

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP VÀ CÁC THÔNG SỐ KHOAN NỔ MÌN HỢP LÝ CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN VÙNG QUẢNG NINH CỦA TKV

Lê Đức Phương^{1,*}, Lê Việt Phương², Phí Trung Kiên², Nguyễn Ngọc Dũng³

¹Viện Khoa học Công nghệ Sáng tạo Việt Nam, 132/91 Đường Ba La, Hà Nội, Việt Nam

²Công ty Cổ phần Tư vấn Đầu tư Mỏ và Công nghiệp – Vinacomin, 565 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

³Công ty Cổ phần Than Cao Sơn – TKV, Khu Cao Sơn 2, Quảng Ninh, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 22/7/2025

Ngày nhận bài sửa: 18/12/2025

Ngày chấp nhận đăng: 16/01/2026

^{1,*}Tác giả liên hệ:

Email: phuongled@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo trình bày quá trình nghiên cứu lựa chọn phương pháp và các thông số khoan nổ mìn hợp lý cho các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh của TKV, và kết quả nổ mìn thử nghiệm trên mỏ than Cao Sơn. Kết quả nghiên cứu và thử nghiệm cho thấy, mặc dù chỉ tiêu thuốc nổ tăng từ 7,5÷21,1 % so với định mức hiện hành tùy theo từng loại dung tích gầu của máy xúc và tính chất cơ lý của đất đá, nhưng năng suất của tổ hợp xúc bốc vận tải được cải thiện rõ rệt, thời gian chu kỳ xúc của máy xúc giảm trung bình khoảng 19,74 %, năng suất của máy xúc tăng trung bình khoảng 21,86 %; năng suất của ô tô tăng từ 5÷8,33 % so với định mức; giảm khối lượng khoan nổ lần 2. Kết quả tính toán trong điều kiện mỏ Cao Sơn cho thấy giá thành bóc đất đá bình quân sẽ giảm 542 đồng/m³ khi áp dụng các thông số khoan nổ mìn đề xuất.

Từ khóa: khoan nổ mìn, mức độ đập vỡ, thành phần cỡ hạt, chỉ tiêu thuốc nổ, nổ mìn thử nghiệm.

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công tác khoan nổ mìn (KNM) là khâu đi đầu trong các khâu công nghệ khai thác mỏ lộ thiên. Chất lượng đá và giá thành nổ mìn có ảnh hưởng trực tiếp tới năng suất và giá thành của các khâu công nghệ xúc bốc, vận tải, nghiền (đối với băng tải) và hiệu quả của công tác khai thác mỏ lộ thiên. Công tác khoan nổ mìn trên các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh trong những năm qua đã thực hiện khá tốt nhưng vẫn còn một số hạn chế nhất định có ảnh hưởng tới hiệu quả của công tác khai thác mỏ. Vì vậy, để giảm thiểu chi phí bóc đất đá, góp phần nâng cao hiệu quả khai thác các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh cần phải nghiên cứu lựa chọn phương pháp và các thông số KNM hợp lý.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Một vài đánh giá hiện trạng công tác khoan nổ mìn trên các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh [1]

2.1.1. Công tác khoan

Hiện tại, để khoan các lỗ khoan nổ mìn phá đá lần 1, trên các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh của Tập đoàn Công nghiệp Than- Khoáng sản Việt Nam (TKV) đang sử dụng chủ yếu các máy khoan xoay cầu chạy điện loại CBW-250 có đường kính lỗ khoan $d = 250$ mm. Các máy khoan này đã được đầu tư hàng chục năm nay và hiện nay đều có chất lượng loại C, trong đó có máy đang ở thời kỳ thanh lý. Trong những năm gần đây các công ty cũng đã đầu tư một số máy khoan thủy lực có đường kính $d = 230÷250$ mm để bổ sung cũng như thay thế dần các máy khoan CBW-250.

2.2.2. Công tác nổ mìn

a. Chỉ tiêu thuốc nổ

Chỉ tiêu thuốc nổ được sử dụng với bảng tính sẵn theo độ kiên cố của đất đá và dung tích gầu xúc của máy xúc theo Quyết định số 2048/QĐ-TKV



ngày 08/12/2020 của TKV.

b. Các thông số khoan nổ mìn

Từ định mức, các công ty xây dựng bằng các thông số KNM chủ yếu theo mạng tam giác cân với các thông số làm tròn theo bội số của 0,5; chiều sâu khoan thêm L_{kt} cũng lấy theo bội số của 0,5 theo chiều cao tầng h và chỉ tiêu thuốc nổ cho từng loại máy xúc có dung tích gầu, đường kính lỗ khoan đối với các loại đất đá có độ kiên cố f khác nhau.

c. Về phương pháp nổ mìn

Hiện nay, các mỏ than lộ thiên của TKV đều đã áp dụng phương pháp nổ mìn vi sai. Sử dụng mạng kíp vi sai phi điện (KVP-XL, KVP-TM, v.v...) là chính.

Nạp thuốc nổ theo cấu trúc lượng thuốc liên tục hoặc kết hợp, hàng giữa nạp thuốc phân đoạn bằng phoi khoan với lượng thuốc đoạn trên cố định 50 kg đối với tất cả các lỗ khoan, còn các hàng ngoài và hàng trong cùng nạp thuốc liên tục.

d. Về mức độ đập vỡ đất đá

Kết quả khảo sát thành phần cỡ hạt (TPCH) đất đá nổ mìn tại các mỏ nói chung và tại mỏ Cao Sơn nói riêng cho thấy:

- Chỉ tiêu thuốc nổ thực tế ở các bãi đều lớn hơn so với định mức của TKV nhưng cỡ hạt đất đá sau nổ mìn đều lớn hơn so với yêu cầu;

- Mức độ đập vỡ (MĐĐV) đất đá đa phần thuộc loại đập vỡ trung bình đến kém, cá biệt có những

khu vực MĐĐV đất đá thuộc loại rất kém ($d_{tb} = 0,70$ m);

- Đất đá quá cỡ phát sinh nhiều tại các bãi nổ đất đá có hệ số độ kiên cố f và hệ số nứt nẻ d_n lớn, khu vực nhiều nước ngầm và các bãi nổ có chiều cao tầng $h < 10$ m;

- Một số bãi mìn có TPCH rất không đồng đều, tỉ lệ TPCH có đường kính $d_{ch} > 0,4$ m chiếm từ 44,69÷72,66 %; $d_{ch} > 0,6$ m chiếm từ 27,29÷45,22 %; đặc biệt $d_{ch} > 1$ m chiếm từ 3,77÷25,08 % toàn bãi. Điều này sẽ ảnh hưởng đến năng suất của đồng bộ máy xúc – ô tô và nhất là đối với hệ thống trạm nghiền – băng tải đá. Kích thước cục đá quá cỡ lên đến 2,0÷2,5 m, làm tăng đáng kể khối lượng và chi phí khoan nổ mìn lần 2.

2.2. Lựa chọn phương pháp khoan lỗ mìn

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học mỏ của Liên bang Nga: GS. TSKH. N. IA Repin, Viện sĩ H. B. Menikov, Viện sĩ V.V Rjevski, v.v... và các nhà khoa học Thụy Điển [1] – [5]; để phù hợp với điều kiện tự nhiên và tính chất cơ lý của đất đá mỏ, phương hướng và cường độ khai thác của các mỏ, máy xúc và ô tô đã được lựa chọn, điều kiện sản trạng, quy mô sản lượng mỏ, phương pháp khoan và đường kính lỗ khoan được lựa chọn đối với các mỏ xem Bảng 1.

Bảng 1. Phương pháp khoan và đường kính lỗ khoan của các mỏ than lộ thiên

Tên mỏ	Sản lượng đất bóc, tr.m ³ /n	Phân loại đất đá		Chọn máy khoan		
		Khó khoan	Khó nổ	Phương pháp khoan	d, mm	Loại máy khoan
Cao Sơn	50÷55	Khó	Khó	Đập đáy; xoay cầu	230÷300	Thủy lực; xoay cầu
Cọc Sáu-Đèo Nai	35÷40	Trung bình ÷ khó	Trung bình ÷ khó	Đập đáy; xoay cầu	230÷250	Thủy lực; xoay cầu
Bắc Bàng Danh	40÷45	Trung bình	Trung bình	Đập đáy; xoay cầu	230÷250	Thủy lực; xoay cầu

2.3. Lựa chọn phương pháp nổ mìn

2.3.1. Loại thuốc nổ thích hợp

Hiện nay trên thế giới có rất nhiều loại thuốc nổ khác nhau được sử dụng trong ngành mỏ lộ thiên. Tuy nhiên, ở Việt Nam chỉ có một số loại thuốc nổ được sử dụng trong ngành mỏ do Tổng Công ty Công nghiệp Hóa chất mỏ - Vinacomin và do Bộ Quốc phòng sản xuất như: Thuốc nổ ANFO rời, ANFO đóng túi, nhũ tương rời, nhũ tương quốc phòng, v.v... Các loại thuốc nổ này có ưu điểm là giá thành rẻ, chất lượng tốt, không độc hại và phù hợp với điều kiện địa chất ở Việt Nam.

2.3.2. Phương pháp nổ và phương tiện nổ

a. *Phương pháp nổ*: Phương pháp nổ mìn hiệu quả nhất hiện nay là nổ mìn vi sai và cũng đang được sử dụng phổ biến trên các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh.

b. *Phương tiện nổ*: Hiện nay trên các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh đang sử dụng phổ biến mạng kíp vi sai phi điện là hợp lý.

2.3.3. Lựa chọn kết cấu lượng thuốc nổ (LTN)

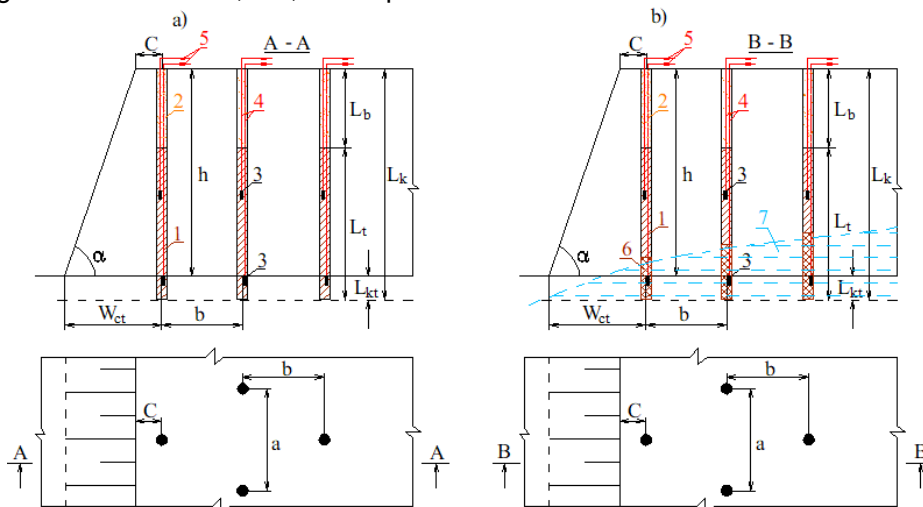
a. *Sơ đồ nạp thuốc liên tục*: Được áp dụng trong trường hợp chiều cao tầng trung bình $h = 15$ m, các lỗ khoan có chiều cao búa $L_b < 7÷7,5$ m tùy

theo đường kính lỗ khoan d . Sử dụng thuốc nổ ANFO thường cho các khu vực đất đá không có nước ngầm, thuốc nổ ANFO thường kết hợp với thuốc nổ nhũ tương chịu nước đối với các khu vực đất đá có nước ngầm. Các lỗ khoan được bố trí theo mạng tam giác đều, nạp thuốc liên tục. Trong các lỗ khoan sử dụng 02 môi nổ để kích nổ lượng thuốc nổ. Chi tiết xem Hình 1.

b. Sơ đồ nạp thuốc phân đoạn: Đối với các khu vực đất đá có độ khối và độ kiên cố lớn, để nâng cao chất lượng đập vỡ đất đá đồng đều nhất, cần giảm chiều cao cột bua về giá trị nhỏ nhất (khoảng 20 lần trị số đường kính lỗ khoan). Sử dụng bua cát hoặc không khí có chiều cao 1,5÷3,5 m để phân

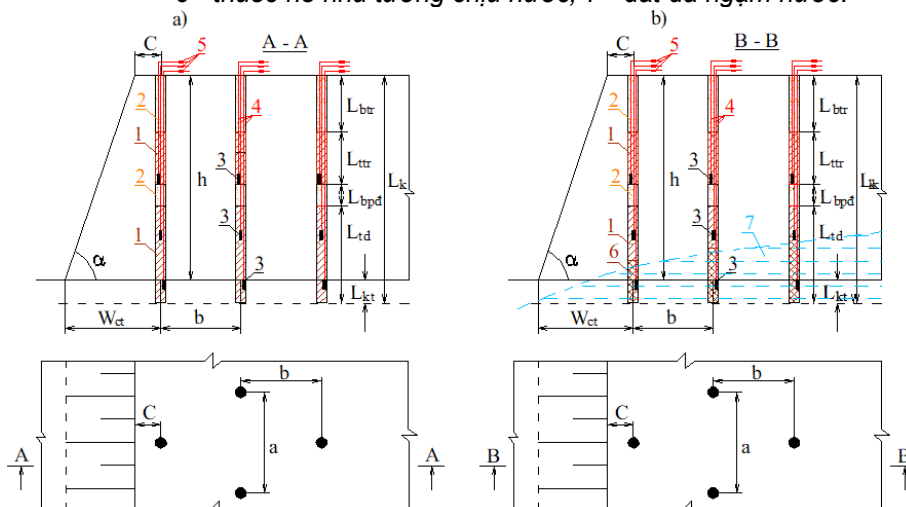
đoạn cột thuốc. Sơ đồ bố trí lỗ khoan và loại thuốc nổ sử dụng cho đất đá khô và đất đá ngậm nước tương tự như trường hợp sơ đồ khoan nổ mìn cấu tạo cột thuốc liên tục (Hình 2).

c. Sơ đồ nạp thuốc kết hợp liên tục với phân đoạn: Được áp dụng khi chiều cao tầng $h = 15$ m, các lỗ khoan có chiều cao bua $L_b \geq 7 \div 7,5$ m tùy theo đường kính lỗ khoan d , nhất là các hàng lỗ khoan phía trong; để đảm bảo chất lượng đập vỡ đất đá đồng đều nhất và giảm lượng đá quá cỡ, cần nạp thuốc phân đoạn. Khi đó có thể hàng lỗ khoan phía ngoài nạp thuốc liên tục, còn các hàng lỗ khoan phía trong nạp thuốc phân đoạn (Hình 3).



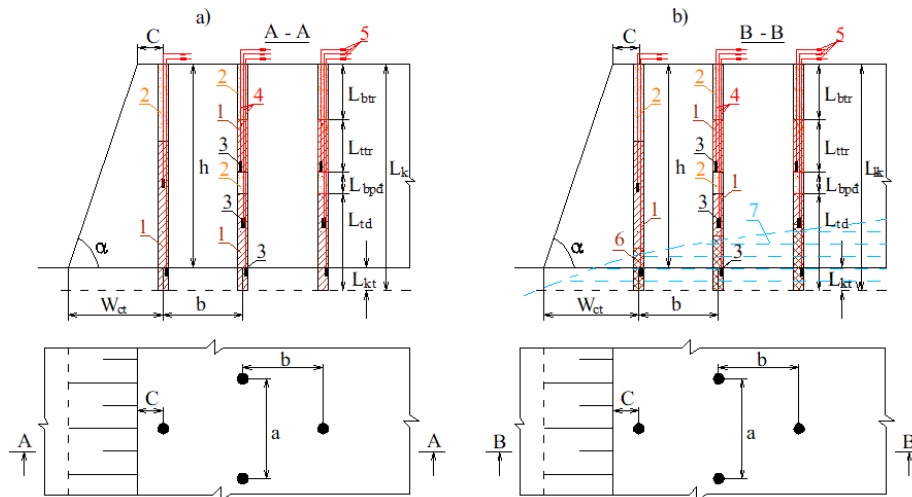
Hình 1. Sơ đồ khoan nổ mìn nạp thuốc liên tục

a - khu vực đất đá không có nước ngầm; b - khu vực đất đá ngậm nước
1 - thuốc nổ ANFO thường; 2 - bua cát; 3 - môi nổ; 4 - dây điện; 5 - kẹp nổ vi sai phi điện;
6 - thuốc nổ nhũ tương chịu nước; 7 - đất đá ngậm nước.



Hình 2. Sơ đồ khoan nổ mìn nạp thuốc phân đoạn

a - khu vực đất đá không có nước ngầm; b - khu vực đất đá ngậm nước
1 - thuốc nổ ANFO thường; 2 - bua cát; 3 - môi nổ; 4 - dây điện; 5 - kẹp nổ vi sai phi điện;
6 - thuốc nổ nhũ tương chịu nước; 7 - đất đá ngậm nước.



Hình 3. Sơ đồ khoan nổ mìn nạp thuốc kết hợp

a- khu vực đất đá không có nước ngầm; b- khu vực đất đá ngập nước

1 - thuốc nổ ANFO thường; 2 - bua cát; 3 - môi nổ; 4 - dây điện; 5 - kẹp nổ vi sai phi điện;
6 - thuốc nổ nhũ tương chịu nước; 7 - đất đá ngập nước.

2.4. Mối quan hệ giữa chi phí tổng hợp của các khâu công nghệ với mức độ đập vỡ đất đá bằng nổ mìn

Chi phí các khâu công nghệ chính của việc bóc đất đá trên các mỏ than lộ thiên bao gồm: KNM, xúc bốc và vận tải. Các kết quả nghiên cứu khoa học cũng như thực tế sản xuất đều khẳng định MĐĐV đất đá có ảnh hưởng đến các khâu công nghệ.

MĐĐV đất đá bằng nổ mìn được coi là hợp lý khi tổng chi phí khoan nổ, xúc bốc và vận tải cho một m³ đất đá là nhỏ nhất:

$$C = C_{kn} + C_x + C_v \rightarrow \min$$

Trong đó: C- tổng chi phí của các khâu công nghệ, đ/m³; C_{kn}, C_x, C_v- tương ứng là chi phí khoan nổ, xúc bốc, vận tải, đ/m³.

2.4.1. Xác định đường kính cỡ hạt cho dây chuyền vận tải bằng ô tô đơn thuần

Tổng chi phí các khâu công nghệ khi vận tải bằng ô tô đơn thuần 1 m³ đất đá ra bãi thải có cung độ vận tải L được xác định theo công thức:

$$C_{oto} = C_k + C_n + C_x + C_v, \text{ đ/m}^3.$$

Trong đó: C_k, C_n- tương ứng là chi phí khoan và chi phí nổ, đ/m³.

Kết quả nghiên cứu xác định được đường kính cỡ hạt tối ưu cho dây chuyền vận tải bằng ô tô đơn thuần được xác định theo các công thức sau [2]:

+ Đối với máy xúc tay gầu EKG:

$$d_{tue}^o = 0,094 f^{0,375} \sqrt[3]{E}$$

+ Đối với máy xúc tay TLGN:

$$d_{tut}^o = 0,093 f^{0,384} \sqrt[3]{E}$$

Trong đó: f - độ kiên cố của đất đá; E - dung tích gầu xúc, m³.

2.4.2. Đường kính cỡ hạt cho dây chuyền vận tải liên hợp ô tô-băng tải

Tổng chi phí các khâu công nghệ trong dây chuyền vận tải liên hợp ô tô - băng tải được xác định theo công thức:

$$C_{lh} = C_k + C_n + C_x + C_v + C_d + C_{bt}, \text{ đ/m}^3$$

Trong đó: C_v- chi phí vận tải ô tô từ gương tầng tới trạm nghiền, đ/m³; C_d- chi phí nghiền đập, đ/m³; C_{bt}- chi phí vận tải băng tải từ trạm nghiền tới bãi thải, đ/m³.

Kết quả nghiên cứu xác định được đường kính cỡ hạt cho dây chuyền vận tải liên hợp ô tô - băng tải được tính theo các công thức sau [2]:

+ Đối với máy xúc tay gầu EKG:

$$d_{tue}^b = 0,034 f^{0,71} \sqrt[3]{E}$$

+ Đối với máy xúc tay TLGN:

$$d_{tut}^b = 0,0562 f^{0,51} \sqrt[3]{E}$$

2.5. Các công thức và trình tự tính toán các thông số KNM

Mỗi một loại thiết bị xúc bốc và hình thức vận tải sẽ làm việc có hiệu quả cao nhất khi đường kính cỡ hạt đất đá phù hợp. Vì vậy, MĐĐV đất đá hợp lý sẽ tăng năng suất của dây chuyền ĐBTB, giảm chi phí bóc đất đá và góp phần giảm giá thành khai thác của các mỏ lộ thiên. Các thông số KNM được tính toán dựa trên việc đảm bảo điều kiện MĐĐV đất đá hợp lý cho các dây chuyền ĐBTB máy xúc - ô tô nói chung và hệ thống băng tải đá nói riêng.

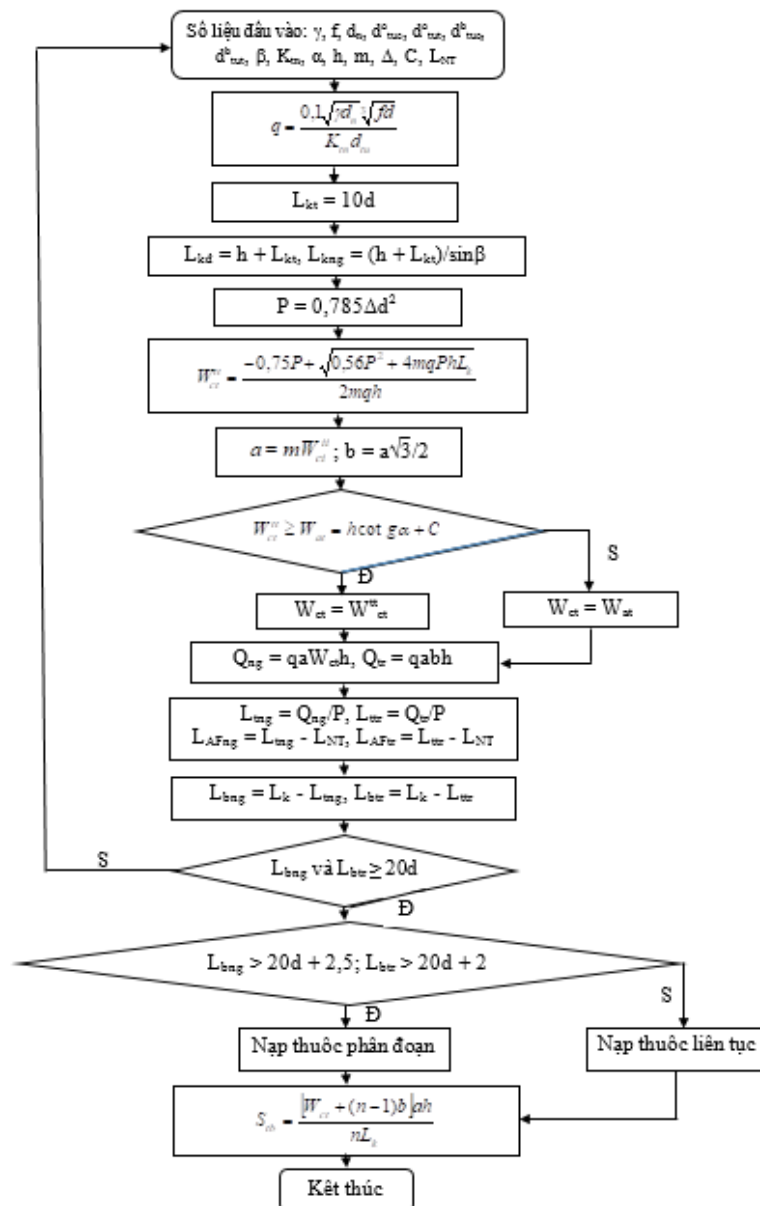
Các thông số KNM hợp lý với các loại đất đá đảm bảo cỡ hạt đất đá sau nổ mìn phù hợp với các



dây chuyền ĐBTB xúc bốc – vận tải được tính toán theo các công thức [6] – [8] và trình tự theo sơ đồ khối Hình 4.

Ghi chú Hình 4: q - chỉ tiêu thuốc nổ, kg/m^3 ; γ - dung trọng của đất đá, t/m^3 ; d_n - đường kính khối nứt, m ; d_{tue}^0 - đường kính cỡ hạt đất đá nổ mịn tối ưu đối với máy xúc EKG vận tải bằng ô tô, m ; d_{tut}^0 - đường kính cỡ hạt đất đá nổ mịn tối ưu đối với máy xúc TLGN vận tải bằng ô tô, m ; d_{tue}^b - đường kính cỡ hạt đất đá nổ mịn tối ưu đối với máy xúc EKG vận tải liên hợp ô tô - băng tải, m ; d_{tut}^b - đường kính cỡ hạt đất đá nổ mịn tối ưu đối với máy xúc TLGN vận tải liên hợp ô tô - băng tải, m ; β - góc nghiêng của lỗ khoan, độ; K_{tn} - hệ số kể đến nhiệt

lượng thuốc nổ sử dụng so với thuốc nổ chuẩn; α - góc nghiêng sườn tầng, độ; Δ - mật độ thuốc nổ, kg/m^3 ; P - mật độ nạp thuốc, kg/m ; m - hệ số làm gần lỗ khoan; C - khoảng cách an toàn, m ; Q_{ng} - khối lượng thuốc lỗ mìn hàng ngoài, kg ; Q_{tr} - khối lượng thuốc lỗ mìn các hàng trong, kg ; L_{tng} - chiều cao cột thuốc hàng ngoài, m ; L_{ttr} - chiều cao cột thuốc các hàng trong, m ; L_{AFng} - chiều cao cột thuốc ANFO hàng ngoài, m ; L_{AFtr} - chiều cao cột thuốc ANFO các hàng trong, m ; L_{NT} - chiều cao cột thuốc nhũ tương, m ; L_{bng} - chiều cao cột bua hàng ngoài, m ; L_{btr} - chiều cao cột bua các hàng trong, m ; $W_{\text{ct}}^{\text{tt}}$ - đường kháng chân tầng tính toán, m ; W_{at} - đường kháng chân tầng an toàn, m ; n - số hàng lỗ mìn.



Hình 4. Sơ đồ khối trình tự tính toán các chỉ tiêu và thông số khoan nổ mìn

**Bảng 2. Tổng hợp các chỉ tiêu, thông số cơ bản và kết quả nổ mìn thử nghiệm**

TT	Chỉ tiêu, thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị			
				Bãi số 1	Bãi số 2	Bãi số 3	Bãi số 4
1	Phục vụ máy xúc			TLGN có E = 6,7 m ³	TLGN có E = 6,7 m ³	TLGN có E = 12 m ³	EKG có E = 8 m ³
2	Sơ đồ nạp mìn			Nạp thuốc kết hợp	Nạp thuốc kết hợp	Nạp thuốc kết hợp	Nạp thuốc kết hợp
3	Phương pháp nổ			VSQ LQH + ĐT	VSQ LQH + ĐT	VSQ LQH + ĐT	VSQ LQH + ĐT
4	Loại thuốc nổ sử dụng			ANFO bao gói + ANFO rời + NTHL	ANFO bao gói + ANFO rời + NTHL	ANFO bao gói + nhũ tương bao gói + NTLT	Nhũ tương rời + NTLT
5	Chỉ tiêu thuốc nổ	q	kg/m ³	0,478	0,528	0,427	0,488
6	Đường kính lỗ khoan	d	mm	250	250	250	250
7	Độ kiên cố đất đá	f		11	12,5	12	12
8	Các thông số bãi nổ						
-	Chiều cao tầng	h	m	15,5÷16	13÷17,5	11÷12	11÷13
-	Chiều sâu khoan thêm	L _{kt}	m	2,5÷3	2÷3	2	2
-	Chiều sâu lỗ khoan	L _k	m	18÷19	15÷20,5	13÷14	13÷15
-	Đường căn chân tầng	W _{ct}	m	8	8	6,8	
-	Khoảng cách các lỗ x hàng	a x b	m	7,8 x 6,8	7,9 x 6,8	7,8 x 6,7	7,4 x 6,4
-	Chiều cao cột thuốc	L _t	m	7,2÷10,8	5,0÷11,7	4,4÷6,4	5,7÷8,8
-	Chiều cao cột búa	L _b	m	5,0÷8,3	5,0÷10,4	5,0÷8,0	5,0÷7,1
-	Chiều cao búa phân đoạn	L _{bpd}	m	3,7÷7,4	3,1÷6,6	2,3÷3,4	2,1÷3,2
9	Thành phần cỡ hạt	d _c					
-	0-0,20 m		%	23,45	17,92	11,35	14,66
-	0,20-0,40 m		"	23,68	19,06	13,37	20,33
-	0,40-0,60 m		"	29,61	35,63	45,57	37,46
-	0,60-0,80 m		"	15,35	17,99	18,18	17,38
-	0,80-1,00 m		"	6,36	7,45	8,35	7,65
-	0,10-1,20 m		"	1,55	1,95	2,13	2,52
-	> 1,2 m		"			1,05	
10	Đường kính cỡ hạt tr.bình	d _{tb}	m	0,42	0,47	0,52	0,48
11	Suất phá đá bình quân	S	m ³ /m	47,3	44,56	44,87	42,79



3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Theo phương án đề xuất nổ mìn thử nghiệm gồm 4 bãi cho 4 loại máy xúc có dung tích gầu khác nhau gồm 6,7 m³; 8 m³; 10 m³ và 12 m³. Tuy nhiên, do trong thời gian triển khai công tác thử nghiệm, các máy xúc EKG-10 có E = 10 m³ hoạt động ở khu vực bờ trụ có chiều cao tầng thấp $h < 10$ m. Vì vậy, công tác nổ mìn thử nghiệm được tiến hành 2 bãi cho máy xúc TLGN có E = 6,7 m³; 1 bãi cho máy xúc EKG-8I có E = 8 m³ và 1 bãi cho máy xúc TLGN có E = 12 m³. Các chỉ tiêu, thông số và TPCĐ sau khi nổ mìn của 4 bãi được tổng hợp ở Bảng 2 [9].

Kết quả nổ mìn được đánh giá cơ bản như sau:

- Đồng đá sau nổ mìn có kích thước tương đối gọn, chiều cao đồng đá thay đổi từ 1÷2 m so với địa hình ban đầu, cỡ hạt trên bề mặt khá đồng đều, cỡ hạt có đường kính phù hợp với từng loại dung tích gầu có tỷ lệ lớn nhất trong các cỡ hạt khác nhau;

- TPCĐ của đồng đá sau nổ mìn đồng đều hơn so với trước đây, đặc biệt TPCĐ tối ưu đối với từng loại máy xúc luôn chiếm tỷ lệ lớn nhất;

- Thời gian chu kỳ xúc của máy xúc TLGN PC1250SP có E = 6,7 m³ trung bình từ 30÷35 s khi phối hợp với ô tô có tải trọng $q = 60$ tấn, giảm từ 5,5÷10,5 s tương ứng giảm từ 13,58÷25,9 %, trung bình 19,74 % của chu kỳ xúc theo định mức. Vì vậy, năng suất của máy xúc tăng từ 14,08÷30,78 %, trung bình 21,86 % so với định mức hiện hành của TKV. Do chu kỳ xúc giảm nên chu kỳ vận chuyển của ô tô cũng giảm, dẫn tới năng suất của ô tô loại 55÷58 tấn khi vận chuyển với cung độ từ 1,5÷2 km tăng từ 5÷5,8 % so với định mức hiện hành của TKV;

- Sau khi xúc hết đồng đá nổ mìn, nền tầng tương đối bằng phẳng, không có hiện tượng mỏ

đồng, chân tầng và không để lại đá quá cỡ phải khoan nổ lần 2;

- Qua kết quả tính toán tại mỏ Cao Sơn cho thấy giá thành bóc đất đá bình quân sẽ giảm được 542 đồng/m³ đối với các bãi nổ áp dụng các thông số khoan nổ mìn đề xuất.

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu cho thấy:

- Công tác khoan nổ mìn trên các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh trong thời gian qua còn một số hạn chế nhất định nên hiệu quả bóc đất đá chưa cao.

- Khi nổ mìn phục vụ hệ thống vận tải bằng băng tải nên sử dụng sơ đồ nạp thuốc nổ kết hợp, hàng ngoài nạp liên tục, còn các hàng trong nạp phân đoạn đối với tất cả các loại máy xúc. Còn khi nổ mìn phục vụ hình thức vận tải bằng ô tô đơn thuần:

- + Với các máy xúc EKG-5A, EKG-8I và máy xúc thủy lực gầu ngược PC 1250 SP sử dụng sơ đồ nạp thuốc nổ kết hợp;

- + Với các máy xúc EKG-10, máy xúc thủy lực gầu ngược PC 2000 có E = 12 m³ và loại có E = 15 m³, cần sử dụng sơ đồ nạp thuốc nổ phân đoạn toàn bãi để đảm bảo thành phần cỡ hạt đồng đều hơn.

- Kết quả thử nghiệm cho thấy, mức độ đập vỡ tốt hơn, thành phần cỡ hạt đồng đều hơn, năng suất của dây chuyền đồng bộ thiết bị cao hơn, giá thành bóc đất rẻ hơn so với thực tế.

- Chỉ tiêu thuốc nổ q được xác định theo kết quả nghiên cứu mới nhất của nhà khoa học Liên bang Nga TS. V.A. Kuznetsov là hợp lý nhất trong điều kiện các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh. Đề nghị TKV cần điều chỉnh định mức chỉ tiêu thuốc nổ q theo công thức này □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] *Surface drilling and blasting*, Tamrock, 1995.
- [2] Carlos L.J. and Emilio L.J., *Drilling and Blasting of Rocks*, Geomining Technological Institute of Spain, Spain, 1995.
- [3] Rzhnevsky V.V., *Opencast mining technology and integrated mechanization*, Mir Publishers Moscow, 1987.
- [4] Репин Н.Я., *Подготовка и экскавация вскрышных пород угольных разрезов*. Москва "Недра", 1978.
- [5] Мельников Н.В., Марченко Л.Н., *Методы повышения коэффициента полезного использования энергии взрыва*, Изд. ИГД АН СССР, Москва, 1957.
- [6] Nhữ Văn Bách, *Nâng cao hiệu quả phá vỡ đất đá bằng nổ mìn trong khai thác mỏ*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội, 2023.
- [7] Hồ Sỹ Giao và nnk, *Khai thác khoáng sản rắn bằng phương pháp lộ thiên*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2029.



- [8] Кузнецов В.А., *Обоснование технологии буровзрывных работ в карьерах и открытых горностроительных выработках на основе деформационного зонирования взрывае- мых уступов*, дис. докт. техн. наук. М, с. 225, 2010.
- [9] Lê Đức Phương, Lê Việt Phương, Phí Trung Kiên và Phạm Xuân Tráng, "Đánh giá kết quả nổ mìn thử nghiệm và hoàn thiện các thông số khoan - nổ mìn cho các mỏ than vùng Quảng Ninh của TKV," *Bản tin Tư vấn và Công nghệ mỏ, Công ty CP Tư vấn ĐT Mỏ và Công nghiệp – Vinacomin*, số 6-2024;
- [10] Lê Đức Phương, "Một vài đánh giá hiện trạng và phương hướng hoàn thiện công tác khoan nổ mìn cho các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh của TKV," *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, tr.4-9, số 4,2024.
- [11] Lê Công Cường và nnk, *Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu mức độ đập vỡ đất đá hợp lý cho mỏ than Cao Sơn"*, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, Hà Nội, 2017.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo được hỗ trợ từ đề tài nghiên cứu cấp TKV, mã số KC.06.Đ02BS-18/16-20

RESEARCH ON SELECTING APPROPRIATE DRILLING AND BLASTING METHODS AND PARAMETERS FOR OPEN-PIT COAL MINES IN QUANG NINH AREA OF TKV

Duc Phuong Le^{1,*}, Viet Phuong Le², Trung Kien Phi²,
Ngoc Dung Nguyen³

^{1,*}Vietnam Institute of Science and Technology Innovation, 132/91 Ba La Rd., Hanoi, Vietnam

²Vinacomin Mining and Industrial Investment Consultancy JSC, 565 Nguyen Trai, Ha Noi, Vietnam

³ TKV Cao Son Coal JSC, Cao Son 2 Wd, Quang Ninh, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 22/7/2025

Revised: 18/12/2025

Accepted: 16/01/2026

^{1,*} Corresponding author:

Email: phuongled@gmail.com

ABSTRACT

The paper presents a study on selecting appropriate drilling and blasting methods and parameters for open-pit coal mines in Quang Ninh area of TKV, and the results of experimental blasting at Cao Son coal mine. The results of the research and testing show that although the explosive index increased from 7.5 ÷ 21.1% compared to the current standard depending on each type of excavator bucket capacity and the physical and mechanical properties of soil and rock, the productivity of the loading and unloading transport combination was significantly improved, the excavator's loading cycle time was reduced by an average of 19.74%, the excavator's productivity increased by an average of 21.86%; the productivity of the car increased from 5 ÷ 8.33% compared to the standard; the volume of drilling and blasting for the second time was reduced. The calculation results in Cao Son mine conditions show that the average cost of removing soil and rock will decrease by 542 VND/m³ when applying the proposed drilling and blasting parameters.

Keywords: *blasting, degree of fragmentation, particle size distribution, explosives index, test blasting.*

@ Vietnam Mining Science and Technology Association