

# LỰA CHỌN CỠ HẠT ĐẤT ĐÁ VÀ THÔNG SỐ KHOAN NỔ Mìn HỢP LÝ KHI SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ VẬN TẢI CHO MỎ CAO SƠN

ThS. ĐỖ NGỌC TƯỚC, TS. LÊ CÔNG CƯỜNG  
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin  
KS. ĐẶNG VĂN TÙNG, KS. NGUYỄN NGỌC DŨNG  
Công ty Cổ phần than Cao Sơn-Vinacomin

**M**ỏ than Cao Sơn là một trong những mỏ lộ thiên lớn của TKV. Khối lượng mỏ hàng năm từ 3,5+3,8 triệu tấn/năm và 28+32 triệu m<sup>3</sup> đất bóc. Theo Quyết định số 1977/QĐ - VINACOMIN ngày 12 tháng 09 năm 2012. Tổng khối lượng đất bóc trong biên giới khai trường mỏ than Cao Sơn là 1.056 triệu m<sup>3</sup>, than khai thác 102,3 triệu tấn. Đất đá được đổ ra các bãi thải ngoài và bãi thải trong. Bãi thải ngoài Bắc Bàn Nâu có dung tích 670,5 triệu m<sup>3</sup>, thời gian đổ thải từ 2014 đến năm 2028; cung độ vận tải bằng ô tô đơn thuần rất lớn từ 5÷10 km, chiều cao nâng tải 300÷600 m.

Nếu sử dụng vận tải ô tô đơn thuần, chi phí giá thành vận tải sẽ tăng theo chiều sâu khi khai thác. Tại các mỏ trên thế giới, công nghệ vận tải ô tô đơn thuần được sử dụng khi chiều sâu mỏ từ 100-150 m, cung độ vận tải nhỏ hơn 5 km. khi chiều sâu và cung độ vận tải lớn sử dụng chủ yếu công nghệ vận tải liên tục" ô tô-băng tải". Năm 2012 Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin đã phối hợp cùng Công ty Cổ phần than Cao Sơn thực hiện đề tài: "Nghiên cứu đánh giá lựa chọn phương án vận tải đất đá hợp lý cho mỏ Cao Sơn sau năm 2011 đến kết thúc khai thác" [1]. Kết quả đề tài đã xác định đồng bộ thiết bị khai thác và vận tải liên tục gồm: Máy khoan đường kính 250 mm; Máy xúc có dung tích gầu 6,7 m<sup>3</sup> và ô tô ô tô 58 tấn; Máy đập trực bán cố định công suất 2x400 kw; Băng tải có chiều rộng: B=2000 mm, vận tốc băng: 4 m/s, năng suất vận tải: 20 triệu m<sup>3</sup>/năm; máy dỡ tải.

Trong quy trình sản xuất mỏ lộ thiên, cỡ hạt đất đá nổ mìn là chỉ tiêu liên quan tất cả các khâu công nghệ vì nó ảnh hưởng tới năng suất các thiết bị và chi phí sản xuất. Chính vì vậy, việc lựa chọn cỡ hạt đất đá hợp lý cho công nghệ vận tải liên hợp ô tô-

băng tải là vấn đề cần thiết.

## 1. Ảnh hưởng của đường kính cỡ hạt trung bình đến năng suất và chi phí năng lượng của các khâu công nghệ

Mức độ đập vỡ đất đá là một thông số tổng hợp, đặc trưng cho tỷ lệ thành phần cỡ hạt sau khi nổ. Trong khai thác mỏ sử dụng thông số đường kính cỡ hạt trung bình ( $d_{tb}$ ) và ảnh hưởng tới các khâu công nghệ sau:

### ❖ Đối với công tác khoan-nổ mìn

Theo [2]  $d_{tb}$  có mối quan hệ mật thiết với chỉ tiêu thuốc nổ mà chỉ tiêu thuốc nổ là một nhân tố quan trọng quyết định đến các thông số của mạng nổ mìn và xác định theo quan hệ:

$$d_{tb} = \frac{0,16}{q-0,16}, m \quad (1)$$

Khi tăng chỉ tiêu thuốc nổ, đường kính cỡ hạt giảm nhưng chi phí năng lượng lớn

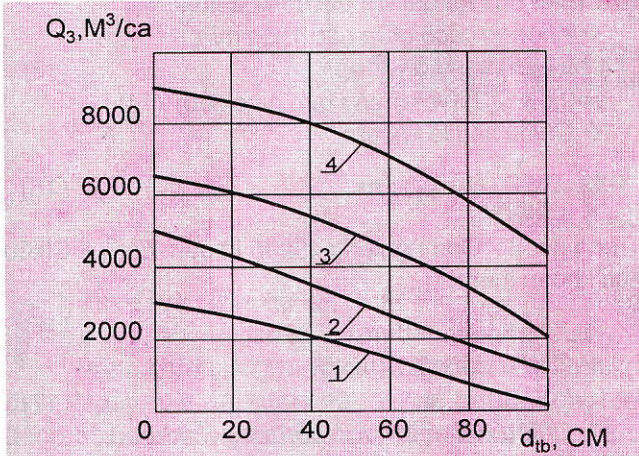
### ❖ Đối với khâu xúc bốc

Năng suất của các thiết bị xúc bốc phụ thuộc vào mức độ khó xúc của đất đá và khả năng xúc được khối lượng đất đá lớn nhất trong mỗi lần xúc. Với mỗi loại đất đá nhất định thì mức độ khó xúc chủ yếu phụ thuộc vào yếu tố kỹ thuật và công nghệ. Tổng hợp mức độ khó xúc và khả năng xúc được lớn nhất khối lượng đất đá trong một lần xúc phụ thuộc vào tỷ lệ cỡ hạt của đất đá. Khác với khâu khoan nổ mìn, đối với khâu xúc bốc,  $d_{tb}$  càng giảm thì năng suất máy xúc càng tăng (H.1) và chi phí năng lượng càng giảm (H.3) [3].

### ❖ Đối với khâu vận tải

Khi vận tải bằng ô tô, năng suất của thiết bị vận tải cũng phụ thuộc vào cỡ hạt, sự ảnh hưởng này

nhỏ hơn so với thiết bị xúc, bởi vì kích thước của thùng vận tải lớn hơn nhiều kích thước cục cho phép lớn nhất. Khi  $d_{tb}$  tăng thì thời gian chu kỳ xúc tăng vì vậy thời gian chờ xúc lâu hơn, mặt khác do hệ số xúc giảm nên số gầu xúc thực tế cũng tăng lên và cũng làm tăng thời gian chờ đợi của ô tô.



H.1. Ảnh hưởng cỡ hạt trung bình đến năng suất máy xúc: 1, 2, 3, 4 - Tương ứng với máy xúc ЭКГ-5А; 8I; 12; 20

Khi vận tải bằng băng tải, nếu hoàn toàn là hạt thô thì kích thước cỡ hạt cho phép lớn nhất ( $d_b$ ) thường thay đổi theo quan hệ  $d_b=(B/10)÷(B/5)$ . Cỡ hạt khi vận tải bằng băng tải ảnh hưởng tới mật độ đất đá trên băng. Như vậy nó ảnh hưởng trực tiếp tới năng suất băng tải

❖ Đối với khâu nghiền đập

Khi  $d_{tb}$  lớn thì cỡ hạt đất đá có đường kính lớn hơn  $d_b$  sẽ tăng và ngược lại. Như vậy, nếu chất lượng đập vỡ bằng nổ mìn càng tốt thì càng giảm khối lượng đập vỡ bằng cơ học.

**2. Xác định cỡ hạt đất đá hợp lý cho công nghệ vận tải liên tục theo quan điểm chi phí năng lượng nhỏ nhất**

Hiện nay, việc xác định  $d_{tb}$  dựa trên cơ sở tổng chi phí của các khâu công nghệ khoan nổ-xúc bốc-vận tải ô tô-nghiền đập-băng tải là nhỏ nhất. Tuy nhiên, với sự biến đổi của các chủ trương chính sách điều hành kinh tế vĩ mô của Nhà nước, đồng thời các chỉ số về tiền lương, bảo hiểm và giá thành nguyên vật liệu thường xuyên biến đổi, làm phức tạp quá trình tính toán. Trong khi đó để phá vỡ đất đá, xúc bốc và dịch chuyển một khối lượng đất đá nào đó ra bãi thải thì trong các khâu công nghệ sự tiêu tốn năng lượng có thể coi là một yếu tố cấu thành lên chi phí sản xuất nhưng lại không phụ thuộc vào sự thay đổi của các chính sách kinh tế của Nhà nước [4].

Tổng chi phí năng lượng của dây chuyền

công nghệ bóc đá thải được xác định theo công thức sau:

$$E = E_{KN} + E_{XB} + E_{VT} + E_{đv} + E_{bt} \text{ min.} \quad (2)$$

Trong đó:  $E_{KN}$ ,  $E_{XB}$ ,  $E_{VT}$ ,  $E_{đv}$ ,  $E_{bt}$  - Chi phí năng lượng của các khâu khoan nổ mìn, xúc bốc, vận tải ô tô, nghiền đập và vận tải băng tải.

❖ Chi phí năng lượng của khâu khoan nổ mìn được xác định theo công thức sau:

$$E_{KN} = \left[ \begin{matrix} (0,01 - 0,0034 \sigma_N \ln d_{tb}) \\ (0,018e^{0,017 \sigma_N} + 3,5) \end{matrix} \right], \text{ Mj/m}^3 \quad (3)$$

Trong đó:  $\sigma_N$  - Cường độ kháng nén của đất đá, Mpa;  $d_{tb}$  - Đường kính cục đá trung bình, m.

❖ Chi phí năng lượng của khâu xúc bốc được xác định theo công thức sau:

$$E_{XB} = \left[ \begin{matrix} \frac{8800E}{2450E} (0,0295E - 0,0004E^2) \\ \frac{t_c}{t_c} - 190d_{tb}^2 + 36d_{tb} \\ \cdot 6 \cdot d_{tb} (1 + 0,6d_{tb}) \end{matrix} \right], \text{ Mj/m}^3 \quad (4)$$

Trong đó:  $E$  - Dung tích của gầu xúc,  $m^3$ ;  $t_c$  - Thời gian chu kỳ xúc, s.

❖ Chi phí năng lượng của khâu vận tải bằng ô tô xác định theo công thức sau:

$$E_{VT} = 1 + (1 + d_{tb}) \cdot K, \text{ Mj/m}^3 \quad (5)$$

Trong đó:  $K$  - Hệ số trọng lượng bì của ô tô so với tải trọng.

❖ Chi phí năng lượng đập của khâu nghiền đập:

$$E_N = k \cdot (d_{tb} - d_b), \text{ Mj/m}^3 \quad (6)$$

Trong đó:  $k$  - Hệ số tỉ lệ được xác định theo quan hệ [4]:

$$k = \frac{154}{e^{6d_b}} \quad (7)$$

Từ công thức (6) và (7), ta có:

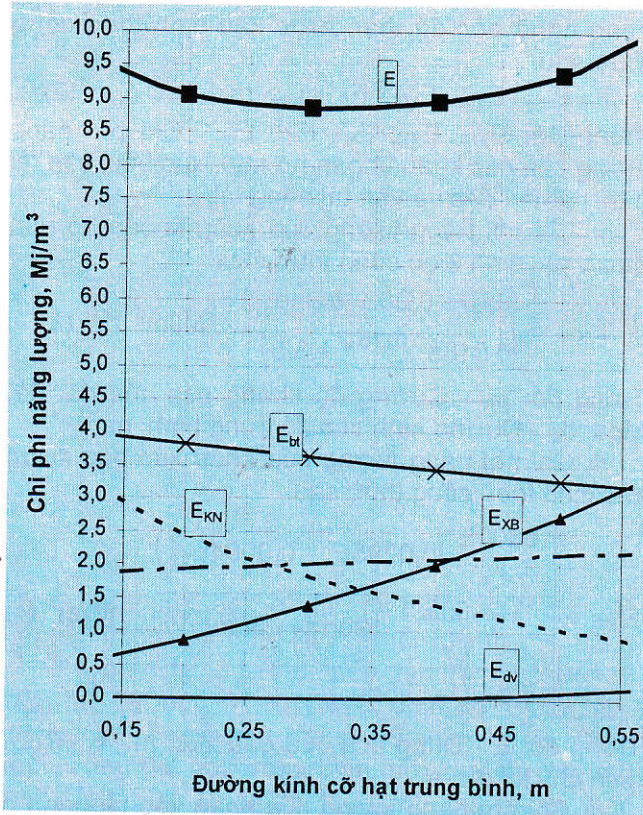
$$E_{đv} = \frac{154}{e^{6d_{đv}}} (d_{tb} - d_b), \text{ Mj/m}^3 \quad (8)$$

❖ Chi phí năng lượng khi vận tải bằng băng tải:

$$E_{bt} = \frac{3,6N \cdot \gamma}{Q \cdot k_{nr}}, \text{ Mj/m}^3 \quad (9)$$

Trong đó:  $N$  - Công suất động cơ băng, kW;  $Q$  - Năng suất của băng tải, tấn/h;  $k_{nr}$  - Hệ số nở ròi của đất đá trên băng tải, phụ thuộc vào  $d_b$  theo quan hệ  $k_{nr}=f(d_b)$ ;  $\gamma$  - Dung trọng đất đá, tấn/ $m^3$ .

Quan hệ giữa năng lượng các khâu công nghệ với đường kính cỡ hạt đất đá được thể hiện ở H.2. Qua H.2 cho thấy: với đất đá có cường độ kháng nén 120 MPa, khi sử dụng máy xúc 6,7  $m^3$  và ô tô CAT 773E có tải trọng 58 tấn phục vụ cho băng tải. Kết quả tính toán cho thấy kích thước cỡ hạt nổ mìn đảm bảo chi phí năng lượng của đồng bộ thiết bị nhỏ nhất  $d_{tb}=0,30$  m.



H.2. Quan hệ giữa chi phí năng lượng phụ thuộc đtb tại các khâu công nghệ.

**3. Xác định các thông số khoan nổ mìn đảm bảo  $d_{tb}$  cho công nghệ vận tải liên tục tại mỏ than Cao Sơn**

Như đã trình bày ở trên, đường kính cỡ hạt trung bình phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như: tính chất đất đá, điều kiện địa chất, độ nứt nẻ, chất lượng thuốc nổ, sơ đồ mạng nổ, thời gian vi sai,... và phụ thuộc nhiều nhất vào các thông số công nghệ khoan nổ mìn như: đường kính lượng thuốc, đường cân chân tầng, khoảng cách giữa các lỗ khoan, hàng khoan, chiều cao cột thuốc, chiều cao cột bua.

Chỉ tiêu thuốc nổ được xác định theo công thức của GS.TSKH. Kuznesov V.A. (Trường Đại học Mỏ Moskva-LB Nga) [6]:

$$q = \frac{0,1(\gamma \cdot d_e)^{0,5} (f \cdot d)^{0,33}}{d_c}, \text{ kg/m}^3 \quad (10)$$

Trong đó:  $\gamma$  - Dung trọng của đất đá,  $\text{tấn/m}^3$ ;  $d_e$  - Kích thước khối nứt nẻ, m;  $f$  - Hệ số độ cứng của đất đá;  $d$  - Đường kính lỗ khoan, m.

❖ **Đường kháng chân tầng:** Là khoảng cách nằm ngang tính từ trục lỗ khoan đến mép dưới của tầng.

$$W_{ct} = \sqrt{\frac{P \cdot l_t}{q \cdot h}}, \text{ m} \quad (11)$$

Trong đó:  $h$  - Chiều cao tầng, m;  $l_t$  - Chiều cao cột thuốc, m.

❖ **Khoảng cách giữa các lỗ khoan trong hàng:**  
 $a = m \cdot W_{ct}, \text{ m} \quad (12)$

Trong đó:  $m$  - Hệ số làm gần các lỗ khoan ( $m=1,1 \div 1,2$  đối với đất đá dễ nổ;  $m=1 \div 1,1$  đối với đất đá khó nổ vừa;  $m=0,85 \div 1,0$  đối với đất đá khó nổ).

❖ **Khoảng cách giữa các hàng mìn:**  
 $b = a$  (với mạng ô vuông)  $(13)$

$b = 0,5 \cdot a \cdot \sqrt{3}$  (với mạng tam giác đều)  $(14)$

❖ **Chiều sâu lỗ khoan:**

$$L_k = \frac{1}{\sin \beta} \cdot (h + l_{kt}), \text{ m} \quad (15)$$

Trong đó:  $\beta$  - Góc nghiêng của lỗ khoan, độ;  $l_{kt}$  - Chiều sâu khoan thêm:

$$l_{kt} = (7 - 15) \cdot d, \text{ m} \quad (16)$$

❖ **Chiều dài cột bua:**

$$l_b = (15 \div 30) \cdot d, \text{ m} \quad (17)$$

❖ **Chiều dài cột thuốc nổ trong lỗ khoan:**

$$l_t = (L_k - l_b), \text{ m} \quad (18)$$

❖ **Lượng thuốc nạp trong 1 m lỗ khoan:**

$$P = 0,785 \cdot d^2 \cdot \Delta, \text{ kg/m} \quad (19)$$

Trong đó:  $\Delta$  - Mật độ nạp thuốc,  $\text{kg/dm}^3$ ;  $d_k$  - Đường kính lỗ khoan, dm.

Bảng 2. Các thông số khoan nổ mìn mỏ than Cao Sơn

| Chỉ tiêu                                 | Đơn vị          | Giá trị |
|--|-----------------|---------|
| Chiều cao tầng                           | m               | 15      |
| Hệ số kiên cố đất đá                     |                 | 11      |
| Dung trọng đất đá                        | $\text{kg/m}^3$ | 2,7     |
| Đường kính khối nứt                      | m               | 0,45    |
| Đường kính lỗ khoan                      | m               | 0,25    |
| Đường kính cỡ hạt trung bình             | m               | 0,3     |
| Chỉ tiêu thuốc nổ đơn vị                 | $\text{kg/m}^3$ | 0,51    |
| Lượng thuốc nạp trong 1 m lỗ khoan       | $\text{kg/m}$   | 49      |
| Đường kháng chân tầng                    | m               | 7,6     |
| Khoảng cách giữa các lỗ khoan trong hàng | m               | 8,4     |
| Khoảng cách giữa các hàng mìn            | m               | 7,6     |
| Chiều sâu lỗ khoan                       | m               | 17,5    |
| Chiều sâu khoan thêm                     | m               | 2,5     |
| Chiều dài cột bua                        | m               | 6,25    |
| Chiều dài cột thuốc nổ trong lỗ khoan    | m               | 11,25   |

**4. Kết luận**

❖ Mỏ than Cao Sơn là một trong những mỏ than có sản lượng lớn của Việt Nam. Cùng với quá trình đào sâu, cung độ và chiều cao nâng tải, chi phí vận tải và tổng chi phí khai thác ngày càng

(Xem tiếp trang 6)

2. Покровский Н.М. Комплексы подземных горных выработок и сооружений. Москва. Недра. 1987. 248 стр.

3. Шехудин В.К. Задачник по горным работам проведений и креплений горных выработок. Москва. Недра. 1985.

4. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. М. Недра, 1982.

5. Võ Trọng Hùng. Ổn định và bền vững công trình ngầm. Giáo trình Cao học. Trường Đại học Mở-Địa chất. Hà Nội. 1996. 201 trang.

6. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc. Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội. 2005. 460 trang.

7. Võ Trọng Hùng. Tối ưu hoá thiết kế xây dựng công trình ngầm và hệ thống công trình ngầm.

Giáo trình Cao học. Trường Đại học Mở-Địa chất. Hà Nội. 1999. 203 trang.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The paper introduces the results of studying of the new method estimating the proper cross section form for the tunnels. The new method can take out the good base to choose the proper cross section form for the tunnels.

LỰA CHỌN CỖ HẠT...

(Tiếp theo trang 30)

tăng. Để giảm giá thành trong quá trình xuống sâu khai thác cần phải áp dụng đồng bộ thiết bị khai thác: máy khoan có đường kính 250 mm, máy xúc E=6,7 m<sup>3</sup>, ô tô q=58 tấn và băng tải có chiều rộng 2 m, tốc độ 4 m/s.

❖ Trong dây chuyền sản xuất mỏ các khâu công nghệ khoan, nổ, xúc bốc, vận tải nối tiếp nhau có một thông số chung là đất đá được đặc trưng bởi đường kính cỡ hạt trung bình  $d_{tp}$ . Các khâu công nghệ đều chi phí năng lượng nhất định. năng lượng tiêu hao không lệ thuộc vào sự biến đổi của các chủ trương chính sách điều hành kinh tế vĩ mô của Nhà nước và các chỉ số giá thành nguyên vật liệu. Vì vậy, sẽ làm đơn giản hóa công tác tính toán cho những người làm công tác kĩ thuật, quản lý và điều hành công tác nổ mìn trên các mỏ lộ thiên. Đường kính cỡ hạt trung bình được xác định thông qua tổng chi phí năng lượng của các khâu công nghệ khoan nổ mìn, xúc bốc, vận tải ô tô, nghiền đập và vận tải băng tải nhỏ nhất

❖ Cỡ hạt yêu cầu với đồng bộ thiết bị lựa chọn và chi phí năng lượng nhỏ nhất tại mỏ than Cao Sơn là 0,30 m. Để đạt được cỡ hạt như trên, các thông số khoan nổ mìn chủ yếu như sau: chỉ tiêu thuốc nổ  $q=0,51 \text{ kg/m}^3$ ; thông số mạng nổ ( $w \times a \times b=7,6 \times 8,4 \times 7,6 \text{ m}$ ). □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Ngọc Tước. Nghiên cứu đánh giá lựa chọn phương án vận tải đất đá hợp lý cho mỏ Cao

Sơn sau năm 2011 đến kết thúc khai thác, Hà Nội - 2012.

2. Тангаев И. А. Энергоемкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. - М.: Недра, 1986. - 231 с.

3. Репин Н.Я. Буровзрывные работы на угольных разрезах. - М.: Недра, 1987. - 254 с.

4. А. И. Крючков, канд. техн. наук, Л. И. Евтеева, инж. (НТУУ "КПИ"). Влияние дробления пород на энергоемкость технологических процессов

5. Бирик И.П. Метод определения оптимальных параметров буровзрывных работ для технологических потоков карьера./ГИАБ. - 2005. -№4. -С. 119-122.

6. Кузнецов В.А. Обоснование технологии буровзрывных работ в карьерах и открытых горностроительных выработках на основе деформационного зонирования взрывааемых уступов. дис. докт. техн. наук. М. 2010, - с. 225.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The blasting rock size is important factor relating all the technology parts in openpit mining because it influences on the equipment's efficiency and mining expenses. The paper introduces the method choosing the proper blasting rock size for using transportation by complex track-conveyor for Cao Sơn coal mine.