

CÔNG TÁC KHOAN NỔ Mìn VÀ SỰ THAY ĐỔI VÙNG PHÁ HỦY XUNG QUANH CÔNG TRÌNH NGẦM

GS.TS. VÕ TRỌNG HÙNG

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Mức độ ổn định cho công trình ngầm phụ thuộc vào các yếu tố cơ bản sau [5]: trạng thái cơ học của khối đá bao quanh; sự hình thành và kích thước vùng đất đá phá hủy bao quanh; phương pháp thi công công trình ngầm; công tác khoan nổ mìn....

Ngoài những tác động có hại đến sự ổn định của công trình ngầm, công tác khoan nổ mìn sẽ gây nên những ảnh hưởng rất lớn đến khối đá lân cận vị trí nổ mìn. Vì vậy, việc nghiên cứu sự ảnh hưởng của công tác khoan nổ mìn đến quá trình hình thành, biến đổi tính chất và kích thước vùng đất đá phá hủy bao quanh công trình ngầm có ý nghĩa quan trọng.

1. Sự hình thành vùng phá hủy khối đá bao quanh công trình ngầm khi chưa có sự tác động của công tác khoan nổ mìn

Ngay sau khi thi công, trong khối đá bao quanh công trình ngầm sẽ xảy ra quá trình phân bố lại ứng suất. Tùy thuộc vào tỷ lệ các giá trị ứng suất xuất hiện và tính chất cơ học khối đá, có thể xảy ra hai loại biến dạng:

- ❖ Khối đá sẽ biến dạng trong giới hạn đàn hồi hoặc biến dạng từ biến không dẫn đến hiện tượng phá hủy đá (giá trị ứng suất nhỏ hơn độ bền dài lâu của đá);

- ❖ Khối đá sẽ biến dạng, phá hủy và hình thành vùng biến dạng không đàn hồi-vùng đất đá phá hủy (giá trị ứng suất lớn hơn độ bền dài lâu của đá).

Trong trường hợp tổng quát xung quanh công trình ngầm sẽ hình thành ba vùng địa cơ học đặc trưng sau đây (H.1) [1], [2]:

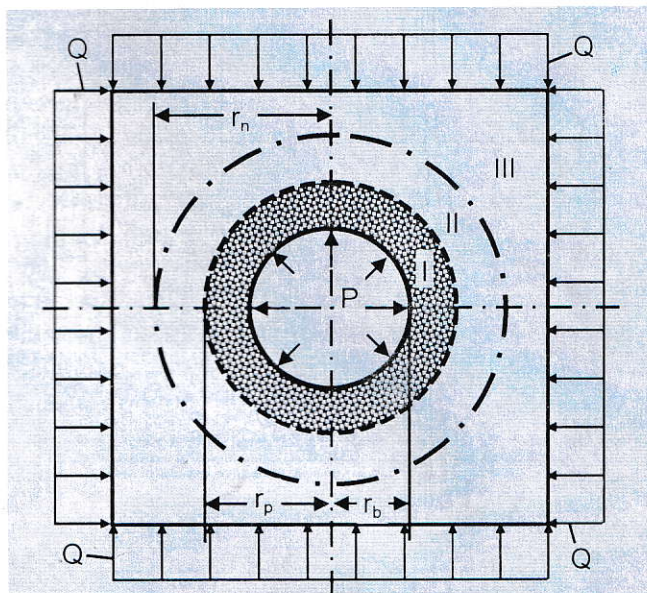
- ❖ Vùng I - Vùng khối đá phá hủy mạnh có độ bền nhỏ nhất.

- ❖ Vùng II - Vùng khối đá nằm trong trạng thái biến dạng sau giới hạn, đặc trưng bởi tính chất không đồng nhất của độ bền và đặc tính biến dạng do đá bị phá hủy không giống nhau tại các vị trí và thời điểm khác nhau.

- ❖ Vùng III - Vùng khối đá nằm trong trạng thái biến dạng trước giới hạn, đặc trưng bởi tính chất biến dạng trong giới hạn đàn hồi của khối đá.

Kích thước các vùng có trạng thái biến dạng khác nhau có thể tìm được từ các kết quả tính toán

cho những mô hình địa cơ học và điều kiện biên cụ thể trong hệ "khối đá-kết cấu chống giữ".



H.1. Sơ đồ xác định các vùng cơ học đặc trưng khối đá quanh công trình ngầm: P - Phản lực của kết cấu chống giữ; Q - Giá trị áp lực môi trường tại biên vùng ảnh hưởng của công trình ngầm; r_b , r_p , r_n - Bán kính tương ứng của công trình ngầm, vùng phá hủy mạnh và vùng trạng thái biến dạng sau giới hạn (theo [1], [2])

Theo ý kiến của nhiều nhà địa cơ học [1, 2, 5], chính sự hình thành và phát triển trong không gian của vùng đất đá phá hủy (vùng I, H.1) là nguyên nhân gây ra các hiện tượng mất ổn định của khối đất đá trên biên công trình ngầm.

Từ kết quả hơn 100 vụ sụt lở tại nóc các đường lò dọc vỉa thi công trong một số loại đá khác nhau ở Quảng Ninh, các tác giả [4] đã xây dựng các mối quan hệ giữa chiều cao sụt lở "B_{nl}" với số lượng hệ thống khe nứt "N" (H.2) và khoảng cách giữa các khe nứt "A" (H.3).

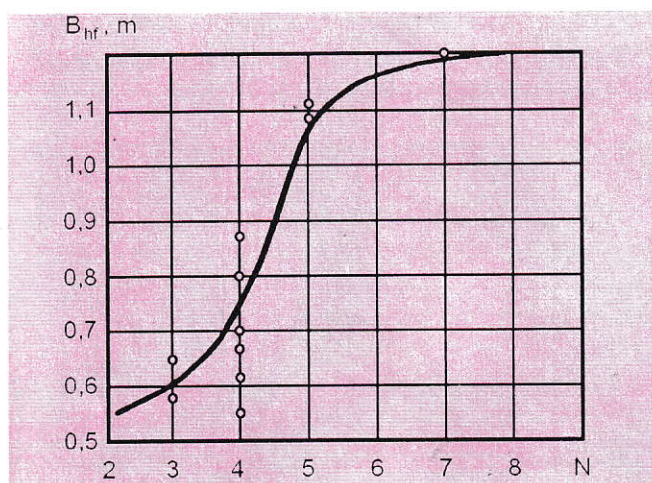
Từ đây, các tác giả [4] đã rút ra các nhận xét:

- ❖ Trong cùng một loại đá, mật độ khe nứt càng lớn thì khả năng đá bị sụt lở càng nhiều hơn.

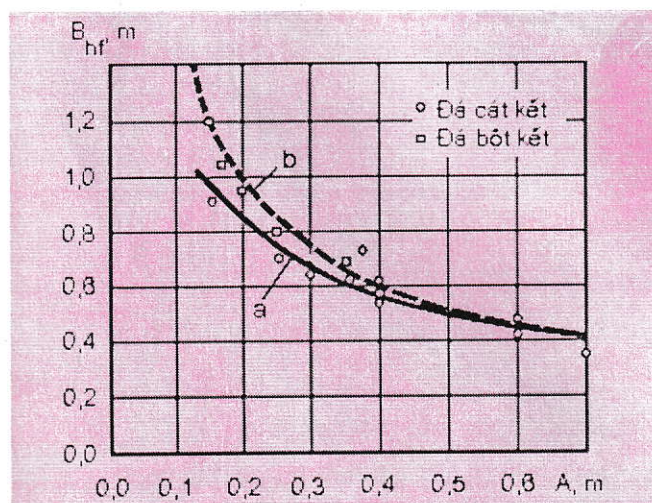
❖ Kích thước và thể tích vùng sụt lở gia tăng khi số lượng hệ khe nứt trong khối đá tăng lên. Khi $N < 3$, chiều cao sụt lở có giá trị nhỏ và công trình ngầm nằm trong trạng thái tương đối ổn định.

❖ Trong trường hợp, khi $N = 3 \div 6$, tốc độ gia tăng chiều cao vùng phá hủy đạt giá trị lớn nhất.

❖ Khi $N > 6$, kích thước vùng sụt lở sẽ ổn định dần và có xu thế đạt tới trạng thái tương tự như trong khối đá bỏ rời (hình H.2).



H.2. Mối quan hệ giữa " B_{hf} " và " N " (theo [4])



H.3. Mối quan hệ giữa " B_{hf} " và " A " (theo [4])

Như vậy, việc nghiên cứu sự hình thành và phát triển số lượng khe nứt sau khi xây dựng công trình ngầm có vai trò rất quan trọng để dự đoán kích thước, sự phát triển của vùng phá hủy bao quanh công trình ngầm.

2. Sự biến đổi vùng đất đá phá hủy bao quanh công trình ngầm khi có sự tác động của công tác khoan nổ mìn

Kết quả nghiên cứu lý thuyết cho thấy, sự hình thành vùng I chưa được các tác giả khác nhau giải

quyết có xét tới sự tác động của công tác khoan nổ mìn liên tục xảy ra trên gương thi công.

Rõ ràng, sóng nổ mìn lan truyền trong môi trường đất đá và không khí sẽ gây nên những chấn động có hại, làm gia tăng mức độ nứt nẻ, phá hủy đất đá, làm biến đổi mạnh các tính chất cơ lý của khối đá trên biên công trình. Kết quả sẽ làm thay đổi kích thước vùng phá hủy bao quanh công trình ngầm. Đây là những vấn đề mới vẫn chưa được các nhà địa cơ học nghiên cứu.

2.1. Những tác động về chấn động của nổ mìn đến môi trường

Công tác khoan nổ mìn nhằm phá vỡ đất đá. Tuy nhiên, phần năng lượng hữu ích của thuốc nổ để đập vỡ đất đá theo yêu cầu chiếm tỷ lệ rất thấp. Phần lớn năng lượng thuốc nổ biến thành những dạng công vô ích, tác động xấu đến môi trường xung quanh: tạo nên sóng chấn động tác dụng lên khối đá bao quanh và môi trường không khí trong công trình ngầm [3].

Khi nổ mìn trên gương thường sử dụng phương pháp nổ vi sai với thời gian giãn cách nhỏ và khối lượng thuốc nổ khá lớn trong từng tiến độ. Điều này trở nên nguy hiểm cho các đối tượng quanh vụ nổ mìn vì khi đó sẽ làm gia tăng xác suất phát sinh dao động cộng hưởng, làm tăng đáng kể sự chuyển dịch, tốc độ dao động của đất đá bao quanh đường hầm.

Ngoài ra, việc lặp đi lặp lại công tác nổ mìn ở những bước tiến gương nối tiếp nhau cũng ảnh hưởng rất lớn đến khối đá bao quanh công trình ngầm vì đất đá có khả năng giữ lại kết quả tác dụng của những đợt nổ trước ở mức độ nhất định. Điều này liên quan đến sự phát sinh, tích lũy những nứt nẻ nhỏ trong đất đá bao quanh. Dần dần khối đá bao quanh đường hầm có thể bị phá hủy tiếp. Vì vậy để giảm những tác hại của chấn động khi nổ mìn cần nghiên cứu, tính toán, đánh giá chấn động và tải trọng động bổ sung để có những giải pháp kỹ thuật nổ mìn hợp lý trong từng điều kiện cụ thể.

2.2. Sóng chấn động khi nổ mìn lan truyền trong môi trường đất đá

Sau khi nổ mìn, sẽ xuất hiện sự truyền sóng năng lượng từ thuốc nổ vào đất đá xung quanh. Khi đó những phần tử đất đá sẽ phải chuyển động theo đường lan truyền sóng, gây ra sự nén-kéo liên tiếp trong đất đá. Ngoài sóng dọc, trong đất đá còn lan truyền sóng ngang làm cho các phần tử môi trường đất đá chuyển động theo hướng vuông góc với hướng lan truyền sóng, gây nên biến dạng trượt trong đất đá.

Để đánh giá tác dụng chấn động khi nổ mìn, người ta dựa vào tốc độ dao động riêng của môi trường đất đá. Tốc độ chuyển dịch của môi trường đất đá có xác định theo công thức của Xadôvski [3]:

$$V = k_1 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^m, \text{ m/giây.} \quad (1)$$

Trong đó: $m=1\div 3$ - Hệ số phụ thuộc vào khoảng cách đến vị trí nổ; $k_1=50\div 600$ - Hệ số phụ thuộc vào tính chất của môi trường, các thông số đặc tính chất nổ và công nghệ nổ mìn; Q - Khối lượng chất nổ đồng thời, kg; R - Khoảng cách từ lượng thuốc đến điểm đo, m.

Đối với lượng thuốc nổ tập trung [3]:

$$V = \frac{200}{\sqrt[3]{f(n)}} \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.5}, \text{ m/giây.} \quad (2)$$

Tại đây, $f(n)$ - Hàm số chỉ số tác dụng nổ;

Đối với lượng thuốc dài phân đoạn [3]:

$$V = (250 \pm 150) \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.5}, \text{ m/giây.} \quad (3)$$

Khi nổ vi sai, hiệu quả chấn động phụ thuộc vào thời gian chậm T và số lượng nhóm thuốc N . Nếu khối lượng thuốc nổ trong các nhóm thuốc như nhau thì có thể sử dụng công thức sau để xác định tốc độ dao động [3]:

$$V = \left(\frac{k}{\sqrt{N}} \right) \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right)^{1.5}, \text{ m/giây.} \quad (4)$$

Theo Xadovski [4], sự biến dạng và phá hủy công trình xảy ra khi tốc độ dao động V vượt quá trị số xác định " V_{at} " nào đấy: $V > V_{at}$. Việc lựa chọn tốc độ cho phép " V_{at} " xuất phát từ điều kiện sao cho khi nổ lặp lại nhiều lần các công trình không bị hỏng hoặc tích lũy những biến dạng kín [3]. Khoảng cách an toàn " R_{at} " khi nổ mìn tập trung được xác định như sau [3]:

$$R_{at} = (k_2 \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{Q}), \text{ m.} \quad (5)$$

Trong đó: Q - Khối lượng thuốc nổ, kg; k_2 - Hệ số phụ thuộc vào tính chất nền công trình cần bảo vệ ($k_2=3\div 20$); α - Hệ số phụ thuộc vào chỉ số tác dụng nổ ($\alpha=0,6\div 1,2$)

2.3. Một số vấn đề cần nghiên cứu

Như vậy, để giải quyết vấn đề xác định sự ảnh hưởng định lượng của tác động từ công tác khoan nổ mìn đến vùng đất đá bao quanh công trình ngầm bước đầu cần trả lời một số câu hỏi sau:

❖ Kích thước vùng đất đá chịu sự ảnh hưởng trực tiếp của công tác khoan nổ mìn " $R_{at,tt}$ " tính từ gương thi công bằng bao nhiêu?

❖ Mức độ tác động định lượng của chấn động do khoan nổ mìn nên đánh giá như thế nào cho các vị trí khác nhau nằm trong vùng ảnh hưởng " $R_{at,tt}$ "?

Trong trường hợp xác định được giá trị " V_{at} ", khi sử dụng khối lượng thuốc nổ lớn nhất " Q_{max} " theo yêu cầu sử dụng của thực tế, từ biểu thức (1) giá trị khoảng cách " $R_{at,tt}$ " đến gương công trình ngầm đất đá không bị phá hủy hoặc tích lũy những biến dạng

kín có thể xác định theo biểu thức sau:

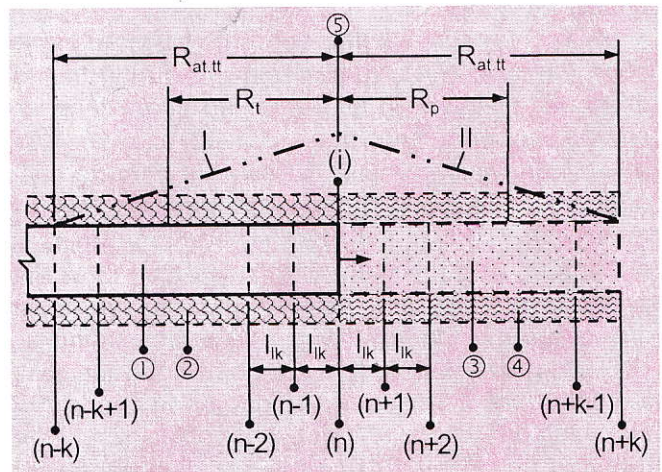
$$R_{at,tt} = \sqrt[3]{Q_{max}} \cdot \left(\frac{k_1}{V_{at}} \right)^{1/m}, \text{ m.} \quad (6)$$

Ngoài ra, khi nổ mìn tập trung với lượng thuốc nổ " Q_{max} " nhất định, từ công thức (5) ta có thể xác định khoảng cách an toàn " $R_{at,tt}$ " đến gương công trình ngầm có giá trị tối thiểu như sau:

$$R_{at,tt} = (k_2 \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{Q_{max}}), \text{ m.} \quad (7)$$

Từ quy luật tác động của sóng nổ mìn trên gương đến các khu vực đất đá bao quanh đường hầm phía sau và phía trước gương thi công, chúng ta có thể xây dựng sơ đồ mô tả các khu vực đất đá chịu sự ảnh hưởng của mỗi vụ nổ mìn tại gương thi công đường hầm như trên H.4: 1 - Đoạn đường hầm đã thi công xong; 2 - Khu vực đất đá phá hủy bao quanh đường hầm tại vùng 1; 3 - Đoạn đường hầm chưa được thi công; 4 - Khu vực đất đá sẽ phá hủy bao quanh đường hầm ở vùng 3; 5 - Gương thi công.

Nếu đặt " R_t " là khoảng cách từ điểm xem xét phía trái gương đến vị trí gương thi công 5 (H.4), thì toàn bộ khối đá 2 bao quanh công trình ngầm trong giới hạn $0 \leq R_t \leq R_{at,tt}$ luôn phải nằm trong trạng thái chịu sự tác động phá hủy của sóng nổ mìn. Khoảng cách " $R_{at,tt}$ " tính từ gương thi công chính là khu vực chịu ảnh hưởng của mỗi đợt nổ mìn cho một bước tiến gương thi công " l_{ik} " (H.4).



H.4. Sơ đồ mô tả các khu vực đất đá chịu sự ảnh hưởng của mỗi vụ nổ mìn tại gương thi công đường hầm

Tương tự như trên, nếu đặt " R_p " là khoảng cách từ điểm xem xét phía phải gương đến vị trí gương thi công 5 (H.4), thì toàn bộ khối đá 4 trong giới hạn $0 \leq R_p \leq R_{at,tt}$ luôn phải nằm trong trạng thái chịu sự tác động phá hủy của sóng nổ mìn từ mỗi đợt nổ mìn cho một bước tiến gương thi công " l_{ik} " (H.4).

Trên thực tế, vùng ảnh hưởng " R_{at} " có thể được phân chia ra thành một số lượng nhất định " k " các

vùng ảnh hưởng đơn vị có chiều dài bằng một bước tiến gương l_{ik} (H.4). Số lượng "k" các vùng ảnh hưởng đơn vị sau khi làm tròn (lấy giá trị số nguyên lớn nhất) có thể xác định theo công thức:

$$k = \left(\frac{R_{at,tt}}{l_{ik}} \right) \quad (8)$$

Rõ ràng, mỗi vùng ảnh hưởng đơn vị thứ "i" (gương "n" H.4) bất kỳ thuộc tập hợp "1÷k" vùng 2 này sẽ chịu sự tác dụng của sóng chấn động từ các vụ nổ mìn đơn vị lần lượt theo bước tiến gương từ phía hai đoạn đường hầm khác nhau: "k" lần vụ nổ mìn đơn vị đã thực hiện trong vùng bên trái tính từ gương thứ "i" có chiều dài bằng $R_{at,tt}$; "k" lần vụ nổ mìn đơn vị sẽ thực hiện trong vùng bên phải tính từ gương thứ "i" có chiều dài bằng $R_{at,tt}$ (H.4).

Mức độ tác dụng của sóng chấn động do nổ mìn sẽ hoàn toàn khác nhau cho từng vùng đất đá đơn vị khác nhau trong vùng $R_{at,tt}$ tùy theo khoảng cách của chúng tính từ gương thi công. Ví dụ, khi nổ mìn tại gương thứ "n" (gương thứ "i", gương 5) mức độ ảnh hưởng của sóng chấn động cho các vùng đất đá phía sau gương thi công (2) và phía trước gương thi công (4) sẽ hoàn toàn khác nhau:

❖ Tại vùng đất đá phá huỷ phía sau gương thi công (vùng 2, H.4): vùng đất đá từ gương thứ (n-1) đến gương thứ (n) chịu mức độ chấn động lớn nhất; vùng đất đá từ gương thứ (n-k) đến gương thứ (n-k+1) sẽ chịu mức độ chấn động nhỏ nhất (bằng không tại vị trí gương "n-k").

❖ Tại vùng đất đá phá huỷ phía trước gương thi công (vùng 4, H.4): vùng đất đá từ gương thứ (n) đến gương thứ (n+1) chịu mức độ chấn động lớn nhất (vùng phá huỷ); vùng đất đá từ gương thứ (n+k-1) đến gương thứ (n+k) sẽ chịu mức độ chấn động nhỏ nhất (bằng không tại vị trí gương "n+k").

Vì vậy, nếu ta quan niệm sự suy giảm mức độ chấn động từ gương thi công "n" (gương 5) về hai phía trái và phải gương sẽ tuân theo quy luật tuyến tính gần đúng (đường thẳng I và đường thẳng II - H.4), thì giá trị định lượng của chấn động tác dụng lên đất đá thể hiện qua tốc độ dao động riêng V_{2-tb} cho vùng đất đá đơn vị tại vị trí nằm giữa vùng 2 (và tương tự như ở vùng 4) có thể xác định bằng cách thay giá trị $R=(0,5.R_{at,tt})$ vào công thức (1). Từ đây:

$$V_{2-tb} = k_1 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{0,5.R_{at,tt}} \right)^m, \text{ m/giây.} \quad (9)$$

Kết quả, mỗi vùng đơn vị khối đá thứ "i" bất kỳ bao quanh đường hầm (H.4) sẽ phải chịu tổng số "2.k" lần chấn động: "k" lần từ các vụ nổ mìn theo vùng phía trái vùng "i" và "k" lần lặp lại theo vùng phía phải vùng "i" (ở không gian nổ mìn tiếp theo).

Như vậy, đại lượng tốc độ dao động riêng V_{2-tb} của môi trường đất đá tác dụng lên từng vùng đơn

vị thứ "i" bất kỳ sẽ bị lặp đi lặp lại "2.k" lần. Giá trị V_{2-tb} của môi trường đất đá mỗi lần lặp lại gần đúng sẽ được tính theo công thức (9). Chính sự lặp đi lặp lại chấn động này sẽ làm gia tăng mức độ phá huỷ tiếp theo của đất đá trong khu vực ảnh hưởng từ công tác nổ mìn tại gương thi công.

3. Một số kết luận và kiến nghị

Từ những kết quả nghiên cứu trên, để xác định sự ảnh hưởng của công tác khoan nổ mìn đến vùng phá huỷ đất đá bao quanh công trình ngầm, theo chúng tôi nên tiếp tục xem xét một số vấn đề sau:

❖ Sự ảnh hưởng của sóng nổ mìn đến quá trình hình thành, gia tăng mức độ phá huỷ và kích thước vùng phá huỷ đất đá trên biên công trình ngầm;

❖ Sự ảnh hưởng của sóng nổ mìn đến khả năng phá huỷ, biến dạng của các loại kết cấu chống giữ trong công trình ngầm tại khu vực gần gương;

❖ Sự ảnh hưởng của sóng nổ mìn làm thay đổi tính chất cơ học, cấu trúc của khối đá bao quanh công trình ngầm;

❖ Sự ảnh hưởng của sóng nổ mìn đến các thiết bị, máy móc... thi công công trình ngầm;

❖ Nghiên cứu sự ảnh hưởng của sóng nổ mìn đến mức độ ổn định của toàn bộ hệ thống "kết cấu chống giữ-khối đá" để có các biện pháp hữu hiệu bảo vệ công trình ngầm. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Баклашов И. В., Картозия Б. А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. М., Недра, 1992.
2. Дружко Е. Б., Заславский Ю. З., Перепичка Ф. И. Устойчивость основных горных выработок. Донецк, Изд. "Донбасс", 1975.
3. Nhữ Văn Bách. Nâng cao hiệu quả phá vỡ đất đá bằng nổ mìn trồng khai thác mỏ. Nhà xuất bản Giao thông Vận tải. Hà Nội. 2008.
4. Võ Trọng Hùng, Nguyễn Phúc Nhân. Ảnh hưởng của khe nứt tới kích thước vùng phá huỷ xung quanh đường hầm. Tạp chí Công nghiệp Mỏ, Số 2, 1996, tr. 6-8.
5. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc. Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. Nhà xuất bản KHKH. Hà Nội. 2005.

Người biên tập: Hồ Sỹ Giao

SUMMARY

The paper shows the some results of study on the estimating the blasting impacts on the ruining rock mass zone around the underground construction.