạn)

Cũng giống như trên ta chọn mặt phẳng (x-x) làm mặt phẳng chuẩn, và có P_x (không đổi theo chiều cao) bên trong nhà

Tại các cửa thông gió ta có áp suất thừa là.

$$\Delta P_1 = P_1 - P_x.$$

$$\Delta P_2 = P_x - P_2.$$

$$\Delta P_3 = (P_x - P_3)$$

hoặc $(P_3 - P_x)$.

Phương trình cân bằng

lưu lượng sẽ là:

- Đối với sơ đồ thông gió 1:

$$L_1 + L_3 = L_2.$$

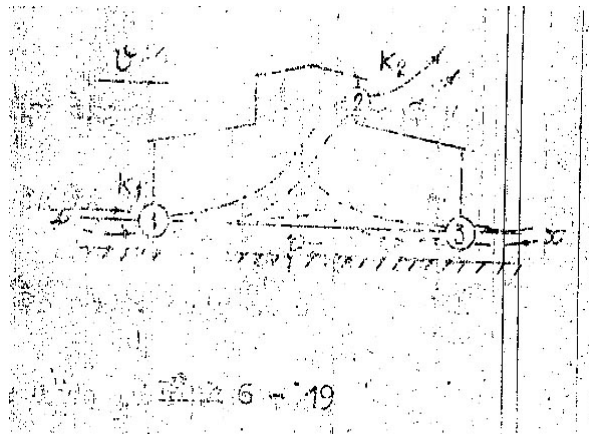
- Đối với sơ đồ thông gió 2:

$$L_1 = L_2 + L_3.$$

Lập các tỉ số:

$$\frac{F_1}{F_2} = \alpha \quad \text{và} \quad \frac{L_1}{L_2} = \beta$$

Hình (6-19)



Giải các phương trình cân bằng lưu lượng trên ứng với từng sơ đồ thông gió ta rút được công thức tính toán tổng quát cho P_x như sau:

$$P_x = \frac{\alpha^2 \cdot P_1 \cdot \beta^2 \cdot P_2}{\alpha^2 + \beta^2} \quad (6-19)$$

Vậy trường hợp có nhiều cửa thông gió, ngoài sự phụ thuộc đã nói trên P_x còn phụ thuộc vào sự phân bố lưu lượng vào và ra (chỉ phụ thuộc vào bình phương tỉ số lưu lượng $\frac{L_1}{L_2}$)

Sau đây là trình tự tính toán thông gió tự nhiên dưới tác dụng của gió:

- Giả thiết tỉ số diện tích cửa α và tỉ số lưu lượng β từ đó xác định trị số P_x ,
- Dựa vào sơ đồ thông gió đã chọn để kiểm tra lại trị số P_x đã phù hợp chưa.

Ví dụ:

+ Với sơ đồ thông gió 1 và P_x phải có điều kiện : $P_2 < P_x < P_1$; P_3 .

+ Với sơ đồ thông gió 2 thì : P_2 ; $P_3 < P_x < P_1$.

Nếu điều kiện trên khôngthoả mãn thì phải giả thiết lại trị số α hoặc β hay cả hai để tìm P_x khác.

- Sau khi biết được P_x ta lần lượt tính được áp suất thừa tại các cửa ΔP_i , vận tốc không khí tại các cửa.

- Cuối cùng khi có vận tốc không khí qua các cửa nếu biết lưu lượng không khí ta xác định được diện tích cửa và ngược lại nếu biết diện tích cửa ta xác định được lưu lượng không khí trao đổi.

4- Tính toán thông gió tự nhiên dưới tác dụng tổng hợp của gió và nhiệt thừa.

Trong thực tế các nhà máy luôn luôn có nhiệt thừa và chịu ảnh hưởng của gió thổi, theo số liệu thống kê ở tất cả các địa phương trên nước Việt Nam, số giờ lặng gió chiếm tỉ lệ rất bé trong năm cho nên để tận dụng ưu điểm đó ta dùng phương pháp tính toán thông gió tự nhiên dưới tác dụng tổng hợp của gió và nhiệt thừa.

Xét một xưởng theo hình (6-18) chịu tác dụng của gió (vận tốc v_g , hệ số khi động của gió tại các cửa là k_1, k, K_3) và nhiệt ($t_t > t_N, \gamma_{ng} > \gamma_{tr}$).

Ta chọn mặt phẳng x-x qua tâm cửa dưới 1 và 2 (hai cửa có độ cao như nhau).
Đặt áp suất bên trong tại mặt phẳng đó là P_x . Ta tính áp suất thừa tại các cửa:

* Ở cửa 1: Bên ngoài: $P_{kq} + P_1$.

Bên trong: P_x .

* Ở cửa 2: $\Delta P_1 = (P_{kq} + P_1) - P_x$.

Bên ngoài: $P_x + H\gamma_{tr}^{tb}$.

Bên trong: $P_{kq} - H\gamma_{tr}^{tb} + P_2$.

$$\Delta P_2 = (P_x - H\gamma_{tr}^{tb}) - (P_{kq} - H\gamma_{ng} + P_2)$$

Ta đặt

$$P_2^{qu} = P_2 - H(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb})$$

$$\Delta P_2 = -P_{kq} + P_x - P_2^{qu}$$

* Ở cửa 3.

Bên trong: P_x .

Bên ngoài: $P_{kq} + P_3$

$$\Delta P_3 = P_x - (P_{kq} + P_3)$$

Nếu tính áp suất tương đối (bỏ qua P_{kq}) áp suất thừa tại cửa sẽ là:

$$\Delta P_1 = P_1 - P_x$$

$$\Delta P_2 = P_x - P_2^{qu}$$

$$\Delta P_3 = P_3 - P_x \text{ Hoặc } P_x - P_3.$$

Ta nhận thấy chúng giống như trường hợp tính toán thông gió tự nhiên dưới tác dụng của gió ở trên chỉ khác là ở đây ta có trị số áp suất thừa tại cửa 2 là P_2^{qu} (áp suất thừa quy ước tại cửa 2)

$$P_2^{qu} = P_2 - H(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb})$$

Từ áp suất thừa ta có vận tốc không khí qua các cửa và tính được lưu lượng không khí qua các cửa :

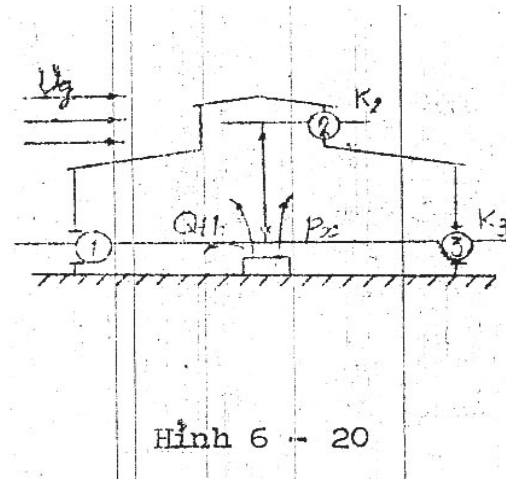
$$L_1 = \mu_1 \cdot F_1 \sqrt{2g \cdot \gamma_{ng} (P_1 - P_x)}$$

$$L_2 = \mu_2 \cdot F_2 \sqrt{2g \cdot \gamma_r (P_x - P_2^{qu})}$$

$$L_3 = \mu_3 \cdot F_3 \sqrt{2g \cdot \gamma_{ng} (P_3 - P_x)}$$

$$= \mu_3 \cdot F_3 \sqrt{2g \cdot \gamma_{ng} (P_x - P_3)}$$

Hay lập tỉ số lưu lượng không khí vào và ra là:



$$\beta = \frac{L_1}{L_2}$$

$$\beta = \frac{\mu_1 \cdot F_1 \sqrt{2g \cdot \gamma_{ng} (P_1 - P_x)}}{\mu_2 \cdot F_2 \sqrt{2g \cdot \gamma_r (P_x - P_2^{qu})}}$$

Đặt:

$$\alpha = \frac{F_1}{F_2}$$

$$\eta = \frac{\eta_1}{\eta_2}$$

$$\delta = \frac{\gamma_{ng}}{\gamma_r}$$

Giải phương trình trên ta rút ra được P_x .

$$P_x = \frac{\alpha^2 \eta^2 \delta P_1 + \beta^2 P_2^{qu}}{\alpha^2 + \beta^2 + \delta^2} \quad (6-20).$$

Nếu lấy $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$. Và cho rằng $\frac{\gamma_{ng}}{\gamma_r} \approx 1$ thì ta có.

$$P_x = \frac{\alpha^2 P_1 + \beta^2 P_2^{qu}}{\alpha^2 + \beta^2} \quad (6-21)$$

Trường tự tính toán cũng giống như trường hợp thông gió tự nhiên dưới tác dụng của gió chỉ cần chú ý tính P_2^{qu} ở trường hợp có tác dụng nhiệt.

Ví dụ.

Xác định diện tích các cửa F_1, F_2, F_3 , theo sơ đồ thông gió hình (6-21) để đảm bảo thông gió khử nhiệt cho phù hợp với xưởng.

$$Q_{th} = 500.000 \text{ kcal/h}; H = 10\text{m}, V_{gi\ddot{o}} = 4 \text{ m/s}$$

$$P_{kq} = 745 \text{ mmHg}, t_{ng} = 20^\circ\text{C}, t_r = 34^\circ\text{C}$$

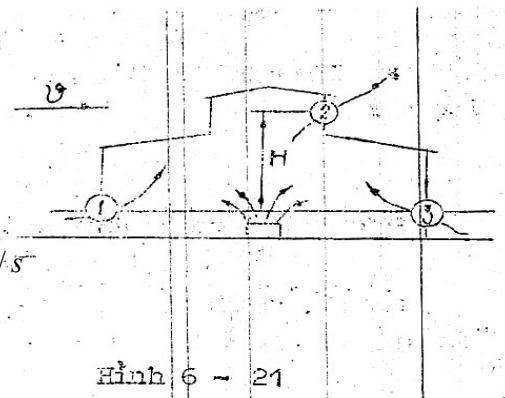
$$k_1 = 0,6, k_2 = -0,4, k_3 = -0,2.$$

Cách giải:

* Lưu lượng không khí trao đổi.

$$L = \frac{Q_{th}}{c(t_r - t_{ng})} = \frac{500000}{0,24(34 - 20)} = 151.000 \text{ kg/h} = 42 \text{ kg/s}$$

* Theo sơ đồ thông gió đã cho lập



Hình 6 - 21

phương trình lưu lượng

$$L_1 + L_2 + L_3 = 151.000 \text{ kg/h.}$$

Đồng thời phân phối :

$$L_1 = L_3 = \frac{42}{2} = 21 \text{ kg/s}$$

* Xác định các trị số trọng lượng đơn vị với áp suất khí quyển $P_{kq} = 745 \text{ mmHg}$ ứng với.

$$t_{ng} = 20^\circ \text{C}, \gamma_{ng} = 1,181 \text{ kg/m}^3$$

$$t_r = 34^\circ \text{C}, \gamma_r = 1,13 \text{ kg/m}^3.$$

$$t_{tr}^{tb} = \frac{t_{lv} + t_r}{2} = \frac{24 + 34}{2} = 29^\circ \text{C}$$

Ta có:

$$\gamma_{tr} = 1,152 \text{ kg/m}^3.$$

* Áp suất gió tại các cửa:

Áp suất khí động của gió

$$P_d = \frac{v_g^2}{2g} \cdot \gamma$$

$$P_d = \frac{4^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 1,18 = 1 \text{ kg/m}^2$$

$$P_1 = k_1 \cdot P_d = 0,6 \cdot 1 = 0,6 \text{ kg/m}^2$$

$$P_3 = k_3 \cdot P_d = -0,2 \cdot 1 = -0,2 \text{ kg/m}^2$$

$$P_2^{qu} = P_2 - H(\gamma_{ng} - \gamma_{tr}^{tb}) = (-0,4 \cdot 1) - 10(1,18 - 1,152) = -0,68 \text{ kg/m}^2.$$

* Xác định P_x .

Ta có:

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ và lấy : } \mu = 0,6, \eta = 1$$

Gia thiết

$$\alpha = \frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ ta có}$$

$$P_x = \frac{\alpha^2 \cdot P_1 + \beta^2 \cdot P_2^{qu}}{\alpha^2 + \beta^2} = \frac{0,5^2 \cdot 0,6 + 0,5^2 \cdot (-0,68)^2}{0,5^2 + 0,5^2} = -0,05 \text{ kg/m}^2$$

Nhận xét:

Với áp suất P_x tính được so với P_1 thì nhỏ hơn nên không khí vào nhà P_2^{qr} thì lớn hơn nên không khí ra khỏi nhà so với P_3 thì lớn hơn nên không khí ra khỏi nhà chứ không phải từ ngoài vào như sơ đồ thông gió đã cho. Vậy cần phải giả thiết lại β để đảm bảo điều kiện

$$P_1: P_3 > P_x > P_2^{qr}$$

* Giả thiết lại $\alpha = \frac{1}{3} = 0,333$

$$P_x = \frac{0,333^2 \cdot 0,6 + 0,5^2 (-0,68)^2}{0,333^2 + 0,5^2} = -0,31 \text{ kg/m}^2$$

Trị số P_x lần này đảm bảo điều kiện trên áp suất thừa tại các cửa:

$$\Delta P_1 = P_1 - P_x = 0,6 - (-0,31) = 0,91$$

$$\Delta P_2 = P_x - P_2^{qr} = -0,31 - (-0,68) = 0,37$$

$$\Delta P_3 = P_3 - P_x = -0,2 - (-0,31) = 0,11.$$

* Xác định diện tích các cửa

$$F_i = \frac{L_i}{\mu_i \sqrt{2g \cdot \gamma_{ng} \cdot \Delta p}}$$

$$F_1 = \frac{21}{0,6 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,1811 \cdot 0,91}} = 7,6 \text{ m}^2$$

$$F_2 = \frac{42}{0,6 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,13 \cdot 0,37}} = 24 \text{ m}^2$$

$$F_3 = \frac{21}{0,6 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,18 \cdot 0,11}} = 22 \text{ m}^2$$

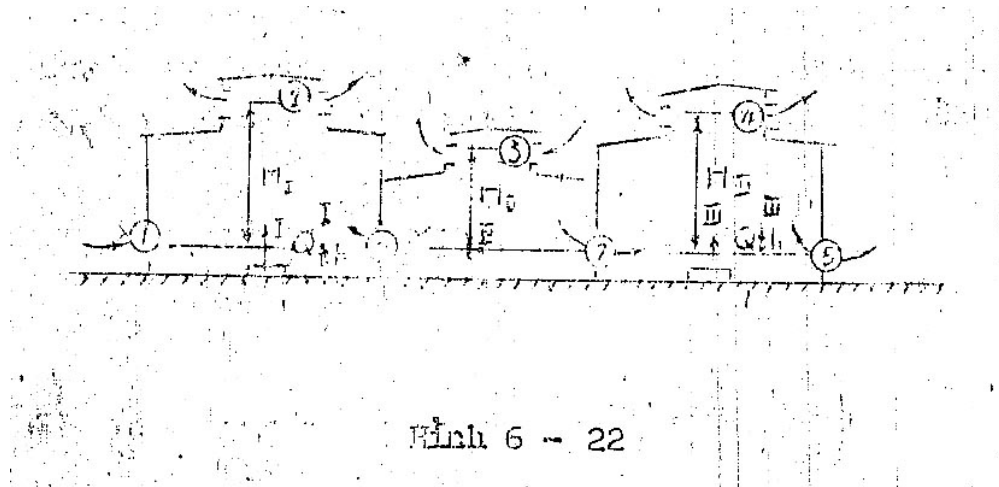
Chú thích:

Phương pháp tính toán trên áp dụng chung cho cả trường hợp cửa mái hai bên đều mở. Như đã trình bày ở mục trên, phía đón gió cửa mái phải có áp suất gió quy ước bé hơn P_x để cho thông gió lợi nhất (không khí bên ngoài vào cửa phía dưới thấp và bốc ra ngoài qua cửa mặt của hai bên)

5. Tính toán thông gió tự nhiên cho các trường hợp khác.

a. Xưởng nhiều khẩu đờ

Ta gọi xưởng nhiều khẩu độ khi xưởng đó có từ hai khẩu độ trở lên, các gian ngăn cách nhau bằng vách ngăn không sát đất (hình 6-22)



Hình 6 - 22

Xưởng 3 khẩu độ ở hình (6-20) có gian I và gian III nóng và gian II nguội. Sơ đồ thông gió hợp lý theo hướng mũi tên.

Vì bố trí gian nóng là I và III nên không khí nóng sẽ thoát lên cửa mái của hai gian này là (2) và (4). gió ngoài trời lùa dưới thấp vào gian I và III qua cửa (1), cửa (5) và qua cửa (6), cửa (7) từ gian II do không khí đi vào qua cửa mái (3).

Tính toán ta cần biết:

- Nhiệt thừa các gian: $Q_{th}^I, Q_{th}^{II}, Q_{th}^{III}$.

- Các hệ số khí động của gió ở các cửa: k_1, k_2, \dots và vận tốc tính toán của gió V_g

Cần xác định lưu lượng không khí thông gió cần thiết ở các gian và diện tích cửa thông gió (riêng cửa vách ngăn F_6, F_7 biết trước hoặc giả thiết)

Chúng ta kí hiệu áp suất bên trong trên một mặt phẳng chuẩn nào đó tại các gian là P_x, P_y, P_z , tuần tự cho các gian I, II, III, và từ đó có thể tách riêng từng gian để tính toán thông gió riêng biệt như một bài toán tính cho một khẩu độ.

Trình tự tính toán như sau

* Biết nhiệt thừa tại gian I và III ta tính lưu lượng không khí trao đổi cho gian I và III (cần giả thiết t_r tại cửa mái gian I và gian III):

$$L_I = \frac{Q_{th}^I}{c(t_r^I - t_v)}$$

$$L_{III} = \frac{Q_{th}^{III}}{c(t_r^{III} - t_v)}$$

$$L_I = L_2, L_{III} = L_4.$$

L_{II} : coi như bằng không vì không có nhiệt thừa.

* Chọn sơ đồ thông gió hợp lý nhất cho các gian xưởng.

* Phân phối lưu lượng không khí vào gian I qua cửa (1) và (6) :

$$L_2 = L_1 + L_6.$$

Vào gian III qua cửa(5) và (7):

$$L_4 = L_5 + L_7.$$

* Xác định áp suất thừa tại các cửa (6) và (7) trên cơ sở biết lưu lượng L_6 , L_7 và diện tích cửa F_6 , F_7 .

$$\Delta P_6 = P_Y - P_X = \frac{L_6^2}{\mu^2 \cdot F_6^2 \cdot 2g \cdot \gamma_{II}}$$

$$\Delta P_7 = P_Y - P_Z = \frac{L_7^2}{\mu^2 \cdot F_7^2 \cdot 2g \cdot \gamma_{II}}$$

γ_{II} : trọng lượng đơn vị của không khí ở gian II, vì gian II không toả nhiệt nên $\gamma_{II} = \gamma_{ng}$.

* Xác định áp suất gió quy ước tại các cửa mái

$$P_2^{qu} = P_2 - H_I(\gamma_{ng} - \gamma_I)$$

$$P_3^{qu} = P_3 - H_{II}(\gamma_{ng} - \gamma_{II})$$

Vì $\gamma_{ng} = \gamma_{II} \rightarrow P_3^{qu} = P_3$

$$P_4^{qu} = P_4 - H_{III}(\gamma_{ng} - \gamma_{III})$$

Trong đó

+ H_I, H_{II}, H_{III} : Chiều cao tâm cửa bên dưới đến tâm cửa các gian I, II, III.

+ γ_I, γ_{III} : Trọng lượng đơn vị trung bình của không khí trong các gian I và III.

* Giả thiết P_y thế nào để đảm bảo chuyển động đúng sơ đồ đã chọn, từ đó xác định các trị số:

$$P_x = P_y - \Delta P_6$$

$$P_z = P_y - \Delta P_7$$

* Xác định các trị số áp suất thừa tại các cửa.

$$\Delta P_1 = P_1 - P_x$$

$$\Delta P_2 = P_x - P_2^{qu}$$

$$\Delta P_3 = P_y - P_3$$

$$\Delta P_4 = P_2 - P_4^{qu}$$

$$\Delta P_5 = P_5 - P_2$$

* Xác định diện tích các cửa thông gió theo công thức.

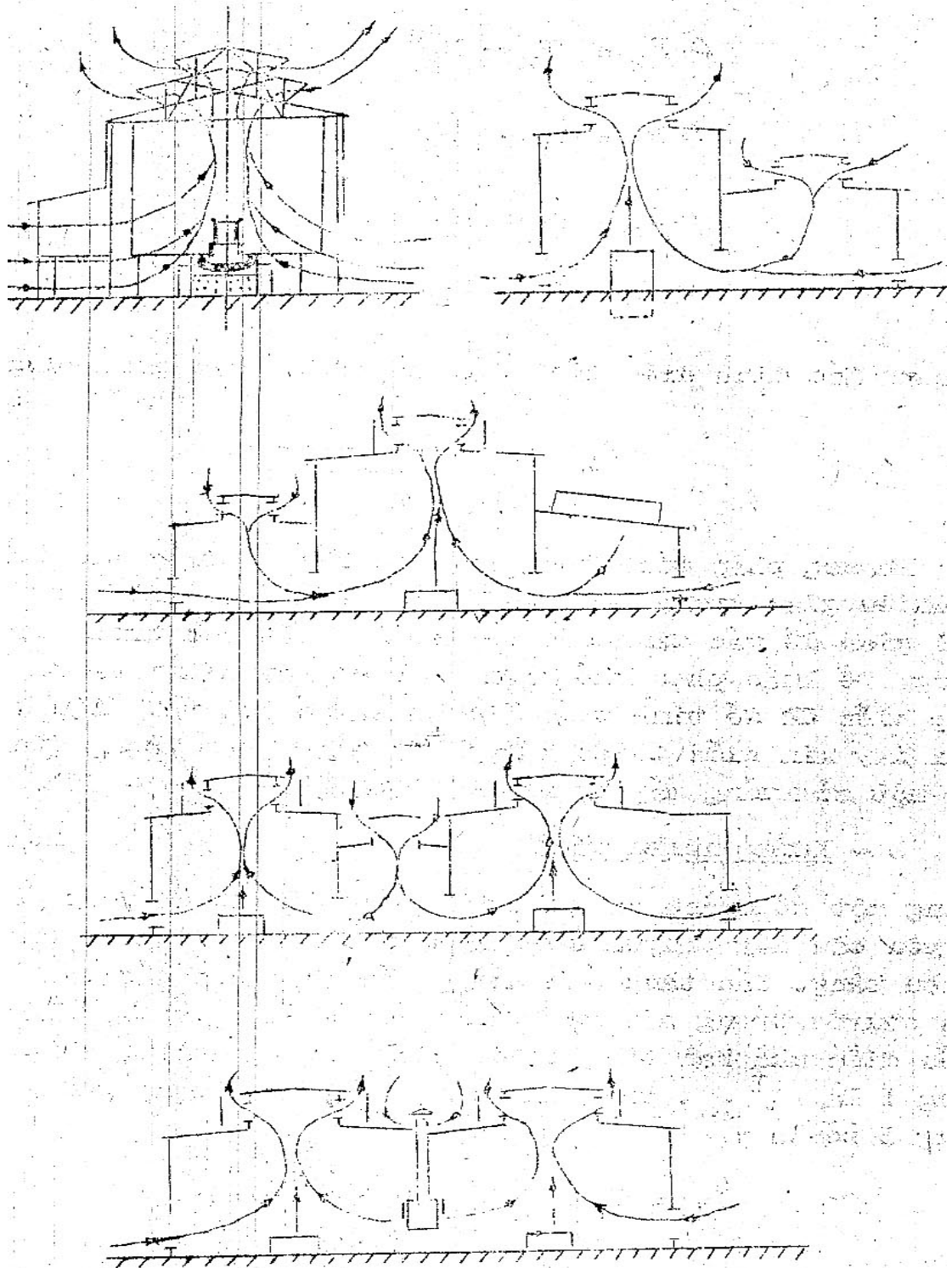
$$F_i = \frac{L_i}{\mu_i \sqrt{2g \cdot \gamma_i \cdot \Delta p_i}}$$

Phương pháp tính toán trên có thể áp dụng cho nhà có nhiều gian xưởng hơn.

Việc tính toán này đòi hỏi nhiều thời gian để xác định các trị số áp suất bên trong các nhà xưởng. Để khắc phục khó khăn hiện nay người ta dùng phương pháp biểu đồ để tính toán (trình bày ở một tài liệu khác)

Dưới đây xin giới thiệu các sơ đồ giải pháp thông gió tự nhiên cho một số xưởng máy có nhiều khẩu độ (hình 6-23)

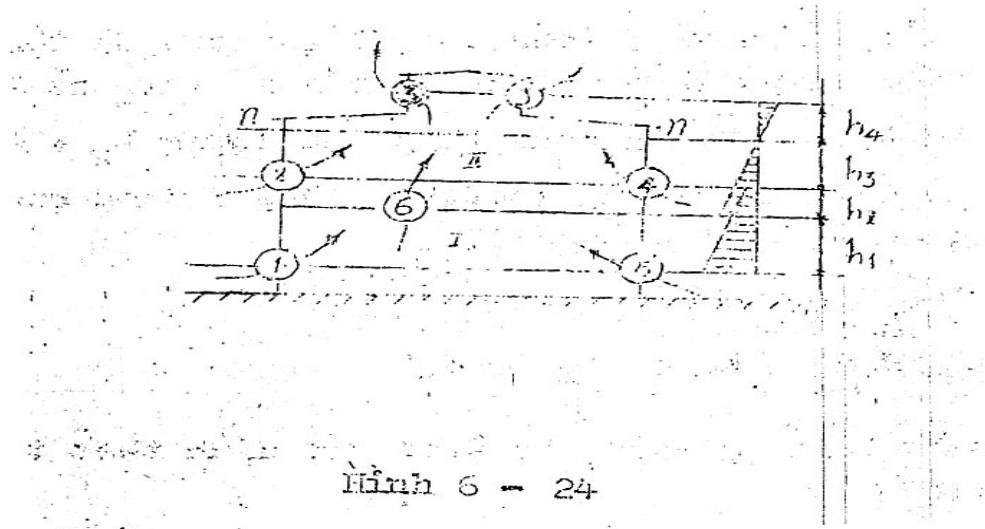
Hình 6-23



Hình 6 - 23.

b. Xưởng nhiều tầng.

Trong một số ngành công nghiệp (như dệt, thực phẩm, hoá chất) vì yêu cầu dây chuyền công nghệ cho nên xưởng máy gồm nhà nhiều tầng. Các tầng ảnh hưởng lẫn nhau qua các cầu thang vận chuyển trong sản xuất, các cửa thông gió..(hình 6-24) biểu diễn nhà 2 tầng được thông gió tự nhiên.



Hình 6 - 24

Nhiệt thừa tầng I là Q_{th}^I , tầng II là Q_{th}^{II} lưu lượng thông gió tầng II sẽ là.

$$L_I = L_1 + L_5 = \frac{Q_{th}^I}{c(t_r^I - t_{ng})}$$

Tầng II: phương trình cân bằng nhiệt là:

$$(L_2 + L_4).c. t_{ng} + (L_1 + L_5).c.t_r^I + Q_{th}^{II} = L_3.c.t_r^{II}$$

$$= (L_1 + L_2 + L_4 + L_5).c.t_r^{II}$$

Ta rút ra công thức tính: $L_2 + L_4$.

$$L_2 + L_4 = \frac{(L_1 + L_5).c(t_r^I - t_r^{II}) + Q_{th}^{II}}{c(t_r^{II} - t_{ng})}$$

Như vậy lưu lượng $L_2 + L_4$ lớn bé phụ thuộc vào độ chênh nhiệt độ t_r^{II} và t_r^I

* Nếu $t_r^I = t_r^{II}$ thì

$$L_2 + L_4 = \frac{Q_{th}^{II}}{c(t_r^{II} - t_{ng})}$$

Không khí vào cửa 2 và 4 dùng để khử nhiệt thừa Q_{th}^{II}

* Nếu $t_r^I < t_r^{II}$ thì

$$L_2 + L_4 = \frac{Q_{th}^{II} - (L_1 + L_5).c(t_r^{II} - t_r^I)}{c(t_r^{II} - t_{ng})}$$

Không khí vào cửa 1 và 5 (cửa tầng I qua cửa 6) tham gia khử một lượng nhiệt thừa ở tầng II, nên $L_2 + L_4$ sẽ bé hơn

* Nếu: $t_r^I > t_r^{II}$

Ta nhận thấy lưu lượng $L_2 + L_4$ phải tăng lên để khử thêm lượng nhiệt từ tầng I mang qua và bản thân lượng nhiệt thừa ở tầng II.

Lưu lượng không khí ra cửa 3 sẽ là

$$L_3 = L_1 + L_2 + L_4 + L_5.$$

Áp suất thừa tại các cửa được xác định theo trục trung hoà n- n

- Ở cửa 1 và 5

$$\Delta P_{1,5} \approx h_1(\gamma_{ng} - \gamma_I) + (h_1 + h_3).(\gamma_{ng} - \gamma_{II}) - \frac{L_6^2}{2g\gamma_r^I \mu_6^2 . F_6^2}$$

Ở cửa 2 và 4

$$\Delta P_{2,4} = h_3(\gamma_{ng} - \gamma_{II}^{tb})$$

Ở cửa mái 3

$$\Delta P_3 = h_4(\gamma_{ng} - \gamma_{II}^{tb})$$

Căn cứ vào áp suất thừa tại các cửa ta tính được vận tốc không khí chuyển động tại đây, diện tích các cửa ở các tầng nhà.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Nga

1. Baturin, V.V

Cơ sở thông gió trong công nghiệp.Tái bản lần thứ 3.Nhà xuất bản công đoàn Liên Xô, 1965

2. Bogoslovski V.N

Nhiệt vật lý xây dựng Matscova,1970

3. Bromlay M.F

Sưởi ấm và thông gió trong các phân xưởng đúc.Nhà xuất bản công đoàn,Matscova,1955

4. Danhin E.H và Philippov U.M

Thông gió và cấp nhiệt trong các xí nghiệp công nghiệp công nghiệp xây dựng.Lêningrat,1970.

5. Đomoratski S.I

Sổ tay về lắp các hệ thống thông gió công nghiệp.Matscova,1976

6. Kamenhep M.P

Hệ thống máy quạt.Matscova,1967

Tài liệu tiếng Việt

1. GS.TS Trần Ngọc Chấn

Kỹ thuật Thông Gió nhà xuất bản Xây Dựng,Hà Nội,1998

2. TS Ngô Duy Động

Kỹ thuật thông gió và xử lý khí thải,nhà xuất bản Giáo Dục

3. Bùi Sỹ Lý-Hoàng Thị Hiền

Thông gió-nhà xuất bản Xây Dựng

4. Hoàng Hiền

Thông gió cơ khí-nhà xuất bản Xây Dựng,Hà Nội,2000