

# NGHIÊN CỨU HOÀN THIỆN PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH “LƯỢNG THUỐC NỔ ĐƠN VỊ” KHI THI CÔNG GIẾNG ĐỨNG

VÕ TRỌNG HÙNG

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Email: votronghung@khoaxaydung.edu.vn

“Lượng thuốc nổ đơn vị” (chi phí thuốc nổ) “q” là lượng thuốc nổ được kích nổ trong gương thi công để bóc tách khỏi khối đá, làm vỡ vụn, phá huỷ 1,0 m<sup>3</sup> đất đá nguyên khối thi công giếng đứng. Thực tế cho thấy, hiệu quả của công tác khoan nổ mìn thi công giếng đứng phụ thuộc rất lớn vào chỉ tiêu “lượng thuốc nổ đơn vị”. Giá trị của chỉ tiêu “lượng thuốc nổ đơn vị” thay đổi lớn và phụ thuộc một số yếu tố chủ yếu sau: các đặc tính của thuốc nổ (sức công nổ, nhiệt lượng nổ,...) và phương tiện nổ; các tính chất cơ lý, cấu trúc,... của môi trường đất đá; đặc tính cấu tạo của giếng đứng (hình dạng, kích thước mặt cắt ngang giếng đứng,...); đặc tính công nghệ nổ mìn (đường kính lỗ khoan; đường kính thời thuốc nổ; chất lượng nạp thuốc nổ; tính chất, kích thước búa mìn; số lượng mặt phẳng tự do trong gương; phương pháp kích nổ các lượng thuốc; đặc điểm cấu tạo của nhóm lỗ mìn đột phá, lỗ mìn công phá, lỗ mìn biên,...); các hiệu quả dự kiến đạt được sau khi nổ mìn (khả năng tạo biên chuẩn xác cho giếng đứng, hệ số sử dụng lỗ mìn, chất lượng đập vỡ đất đá, mức độ văng xa của đất đá,...);... Ngoài ra, đại lượng này còn phụ thuộc rất lớn vào đặc tính tác động tương hỗ giữa các yếu tố ảnh hưởng trên thực tế. Vì vậy, giá trị “lượng thuốc nổ đơn vị” hợp lý rất khó có thể tính toán và xác định chuẩn xác bằng các phương pháp lý thuyết.

Nếu “lượng thuốc nổ đơn vị” chọn quá nhỏ sẽ gây nên các hiện tượng: hình thành các cục, hòn, khối đá có kích thước lớn (đá quá cỡ); đường biên giếng đứng tạo nên không chính xác; làm suy giảm năng suất của các thiết bị thi công; làm giảm hệ số sử dụng lỗ mìn,... Trong trường hợp ngược lại, việc gia tăng “lượng thuốc nổ đơn vị” so với nhu cầu thuốc nổ cần thiết trên thực tế sẽ gây nên các hiện tượng: làm tăng lượng đá phá vỡ cỡ nhỏ sau khi nổ mìn; làm gia tăng độ văng cao, văng xa của đất đá; làm gia tăng mức độ nứt nẻ của đất đá bao quanh giếng đứng; làm suy giảm mức độ ổn định của khối đá bao quanh giếng đứng; làm gia tăng mức độ phá huỷ khối đá hồng bao quanh giếng

đứng; kết cấu chống giữ dễ bị hư hỏng; làm gia tăng chi phí lao động, giá thành cho công tác khoan nổ mìn;...

“Lượng thuốc nổ đơn vị” có thể lựa chọn theo một số phương pháp sau: phương pháp kinh nghiệm (phương pháp sử dụng các số liệu thực tế thi công giếng đứng); phương pháp sử dụng các công thức thực nghiệm; phương pháp tương tự (phương pháp sử dụng các tiêu chuẩn quy phạm);...

## 1. Một số phương pháp xác định “lượng thuốc nổ đơn vị”

Trong trường hợp tổng quát, “lượng thuốc nổ đơn vị” là một hàm số của nhiều biến số sau [1]:

$$q = F(q_1, f, f_0, S_{tc}, V_z, k_{tn}, l_{lk}, d_{tt}, m, \dots) \quad (1)$$

Tại đây: F - Chức loại mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm); q<sub>1</sub> - “Lượng thuốc nổ đơn vị” tiêu chuẩn; f - Hệ số kiên cố của đất đá theo Protodiakonov M.M.; f<sub>0</sub> - Hệ số cấu trúc của đất đá; S<sub>tc</sub> - Diện tích mặt cắt ngang thi công của giếng đứng; V<sub>z</sub> - Hệ số nén ép của đất đá; k<sub>tn</sub> - Hệ số xét đến khả năng làm việc của thuốc nổ; l<sub>lk</sub> - Chiều sâu của lỗ khoan, lỗ mìn; d<sub>tt</sub> - Đường kính thời thuốc nổ; m - Hệ số xem xét sự ảnh hưởng của đường kính thời thuốc nổ;...

Để xác định “lượng thuốc nổ đơn vị” “q” có thể sử dụng công thức thực nghiệm của Pokrovski N.M. [1], [2], [3], [5], [6], [8]:

$$q = (q_1 \cdot f_0 \cdot V_z \cdot k_{tn} \cdot m), \text{ kg/m}^3 \quad (2)$$

Tại đây: q<sub>1</sub> - “Lượng thuốc nổ đơn vị” tiêu chuẩn phụ thuộc vào hệ số kiên cố của đất đá f, kg/m<sup>3</sup>; f<sub>0</sub> - Hệ số cấu trúc của đất đá; V<sub>z</sub> - Hệ số nén ép của đất đá cho công tác nổ mìn phụ thuộc vào diện tích mặt cắt ngang thi công của giếng đứng, chiều sâu của lỗ khoan và số lượng mặt phẳng tự do; k<sub>tn</sub> - Hệ số xét đến khả năng làm việc của thuốc nổ; m - Hệ số xét đến sự ảnh hưởng của đường kính thời thuốc nổ đến đại lượng “lượng thuốc nổ đơn vị”.

Giá trị của “lượng thuốc nổ đơn vị” tiêu chuẩn “q<sub>1</sub>” (kg/m<sup>3</sup>) phụ thuộc vào hệ số kiên cố của đất đá

theo Protodiakonov M.M. “f” và có thể xác định sơ bộ như sau [1], [2], [3]:

$$q_1 \approx (0,1 \times f), \text{ kg/m}^3. \quad (3)$$

Hệ số cấu trúc của đất đá “f<sub>0</sub>” được xác định bằng phương pháp thực nghiệm tùy thuộc vào các đặc tính của đất đá và thay đổi trong khoảng f<sub>0</sub>=(1,3÷2,0) (Bảng 1) [1], [2], [3], [5].

Bảng 1. Hệ số cấu trúc của đất đá “f<sub>0</sub>” [1], [2], [3], [5]

Đặc tính của đất đá	Hệ số cấu trúc của đất đá “f <sub>0</sub> ”
Đá dai, đàn hồi và có các lỗ rỗng nhỏ	2,0
Đá có đặc tính biến đổi tính chất, đứt gãy, có thể nằm thay đổi với mức độ nứt nẻ nhẹ	1,4
Đá có đặc tính phân lớp với sự thay đổi hệ số kiên cố; đá phân lớp vuông góc với trục của lỗ khoan	1,3

Theo Pokrovski N.M., giá trị hệ số nén ép của đất đá cho công tác nổ mìn khi thi công giếng đứng có thể lấy gần đúng bằng V<sub>z</sub>=2. Khi số lượng mặt phẳng tự do bằng một (trường hợp đặc trưng cho quá trình thi công giếng đứng), hệ số nén ép của đất đá có thể xác định theo công thức của Taranov P.la. [1], [2], [3]:

$$V_z = \left( \frac{3 \cdot l_k}{\sqrt{S_{tc}}} \right). \quad (4)$$

Tại đây: l<sub>k</sub> - Chiều sâu trung bình của các lỗ khoan, m; S<sub>tc</sub> - Diện tích mặt cắt ngang thi công của giếng đứng, m<sup>2</sup>.

Trong công thức (2), hệ số xét đến khả năng làm việc của thuốc nổ “k<sub>tn</sub>” được xác định từ công thức [1], [2], [3], [5]:

$$k_{tn} = (A_{tc}/A_{sd}). \quad (5)$$

Tại đây: A<sub>tc</sub> - Khả năng công nổ của loại thuốc nổ được chọn làm thuốc nổ tiêu chuẩn (thuốc nổ “Amonit N<sup>0</sup>6JV”, A<sub>tc</sub>=3800 kJ/kg), kJ/kg; A<sub>sd</sub> - Khả năng công nổ của loại thuốc nổ đang được sử dụng trên thực tế, kJ/kg.

Hệ số “m” xem xét sự ảnh hưởng của đường kính thời thuốc nổ đến “lượng thuốc nổ đơn vị” có thể xác định từ công thức [1], [2]:

$$m = (32/d_{tt}). \quad (6)$$

Tại đây: 32 - Đường kính của thời thuốc nổ tiêu chuẩn đã được chọn, mm; d<sub>tt</sub> - Đường kính của thời thuốc nổ đang sử dụng, mm.

“Lượng thuốc nổ đơn vị” “q” có thể xác định bằng công thức thực nghiệm trong Quy phạm của Liên bang Nga [1], [2], [3]:

$$q = \left[ \frac{(5,4 + 0,85 \cdot f_0) \cdot k_{tn} \cdot m}{D_{tc}} \right], \text{ kg/m}^3. \quad (7)$$

Tại đây: k<sub>tn</sub> - Hệ số xét tới khả năng công nổ của chủng loại thuốc nổ đang được sử dụng trên thực tế; m - Hệ số xét đến sự ảnh hưởng đường kính của thời thuốc nổ sử dụng trên thực tế; D<sub>tc</sub> - Đường kính thi công của giếng đứng, m.

Khi sử dụng thuốc nổ thuốc nổ “Xkalnuri №1”, hệ số “k<sub>tn</sub>” trong công thức (7) xác định như sau:

$$k_{tn} = (P_{tc}/P_{sd}). \quad (8)$$

Tại đây: P<sub>tc</sub> - Khả năng công nổ của loại thuốc nổ được chọn làm thuốc nổ tiêu chuẩn (thuốc nổ “Xkalnuri №1”, P<sub>tc</sub>=450 cm<sup>3</sup>), cm<sup>3</sup>; P<sub>sd</sub> - Khả năng công nổ của loại thuốc nổ đang được sử dụng trên thực tế thi công giếng đứng, cm<sup>3</sup>.

Hệ số “m” xét đến đường kính của thời thuốc nổ sử dụng trên thực tế trong công thức (7) có thể xác định như sau:

$$m = (36/d_{tt}). \quad (9)$$

Tại đây: 36 - Đường kính của thời thuốc nổ tiêu chuẩn đã được chọn để tính toán, mm; d<sub>tt</sub> - Đường kính của thời thuốc nổ sử dụng trên thực tế, mm.

Khi f ≥ 4, “lượng thuốc nổ đơn vị” “q” có thể xác định theo công thức thực nghiệm của Viện IGD (Liên bang Nga) [1], [8]:

$$q = \left\{ \left[ \sqrt{\frac{(f-4)}{1,8}} + 4,8 \cdot 10^{(-0,15 \cdot S_{tc})} \right] \cdot m \cdot k_{tn} \cdot \rho \right\}, \text{ kg/m}^3. \quad (10)$$

Tại đây: f - Hệ số kiên cố của đất đá; S<sub>tc</sub> - Diện tích mặt cắt ngang thi công của giếng đứng, m<sup>2</sup>; m - Hệ số xét đến sự ảnh hưởng của đường kính của thời thuốc nổ xác định theo công thức (6); k - Hệ số xét tới chiều sâu lỗ khoan; 0,85 < k < 1,0, Bảng 2 [1], [2]; k<sub>tn</sub> - Hệ số xét tới khả năng công nổ của thuốc nổ xác định theo công thức (5); ρ - Hệ số xét đến mật độ nạp thuốc nổ; ρ=0,8 - Khi thuốc nổ nạp trong các thời thuốc thông thường; ρ=1,0 - Khi thuốc nổ nạp trong các thời thuốc bị nén ép chặt.

Bảng 2. Hệ số “k” xét tới sự ảnh hưởng của chiều sâu lỗ khoan “l<sub>k</sub>” [1], [2]

Hệ số kiên cố đất đá “f”	Giá trị hệ số “k” tương ứng với chiều sâu lỗ khoan “l <sub>k</sub> ” (m)		
	l <sub>k</sub> =1,5	l <sub>k</sub> =2,0	l <sub>k</sub> =2,5
f > 10	1,00	1,06	1,11
f = 8 ÷ 10	1,00	0,90	1,00
f = 4 ÷ 5	1,00	0,80	0,85

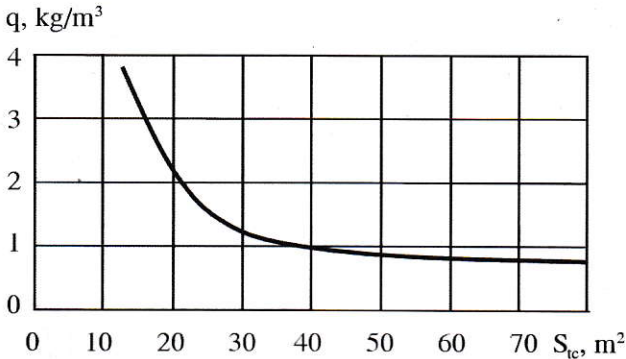
“Lượng thuốc nổ đơn vị” “q” khi thi công giếng đứng có thể xác định theo công thức của Calvin J. Konya [1], [9]:

$$q = \left[ \frac{N \cdot \Delta \cdot (l_k - T) \cdot (d_{tt})^2}{4000 \cdot l_k \cdot (R_{tc})^2} \right], \text{ kg/m}^3. \quad (11)$$

Tại đây: N - Tổng số lỗ khoan thực tế trên gương

giếng đứng;  $\Delta$  - Mật độ của thuốc nổ,  $g/cm^3$ ;  $l_k$  - Chiều sâu lỗ khoan, m; T - Giá trị chiều dài nút mìn (bua mìn), m;  $d_{tt}$  - Đường kính của thoi thuốc nổ, mm;  $R_{tc}$  - Bán kính mặt cắt ngang thi công của giếng đứng, m.

Theo Jimeno C.L., Jimeno E.L., Carcedo F.J.A. (1995) [1], [10], "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" tùy thuộc vào giá trị diện tích mặt cắt ngang thi công giếng đứng "S<sub>tc</sub>" có thể sơ bộ xác định theo biểu đồ H.1.



H.1. Mối quan hệ giữa "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" và giá trị diện tích thi công giếng đứng "S<sub>tc</sub>" (theo [1], [10])

Theo kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học Liên bang Nga [7], khi sử dụng các loại thuốc nổ tương đương với thuốc nổ Amonit số 1 của Liên bang Nga (khả năng công nổ P<sub>tc</sub>=450÷480 cm<sup>3</sup>), "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" (kg/m<sup>3</sup>) khi thi công giếng đứng có thể xác định sơ bộ tùy theo giá trị hệ số kiên cố của đất đá "f", diện tích mặt cắt ngang thi công của giếng đứng "S<sub>tc</sub>" và đường kính của các thoi thuốc nổ "d<sub>tt</sub>" (Bảng 3).

Bảng 3.

Hệ số kiên cố của đất đá "f"	Giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" (kg/m <sup>3</sup> ) với "S <sub>tc</sub> " (m <sup>2</sup> )		
	S <sub>tc</sub> <20	S <sub>tc</sub> =20÷40	S <sub>tc</sub> >40
f=1,5	1,24/1,00	0,91/0,73	0,53/0,42
f=2÷3	1,70/1,36	1,15/0,92	0,90/0,72
f=4÷6	2,00/1,60	1,40/1,12	1,20/0,96
f=7÷9	2,35/1,88	1,75/1,40	1,50/1,20
f=10÷14	2,80/2,24	2,20/1,76	1,95/1,56
f=15÷18	3,30/2,64	2,70/2,16	2,45/1,96
f=19÷20	3,65/2,92	3,05/2,44	2,75/2,20

Ghi chú: Giá trị tử số là giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" (kg/m<sup>3</sup>) khi đường kính thoi thuốc nổ bằng d<sub>tt</sub>=32÷36 mm; giá trị mẫu số là giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" (kg/m<sup>3</sup>) khi đường kính thoi thuốc nổ bằng d<sub>tt</sub>=45 mm.

Các kết quả nghiên cứu trên đây cho thấy: trong những điều kiện giống nhau, các công thức, phương

pháp xác định "q" trên đây sẽ cho những kết quả hoàn toàn khác nhau. Mỗi công thức, phương pháp tính "q" trên đây đã được các tác giả tìm thấy trong những điều kiện cụ thể, không mang tính tổng quát và đại diện cho tất cả mọi trường hợp sử dụng khác nhau trên thực tế. Những phương pháp này vẫn phải có những nghiên cứu điều chỉnh tiếp để có thể cho ra những khả năng sử dụng mới, hợp lý hơn trên thực tế.

Các phương pháp, công thức xác định "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" trên đây đã xét tới một số yếu tố ảnh hưởng chính như sau:

- Diện tích mặt cắt ngang thi công của giếng đứng "S<sub>tc</sub>";
- Hệ số kiên cố của đất đá "f";
- Khả năng làm việc của thuốc nổ "P<sub>tc</sub>";
- Hệ số cấu trúc của đất đá "f<sub>0</sub>";
- Chiều sâu của lỗ khoan "l<sub>k</sub>";
- Đường kính thoi thuốc nổ "d<sub>tt</sub>";
- Mật độ nạp thuốc nổ "ρ";
- Số lượng mặt phẳng tự do;...

Mỗi công thức, phương pháp mới chỉ xét đến một số yếu tố chính trong tổ hợp các yếu tố nêu trên. Tuy nhiên, chưa có công thức xét đến phần lớn hay toàn bộ các yếu tố ảnh hưởng chính.

## 2. Nghiên cứu đề xuất công thức mới xác định "lượng thuốc nổ đơn vị"

Để có thể xây dựng phương pháp xác định giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" mang tính tổng quát, có thể xét đến nhiều yếu tố ảnh hưởng chính trên thực tế có thể tiến hành theo một số bước như sau:

➢ Bước 1 - Xây dựng công thức thực nghiệm xác định giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>" có thể xét đến tối đa những yếu tố ảnh hưởng chính từ các số liệu thực tế khoan nổ mìn thi công giếng đứng;

➢ Bước 2 - Xác định những yếu tố ảnh hưởng khác chưa xét đến trong công thức thực nghiệm xác định giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>" vừa tìm ra tại Bước 1;

➢ Bước 3 - Xác định sự ảnh hưởng, mức độ ảnh hưởng định lượng của những yếu tố ảnh hưởng khác chưa xét đến trong Bước 2 thông qua các hệ số ảnh hưởng cụ thể;

➢ Bước 4 - Bổ sung các hệ số ảnh hưởng vừa tìm ra tại Bước 3 vào công thức thực nghiệm xác định giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>" trong Bước 1 để đề xuất công thức tổng quát xác định "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" cuối cùng.

**2.1. Xây dựng công thức thực nghiệm xác định giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>" có thể xét đến hai yếu tố ảnh hưởng chính từ các số liệu thu được từ thực tế khi S<sub>tc</sub>≤70 m<sup>2</sup>**

“Lượng thuốc nổ đơn vị” tiêu chuẩn “q<sub>1</sub>” theo Pokrovski N.M. có thể xác định theo công thức (3). Tại đây, “lượng thuốc nổ đơn vị” tiêu chuẩn “q<sub>1</sub>” chỉ phụ thuộc vào hệ số kiên cố của đất đá “f” theo Protodiakonov M.M. Rõ ràng, giá trị “q<sub>1</sub>” chưa thực sự chuẩn xác khi chỉ xét đến một yếu tố hệ số kiên cố đất đá “f”.

Theo Kutuzov B.N. [1], [4], “lượng thuốc nổ đơn vị” “q” khi thi công giếng đứng có thể xác định sơ bộ tùy theo giá trị hệ số kiên cố của đất đá “f” theo Protodiakonov M.M. và diện tích mặt cắt ngang thi công giếng đứng “S<sub>tc</sub>” (Bảng 4).

Bảng 4.

Hệ số kiên cố của đất đá “f”	Giá trị “lượng thuốc nổ đơn vị” “q” (kg/m <sup>3</sup> ) khi “S <sub>tc</sub> ” (m <sup>2</sup> )		
	S <sub>tc</sub> <25	S <sub>tc</sub> =36÷40	S <sub>tc</sub> =65÷70
15÷20	2,8	2,5	2,1
10÷14	2,5	2,2	1,8
7÷9	2,1	1,8	1,4

đơn vị” tiêu chuẩn “q<sub>1</sub>” khi thi công giếng đứng với một mặt thoáng (một mặt tự do) với hai biến số (yếu tố) phụ thuộc: f - Hệ số kiên cố của đất đá theo bảng phân loại của Protodiakonov M.M.; S<sub>tc</sub> - Diện tích mặt cắt ngang thi công giếng đứng, m<sup>2</sup> (Bảng 5).

Bảng 5. Bảng số liệu phụ thuộc giữa giá trị “lượng thuốc nổ đơn vị” tiêu chuẩn “q<sub>1</sub>” khi thi công giếng đứng với một mặt thoáng (một mặt tự do) với hai biến số “f”, “S<sub>tc</sub>”

N <sub>o</sub>	q <sub>1</sub> , kg/m <sup>3</sup>	f	S <sub>tc</sub> , m <sup>2</sup>
1	2,8	17,5	25,0
2	2,5	17,5	38,0
3	2,1	17,5	67,5
4	2,5	12,0	25,0
5	2,2	12,0	38,0
6	1,8	12,0	67,5
7	2,1	8,0	25,0
8	1,8	8,0	38,0
9	1,4	8,0	67,5

Như vậy, nếu sử dụng các số liệu của Bảng 4 để tính giá trị “lượng thuốc nổ đơn vị” tiêu chuẩn “q<sub>1</sub>” chúng ta có thể xét đến hai yếu tố ảnh hưởng chính “f”, “S<sub>tc</sub>” từ các số liệu thu được từ thực tế khi S<sub>tc</sub> ≤ 70 m<sup>2</sup>. Từ các số liệu của Bảng 4, chúng tôi đã xây dựng bảng số liệu phụ thuộc giữa giá trị “lượng thuốc nổ

Trên cơ sở phương pháp bình phương tối thiểu, chúng tôi đã xây dựng chương trình tìm các hàm số thực nghiệm đa biến bằng ngôn ngữ lập trình Pascal. Sau khi sử dụng các số liệu đầu vào trên Bảng 5, chúng tôi đã tìm ra 7 mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) hai biến q<sub>1</sub>=F(f, S<sub>tc</sub>) có các dạng như sau:

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ nhất:

$$q_1 = 16,3541807 - 2,878713629 \times f - 0,417151608 \times S_{tc}; R = 0,99881575; \quad (12)$$

> Mô hình hồi quy (hàm số thực nghiệm) thứ hai:

$$q_1 = 445,2451355 \times (f)^{2,223478247} \times (S_{tc})^{-1,195731046}; R = 0,947666772; \quad (13)$$

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ ba:

$$q_1 = 22,61035989 - 6,45198921 \times \ln(f) - 5,156885197 \times \ln(S_{tc}); R = 0,997999408; \quad (14)$$

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ tư:

$$q_1 = e^{(129,0064007 - 1,00543824 \times f - 0,099306149 \times S_{tc})}; R = 0,967456881; \quad (15)$$

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ năm:

$$q_1 = -7,119731415 + 14,65491973 \times (1/f) + 58,23162671 \times (1/S_{tc}); R = 0,989336186; \quad (16)$$

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ sáu:

$$q_1 = 76,62785543 \times (f)^{-2,123119158} \times (e)^{(-0,102487798 \times S_{tc})}; R = 0,959352123; \quad (17)$$

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ bảy:

$$q_1 = 724,7186355 \times (e)^{(-1,05107763 \times f)} \times (S_{tc})^{(-1,157041843)}; R = 0,956571555. \quad (18)$$

Tại đây: F - Chức loại mô hình hồi quy; q<sub>1</sub> - “Lượng thuốc nổ đơn vị” tiêu chuẩn, kg/m<sup>3</sup>; f - Hệ số kiên cố của đất đá theo bảng phân loại của Protodiakonov M.M.; S<sub>tc</sub> - Diện tích mặt cắt ngang thi công giếng đứng, m<sup>2</sup>; R - Hệ số tương quan bội.

Sau khi so sánh giá trị hệ số tương quan bội của các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (12)-(18) chúng tôi xác định: mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (12) có giá trị hệ số tương quan bội lớn nhất R=0,99881575. Vì vậy, mô hình hồi

quy (công thức thực nghiệm) này có thể sử dụng làm cơ sở cơ bản ban đầu để xác định “lượng thuốc nổ đơn vị” tiêu chuẩn trên thực tế.

## 2.2. Xây dựng công thức thực nghiệm xác định giá trị “lượng thuốc nổ đơn vị” tiêu chuẩn “q<sub>1</sub>” có thể xét đến ba yếu tố ảnh hưởng chính từ các số liệu thu được từ thực tế khi S<sub>tc</sub> ≤ 45 m<sup>2</sup>

Theo [7], [11], “lượng thuốc nổ đơn vị” “q” khi thi công giếng đứng với một mặt thoáng (một mặt tự do) có thể xác định theo các số liệu Bảng 3, Bảng 6. So

với Bảng 3, các số liệu ở Bảng 6 phong phú hơn. Tại đây, ngoài hệ số kiên cố của đất đá "f" theo Bảng phân loại của Protodiakonov M.M. và diện tích mặt cắt

ngang thi công của giếng đứng "S<sub>tc</sub>", giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" còn xét tới chủng loại thuốc nổ thông qua khả năng công phá "P<sub>sd</sub>" của chúng.

Bảng 6. "Lượng thuốc nổ đơn vị" "q" khi thi công giếng đứng với một mặt thoáng (một mặt tự do) [11].

f	Chủng loại thuốc nổ	P <sub>sd</sub> , cm <sup>3</sup>	S <sub>tc</sub> , m <sup>2</sup>					
			16÷20	21÷25	26÷30	31÷35	36÷40	41÷45
18÷20	Xkalnuri №1	450÷480	2,63	2,45	2,13	2,00	1,85	1,68
	№6 JV	360÷380	3,43	3,20	2,79	2,60	2,42	2,20
13÷15	Xkalnuri №1	450÷480	2,30	2,03	1,86	1,73	1,60	1,44
	№6 JV	360÷380	2,47	2,68	2,42	2,31	2,09	1,87
8÷10	Xkalnuri №1	450÷480	1,65	1,52	1,31	1,24	1,15	1,06
	№6 JV	360÷380	2,16	1,98	1,76	1,62	1,50	1,40
5÷6	Xkalnuri №1	450÷480	1,03	0,93	0,86	0,78	0,73	0,68
	№6 JV	360÷380	1,35	1,21	1,12	1,02	0,95	0,88
3÷4	№6 JV	360÷380	0,86	0,77	0,70	0,65	0,60	0,56
1,5÷2	№6 JV	360÷380	0,51	0,46	0,42	0,37	0,35	0,38

Ghi chú: f - Hệ số kiên cố của đất đá theo Bảng phân loại của Protodiakonov M.M.; P<sub>sd</sub> - Khả năng công nổ của loại thuốc nổ sử dụng thi công giếng đứng, cm<sup>3</sup>; S<sub>tc</sub> - Diện tích mặt cắt ngang thi công giếng đứng, m<sup>2</sup>.

Bảng 7. Bảng số liệu phụ thuộc giữa giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>" khi thi công giếng đứng với một mặt thoáng (một mặt tự do) với ba biến số "f", "P<sub>sd</sub>", "S<sub>tc</sub>"

№	q <sub>1</sub> , kg/m <sup>3</sup>	f	P <sub>sd</sub> , cm <sup>3</sup>	S <sub>tc</sub> , m <sup>2</sup>
1	2,63	19	465	18
2	2,45	19	465	23
3	2,13	19	465	28
4	2,00	19	465	33
5	1,85	19	465	38
6	1,68	19	465	43
7	3,43	19	370	18
8	3,20	19	370	23
9	2,79	19	370	28
10	2,60	19	370	33
11	2,42	19	370	38
12	2,20	19	370	43
13	2,30	14	465	18
14	2,03	14	465	23
15	1,86	14	465	28
16	1,73	14	465	33
17	1,60	14	465	38
18	1,44	14	465	43
19	2,68	14	370	18
20	2,47	14	370	23
21	2,42	14	370	28
22	2,31	14	370	33
23	2,09	14	370	38
24	1,87	14	370	43
25	1,65	9	465	18
26	1,52	9	465	23
27	1,35	9	465	28
28	1,24	9	465	33
29	1,15	9	465	38
30	1,06	9	465	43

№	q <sub>1</sub> , kg/m <sup>3</sup>	f	P <sub>sd</sub> , cm <sup>3</sup>	S <sub>tc</sub> , m <sup>2</sup>
31	2,16	9	370	18
32	1,98	9	370	23
33	1,76	9	370	28
34	1,62	9	370	33
35	1,50	9	370	38
36	1,40	9	370	43
37	1,03	5,5	465	18
38	0,93	5,5	465	23
39	0,86	5,5	465	28
40	0,78	5,5	465	33
41	0,73	5,5	465	38
42	0,68	5,5	465	43
43	1,35	5,5	370	18
44	1,21	5,5	370	23
45	1,12	5,5	370	28
46	1,02	5,5	370	33
47	0,95	5,5	370	38
48	0,88	5,5	370	43
49	0,86	3,5	370	18
50	0,77	3,5	370	23
51	0,70	3,5	370	28
52	0,65	3,5	370	33
53	0,60	3,5	370	38
54	0,56	3,5	370	43
55	0,51	1,75	370	18
56	0,46	1,75	370	23
57	0,42	1,75	370	28
58	0,37	1,75	370	33
59	0,35	1,75	370	38
60	0,28	1,75	370	43

Như vậy, nếu sử dụng các số liệu của Bảng 6 để tính giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>" chúng ta có thể xét đến ba yếu tố ảnh hưởng chính "f", "P<sub>sd</sub>", "S<sub>tc</sub>" từ các số liệu thu được từ thực tế khi S<sub>tc</sub> ≤ 70 m<sup>2</sup>. Từ các số liệu của Bảng 6, chúng tôi đã xây dựng bảng số liệu phụ thuộc giữa giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>" khi thi công giếng đứng với một mặt thoáng (một mặt tự do) với ba biến số (yếu tố) phụ thuộc: f - Hệ số kiên cố của đất đá theo Bảng phân loại của Protodiakonov M.M.; P<sub>sd</sub> - Khả năng công nổ của loại thuốc nổ sử dụng thi công

giếng đứng, cm<sup>3</sup>; S<sub>tc</sub> - Diện tích mặt cắt ngang thi công giếng đứng, m<sup>2</sup> (Bảng 7). Các số liệu của Bảng 7 có thể sử dụng để tính giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>" có thể xét đến ba yếu tố ảnh hưởng chính (f, S<sub>tc</sub>, P<sub>sd</sub>) từ các số liệu thu được từ thực tế khi S<sub>tc</sub> ≤ 45 m<sup>2</sup>.

Sau khi sử dụng các số liệu đầu vào của Bảng 7, chương trình tìm các hàm số thực nghiệm đa biến bằng ngôn ngữ lập trình Pascal, chúng tôi đã tìm ra 11 mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) đa biến q<sub>1</sub>=F(f, P<sub>sd</sub>, S<sub>tc</sub>) có các dạng như sau:

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ nhất:

$$q_1 = (2,573948586 + 0,125055032 \times f - 0,003748862 \times P_{sd} - 0,025817143 \times S_{tc}); R=0,966950481; (19)$$

➤ Mô hình hồi quy (hàm số thực nghiệm) thứ hai:

$$q_1 = 656,287341 \times (f)^{(0,824245005)} \times (P_{sd})^{(-1,040145704)} \times (S_{tc})^{(-0,503386329)}; R=0,994861687; (20)$$

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ ba:

$$q_1 = 14,32722749 + 1,029547689 \times \ln(f) - 2,071368911 \times \ln(P_{sd}) - 0,745921848 \times \ln(S_{tc}); R=0,973794234; (21)$$

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ tư:

$$q_1 = e^{(0,380914455 + 0,092837922 \times f - 0,001277938 \times P_{sd} - 0,017565968 \times S_{tc})}; R=0,922633789; (22)$$

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ năm:

$$q_1 = -0,453825665 - 4,380749215 \times (1/f) + 804,378466 \times (1/P_{sd}) + 19,8206693 \times (1/S_{tc}); R=0,85362182; (23)$$

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ sáu:

$$q_1 = 3,530742739 \times (f)^{(0,824245005)} \times (e)^{[(0,002502201) \times P_{sd}]} \times (S_{tc})^{(-0,503386329)}; R=0,994861687; (24)$$

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ bảy:

$$q_1 = 205,028625 \times (f)^{(0,824245005)} \times (P_{sd})^{(-1,040145704)} \times (e)^{[(0,017565968) \times S_{tc}]}; R=0,922265771; (25)$$

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ tám:

$$q_1 = 67,55567084 \times (e)^{[(0,092837922) \times f]} \times (P_{sd})^{(-0,531229236)} \times (S_{tc})^{(-0,503386329)}; R=0,922265771; (26)$$

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ chín:

$$q_1 = 4,68498898 \times (e)^{[(0,092837922) \times f]} \times (e)^{[(0,001277938) \times P_{sd}]} \times (S_{tc})^{(-0,503386329)}; R=0,922265771; (27)$$

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ mười:

$$q_1 = 21,10485064 \times (e)^{[(0,092837922) \times f]} \times (P_{sd})^{(-0,531229236)} \times (e)^{[(0,017565968) \times S_{tc}]}; R=0,922633789; (28)$$

➤ Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ mười một:

$$q_1 = (1,103028025) \times (f)^{(0,824245005)} \times e^{[(0,002502201) \times P_{sd}]} \times e^{[(0,017565968) \times S_{tc}]}; R=0,99520286. (29)$$

Tại đây: F - Chủng loại mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm); q<sub>1</sub> - "Lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn, kg/m<sup>3</sup>; f - Hệ số kiên cố của đất đá theo bảng phân loại của Protodiakonov M.M.; P<sub>sd</sub> - Khả năng công nổ của loại thuốc nổ sử dụng trên thực tế thi công giếng đứng, cm<sup>3</sup>; S<sub>tc</sub> - Diện tích mặt cắt ngang thi công giếng đứng, m<sup>2</sup>; R - Hệ số tương quan bội.

Sau khi so sánh giá trị hệ số tương quan bội của các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (19)-(29) chúng tôi xác định: mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (29) có giá trị hệ số tương quan bội lớn nhất R=0,99520286. Mô hình hồi quy này có thể sử dụng làm cơ sở cơ bản ban đầu để xác định "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>" trên thực tế.

### 2.3. Xác định các yếu tố ảnh hưởng và mức độ ảnh hưởng của chúng đến giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" "q"

Các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (12), (29) xác định "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>" đã xét đến hai, ba yếu tố ảnh hưởng quan trọng nhất: hệ số kiên cố của đất đá "f" theo Bảng phân loại của Protodiakonov M.M.; khả năng công nổ "P<sub>sd</sub>" (cm<sup>3</sup>) của chủng loại thuốc nổ sử dụng trên thực tế thi công giếng đứng; diện tích mặt cắt ngang thi công giếng đứng "S<sub>tc</sub>" (m<sup>2</sup>). Tuy nhiên, "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" là một hàm số của nhiều biến số (1), trong đó có "lượng thuốc nổ đơn vị" tiêu chuẩn "q<sub>1</sub>".

Việc xem xét hai, ba yếu tố (biến số) tại đây chưa thể mang lại cho người sử dụng một công

thực nghiệm mang tính tổng quát có thể xác định "lượng thuốc nổ đơn vị" "q". Người thiết kế nên bổ sung thêm những yếu tố khác trên thực tế vào các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (12), (29).

Từ những nghiên cứu của một số tác giả trên thế giới (mục 1), các công thức xác định "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" (2), (6), (9), chúng ta có thể bổ sung sự ảnh hưởng của một số yếu tố khác thông qua các hệ số sau đây:

> Hệ số cấu trúc của đất đá "f<sub>0</sub>" được xác định bằng phương pháp thực nghiệm tùy thuộc vào các đặc tính của đất đá và thay đổi trong khoảng f<sub>0</sub>=(1,3÷2,0) Bảng 1 [1], [2], [3], [5];

> Hệ số nén ép "V<sub>z</sub>" của đất đá có thể xác định theo công thức (4) của Taranov P.Ia. [1], [2], [3]:

> Hệ số xét đến khả năng làm việc của thuốc nổ có thể xác định theo công thức "k<sub>tt</sub>" (5) [1], [2], [3], [5];

> Hệ số "m" xem xét sự ảnh hưởng của đường kính thời thuốc nổ "d<sub>tt</sub>" có thể xác định theo công thức (6) hoặc (9) [1], [2];

> Hệ số mật độ nạp thuốc nổ "ρ": ρ=0,8 - Khi thuốc nổ nạp trong các thời thuốc thông thường; ρ=1,0 - Khi thuốc nổ nạp trong các thời thuốc bị nén ép chặt [1], [8] (10);

> Hệ số "k" xét tới chiều sâu lỗ khoan (0,85<k<1,0), Bảng 2 [2];

Từ Bảng 2 chúng tôi rút ra bảng số liệu phụ thuộc giữa hệ số "k" với chiều sâu lỗ khoan "l<sub>lk</sub>" (m) và hệ số kiên cố của đất đá theo Protodiakonov

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ nhất:

$$k=0,696950469+0,048333333 \times l_{lk}+0,021381526 \times f; R=0,768420931; \tag{30}$$

> Mô hình hồi quy (hàm số thực nghiệm) thứ hai:

$$k = 0,633455418 \times (l_{lk})^{(0,07663994)} \times (f)^{(0,18231178)}; R=0,770080996; \tag{31}$$

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ ba:

$$k=0,559643152+0,088513524 \times \ln(l_{lk})+0,173386088 \times \ln(f); R=0,771130466; \tag{32}$$

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ tư:

$$k = e^{(-0,305822495+0,042486855 \times l_{lk}+0,022410682 \times f)}; R=0,764390985; \tag{33}$$

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ năm:

$$k=1,232143195-0,156632653 \times (1/l_{lk})-1,232687716 \times (1/f); R=0,75819195; \tag{34}$$

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ sáu:

$$k = 0,761608375 \times (l_{lk})^{(0,07663994)} \times (e)^{(0,022410682 \times f)}; R=0,760756635; \tag{35}$$

> Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) thứ bảy:

$$k = 0,61258636 \times (e)^{(0,042486855 \times l_{lk})} \times (f)^{(0,18231178)}; R=0,773671546. \tag{36}$$

Tại đây: F - Chung loại mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm); k - Hệ số xét tới sự ảnh hưởng của chiều sâu lỗ khoan; l<sub>lk</sub> - Chiều sâu lỗ khoan, m; f - Hệ số kiên cố của đất đá theo bảng phân loại của Protodiakonov M.M.; R - Hệ số tương quan bội.

Sau khi so sánh giá trị hệ số tương quan bội của các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (30)-(36) chúng tôi xác định: mô hình hồi quy

M.M. "F" (Bảng 8).

Bảng 8. Bảng số liệu phụ thuộc giữa hệ số "k" với "l<sub>lk</sub>" và "f"

No	k	l <sub>lk</sub> , m	f
1	1,00	1,5	13,5
2	1,06	2,0	13,5
3	1,11	2,5	13,5
4	1,00	1,5	12,5
5	1,06	2,0	12,5
6	1,11	2,5	12,5
7	1,00	1,5	11,5
8	1,06	2,0	11,5
9	1,11	2,5	11,5
10	1,00	1,5	10,5
11	1,06	2,0	10,5
12	1,11	2,5	10,5
13	1,00	1,5	9,0
14	0,90	2,0	9,0
15	1,00	2,5	9,0
16	1,00	1,5	4,5
17	0,80	2,0	4,5
18	0,85	2,5	4,5

Sau khi sử dụng các số liệu đầu vào của Bảng 8, chương trình tìm các hàm số thực nghiệm đa biến bằng ngôn ngữ lập trình Pascal, chúng tôi đã tìm ra 7 mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) đa biến k=F(l<sub>lk</sub>,f) có các dạng như sau:

(công thức thực nghiệm) (36) có giá trị hệ số tương quan bội lớn nhất R=0,773671546. Mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) này có thể sử dụng làm cơ sở cơ bản ban đầu để xác định hệ số "k" khi tính "lượng thuốc nổ đơn vị" trên thực tế.

**2.4. Xây dựng công thức thực nghiệm xác định giá trị "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" có thể xét đến tới đa những yếu tố ảnh hưởng**

Sau khi kết hợp các mô hình hồi quy (12), (29) với các hệ số, biểu thức thể hiện các yếu tố ảnh hưởng

➤ Khi diện tích mặt cắt ngang  $S_{tc} \leq 45 \text{ m}^2$ :

$$q = \left\{ \left[ a_1 \times (f)^{(a_2)} \times (e)^{(a_3 \times P_{sd})} \times (e)^{(a_4 \times S_{tc})} \right] \times f_0 \times V_z \times k \times m \times \rho \right\}, \text{ kg/m}^3; \quad (37)$$

➤ Khi diện tích mặt cắt ngang  $S_{tc} \leq 70 \text{ m}^2$ :

$$q = \left\{ [a_5 + a_6 \times f + a_7 \times S_{tc}] \times f_0 \times V_z \times k \times k_{tn} \times m \times \rho \right\}, \text{ kg/m}^3. \quad (38)$$

Tại đây: q - "Lượng thuốc nổ đơn vị",  $\text{kg/m}^3$ ;  $a_1 \div a_7$  - Các hệ số hồi quy (hệ số toán học xấp xỉ thực nghiệm) tại các biến số độc lập của các mô hình hồi quy (công thức thực nghiệm) (12) và (29);  $a_1=1,103028025$ ;  $a_2=0,824245005$ ;  $a_3=-0,002502201$ ;  $a_4=-0,017565968$ ;  $a_5=16,3541807$ ;  $a_6=-2,878713629$ ;  $a_7=-0,417151608$ ; f - Hệ số kiên cố của đất đá theo bảng phân loại của Protodiconov M.M.;  $S_{tc}$  - Diện

khác đã đề xuất, chúng tôi tìm ra các công thức thực nghiệm tổng quát xác định "lượng thuốc nổ đơn vị" "q":

➤ Khi diện tích mặt cắt ngang  $S_{tc} \leq 45 \text{ m}^2$ :

$$q = \left\{ \left[ a_1 \times (f)^{(a_2)} \times (e)^{(a_3 \times P_{sd})} \times (e)^{(a_4 \times S_{tc})} \right] \times f_0 \times \left( \frac{3 \cdot I_{lk}}{\sqrt{S_{tc}}} \right) \times \left[ a_8 \times (e)^{(a_9 \times I_{lk})} \times (f)^{(a_{10})} \right] \times \left( \frac{36}{d_{tt}} \right) \times \rho \right\}, \text{ kg/m}^3; \quad (39)$$

➤ Khi diện tích mặt cắt ngang  $S_{tc} \leq 70 \text{ m}^2$ :

$$q = \left\{ [a_5 + a_6 \times f + a_7 \times S_{tc}] \times f_0 \times \left( \frac{3 \cdot I_{lk}}{\sqrt{S_{tc}}} \right) \times \left[ a_8 \times (e)^{(a_9 \times I_{lk})} \times (f)^{(a_{10})} \right] \times \left( \frac{P_{tc}}{P_{sd}} \right) \times \left( \frac{36}{d_{tt}} \right) \times \rho \right\}, \text{ kg/m}^3. \quad (40)$$

Tại đây:  $I_{lk}$  - Chiều sâu lỗ khoan, m;  $a_8=0,61258636$ ;  $a_9=0,042486855$ ;  $a_{10}=0,18231178$ ;  $P_{tc}$  - Khả năng công nổ của loại thuốc nổ được chọn làm thuốc nổ tiêu chuẩn (thuốc nổ "Xkalnui №1",  $P_{tc}=450 \text{ cm}^3$ );  $P_{sd}$  - Khả năng công nổ của loại thuốc nổ đang được sử dụng trên thực tế thi công giếng đứng,  $\text{cm}^3$ ;  $d_{tt}$  - Đường kính của thời thuốc nổ.

tích mặt cắt ngang thi công giếng đứng,  $\text{m}^2$ ;  $f_0$  - Hệ số cấu trúc của đất đá;  $V_z$  - Hệ số nén ép của đất đá; k - Hệ số xét tới sự ảnh hưởng của chiều sâu lỗ khoan;  $k_{tn}$  - Hệ số xét đến khả năng làm việc của thuốc nổ đang sử dụng; m - Hệ số xét đến đường kính " $d_{tt}$ " của thời thuốc nổ;  $\rho$  - Giá trị hệ số mật độ nạp thuốc nổ.

Các công thức thực nghiệm (37), (38) chi tiết xác định "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" có dạng:

Горных Наук. 1999. Т. I, II.

4. Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом (взрывные технологии в промышленности). Учебник для вузов. Издательство Московского Государственного Горного Университета. Москва. 1994.

5. Покровский Н.М. Технология строительства подземных сооружений и шахт. Часть 2. Технология сооружения вертикальных, наклонных выработок и камер. Москва. Издательство "Недра". 1982.

6. Покровский Н.М. Сооружение и углубка стволов шахт. Москва. Издательство "Недра". 1975.

7. Справочник инженера-шахтостроителя. Том I и II. Под общей редакцией В. В. Белого. Москва. Издательство "Недра". 1983.

8. Федюкин В.А. Проектирование сооружения вертикальных стволов шахт. В 2-х частях. Москва. Издательство Московского Горного Института. 1975.

9. Calvin J. Konya. Blast Design. Precision Blasting Services. Intercontinental Development Corporation Montville, Ohio. USA. 1995.

10. Jimeno C.L., Jimeno E.L., Carcedo F.J.A. Drilling and Blasting of Rocks. Translated by Yvone Visser de Ramiro. A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield/1995.

(Xem tiếp trang 44)

### 3. Kết luận

Bài báo đã nghiên cứu hoàn thiện phương pháp xác định "lượng thuốc nổ đơn vị" "q" trên cơ sở đề xuất hai mô hình hồi quy phụ thuộc vào một số yếu tố (biến số) ảnh hưởng chủ yếu. Tuy nhiên, các công thức thực nghiệm đề xuất vẫn chưa xét đến một số yếu tố ảnh hưởng khác (mật độ của thuốc nổ; chiều dài nút mìn (bua mìn);...). Vì vậy, các công thức thực nghiệm trên đây vẫn phải tiếp tục xem xét để hoàn thiện trong tương lai. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Trọng Hùng. Thi công giếng đứng. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội. 2012. 528 tr.
2. Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н. и другие. Шахтное и подземное строительство. Издательство Академии Горных Наук. Москва. 2003. Том 1.
3. Картозия Б.А., Малышев Ю.Н., Федунец Б.И. и др. Шахтное и подземное строительство. Учебник для вузов. Москва. Издательство Академии



$$q_k = \frac{\alpha_{yc} Q_{ca} - \sum_i^{n_b} q \alpha_i}{\alpha_k} = \frac{40,1 \cdot 4.569 - 177.578}{39,67} = 142, \text{ T/ca.}$$

Như vậy, để tạo ra quặng nguyên khai có hàm lượng  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tại kho trung hòa có hàm lượng 40,1 % với sản lượng yêu cầu 4.569 T/ca, cần phải xây dựng kho dự trữ quặng đáp ứng 142 T/ca (chiếm 3,1 % tổng sản lượng mỏ) từ khối quặng 1-121.

### 3. Kết luận

Chất lượng quặng nguyên khai phụ thuộc vào điều kiện địa chất, công nghệ khai thác và ảnh hưởng trực tiếp tới năng suất, giá thành các nhà máy tuyển. Để ổn định chất lượng quặng nguyên khai và hạ giá thành sản xuất cần phải hiện đại hóa ngành khai thác bauxit trên cơ sở thực hiện đồng bộ các giải pháp kỹ thuật công nghệ trong đó có các giải pháp nhằm ổn định chất lượng quặng. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Quang Hà và nnk (2017), Nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật công nghệ nâng cao hiệu quả sản xuất nhà máy tuyển quặng bauxit Tân Rai-Lâm Đồng, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội.

2. Hồ Sỹ Giao, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Anh Tuấn (2009), Khai thác khoáng sản rắn bằng phương pháp lộ thiên. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

## NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN...

(Tiếp theo trang 38)

Xu, 2018. Dynamic displacement monitoring of long-span bridges with a microwave radar interferometer. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 138, 252-264.

8. <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>.

9. [www.rtklib.com](http://www.rtklib.com).

**Ngày nhận bài:** 16/02/2018

**Ngày gửi phản biện:** 18/03/2018

**Ngày nhận phản biện:** 24/06/2018

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 10/08/2018

**Từ khóa:** hệ thống; quan trắc liên tục; dịch chuyển; biến dạng; công trình; thời gian thực

### SUMMARY

This paper presents the results of research on the development of a continuous monitoring system for deformation of buildings for real time.

## NGHIÊN CỨU HOÀN THIỆN...

(Tiếp theo trang 23)

11. Методические указания к расчетам параметров и составлению паспортов БВР при сооружении подземных горных выработок. ДГТУ. Составители: Н.Р. Шевцов, С.В. Боршевский, В.Ф. Формос, К.Н. Лабинский. Донецк. 2000. 31 с.

**Ngày nhận bài:** 24/01/2018

**Ngày gửi phản biện:** 19/03/2018

**Ngày nhận phản biện:** 12/06/2018

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 10/08/2018

**Từ khóa:** nghiên cứu hoàn thiện; "lượng thuốc nổ đơn vị"; mô hình hồi quy; công thức thực nghiệm

### SUMMARY

The article presents the study results of method determining "unit dynamite" "q" based on the proposed two regression models depending on a number of key variables.