

NGHIÊN CỨU HOÀN THIỆN MỘT SỐ VẤN ĐỀ THIẾT KẾ QUY HOẠCH MẶT CẮT NGANG SỬ DỤNG GIẾNG ĐỨNG

GS.TS. VÕ TRỌNG HÙNG
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Trên thực tế, vấn đề tính toán thiết kế mặt cắt ngang (tiết diện ngang) sử dụng giếng đứng có ý nghĩa rất lớn cho quá trình sử dụng và khai thác khoáng sản. Trong đó, việc lựa chọn chính xác số lượng, chủng loại các thiết bị bố trí trong giếng, tính toán các kích thước chủ yếu của mặt cắt ngang giếng đứng sẽ tạo nên các điều kiện thuận lợi cho quá trình thi công và sử dụng công trình ngầm.

Cho đến nay vấn đề lựa chọn đúng số lượng, chủng loại các thiết bị bố trí trong giếng đứng, tính toán các kích thước chủ yếu mặt cắt ngang sử dụng giếng đứng vẫn chưa được giải quyết thấu đáo. Dưới đây giới thiệu kết quả nghiên cứu của chúng tôi nhằm hoàn thiện một số vấn đề khi thiết kế lựa chọn mặt cắt ngang giếng đứng và các trang thiết bị bố trí trong giếng.

1. Hoàn thiện phương pháp xác định mặt cắt ngang giếng đứng thùng cui

Mặt cắt ngang sử dụng giếng đứng thùng cui (giếng phụ - giếng trục tải người, vật tư, vật liệu, thiết bị...) thường được xác định trên cơ sở lựa chọn chủng loại, số lượng thùng cui phù hợp. Cho đến nay, việc lựa chọn chủng loại, số lượng thùng cui thường được tiến hành theo phương pháp với trình tự sau đây [1], [2], [3]:

- ❖ Lựa chọn chủng loại goòng vận tải phù hợp sử dụng trong phần ngầm cho toàn bộ tổ hợp công trình ngầm;

- ❖ Tiến hành chọn chủng loại thùng cui trên cơ sở loại goòng vận tải phù hợp sử dụng trong phần ngầm đã chọn;

- ❖ Các đặc tính của loại thùng cui đã chọn phải được kiểm tra lại theo điều kiện sao cho tổng thời gian trục tải người tại thời điểm đầu ca hoặc thời điểm cuối ca công tác " T_{ng} " không vượt quá 0,5 giờ:

$$T_{ng} = \left[\frac{A(T + \theta)}{N.m.a.P} \right] \leq 1800 \text{ giây.} \quad (1)$$

Tại đây: A - Công suất khai thác của mỏ, tấn/năm; T - Thời gian của một chu kỳ trục tải thùng cui chở người, giây; θ - Thời gian ngưng nghỉ giữa các chu kỳ trục tải chở người, giây; n_t - Số lượng tầng của

thùng cui; thông thường, các hãng chế tạo máy mỏ thiết kế số lượng tầng " n_t " cho thùng cui không lớn hơn ba ($n_t \leq 3$); $\theta = 12$ giây khi $n_t = 1$ tầng; $\theta = 30$ giây khi $n_t = 2$ tầng; $\theta = 50$ giây khi $n_t = 3$ tầng; N - Số ngày làm việc trong một năm, ngày/năm; $N = 300$ ngày/năm; a - Số ca làm việc trong một ngày, ca/ngày; m - Số lượng công nhân đồng thời có thể đứng trong các tầng của một thùng cui cho một lần (một chu kỳ) trục tải, người; $m = (n_{ng}.n_t.S_{tk})$ người; n_{ng} - Số lượng người tối đa tính toán có thể đứng được trên 1 m^2 sàn tầng cui, người/ m^2 ; $n_{ng} = 5$ người/ m^2 ; S_{tk} - Diện tích sàn của một tầng thùng cui, m^2 ; P - Năng suất lao động trung bình của một công nhân dưới phần ngầm trong một ca công tác, tấn/ca.

Như vậy, phương pháp của các tác giả trên đây vẫn chưa giải quyết đến kết quả cuối cùng ba vấn đề sau đây:

- ❖ Sử dụng một thùng cui có thoả mãn yêu cầu trục tải người đầu ca và cuối ca công tác hay không?

- ❖ Nếu sử dụng một thùng cui thì phải cần bao nhiêu tầng cho chúng?

- ❖ Nếu sử dụng nhiều thùng cui thì phải cần bao nhiêu thùng cui và mỗi thùng cui phải có số lượng tầng bằng bao nhiêu để có thể thoả mãn yêu cầu trục tải người đầu ca và cuối ca công tác?

Rõ ràng, điều kiện (1) là cơ sở để lựa chọn chủng loại, số lượng thùng cui trên cơ sở thoả mãn yêu cầu tổng thời gian trục tải người " T_{ng} " tại thời điểm đầu ca hoặc thời điểm cuối ca công tác không vượt quá 0,5 giờ. Tuy nhiên cho đến nay, việc sử dụng phương pháp này vẫn chưa chỉ ra các giải pháp thiết kế tính toán cụ thể để xác định chủng loại, số lượng thùng cui.

Chủng loại thùng cui cụ thể thường có hai đặc tính chủ yếu: số lượng tầng của thùng cui " n_t "; diện tích sàn của một tầng thùng cui " S_{tk} " (m^2). Nếu trong điều kiện vận tải cụ thể, một thùng cui không thoả mãn thì phải sử dụng hai (hoặc nhiều hơn) thùng cui có các đặc tính cấu tạo phù hợp với điều kiện thực tế.

Trên cơ sở yêu cầu của điều kiện (1), chúng tôi đề xuất các giải pháp hoàn thiện phương pháp xác định số lượng, chủng loại thùng cũi để xác định mặt cắt ngang giếng đứng thùng cũi như sau:

❖ Bước 1 - Lựa chọn sơ bộ chủng loại thùng cũi cho trục tải thùng cũi phù hợp với chủng loại goòng vận tải đã chọn;

❖ Bước 2 - Xác định mối quan hệ toán học để xác định số lượng tầng hợp lý " n_t " cho một thùng cũi. Để xác định mối quan hệ toán học để xác định số lượng tầng " n_t " cho một thùng cũi, chúng ta có thể tiến hành như sau:

+ Thay giá trị " m " bằng giá trị $m=(n_{ng}.n_t.S_{tk})$ vào biểu thức (1):

$$T_{ng} = \left[\frac{A \cdot (T + \theta)}{N \cdot (n_{ng} \cdot n_t \cdot S_{tk}) \cdot a \cdot P} \right] \leq 1800 \text{ giây.} \quad (2)$$

+ Từ (2) xác định điều kiện hợp lý để lựa chọn số lượng tầng của thùng cũi " n_t ":

$$n_t \geq \left[\frac{A \cdot (T + \theta)}{N \cdot (n_{ng} \cdot S_{tk}) \cdot a \cdot P \cdot 1800} \right], \text{ tầng;} \quad (3)$$

❖ Bước 3 - Xác định số lượng tầng " n_t " hợp lý cho một thùng cũi. Số lượng tầng " n_t " cho một thùng cũi sẽ được chọn bằng giá trị số nguyên dương lớn hơn gần nhất so với giá trị đã xác định theo điều kiện (3);

❖ Bước 4 - Chọn số lượng thùng trục với điều kiện số lượng tầng thùng trục không lớn hơn ba ($n_t \leq 3$). Nếu số lượng tầng thùng trục tính toán theo bước 3 không lớn hơn ba ($n_t \leq 3$), khi đó để cho giếng đứng thùng cũi có thể sử dụng một trong hai giải pháp thiết kế lựa chọn số lượng thùng cũi như sau:

+ Sử dụng một thùng cũi với số lượng tầng theo kết quả tính toán tại bước 3 trên đây;

+ Sử dụng hai thùng cũi. Số lượng tầng cho mỗi thùng cũi sẽ bằng một nửa giá trị số lượng tầng " n_t " cho thùng cũi sau khi đã được làm tròn theo kết quả tính toán tại bước 3 trên đây;

❖ Bước 5 - Chọn số lượng thùng cũi với điều kiện số lượng tầng thùng cũi tính toán theo bước 3 lớn hơn ba ($n_t > 3$). Trong trường hợp này, người thiết kế có thể tiến hành như sau:

+ Nếu số lượng tầng thùng cũi tính toán theo bước 3 không lớn hơn sáu ($n_t \leq 6$). Khi đó, người thiết kế phải tăng số lượng thùng cũi từ một lên số lượng bằng hai. Số lượng tầng cho mỗi thùng cũi sẽ bằng một nửa giá trị số lượng tầng " n_t " cho thùng cũi sau khi đã được làm tròn theo kết quả tính toán tại bước 3 trên đây. Tại đây, tổng số lượng tầng của hai thùng cũi phải thỏa mãn yêu cầu (1);

+ Nếu số lượng tầng thùng cũi tính toán theo bước 3 lớn hơn sáu ($n_t > 6$). Khi đó, người thiết kế phải tăng số lượng thùng cũi lên ba (hoặc lớn hơn nữa). Tại đây, tổng số lượng tầng của các thùng cũi phải thỏa mãn yêu cầu (1).

2. Hoàn thiện phương pháp xác định mặt cắt ngang giếng đứng thùng kíp

Cho đến nay, việc xác định mặt cắt ngang giếng đứng thùng kíp (giếng chính - giếng trục tải khoáng sản, đất đá) thường được thực hiện theo phương pháp sau đây [1], [2], [3]:

❖ Xác định mặt cắt ngang giếng chính theo điều kiện vận tải " $S_{sd.vt}$ ". Sau khi xác định đường kính mặt cắt ngang giếng đứng theo điều kiện vận tải (trục tải), giá trị diện tích sử dụng " $S_{sd.vt}$ " của giếng chính theo điều kiện trục tải sẽ được xác định theo công thức [1]:

$$S_{sd.vt} = \left(\frac{\pi \cdot D_{sd.vt}^2}{4} \right), m^2. \quad (4)$$

Tại đây: $D_{sd.vt}$ - Giá trị đường kính của mặt cắt ngang sử dụng của giếng chính xác định theo điều kiện vận tải, m;

❖ Xác định mặt cắt ngang giếng chính theo điều kiện thông gió " $S_{sd.tg}$ ". Giá trị diện tích mặt cắt ngang giếng đứng thùng kíp theo điều kiện thông gió " $S_{sd.tg}$ " sẽ được xác định theo biểu thức [1]:

$$S_{sd.tg} = \left(\frac{Q_{max}}{60 \cdot v_{tg}} \right), m^2. \quad (5)$$

Tại đây: Q_{max} - Lưu lượng không khí sạch cần thiết để thông gió cho toàn bộ tổ hợp công trình ngầm theo tính toán phải được truyền dẫn qua giếng đứng, $m^3/phút$; v_{tg} - Giá trị vận tốc chuyển động lớn nhất cho phép của gió sạch theo giếng chính, $m/giây$;

❖ So sánh hai giá trị " $S_{sd.tg}$ " và " $S_{sd.vt}$ ". Nếu giá trị mặt cắt ngang giếng chính theo điều kiện vận tải " $S_{sd.vt}$ " không thỏa mãn điều kiện thông gió thì phải tiến hành điều chỉnh để chúng thỏa mãn điều kiện thông gió.

Rõ ràng, phương pháp của các tác giả trên đây vẫn chưa trả lời được hai vấn đề sau đây:

❖ Bằng cách nào người thiết kế có thể tiến hành điều chỉnh giá trị diện tích mặt cắt ngang giếng chính " $S_{sd.vt}$ " theo điều kiện vận tải khi nó chưa thỏa mãn điều kiện thông gió để có thể thỏa mãn điều kiện thông gió?

❖ Giá trị đường kính mặt cắt ngang giếng chính đồng thời thỏa mãn cả hai điều kiện thông gió và vận tải sẽ được xác định như thế nào?

Ngoài ra, phương pháp xác định mặt cắt ngang giếng chính trên đây vẫn còn có nhược điểm. Trên

thực tế, không thể sử dụng toàn bộ giá trị diện tích sử dụng " $S_{sd.vt}$ " của giếng chính theo điều kiện trực tải để thoả mãn điều kiện thông gió. Một phần diện tích mặt cắt ngang giếng chính " $S_{sd.vt}$ " theo điều kiện vận tải sẽ bị diện tích " S_{cg} " của các kết cấu cốt giếng, ngăn thang, các đường ống dẫn, cáp dẫn... chiếm dụng và không thể sử dụng để thông gió.

Từ đây, giá trị của phần diện tích mặt cắt ngang giếng chính xác định theo điều kiện vận tải (trực tải) có thể sử dụng để thông gió " $S_{sd.vt.tg}$ " (phần diện tích còn lại của mặt cắt ngang giếng đứng thùng kip xác định theo điều kiện vận tải sau khi trừ đi phần diện tích đã bị kết cấu cốt giếng, ngăn thang, các đường ống dẫn, cáp dẫn... chiếm dụng không thể sử dụng để thông gió) sẽ được xác định theo biểu thức:

$$S_{sd.vt.tg} = (S_{sd.vt} - S_{cg}), m^2. \quad (6)$$

Nếu thể hiện tỷ lệ giữa giá trị phần diện tích mặt cắt ngang giếng chính có thể sử dụng để thoả mãn các yêu cầu thông gió " $S_{sd.vt.tg}$ " và giá trị diện tích mặt cắt ngang giếng chính xác định theo điều kiện vận tải " $S_{sd.vt}$ " thông qua hệ số " k_{tg} " thì ta có:

$$k_{tg} = \left(\frac{S_{sd.vt.tg}}{S_{sd.vt}} \right) = \left(\frac{S_{sd.vt} - S_{cg}}{S_{sd.vt}} \right) = \left(1 - \frac{S_{cg}}{S_{sd.vt}} \right). \quad (7)$$

Tại đây, giá trị của hệ số " k_{tg} " luôn luôn nhỏ hơn một; $k_{tg} < 1$.

Như vậy, nếu biết giá trị hệ số " k_{tg} " thì giá trị của phần diện tích mặt cắt ngang giếng chính xác định theo điều kiện vận tải (trực tải) có thể sử dụng để thông gió " $S_{sd.vt.tg}$ " còn có thể xác định theo công thức sau đây:

$$S_{sd.vt.tg} = (S_{sd.vt} \cdot k_{tg}), m^2. \quad (8)$$

Giá trị diện tích mặt cắt ngang giếng chính theo điều kiện vận tải " $S_{sd.vt.tg}$ " xác định theo công thức (6) và (8) phải được kiểm tra lại bằng phương pháp so sánh chúng với giá trị diện tích mặt cắt ngang giếng chính theo điều kiện thông gió " $S_{sd.tg}$ " xác định theo (5).

Khi đó có thể xảy ra hai trường hợp sau đây:

❖ Trường hợp thứ nhất: $S_{sd.vt.tg} \geq S_{sd.tg}$. Trong trường hợp này, mặt cắt ngang giếng chính đã xác định theo điều kiện vận tải (trực tải) hoàn toàn thoả mãn đồng thời điều kiện vận tải và điều kiện thông gió. Đây là mặt cắt ngang thiết kế cuối cùng cho giếng chính;

❖ Trường hợp thứ hai: $S_{sd.vt.tg} < S_{sd.tg}$. Trong trường hợp này, mặt cắt ngang giếng chính đã xác định theo điều kiện vận tải (trực tải) không thoả mãn điều kiện thông gió. Khi đó, người thiết kế phải điều chỉnh lại, làm gia tăng mặt cắt ngang giếng chính đã thiết kế theo điều kiện vận tải sao cho nó có thể thoả mãn cả điều kiện thông gió.

Trên cơ sở những nghiên cứu trên đây, chúng tôi đề xuất phương pháp điều chỉnh, làm gia tăng mặt cắt ngang sử dụng giếng chính đã thiết kế theo điều kiện vận tải sao cho nó có thể đồng thời thoả mãn điều kiện thông gió với nội dung cụ thể như sau:

❖ Bước 1 - Đề xuất công thức xác định giá trị diện tích cuối cùng của mặt cắt ngang sử dụng giếng chính thoả mãn đồng thời cả điều kiện thông gió và điều kiện vận tải dưới dạng sau đây:

$$S_{vt.tg} = \left(\frac{\pi \cdot D_{vt.tg}^2}{4} \right), m^2. \quad (9)$$

Tại đây: $D_{vt.tg}$ - Giá trị đường kính cuối cùng của mặt cắt ngang sử dụng giếng chính cần phải tìm để có thể thoả mãn đồng thời cả điều kiện trực tải và điều kiện thông gió;

❖ Bước 2 - Đề xuất công thức xác định giá trị của phần diện tích " $S_{tg-vt.tg}$ " có thể sử dụng để thoả mãn các yêu cầu thông gió nằm trong toàn bộ mặt cắt ngang sử dụng giếng chính cuối cùng " $S_{vt.tg}$ ". Đại lượng diện tích này sẽ được tìm ra bằng cách thay đại lượng " $S_{vt.tg}$ " xác định từ (9) vào đại lượng " $S_{sd.vt}$ " trong công thức (8) vì tại đây giá trị mặt cắt ngang sử dụng giếng chính đã được thay đổi, đã được gia tăng để thoả mãn cả điều kiện thông gió. Từ đây ta có:

$$S_{tg-vt.tg} = \left[\left(\frac{\pi \cdot D_{vt.tg}^2}{4} \right) \cdot k_{tg} \right], m^2; \quad (10)$$

❖ Bước 3 - Xác định giá trị phần diện tích cần có của mặt cắt ngang sử dụng giếng chính thoả mãn điều kiện thông gió " $S_{tg-vt.tg}$ " chỉ riêng từ điều kiện thông gió. Giá trị diện tích này sẽ được tìm ra bằng cách thay đại lượng " $S_{sd.tg}$ " bằng đại lượng " $S_{tg-vt.tg}$ " trong biểu thức (5). Từ đây ta có:

$$S_{tg-vt.tg} = \left(\frac{Q_{\max}}{60 \cdot v_{tg}} \right), m^2; \quad (11)$$

❖ Bước 4 - Xác định mối quan hệ toán học để đường kính mặt cắt ngang sử dụng giếng chính " $D_{vt.tg}$ " đồng thời thoả mãn cả điều kiện thông gió và điều kiện vận tải. Trong trường hợp này, sau khi kết hợp các biểu thức (10), (11) ta tìm được mối quan hệ toán học để đường kính mặt cắt ngang sử dụng giếng chính " $D_{vt.tg}$ " đồng thời thoả mãn cả điều kiện thông gió và điều kiện vận tải có dạng như sau:

$$\left(\frac{Q_{\max}}{60 \cdot v_{tg}} \right) = \left[\left(\frac{\pi \cdot D_{vt.tg}^2}{4} \right) \cdot k_{tg} \right]; \quad (12)$$

❖ Bước 5 - Xác định giá trị đường kính mặt cắt ngang sử dụng giếng chính " $D_{vt.tg}$ " đồng thời thỏa mãn cả hai điều kiện thông gió và vận tải. Từ mối quan hệ (12), giá trị đường kính mặt cắt ngang sử dụng giếng đứng thùng kíp " $D_{vt.tg}$ " đồng thời thỏa mãn cả điều kiện thông gió và điều kiện vận tải sẽ được xác định theo biểu thức sau đây:

$$D_{vt.tg} = \sqrt{\left(\frac{Q_{max}}{15 \cdot v_{tg} \cdot \pi \cdot k_{tg}} \right)}, \text{ m.} \quad (13)$$

3. Kết luận

Việc tính toán thiết kế mặt cắt ngang sử dụng của giếng đứng cho đến nay vẫn còn nhiều vấn đề chưa được nghiên cứu thấu đáo. Kết quả nghiên cứu hoàn thiện một số phương pháp xác định mặt cắt ngang cho giếng đứng thùng kíp và giếng đứng thùng củi của chúng tôi đã bổ sung một phần thiếu hụt trên đây. Trong tương lai, để có thể xây dựng phương pháp thiết kế, tính toán mặt cắt ngang giếng đứng hoàn hảo thì vẫn cần có những nghiên cứu tiếp theo. □

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CÁC...

(Tiếp theo trang 12)

lại hiệu quả rõ rệt khi yêu cầu tăng cường lưu lượng gió cho mỏ.

❖ Điều chỉnh chế độ công tác của các quạt gió chính là giải pháp hữu hiệu nếu như kết hợp với phân phối gió hợp lý theo yêu cầu thông gió của các cánh, các khu khai thác.

❖ Khi mở mở rộng sản xuất theo hướng khai thác xuống sâu, việc tăng cường lưu lượng gió bằng cách bổ sung trạm quạt được đánh giá là biện pháp có hiệu quả, nếu số lượng trạm quạt gió chính đang tồn tại chưa nhiều (không quá 5 trạm).

❖ Định hướng trang bị quạt gió có đường kính bánh công tác lớn. Ở giai đoạn phát triển sản xuất ban đầu của mỏ, quạt có thể hoạt động với động cơ công suất nhỏ; việc tăng cường thông gió cho mỏ được thực hiện bằng cách thay đổi động cơ công suất và tốc độ quay cao hơn.

❖ Khi tăng sản lượng khai thác chung của toàn mỏ cũng như của các lò chợ, việc đảm bảo lưu lượng gió cho mỏ sẽ gặp nhiều khó khăn do tiết diện các đường lò hiện tại có kích thước nhỏ. Cần thiết nghiên cứu áp dụng biện pháp thu tháo khí đối với các vỉa than có khí hạng cao. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Картозия Б. А., Федунец Б. И., Шуплик М. Н. и другие. Шахтное и подземное строительство. Издательство Академии Горных Наук. Москва. 2003. Том 1.
2. Покровский Н. М. Технология строительства подземных сооружений и шахт. Часть 2. Технология сооружения вертикальных, наклонных выработок и камер. Москва. Издательство "Недра". 1982.
3. Попов В. Л. Проектирование строительства подземных сооружений. Москва. Издательство "Недра". 1989.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The paper shows some results of study on the perfecting the method estimating the cross sections for the different shafts in mines.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Vũ Chí. Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu hoàn thiện hệ thống thông gió khi khai thác xuống sâu ở các mỏ than hầm lò Ưng Bí-Mạo Khê đáp ứng yêu cầu tăng sản lượng khai thác than". Trường Đại học Mỏ-Địa chất Hà Nội. 2010.
2. Ушаков К.З. и др. Рудничная аэрология: Справочник. М. Недра. 1988. 440 с.

Người biên tập: Ninh Quang Thành

SUMMARY

At each stage of production development of underground mines, it is necessary to regulate air capacity for the mine in general, as well as for each working site (block) in particular. To increase mine air capacity can be applied to many different measures. Necessary to determine the efficiency of individual measure to regulate the air capacity. This is the basis for improvement of the ventilating system when designing new mines, as well as reconstruction of existing mines.