

KHAI THÁC MỎ & XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM (trang 34-54)

XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KÍNH ống GIÓ TỐI ƯU TRÊN CƠ SỞ GIẢI TÍCH HÓA ĐẶC TÍNH THIẾT BỊ THÔNG GIÓ

ĐẶNG VŨ CHÍ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

NGUYỄN HỮU HÒA, Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội

ĐOÀN SỸ THANH, ĐỖ VĂN QUYẾT, Công ty than Mạo Khê (Vinacomin)

Tóm tắt: Để thông gió khi đào các công trình ngầm hoặc các đường lò ở mỏ trên thực tế thường sử dụng các quạt cục bộ và đường ống dẫn gió. Quạt gió được lựa chọn trên cơ sở các thông số về lưu lượng gió, hạ áp yêu cầu quạt cần tạo ra. Các trị số này phụ thuộc vào chủng loại cũng như các thông số của đường ống dẫn gió. Vấn đề đặt ra là cần xác định đường kính ống gió hợp lý về cả phương diện kinh tế và kỹ thuật đảm bảo thông gió khi đào đường lò.

1. Đặt vấn đề

Khi đào các công trình ngầm thường sử dụng quạt cục bộ và đường ống dẫn gió để thực hiện thông gió. Ở các đường lò có khí bụi nổ phương pháp thông gió đầy chiếm ưu thế. Ở các mỏ hầm lò nước ta, các quạt gió cục bộ được sử dụng rất đa dạng và thường được nhập từ Trung Quốc. Cùng với quạt, ống gió đóng vai trò quan trọng trong hệ thống thông gió cục bộ. Phụ thuộc vào phương pháp thông gió cũng như điều kiện thực tế, có thể sử dụng các loại ống mềm, ống cứng và ống mềm có xương cứng (loại này thực tế chưa sử dụng ở nước ta). Về mặt định lượng, lựa chọn ống gió dựa trên 2 cơ sở: 1) về phương diện kinh tế, ống gió có đường kính càng nhỏ càng giảm chi phí thông gió. 2) về mặt kỹ thuật, đường kính ống gió phải đủ lớn để đảm bảo không khí chuyển dịch trong đường ống với tốc độ không vượt quá 12m/s. Các cơ sở nêu trên chỉ mang tính chất nguyên tắc và định hướng chung; còn việc xác định, lựa chọn đường ống gió chưa được chú trọng cũng như nghiên cứu đúng mức.

Trong các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, đơn giá loại ống gió bình thường dao động trên dưới 100 ngàn đ/m. Rõ ràng rằng, để phục vụ thông gió khi đào 500m đường lò, chi phí cho ống gió cao hơn nhiều so với khấu hao thiết bị quạt gió. Ngoài ra, kích thước và chất lượng đường ống gió còn ảnh hưởng đến chi phí điện năng cho quạt cục bộ. Do vậy, việc lựa chọn ống gió phù hợp giữ vai trò quan trọng

nhằm đảm bảo các chỉ tiêu kinh tế-kỹ thuật cũng như nâng cao hiệu quả thông gió khi đào các đường lò. Dưới đây sẽ đề cập đến phương pháp tối ưu hóa đường kính ống gió phục vụ thông gió theo các sơ đồ thực tế khác nhau.

2. Sơ đồ và thiết bị thông gió khi đào các đường lò

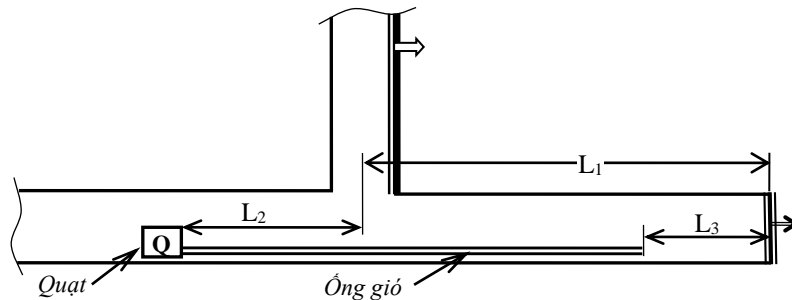
Sơ đồ thông gió: Khi đào các đường lò cũng như các công trình ngầm khác thường sử dụng các quạt gió cục bộ và ống dẫn gió. Với góc độ quan điểm về thông gió có thể chia thành 2 nhóm: nhóm 1: quạt cục bộ làm việc với ống gió có chiều dài cố định và nhóm 2: thông gió với chiều dài ống gió thay đổi theo mức độ tiến gương lò chuẩn bị.

- *Nhóm 1* trên thực tế áp dụng để thông gió cho các đường lò, buồng hầm cắt. Ở mỏ khai thác hầm lò khi đào các đường lò chuẩn bị cho hệ thống khai thác liền gương (hình 1) có thể coi quạt cục bộ làm việc với đường ống gió có chiều dài không đổi, nếu gương lò đang đào đảm bảo vượt trước gương lò chợ một khoảng cách nhất định. Đường ống gió có chiều dài $L = L_1 + L_2 - L_3$ không đổi và trong trường hợp này đường kính ống gió được lựa chọn đơn giản, phụ thuộc vào lưu lượng gió cần đưa tới gương lò đang đào.

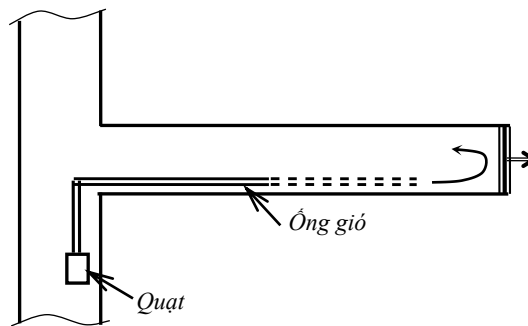
- *Nhóm 2* quạt cục bộ làm việc với đường ống gió có chiều dài thay đổi liên tục. Đây là trường hợp phổ biến khi thi công các đường lò mở vỉa và chuẩn bị ở các mỏ than hầm lò Quảng Ninh. Các đoạn ống gió được ghép nối

tiếp theo tiến độ đào đường lò. Tuy nhiên, tùy thuộc vào điều kiện thực tế và chất lượng ống gió, các đoạn ống gió này có thể không thay đổi trong suốt quá trình sử dụng, ví dụ đối với ống kim loại hoặc ống chất lượng tốt, độ bền cao...

Ngoài ra, do điều kiện thi công không thuận lợi, thời gian đào đường lò tương đối lâu và tuổi thọ ống gió nhỏ, cho nên sau một thời gian cần tiến hành thay thế một số đoạn ống gió (thường sử dụng các đoạn ống gió dài hơn).



Hình 1. Sơ đồ thông gió khi đào lò chuẩn bị áp dụng hệ thống khai thác liên gương



Hình 2. Sơ đồ thông gió cục bộ khi chiều dài ống gió thay đổi theo tiến độ gương lò chuẩn bị

Thiết bị thông gió. Ở các mỏ hầm lò nước ta đang sử dụng các loại quạt với sơ đồ khí động học cũ như Prokhodka-500-2m, SVM- 5m, SVM- 6m và mới hơn như seri VME-5, VME-6 do Nga sản xuất. Từ kể từ khi thành lập Tổng Công ty than Việt Nam, nay là Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, các mỏ đã trang bị thêm nhiều loại quạt Trung Quốc như YBT-52-2, YBT-62-2, YBT-11, 22, 30, DKJ(a) và seri SDF với công suất khác nhau. Đặc biệt, gần đây đã sử dụng các loại quạt đa cấp như 2BKJ- No.6,3/30x2, DBKJ- No.7,5/55x2 và seri FBD phục vụ cho công tác thông gió khi đào đường lò có khí bụi nổ và chiều dài lớn.

Hiện tại ở các mỏ khi đào các đường lò thường sử dụng ống gió mềm loại ống vải tráng cao su hoặc nhựa PE. Đường kính ống gió thường dao động 0,6... 0,8m, ít khi đạt tới 1m; tại các đường lò tiết diện nhỏ sử dụng các ống

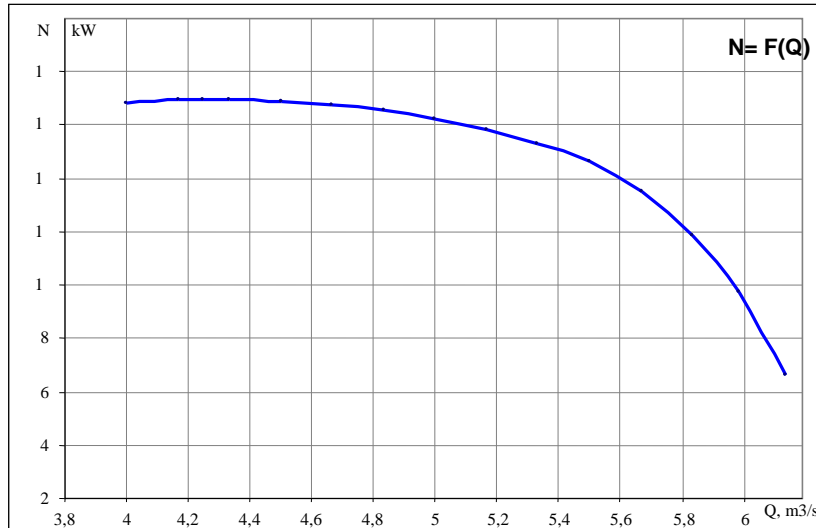
gió 0,4-0,5m. Các đoạn ống gió thường có chiều dài từ 10 đến 50m; do tỷ lệ đào các đường lò dài tăng lên rõ rệt, cho nên xu hướng sử dụng các đoạn đường ống có chiều dài lớn và đã xuất hiện các đoạn ống gió trên 50m. Nhìn chung, ống gió đang sử dụng có chất lượng không cao, cho nên thời gian sử dụng ngắn dưới 12 tháng và độ cách gió thấp.

3. Công suất động cơ và chi phí điện năng cho quạt gió cục bộ

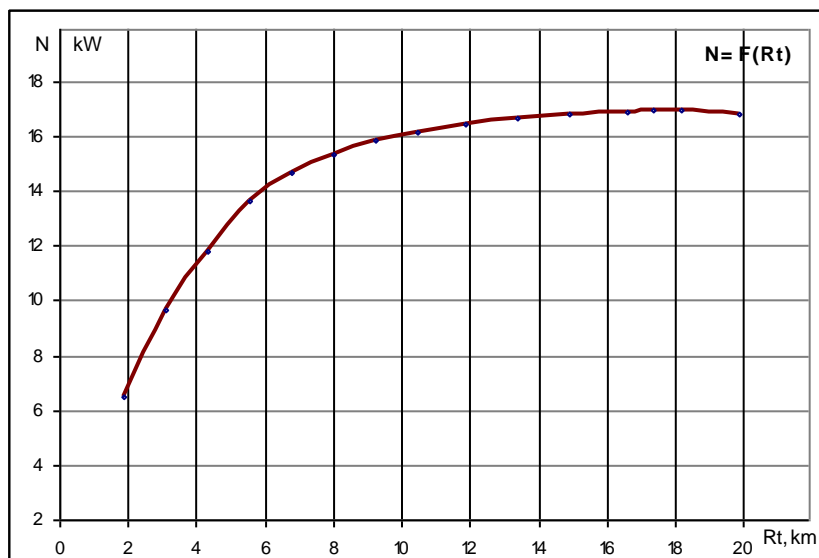
Đặc tính khí động học của mỗi một quạt gió được đặc trưng bởi các đường cong thể hiện mối quan hệ giữa hạ áp (h), hiệu suất (η) và công suất (N) với lưu lượng quạt tạo ra (Q). Trong nhiều trường hợp, các quạt gió không được cung cấp kèm theo đầy đủ các loại đường đặc tính. Ví dụ, trong tài liệu kỹ thuật của các quạt YBT-52-2, YBT-62-2 và YBT-11, 22 và 30 [2] sử dụng phổ biến ở các mỏ than hầm lò Quảng Ninh thiếu đường đặc tính công suất. Sử

dùng kết quả tính toán theo công thức $N=h.Q/102\eta$ có thể xây dựng đường đặc tính công suất của quạt gió như trên hình 2 minh họa đường đặc tính công suất của quạt YBT-22. Chế độ công tác (Q_q, h_q) phụ thuộc vào sức cản thực tế R_t của đường ống gió. Như vậy, dựa vào đường đặc tính $h=f(Q)$ của quạt gió ứng với mỗi cặp trị số (h_q, Q_q) có thể xác định giá trị sức cản thực tế R_t của ống gió. Từ đây có thể xây

dựng các đường đặc tính quạt gió trong mỗi phụ thuộc vào sức cản R_t ($k\mu$). Đây là cơ sở để xác định mỗi phụ thuộc tương quan $N= F(R_t)$ trên hình 3, biểu diễn mối quan hệ này đối với quạt gió YBT-22. Ứng dụng chương trình Excel có thể biểu diễn mối quan hệ này bởi phương trình $N= a.R_t+ b$ hoặc $N= a.R_t^2+ b.R_t+ c$, tùy theo giá trị R^2 của hệ số tương quan phương trình nội suy.



Hình 2. Mối phụ thuộc $N= f(Q)$ của quạt gió YBT-22



Hình 3. Mối phụ thuộc $N= f(R_t)$ của quạt gió YBT-22

Cơ sở giải tích hóa thông số công suất cho phép xác định chi phí điện năng cho quạt gió theo biểu thức: $G_e= 24T.(a.R_t+ b).C_e$, trong đó T- thời gian đào toàn bộ chiều dài đường lò (ngày); C_e - đơn giá điện năng (đ/kW.h). Biểu

diễn sức cản R_t qua các thông số liên quan đến ống gió $R_t=6,48\alpha \frac{L_{tb}}{D^5}$ [1], khi đó chi phí điện năng cho quạt gió tính theo biểu thức:

$$G_e = \left(\frac{6,48\alpha \cdot L_{tb}}{p \cdot D^5} \cdot a + b \right) \cdot 24T \cdot C_e \quad (1)$$

trong đó: α , p - hệ số sức cản ma sát và rò gió của đường ống; L_{tb} , D - chiều dài trung bình và đường kính ống gió (m).

4. Xác định đường kính tối ưu của ống gió

Ngoài chi phí điện năng đối với động cơ quạt gió, để tối ưu hóa đường kính ống gió cần tính toán chi phí ống gió.

Trường hợp thứ nhất, khi đường ống gió được lắp đặt ổn định trong suốt quá trình đào toàn bộ chiều dài đường lò, chi phí và khấu hao ống gió được xác định bằng tổng chi phí chiều dài ống gió đầu tiên (L_o) và chi phí đối với các đoạn ống gió (l_1) tiếp theo:

$$n_o K_1 \cdot \frac{T}{t_0} + K_1 \cdot \frac{T-t_1}{t_0} + K_1 \cdot \frac{T-2t_1}{t_0} + \dots + K_1 \cdot \frac{T-nt_1}{t_0} \\ = \frac{\pi D \cdot k_m \cdot L}{v \cdot t_0} \left(L_o + \frac{L-l_1}{2} \right) = CD \quad (2)$$

trong đó: n_o - số lượng đoạn ống gió lắp đặt ban đầu với quạt cục bộ ($n_o = L_o/l_1$);

L_o - chiều dài ống gió khi bắt đầu đưa quạt vào hoạt động;

L - tổng chiều dài các đoạn ống gió lắp đặt thêm kể từ khi sử dụng quạt cục bộ;

K_1 - chi phí mua 1 đoạn ống gió, đ/đoạn;

T - thời gian đào L mét đường lò, ngày;

n - tổng số đoạn ống gió cần ghép để thông gió cho L mét lò ($n = L/l_1$ với l_1 là chiều dài một đoạn ống gió);

k_m - đơn giá vật liệu ống gió, đ/m²;

t_1 - chi phí thời gian để đào l_1 mét lò, ngày;

t_0 - tuổi thọ của ống gió, ngày;

v - tiến độ đào đường lò, m/ng-đêm;

C - ký hiệu biểu thức hằng số.

Trường hợp thứ hai, trong quá trình thông gió tiến hành thay thế một số đoạn ống gió đã bố trí ban đầu bởi các đoạn ống gió có chiều dài lớn hơn. Xây dựng cụ thể các chi phí cho các đoạn ống gió như trên sẽ được tổng chi phí như sau:

$$C \cdot D = \frac{\pi \cdot k_m \cdot L}{v \cdot t_0} \left(L_o - \Delta l + \frac{L+l_1}{2} \right) \cdot D \quad (3)$$

Chi phí điện năng cho thông gió trong trường hợp chiều dài đường ống thay đổi liên tục có thể coi như là tổng chi phí khi thông gió

với các chiều dài đường ống chênh lệch nhau giá trị L/n , nhưng rò gió thay đổi ở mức độ chấp nhận được; tức là các đường ống dài L_o , $L_o + L/n$, $L_o + 2L/n, \dots, L_o + L$

$$N_o \cdot 24 \frac{L}{vn} C_e + N_1 \cdot 24 \frac{L}{vn} C_e + \dots + N_n \cdot 24 \frac{L}{vn} C_e \quad (4)$$

trong đó: n - số lượng đoạn ống gió với chiều dài cố định; N_o, N_1, \dots, N_n - công suất tiêu hao của quạt ở giai đoạn đầu và các giai đoạn kế tiếp, mỗi khi chiều dài đường ống thay đổi L/n (mét).

Công suất tiêu hao cho động cơ quạt gió N_i phụ thuộc vào sức cản của ống gió; sau biến đổi biểu thức (4) có dạng:

$$(aR_{t_o} + b) \cdot 24 \frac{L}{vn} C_e + (aR_{t_1} + b) \cdot 24 \frac{L}{vn} C_e + \dots + \\ (aR_{t_n} + b) \cdot 24 \frac{L}{vn} C_e = 24 \cdot \frac{L}{vn} C_e b (n + 1) + \\ 24 \frac{L}{vn} C_e a (R_{t_o} + R_{t_1} + \dots + R_{t_{n+1}}) \quad (5)$$

Số hạng đầu tiên của vế phải trong đẳng thức (5) là hằng số- ký hiệu là C_1 . Sử dụng mỗi phụ thuộc $R_{t_i} = F(L_o, L/n, D)$ để biến đổi số hạng thứ 2 về dạng biểu thức chứa biến số đường kính ống gió D :

$$24 \cdot \frac{L}{vn} C_e a (R_{t_o} + R_{t_1} + \dots + R_{t_{n+1}}) = \frac{C_2}{D^5}$$

Ở dạng tổng quát, hàm mục tiêu tổng chi phí ống gió và điện năng cho quá trình thông gió phục vụ công tác đào đường lò có dạng:

$$F(D) = CD + C_1 + \frac{C_2}{D^5} \rightarrow \min \quad (6)$$

Cực tiểu hóa biểu thức (6) sẽ xác định đường kính tối ưu của ống gió $D_{tu} = 1,3 \left(\frac{C_2}{C} \right)^{0,17}$.

Trên cơ sở công thức này, kết quả tính toán đường kính tối ưu của ống gió cho một số quạt gió cục bộ được giới thiệu trong bảng 1. Với kích thước đường kính ống gió như vậy, khi nối với miệng đẩy của quạt gió cần sử dụng đoạn cút nối bằng kim loại. Các cút nối (ống loe) này có chiều dài tối thiểu 2m và góc mở 8- 10° để sức cản cục bộ đạt giá trị nhỏ nhất.

Bảng 1. Đường kính ống gió tối ưu đối với một số loại quạt cục bộ

TT	Loại quạt gió cục bộ	Công suất	Đường kính ống gió, mm
1	Quạt 3 cấp DBKJ- No 5.6	3 động cơ (3x 11kW)	768
2	Quạt 2 cấp DBKJ- No 6.3	2 động cơ (2x 30kW)	956
3	Quạt đơn cấp YBT- 30A và YBT 62-2	Động cơ 30 kW	745
4	Quạt đơn cấp YBT 62-2	Động cơ 22 kW	710
5	Quạt đơn cấp YBT 52-2	Động cơ 11 kW	654

5. Kết luận

- Sử dụng phương pháp giải tích có thể xây dựng bổ sung đường đặc tính của quạt cũng như xác định chi phí điện năng đối với quạt gió cục bộ;

- Đường kính của ống gió được tối ưu hóa trên cơ sở hàm mục tiêu chi phí điện năng đối với quạt cục bộ và chi phí mua sắm ống gió.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Usakov K.Z. и nnk. Thông gió cho các xí nghiệp mỏ: Giáo trình dành cho các trường Đại học Kỹ thuật. – Moskva: Nedra, 1987, -421tr.

[2]. Đường đặc tính của một số quạt gió cục bộ Trung Quốc. Tài liệu của Ban thông gió Vinacomin, 2010-2011.

SUMMARY

The determination of the optimal diameter of vent pipelines on the analysis basis of ventilation equipment characteristics

Dang Vu Chi, *University of Mining and Geology*

Nguyen Huu Hoa, *Ministry of Labour - Invalids and Social Affairs*

Doan Sy Thanh, Do Van Quyet, *Mao Khe Coal Company (Vinacomin)*

To ventilate the underground digging as well as mine roadway in fact often use the local fan and air pipe. The fan is selected on the basis of required air capacity and pressure. These parameters are dependent on the type and the size of air pipe. The question is to determine the optimal diameter of the ventilating pipe on the basis of economic and technical efficiency.