

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH HÌNH DẠNG MẶT CẮT NGANG HỢP LÝ CHO CÔNG TRÌNH NGẦM

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

Hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm cần lựa chọn trên cơ sở các yếu tố chủ yếu sau: các điều kiện mỏ-địa chất; trạng thái, mức độ ổn định của khối đất đá bao quanh; vật liệu kết cấu chống giữ; thời gian phục vụ (tuổi thọ) của đường lò; các chức năng của công trình ngầm... [2], [7].

Trong nhiều trường hợp, hình dạng mặt cắt ngang hợp lý của công trình ngầm có thể tạo nên những điều kiện thuận lợi để hình thành, cải thiện trạng thái ổn định cho khối đá bao quanh và nâng cao khả năng làm việc cho kết cấu chống giữ. Tại một số điều kiện địa cơ học thuận lợi, công trình ngầm có thể được xây dựng mà không cần phải chống giữ. Vì vậy, việc lựa chọn hình dạng mặt cắt ngang hợp lý cho công trình ngầm thi công trong những điều kiện địa cơ học cụ thể có ý nghĩa rất quan trọng. Đây là một trong những bài toán cơ bản nhất thuộc lĩnh vực thiết kế xây dựng công trình ngầm nhưng vẫn chưa được giải quyết thỏa đáng. Cho đến nay, hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm vẫn được lựa chọn một cách định tính mơ hồ, thiếu cơ sở định lượng khoa học trong nhiều tài liệu thiết kế, giáo trình,... [2], [7].

1. Mối quan hệ giữa sự ổn định của khối đá bao quanh và hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm

Hiện nay tồn tại rất nhiều phương pháp đánh giá khả năng ổn định cho khối đá bao quanh công trình ngầm không chống [5], [6]. Tuy nhiên, phần lớn các phương pháp đánh giá vẫn chưa xác định sự ảnh hưởng của hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm tới độ ổn định của khối đá bao quanh công trình ngầm không chống.

Theo nhiều tác giả [1], [5], [6], trạng thái ổn định của khối đá bao quanh công trình ngầm không chống có thể được đảm bảo nếu các giá trị ứng suất trên biên công trình ngầm nhỏ hơn giá trị giới hạn độ bền dài lâu tương ứng của khối đá. Ví dụ, theo Makximov A.P., công trình ngầm có hình dạng

mặt cắt ngang bất kỳ sẽ nằm trong trạng thái ổn định, không phải chống giữ khi các điều kiện sau thỏa mãn [1]:

$$(m \cdot k_n \cdot \gamma \cdot H) < R_n; \quad (1)$$

$$(m \cdot k_k \cdot \gamma \cdot H) < R_k. \quad (2)$$

Trong đó: m - Hệ số dự trữ bền; k_n và k_k - Các hệ số tập trung ứng suất nén và ứng suất kéo trên biên công trình ngầm; γ - Trọng lượng thể tích của đất đá, MN/m³; H - Độ sâu của vị trí công trình ngầm, m; R_n và R_k - Các giá trị giới hạn độ bền nén, độ bền kéo dài lâu của khối đá, MPa.

Đây là quan niệm hoàn toàn không chính xác. Sự ổn định của khối đá trên biên công trình phải phụ thuộc vào hình dạng mặt cắt ngang của công trình ngầm. Chính các đặc điểm cấu tạo hình học của hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm sẽ gây nên những ảnh hưởng rất lớn đến quy luật phân bố lại trường ứng suất thứ sinh trong khối đá biên công trình ngầm: đặc tính trị số, hướng tác dụng của ứng suất tại điểm xem xét; hệ số tập trung ứng suất trong khối đá biên công trình ngầm...

Để giải quyết bài toán trên đây, thường các nhà khoa học phải xem xét vấn đề nghiên cứu sự ảnh hưởng của nhiều yếu tố đến mối quan hệ giữa đại lượng ứng suất xuất hiện tại vị trí bất kỳ trong khu vực khối đá trên biên công trình ngầm và đại lượng độ bền tương ứng của vật liệu đá tại vị trí nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu của Bulutriov N.X. cho thấy: mối quan hệ trên đây phụ thuộc rất lớn vào hình dạng mặt cắt ngang của công trình ngầm; mỗi hình dạng mặt cắt ngang cụ thể của công trình ngầm sẽ gây nên những hiện tượng biến đổi ứng suất, mức độ tập trung ứng suất khác nhau tại các vùng khối đá biên của công trình ngầm [4].

Từ kết quả nghiên cứu đánh giá trạng thái ứng suất, dự báo khả năng ổn định cho khối đá trên biên công trình ngầm không chống, Sekhudin V.K. đã đề xuất phương pháp xem xét sự ảnh hưởng của các đặc điểm hình dạng mặt cắt ngang công trình tới độ ổn định của khối đá bao quanh công trình ngầm không chống. Sau khi hình thành công trình ngầm,

trong khối đá bao quanh sẽ xuất hiện các vùng suy giảm ứng suất hoặc các vùng gia tăng ứng suất. Trong trường hợp này có thể xuất hiện ứng suất kéo. Giá trị ứng suất phải chịu sự phụ thuộc ở mức độ lớn vào hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm và vị trí xem xét trong khối đá [3].

Trạng thái ứng suất trên biên của các công trình ngầm nằm ngang, nằm nghiêng xây dựng trong khối đá đàn hồi (nằm ngoài vùng ảnh hưởng của các đường lò chuẩn bị, các lỗ rỗng ngầm kích thước lớn, các nứt nẻ, phá huỷ kiến tạo...) sẽ được đánh giá thông qua giá trị ứng suất nén cực đại cho vùng đất đá hông " $\sigma_{n,max}$ " và thông qua giá trị ứng suất kéo cực đại cho vùng đất đá nóc " $\sigma_{k,max}$ " (hình H.1) như sau [3]:

❖ Để cho vùng đất đá tại hông công trình ngầm:

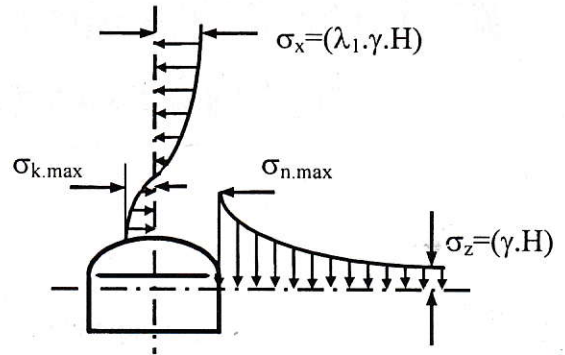
$$\sigma_{n,max} = (k_1 \cdot \gamma \cdot H); \quad (3)$$

❖ Để cho vùng đất đá tại nóc công trình ngầm:

$$\sigma_{k,max} = (k_2 \cdot \lambda_1 \cdot \gamma \cdot H). \quad (4)$$

Trong đó: k_1 - Hệ số tập trung ứng suất nén khối đá hông trên biên công trình ngầm; k_2 - Hệ số tập trung ứng suất kéo tại khối đá nóc trên biên công trình ngầm; λ_1 - Hệ số đẩy ngang; $\lambda_1 = \mu / (1 - \mu)$ trong môi trường đất đá rắn cứng; μ - Hệ số Poisson; $\lambda_1 = \tan^2(45^\circ - \varphi/2)$ trong môi trường đất đá yếu; φ - Góc ma sát trong của đất đá yếu, độ; γ - Trọng

lượng thể tích của đất đá, MN/m^3 ; H - Chiều sâu của công trình ngầm tính từ mặt đất, m.



H.1. Đặc tính biến đổi trạng thái ứng suất của khối đá tại các vị trí nóc và hông trên biên công trình ngầm (theo Sekhudin V.K. [3]).

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm mô hình, Sekhudin V.K. đã tìm ra giá trị các hệ số tập trung ứng suất nén " k_1 " và ứng suất kéo " k_2 " (Bảng 1). Hệ số tập trung ứng suất kéo " k_2 " bị biến đổi mạnh và phụ thuộc vào đặc tính cấu tạo của hình dạng vòm công trình ngầm. Mặc dù phải phụ thuộc vào nhiều yếu tố song hệ số tập trung ứng suất nén " k_1 " có thể được làm tròn đến giá trị bằng 2,0 ($k_1=2,0$) [3].

Bảng 1. Các hệ số tập trung ứng suất nén " k_1 " và ứng suất kéo " k_2 " tại các vùng khối đá [3]

Hình dạng mặt cắt ngang của công trình ngầm	Các thông số cấu tạo vòm tính theo tỷ lệ với chiều rộng công trình ngầm			Các hệ số tập trung ứng suất tại các vùng khối đá	
	R	r	h_0	Hông, k_1	Nóc, k_2
Hình thang ⁽¹⁾	-	-	-	2	1,00
Hình vòm loại 1-tường thẳng	0,0905	0,173	1/4 ⁽²⁾	2	0,40
Hình vòm loại 2-tường thẳng	0,6920	0,262	1/3 ⁽³⁾	2	0,30
Hình vòm bán nguyệt-tường thẳng	0,5000	-	1/2	2	0,25
Hình vòm parabol-tường thẳng ⁽⁴⁾	-	-	-	2	0,23

Ghi chú: R - Bán kính vòng cung giữa (vòng cung lớn) của phần vòm; r - Bán kính của hai vòng cung hông (vòng cung nhỏ) phần vòm; h_0 - Chiều cao vòm; 1 - Tính theo tỷ lệ với giá trị chiều rộng " B " của nóc công trình ngầm, giá trị tỷ lệ giữa các đáy và chiều cao khi $\alpha=80^\circ$ bằng "1:1,45:1,6"; α - Góc nghiêng của hông công trình ngầm so mặt phẳng nằm ngang, độ; 2 - Để cho các loại đất đá với $f>12$; 3 - Để cho các loại đất đá với $f\leq 12$; 4 - Phương trình hình dạng của vòm có dạng $y=x^2/(0,5.B.tg\varphi)$ cho các loại đất đá với $\varphi=39^\circ$.

Theo Sekhudin V.K., biên công trình ngầm có thể xem như ổn định nếu giá trị ứng suất tác dụng tại biên không vượt quá giá trị độ bền nén " R_n " hoặc độ bền kéo " R_k " của khối đá. Nghĩa là, trong trường hợp này cần phải thỏa mãn các điều kiện sau đây [3]:

$$n_H = \frac{R_n}{\sigma_{n,max}} > 1; \quad n_N = \frac{R_k}{\sigma_{k,max}} > 1. \quad (5)$$

Tại đây: n_H, n_N - Các hệ số dự trữ bền (các hệ số đánh giá ổn định) của khối đá tại hông và tại nóc

công trình ngầm do Sekhudin V.K. đề xuất.

Từ đây, theo Sekhudin V.K., để công trình ngầm có hình dạng mặt cắt ngang đã chọn có thể không cần phải chống giữ (khối đá biên công trình ngầm có thể đảm bảo mức độ ổn định cần thiết) thì hệ số dự trữ bền của khối đá tại hông " n_H " và tại nóc " n_N " công trình ngầm phải thỏa mãn các điều kiện [3]:

$$n_H = \left\{ \frac{[\sigma_n] \cdot k_{ct} \cdot \xi}{k_1 \cdot \gamma \cdot H} \right\} \geq 4; \quad (6)$$

$$n_N = \left\{ \frac{[\sigma_k] \cdot k_{ct} \cdot \xi}{k_2 \cdot \lambda_1 \cdot \gamma} \right\} \geq 4. \quad (7)$$

Tại đây: $[\sigma_n]$ - Giới hạn bền nén của mẫu đá, MPa;

Bảng 2. Hệ số giảm bền cấu trúc của khối đá [6]

Mức độ nứt nẻ của khối đá	Kích thước trung bình "khối cấu trúc", m	Đặc tính bền khối đá	Hệ số k_{ct}
Liên khối	>1,5	Rất bền	0,9
Nứt nẻ ít	1÷1,5	Bền vững	0,8
Nứt nẻ trung bình	0,5÷1,0	Bền trung bình	0,6
Nứt nẻ mạnh	0,1÷0,5	Mềm yếu	0,4
Nứt nẻ rất mạnh	<0,1	Rất mềm yếu	0,2

Theo Glusko V.T., Xai T.I. và Vaganov I.I., giá trị hệ số giảm bền dài lâu của đất đá "ξ" có thể chọn như sau: ξ=0,7÷1,0 cho các loại đá có đặc tính phá huỷ dòn (đá granit, đá cát kết với chất dính kết thạch anh, đá quaczit...); ξ=0,5÷0,7 cho các loại đá có đặc tính dẻo trước khi bị phá huỷ (đá cát kết, đá phiến than, đá vôi có độ cứng trung bình...); ξ=0,8÷0,9 cho các loại đá cứng có hệ số kiên cố f>6÷8 [6].

2. Nghiên cứu xây dựng phương pháp xác định hình dạng mặt cắt ngang hợp lý cho công trình ngầm

Các mối quan hệ (6), (7) cho thấy: giá trị thực tế của các hệ số tập trung ứng suất trong khối đá trên biên công trình ngầm "k₁", "k₂" có ý nghĩa rất quan trọng đối với vấn đề duy trì khả năng ổn định cho khối đá trên biên công trình ngầm. Khi các hệ số tập trung ứng suất "k₁", "k₂" gia tăng thì các hệ số dự trữ bền "n_H", "n_N" của các khối đá tại hông và nóc bao quanh công trình ngầm sẽ bị suy giảm.

Ngoài ra, số liệu Bảng 1 cho thấy, giữa giá trị thực tế của các hệ số tập trung ứng suất trong khối đá trên biên công trình ngầm "k₁", "k₂" và hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm luôn luôn tồn tại mối quan hệ chặt chẽ với nhau. Nếu giá trị hệ số tập trung ứng suất trong khối đá trên biên tại hông công trình ngầm "k₁" gần như không thay đổi và không phụ thuộc vào hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm cụ thể (k₁≈2) thì giá trị hệ số tập trung ứng suất trong khối đá trên biên tại nóc công trình ngầm "k₂" bị biến đổi rất mạnh và phụ thuộc rất lớn vào hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm. Tại đây, giá trị hệ số "k₂" sẽ suy giảm từ giá trị k₂=1,0 (cho công trình ngầm với mặt cắt ngang hình thang) xuống đến giá trị k₂=0,23 (cho công trình ngầm với mặt cắt ngang hình vòm parabol-tường thẳng). Điều này có nghĩa, việc nghiên cứu xác định giá trị các hệ số tập trung ứng suất trong

$[\sigma_k]$ - Giới hạn bền kéo của mẫu đá, MPa; k_{ct} - Hệ số giảm bền cấu trúc của khối đá có thể tham khảo từ kết quả nghiên cứu của Viện VNIMI (LB Nga) theo Bảng 2; ξ - Hệ số giảm bền dài lâu của đất đá.

khối đá trên biên công trình ngầm "k₁", "k₂" sẽ cho phép đưa ra định hướng định lượng giải quyết bài toán lựa chọn hình dạng mặt cắt ngang hợp lý cho công trình ngầm trong những điều kiện địa cơ học cụ thể.

Từ các mối quan hệ (6), (7), chúng ta có thể rút ra các điều kiện để các hệ số tập trung ứng suất trong khối đá trên biên công trình ngầm "k₁", "k₂" có thể đảm bảo cho công trình ngầm với hình dạng mặt cắt ngang đã chọn và khối đá bao quanh có mức độ ổn định cần thiết:

$$k_1 \leq \left\{ \frac{[\sigma_n] \cdot k_{ct} \cdot \xi}{4 \cdot \gamma \cdot H} \right\}; \quad (8)$$

$$k_2 \leq \left\{ \frac{[\sigma_k] \cdot k_{ct} \cdot \xi}{4 \cdot \lambda_1 \cdot \gamma \cdot H} \right\}. \quad (9)$$

Các điều kiện (8) và (9) thể hiện mối quan hệ giữa các giá trị hệ số tập trung ứng suất trong khối đá trên biên công trình ngầm "k₁", "k₂" và các thông số cấu tạo của công trình ngầm, các tính chất của khối đá bao quanh để công trình ngầm với hình dạng mặt cắt ngang đã chọn có thể đảm bảo khả năng ổn định cho khối đá trên biên công trình.

Từ các điều kiện (8) và (9), chúng ta tìm ra các giá trị lớn nhất "k_{1,max}", "k_{2,max}" có thể đảm bảo khả năng ổn định cho khối đá trên biên công trình ngầm:

$$k_{1,max} = \left\{ \frac{[\sigma_n] \cdot k_{ct} \cdot \xi}{4 \cdot \gamma \cdot H} \right\}; \quad (10)$$

$$k_{2,max} = \left\{ \frac{[\sigma_k] \cdot k_{ct} \cdot \xi}{4 \cdot \lambda_1 \cdot \gamma \cdot H} \right\}. \quad (11)$$

Trong những trường hợp khi các giá trị hệ số tập trung ứng suất trong khối đá trên biên công trình ngầm "k₁", "k₂" lớn hơn các giá trị "k_{1,max}", "k_{2,max}" tương ứng thì khối đá trên biên công trình ngầm sẽ không thể duy trì trạng thái ổn định, bền vững. Điều này còn có nghĩa: hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm đã chọn không thể đảm bảo khả năng ổn định cho khối đá bao quanh.

Như vậy, điều kiện để khối đá trên biên công trình ngầm ổn định hay điều kiện để chủng loại mặt cắt ngang công trình ngầm đã chọn có thể trở nên hợp lý sẽ là:

$$k_1 \leq k_{1,\max}; k_2 \leq k_{2,\max} \quad (12)$$

Điều kiện (12) có thể sử dụng làm cơ sở khoa học để nghiên cứu đề xuất phương pháp xác định hình dạng mặt cắt ngang hợp lý cho công trình ngầm thi công trong những điều kiện địa cơ học cụ thể. Nghĩa là: khi các giá trị hệ số tập trung ứng suất trong khối đá trên biên công trình ngầm " k_1 ", " k_2 " (xác định có xét đến các đặc tính hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm cụ thể) không lớn hơn các giá trị của các hệ số tương ứng làm cho khối đá bao quanh ổn định, bền vững theo tiêu chuẩn của Sekhudin V.K. thì hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm đã chọn sẽ trở thành giải pháp thiết kế hợp lý.

Sau khi kết hợp lý thuyết của Sekhudin V.K. với những nghiên cứu mới bổ sung trên đây, chúng tôi đề xuất phương pháp xác định hình dạng mặt cắt ngang hợp lý cho công trình ngầm thứ "i" cụ thể theo nội dung các bước như sau [7]:

❖ Bước 1 - Xác định giá trị hệ số tập trung ứng suất nén " $k_{1,i}$ " tại vùng khối đá hông và hệ số tập trung ứng suất kéo " $k_{2,i}$ " tại vùng khối đá nóc trên biên công trình ngầm thứ "i" theo các công thức:

$$k_{1,i} = \left\{ \frac{[\sigma_n]_i \cdot k_{ct,i} \cdot \xi_i}{4 \cdot \gamma_i \cdot H_i} \right\}; \quad (13)$$

$$k_{2,i} = \left\{ \frac{[\sigma_k]_i \cdot k_{ct,i} \cdot \xi_i}{4 \cdot \lambda_{1,i} \cdot \gamma_i \cdot H_i} \right\}. \quad (14)$$

Tại đây: $[\sigma_n]_i$ - Giới hạn bền nén của đất đá bao quanh công trình ngầm thứ "i", MPa; $[\sigma_k]_i$ - Giới hạn bền kéo của đất đá bao quanh công trình ngầm thứ "i", MPa; $k_{ct,i}$ - Hệ số giảm bền cấu trúc của khối đá bao quanh công trình ngầm thứ "i"; ξ_i - Hệ số giảm bền dài lâu của đất đá bao quanh công trình ngầm thứ "i"; $\lambda_{1,i}$ - Hệ số đẩy ngang trong môi trường đất đá rắn cứng quanh công trình ngầm thứ "i"; $\lambda_{1,i} = \mu_i / (1 - \mu_i)$; μ_i - Hệ số Poisson của đất đá bao quanh công trình ngầm thứ "i"; $\lambda_{1,i} = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi_i/2)$ trong môi trường đất đá yếu bao quanh công trình ngầm thứ "i"; φ_i - Góc ma sát trong của đất đá yếu bao quanh công trình ngầm thứ "i", độ; γ_i - Trọng lượng thể tích của đất đá bao quanh công trình ngầm thứ "i", MN/m³; H_i - Chiều sâu công trình ngầm thứ "i" tính từ mặt đất, m;

❖ Bước 2 - So sánh các giá trị thực tế của hệ số tập trung ứng suất nén " $k_{1,i}$ " tại vùng khối đá hông và giá trị hệ số tập trung ứng suất kéo " $k_{2,i}$ " tại vùng khối đá nóc trên biên công trình ngầm thứ "i" (vừa tìm được ở Bước 1) với số liệu các hệ số " k_1 ",

" k_2 " tương ứng trong Bảng 1. Trong đó, quan trọng nhất cần lưu ý đến hệ số " $k_{2,i}$ ";

❖ Bước 3 - Nếu giá trị hệ số " $k_{2,i}$ " lớn hơn 1,0 ($k_{2,i} > 1,0$) thì chúng ta nên chọn mặt cắt ngang công trình ngầm có dạng hình chữ nhật;

❖ Bước 4 - Nếu giá trị hệ số " $k_{2,i}$ " nằm trong khoảng $1,0 \geq k_{2,i} > 0,4$ thì chúng ta nên chọn mặt cắt ngang công trình ngầm có dạng hình thang;

❖ Bước 5 - Nếu giá trị hệ số " $k_{2,i}$ " nằm trong khoảng $0,4 \geq k_{2,i} > 0,3$ thì chúng ta nên chọn mặt cắt ngang công trình ngầm có dạng hình vòm loại 1-tường thẳng;

❖ Bước 6 - Nếu giá trị hệ số " $k_{2,i}$ " nằm trong khoảng $0,3 \geq k_{2,i} > 0,25$ thì chúng ta nên chọn mặt cắt ngang công trình ngầm có dạng hình vòm loại 2-tường thẳng;

❖ Bước 7 - Nếu giá trị hệ số " $k_{2,i}$ " nằm trong khoảng $0,25 \geq k_{2,i} > 0,23$ thì chúng ta nên chọn mặt cắt ngang công trình ngầm có dạng hình vòm bán nguyệt-tường thẳng;

❖ Bước 8 - Nếu giá trị hệ số " $k_{2,i}$ " nhỏ hơn hoặc bằng 0,23 ($k_{2,i} \leq 0,23$) thì chúng ta nên tiến hành như sau:

➤ Nếu giá trị hệ số " $k_{2,i}$ " bằng 0,23 hoặc nhỏ hơn 0,23 với giá trị chênh lệch không lớn thì chúng ta nên chọn mặt cắt ngang công trình ngầm theo các dạng hình vòm parabol-tường thẳng;

➤ Nếu giá trị hệ số " $k_{2,i}$ " nhỏ hơn 0,23 với giá trị chênh lệch trung bình thì chúng ta nên chọn mặt cắt ngang công trình ngầm theo các dạng hình vòm-tường cong, hình vòm parabol-tường cong;

➤ Nếu giá trị hệ số " $k_{2,i}$ " nhỏ hơn 0,23 với giá trị chênh lệch lớn thì chúng ta nên chọn mặt cắt ngang công trình ngầm theo các dạng hình vòm-tường cong-vòm ngược, hình vòm parabol-tường cong-vòm ngược khác nhau có các đặc tính cấu tạo hình học phù hợp.

3. Tính toán thử nghiệm

Để minh chứng cho phương pháp mới đề xuất trên đây, chúng tôi đã thử tính toán cho một số phương án với các thông số đầu vào khác nhau. Kết quả tính toán lựa chọn hình dạng mặt cắt ngang cho công trình ngầm thể hiện trên Bảng 3.

Kết quả tính toán trên Bảng 3 cho thấy:

❖ Các đặc tính đất đá trên biên công trình ngầm và độ sâu bố trí công trình ngầm khác nhau sẽ cho các giá trị hệ số tập trung ứng suất trên nóc công trình ngầm rất khác nhau;

❖ Tương ứng với các đặc tính đất đá trên biên công trình ngầm và độ sâu bố trí công trình ngầm khác nhau sẽ đưa ra các phương án hình dạng mặt cắt ngang hợp lý khác nhau cho công trình ngầm.

Bảng 3. Một số kết quả tính toán thử nghiệm lựa chọn hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm.

Đại lượng đầu vào để chọn loại mặt cắt ngang	Ký hiệu	Đơn vị	Một số phương án tính toán thử nghiệm					
			I	II	III	IV	V	VI
Giới hạn bền kéo của đất đá	$[\sigma_k]_i$	MPa	1,2	2,4	3,6	1,2	2,4	3,6
Hệ số giảm bền cấu trúc của khối đá	$k_{ct,i}$	-	0,2	0,6	0,9	0,2	0,6	0,9
Hệ số giảm bền dài lâu của đất đá	ξ_i	-	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
Hệ số poisson	μ_i	-	0,5	0,4	0,3	-	-	-
Hệ số đẩy ngang cho đất đá rắn cứng	$\lambda_{1,i}$	-	1,000	0,667	0,429	-	-	-
Góc ma sát trong	φ_i	Độ	-	-	-	33	35	37
Hệ số đẩy ngang cho đất đá mềm yếu	$\lambda_{1,i}$	-	-	-	-	0,2947	0,2710	0,2486
Trọng lượng thể tích của đất đá	γ_i	MN/m ³	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
Chiều sâu của vị trí công trình ngầm	H_i	m	30	90	150	30	150	350
Giá trị hệ số tập trung ứng suất trên nóc công trình ngầm	$k_{2,i}$		0,045	0,711	1,865	0,151	0,2622	0,3429
Loại mặt cắt ngang nên chọn cho công trình ngầm	-	-	Hình vòm-tường cong-vòm ngược	Hình thang	Hình chữ nhật	Hình vòm parabol-tường thẳng hoặc cong	Hình vòm loại 2-tường thẳng	Hình vòm loại 1-tường thẳng

4. Kết luận

Khác với các phương pháp xác định hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm mang tính định tính mơ hồ đã được đề xuất trước đây, phương pháp nghiên cứu mới đề xuất trên đây đã đưa ra cơ sở định lượng để lựa chọn hình dạng mặt cắt ngang hợp lý cho công trình ngầm trong những điều kiện địa cơ học và cấu tạo công trình ngầm cụ thể.

Điều này sẽ giúp cho người thiết kế có phương pháp rõ ràng, thuyết phục hơn khi đưa ra lời giải cho bài toán thiết kế mặt cắt ngang công trình ngầm.

Phương pháp mới đề xuất trên đây vẫn chưa thể mang tính toàn năng vì nó vẫn chỉ dựa trên những kết quả nghiên cứu của Sekhudin V.K. Vì vậy, tại đây phạm vi điều chỉnh của nhiều thông số đầu vào chỉ giới hạn trong các chỉ dẫn của Sekhudin V.K. và các tác giả liên quan trực tiếp. Trên thực tế, sự ổn định của khối đá trên biên công trình ngầm còn phải phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác [4].

Ngoài ra, kết quả nghiên cứu của Sekhudin V.K. mới chỉ xét đến một số lượng hạn chế hình dạng mặt cắt ngang cho công trình ngầm. Vì vậy, những kết quả này không thể sử dụng cho

những chủng loại mặt cắt ngang khác của công trình ngầm.

Thêm vào đó, phương pháp mới đề xuất trên đây chỉ xem xét riêng sự ảnh hưởng của trạng thái, mức độ ổn định của khối đất đá bao quanh đến hình dạng mặt cắt ngang công trình ngầm. Vì vậy, sau khi sử dụng phương pháp mới đề xuất trên, mặt cắt ngang đã chọn cho công trình ngầm phải được xem xét tiếp một cách hợp lý trong mối quan hệ với những yếu tố ảnh hưởng khác.

Hơn nữa, việc lập luận khoảng biến đổi của giá trị hệ số " $k_{2,i}$ " nhỏ hơn 0,23 với "giá trị chênh lệch không lớn", với "giá trị chênh lệch trung bình" và với "giá trị chênh lệch lớn" trong Bước 8 để lựa chọn hình dạng mặt cắt ngang hợp lý cho công trình ngầm vẫn mang tính định tính chưa rõ ràng. Vì vậy, tại đây những phương án đề xuất hình dạng mặt cắt ngang hợp lý khi $k_{2,i} < 0,23$ vẫn chưa thực sự thuyết phục.

Đây là những hạn chế cơ bản của phương pháp mới đề xuất. Do đó, phương pháp này vẫn cần có những nghiên cứu hoàn thiện bổ sung. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Максимов А.П. Горное давление и крепь выработок. Москва. Недра. 1973. 288 стр.

2. Покровский Н.М. Комплексы подземных горных выработок и сооружений. Москва. Недра. 1987. 248 стр.

3. Шехудин В.К. Задачник по горным работам проведений и креплений горных выработок. Москва. Недра. 1985.

4. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. М. Недра, 1982.

5. Võ Trọng Hùng. Ổn định và bền vững công trình ngầm. Giáo trình Cao học. Trường Đại học Mở-Địa chất. Hà Nội. 1996. 201 trang.

6. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc. Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội. 2005. 460 trang.

7. Võ Trọng Hùng. Tối ưu hoá thiết kế xây dựng công trình ngầm và hệ thống công trình ngầm.

Giáo trình Cao học. Trường Đại học Mở-Địa chất. Hà Nội. 1999. 203 trang.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The paper introduces the results of studying of the new method estimating the proper cross section form for the tunnels. The new method can take out the good base to choose the proper cross section form for the tunnels.

LỰA CHỌN CỖ HẠT...

(Tiếp theo trang 30)

tăng. Để giảm giá thành trong quá trình xuống sâu khai thác cần phải áp dụng đồng bộ thiết bị khai thác: máy khoan có đường kính 250 mm, máy xúc E=6,7 m³, ô tô q=58 tấn và băng tải có chiều rộng 2 m, tốc độ 4 m/s.

❖ Trong dây chuyền sản xuất mỏ các khâu công nghệ khoan, nổ, xúc bốc, vận tải nối tiếp nhau có một thông số chung là đất đá được đặc trưng bởi đường kính cỡ hạt trung bình d_{tp} . Các khâu công nghệ đều chi phí năng lượng nhất định. năng lượng tiêu hao không lệ thuộc vào sự biến đổi của các chủ trương chính sách điều hành kinh tế vĩ mô của Nhà nước và các chỉ số giá thành nguyên vật liệu. Vì vậy, sẽ làm đơn giản hóa công tác tính toán cho những người làm công tác kĩ thuật, quản lý và điều hành công tác nổ mìn trên các mỏ lộ thiên. Đường kính cỡ hạt trung bình được xác định thông qua tổng chi phí năng lượng của các khâu công nghệ khoan nổ mìn, xúc bốc, vận tải ô tô, nghiền đập và vận tải băng tải nhỏ nhất

❖ Cỡ hạt yêu cầu với đồng bộ thiết bị lựa chọn và chi phí năng lượng nhỏ nhất tại mỏ than Cao Sơn là 0,30 m. Để đạt được cỡ hạt như trên, các thông số khoan nổ mìn chủ yếu như sau: chỉ tiêu thuốc nổ $q=0,51 \text{ kg/m}^3$; thông số mạng nổ ($w \times a \times b=7,6 \times 8,4 \times 7,6 \text{ m}$). □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Ngọc Tước. Nghiên cứu đánh giá lựa chọn phương án vận tải đất đá hợp lý cho mỏ Cao

Sơn sau năm 2011 đến kết thúc khai thác, Hà Nội - 2012.

2.Тангаев И. А. Энергоемкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. - М.: Недра, 1986. - 231 с.

3. Репин Н.Я. Буровзрывные работы на угольных разрезах. - М.: Недра, 1987. - 254 с.

4. А. И. Крючков, канд. техн. наук, Л. И. Евтеева, инж. (НТУУ "КПИ"). Влияние дробления пород на энергоемкость технологических процессов

5. Бирик И.П. Метод определения оптимальных параметров буровзрывных работ для технологических потоков карьера./ГИАБ. - 2005. -№4. -С. 119-122.

6. Кузнецов В.А. Обоснование технологии буровзрывных работ в карьерах и открытых горностроительных выработках на основе деформационного зонирования взрывааемых уступов. дис. докт. техн. наук. М. 2010, - с. 225.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The blasting rock size is important factor relating all the technology parts in openpit mining because it influences on the equipment's efficiency and mining expenses. The paper introduces the method choosing the proper blasting rock size for using transportation by complex track-conveyor for Cao Sơn coal mine.