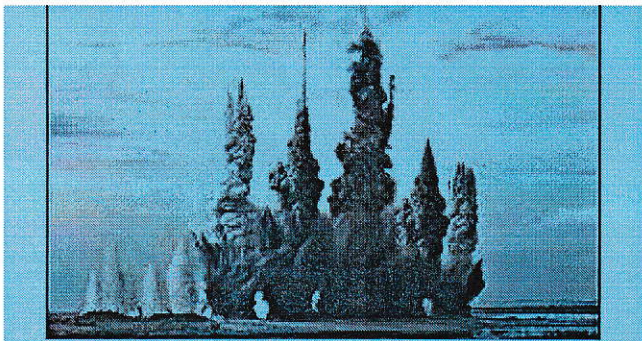


NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT NỔ Mìn TẠO MÀU PHỤC VỤ CÁC BUỔI LỄ KHỞI CÔNG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH

KS. TRẦN VĂN ĐẠO, KS. ĐOÀN VĂN THANH

Trong giai đoạn hiện nay, các công trình công nghiệp và xây dựng phát triển rất mạnh như: khai khoáng, thủy điện, thủy lợi, nhiệt điện, giao thông,... Khi khởi công một dự án, một công trình lớn, để tăng thêm vẻ hoành tráng, gây ấn tượng với quan khách, nhân dân trong vùng dự án, chính quyền địa phương, các cơ quan quản lý nhà nước,... chủ đầu tư công trình không sử dụng pháo hoa hay pháo giấy mà thường sử dụng phương pháp nổ mìn tạo màu. Nổ mìn tạo màu không chỉ gây ấn tượng về mặt hình ảnh, màu sắc mà còn về âm thanh, chấn động, sóng đập không khí,...

Mặc dù công tác nổ mìn tạo màu trong lễ khởi công đã được thực hiện từ rất lâu, gắn liền với sự phát triển của lĩnh vực khoan nổ mìn phá đá để xây dựng công trình nhưng cho đến nay hầu như chưa có tài liệu hay giáo trình nào xuất bản đề cập đến vấn đề này, thiết kế kỹ thuật nổ mìn màu vẫn còn là bí mật riêng, chưa có cơ sở cho việc tính toán để áp dụng. Qua một thời gian tìm hiểu, nghiên cứu và thực hiện, tác giả xin giới thiệu tổng quan công tác nổ mìn màu, cách tính và lựa chọn các thông số kỹ thuật hợp lý.



H.1. Hình ảnh nổ mìn màu tại lễ khởi công công trình xây dựng

1. Các phương pháp nổ mìn màu

Tùy thuộc vào môi trường nổ, cách bố trí lượng thuốc nổ,... có thể sắp xếp và phân loại các phương pháp nổ mìn màu như sau:

❖ Theo môi trường nổ: nổ dưới nước; nổ trên cạn; nổ vừa trên cạn và vừa dưới nước.

❖ Theo hình dạng và thiết kế hố mìn: nổ bằng ống; nổ bằng hố hình phễu; nổ bằng rãnh.

❖ Theo số lượng cột màu: nổ một cột màu; nổ nhiều cột màu.

2. Công nghệ nổ mìn màu

Các vụ nổ mìn màu khởi công dù được phân vào loại nào thì hình dạng các hố mìn đều được thiết kế chủ yếu bởi một trong ba dạng sau: hố dạng hình phễu, hoặc dạng ống, hoặc dạng hào. Trong bài báo này, tác giả chỉ xin giới thiệu cơ sở lý thuyết tính và lựa chọn thông số kỹ thuật hợp lý cho một trường hợp nổ mìn bằng hố dạng ống.

2.1. Xác định áp lực khí nổ giới hạn [P]

Mối liên quan giữa ứng suất kéo với ứng suất nén phát sinh trong ống kim loại khi nổ là:

$$\sigma_k = \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_n, \text{ N/m}^2. \quad (1)$$

Trong đó: σ_k , σ_n - Tương ứng ứng suất kéo, ứng suất nén tại một điểm xét trong thành ống, N/m^2 ; μ - hệ số Poát xông (mỗi kim loại khác nhau thì μ khác nhau).

Ứng suất nén phát sinh khi nổ giảm dần theo khoảng cách tính từ tâm lượng thuốc nổ theo quy luật:

$$\sigma_n = P/r^k, \text{ N/m}^2; \quad (2)$$

Với: P - Giá trị áp lực của sản phẩm khí nổ tại vị trí đặt thuốc nổ, N/m^2 ; k - Hệ số phụ thuộc vào tính chất của kim loại làm ống; r - Khoảng cách tương đối tính từ tâm lượng thuốc:

$$r = R/r_0. \quad (3)$$

Tại đây: R - Khoảng cách tính từ tâm lượng thuốc đến điểm đang xét, m ; r_0 - Bán kính lượng thuốc, m .

Thay (2.3) vào (2.2) ta được:

$$\sigma_n = P \cdot (r_0/R)^k, \text{ N/m}^2; \quad (4)$$

Thay (2.4) vào (2.1) ta được:

$$\sigma_k = \frac{\mu}{1-\mu} \left(\frac{r_0}{R} \right)^k \cdot P, \text{ N/m}^2. \quad (5)$$

Để ống kim loại không bị phá hủy, nghĩa là vỏ bên ngoài cùng của ống kim loại không bị phá hủy, ứng suất nén, ứng suất kéo tại vị trí ngoài cùng không được vượt quá ứng suất giới hạn của kim loại làm ống.

❖ Xét điều kiện với ứng suất nén:

$$\sigma_n \leq [\sigma_n]. \quad (6)$$

Từ (4) và (6) ta có:

$$P \leq [\sigma_n] \cdot (R/r_0)^k; \quad (7)$$

$[\sigma_n]$ - Ứng suất nén giới hạn của kim loại tạo ống, N/m².

❖ Xét điều kiện với ứng suất kéo:

$$\sigma_k \leq [\sigma_k] \quad (8)$$

Từ (5) và (8) ta có:

$$P \leq \frac{1-\mu}{\mu} \cdot \left(\frac{R}{r_0}\right)^k \cdot [\sigma_k] \quad (9)$$

$[\sigma_k]$ - ứng suất kéo giới hạn của kim loại tạo ống.

Vì ứng suất nén giới hạn $[\sigma_n]$ của kim loại bao giờ cũng lớn hơn rất nhiều so với ứng suất kéo giới hạn $[\sigma_k]$ nên:

$$[\sigma_n] \geq \frac{1-\mu}{\mu} \cdot [\sigma_k] \quad (10)$$

Từ (7) và (9) ta xác định được điều kiện áp suất khí nổ giới hạn $[P]$ sinh ra đảm bảo ống không bị phá hủy:

$$[P] = \frac{1-\mu}{\mu} \cdot \left(\frac{R}{r_0}\right)^k \cdot [\sigma_k], \text{ N/m}^2. \quad (11)$$

Khi thiết kế ống kim loại cần tăng độ bền của ống nghĩa là tăng khả năng chịu áp lực giới hạn $[P]$. Từ (11) ta thấy cần phải chọn kim loại làm ống hợp lý ($[\sigma_k]$, μ , k); tăng độ dày của thành ống (X); giảm bán kính lượng thuốc (r_0).

2.2. Xác định áp lực khí nổ trong buồng mìn

Giá trị áp lực khí nổ mìn trong buồng mìn:

$$P = \frac{\Delta_0 \cdot D_g^2}{2 \cdot (n+1)} \cdot \left(\frac{\Delta}{\Delta_0}\right)^x, \text{ N/m}^2; \quad (12)$$

Tại đây: P - Giá trị áp suất sản phẩm nổ trong buồng mìn, N/m²; D_g - Tốc độ nổ của thuốc nổ, m/s; Δ , Δ_0 - Tương ứng là mật độ nạp mìn, mật độ thuốc nổ, kg/m³; n - Chỉ số đa biến ($n=2,2+3$); C_p/C_v - tỷ số nhiệt dung đẳng áp và nhiệt dung đẳng tích.

Theo điều kiện về áp lực của sản phẩm khí nổ sinh ra đảm bảo không phá hủy ống kim loại:

$$P \leq [P]. \quad (13)$$

2.3. Xác định khối lượng thuốc nổ

Từ (11), (12) và (13) có các trường hợp xảy ra trong thực tế như sau:

❖ **Trường hợp 1:** lựa chọn trước ống kim loại (chọn trước bán kính ống (r_1), độ dày ống (X)) và loại thuốc nổ sử dụng. Khi đó để ống không bị phá hủy khi nổ cần phải thi công đảm bảo mật độ nạp mìn:

$$\Delta = \Delta_0 \cdot \sqrt[k]{\frac{R}{r_0}} \cdot \frac{2(1-\mu)(n+1)[\sigma_k]\mu \cdot \Delta_0 \cdot D_g^2}{\mu \cdot \Delta_0 \cdot D_g^2}, \text{ kg/m}^3 \quad (14)$$

Mức độ phá hủy của ống chỉ phụ thuộc vào mật độ nạp mìn (Δ) mà không phụ thuộc vào khối lượng thuốc nổ (Q) có trong ống. Nghĩa là áp lực chủ yếu tác dụng ngang thành ống. Trong trường

hợp này, khi thiết kế cần tăng tối đa khối lượng thuốc nổ trong ống để tăng chiều cao cột chất tạo màu trong ống.

Mật độ nạp mìn lớn nhất để đảm bảo ống không bị phá hủy được xác định theo biểu thức (14). Trong quá trình thi công luôn luôn phải đảm bảo mật độ nạp mìn nhỏ hơn giá trị xác định tại biểu thức (14); nghĩa là hệ số sử dụng thể tích buồng mìn thấp.

Trong trường hợp này, nếu cần tăng mật độ nạp mìn (Δ) khi nạp vào trong ống thì ống cần chôn trong môi trường đá gốc hoặc đổ bê tông bao quanh ống. Khi đó mật độ nạp mìn giới hạn được xác định đảm bảo phá hủy hoàn toàn thành ống và một phần môi trường đá bao quanh thành ống.

❖ **Trường hợp 2:** Lựa chọn trước ống kim loại, loại thuốc nổ sử dụng và biết trước mật độ sẽ nạp. Khi đó để ống không bị phá hủy khi nổ cần phải gia cố thêm độ dày thành ống đoạn chứa thuốc nổ bằng cách lồng thêm các đoạn ống đường kính lớn hơn ra bên ngoài:

$$X = r_0 \cdot \sqrt[k]{\left(\frac{\Delta}{\Delta_0}\right)^x \cdot \frac{\mu \cdot \Delta_0 \cdot D_g^2}{2(1-\mu)(n+1)[\sigma_k]}} - r_1, \text{ m}; \quad (15)$$

Tại đây: X - Độ dày của thành ống kim loại, m; r_1 - Bán kính bên trong ống, m.

Nếu mật độ nạp mìn (Δ) bằng mật độ thuốc nổ (Δ_0), khi đó $r_1=r_0$ thì độ dày của thành ống cần gia cố là lớn nhất:

$$X_{\max} = r_1 \cdot \left\{ \sqrt[k]{\frac{\mu \cdot \Delta_0 \cdot D_g^2}{2(1-\mu)(n+1)[\sigma_k]}} - 1 \right\}, \text{ m}. \quad (16)$$

Với chiều dày này thì ống sẽ không bao giờ bị phá hủy bởi thuốc nổ đã lựa chọn.

Từ công thức (16) cho thấy độ dày ống phụ thuộc bán kính ống (r_1), nếu bán kính (r_1) càng lớn hay khối lượng thuốc nổ một mét dài ống ($Q_1=\pi \cdot r_1^2 \cdot \Delta_0$) càng lớn thì chiều dày ống ($X_{\max}$) càng lớn. Trong trường hợp này, ống kim loại cần phải lựa có đường kính bên trong hợp lý (bán kính bên trong ống (r_1) hợp lý) để giảm chiều dày ống. Khi đã chọn được bán kính bên trong ống (r_1) hợp lý thì khối lượng thuốc nổ trong ống (Q) có thể tăng tối đa mà không phá hủy ống.

Trong mọi trường hợp, khối lượng thuốc nổ (Q) cần thiết kế đưa vào trong ống chỉ phụ thuộc vào khối lượng chất tạo màu trong ống hay chiều dài ống, chiều cao cột màu cần phụt lên.

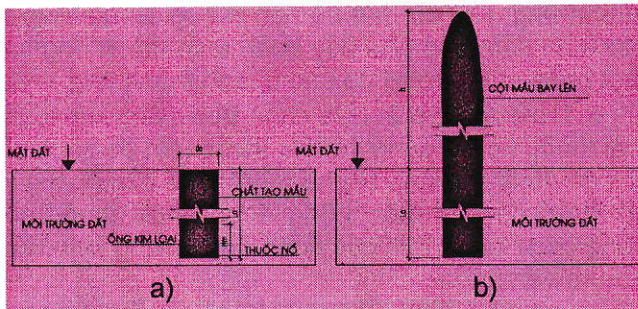
2.4. Xác định đường kính trong của ống

Khi thiết kế dự định mật độ nạp mìn (Δ) khác với mật độ thuốc nổ (Δ_0) thì đường kính bên trong ống (d_0) xác định từ công thức (15) bằng:

$$d_1 = 2 \cdot \left[r_0 \cdot k \sqrt{\left(\frac{\Delta}{\Delta_0} \right)^x \cdot \frac{\mu \cdot \Delta_0 \cdot D_g^2}{2(1-\mu)(n+1) \cdot [\sigma_k]}} - X \right], m. \quad (17)$$

Trong trường hợp mật độ nạp mìn (Δ) dự định thiết kế bằng mật độ thuốc nổ (Δ_0) thì đường kính bên trong ống (d_0) bằng:

$$d_1 = \frac{2 \cdot X}{k \sqrt{\frac{\mu \cdot \Delta_0 \cdot D_g^2}{2(1-\mu)(n+1) \cdot [\sigma_k]}} - 1}, m \quad (18)$$



H.1. Mô phỏng các trạng thái cột màu khi nổ mìn: a – Trạng thái khi chưa nổ mìn; b – Trạng thái cột màu bay lên đạt độ cao lớn nhất.

2.5. Xác định chiều dài ống (L_0) và chiều cao cột màu phụt (h)

Như phân tích trên thì khối lượng thuốc nổ cần đưa vào ống chỉ phụ thuộc vào chiều dài ống, chiều dài chất tạo màu trong ống, độ cao của cột màu cần phụt.

Khi nổ, năng lượng của khối thuốc nổ sinh ra dùng vào việc đẩy chất tạo màu phụt lên cao và đốt nóng môi trường xung quanh. Giả sử độ cao cột màu phụt lên thu được như hình 1. * Xét hệ khối vật chất gồm: khối chất khí và khối chất tạo màu

❖ Tại thời điểm ban đầu khi khối khí mới hình thành trong ống kim loại; năng lượng hệ bằng:

$$E_T = (E_1 + E_2), J. \quad (19)$$

Tại đây: E_1 - Năng lượng của khối khí bao gồm nội năng của khối khí vừa sinh ra khi nổ và thế năng của khối khí, được xác định bằng:

$$E_1 = Q \cdot \{E_0 + D_g^2 / [2 \cdot (n+1)^2]\} + Q \cdot g \cdot H_m / 2, J; \quad (20)$$

Tại đây: Q - Khối lượng thuốc nổ trong ống, kg; E_0 - Năng lượng riêng (nhiệt năng) của sự phân hủy nổ, tương đương với động năng sinh ra khi phân hủy 01 kg chất nổ, J; H_m - Chiều cao khối khí hay chiều cao của buồng mìn, m; g - Gia tốc trọng trường, m/s²; E_2 - Thế năng của khối chất tạo màu bằng:

$$\begin{aligned} E_2 &= Q_v \cdot g \cdot (H_m + L_0) / 2, J; \\ E_2 &= \pi \cdot r^2 \cdot \Delta_v \cdot g \cdot (L_0^2 - H_m^2) \cdot (L_0 + H_m), J; \\ E_2 &= F \cdot (L_0^2 - H_m^2) / 2, J. \end{aligned} \quad (21)$$

Q_v - Khối lượng chất tạo màu có trong ống ($Q_v = \pi \cdot r^2 \cdot \Delta_v \cdot (L_0 - H_m)$), kg; L_0 - Chiều dài ống kim loại, m; Δ_v - Mật độ nạp chất tạo màu, kg/m³; π - Số radian ($\pi = 3,14$); $F = \pi \cdot r^2 \cdot \Delta_v \cdot g$, kg/s² - Trọng lượng của 1 mét dài chất tạo màu trong ống, không phụ thuộc vào thông số chiều cao cột màu bay lên (h) và chiều dài ống kim loại (L_0).

Từ (19), (20) và (21) có được:

$$E_T = Q \cdot \{E_0 + D_g^2 / [2 \cdot (n+1)^2]\} + Q \cdot g \cdot H_m / 2 + F \cdot (L_0^2 - H_m^2) / 2, J \quad (22)$$

❖ Xét hệ tại thời điểm chất tạo màu đạt độ cao nhất so với mặt đất (h). Luồng hỗn hợp chất tạo màu và khí hầu như không chuyển động. Năng lượng của hệ lúc này chỉ có thế năng và nội năng của luồng hỗn hợp:

$$E_s = E_3 + E_4, J; \quad (23)$$

E_3 - Thế năng của luồng hỗn hợp, J (giả sử mật độ hỗn hợp cột màu đều nhau từ dưới lên trên);

$$E_3 = (Q - Q_v) \cdot (h + L_0) \cdot g / 2, J;$$

$$E_3 = [Q \cdot g + F \cdot (L_0 - H_m)] \cdot (h + L_0) / 2, J; \quad (24)$$

h - Chiều cao cột màu tại độ cao nhất, m; E_4 - Nội năng của cột dòng khí (tồn tại thông qua áp suất nội dòng hoặc nhiệt độ), J ;

$$E_4 = C_v \cdot T, J; \quad (25)$$

C_v - Nhiệt dung đẳng tích của hỗn hợp khí, J/mol.°C; T - Nhiệt độ của dòng khí (bằng nhiệt độ môi trường bên ngoài), °C.

Từ (23), (24) và (25) có được:

$$E_s = [Q \cdot g + F \cdot (L_0 - H_m)] \cdot (h + L_0) / 2 + C_v \cdot T, J. \quad (26)$$

❖ Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng cho hệ tại hai thời điểm đã xét:

$$E_T = (E_s + E_h), J. \quad (27)$$

E_h - Năng lượng hao phí do tỏa nhiệt ra bên ngoài và đẩy không khí môi trường chuyển dịch, tính thông qua năng lượng ban đầu của sản phẩm khí nổ khi mới sinh ra;

$$E_h = \alpha \cdot Q \cdot \{E_0 + D_g^2 / [2 \cdot (n+1)^2]\}, J \quad (28)$$

Trong đó: α - Phần trăm hao phí năng lượng của sản phẩm nổ vào việc đốt nóng môi trường và đẩy không khí môi trường dịch chuyển, %. Giá trị này chỉ rút ra từ thực nghiệm ngoài hiện trường.

Từ (22), (26), (27) và (28) có được:

$$\begin{aligned} (1-\alpha) \cdot Q \cdot \{E_0 + D_g^2 / [2 \cdot (n+1)^2]\} + Q \cdot g \cdot H_m / 2 - F \cdot (L_0^2 - H_m^2) = \\ [Q \cdot g + F \cdot (L_0 - H_m)] \cdot (h + L_0) + C_v \cdot T. \end{aligned} \quad (29)$$

Biến đổi (29) có được:

$$(Q \cdot g - F \cdot H_m) \cdot h / 2 + (Q \cdot g - F \cdot H_m) \cdot L_0 / 2 + F \cdot L_0 \cdot h / 2 - A = 0. \quad (30)$$

Trong đó: A - Kí hiệu của biểu thức (30) bằng:

$$A = (1-\alpha) \cdot Q \cdot \{E_0 + D_g^2 / [2 \cdot (n+1)^2]\} + Q \cdot g \cdot H_m / 2 - F \cdot H_m^2 / 2 - C_v \cdot T. \quad (31)$$

Giá trị của biểu thức A không phụ thuộc vào các thông số chiều cao cột màu (h) và chiều dài ống kim loại (L_0). Giá trị biểu thức (A) hoàn toàn tính được nếu chọn loại thuốc nổ và khối lượng thuốc nổ (Q) từ ban đầu. Từ biểu thức (29) xác định được A bằng:

$$A = [Q \cdot g + F \cdot (L_0 - H_m)] \cdot (h + L_0) / 2 - F \cdot L_0^2 / 2. \quad (32)$$

Nhìn vào biểu thức (32) thấy rằng giá trị của $A \geq 0$. Kí hiệu:

$$B = (Q \cdot g - F \cdot H_m) / 2. \quad (33)$$

Nhìn vào biểu thức (33) thấy rằng:

$B \geq 0$ khi $\ddot{A} \geq \ddot{A}_v$; $B < 0$ khi $\ddot{A} < \ddot{A}_v$.

Giá trị của B không phụ thuộc vào các thông số (h) và (L_0) . Khi đó biểu thức (29) được viết gọn lại như sau:

$$B \cdot h + B \cdot L_0 + F \cdot h \cdot L_0 / 2 = 0. \quad (34)$$

Từ biểu thức (30) rút ra được:

$$h = -\frac{A - B \cdot L_0}{B + F \cdot L_0 / 2}, m. \quad (35)$$

Từ (35), có đạo hàm của (h) theo (L_0) bằng:

$$h' = -\frac{B^2 + F \cdot A / 2}{(B + F \cdot L_0 / 2)^2}. \quad (36)$$

Với mọi giá trị của (L_0) thì giá trị của (h') luôn nhỏ hơn 0, nghĩa là với cùng một khối lượng thuốc nổ trong ống (Q) thì quan hệ của hai thông số chiều cao cột màu phụt (h) và chiều dài ống (L_0) là nghịch biến; nếu tăng giá trị (L_0) thì giá trị (h) giảm

$$h = \frac{\xi \cdot H_m (\Delta_v - \Delta_v)}{(\xi \cdot \Delta_v + \Delta)} + \frac{2 \cdot \Delta \cdot (1 - \delta) \cdot \{E_0 + D_g^2 / [2 \cdot (n + 1)^2]\}}{g \cdot (\xi \cdot \Delta_v + \Delta)} - \frac{2 \cdot C_v \cdot T}{\pi \cdot r^2 \cdot g \cdot (\xi \cdot \Delta_v + \Delta) \cdot H_m^2}. \quad (39)$$

Từ (40), có đạo hàm của (h) theo (H_m) bằng:

$$h' = \frac{\xi \cdot (\Delta - \Delta_v)}{(\xi \cdot \Delta_v + \Delta)} + \frac{2 \cdot C_v \cdot T}{\pi \cdot r^2 \cdot g \cdot (\xi \cdot \Delta_v + \Delta) \cdot H_m^2}. \quad (40)$$

❖ Xét biểu thức (40) trong hai trường hợp sau:

+ Trường hợp 1: $\ddot{A}_v \geq \ddot{A}$, khi đó $(h') > 0$; nghĩa là chiều cao cột màu khi phụt lên (h) tỷ lệ thuận với chiều cao cột thuốc nổ trong ống (H_m) hay khối lượng thuốc nổ (Q) . Trong trường hợp này, khi thiết kế nổ mìn màu càng tăng khối lượng thuốc nổ (Q) trong ống càng tốt; chiều cao phụt màu có thể tăng được theo ý muốn.

+ Trường hợp 2: $\ddot{A}_v < \ddot{A}$, chiều cao phụt màu (h) đạt giá trị lớn nhất ứng với chiều cao cột thuốc nổ trong ống (H_m) là nghiệm của $h'=0$, giá trị (H_m) bằng:

$$H_m = \sqrt{\frac{2 \cdot C_v \cdot T}{\pi \cdot r^2 \cdot g \cdot \xi \cdot (\xi - \Delta_v)}}, m. \quad (41)$$

3. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu trên cho phép tính toán lựa chọn phương pháp nổ, công nghệ, các thông số nổ hợp lý trong công nghệ nổ mìn tạo màu. Trong quá trình thực hiện cần chú ý các yếu tố sau:

❖ Tỷ lệ về chiều dài cột chất tạo màu trong ống (L_0) và chiều dài cột thuốc nổ trong ống (H_m) : L_0/H_m lựa chọn là nhỏ nhất sao cho cột màu bốc lên vẫn đảm bảo giữ được màu sắc đẹp, không bị màu của sản phẩm khí nổ sinh ra lẫn át màu của chất tạo màu và làm biến màu.

và ngược lại. Do vậy, cần phải lựa chọn giá trị chiều dài ống (L_0) là nhỏ nhất thì cột màu phụt lên có chiều cao (h) cao nhất.

Quan hệ giữa chiều cao khối chất tạo màu và chiều cao khối thuốc nổ trong ống được thể hiện bằng tham số (i) :

$$i = \frac{H_v}{H_m}. \quad (37)$$

Tại đây: H_v - Chiều cao khối chất tạo màu trong ống $(H_v = L_0 - H_m)$, m; H_m - Chiều cao khối thuốc nổ trong ống, m.

Qua tìm hiểu kinh nghiệm và nghiên cứu thấy rằng tham số tỷ lệ (i) quyết định đến chiều cao cột màu phụt lên (h) và độ sắc nét của màu sắc cột màu. Do vậy, trong quá trình nổ mìn màu bằng ống cần lựa chọn được giá trị tham số tỷ lệ (i) hợp lý. Từ quan hệ tại biểu thức (2.37) xác định được:

$$\frac{L_0 - H_m}{H_m} = i; L_0 = (i + 1) \cdot H_m, m \quad (38)$$

Thay (38) vào (35) xác định được (h) bằng:

❖ Mật độ nạp mìn $(\ddot{A})$ và mật độ nạp chất tạo màu $(\ddot{A}_v)$ phải đảm bảo: $\ddot{A}_v \geq \ddot{A}$ như trường hợp 1 đã xét khi đó khối lượng thuốc nổ trong ống (Q) , khối lượng chất tạo màu (Q_v) , chiều cao cột màu phụt lên (h) có thể tăng tối đa tùy theo yêu cầu. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hồ Sĩ Giao & nnk. Nổ hóa học. Lý thuyết và thực tiễn. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 2010.
2. Nhữ Văn Bách. Nâng cao hiệu quả phá vỡ đất đá bằng nổ mìn trong khai thác mỏ. NXB Giao thông Vận tải, 2003.
3. Lê Tuấn Lộc, Hồ Sĩ Giao & nnk. Cẩm nang công nghệ và thiết bị mỏ. Quyển I - Khai thác mỏ lộ thiên. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
4. Vũ Duy Quang. Thủy khí động lực ứng dụng. NXB Xây dựng. Hà Nội, 2005.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The blasting creating colors is using on the opening construction ceremony. It is one from a lot of uses of blasting for the society. The blasting creating colors use the explosives to raise color materials on the air creating the beautiful colors and deep feeling for the observers.