

NGHIÊN CỨU VÀ THỰC NGHIỆM NHẪM NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG NỔ Mìn TẠO BIÊN TRONG ĐƯỜNG HẦM

TS. ĐÀM TRỌNG THẮNG, THS. NGUYỄN VĂN THUẦN
Bộ Tư lệnh Công binh

Công tác nổ tạo biên trong nhiều đường hầm của ta hiện nay hiệu quả còn thấp. Nguyên nhân chính là trong phương pháp tính toán truyền thống, các thông số nhóm lỗ khoan biên chưa được chú ý đến yêu cầu về chất lượng nổ tạo biên (tiêu chuẩn lẹm, hệ số thừa tiết diện cho phép và để lại vết lỗ khoan sau nổ) và đồng nhất tác dụng của ba nhóm lỗ khoan (đốt khẩu, khẩu, biên) khi tính toán số lượng lỗ khoan trên gương. Tác dụng của lỗ khoan biên vẫn gần như là lỗ khoan phá nhưng với cường độ nhỏ hơn (0,8-0,9) lần so với lỗ khoan phá, vì vậy đất đá xung quanh đường biên bao giờ cũng bị phá hủy mạnh và nứt nẻ sâu. Chính vì vậy cần nghiên cứu phân tích bản chất vật lý và cơ học của lượng nổ tạo biên đối với trường hợp công trình không yêu cầu để lại vết lỗ khoan biên, để từ đó đưa ra phương pháp tính toán lượng nổ của lỗ mìn biên, làm cơ sở trong việc thiết kế nâng cao hiệu quả nổ tạo biên.

1. Quan điểm tính toán truyền thống về lượng nổ

Các công thức tính khoảng cách giữa các lỗ khoan cũng như khối lượng thuốc trong một lỗ khoan mang tính kinh nghiệm, mới chỉ biểu diễn sự phụ thuộc qua các thông số trung gian như tính lượng thuốc nổ trong lỗ mìn biên các dạng sau [1, 2, 3, 4, 5]:

$$Q_b = (0,8 \div 0,9) \cdot Q_{tb}; \quad (1)$$

$$Q_p = Q_{tb}; \quad (2)$$

$$Q_r = Q_{tb}. \quad (3)$$

Trong đó: Q_b , Q_p , Q_r - Tương ứng là lượng nổ trong lỗ khoan biên, phá và đốt khẩu; Q_{tb} - Giá trị lượng nổ trung bình trên gương hầm.

Việc xác định khoảng cách giữa các lỗ mìn biên thông thường dựa trên việc tính tổng số lượng lỗ khoan trên gương hầm và trừ đi số lượng lỗ khoan đốt khẩu sau đó tự phân bổ số lượng lỗ khoan biên, số lượng lỗ khoan phá theo kinh nghiệm, trên cơ sở đó tính khoảng cách giữa các lỗ khoan biên. Chính vì các lý do trên rất khó khăn trong việc điều chỉnh các thông số khoan nổ tối ưu đối với mục tiêu nâng cao chất lượng biên hầm.

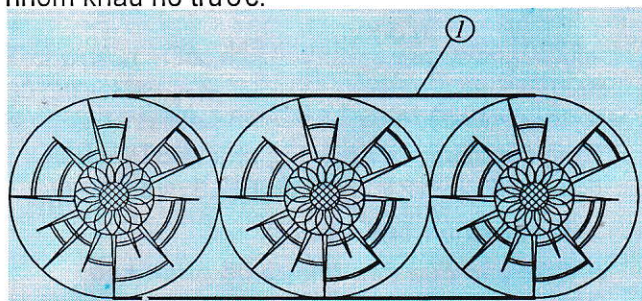
Phương pháp này có nhược điểm: tổng số lượng lỗ khoan trên gương hầm và tổng khối lượng thuốc nổ được xác định trên cơ sở lượng nổ trung bình thông thường đều lệch so với số lượng lỗ khoan, khối lượng thuốc thực tế để đảm bảo hệ số nhồi thuốc tối ưu cho từng loại lỗ khoan, vì vậy phải tiến hành hiệu chỉnh hai đại lượng này sau khi tính toán. Trên thực tế mặc dù lựa chọn giá trị hệ số nhỏ nhất trong công thức (1) để tính lượng nổ biên, nhưng nhiều trường hợp biên không đạt theo thiết kế.

2. Nghiên cứu tính toán lượng nổ tạo biên khi không yêu cầu để lại vết lỗ khoan trên thành hầm

Để có thể tính toán các thông số lượng nổ trong lỗ mìn biên hợp lý cần đưa ra mô hình cơ bản của việc nổ tạo biên dạng này là biên giới vùng phá hủy chung của hàng lỗ khoan biên nối thành một đường theo đường chu vi thiết kế (xem H.1). Vì vậy các thông số khoan nổ biên cần phải tính toán trên cơ sở xem xét vùng phá hủy của từng lỗ khoan và sự cộng hưởng của các lỗ khoan biên cạnh nhau khi nổ.

Đặc điểm của việc thi công đường hầm với biên nổ dạng này, khi áp dụng công nghệ nổ vì sai theo thứ tự nhóm đốt khẩu nổ trước, sau đến nhóm lỗ khoan khẩu và cuối cùng là nhóm lỗ khoan biên, vì vậy đối với hàng lỗ mìn biên khi nổ sẽ có hai bề mặt tự do là:

- ❖ Bán mặt tự do phía trên miệng lỗ khoan;
- ❖ Mặt tự do phụ do các nhóm lỗ đốt khẩu và nhóm khẩu nổ trước.



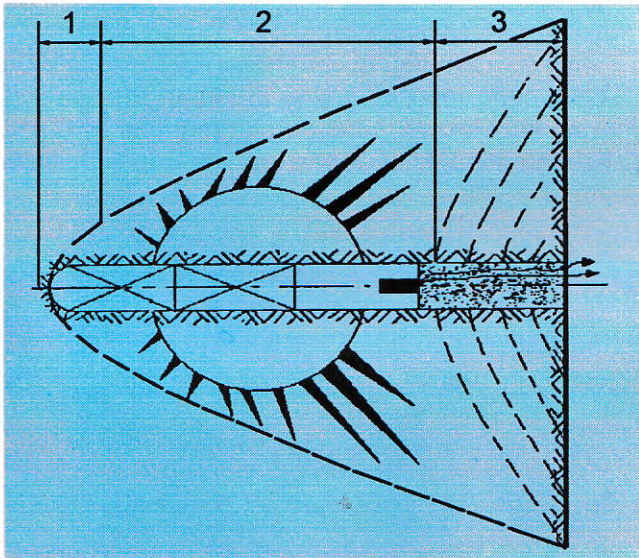
H.1. Sơ đồ mô tả sự tương tác giữa các lỗ mìn cạnh nhau: 1 - Biên giới vùng phá hủy chung của các lượng nổ.

Vì sự có mặt của hai mặt tự do trên nên sẽ xuất hiện các hiệu ứng phá hủy đất đá của lỗ min biên như sau:

❖ Hiệu ứng 1 - Sự phá hủy có tính đối xứng qua trục lỗ khoan. Đất đá xung quanh lỗ khoan dưới tác dụng của áp lực khí nổ và sóng nổ có cường độ cao của lượng nổ hình trụ dài đơn độc bị phá hủy có tính đối xứng ở giai đoạn sóng phản xạ chưa lan truyền từ mặt tự do phụ về phần tử đất đá khảo sát hoặc hiệu ứng này xuất hiện khi nổ độc lập hoặc nổ đồng thời trên toàn gương hầm (hình H.2);

❖ Hiệu ứng 2 - Sự phá hủy đất đá tạo khe nứt đầu tiên bao giờ cũng xảy ra trên mặt phẳng nối hai lỗ khoan. Vùng đất đá giữa hai lỗ khoan bị phá hủy do sự cộng hưởng, giao thoa của sóng nổ [3];

❖ Hiệu ứng 3 - Sự phá hủy có dạng phễu. Do sự tồn tại của bề mặt tự do gương hầm, nên sự phá hủy đất đá xung quanh lỗ khoan theo hướng chuyển dịch về phía mặt gương hầm (miệng lỗ khoan) thông thường có dạng hình phễu với góc mở nhỏ (H.2);



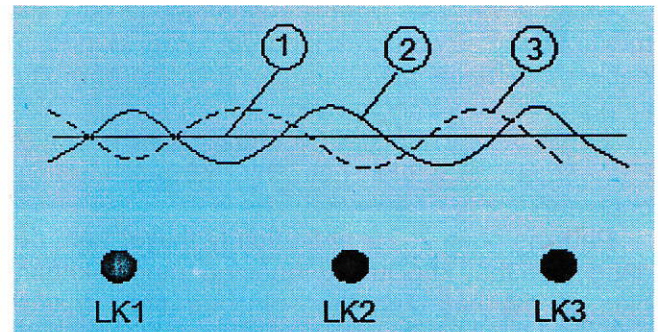
H.2. Sơ đồ phá hủy đất đá xung quanh lỗ min: 1 - Phần đáy (hình thành cốc khoan); 2 - Phần thân lỗ min; 3 - Phần miệng.

❖ Hiệu ứng 4 - Sự phá hủy có tính bất đối xứng theo hướng trên mặt phẳng vuông góc với trục lỗ khoan. Do sự xuất hiện bề mặt tự do phụ sau khi nổ các nhóm lỗ min đột khẩu và lỗ min khẩu, nên sự phá hủy đất đá xung quanh lỗ min biên có tính bất đối xứng, bán kính phá hủy về phía ngoài biên hầm nhỏ hơn bán kính phá hủy về phía trong biên.

Từ các phân tích trên cho phép đưa ra nguyên tắc sau: Muốn giảm bán kính vùng phá hủy của lỗ min biên cần giảm khối lượng thuốc trong lỗ khoan biên và đồng thời phải giảm khoảng cách giữa các

lỗ khoan biên tương ứng để đảm bảo đường phá của nhóm lỗ min biên được liên tục.

Khối lượng thuốc nổ trong một lỗ khoan biên hợp lý bao giờ cũng phải nhỏ hơn khối lượng thuốc nổ trung bình trong lỗ khoan dưới 0,8 đến 0,9 lần. Khoảng cách giữa các lỗ min biên hợp lý bao giờ cũng nhỏ hơn khoảng cách giữa các lỗ khoan phá, cần điều chỉnh để đạt được chất lượng biên tối ưu. Theo lý luận của sự tương tác giữa các lượng nổ dài cạnh nhau bao giờ cũng tồn tại khoảng cách giữa các lỗ khoan biên tối ưu, tương ứng với lượng nổ tối ưu để chất lượng biên tốt nhất, khi thay đổi khoảng cách đó thì chất lượng biên thay đổi theo dạng hình 3 trong đá đồng nhất.



H.3. Các dạng biên vùng phá hủy giữa hai lỗ min cạnh nhau: 1 - Biên giới vùng phá hủy lý tưởng tương ứng với khoảng cách lỗ min đạt trị số chuẩn; 2 - Biên giới vùng phá hủy xuất hiện khi khoảng cách lỗ min lớn hơn trị số chuẩn; 3 - Biên giới vùng phá hủy khi khoảng cách giữa các lỗ min nhỏ hơn đạt trị số chuẩn.

Từ phân tích và nguyên tắc trên, đề xuất sử dụng hai phương pháp tính toán các thông số cơ bản của lỗ min biên như sau:

❖ Phương pháp 1: Đường kháng bé nhất của lỗ khoan biên khi theo phương pháp truyền thống [4]:

$$w_b = \sqrt{\frac{k_{nh} \cdot p}{q_b}}, \text{ m}; \quad (4)$$

Tại đây: k_{nh} - Hệ số nhồi thuốc trong lỗ khoan biên; p - Khối lượng thuốc nổ trên một mét lỗ khoan biên hoặc lỗ khoan phá, kg/m; q_b - Tương ứng là lượng tiêu hao thuốc nổ đơn vị của lỗ min biên, đối với dạng nổ tạo biên không để lại vết thì chọn q_b bằng chỉ tiêu thuốc nổ trung bình q , kg/m³.

Khoảng cách giữa các lỗ khoan biên được xác định theo công thức:

$$a \leq w_b \quad (5)$$

Giá trị "a" được lựa chọn tùy theo mức độ yêu cầu chất lượng biên và điều chỉnh sau các vụ nổ đầu tiên để tìm giá trị hợp lý. Yêu cầu chất lượng biên càng cao, thì "a" càng nhỏ, tuy nhiên quá nhỏ thì làm chi phí sản xuất tăng.

Khối lượng thuốc nổ cần thiết trong một lỗ khoan biên:

$$Q_{b1}=q_b.V_1.$$

Trong đó: V_1 - Thể tích vùng đất đá phá hủy của một lỗ khoan biên,

$$V_1=(k.a^2.L) \text{ hoặc: } V_1=[k.(p/N_b)^2.L].$$

Tại đây: k - Hệ số điều chỉnh kích thước vùng phá hủy của hàng lỗ khoan biên dọc theo chu vi $k=0,8-1,1$; p - Chu vi đường hầm, m ; N_b - Số lượng lỗ khoan biên, lỗ; L - Chiều sâu phá (bằng chiều dài trung bình của lỗ khoan).

Vậy khối lượng thuốc nổ cần thiết trong một lỗ khoan biên được viết lại là:

$$V_1=(q.k.a^2.L) \text{ hoặc: } V_1=[q.k.(p/N_b)^2.L]. \quad (6)$$

Chính vì vậy theo lý thuyết nổ vùng phá hủy của mỗi lỗ khoan sẽ có tính không đối xứng. Bán kính phá về phía ngoài biên bao giờ cũng nhỏ hơn bán kính phá về phía trong gương.

Chính vì vậy mà các lỗ khoan biên bao giờ cũng khoan cách biên hầm thiết kế một khoảng cách nhỏ.

Phương pháp 2: Từ phân tích lý thuyết trên, dễ dàng nhận thấy khối lượng thuốc nổ trong lỗ khoan biên có thể xác định theo phương pháp truyền thống theo công thức (1) nhưng cần đưa thêm vào hệ số điều chỉnh giảm sự phá hủy ở vùng biên " k_b " có dạng sau:

$$Q_b=k_b.Q_{tb}, \text{ kg.} \quad (7)$$

Trong đó giá trị hợp lý đề nghị $k_b=0,5-0,9$. Căn bằng công thức (7) và công thức (6) rút ra khoảng cách giữa các lỗ mìn biên và số lượng lỗ mìn biên:

$$a=\sqrt{\frac{k_b.Q_{tb}}{q.k.L}} \text{ và } N_b=\frac{P}{a} \quad (8)$$

hoặc

$$N_b=\sqrt{\frac{q.k}{k_b.Q_{tb}}} \text{ và } a=\frac{P}{N_b} \quad (9)$$

Với các phương pháp tính này thì số lượng lỗ khoan của các nhóm đột khẩu, biên, khẩu cần được tính toán độc lập tác dụng như sau:

Số lượng lỗ khoan đột khẩu phụ thuộc vào diện tích gương hầm, độ cứng của đá, loại đột khẩu được lựa chọn hay tính toán như phương pháp truyền thống. Diện tích phá hủy của vùng đột khẩu (S_{dk}) tính theo kích thước phá hủy của vùng đột khẩu;

Số lượng lỗ khoan biên được tính theo hai phương pháp trên. Sau đó tính diện tích vùng phá hủy do nhóm lỗ khoan biên ($S_b=a.N_b$);

Số lượng lỗ khoan phá (khẩu) được xác định bằng:

$$N_{kh}=\frac{q.(S-S_b-S_{dk}).L}{Q_{tb}}, \text{ lỗ.} \quad (10)$$

Tại đây: S - Diện tích gương hầm, m^2 ;

Cuối cùng tổng số lượng lỗ khoan trên gương và tổng khối lượng thuốc nổ cho một chu kỳ được tính bằng tổng khối lượng tương ứng của tổng nhóm lỗ khoan.

Bảng 1. Kết quả công tác khoan nổ đột thử nghiệm lần 1 (thuốc nổ AD1 và đá $f=8-10$)

Thứ tự gương nổ	Các chỉ tiêu						
	Tổng số lỗ khoan, lỗ	Tiêu hao mét khoan cho $1m^3$ đá, m/m^3	Tổng KL thuốc, kg	Chỉ tiêu thuốc nổ thực tế, kg/m^3	Hệ số sử dụng lỗ khoan	Độ lẹm TB (cm)	Hệ số thừa tiết diện
Kết quả của đơn vị thi công với phương pháp tính truyền thống							
1	29	6,85	15,7	4,12	0,8	10-20	1,19
2	29	6,61	15,7	3,97	0,83	8-14	1,15
3	29	8,65	16	4,12	0,8	10-21	1,19
4	29	7,31	15,7	4,40	0,75	8-9	1,15
5	29	6,69	15,7	4,02	0,82	11-24	1,23
Tr.bình	29	7,22	15,76	4,32	0,80	9,4 – 17,6	1,18
Kết quả thử nghiệm phương pháp tính mới							
1	28	5,88	15	3,50	0,9	0-9	1,06
2	28	5,63	15	3,35	0,94	2-5	1,04
3	28	5,57	15	3,32	0,95	0-4	1,02
4	28	5,57	14	3,10	0,95	0-3	1,02
5	32	6,37	13,8	3,05	0,95	0-3	1,02
6	32	6,37	13,8	3,05	0,95	0-4	1,02
7	32	6,65	13,8	3,19	0,91	1-1	1,02
8	28	5,75	14	3,20	0,92	0-4	1,02
T.Bình	47,20	5,97	14,30	3,22	0,93	0,4 -6,6	1,03

Bảng 2. Kết quả công tác khoan nổ đợt thử nghiệm lần 2 (thuốc nổ P113 và đá f=6-8)

Thứ tự gương nổ	Các chỉ tiêu						
	Tổng số lỗ khoan, lỗ	Tiêu hao mét khoan cho 1m ³ đá, m/m ³	Tổng KL thuốc, kg	Chỉ tiêu thuốc nổ thực tế, kg/m ³	Hệ số sử dụng lỗ khoan	Độ lẹm TB (cm)	Hệ số thừa tiết diện
Kết quả của đơn vị thi công với phương pháp tính truyền thống							
6	29	6,77	14	3,10	0,95	9-20	1,2
7	29	6,09	13,6	3,17	0,9	11-15	1,2
8	29	6,45	13,6	3,36	0,85	8-15	1,16
9	29	6,85	13,6	3,75	0,80	8-10	1,15
10	29	6,77	13,6	3,53	0,81	8-9	1,15
Tr.bình	29	6,59	13,68	3,38	0,86	8,8-13,8	1,17
Kết quả thử nghiệm phương pháp tính mới							
12	24	4,36	10,6	2,14 □ 1,93	0,96	2 ÷ 2	1,04
13	28	5,51	10	2,19 □ 1,97	1,05	-2	0,96
14	28	5,29	10	2,10 □ 1,89	1,00	1 ÷ 3	1,04
15	28	5,40	10	2,14 □ 1,93	0,98	1 ÷ 2	1,04
16	28	5,35	10,04	2,21 □ 1,99	0,99	1 ÷ 5	1,02
17	26	5,29	10,5	2,21 □ 1,99	1	0 ÷ 2	1,01
Tr.bình	27	5,20	10,2	2,17 □ 1,95	0,88	2,9 ÷ 2,8	1,02

Ghi chú : Ký hiệu □ là qui đổi từ P113 – AD1

Bảng 3.

Chỉ tiêu	Với f=8-10			Với f=6 - 8		
	Đơn vị	Đề tài	Chênh lệch	Đơn vị	Đề tài	Chênh lệch
Chỉ tiêu thuốc nổ trung bình q, kg/m ³	4,32	3,22	1,10	3,38	1,95	1,43
Suất phá đá của 01 mét khoan P _k , m/m ³	7,22	5,97	1,25	6,59	5,20	1,39
Hệ số thừa tiết diện K _s	1,18	1,03	0,15	1,17	1,02	0,15

3. Nghiên cứu nổ thực nghiệm trên đường hầm khâu độ nhỏ

Phương pháp tính toán đề xuất trên đã được thử nghiệm áp dụng trong đường hầm khâu độ nhỏ với các đặc điểm, điều kiện kỹ thuật thi công khoan nổ cơ bản của đường hầm: Kích thước hầm rộng 1,8 m và cao 3,25 m; Diện tích hầm 5,6 m²; Độ cứng của đá theo Protodíkanov trong phạm vi 6-8 và 8-10 (tuỳ theo gương); Mức độ nứt nẻ cấp II đến IV theo phân loại của Nga; Búa khoan cầm tay chạy bằng khí nén của Trung Quốc có đường kính 38-42 mm; Phương pháp điều khiển nổ: nổ vi sai điện 2, 3 cấp; Loại thuốc nổ: Amônít N^o1; Đợt khâu nêi đứng; Chiều sâu lỗ khoan trung bình 0,85 mét; Chiều sâu lỗ khoan phá: 0,85 mét; Chiều sâu lỗ khoan biên: 0,9 mét; Chiều sâu lỗ khoan đợt khâu: 1,04 mét. Mục đích thử nghiệm đánh giá hộ chiếu thiết kế, đề xuất sử dụng phương pháp tính nhóm min biên như trên so với hộ chiếu của đơn vị thi công.

Phân tích và so sánh hiệu quả trên một mét chiều dài hầm. Từ các kết quả số liệu thực nghiệm ở trên cho phép so sánh giá trị trung bình kết quả các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cơ bản của công tác khoan nổ trong đường hầm giữa phương pháp tính

đề xuất và của đơn vị thi công thể hiện ở Bảng 3. Hiệu quả kinh tế mang lại khi áp dụng phương pháp tính mới biểu hiện ở các chỉ tiêu Bảng 4.

Bảng 4. Tổng hợp giá trị trung bình các chỉ tiêu vật liệu, máy tiết kiệm được khi áp dụng kết quả đề tài so với thực tế thi công tính cho 01 mét dài hầm (S=5,6 m²)

Chỉ tiêu	Kết quả	
	f= 8-10	f=6-8
Khối lượng thuốc nổ, kg	6,72	8,00
Khối lượng khoan, m	7,00	7,78
Khối lượng bê tông làm vỏ, m ³	0,84	0,84
Khối lượng đá phải dọn, m ³	1,26	1,26
Khối lượng đá phải chèn, m ³	1,26 ⁽¹⁾	1,26 ⁽¹⁾

Ghi chú: 1 - Khi đổ bê tông vỏ hầm bằng thủ công.

Kết luận: Kết quả phân tích lý thuyết và áp dụng phương pháp tính đề xuất để làm cơ sở điều chỉnh hộ chiếu nổ thực tế tại đơn vị thi công nhận thấy rằng, hiệu quả công tác khoan nổ trong đường hầm không phải là sự tăng hay giảm lỗ min mà cần được đánh giá bằng các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật

(Xem tiếp trang 9)

Theo quy phạm sai số thông hướng khi đào lò đối hướng đối với lò bằng và lò nghiêng đào không theo vật dẫn là 0.5 m [1]. Khi đó vị trí điểm cuối của đường chuyển dưới hầm lò cho phép sẽ là:

$$[M_C]_{QP} = \pm \frac{0.5}{\sqrt{2}} = \pm 0.350 \text{ m.}$$

Từ đó nhận thấy rằng sai số gặp nhau của hai gương lò đào đối hướng đã ước tính, nhỏ hơn so với quy phạm cho phép. Vì vậy có thể tiến hành các công tác trắc địa trong quá trình thi công.

4. Kết luận

❖ Để đảm bảo yêu cầu về độ chính xác trong đào lò đối hướng cần phải ước tính sai số gặp nhau của hai gương lò và đề ra các chỉ tiêu đo đạc phục vụ cho quá trình thi công.

❖ Sai số thông hướng trong đào lò đối hướng giữa hai giếng đứng ảnh hưởng bởi sai số của mạng lưới khống chế trắc địa trên mặt đất, sai số do định hướng và sai số đo nối dưới hầm lò. Trong đó sai số định hướng (sai số đo liên hệ qua giếng đứng) ảnh hưởng nhiều nhất đến sai số gặp nhau của hai gương lò đào đối hướng, đặc biệt là sai số chiếu điểm.

❖ Để đảm bảo sai số gặp nhau khi đào lò đối hướng nhỏ hơn 0.4 m, cần giảm sai số tuyến tính chiếu điểm xuống dưới $\pm 1.5 \text{ mm}$, bố trí tam giác liên hệ sao cho các góc γ và β nhỏ hơn $3^\circ + 5^\circ$, góc

α lớn hơn 170° , sai số trung phương đo góc không vượt quá $\pm 9''$, các cạnh của tam giác liên hệ đo với số không vượt quá $\pm 2 \text{ mm}$. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Bé, Võ Chí Mỹ, Nguyễn Xuân Thụy. Trắc địa mỏ. Nhà xuất bản Giao thông Vận tải. Hà Nội, 1998.

2. Quy phạm nghiệm thu và thi công công trình đường lò mỏ GBJ 213-90. Bắc Kinh 1991.

3. Phạm Công Khải, Bình sai lưới độ cao khi chuyển độ cao qua hai giếng. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 3-2002.

4. Маркшейдерское Дело, Недрa, Москва 1972.

Người biên tập: Võ Chí Mỹ

SUMMARY

The geodesy is necessary for driving the tunnels by confrontation directions. To maintain the degree of accuracy of meeting for the two driving faces by confrontation directions between the two shafts in Hà Lâm mine, the paper introduces the proper method serving the construction process.

NGHIÊN CỨU VÀ THỰC NGHIỆM...

(Tiếp theo trang 16)

tính trên một mét khối đá được phá hủy. Từ lý luận và thực nghiệm nhận thấy rằng khi biên hầm phá rộng và đất đá đập quá vụn, điều đó đồng nghĩa với sự dư thừa năng lượng nổ. Vì vậy, để nâng cao chất lượng biên cần thực hiện theo xu hướng giảm khối lượng thuốc trong lỗ mìn biên và tăng mật độ lỗ khoan biên, đồng thời chú ý xem xét điều chỉnh cả các nhóm lỗ mìn phá và đột khẩu. Việc áp dụng phương pháp tính toán đề xuất trên cho phép dễ dàng điều chỉnh được hộ chiếu khoan nổ ngoài thực tế, đáp ứng mục tiêu nâng cao chất lượng biên và hiệu quả công tác khoan nổ nói chung. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Đức, Võ Trọng Hùng, "Công nghệ xây dựng Công trình ngầm". NXB Giáo Dục 1998.

2. Hồ Sĩ Giao, Đàm Trọng Thắng, Lê Văn Quyền, Hoàng Tuấn Chung. Nổ hoá học lý thuyết và thực tiễn. Nhà xuất bản KHKH 2010.

3. Đàm Trọng Thắng. Báo cáo tổng kết đề tài thăm dò: "Nghiên cứu tính toán kỹ thuật nổ tạo biên

trong đường hầm khâu độ vừa và nhỏ". Phân viện Kỹ thuật Công binh, Hà Nội 2008.

4. Lê Đình Tân. Hướng dẫn tính toán kỹ thuật khoan nổ trong thi công đường hầm quốc phòng. Tài liệu tập huấn kỹ thuật công trình toan quân. Phòng Công trình quốc phòng. 2008.

5. Б. Н. Кутузов. Разрушение горных пород взрывом - Взрывные технологии в промышленности. МГГУ. Москва. 1994.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

This article will analyse the destruction effects around the contour holes of tunnels, then propose methods to determine explosive parameters of the contour holes in order to improve tunnel contours. The proposed methods help to solve the disadvantages of the traditional practices. They were tested, evaluated and compared with the traditional practices. As a result, they help to raise tunnel contour quality and the overall efficiency of the blasting work.