

CÁC LOẠI QUẠT

4.1. PHÂN LOẠI

Lý thuyết của quạt ly tâm và hướng trục không khác gì với bơm ly tâm và hướng trục. Chúng chỉ khác nhau bởi đặc tính đường ống. Đường tổn thất áp lực của quạt bắt đầu từ gốc tọa độ, vì chiều cao địa lý với nó là không đáng kể (không khí có $\rho_k = 1,293 \text{ kg/m}^3$ ở 4°C , còn H_2O có $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$).

Căn cứ vào áp suất mà quạt tạo ra ta chia thành các loại sau:

- a) quạt thấp áp, đến 1000 N/m^2 (100 mm H_2O);
- b) quạt trung áp, đến 3000 N/m^2 (300 mm H_2O);
- c) quạt cao áp, đến 10000 N/m^2 (1000 mm H_2O).

Căn cứ vào vòng quay riêng n_N ta chia chúng thành các nhóm:

- a) quạt quay chậm: $n_N = 100 \div 200$;
- b) quạt quay vừa: $n_N = 200 \div 600$;
- c) quạt quay nhanh: $n_N = 600 \div 1200$;
- d) quạt quay đặc biệt nhanh: $n_N = 1200 \div 4000$.

Vòng quay riêng được tính theo công thức:

$$n_N = 13 \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}; \quad (4.1)$$

trong đó:

- n - vòng quay trục quạt, vg/ph;
- H - chiều cao cột áp (áp lực của quạt tính bằng mm H_2O);
- Q - lưu lượng của quạt, m^3/s .

Vòng quay riêng của quạt là vòng quay với chế độ tối ưu nó có lưu lượng 1 m^3/s , áp suất 30 mm H_2O , vì $30^{3/4} = 13$.

Ở đây ta đề cập đến hai loại quạt là: quạt ly tâm và quạt hướng trục.

Thông thường chúng hút không khí ở điều kiện khí quyển. Vì vậy tỷ số nén của chúng là $m = 1,002 + 1,1$ và có thể bỏ qua.

Các tính toán của quạt cũng giống như ở bơm ly tâm và hướng trục, điểm khác là $\rho_k \ll \rho_{H_2O}$.

Áp suất của quạt là H bằng tổng áp suất động năng H_d và áp suất tĩnh H_1 (bỏ qua chiều cao địa lý):

$$H = H_1 + H_d, \text{ m}; \quad (4.2)$$

$$H_d = \frac{C_2^2}{2g}, \text{ m}; \quad (4.3)$$

$$H_1 = \frac{P_2 - P_1}{\rho_k \cdot g}, \text{ m}, \quad (4.4)$$

trong đó:

C_2 - vận tốc không khí ở cửa đáy, m/s;

P_2 - áp suất không khí ở cửa đáy do quạt tạo ra, N/m²;

P_1 - áp suất không khí ở cửa hút do quạt tạo ra, N/m²;

ρ_k - khối lượng riêng của không khí, kg/m³;

g - gia tốc trọng trường, m/s²;

H_1 - cũng chính là tổng tổn thất tĩnh của đường ống, m, xem công thức (4.21).

Công suất đặt lên trục của quạt là N được tính theo công thức:

$$N = \frac{\rho_k \cdot g \cdot Q \cdot H_k}{1000 \cdot \eta}, \text{ kW}, \quad (4.5)$$

trong đó:

Q - lưu lượng của quạt, m³/s;

H_k - áp suất của quạt, tính theo chiều cao cột chất khí, m;

ρ_k - khối lượng riêng của chất khí ở điều kiện làm việc của quạt, kg/m³;

g - gia tốc trọng trường, m/s²;

η - hệ số hiệu dụng của quạt;

$\eta = 60 + 75\%$.

Khi ta đổi áp lực của chất khí sang chiều cao là mm H₂O theo điều kiện (4.6) ta sẽ có công thức tính công suất đặt lên trục quạt là (4.7):

$$g \cdot \rho_k \cdot H_k = g \cdot \rho \cdot H \approx 1000 \cdot H \cdot \text{mmH}_2\text{O} \rightarrow H, \text{ mmH}_2\text{O}; \quad (4.6)$$

$$N = \frac{9,81 \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta}, \text{ kW}, \quad (4.7)$$

trong đó: Q , m³/s; H , mmH₂O.

4.2. CÁC ĐẶC TÍNH SỐ ĐO CỦA QUẠT

Đặc tính số đo là các đường cong biểu diễn quan hệ giữa lưu lượng Q với các đại

lượng chiều cao cột áp H , công suất N và hiệu suất η của quạt với số vòng quay không đổi n , vg/ph.

Hình 4.1 biểu diễn các đặc tính số đo của quạt "Pucuha - B_p - 5" với số vòng quay $n = 1470$ vg/ph.

Đường nét liền là của quạt có $D = 0,5$ m; đường nét đứt là của quạt có $D = 0,6$ m.

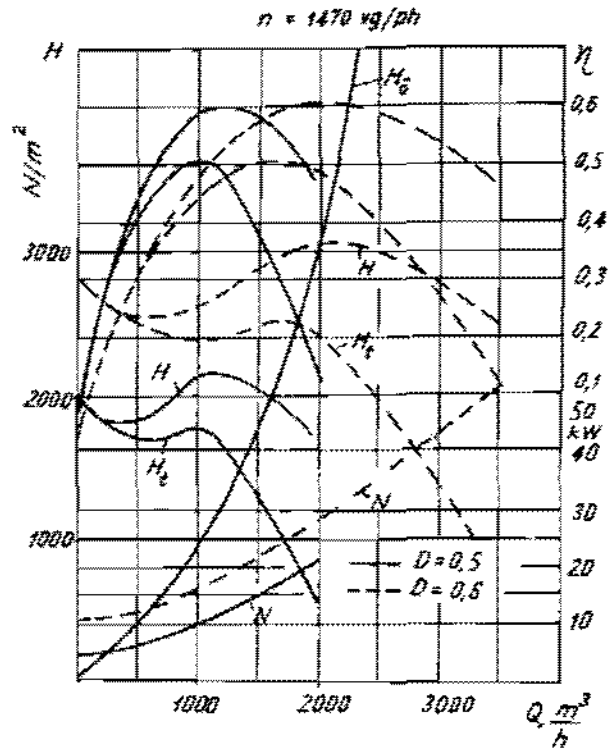
Điểm làm việc của quạt là điểm cắt nhau giữa đường tổn thất đường ống H_0 và đường H_1 .

4.3. ĐẶC TÍNH KHÔNG SỐ ĐO

Đặc tính không số đo, còn gọi là các hệ số được xác định từ những đơn vị gọi là các số đo (xem hình 4.2).

Đơn vị đo, còn gọi là số đo lưu lượng K_Q , m³/s:

$$\left. \begin{aligned} K_Q &= S.U, \text{ m}^3/\text{s}; \\ S &= \frac{\pi D_2^2}{4}, \text{ m}^2; \\ U &= \frac{\pi D.n}{60}, \text{ m/s}. \end{aligned} \right\} (4.8)$$



Hình 4.1. Các đặc tính của quạt.

Nếu với chế độ làm việc tương tự mà đo được các lưu lượng của các quạt bằng nhau thông qua việc sử dụng số đo ở (4.8) thì gọi là hệ số lưu lượng \bar{Q} :

$$\bar{Q} = \frac{Q}{K_Q}; \quad (4.9)$$

hay: $Q = \bar{Q}.K_Q \quad (4.10)$

Với quạt ly tâm thì số đo cột áp K_H là:

$$K_H = \rho U^2, \frac{\text{kg}}{\text{m.s}^2}; \quad (4.11)$$

Hệ số áp lực cột áp là \bar{H} :

$$\bar{H} = \frac{H}{K_H}; \quad (4.12)$$

hay là: $H = \bar{H}.K_H \quad (4.13)$

Số đo công suất K_N bằng tích của số đo lưu lượng với số đo cột áp:

$$K_N = K_Q \cdot K_H = \rho \cdot S \cdot U^3, W. \quad (4.14)$$

Hệ số công suất là:

$$\bar{N} = N/K_N; \quad (4.15)$$

hay là: $N = K_N \cdot \bar{N}; \quad (4.16)$

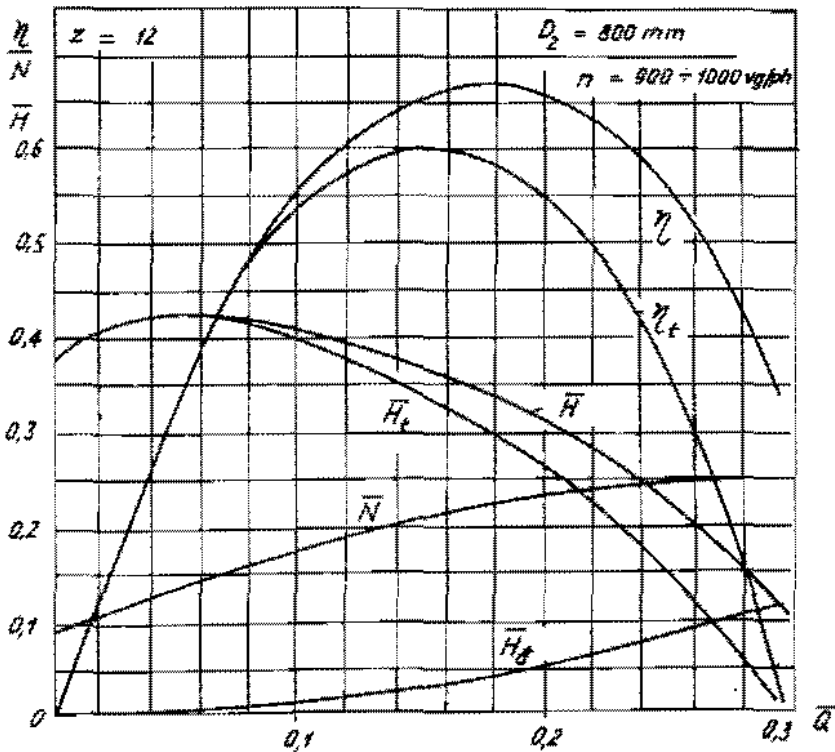
nếu N là kW thì:

$$\bar{N} = \frac{1000 \cdot N}{K_N} \quad (4.17)$$

Thông qua các hệ số không số đo có thể xác định hệ số hiệu dụng của quạt (hay bơm):

$$\eta = \frac{\bar{Q} \cdot \bar{H}}{N} \quad (4.18)$$

Ưu điểm cơ bản của các hệ số không số đo là đánh giá đặc tính của quạt (bơm) với ít đại lượng. Đó là các hệ số \bar{Q} và \bar{H} tương ứng với hệ số hiệu dụng lớn nhất. Khi chọn



Hình 4.2. Các đặc tính không số đo của quạt.

quat (bơm) làm việc ở chế độ tối ưu, có lưu lượng và cột áp mong muốn thì chỉ cần chọn đường kính và số vòng quay của guồng động là đủ.

Với không khí có $\rho_k = 1,2 \text{ kg/m}^3$, áp suất 760 mm Hg, nhiệt độ 20°C , độ ẩm tương đối 50% thì đường kính và số vòng quay của quạt là:

$$\left. \begin{aligned} D &= \frac{0,6672 \cdot K_Q^{1/2}}{K_H^{1/4}}, \text{ m;} \\ n &= 81,3 \frac{K_H^{3/4}}{K_Q^{1/2}}, \text{ vg/ph.} \end{aligned} \right\} \quad (4.19)$$

4.4. TIẾNG ÒN CỦA QUẠT

Tiếng ồn của quạt có hai dạng là: ồn khí động và ồn cơ học.

4.4.1. Òn khí động

Ồn khí động sinh ra do các chi tiết khác nhau của quạt tác động lên sự chuyển động của dòng khí. Yếu tố chính gây ồn khí động là vận tốc vòng lớn, vì cường độ ồn tỷ lệ bậc sáu với vận tốc, bậc hai với số đo tuyến tính của cánh và bậc hai với sức cản đỉnh cánh. Yếu tố thứ hai là dạng cánh, dạng thân (vỏ) quạt, số cánh, chế độ làm việc của quạt và cấu trúc buồng đặt quạt. Tiếng ồn sinh ra do chuyển động xoáy của không khí với guồng động tạo nên các sóng không khí và rung động của các bộ phận. Không khí đi qua cửa hút, cánh hướng dòng (nếu có), đi qua cửa ra của vỏ cứng tạo xoáy và gây ồn.

Cánh cong về phía trước ồn nhiều hơn cong về sau.

4.4.2. Òn cơ học

Độ vững chắc của cánh quạt ồn ít hơn (đúc cánh liền với bầu).

Hầu hết quạt lắp côngxon với trục nên tiếng ồn lớn nếu cân bằng động không tốt.

Tiếng ồn còn do các ổ bi gây ra, do động cơ gây ra.

Muốn tránh tiếng ồn (hạn chế đến mức thấp nhất) của quạt và hệ thống cần loại bỏ hết nguyên nhân gây ồn như:

- cánh quạt nên cong về sau (nếu có thể); vận tốc gió trong các ống dẫn nên nhỏ; guồng động phải được cân bằng tĩnh và động tốt; không nối cứng đường ống với vỏ quạt; vỏ (thân) quạt phải vững chắc;

- các ổ đỡ phải là ổ trượt (không dùng ổ bi); số vòng quay của quạt nên chọn nhỏ (nếu có thể); vận tốc không khí trong quạt càng nhỏ càng tốt;

- giữa đế quạt và móng cần đệm caosu; v.v...

Theo tiêu chuẩn của Nga thì vận tốc vòng ở đường kính ngoài của guồng động (hoặc đường kính đỉnh cánh) được quy định như sau:

- với quạt hướng trục từ 80 đến 100 m/s;

- với quạt ly tâm là 50 m/s;
- vận tốc gió trong ống dẫn là 5 m/s.

Quạt có thể hoạt động trong hệ thống hút; đẩy; vừa hút vừa đẩy. Tốt nhất vẫn là chế độ đẩy, vì vậy mọi nơi, mọi chỗ nếu có thể được nên cho quạt làm việc ở chế độ đẩy.

4.5. ĐIỀU CHỈNH QUẠT

Để điều chỉnh quạt ta cần biết cụ thể quạt làm việc trong hệ thống hút, đẩy hay vừa hút vừa đẩy.

Hình 4.3 thể hiện nguyên lý cấu tạo và hoạt động của hệ thống quạt hút:

P_a - áp suất khí quyển;

P_h - áp suất tại cửa hút của guồng động;

P_d - áp suất tại cửa đẩy của guồng động;

H'_d - tổn thất áp lực động năng ở miệng hút;

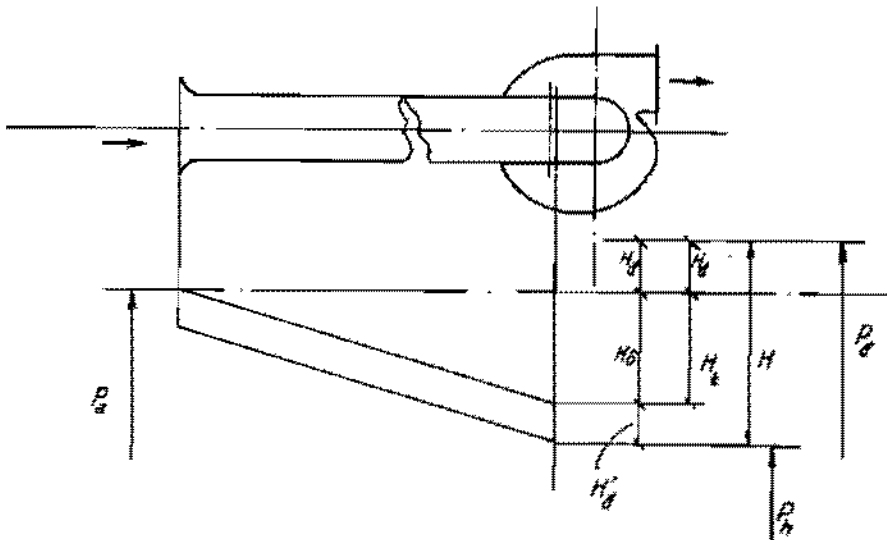
H_d - tổn thất động năng ở cửa đẩy;

H_0 - tổn thất trở lực đường ống;

H_t - tổn thất trở lực tĩnh;

H - tổng tổn thất trở lực (cũng là áp lực, mà quạt phải có):

$$H = H'_d + H_t + H_d, \text{ mm H}_2\text{O}. \quad (4.20)$$



Hình 4.3. Quạt làm việc ở chế độ hút.

Muốn giảm tổn thất động năng H'_d , ở cửa đẩy của hệ thống quạt hút phải làm đoạn ống loe để giảm vận tốc dòng khí xuống còn 30 đến 25% vận tốc đầu. Góc loe gọi là $\alpha = 10^\circ$. Từ đó tính độ dài của đoạn ống loe (đoạn khuếch tán).

$$H_1 = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \frac{W^2 \rho}{2}, \quad (4.21)$$

trong đó:

λ - hệ số ma sát giữa lưu thể với thành ống;

l, d - chiều dài, đường kính ống dẫn, m;

$\sum \xi$ - tổng trở lực cục bộ trên ống hút;

W - vận tốc dòng lưu thể đi trong ống, m/s;

ρ - khối lượng riêng của lưu thể, kg/m³.

H_1 - cũng có thể tính từ công thức:

$$H_1 = \sum l.R + \sum Z, \text{ mmH}_2\text{O}, \quad (4.22)$$

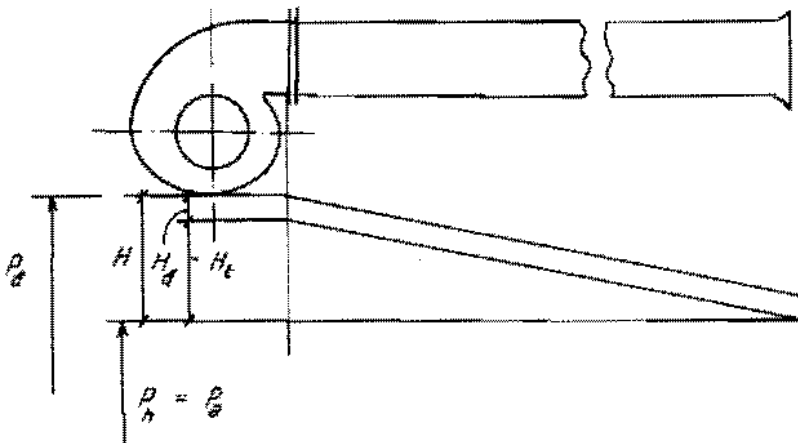
trong đó:

l - chiều dài của đoạn ống có cùng đường kính, m;

R - hệ số ma sát trên mỗi mét ống, phụ thuộc vào tiết diện ống và lưu lượng của khí (xem hình 4.16), $\frac{\text{mmH}_2\text{O}}{\text{m}}$;

$$Z = \xi \frac{W^2 \rho}{2}, \text{ mmH}_2\text{O}. \quad (4.23)$$

H_0 và H'_0 tính theo công thức (4.3).



Hình 4.4. Quạt làm việc ở chế độ đầy.

Công suất của quạt tính theo công thức (4.7).

Hình 4.4 thể hiện nguyên lý cấu tạo của hệ thống quạt đầy.

Chiều cao cột áp H được tính theo công thức:

$$H = H_1 + H_0, \text{ mmH}_2\text{O}; \quad (4.24)$$

H_1 và H_d cũng tính tương tự như hệ thống quạt hút. Công suất cũng tính tương tự như công thức (4.7).

$P_n = P_h$ - áp suất khí quyển bằng áp suất hút;

P_d - áp suất đẩy:

$$P_d = P_h + \rho_k g(H_1 + H_d), \text{ mmH}_2\text{O}. \quad (4.25)$$

Có nhiều trường hợp quạt làm việc với chế độ vừa đẩy vừa hút. Các phép tính cũng tương tự như trên và tính cả hai phía.

Điều chỉnh lưu lượng của quạt có thể bằng các cách sau: dùng van; thay đổi số vòng quay, chỉnh góc nghiêng của cánh guồng hay cánh của bộ dẫn hướng (nếu có thể).

a) Điều chỉnh lưu lượng bằng van

Đây là phương pháp đơn giản nhất, tiện lợi vì vậy nó được ứng dụng rộng rãi. Van có thể đặt ở ống đẩy hay ống hút. Đặt ở ống hút thì kinh tế hơn. Khi đóng bớt hay mở thêm van chính là làm thay đổi đường đặc tính tổn thất H_1 để dịch chuyển điểm làm việc của quạt, như vậy sẽ có lưu lượng và cột áp thay đổi.

b) Điều chỉnh bằng thay đổi số vòng quay

Đây là phương pháp kinh tế nhất, nhưng cần có động cơ thay đổi vận tốc hoặc bộ truyền động có thể thay đổi được số vòng quay của quạt.

c) Thay đổi bằng điều chỉnh cánh hướng dòng

Bộ cánh này thường đặt ở cửa hút của quạt.

Khi chế tạo đã làm cho nó có khả năng xoay được khi cần. Phương pháp này cũng kinh tế và thường được áp dụng trong công nghiệp.

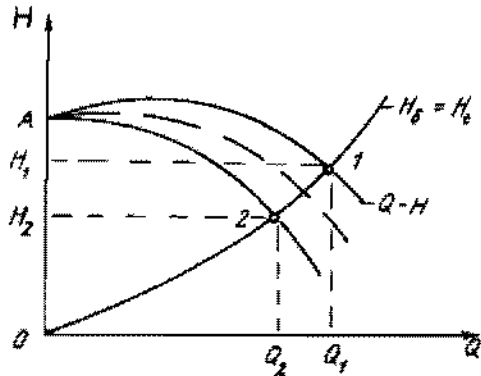
Phương pháp này chính là làm thay đổi độ dốc của đường đặc tính $Q - H$ (xem hình 4.5).

Đường $Q - H$ thay đổi độ dốc khi số vòng quay giữ nguyên, điểm A vẫn không thay đổi.

Nhờ vậy điểm làm việc của quạt sẽ là 1 hoặc 2, ứng với lưu lượng Q_1, Q_2 , cột áp H_1, H_2 .

d) Điều chỉnh bằng cánh của guồng động

Chỉ áp dụng được cho quạt hướng trục, và cũng phải chế tạo trước để có thể điều chỉnh được.

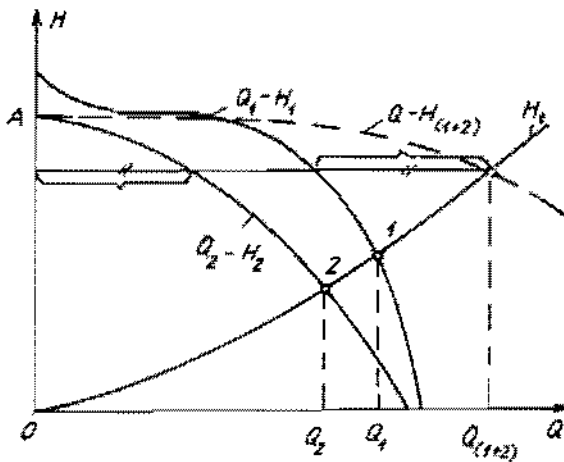


Hình 4.5. Sự thay đổi đường đặc tính khi điều chỉnh quạt.

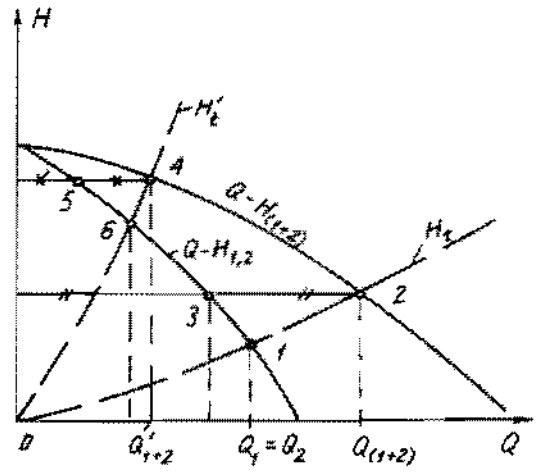
4.6. SỰ LÀM VIỆC SONG SONG VÀ NỐI TIẾP CỦA QUẠT

Quá trình làm việc song song hay nối tiếp của các quạt cũng giống hệt như các bơm.

Hình 4.6 là sự làm việc song song của hai quạt có đường đặc tính khác nhau. Trong trường hợp này cần chú ý: áp lực (chiều cao cột áp) chung phải thấp hơn điểm A, nếu cao hơn, thì quạt có đặc tính thấp là $Q_2 - H_2$ sẽ không có lưu lượng mặc dù vẫn quay. Quạt một đã thổi đạt quạt hai.



Hình 4.6. Đặc tính của hai quạt khác nhau làm việc song song.



Hình 4.7. Đặc tính của hai quạt giống nhau, làm việc song song.

Hình 4.7 là sự làm việc song song của hai quạt giống hệt nhau. Nếu đặc tính là H_1 thì khi làm việc song song sẽ có lưu lượng nhiều hơn một quạt. Nếu đặc tính tổn thất là H_1 thì hai quạt làm việc song song cũng chẳng nhiều hơn một quạt là bao nhiêu. Vì vậy nên hướng về đường H_1 sẽ kinh tế hơn.

4.7. CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ

Sau khi đã tính được công suất của quạt là N thì tìm công suất động cơ N_d :

$$N_d = \frac{\alpha \cdot N}{\eta_t}, \text{ kW}, \quad (4.26)$$

trong đó:

N - công suất đặt lên trục quạt tính theo điều kiện (4.7), kW;

α - hệ số, tra bảng (4.1);

η_t - hệ số hiệu dụng truyền động:

$\eta_t = 1$ - truyền động trực tiếp (trục của động cơ cũng là của quạt);

$\eta_t = 0,95$ - băng khớp mềm;

$\eta_t = 0,9$ - băng đai thang;

$\eta_t = 0,85$ - băng đai dẹt.

Bảng 4.1

Công suất quạt N, kW	a - quạt ly tâm	a - quạt hướng trục
đến 0,5	1,5	1,2
0,5 - 2	1,3	1,15
2-5	1,2	1,10
5 - 10	1,15	1,05
trên 10	1,1	1,05

4.3. TÍNH THIẾT KẾ QUẠT

Những kết luận từ lý thuyết về bơm ly tâm, bơm hướng trục hoàn toàn đúng cho quạt ly tâm và hướng trục. Ở đây chúng ta chỉ chú ý tới những thông số đặc trưng cho quạt như: đường kính ngoài D_2 của guồng động quạt ly tâm, hay đường kính đỉnh cánh trong quạt hướng trục. Đường kính D_2 được xác định thông qua hệ số cột áp \bar{H} , chiều cao cột áp H , khối lượng riêng ρ và số vòng quay n :

$$\bar{H} = \frac{H}{\rho \cdot U_2^2} \quad \text{hay} \quad U_2 = \sqrt{\frac{H}{\rho \bar{H}}};$$

$$U_2 = \frac{\pi \cdot n \cdot D_2}{60}, \text{ m/s} \quad \text{hay} \quad D_2 = \frac{60}{\pi \cdot n} \cdot U_2;$$

$$D_2 = \frac{60}{\pi \cdot n} \sqrt{\frac{H}{\rho \bar{H}}}, \text{ m.} \quad (4.27)$$

Đường kính miệng hút D_0 xem như gần bằng đường kính trong D_1 của guồng động, được tính theo phương trình:

$$D_0 = K_{D_0} \sqrt[3]{\frac{Q}{n(1 - K_1)}}, \text{ m,} \quad (4.28)$$

trong đó:

Q - lưu lượng của quạt, m^3/s ;

K_1 - hệ số hút;

$$K_1 = \frac{C_{u1}}{U_1} = 0,35 = \text{const}; \quad (4.29)$$

K_{D_0} - hệ số phụ thuộc vào góc β_2 (xem hình 3.41), tra ở bảng 4.2.

Bảng 4.2

	$\beta_2 < 90^\circ$		$\beta_2 > 90^\circ$	
n_N	130	1040	30	1040
K_{D_0}	3	4,3	3	3,2

Phương trình (4.18) tính cho guồng động lắp côngxon trên trục không có ống lót làm cản trở diện tích cửa hút, khi ấy vận tốc dòng khí C_0 đi trong cửa hút được tính như sau:

$$C_0 = \frac{4Q}{\pi \cdot D_0^2} \cdot \frac{m}{s} \quad (4.30)$$

Khi có ống lót với đường kính là d , thì đường kính cổ hút sẽ phải lớn hơn ($D'_0 > D_0$):

$$D'_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\lambda_0 \cdot \pi \cdot C_0} + d} \quad , \text{ m,} \quad (4.31)$$

trong đó:

$\lambda_0 = 0,7 + 1$ là hệ số chạt hẹp.

Đường kính trong D_1 của guồng động được tính như sau (tính cho đường ống nằm giữa cánh vào):

$$\left. \begin{aligned} D_1 &\approx D'_0; \\ C_{m_1} &\approx C_0. \end{aligned} \right\} \quad (4.32)$$

Cạnh vào b_1 của cánh guồng tính theo điều kiện:

$$b_1 = \frac{Q}{\pi \cdot D_1 \cdot C_{m_1} \cdot \lambda_1} \quad , \text{ m,} \quad (4.33)$$

trong đó:

$\lambda_1 = 0,95$ là hệ số chạt hẹp do cánh gây nên.

Với loại cánh cong về phía trước và khi giá trị $n_N = 300 \div 900$ ta có:

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= (0,3 + 0,4) D_0 \text{ với } D_0 = (0,25 + 0,35) D_2; \\ b_1 &= (0,4 + 0,5) D_0 \text{ với } D_0 = (0,35 + 0,5) D_2 \\ b_1 &= (0,5 + 0,6) D_0 \text{ với } D_0 > 0,5 D_2. \end{aligned} \right\} \quad (4.34)$$

Sau khi xác định n , vg/ph, xác định D_1 , dựng tam giác vận tốc để tìm β_1 , W_1 , sao cho:

$$\frac{W_1}{W_2} \leq 1,4.$$

Hệ số xoắn K_2 của cánh ra so với cạnh vào của cánh guồng phụ thuộc vào dạng của cánh:

$$\left. \begin{aligned} K_2 &= \frac{C_{u_2}}{U_2} = 0,5 + 0,8 \text{ với } \beta_2 < 90^\circ; \\ K_2 &= \frac{C_{u_2}}{U_2} = 1 \quad \text{với } \beta_2 = 90^\circ; \\ K_2 &= \frac{C_{u_2}}{U_2} = 1,1 + 1,6 \text{ với } \beta_2 > 90^\circ. \end{aligned} \right\} \quad (4.35)$$

Tam giác vận tốc U_2, W_2, C_2 (hình 3.39) cho phép xác định góc β_2 , cạnh b_2 theo điều kiện:

$$b_2 = \frac{Q}{(\pi D_2 \sin \beta_2 - \delta_2 \cdot Z_2) \cdot W_2}, \text{ m}, \quad (4.36)$$

trong đó:

δ_2 - chiều dây cánh ở cạnh ra, m;

Z_2 - số cánh;

W_2 - vận tốc tương đối của lưu thể, m/s :

$$W_2 = \mu_2 \cdot W_1; \quad (4.37)$$

$$\mu_2 = 0,85 + 0,95 \quad \text{với } D_0 = 0,6 D_2;$$

$$\mu_2 = 0,80 + 0,90 \quad \text{với } D_0 = 0,7 D_2;$$

$$\mu_2 = 0,75 + 0,85 \quad \text{với } D_0 = 0,8 D_2.$$

Với cánh cong về trước thì giá trị cạnh b_2 lấy lớn hơn khi tính được từ (4.36) một ít.

Số cánh Z của guồng động phụ thuộc vào bước cánh t :

$$t = \frac{\pi(D_2 + D_1)}{2Z}, \text{ m}. \quad (4.38)$$

Trong thực tế thường lấy bước cánh nhỏ hơn chiều dài hướng kính của cánh guồng:

$$\Delta R \geq \frac{\pi(D_2 + D_1)}{2Z} \equiv t; \quad (4.39)$$

hay là:

$$Z \geq \frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \cdot \pi. \quad (4.40)$$

Nghĩa là chiều dài khai triển của cánh Δl sẽ lớn hơn bước cánh t :

$$\Delta l > t.$$

Đối với quạt hướng trục thì các đặc tính H, N, η là hàm của Q , cũng giống như bơm hướng trục: $Q - H$ giảm nhanh trong khi N giảm không đáng kể, công suất tiêu thụ là lớn nhất khi $Q = 0$, η giảm nhanh sau điểm cực đại.

Đường kính D_c của đỉnh cánh xác định từ điều kiện:

$$D_c = 1,3 \sqrt{\frac{Q}{C_m}}, \text{ m}, \quad (4.41)$$

trong đó:

Q - lưu lượng của quạt, m^3/s ;

$C_m = 8 + 10$ m/s là vận tốc hướng trục.

Vận tốc vòng U_c trên đường kính D_c sẽ là:

$$U_c = 2,8\varphi \sqrt{H}, \text{ m/s}, \quad (4.42)$$

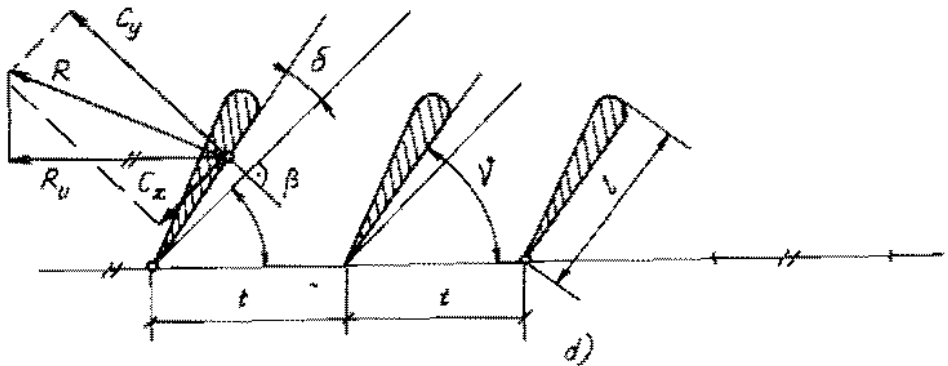
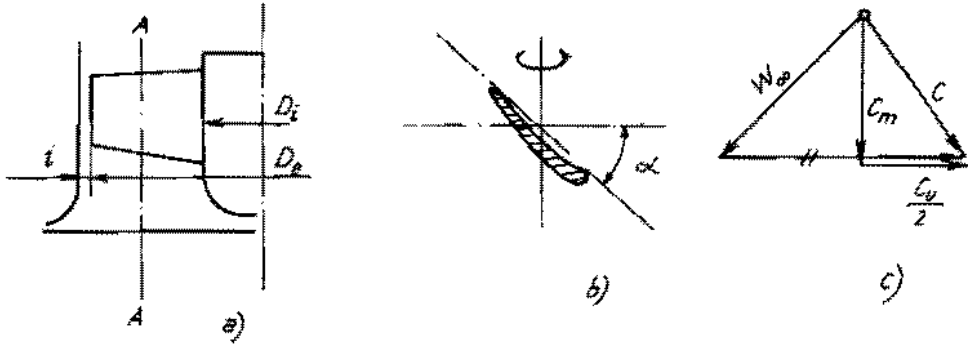
trong đó:

H - áp suất do quạt tạo ra, mm H₂O;

φ - hệ số phụ thuộc dạng cánh;

$\varphi = 2,8 + 3,5$ với cánh phẳng;

$\varphi = 2,2 + 2,8$ với cánh cong.



Hình 4.8. Guồng động quạt hướng trục:

a) guồng và vỏ; b) góc nghiêng của cánh; c) tam giác vận tốc; d) khai triển mặt cắt trụ đi qua A - A.

$$U_c = \frac{\pi n}{30} \cdot \frac{D_c}{2} \quad ; \quad (4.43)$$

để chống ồn thì $U_c < 95$ m/s và C_m nên lấy như sau:

$$\left. \begin{aligned} C_m &= (0,25 + 0,40) \cdot U_c \\ C_m &= (0,3 + 0,55) \cdot U_c \end{aligned} \right\} \quad (4.44)$$

Phương trình đầu của (4.44) dùng cho quạt hướng trục một cấp, phương trình hai cho quạt hai cấp.

Đường kính bầu cánh D_i (đường kính chân cánh), xem hình 4.8, phụ thuộc vào mật độ cánh là ϵ

$$\varepsilon \equiv \frac{l}{t} = \frac{Zl}{\pi D_i} \equiv 1; \quad (4.45)$$

thường lấy $\varepsilon = 0,6 + 0,8$.

Khi đã biết Q , H và U ta tính được C_u từ phương trình:

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{\Delta P}{\rho g}, \text{ mmH}_2\text{O}; \\ \Delta P &= P_2 - P_1 = \rho_k \left(U \cdot C_u - \frac{C_u^2}{\rho g} \right), \text{ N/m}^2 \end{aligned} \right\} \quad (4.46)$$

trong đó:

P_1, P_2 - áp suất hút và đẩy của quạt hướng trục, N/m^2 ;

ρ_k - khối lượng riêng của khí (không khí), kg/m^3 ;

U - vận tốc vòng, m/s ;

C_u - hình chiếu của vận tốc tuyệt đối trên phương của U .

Áp suất lý thuyết ΔP_{H1} mà quạt tạo ra cho không khí tính theo điều kiện sau:

$$\Delta P_{H1} = (\Delta P + \Delta P_m) \cdot K_i \cdot K_e, \text{ mm H}_2\text{O}; \quad (4.47)$$

ΔP_m - tổn thất áp lực ngay trong guồng động:

$$\Delta P_m = \frac{2 \cdot \Delta P \cdot \text{tg} \beta \cdot C_x}{(1 + \nu) \cdot C_y}, \text{ mm H}_2\text{O}; \quad (4.48)$$

$$\nu^2 \equiv \left(\frac{D_i}{D_e} \right)^2;$$

$$C_y = (0,5 + 0,8) C_{y \max i}$$

$$K_e = 1,05 + 1,1.$$

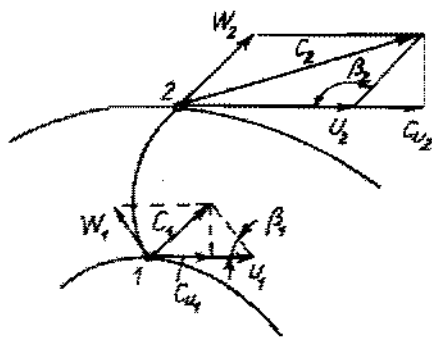
K_i phụ thuộc vào khe hở i :

$$\bar{i} = \frac{2i}{D_e - D_i}; \quad (4.49)$$

$\bar{i} =$	0,01	thì $K_i =$	1,1
	0,02		1,5
	0,03		1,35
	0,04		1,50
	0,05		1,70
	0,06		1,80
	0,07		2,00

Hệ số hiệu dụng được tính theo công thức:

$$\eta_i = \frac{1}{K_i}. \quad (4.50)$$



Hình 4.9. Các tam giác vận tốc khi cánh cong về phía trước.

Chiều rộng b của cánh được tính theo công thức:

$$b = \frac{D_c - D_1}{2}, \text{ m.} \quad (4.51)$$

Góc β được xác định theo điều kiện (4.52) xem hình 4.8 và hình 4.9:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{C_m}{U - \frac{C_u}{2}}; \quad (4.52)$$

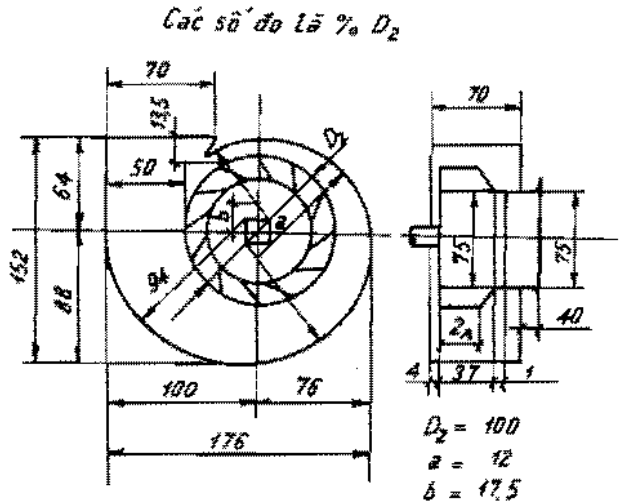
thay các giá trị tại điểm 1 ở cạnh vào và điểm 2 ở cạnh ra ta tìm được các góc β_1 và β_2 .

Góc cánh ν được tính như sau:

$$\nu = \delta + \beta_{\infty}. \quad (4.53)$$

Hiệu suất chung η của quạt hướng trục có giá trị từ 50 đến 80%, tùy độ lớn.

Kích thước các chi tiết của quạt ly tâm tính phụ thuộc vào đường kính D_2 (xem hình 4.10). Các kích thước đều là % của D_2 .



Hình 4.10. Các kích thước của quạt.

4.9. CÁC VÍ DỤ

Ví dụ 1

Giường động của quạt ly tâm có:

$$D_1 = 480 \text{ mm}; D_2 = 600 \text{ mm}; n = 1500 \text{ vg/ph}; \rho_k = 1,2 \text{ kg/m}^3;$$

$$W_1 = 25 \text{ m/s}; W_2 = 22 \text{ m/s}; \beta_1 = 60^\circ; \beta_2 = 120^\circ.$$

Hãy dựng các tam giác vận tốc ở cạnh vào và ra của cánh giồng và xác định chiều cao cột áp lý thuyết H_{lt} .

Bài giải:

Các vận tốc vòng U_1 và U_2 , tính như sau:

$$U_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,48 \cdot 1500}{60} = 37,7 \text{ m/s};$$

$$U_2 = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,6 \cdot 1500}{60} = 47,1 \text{ m/s}.$$

Dựng các tam giác vận tốc giống ở hình 4.10 và xem phần bơm ly tâm (nguyên lý giồng quạt ly tâm). Các thành phần C_u tính từ tam giác vận tốc:

$$C_{u1} = U_1 - W_1 \cos \beta_1 = 37,7 - 25 \cos 60^\circ = 25,2 \text{ m/s};$$

$$C_{u_2} = U_2 \cdot W_2 \cos\beta_2 = 47,1 \cdot 22 \cos 120^\circ = 58,1 \text{ m/s.}$$

Chiều cao cột áp lý thuyết tính như sau:

$$H_{11}^* = \frac{1}{g} (U_2 C_{u_2} - U_1 C_{u_1}) = \frac{1}{9,81} (47,1 \cdot 58,1 - 37,7 \cdot 25,2) =$$

= 182 m cột không khí hay tính theo m H₂O như sau:

$$\rho_k H_k = \rho_{H_2O} H_{11} \Rightarrow H_{11} = \frac{1,2 \cdot 182}{1000} = 0,218 \text{ m H}_2\text{O.}$$

Ví dụ 2

Cần nung nóng không khí với lưu lượng 20000 kg/h từ 20°C lên 160°C bằng cách cho nó chảy qua thiết bị trao đổi nhiệt.

Hãy xác định năng suất, áp suất, công suất của quạt khí lắp trước và lắp sau thiết bị trao đổi nhiệt. Tổn thất thủy lực của dòng không khí chảy trong hệ thống là 120 mm H₂O. Ở điều kiện 20°C và $\rho_k = 1,2 \text{ kg/m}^3$. Hiệu suất tổng ở cả hai trường hợp là như nhau $\eta = 50\%$.

Bài giải:

Khối lượng riêng của không khí ở 160°C là ρ'_k :

$$\rho_k T_k = \rho'_k T'_k \Rightarrow \rho'_k = 1,2 \frac{293}{433} = 0,81 \text{ kg/m}^3. \quad (4.54)$$

Ở 20°C thì chiều cao cột áp tính cho không khí là H_k :

$$H_k = \frac{\rho \cdot H}{\rho_k} = \frac{1000 \cdot 0,12}{1,2} = 100 \text{ m cột không khí.}$$

Như đã biết ở phần đầu, tổn thất thủy lực phụ thuộc vào khối lượng riêng và tỷ lệ bậc hai với vận tốc lưu lượng. Vì vậy ta sẽ tính trong hai điều kiện:

a) *Quạt lắp trước thiết bị trao đổi nhiệt (quạt đẩy):*

$$Q = \frac{G_k}{3600 \cdot \rho_k} = \frac{30000}{3600 \cdot 1,2} = 6,95 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$N = \frac{\rho_k \cdot g \cdot Q \cdot H_k}{1000 \cdot \eta} = \frac{1,2 \cdot 9,81 \cdot 6,95 \cdot 100}{1000 \cdot 0,5} = 16,34 \text{ kW.}$$

b) *Quạt lắp sau (quạt hút):*

$$Q' = \frac{G_k}{3600 \cdot \rho'_k} = \frac{30000}{3600 \cdot 0,81} = 10,3 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$H'_k = \frac{\rho'_k}{\rho_k} \left(\frac{Q'}{Q} \right)^2 H_k = \frac{0,81}{1,2} \cdot \left(\frac{10,3}{6,95} \right)^2 \cdot 100 = 148 \text{ m cột không khí;}$$

$$N' = \frac{\rho'_k \cdot g \cdot Q' \cdot H'_k}{1000 \cdot \eta} = \frac{0,81 \cdot 9,81 \cdot 10,3 \cdot 148}{1000 \cdot 0,5} = 24,2 \text{ kW;}$$

$$\rho \cdot g \cdot H = \rho'_k \cdot g \cdot H'_k \Rightarrow H = \frac{\rho'_k \cdot g \cdot H'_k}{\rho \cdot g} = \frac{1180}{9,81 \cdot 1000};$$

$$H = 0,120 \text{ m H}_2\text{O} = 120 \text{ mm H}_2\text{O};$$

$$N' = \frac{9,81 \cdot 10,3 \cdot 120}{1000 \cdot 0,5} = 24,2 \text{ kW}; \text{ (công suất vận thế).}$$

So sánh hai trường hợp ta có:

$$\left. \begin{aligned} \frac{N'}{N} &= \frac{24,2}{16,34} = 1,48; \\ \frac{Q'}{Q} &= \frac{10,3}{6,95} = 1,48; \\ \frac{\rho_k}{\rho'_k} &= \frac{1,2}{0,81} = 1,48. \end{aligned} \right\} \quad (4.55)$$

Từ (4.55) ta rút ra nhận xét: công suất tiêu thụ cho quạt do hút không khí bị đốt nóng tăng lên bao nhiêu lần thì khối lượng riêng của không khí giảm đi bấy nhiêu lần so với trước khi đốt nóng. Công suất gia tăng đó là do quạt phải hút thể tích không khí lớn hơn.

Do vậy đối với hệ thống quạt ta nên lắp quạt ở vị trí mà không khí có nhiệt độ thấp nhất trong hệ thống.

4.10. CÁC HỆ THỐNG QUẠT

4.10.1. Phân loại

Hệ thống quạt gồm có quạt và các đường ống cùng những thiết bị nằm trên đường ống. Tùy mục đích sử dụng mà hệ thống quạt có những tên gọi khác nhau.

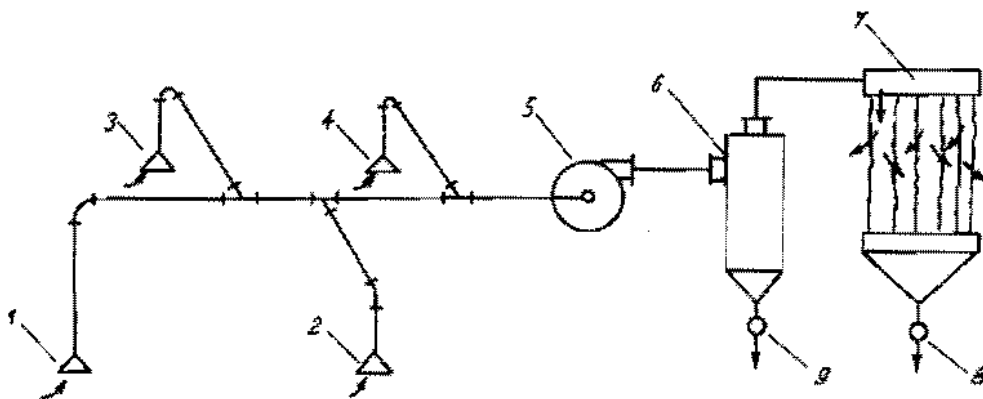
4.10.1.1. Hệ thống hút bụi

Hệ thống hút bụi dùng trong trường hợp sản xuất nào đó có sinh ra bụi. Tùy quy mô (có nhiều hay ít đối tượng gây bụi), tính chất bụi, quy trình sản xuất, mà lựa chọn hệ thống quạt phù hợp nhất. Các chụp hút phải có cấu tạo và lắp đặt đúng thì mới hút được hết bụi. Trong hệ thống hút bụi đơn giản chỉ gồm có: chụp hút bụi, ống hút, quạt, thiết bị lắng bụi. Nếu bụi lại là sản phẩm nghiền thì nó được thu hồi triệt để sau khi lắng. Vận tốc gió (gồm không khí và bụi) ở phễu hay chụp hút và trong đường ống phải lớn hơn vận tốc lắng của bụi. Lưu lượng gió tùy thuộc vào lượng bụi cần hút. Quạt phải có đủ lưu lượng, áp suất, công suất cần thiết. Vật liệu chế tạo quạt và hệ thống ống, thiết bị phải phù hợp với từng loại bụi để sử dụng được lâu dài.

Hệ thống hút hơi, khí độc, có cấu tạo tương tự như hệ thống hút bụi. Khí độc phải được thu hồi hoặc xử lý, không khí sạch mới được xả ra ngoài.

Hệ thống vận chuyển các nguyên liệu có kích thước nhỏ như: bột, cám, trấu, mùn cưa, than cám, v.v. cũng có cấu tạo tương tự như hệ thống hút bụi.

Hình 4.11 thể hiện cấu tạo của hệ thống hút bụi phức tạp. Các chụp hút đều phải có van để điều chỉnh sao cho chụp nào cũng hút được hết bụi. Tiết diện ống hút chung lớn dần theo sự gia tăng của số chụp hút và không thay đổi từ chỗ đầu chụp cuối đến quạt. Tiết diện ống hút có thể là tròn, vuông hoặc chữ nhật.



Hình 4.11. Hệ thống hút bụi hoặc sản phẩm có kích thước nhỏ:
1; 2; 3; 4 - các chụp hút; 5 - quạt; 6 - thiết bị lắng; 7- thiết bị lọc túi;
8; 9 - các bộ phận xả.

Việc tính tổn thất trở lực của hệ thống quạt sẽ đề cập ở mục sau.

Khi hút bụi, hơi độc cũng đồng thời làm thông gió cho phân xưởng, phòng thí nghiệm là những nơi sinh ra bụi hay hơi độc. Bởi vì hút bụi, hơi độc tức là hút không khí tại vùng có bụi, hơi độc, nên không khí mới sẽ qua các cửa chớp tràn vào để thế chỗ.

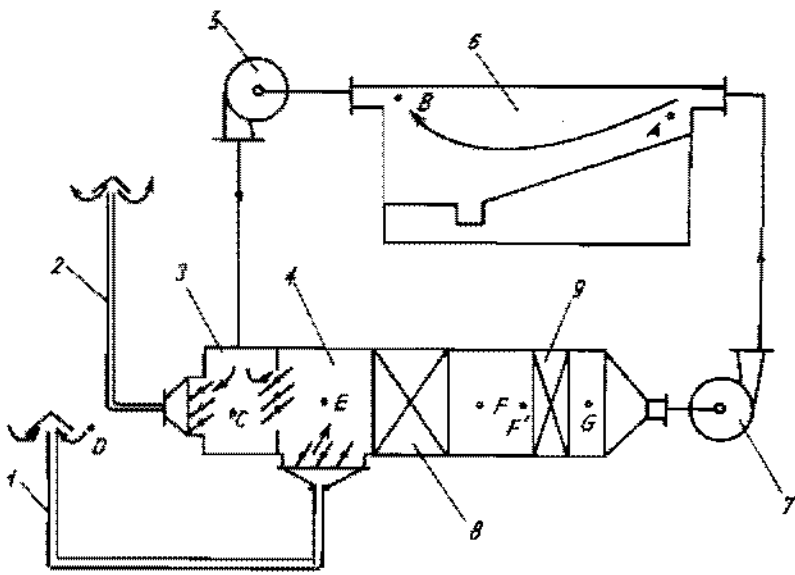
4.10.1.2. Hệ thống thông gió làm mát

Hệ thống thông gió làm mát được áp dụng khi nhiệt độ không khí ngoài trời thấp hơn nhiệt độ không khí trong phòng hay phân xưởng (xem hình 4.12).

Các điểm A, B, C, D, E, F, G thể hiện trạng thái của không khí. Các thông số của chúng trên đồ thị $I - d$ của không khí hình 4.13, dùng để tính nhiệt cho quá trình thông gió. Từ kết quả tính nhiệt ta biết được lưu lượng không khí tuần hoàn trong hệ thống thông gió. Từ cấu tạo cụ thể của hệ thống thông gió ta tính được tổn thất áp lực trên các tuyến kênh dẫn. Sau khi tính được lưu lượng và cột áp ta dễ dàng tra được quạt phù hợp, hoặc thiết kế chế tạo mới.

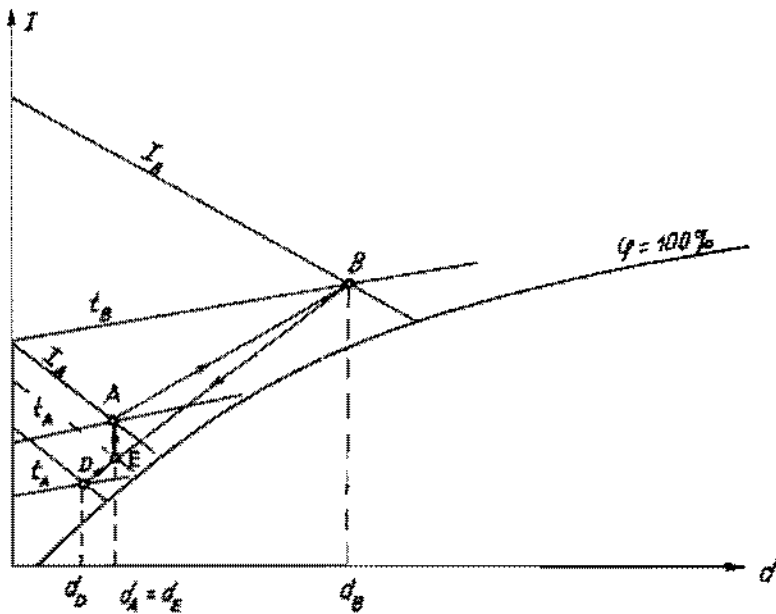
Nếu xem tổn thất nhiệt trên đường ống là không đáng kể có thể bỏ qua thì trạng thái của các điểm $G \equiv A$; $B \equiv C$; $E \equiv F$.

Khi không dùng đốt nóng thì trên đồ thị ở hình 4.13 điểm $A \equiv E \equiv F \equiv G$. Khi đó quá trình thông gió sẽ là: điểm B hòa trộn với D thành E đi vào phòng (hội trường, phân xưởng) lại thành B. Ở đây ta không đi sâu quá trình thông gió, mà chỉ đưa ra hệ thống tính quạt (xem tài liệu [3]). Hệ thống thông gió như hình 4.12 gồm hệ thống vừa hút vừa đẩy của quạt 5, vừa hút vừa đẩy của quạt 7. Tuyến hút của quạt 5 là từ hội trường 6, tuyến đẩy từ quạt qua ống đẩy đến buồng phân chia 3 qua ống 2 ra ngoài.



Hình 4.12. Hệ thống thông gió làm mát:

- 1 - ống lấy không khí sạch; 2 - ống thải; 3 - buồng phân chia không khí thải;
 4 - buồng hòa trộn; 5 - quạt; 6 - hội trường cần thông gió; 7 - quạt;
 8 - bộ phận lọc bụi, mùi; 9 - thiết bị đốt nóng.



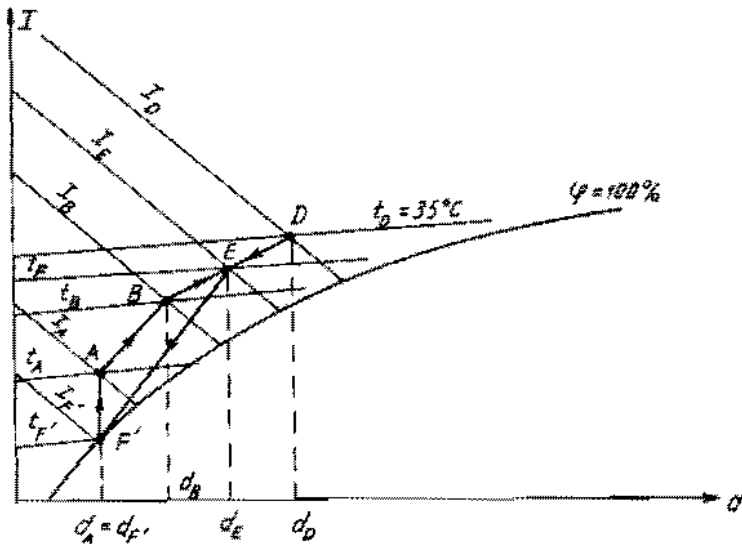
Hình 4.13. Trạng thái của không khí trong hệ thống thông gió:
 điểm D - trạng thái không khí ngoài trời; điểm B - trạng thái không khí lúc
 rời phòng; điểm E - điểm hòa trộn; điểm A - sau khi đốt nóng.

Tuyến hút của quạt 7 gồm ống hút 1, buồng hòa trộn 4, thiết bị lọc 8, thiết bị đốt nóng 9 đến cửa hút của quạt; tuyến đẩy của nó tính từ cửa đẩy đến hội trường 6. Căn cứ vào các tuyến của mỗi hệ thống quạt ta tính được tổn thất trở lực của chúng.

Ngoài hệ thống thông gió đơn thuần còn có hệ thống điều hòa không khí.

4.10.1.3. Hệ thống điều hòa không khí

Điều hòa không khí là tạo ra bầu không khí có nhiệt độ và độ ẩm như ý muốn bất kể nhiệt độ không khí ngoài trời là như thế nào. Ngoài ra bầu không khí do hệ thống điều hòa trung tâm tạo ra có chất lượng cao: không bụi, không mùi, không chất độc hại, không ồn, luôn ổn định. Từ hình 4.12 ta lắp thêm hệ thống phun nước lạnh có nhiệt độ khoảng 10°C vào giữa thiết bị lọc 8 và thiết bị đốt nóng 9 là đã có hệ thống điều hòa không khí trung tâm. Khi đó các quá trình điều hòa không khí được thể hiện ở hình 4.14.



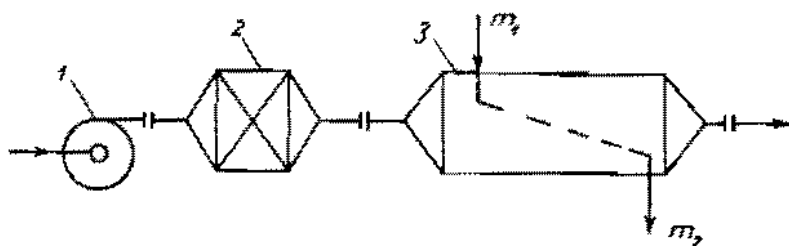
Hình 4.14. Các quá trình trong hệ thống điều hòa không khí trung tâm cho mùa hè ở Việt Nam.

Không khí do điều hòa trung tâm tạo ra để đưa đi sử dụng là trạng thái điểm A có $t_A = 22^{\circ}\text{C}$, $\varphi_A = 65\%$ (phục vụ cho người). Khi rời hội trường, không khí có trạng thái điểm B có $t_B = 26^{\circ}\text{C}$, $\varphi_B = 65\%$. Điểm E là trạng thái không khí ở buồng hòa trộn. Điểm F' là không khí đã được làm mát trong buồng phun mưa lạnh nhân tạo. Muốn có nước lạnh ở Việt Nam vào mùa hè cần có hệ thống lạnh để làm lạnh nước trước khi phun. Việc tính hệ thống quạt trong điều hòa trung tâm cũng giống như trong hệ thống thông gió ở hình 4.12 cộng thêm trở lực buồng phun mưa.

4.10.1.4. Hệ thống quạt trong sấy đối lưu phụ thuộc vào cấu tạo cụ thể của từng hệ thống sấy

Tác nhân sấy mà hệ thống quạt cần phải vận chuyển tùy thuộc vào năng suất của hệ thống sấy, tính chất của sản phẩm sấy. Tác nhân sấy có thể là không khí nóng hoặc hơi nước. Hình 4.15 biểu diễn hệ thống quạt đẩy trong sấy đối lưu bằng không khí nóng, không hồi lưu khí thải.

Quạt 1 có nhiệm vụ cung cấp đầy đủ lưu lượng do năng suất sấy yêu cầu, áp lực của quạt phải lớn hơn tổng trở lực của đường ống, kaloriphe, buồng sấy (chủ yếu là trở lực của vật liệu trong buồng sấy).



Hình 4.15. Hệ thống quạt đẩy trong sấy đối lưu:

1 - quạt đẩy; 2 - kaloriphe; 3 - buồng (hầm) sấy; m_1 - nguyên liệu ẩm, m_2 - sản phẩm sấy.

Ngoài hệ thống quạt đẩy, trong sấy đối lưu bằng khối lò thường là hệ thống quạt hút, hoặc vừa hút vừa đẩy.

4.10.2. Các dạng trở lực trong hệ thống quạt

Để tính được tổng tổn thất trở lực của hệ thống quạt ta phải căn cứ vào cấu tạo cụ thể của đường ống và các thiết bị lắp trên đường ống, lưu lượng và vận tốc của không khí chảy qua. Tổng tổn thất trở lực của mỗi hệ thống gọi là ΔP :

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2, \quad (4.56)$$

trong đó:

$$\Delta P_1 = H_1 = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{W^2}{2} \cdot \rho; \quad (4.57)$$

ở đây:

λ - hệ số ma sát giữa dòng khí và ống;

l, d - chiều dài, đường kính ống, m;

ξ - hệ số trở lực cục bộ;

W - vận tốc không khí trong ống, m/s;

ρ - khối lượng riêng của không khí; kg/m^3

ΔP_2 - tổng tổn thất trở lực của các thiết bị như: lọc bụi, van, xyclon, buồng sấy, v.v...

H_1 cũng có thể tính như sau:

$$H_1 = \sum \lambda R + \sum Z, \text{ mm H}_2\text{O}. \quad (4.58)$$

trong đó:

R - hệ số tổn thất trở lực do ma sát trên mỗi mét ống thẳng, $\text{mmH}_2\text{O/m}$, tra đồ thị hình 4.16;

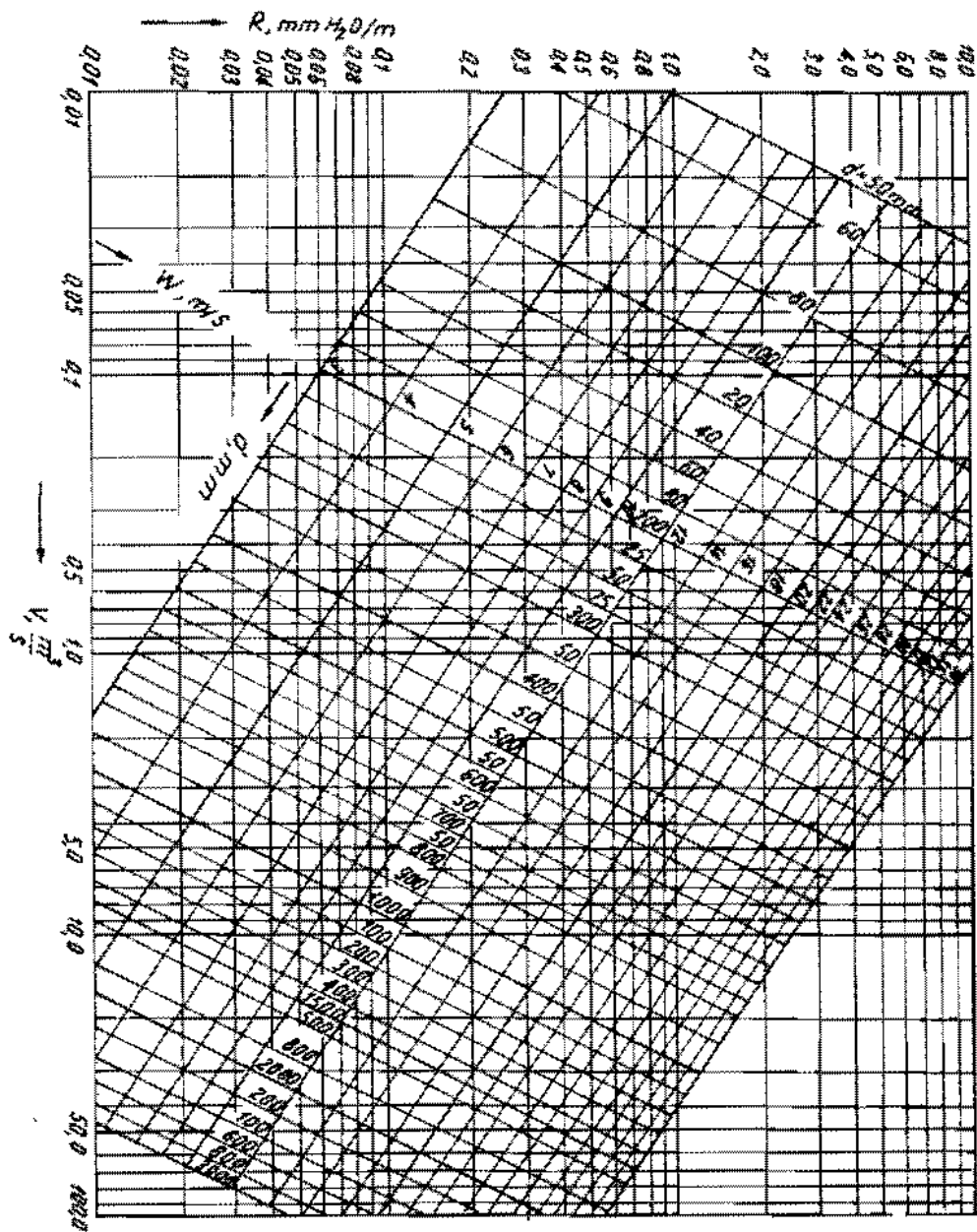
Z - là trở lực cục bộ, mmH_2O .

Nếu ống dẫn có tiết diện vuông hay chữ nhật thì tính đường kính tương đương là $d_{t.d}$ thay cho d :

$$d_{t.d} = \frac{2a.b}{a+b}, \text{ m,} \quad (4.59)$$

trong đó:

a, b - các cạnh của tiết diện ống, m.



Hình 4.16. Các giá trị của R phụ thuộc vào W và d, V .

Z là trở lực cục bộ, nó phụ thuộc vào dạng cấu tạo tại các đoạn ống cong, phân nhánh, thu, loe, v.v... và vận tốc của dòng chảy:

$$Z = \xi \frac{w^2}{2g} \gamma, \text{ mmH}_2\text{O}, \quad (4.60)$$

trong đó:

- ξ - hệ số trở lực cục bộ, tra bảng 4.3;
- γ - trọng lượng riêng của không khí, N/m^3 .

Quan hệ giữa $\sum \xi$ và Z thể hiện ở bảng 4.4.

Trong kỹ thuật thông gió, điều hòa không khí trung tâm, sấy các sản phẩm cần độ sạch cao, baogỡ phía hút của hệ thống quạt cũng có thiết bị lọc bụi, khử mùi. Bụi được phân loại theo kích thước và tính chất.

Theo kích thước ta chia thành:

- bụi rất nhỏ có kích thước: dưới $100 \mu\text{m}$;
- bụi có kích thước trung bình: dưới $200 \mu\text{m}$;
- bụi có kích thước lớn: trên $200 \mu\text{m}$.

Mật độ bụi có trong không khí:

- ít: dưới $0,05 \text{g/m}^3$;
- trung bình: đến $0,5 \text{g/m}^3$;
- cao: trên $0,5 \text{g/m}^3$.

Theo tính chất của bụi ta chia ra các loại bụi: khô, ướt, tơ, sợi, hút ẩm, không hút ẩm, dính, không dính.

Căn cứ vào tính chất, kích thước của bụi, nồng độ bụi trong không khí sau khi lọc mà chọn phương pháp và thiết bị lọc cho phù hợp.

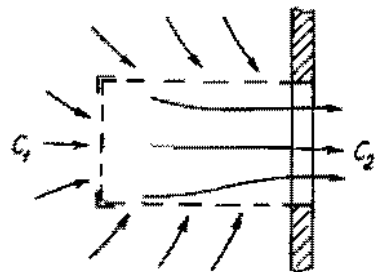
a) Lọc bằng vật chắn xốp, rới

Lọc bằng vật chắn xốp hay bằng màn chắn từ các sợi kim loại, phi kim loại được làm rới, uốn khúc lung tung. Thiết bị lọc này có thể để khô, tưới ướt, hoặc nhúng vào chất dính bụi.

b) Lọc bằng lưới







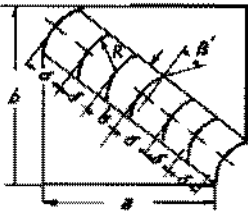
Lưới có thể để phẳng hoặc làm thành bình cốc (hình trụ có đáy) như hình 4.17. Không khí có nồng độ bụi là C_1 đi qua lưới, bụi bị giữ lại nên nồng độ của nó còn lại là C_2 . Bụi dính ngoài lưới được làm sạch định kỳ hoặc cho lưới tự quay để tự rũ bụi bằng chốt tỉ lên mặt ngoài. Vận tốc quay của lưới là $n = 1\text{vg}/1,5 \div 4,5\text{h}$. Thiết bị lọc loại này có độ lọc sạch bụi $\beta = 90 + 95\%$ và thường áp dụng cho không khí có nồng độ bụi trung bình $0,5 \text{g/m}^3$.

Trở lực của lưới lọc loại này là $\Delta P = 15$

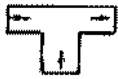


Hình 4.17. Lọc lưới.

Bảng 4.3. Các dạng trở lực cục bộ

I Cút tròn								II Cút chấp					
													
$R/D =$	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	$OR/D =$	0,5	0,75	1	1,5	2
$\xi =$	1	0,5	0,25	0,15	0,1	0,1	0,1	3 múi $\xi =$	1,3	0,8	0,5	0,3	0,25
								5múi $\xi =$	1,1	0,6	0,4	0,25	0,2
III Cút có cánh phân dòng								IV Cút chấp 135° 2 múi					
													
\square	$R/B =$	0,5	0,75	1	2	$\alpha =$	10°	30°	45°	60°	90°		
$B_1/B = 0,25$	$\xi =$	0,4	0,25	0,2	0,1	$O\xi =$	0,05	0,2	0,5	0,7	1,2		
$B_1/B = 0,5$	$\xi =$	0,5	0,3	0,2	0,1	$\square \xi =$	0,1	0,3	0,7	1,0	1,4		
V								VI					
													
$R/B =$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	Cút chấp có cánh phân dòng						
$\square \xi =$	1,4	1	0,8	0,9	1,1	1,2	$\xi = 0,3$						
VII								$i = \frac{4b}{1,35n} ; \quad \delta = \frac{b\sqrt{2}}{n} ;$ $\text{và } n = \frac{b\sqrt{2}}{\delta} ; \quad i = R\sqrt{2} \quad \text{và } R = \frac{i}{\sqrt{2}}$ $\delta = 70 + 80 \text{ mm}$					
													
Cút	Tiết diện ngang	β	ξ										
			Có cánh	Không cánh									
90°	tròn, vuông, chữ nhật	56°	1,0	0,136									
90°		55°	1,63	0,138									
60°		38°	1,08	0,140									
45°		33°	0,53	0,140									
30°		22°	0,15	0,140									

VIII



$\square \circ \xi = 1,4$

IX



$R/B =$	0,5	0,75	1	1,5	2
$\circ \xi =$	1,1	0,6	0,4	0,25	0,2
$\square \xi =$	1	0,5	0,25	0,15	0,1

X



$\alpha =$	10°	30°	45°	60°	90°
$\square \circ \xi =$	0,1	0,3	0,7	1,0	1,4

XI



$\alpha =$	15°	30°	45°	60°	90°
$\xi_I =$	0,1	0,3	0,5	0,7	1,2
$\xi_{II} =$	0	0	0	0	0

XII



$R/D =$	0,5	0,75	1	1,5	2
$\xi =$	1,3	0,9	0,8	0,6	0,5

XIII



$\xi = 1,4$

XIV



$\circ \xi =$	0,9	$\circ \xi =$	0,5
$\square \xi =$	1,25	$\square \xi =$	0,7

XV



$R/D =$	0,25	0,50	0,75	1
$\xi =$	0,2	0,1	0,05	0,05

XVI



α	15°	30°	45°	60°	90°
$\square \circ \xi =$	0,5	0,3	0,3	0,4	0,7

XVII

$\xi = (1 - \frac{F_1}{F_2})^2$

$F_1/F_2 =$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$\xi =$	1	0,7	0,4	0,2	0,1	0

XVIII



$\alpha =$	5°	7,5°	10°	15°	22,5°	30°	45°	90°
$\xi =$	0,15	0,20	0,25	0,4	0,6	0,8	0,9	1

XIX



$\xi = 1$

XX



F_2/F_1	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
$\xi =$	0,6	0,45	0,3	0,2	0,1	0

XXI



$\xi = 0,1$

XXII



$\xi = 1$

Với $F_2/F_1 > 3\xi = [1,62(\frac{F_2}{F_1})^2 - 1]^2$
 và với $F_2/F_1 < 3$
 $\xi = 2 [1,5(\frac{F_2}{F_1})^2 - 2,4(\frac{F_2}{F_1}) + 0,4 + 0,2 \frac{F_1}{F_2}]$

F_1/F_2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
$\xi =$	0,06	0,28	0,78	1,82	3,8	8,1

XXIII Lưới. Vận tốc chảy qua lưới tính trên toàn diện tích

		%	10	20	30	40	50	60	70	80
$W, \frac{m}{s}$	0,5	ξ	110	30	12	6	3,6	2,3	1,8	1,4
	1		120	33	13	6,8	4,1	2,7	2,1	1,6
	1,5		128	36	14,5	7,4	4,6	3,0	2,3	1,8
	2		134	39	15,5	7,8	4,9	3,2	2,5	1,9
	2,5		140	40	16,5	8,3	5,2	3,4	2,6	2,0
	3		140	41	17,5	8,6	5,5	3,7	2,8	2,1

Bảng 4.4. Quan hệ giữa Z và $\sum \xi$

$W, \frac{m}{s}$	$\sum \xi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,2			0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
0,3		0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
0,4		0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
0,5		0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,1	0,1	0,1	0,12
0,6		0,02	0,04	0,07	0,09	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,22
0,7		0,03	0,06	0,09	0,10	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,33
0,8		0,04	0,08	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,44
0,9		0,05	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,45
1		0,06	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,66
1,6	Z	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6
2		0,2	0,5	0,7	1	1,2	1,5	1,7	2	2,2	2,4
3		0,6	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	5	5,6
3,5		0,8	1,5	2,3	3	3,8	4,5	5,2	6	6,7	7,5
4		1,0	2,0	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,8	8,8	9,8
4,5		1,2	2,5	3,7	5	6,2	7,4	8,7	9,9	11,1	12,3
5		1,5	3,1	4,6	6,1	7,7	9,2	10,7	12,2	13,8	15,3
6		2,2	4,4	6,6	8,8	11	13,2	15,4	17,6	19,8	22
7		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
8		3,9	7,8	11,7	15,7	19,6	23,5	27,5	31,5	35	38,9
9		5	9,9	14,9	19,8	25	29,5	34,5	39,5	44,5	49,5
10		6,1	12,2	18,4	24,5	30,5	36,5	43	49	55	61
12		8,8	17,6	26,5	35	44	53	65	70	79	88
14		12	24	36	48	60	72	84	90	108	120
16		15,7	31,5	47	63	78	94	110	125	141	157
18		19,8	39,5	59	79	99	119	139	159	178	198
20		24,5	49	73,5	98	122	147	171	196	220	244,5

mmH₂O ứng với lưu lượng không khí 2800m³/m².h.

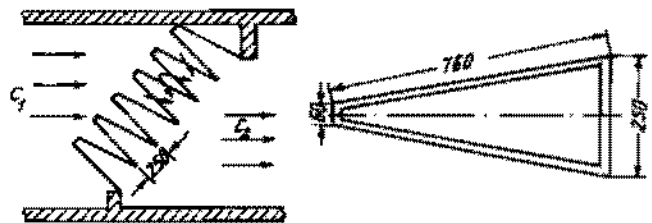
c) Lọc bằng hàng dệt (vải)

Tùy kích thước bụi mà ta chọn vải dày hay thưa. Khung căng vải rất đa dạng. Hình 4.18 thể hiện cấu tạo của thiết bị lọc là các khung hình nêm căng vải ghép liên tiếp. Hình 4.19 thể hiện nguyên lý cấu tạo của lọc túi. Sau một thời gian nhất định phải rũ bụi cho túi bằng cơ cấu chuyên dùng.

Với lọc bằng vải thì lưu lượng của gió từ 50 đến 500 $\frac{m^3}{m^2 \cdot h}$.

C_1 và C_2 là nồng độ bụi trước và sau khi lọc.

Trở lực của lớp vải sạch (khi vải lọc còn sạch) là H_s ; khi vải bị bám bụi là H_b :



Hình 4.18. Lọc bằng khung vải hình nêm.

$$H_a = a.V^n, \text{ mm H}_2\text{O}; \quad (4.61)$$

$$H_b = (k.C_1.V.T\beta + a)V^n, \text{ mmH}_2\text{O}, \quad (4.62)$$

trong đó:

a - hệ số phụ thuộc vào loại vải;

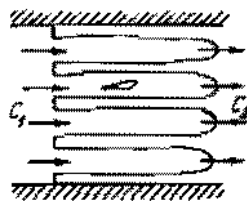
k - hệ số phụ thuộc vào dạng bụi và vải;

V - phụ tải riêng của thiết bị lọc, $\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$;

C_1 - nồng độ bụi trước khi lọc, g/m^3 ;

n - số mũ;

T - thời gian lọc, h.



Hình 4.19. Lọc túi.

Thời gian lọc T (là thời gian giữa hai lần rũ bụi cho vải lọc) được tính theo công thức sau:

$$T = \frac{H}{k.V^{n+1}.C_1\beta} - \frac{a}{K.V.C_1\beta}, \text{ h}, \quad (4.63)$$

trong đó:

H - trở lực sau thời gian lọc, $\text{mm H}_2\text{O}$.

Các hệ số k , a , n , β tra bảng 4.5.

Bảng 4.5.

Thứ tự	Tên vải	Vải có tua mũi mũi	Trong lượng của m^2, g	Chất liệu vải	k	a	n	β
1	Phớt nghiền	Tua dài	463	Len	719.10^{-7}	$5,03.10^{-3}$	1,012	0,99
2	Len, dạ	Tua trung bình	300	Cactông, len	1890.10^{-7}	$5,34.10^{-3}$	1,11	0,90
3	Vải hoa	Không có tua	171	Giấy	915.10^{-7}	$3,84.10^{-3}$	1,17	0,7 - 0,95
4	Vải pha len	Tua trung bình	355,5	Len	1195.10^{-7}	$4,97.10^{-3}$	1,10	0,95 - 0,97
5	Vải bông	Không có tua	352,5	Giấy	2450.10^{-7}	$7,56.10^{-3}$	1,14	0,70
6	Vải lanh	Không có tua	203	Lanh	$2,73.10^{-7}$	$0,029.10^{-3}$	1,46	0,70

d) Lọc bằng giấy lọc

Loại thiết bị này được cấu tạo bằng cách căng phủ lên khung gỗ hay khung kim loại mấy lớp liênin hay giấy lọc bụi, xem hình 4.20. Lọc bằng giấy dùng để lọc tinh cho không khí có nồng độ bụi ban đầu rất nhỏ $C_1 = 0,002 + 0,005 \text{ g/m}^3$.

Lưu lượng gió đi qua thiết bị lọc từ 500 đến 600 $\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$.

Trở lực của thiết bị phụ thuộc vào số lớp giấy và thời gian lọc (lớp bụi bám trên giấy).

Với 6-10 lớp giấy thì trở lực là $\Delta P = 10 + 16 \text{ m H}_2\text{O}$.

Khi trở lực cho phép là 10 mm H₂O thì thời gian lọc τ phụ thuộc vào nồng độ bụi ban đầu C_1 như sau:

$$C_1 = 0,001 \text{ g/m}^3 \quad \text{thì } \tau = 100 + 300 \text{ h;}$$

$$C_1 = 0,002 \text{ g/m}^3 \quad - \tau = 60 + 140 \text{ h;}$$

$$C_1 = 0,003 \text{ g/m}^3 \quad - \tau = 40 + 100 \text{ h.}$$

Khi trở lực cho phép là 15 mm H₂O thì:

$$C_1 = 0,001 \text{ g/m}^3 \quad \text{thì } \tau = 200 + 400 \text{ h}$$

$$C_1 = 0,002 \text{ g/m}^3 \quad - \tau = 100 + 200 \text{ h}$$

$$C_1 = 0,003 \text{ g/m}^3 \quad - \tau = 60 + 120, \text{ h}$$

Bảng 4-6. Biểu diễn độ lọc β %.

N ^o	Tên gọi	β %	Bụi bị cản
1	10 lớp lenin	92 - 95	140 - 200
2	6 lớp lenin và 2 lớp giấy lụa	94 - 96	80 - 130
3	10 lớp lenin và 2 lớp giấy lụa	98	80
4	6 lớp giấy lụa	94	30
5	6 lớp lenin	86	200

e) Lọc bằng lớp vật đệm và lưới nhiều lớp

Hai loại thiết bị lọc loại này được thể hiện ở hình 4.21, hình 4.22.

Các loại này có lưu lượng gió đi qua từ 4000 đến 6000 $\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$. Vật đệm có thể là các mẩu ống gốm, sứ đổ lộn xộn. Tùy lưu lượng của không khí cần lọc mà ghép các khay lọc lại thành thiết bị lọc có diện tích phù hợp (xem hình 4.23). Các khay lưới lọc có thể tẩm dầu khoáng đặc biệt: không có mùi, bay hơi từ 40°C trở lên, sau khi bay hơi hết không để lại cặn cứng.

Các vật đệm có thể được tưới ướt bề mặt bằng nước tùy từng trường hợp sử dụng cụ thể.

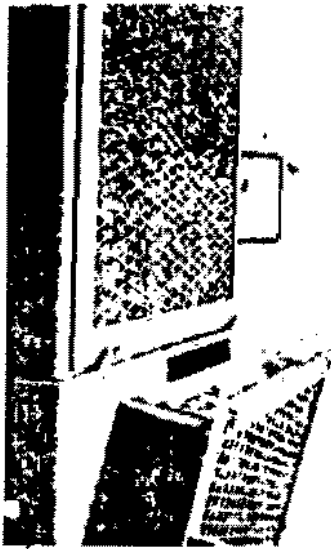


Hình 4.20. Thiết bị lọc khung giấy.

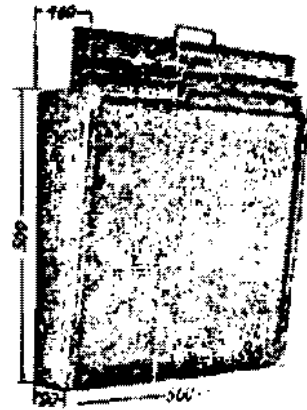
Độ lọc sạch của thiết bị loại này là $\beta = 96 + 99\%$.

Trở lực của thiết bị là $\Delta P = 8 + 12 \text{ mm H}_2\text{O}$.

Nếu $C_1 = 0,01 + 0,02 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$ thì $\tau = 5 + 10$ ngày; nếu $C_1 = 0,1 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$ thì $\tau = 10\text{h}$.



Hình 4.21. Lọc bằng vật đệm.



Hình 4.22. Lọc bằng các lưới.

Trở lực cũng có thể tính theo công thức sau đây:

$$\Delta P = b \cdot \delta \cdot W^m, \text{ mm H}_2\text{O}, \quad (4.64)$$

trong đó:

m, b - các hệ số phụ thuộc độ lớn và dạng vật đệm, tra bảng 4.7;

δ - chiều dày lớp đệm, mm;

W - vận tốc gió tính cho toàn diện tích chắn gió, m/s.

Bảng 4.7.

	Kiểu vật đệm														
	các hạt hình cầu ϕ, mm							mẫu ống d, l, mm			độ lớn	antraxit, mm			
	1	2	3	4	5	6	7	8	15	25		18,5- 19,5	16- 16,5	5-8	0-2
b	4,2	2,4	1,3	0,82	0,33	0,15	0,1	0,142	0,067	0,0033	0,11	0,09	0,156	0,78	0,45
m	1,35	1,37	1,44	1,51	1,64	1,76	1,85	0,82	1,85	1,88	1,98	1,9	1,7	1,52	1,35

Chú thích: khi tâm đầu hoặc tưới ướt thì b tăng thêm 30 - 70 %.

g) Thiết bị kiểu xoáy lốc (xyclon)

Đây là loại thiết bị dùng để lắng bụi hoặc sản phẩm dạng bột. Cấu tạo của thiết bị loại này thể hiện ở hình 4.24. Nguyên lý hoạt động của nó dựa vào lực quán tính. Dòng không khí có bụi hoặc bột được thổi vào xyclon theo đường tiếp tuyến, xoáy bên trong đoạn hình trụ. Do lực quán tính do xoáy gây ra làm các hạt bụi, bột đập vào thành thiết bị rồi rơi xuống đáy, qua cơ cấu tháo ra ngoài. Không khí đã được tách bụi, bột; theo ống tâm đến lọc túi. Xyclon đã được tiêu chuẩn hóa thể hiện ở bảng 4.8 và bảng 4.9.

Bảng 4.8. Đặc tính kỹ thuật của xyclon.

Vận tốc dòng khí ở cửa, m/s	Xyclon N ^o										Trở lực, mmH ₂ O
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Năng suất, m ³ /h										
12	1000	2000	3000	4000	5000	5700	6700	8800	10000	12000	22,1
15	1200	2500	3700	5000	5800	7100	8300	10400	12500	14600	34,4
18	1500	3000	4500	6000	7500	8500	10000	12500	15000	17500	49,6

Bảng 4.9. Kích thước và trọng lượng.

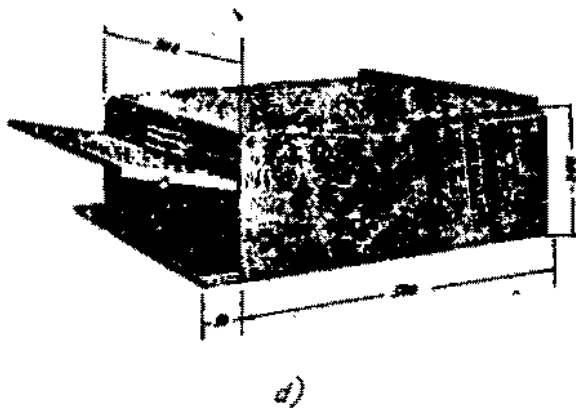
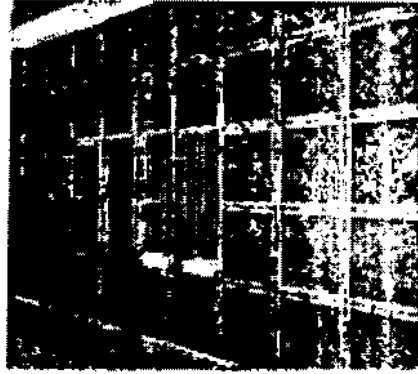
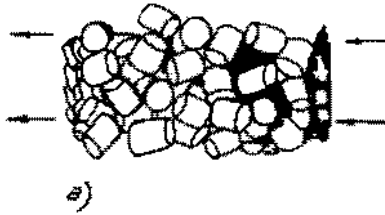
Xyclon N ^o	Kích thước, mm								Trọng lượng, kg
	D	D ₁	d	A	B	C	a	b	
1	552	322	67	850	680	100	200	115	70
2	762	442	97	1225	980	100	285	165	122
3	966	566	116	1500	1200	100	350	200	254
4	1111	651	140	1725	1380	100	405	230	310
5	1226	726	151	1925	1540	100	450	250	374
6	1326	776	161	2050	1640	150	480	275	448
7	1441	841	176	2225	1780	150	520	300	493
8	1596	936	196	2475	1980	150	580	330	643
9	1761	1031	216	2725	2180	150	640	365	790
10	1886	1106	236	2925	2340	150	685	390	899

h) Lọc bằng điện

Thiết bị lọc loại này dùng để lọc bụi có kích thước từ 0,2 đến 10 μ m, nồng độ bụi trước

khí lọc là $C_1 = 0,0002 + 0,002 \text{ g/m}^3$, độ lọc sạch là $\beta = 92 + 95\%$.

Năng lượng tiêu tốn để lọc bụi cho $10000\text{m}^3/\text{h}$ không khí từ: 0,15 đến 0,2 kWh.
Điện áp để ion hóa là 13000V, với tấm phẳng cần 6000V.



Hình 4.23. Cấu tạo của thiết bị lọc:

- a) vật đệm ($\phi 8 \text{ mm}$, $l = 8 \text{ mm}$);
- b) bụi bám trên thiết bị lọc;
- c) tầng diện tích lọc;
- d) hộp lưới lọc đặt chéo góc.

1) Khử mùi cho không khí

Thông thường để khử mùi ô nhiễm cho không khí ta dùng than hoạt tính. Thiết bị khử mùi được cấu tạo thành các khay có chứa các ống than hoạt tính (hoặc lớp than hoạt tính), xem hình 4.25. Thời gian sử dụng của thiết bị phụ thuộc vào không khí, có thể từ 6 tháng đến 2 năm. Mỗi cọc ống than hoạt tính lọc được $50\text{m}^3/\text{h}$, như vậy năng suất của khay sẽ phụ thuộc vào số ống có trong khay.

Trở lực của một lớp ống trong khay là $4\text{ mmH}_2\text{O}$.

k) Thiết bị trao đổi nhiệt dạng ống có cánh về phía không khí

Đây là thiết bị trao đổi nhiệt dùng để đốt nóng hoặc làm lạnh không khí, tùy mục đích sử dụng. Cấu tạo của dàn ống có cánh rất đa dạng, nhưng làm việc đều theo nguyên tắc là: không khí chảy dọc bên ngoài ống có cánh, còn lưu thể nóng hoặc lạnh thì đi trong ống.

Hình 4.26 thể hiện cấu tạo của ống có cánh xoắn theo kiểu vít vô tận.

Loại này thường dùng để chế tạo thành dàn ống có cánh một lớp (hình 4.27), nhiều lớp (hình 4.28). Khi làm dàn nóng thì cánh dày, khi làm dàn lạnh dưới 0°C thì cánh phải thưa hơn để tránh bám tuyết nhanh làm cản gió và giảm hệ số trao đổi nhiệt.

Nếu cấu tạo của ống có cánh gồm: ống có $\phi 12,25/16,75\text{ mm}$, cánh quấn quanh ống là băng thép rộng 10 mm , dày $0,5\text{ mm}$ (cánh cao 10 mm , dày $0,5\text{ mm}$), thì cứ mỗi mét ống có cánh có $0,66\text{ m}^2$ bề mặt trao đổi nhiệt, $0,016\text{ m}^2$ diện tích trống (không khí chảy qua). Quan hệ giữa lưu lượng, vận tốc chảy của không khí và trở lực của một lớp ống được thể hiện ở bảng 4.10.

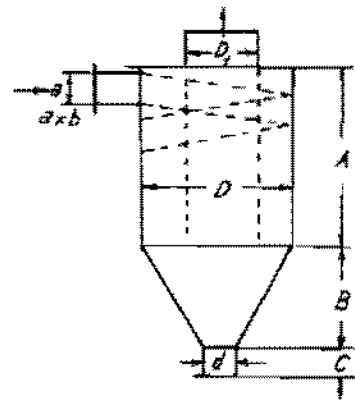
Trở lực của dàn nhiều lớp sẽ là tích số của dàn một lớp.

Bảng 4.10

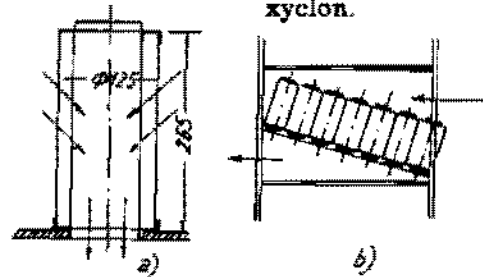
Vận tốc W , m/s	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lưu lượng V , m^3/h	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
Trở lực H , $\text{mm H}_2\text{O}$	0,2	0,3	0,5	0,9	1,4	2	2,6	3,4	4,3	5,3

l) Để giảm tổn thất động năng ở cửa đáy cửa quạt, ta dùng ống loe

Nếu tiết diện của ống loe là hình vuông thì lấy góc mở là $\alpha = 10^\circ$. Chiều dài của



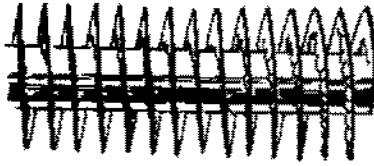
Hình 4.24. Cấu tạo của cyclon.



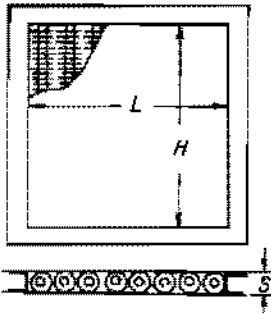
Hình 4.25. Thiết bị khử mùi:
a) ống than hoạt tính; b) khay lọc.

đoạn ống loe được tính sao cho diện tích miệng loe lớn gấp bốn lần diện tích miệng đáy của quạt (xem hình 4.29).

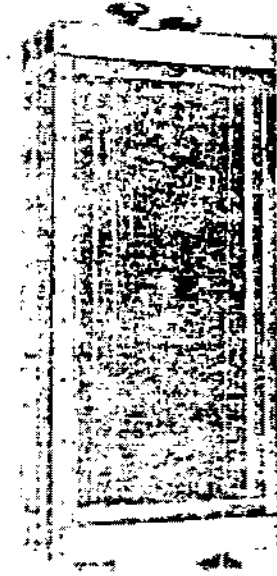
Sau khi đã tính được lưu lượng, tổn thất áp lực của hệ thống quạt, ta tra được quạt cần thiết qua catalô của các hãng chế tạo, hoặc ta có thể thiết kế và chế tạo mới nhưng phải xét hiệu quả kinh tế. Việc tính công suất quạt, công suất động cơ kéo quạt hoặc tính thiết kế quạt được đề cập ở mục 4.1; 4.7; 4.8.



Hình 4.26. Ống có cánh dạng vít vô tận.



Hình 4.27. Dẫn ống một lớp.

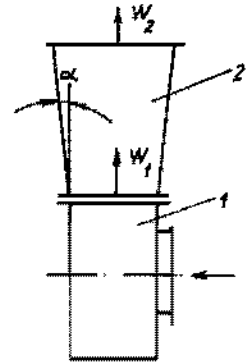


Hình 4.28. Dẫn ống nhiều lớp.

m) *Trở lực của thiết bị điều hòa không khí trung tâm (buồng xử lý không khí)*

Trở lực của buồng xử lý không khí tùy thuộc vào cấu tạo bên trong của nó và vận tốc của không khí đi qua. Cấu tạo của buồng xử lý không khí gồm có: lọc bụi, hệ thống ống và vòi phun mưa lạnh, bộ phận cản các hạt nước bị cuốn theo không khí đặt sau buồng phun, bộ phận đốt nóng (kaloriphe). Trở lực của bộ phận lọc và kaloriphe đã nói ở trên.

Trở lực của bộ phận phun mưa lạnh phụ thuộc vào số dàn phun đặt chắn trên đường đi của không khí và các chùm hạt nước phun ra từ các vòi phun. Số dàn phun và số vòi phun và khoảng cách của chúng với nhau tùy thuộc vào công suất trao đổi nhiệt giữa nước và không khí. Hệ số trở lực cục bộ của mỗi dàn là $\xi' = 0,1$ và của nhiều dàn là:



Hình 4.29. Dùng ống loe để giảm tổn thất động năng:

1 - quạt; 2 - ống loe.

$$\xi_d = n \cdot \xi', \quad (4.65)$$

trong đó:

n - số dàn.

Hệ số trở lực của mưa lạnh (các chùm hạt nước) là ξ_v :

$$\xi_v = 10.$$

Hệ số trở lực của thiết bị cân các hạt nước phụ thuộc vào cấu tạo của nó (tra bảng 4.10). Cấu tạo của bộ phận này là hàng rào từ các tấm gấp khúc.

Tổng trở lực của buồng xử lý không khí (chưa kể bộ phận lọc bụi, kaloriphe) có thể lấy như sau:

$$\Delta P' = H' = (30 + 70) \frac{W^2}{2} \rho, \text{ mm H}_2\text{O}, \quad (4.66)$$

trong đó:

W - vận tốc không khí, $\frac{\text{m}}{\text{s}}$;

ρ - khối lượng riêng của không khí, kg/m^3 .

Tổng trở lực của buồng xử lý được tính theo công thức sau:

$$\Delta P_2 = H_2 = H_L + H_K + H', \text{ mm H}_2\text{O}; \quad (4.67)$$

hay:

$$H_2 = (\xi_L + \xi_d + \xi_v + \xi_c + \xi_K) \frac{W^2}{2} \rho, \text{ mm H}_2\text{O}, \quad (4.68)$$

trong đó:

H_2 - tổng trở lực của buồng xử lý, mm H₂O;

H_L - trở lực của bộ phận lọc, mm H₂O;

H_K - trở lực của kaloriphe, mm H₂O;

H' - trở lực của cụm phun mưa và cân các hạt nước, mm H₂O;

$\xi_L, \xi_d, \xi_v, \xi_c, \xi_K$ - hệ số trở lực cục bộ của các thiết bị lọc, dàn phun mưa lạnh (các chùm hạt nước phun ra từ các vòi), bộ phận cân các hạt nước, kaloriphe, tra bảng tương ứng.

Tổng trở lực của hệ thống quạt được tính theo công thức (4.56)

Công suất của quạt lắp trong hệ thống được tính theo công thức (4.5) hoặc (4.7)

Công suất động cơ được tính theo công thức (4.26).

n) Trở lực của buồng sấy

Trở lực của buồng sấy tùy thuộc cấu tạo của mỗi buồng sấy và cách bố trí vật sấy trong đó. Buồng sấy có cấu tạo rất đa dạng nên ở đây không đề cập được hết. Tùy từng trường hợp cụ thể mà chọn theo nội suy, chọn theo thực nghiệm. Sau khi tính được lưu lượng tác nhân sấy, tổng tổn thất trở lực của hệ thống sấy ta tính công suất quạt và công suất động cơ tương tự như trên.