

## **ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA MẶT THOÁNG ĐẾN MỨC ĐỘ ĐẬP VỠ ĐẤT ĐÁ TRONG ĐƯỜNG HÀM TỪ KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM TRÊN MÔ HÌNH NỔ ĐIỆN**

VŨ TRỌNG HIẾU, ĐÀM TRỌNG THẮNG, *Học viện Kỹ thuật Quân sự*

**Tóm tắt:** *Mức độ đập vỡ đất đá là một chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật tổng hợp của công tác khoan nổ mìn. Công tác khoan nổ trên công trường lộ thiên đã rất quan tâm đến vấn đề này, tuy nhiên rất ít công trình nghiên cứu về mức độ đập vỡ khi khoan nổ mìn trong đường hầm. Mặt khác việc đánh giá hiệu quả kinh tế của công tác khoan nổ trong đường hầm vẫn chưa xem xét toàn diện sự ảnh hưởng của mức độ đập vỡ đất đá sau nổ đến hiệu quả kinh tế của cả dây chuyền khoan – nổ – xúc bốc – vận tải. Chính vì vậy, bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm, phân tích, đánh giá so sánh mức độ đập vỡ đất đá trên mô hình nổ điện cho hai trường hợp nổ một mặt thoáng và hai mặt thoáng. Kết quả phân tích thực nghiệm cho phép đánh giá qui luật đập vỡ đất đá phụ thuộc vào năng lượng riêng để phá hủy một đơn vị thể tích đất đá, rút ra hệ số ảnh hưởng của số mặt thoáng, làm cơ sở kế thừa lý thuyết mức độ đập vỡ đất sau nổ khi phá đá lộ thiên, để áp dụng vào công trình ngầm.*

### **1. Đặt vấn đề**

Mức độ đập vỡ đất đá (MĐĐVVĐĐ) khi nổ mìn là một chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật tổng hợp, phản ánh mức độ tối ưu của thông số khoan nổ và hiệu quả kinh tế của dây chuyền sản xuất khoan nổ - xúc bốc - vận tải... Trên thế giới đến nay các cơ sở lý luận và các qui luật về MĐĐVVĐĐ khi nổ mìn trên điều kiện lộ thiên rất hoàn thiện, điều này góp phần thuận lợi trong giải quyết các bài toán kinh tế kỹ thuật đảm bảo tối ưu trong toàn bộ dây chuyền sản xuất [1, 4]. Tuy nhiên vấn đề này còn đề cập rất hạn chế trong công tác nổ thi công đường hầm, điều này làm khó khăn trong giải quyết bài toán kinh tế tối ưu trong thi công đường hầm [1, 2, 3].

Phân tích quá trình phá hủy đất đá khi nổ nhận thấy, bản chất yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến quá trình vật lý cơ học phá hủy đất đá khi nổ trong điều kiện lộ thiên và trong đường hầm là số lượng mặt thoáng [1, 4]. Khi nổ trong điều kiện lộ thiên thông thường có hai mặt thoáng, thì sóng nén tới kết hợp với sóng kéo phản xạ từ mặt thoáng đóng một vai trò lớn trong quá trình phá hủy đất đá, còn khi nổ trong đường hầm một mặt thoáng nằm trên miệng lỗ khoan, thì vai trò của sóng nén tới chiếm một vai trò chính

so với sóng phản xạ kéo. Đây là lý do chính tạo ra sự khác biệt về MĐĐVVĐĐ khi nổ mìn trong điều kiện đường hầm và lộ thiên.

Chính vì các lý do trên, để có thể kế thừa các qui luật về MĐĐVVĐĐ trong điều kiện nổ lộ thiên khi giải quyết bài toán tối ưu kinh tế nổ mìn trong đường hầm, thì việc nghiên cứu ảnh hưởng của số lượng mặt thoáng đến MĐĐVVĐĐ là nhiệm vụ có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

### **2. Cơ sở lý thuyết về mối quan hệ giữa ba thông số chỉ tiêu thuộc nổ, số mặt thoáng và MĐĐVVĐĐ**

#### **2.1. Mối quan hệ giữa chỉ tiêu thuộc nổ với MĐĐVVĐĐ**

Để phá hủy khối lượng đất đá xác định trong phạm vi bán kính giới hạn cần tiêu hao một lượng năng lượng xác định. Cùng với sự tăng mức độ phá hủy khối đất đá là sự tăng năng lượng phá hủy và tăng chỉ tiêu thuộc nổ. Các công trình nghiên cứu trong các điều kiện tầng đá lộ thiên, đều khẳng định rằng MĐĐVVĐĐ tỉ lệ đồng biến với chỉ tiêu thuộc nổ hay còn gọi là lượng tiêu tốn năng lượng nổ [1, 4]. Hiện nay có rất nhiều công thức xác định mối quan hệ này, tuy nhiên trong công tác thiết kế kỹ thuật phổ biến sử dụng công thức thực nghiệm của Liên đoàn nổ mìn Nga mô tả mối

quan hệ giữa chỉ tiêu thuốc nổ với cỡ đá nổ ra (hay MĐĐVĐĐ), tính chất cơ lý đá và điều kiện nổ [1, 4]:

$$q = 0,134\sqrt{f} (0,6 + 3,3d_0d_3) \left(\frac{0,5}{d_H}\right)^{2/5} \rho k, (1)$$

$f$  – hệ số bèn lớp phủ đất đá bề mặt theo M.M. Protodiakonov;

$d_0$  – kích thước các khối đá riêng biệt trước khi nổ phá, m;

$d_3$  – đường kính khối thuốc nổ, m;

$d_H$  – kích thước cho phép của cục đất đá, m;

$\rho$  – mật độ khối đất đá, tấn/m<sup>3</sup>;

$k$  – hệ số tính tới sức công phá của thuốc nổ.

## 2.2. Mối quan hệ giữa MĐĐVĐĐ với chỉ tiêu thuốc nổ và số lượng mặt thoáng của khối đá nổ mìn

MĐĐVĐĐ không chỉ phụ thuộc vào chỉ tiêu thuốc nổ, mà còn phụ thuộc vào số lượng mặt thoáng xung quanh lượng nổ và các điều kiện liên quan của vụ nổ. Sự khác biệt cơ bản giữa nổ trong điều kiện lộ thiên và công trình ngầm là số lượng mặt thoáng xung quanh lượng nổ. Số lượng mặt thoáng là một trong những điều kiện quan trọng đối với công tác thi công khoan nổ và ảnh hưởng đến chỉ tiêu thuốc nổ cũng như MĐĐVĐĐ. Như đã biết, đối với nổ phá đất đá trong đường hầm thì chỉ tiêu thuốc nổ sẽ lớn hơn và dẫn đến đất đá bị đập vụn hơn so với nổ lộ thiên.

Hiện nay đối với nổ lộ thiên, sự biến đổi quan hệ giữa MĐĐVĐĐ với chỉ tiêu thuốc nổ hoặc lượng tiêu hao năng lượng nổ đơn vị và mặt thoáng đã được nghiên cứu biểu diễn dưới dạng sau [1]:

$$D_{tb} = 1/(w \cdot \varphi_{ch} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot w \cdot \varphi_{ch}), (2)$$

$$D_{tb} = 1/(K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot w \cdot \varphi_{ch} \cdot e_t \cdot q_t), (3)$$

trong đó:  $D_{tb}$  – đường kính trung bình của cục đá sau nổ, m;

$q$  – là chỉ tiêu thuốc nổ, kg/m<sup>3</sup>. Ta có  $q = w/e_t$ ;

$w$  – lượng tiêu hao năng lượng khi phá hủy một đơn vị thể tích đất đá, J/m<sup>3</sup>;

$e_t$  – năng lượng riêng của chất nổ, J/kg;

$\varphi_{ch}$  – hằng số đập vỡ chuẩn được xác định đối với từng loại đất đá, m<sup>2</sup>/J;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  – hệ số hiệu chỉnh tương ứng về loại thuốc nổ, đường kính thuốc, hướng lỗ khoan, số hàng lỗ khoan;

$K_3$  – hệ số hiệu chỉnh về số mặt tự do. Khi có 2 mặt tự do thì  $K_3=1$ . Khi có 3 mặt tự do thì  $K_3=2$ .

Công thức (2) và (3) đều phản ánh qui luật là khi tăng số mặt tự do chỉ tiêu thuốc nổ đơn vị hoặc lượng tiêu hao năng lượng nổ đơn vị sẽ giảm khi ở cùng một MĐĐVĐĐ và MĐĐVĐĐ sẽ tăng khi ở cùng một giá trị chỉ tiêu thuốc nổ hay lượng tiêu hao năng lượng nổ đơn vị.

Từ mối quan hệ giữa chỉ tiêu thuốc nổ, số mặt thoáng và MĐĐVĐĐ trình bày ở trên chúng ta có thể nhận thấy bản chất của nổ trong đường hầm chỉ khác nổ lộ thiên ở yếu tố hạn chế mặt thoáng và hạn chế quá trình bay văng của đất đá theo phương vuông góc với trục đường hầm. Quan sát thực tiễn nhận thấy khi nổ trong đường hầm một mặt thoáng bao giờ MĐĐVĐĐ cũng lớn hơn hai mặt thoáng. Lý do chính là chỉ tiêu thuốc nổ trong điều kiện đường hầm thông thường luôn lớn hơn điều kiện lộ thiên. Tuy nhiên vấn đề ảnh hưởng của mặt thoáng đến MĐĐVĐĐ khi nổ trong đường hầm, cho đến nay vẫn chưa thấy có những công trình nghiên cứu cụ thể. Chính vì vậy, các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình nổ điện trong điều kiện đường hầm một mặt thoáng và hai mặt thoáng sẽ góp phần làm sáng tỏ hơn vấn đề này.

## 3. Mô tả kết quả thí nghiệm trên mô hình nổ điện

Kế thừa phương pháp thí nghiệm bằng nổ điện của Trường đại học tổng hợp Mỏ quốc gia Matxcova để tiến hành xây dựng mô hình thí nghiệm, dụng cụ tạo ra xung nổ điện được thiết kế chế độ đặt năng lượng có công suất thay đổi trong phạm vi từ 0 đến 500J [2, 5].

Mẫu thử nghiệm bằng thạch cao gồm loại 1 và 2, tương ứng được bố trí và nổ theo điều kiện 1 mặt thoáng và 2 mặt thoáng có kích thước và đặc tính xem bảng 1 và hình 1.

Bảng 1. Thông số của mẫu thí nghiệm

STT	Tên mẫu	Kích thước dài x rộng x cao (mm)	Trọng lượng thể tích (g/cm <sup>3</sup> )	Cường độ chịu nén (kg/cm <sup>2</sup> )	Vận tốc sóng dọc (m/s)
1	Loại 1	30x30x60	1,21	40	810
2	Loại 2	40x40x80	1,21	40	810

Các mẫu thạch cao trộn cát được đúc trong khuôn sắt, khuôn sắt giống như biên của đường hầm và điều kiện nổ diễn ra sau khi các lỗ khoan tạo biên nổ trước. Chi tiết mô tả trong [2].

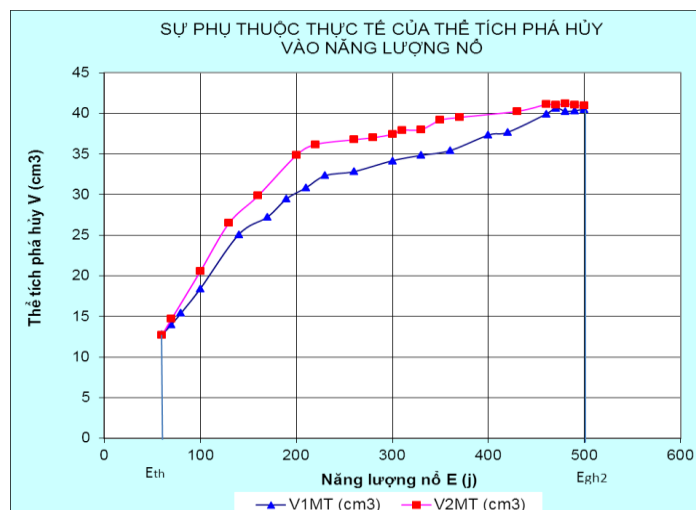
Mỗi lần nổ ở các mức năng lượng khác nhau, tiến hành phân loại cỡ các cục đá mẫu vỡ nhờ hệ thống sàng và tiến hành xác định các thông số đặc trưng cho kết quả nổ được mô tả trên bảng 2.

Bảng 2. Kết quả nổ trên mô hình nổ điện

Một mặt thoáng					Hai mặt thoáng				
Tên tổ mẫu	D <sub>tb</sub> (cm)	Thể tích phá (cm <sup>3</sup> )	Năng lượng nổ (J)	Tiêu hao năng lượng đơn vị q, (J/cm <sup>3</sup> )	Tên tổ mẫu	D <sub>tb</sub> (cm)	Thể tích phá (cm <sup>3</sup> )	Năng lượng nổ (J)	Tiêu hao năng lượng đơn vị q, (J/cm <sup>3</sup> )
1L1	3,41	12,75	60,00	4,71	21L2	3,42	12,67	60,00	4,74
2L1	3,33	14,00	70,00	5,00	22L1	3,37	14,67	70,00	4,77
3L2	3,22	15,42	80,00	5,19	23L2	3,35	20,55	100,00	4,87
4L1	3,02	18,42	100,00	5,43	24L1	2,92	26,50	130,00	4,91
5L2	2,80	25,08	140,00	5,58	25L1	2,53	29,83	160,00	5,36
6L2	2,40	27,25	170,00	6,24	26L2	2,23	34,83	200,00	5,74
7L1	2,31	29,50	190,00	6,44	27L1	2,02	36,17	220,00	6,08
8L2	2,27	30,83	210,00	6,81	28L2	1,83	36,75	260,00	7,07
9L2	2,11	32,33	230,00	7,11	29L1	1,79	37,00	280,00	7,57
10L1	1,92	32,83	260,00	7,92	30L2	1,74	37,42	300,00	8,02
11L2	1,75	34,17	300,00	8,78	31L1	1,68	37,92	310,00	8,18
12L1	1,68	34,83	330,00	9,47	32L1	1,65	38,00	330,00	8,68
13L2	1,59	35,42	360,00	10,16	33L2	1,61	39,17	350,00	8,94
14L2	1,52	37,33	400,00	10,71	34L1	1,57	39,50	370,00	9,37
15L1	1,45	37,67	420,00	11,15	35L2	1,53	40,25	430,00	10,68
16L1	1,42	39,92	460,00	11,52	36L1	1,48	41,08	460,00	11,20
17L2	1,42	40,67	470,00	11,56	37L2	1,48	41,00	470,00	11,46
18L1	1,42	40,25	480,00	11,93	38L1	1,48	41,17	480,00	11,66
19L2	1,42	40,33	490,00	12,15	39L2	1,48	41,00	490,00	11,95
20L1	1,42	40,50	500,00	12,35	40L1	1,48	40,92	500,00	12,22

#### 4. Phân tích, đánh giá các kết quả thực nghiệm

Xử lý số liệu trên theo phương pháp bình phương tối thiểu, cho phép rút ra qui luật về sự phụ thuộc xấp xỉ của kích thước trung bình của cục đá mẫu sau nổ và tiêu tốn năng lượng khi phá hủy một đơn vị thể tích mẫu có dạng phương trình dưới đây [2]:



Hình 1. Sự phụ thuộc thực tế của thể tích phá hủy mẫu khi nổ trong trường hợp một mặt thoáng và hai mặt thoáng

Đối với đường hàm một mặt thoáng:

$$D_{tb} = 14,039.w^{-0,945}; R^2 = 0,982, \quad (4)$$

Đối với đường hàm hai mặt thoáng:

$$D_{tb} = 13,709.w^{-0,974}; R^2 = 0,902, \quad (5)$$

trong đó:  $D_{tb}$  - kích thước trung bình của cục đá mẫu sau nổ, cm;

$w$  - lượng tiêu hao năng lượng khi phá hủy một đơn vị thể tích mẫu đá hay còn gọi là chỉ tiêu năng lượng nổ đơn vị,  $J/cm^3$ .

So sánh sự phụ thuộc thực tế của thể tích mẫu bị phá hủy mẫu vào tiêu hao năng lượng nổ điện đơn vị của trường hợp một mặt thoáng và hai mặt thoáng được phản ánh trên hình 1. Phân tích hình 1 nhận thấy đường cong của trường hợp hai mặt thoáng nằm bên trên một mặt thoáng. Điều này phản ánh đúng qui luật nổ trong đường hàm là chỉ tiêu thuộc nổ khi nổ gương hàm hai mặt thoáng bao giờ cũng nhỏ hơn một mặt thoáng.

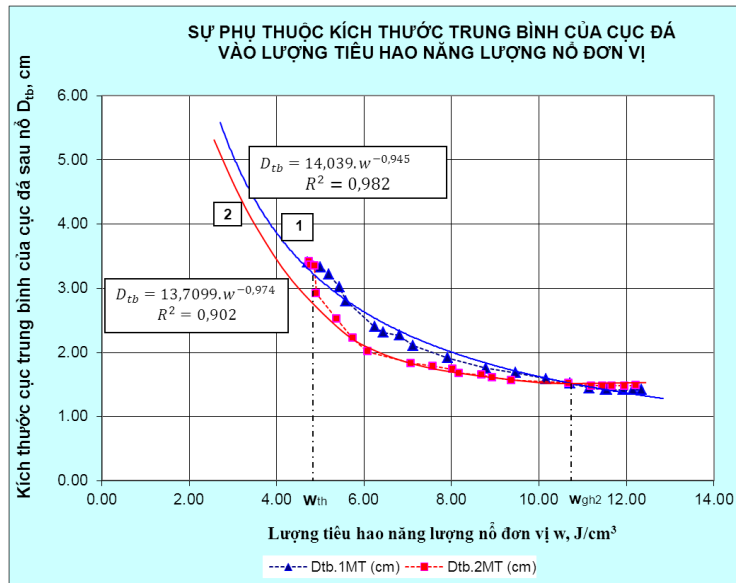
*Phân tích sự phụ thuộc của kích thước cục đá trung bình sau nổ vào tiêu hao năng lượng nổ đơn vị của trường hợp một mặt thoáng và hai mặt thoáng thể hiện tương ứng trong phương trình (3) và (4) và hình 2, nhận thấy khi tăng lượng tiêu hao năng lượng nổ đơn vị thì kích thước trung bình của cục đá giảm dần, tức MĐDVĐĐ tăng dần và ngược lại. Khi tiêu hao năng lượng nổ đơn vị tăng đến giá trị giới hạn ( $w_{gh2}$ ) trên hình 2 thì đường cong của trường hợp hai mặt thoáng gần như đạt trạng thái bão hòa, đường cong nằm song song với trục hoành.*

Điều này có nghĩa nếu tiếp tục tăng lượng tiêu hao năng lượng nổ lớn hơn giá trị tới hạn ( $w_{gh2}$ ) thì mức đập vỡ đá đối với trường hợp hai mặt thoáng gần bão hòa. Nói cách khác trong miền này sự gia tăng năng lượng nổ chuyển thành công các dạng công vô ích như đá văng và sóng xung kích. Phân tích hình 2 nhận thấy khi tăng tiêu hao năng lượng nổ lớn hơn giá trị giới hạn ( $w_{gh2}$ ) thì kích thước cục đá trung bình đối với trường hợp nổ một mặt thoáng vẫn tiếp tục giảm và đạt bão hòa ở trị số lớn hơn  $w_{gh2}$ . Điều này phản ánh đúng qui luật thực tiễn về nổ trong không gian bị nén ép do sự kìm hãm văng đất đá, cũng kéo theo sự kìm hãm về sự phụt năng lượng ra ngoài không khí.

Cả hai trường hợp nổ một mặt thoáng và hai mặt thoáng, khi giảm lượng tiêu hao năng lượng nổ đơn vị thì kích thước trung bình của cục đá tăng, tức MĐDVĐĐ giảm. Về phương diện lý thuyết khi lượng tiêu hao thuộc nổ đơn vị dần về không thì kích thước trung bình của cục đá tăng lên vô cùng (bằng khối đá nguyên khối) hoặc bằng kích thước trung bình của khối nứt trong nguyên khối. Tuy nhiên trên thực tế khi lượng tiêu hao thuộc nổ đơn vị giảm đến một giá trị nào đó, ngoài các tổn thất thông thường, thì năng lượng nổ gây biến dạng tương đối không đủ đạt đến giá trị tới hạn, tức xung quanh lượng nổ đất đá được xem như không bị phá hủy. Vì vậy trong thí nghiệm khi lượng tiêu hao năng lượng nổ đơn vị bằng  $w_{th}$  thì hai đường cong của hai trường hợp gặp nhau. Điểm

này gọi là điểm tới hạn. Có nghĩa khi lượng tiêu hao năng lượng nổ nhỏ hơn  $w_{th}$  thì cả hai trường hợp này đều không chịu ảnh hưởng của mặt

thoáng, tác dụng cơ học giống như nổ trong môi trường vô tận, đất đá chỉ hoàn toàn chịu tác dụng phá hủy của sóng nén tới.



Hình 2. So sánh sự phụ thuộc của kích thước cục đá trung bình vào lượng tiêu hao năng lượng nổ đơn vị của trường hợp một mặt thoáng và hai mặt thoáng

Đường không liền nét là đường cong thực tế;  
Đường liền nét là đường cong lý thuyết (xấp xỉ).

Trị số  $q_{th}$  và  $q_{gh2}$  tương ứng với  $E_{th}$  và  $E_{gh2}$  trên hình 1.

Từ kết quả thí nghiệm trên mô hình, đối chiếu với góc nhìn từ thực tiễn, có thể cho rằng miền hiệu quả trong công tác nổ sẽ nằm trong phạm vi từ  $w_{th}$  đến  $w_{gh2}$  trên hình 2. Trong miền từ  $w_{th}$  đến  $w_{gh2}$  tiến hành so sánh hai trường hợp nổ một mặt thoáng và hai mặt thoáng, đường cong mô tả qui luật phụ thuộc của kích thước trung bình của cục đá sau nổ vào lượng tiêu hao năng lượng nổ đơn vị của trường hợp một mặt thoáng đều nằm trên trường hợp hai mặt thoáng. Điều này chính tỏ cùng trị số lượng tiêu hao thuốc nổ, thì MĐĐVĐĐ của trường hợp hai mặt thoáng lớn hơn một mặt thoáng. Nói cách khác nổ ở gương nhiều mặt thoáng mức độ đập vụn đất đá có lợi hơn trường hợp ít mặt thoáng hơn.

Như vậy có thể thấy rằng để kế thừa các qui luật đập vỡ đất đá bằng nổ mìn trên lộ thiên, cần tìm ra hệ số so sánh MĐĐVĐĐ của trường hợp nổ trên gương một mặt thoáng so với gương hai mặt thoáng. Giá trị bình quân của hệ số này trong toàn miền ( $w_{th}$ ,  $w_{gh2}$ ) được xác định như sau:

$$K_{mD_{tb}} = \frac{\int_{w_{th}}^{w_{gh2}} D_{tb2}(w).dw}{\int_{w_{th}}^{w_{gh2}} D_{tb1}(w).dw} \quad (6)$$

$$K_{mD_{tb}} = \frac{13,709.28,461.w^{0,026} \Big|_{w_{th}}^{w_{gh2}}}{14,039.18,182.w^{0,055} \Big|_{w_{th}}^{w_{gh2}}}$$

$$K_{mD_{tb}} = \frac{13,709.38,461 \left[ w_{gh2}^{0,026} - w_{th}^{0,026} \right]}{14,039.18,182 \left[ w_{gh2}^{0,055} - w_{th}^{0,055} \right]} \quad (6')$$

Phân tích số liệu và đồ thị hình 2 nhận được trị số gần đúng sau:  $w_{gh2} = 10,69 \text{ J/cm}^3$ ;  $w_{th} = 4,77 \text{ J/cm}^3$ . Thay các trị số này vào phương trình (5') ta có:

$$K_{mD_{tb}} = 0,91 \approx 0,9, \quad (7)$$

Như vậy hệ số so sánh MĐĐVĐĐ của trường hợp nổ trên gương một mặt thoáng so với gương hai mặt thoáng  $K_{mD_{tb}} \approx 0,9$ , điều này

phản ánh rằng ảnh hưởng của mặt thoáng đến mức độ khó đập vỡ MĐĐVĐĐ khi nổ trên gương một mặt thoáng nhỏ hơn trên gương hai mặt thoáng là 0,9 lần. Kết quả này cũng chứng minh vai trò của mặt tự do phụ và sóng phản xạ trong việc nâng cao hiệu quả nổ phá đá.

Kết quả này cho phép ứng dụng các qui luật đập vỡ đất đá trên công trường lộ thiên cho đường hầm. Nếu chọn hệ số  $K_3=1$  là trường hợp chuẩn để so sánh, khi đó công thức (3) và (4) có thể được sử dụng biểu diễn mối quan hệ trong trường hợp nổ trong đường hầm một mặt thoáng với hệ số  $K_3$  chuyển thành ký hiệu  $K_{mD_b}$  đặc trưng cho sự ảnh hưởng của mặt thoáng đến MĐĐVĐĐ, được viết lại dưới dạng:

$$D_{tb} = 1/(K_1 \cdot K_2 \cdot K_{mD_b} \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot w \cdot \varphi_{ch}), \quad (8)$$

$$D_{tb} = 1/(K_1 \cdot K_2 \cdot K_{mD_b} \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot w \cdot \varphi_{ch} \cdot e_i \cdot q_i), \quad (9)$$

trong đó: khi nổ đường hầm một mặt thoáng  $K_{mD_b} = 0,9$ ; khi nổ đường hầm hai mặt thoáng  $K_{mD_b} = 1$ ; khi nổ đường hầm ba mặt thoáng  $K_{mD_b} = 2$ .

## 5. Kết luận

Như vậy trong miền hợp lý ứng dụng trong thực tế (từ  $w_{th}$  đến  $w_{gh2}$ ), MĐĐVĐĐ ngoài phụ thuộc vào các yếu tố cơ bản như chỉ tiêu thuộc nổ, còn phụ thuộc vào số lượng mặt thoáng của khối đá nổ mìn. Cùng một chỉ tiêu thuộc nổ MĐĐVĐĐ sẽ tăng khi tăng số lượng mặt thoáng và ngược lại. Khi nổ trong đường hầm gương một mặt thoáng, MĐĐVĐĐ bao giờ

cũng nhỏ hơn trường hợp gương hai mặt thoáng trong cùng một điều kiện. Hệ số ảnh hưởng của một mặt thoáng đến MĐĐVĐĐ rút ra từ mô hình khi nổ đường hầm một mặt thoáng  $K_{mD_b}$  xấp xỉ 0,9. Kết quả này cho phép hoàn thiện hướng kế thừa thành quả về các qui luật MĐĐVĐĐ khi nổ ở điều kiện lộ thiên, để rút ra các qui luật MĐĐVĐĐ khi nổ trong đường hầm.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hồ Sĩ Giao, Đàm Trọng Thắng, Lê Văn Quyền, Hoàng Tuấn Chung, 2010. Nổ hóa học lý thuyết và thực tiễn. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
- [2]. Đàm Trọng Thắng, Vũ Trọng Hiếu. Nghiên cứu mức độ đập vỡ đất đá trong thi công đường hầm trên mô hình nổ điện. Tuyển tập các báo cáo khoa học - Hội nghị khoa học lần thứ 21 Trường đại học Mở - Địa chất, tháng 11/2014.
- [3]. А.Н. Панкратенко, 2002. Технология строительства выработок большого поперечного сечения, Москва.
- [4]. Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом - Взрывные технологии в промышленности. МГГУ, Москва 1994.
- [5]. Кутузов Б.Н. Лабораторные работы по дисциплине “Разрушение горных пород взрывом”. МГИ, Москва 1990.

## SUMMARY

### The effect of free surface on degree of fragmented rock by blasting in underground based on electrical explosion model

Vu Trong Hieu, Dam Trong Thang, *Military Technical Academy*

The degree on fragmented rock is one of all technical and economic indicators of the synthetic drilling and blasting. This issue was very interested in the drilling blasting on opencast site, however, very little research on it in tunnel drilling blasting. On the other hand, the evaluation of economic efficiency of the drilling explosion in the tunnel is not a comprehensive review of the extent of the impact degree of smashing of rock and soil after explosion them on the economic efficiency of the whole chain: drilling - explosion - loading - transport. Hence, this paper presents the results of empirical research, analysis, evaluation and compared the degree on fragmented rock based on electrical explosion model between two cases explosion: one free surface and two free surface. The empirical analysis allows evaluation law of fragmented rock which depending on the specific energy to destroy a unit volume of rock, which lead to obtain the coefficient affecting of number of the free surface, as a basis for explosion theory to apply to the underground.