



# NGHIÊN CỨU NÂNG CAO HIỆU QUẢ NỔ MÌN ĐÀO LÒ ĐÁ TẠI CÁC MỎ THAN HÀM LÒ THUỘC TKV

**ThS. Đinh Văn Cường, ThS. Phí Văn Long**  
**KS. Nguyễn Văn Thành, KS. Dương Bá Cảnh**  
*Viện Khoa học Công nghệ Mỏ – Vinacomin*

*Biên tập: TS. Phan Văn Việt*

**Tóm tắt:**

Công nghệ thi công đào lò đá hiện nay ở các mỏ hầm lò TKV chủ yếu là áp dụng phương pháp tách phá đất đá bằng khoan nổ mìn. Tuy nhiên, hiệu quả của công tác khoan nổ mìn đào lò tại các đơn vị là rất khác nhau, nhiều đơn vị có hiệu quả nổ mìn còn thấp, chưa góp phần giúp nâng cao tốc độ đào lò. Trong bài báo này, nhóm tác giả sẽ nghiên cứu, đề xuất một số giải pháp kỹ thuật công nghệ nhằm nâng cao hiệu quả khoan nổ mìn tại các đường lò đá ở các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. Trong đó tập trung hoàn thiện đồng thời ba vấn đề chính là phương tiện, vật liệu nổ mìn, hộ chiếu nổ mìn và thiết bị thi công khoan nổ mìn.

**1. Đặt vấn đề**

Theo kế hoạch của Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV), khối lượng mét lò thi công hàng năm của các đơn vị sản xuất than hầm lò trong toàn Tập đoàn khá lớn, duy trì từ 230.000÷250.000 m [1]. Trong đó, khối lượng các đường lò đào trong đá chiếm khoảng 30%. Với hiện trạng công nghệ thi công đào lò đá hiện nay ở các mỏ hầm lò, công nghệ tách phá đất đá chủ yếu là áp dụng phương pháp khoan nổ mìn. Tuy nhiên, hiệu quả nổ mìn tại các đơn vị là rất khác nhau, nhiều đơn vị có hiệu quả thấp, làm hạn chế tốc độ thi công. Do đó, vấn đề nghiên cứu sử dụng các loại vật liệu, phương tiện nổ, thiết bị thi công và các thông số phù hợp của hộ chiếu khoan nổ mìn là cần thiết.

**2. Hiện trạng công tác khoan nổ mìn đào lò đá trong TKV**

Hiện trạng công tác nổ mìn đào lò đá tại các mỏ than hầm lò thuộc TKV như sau:

**2.1. Vật liệu nổ mìn**

Hiện tại nhiều mỏ than hầm lò khi thi công lò đá thường sử dụng thuốc nổ nhũ tương lò đá (NTLĐ), một số đơn vị sử dụng thuốc nổ nhũ tương lò than 2 (NTLT-2). Các loại thuốc nổ này có sức công nổ thấp, hạn chế khả năng phá đá, đặc biệt tại các gương lò có tiến độ nổ lớn, đá cứng. Hiện nay, Tổng Công ty Công nghiệp hóa chất mỏ đã cung ứng thuốc nổ nhũ tương lò đá 2 (NTLĐ-2) có khả năng công nổ và tốc độ nổ lớn hơn so với NTLĐ. Tuy nhiên, chỉ số ít mỏ đưa vào sử dụng loại thuốc nổ này, phần lớn là do giá thành thuốc nổ NTLĐ-2 đang cao hơn khoảng 30% so với thuốc nổ NTLĐ. Chi tiết thông số kỹ thuật của thuốc nổ NTLĐ và NTLĐ-2 xem bảng 1.

**2.2. Phương tiện nổ mìn**

*Bảng 1. So sánh một số thông số kỹ thuật của thuốc nổ NTLĐ và NTLĐ2*

TT	Thông số kỹ thuật	Loại thuốc nổ	
		NTLĐ	NTLĐ2
1	Khả năng sinh công bằng bom chì (cm <sup>3</sup> )	310 ÷ 340	330 ÷ 350
2	Độ nén trụ chì, mm	≥ 14	≥ 15
3	Tốc độ nổ, m/giây	≥ 4.100	5.000 ± 300
4	Khối lượng riêng, g/cm <sup>3</sup>	1,05 ÷ 1,25	1,15 ± 0,05
5	Khoảng cách truyền nổ, cm	≥ 4	≥ 4
6	Khả năng chịu nước, giờ	≥ 12	≥ 12
7	Phương tiện kích nổ	Kíp nổ số 8	Kíp nổ số 8

Các mỏ than hầm lò hiện nay hiện chủ yếu sử dụng kíp vi sai điện an toàn hầm lò, một số mỏ đã thử nghiệm sử dụng kíp vi sai phi điện. Chi tiết như sau:

### *a. Kíp điện vi sai an toàn*

Đây là loại kíp được sử dụng phổ biến nhất hiện nay trong các mỏ than hầm lò TKV. Ưu điểm của kíp điện vi sai an toàn là giá thành thấp, sử dụng an toàn trong môi trường có khí và bụi nổ. Tuy nhiên, nó cũng có khá nhiều hạn chế như sau:

- Công tác đấu nối phức tạp, tiêu phí nhiều thời gian (trung bình từ 60 ÷ 90 phút cho gương tiết diện 15 ÷ 17m<sup>2</sup>); điện trở kíp không đồng đều làm hạn chế khả năng vi sai; độ bền dây dẫn thấp, dễ đứt gây hiện tượng mìn cầm,

- Thời gian vi sai kém chuẩn xác: Thời gian vi sai giữa các cấp vi sai không đủ theo thiết kế (thường nhỏ hơn 25ms) và giữa các kíp trong cùng cấp vi sai cũng không đồng đều. Điều này ảnh hưởng lớn đến hiệu quả của công tác nổ mìn.

### *b. Kíp vi sai phi điện*

Để nâng cao hiệu quả nổ mìn, giai đoạn từ năm 2009÷2012 một số mỏ than hầm lò TKV (Quang Hanh, Nam Mẫu, Đồng Vông, Vàng Danh, Hòn Gai...) đã sử dụng kíp nổ vi sai phi điện (loại không an toàn) tại các gương lò đá không có khí và bụi nổ. Kết quả mang lại rất khả quan:

- Tốc độ đào lò đạt 60 ÷ 65 m/tháng, tăng 10 ÷ 15m/tháng; Năng suất lao động đạt 0,06 ÷ 0,08 m/người.ca; Các chỉ tiêu khác như chi phí kíp nổ, thuốc nổ trên 1 mét lò đều giảm so với sử dụng kíp điện vi sai an toàn thông thường. Ngoài ra, thời gian đấu nối mạng nổ giảm, qua đó giảm thời gian thi công, tăng tốc độ đào lò. Giảm được từ 1,0 ÷ 3,0 triệu đồng/1 mét lò.

- Hệ số sử dụng lỗ mìn đạt từ 90%-95%, tỷ lệ đá quá cỡ <5%, tỷ lệ đá có cỡ hạt 100 ÷ 300mm chỉ khoảng 20%-25%, tỷ lệ đá có cỡ hạt nhỏ hơn 100mm đạt 70%-75%. Cùng với chất lượng phá vỡ đất đá tốt đã góp phần nâng cao năng suất xúc bốc, vận tải.

- Các hiện tượng như đứt dây, mìn cầm được loại bỏ hoàn toàn, sơ đồ đấu nối mạng nổ đơn giản, thao tác đấu nối nhanh, kiểm tra dễ dàng bằng mắt thường, thời gian đấu nối mạng nổ giảm 60% ÷ 70% so với sử dụng kíp điện, mức độ an toàn và điều kiện làm việc của người lao động được cải thiện.

Mặc dù đạt hiệu quả cao, song kíp vi sai phi điện vẫn chưa được áp dụng rộng rãi và hiện nay

còn rất ít mỏ hầm lò sử dụng loại kíp này. Nguyên nhân chủ yếu là do (1) kíp là loại không an toàn nên chỉ được áp dụng tại các gương lò có mức độ xuất khí CH<sub>4</sub> ≤ 1,0%, khu vực đường lò muốn áp dụng phải trình hồ sơ về Cục Kỹ thuật an toàn Bộ Công Thương cho phép triển khai; (2) giá thành cao hơn so với kíp vi sai điện.

### **2.3. Thiết bị khoan lỗ mìn**

Trong các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh phần lớn vẫn sử dụng các loại máy khoan cầm tay nhập khẩu từ Trung Quốc với năng suất thấp như YT-28, YT-29, YT-29A, ... có nhược điểm là năng lực khoan thấp, điều khiển khó khăn, hoạt động không ổn định, tiếng ồn lớn. Các loại máy khoan này chỉ phù hợp cho các đường lò đào trong trong đá có hệ số kiên cố f≤6, gương lò nhỏ. Bên cạnh đó, một số loại xe khoan thủy lực hiện đại (Tamrock, BFRK-1, CMJ1-14 (hình 1); CMJ2-17, NSU 1E-1P...) cũng đã được đưa vào sử dụng thay thế các máy khoan cầm tay, nhưng số lượng còn hạn chế. Tuy nhiên, việc áp dụng xe khoan đã cho phép giảm trên 60% thời gian khoan, cải thiện được điều kiện làm việc và mức độ nặng nhọc cho người lao động, đặc biệt là tại các gương lò có tiết diện lớn, đá cứng.

### **2.4. Hộ chiếu khoan nổ mìn**

Hộ chiếu khoan nổ mìn được sử dụng phổ biến trong TKV hiện nay chưa chú trọng đến nâng cao công tác tạo biên, tạo rạch, dẫn đến hệ số sử dụng lỗ mìn thấp, hệ số thừa tiết diện cao, tỷ lệ nhiều đá quá cỡ, văng xa lớn. Biên đào sau khi nổ mìn thường không đảm bảo, nhiều vị trí bị vượt nhiều ra ngoài biên thiết kế gây ra hiện tượng rỗng hồng, rỗng nóc trong khi đó lại có các vị trí chưa đủ kích thước dẫn đến phải nổ mìn hoặc cần tẩy biên lò làm phát sinh thời gian, chi phí, làm giảm hiệu quả đào lò.

### **2.5. Đánh giá chung**

Công tác khoan nổ mìn đào lò đá ở các mỏ hầm lò TKV hiện nay còn nhiều hạn chế cả về vật liệu nổ, thiết bị thi công cũng như hộ chiếu nổ mìn. Dẫn đến một số tồn tại như: tiến độ nổ mìn chỉ từ 1,0 ÷ 1,5 lần bước chống do hạn chế của thiết bị khoan; các phương pháp tạo biên, tạo rạch được áp dụng chưa triệt để; thuốc nổ có sức công nổ thấp nên chất lượng tạo biên chưa cao, hệ số sử dụng lỗ mìn nhỏ, ... Do đó, thực tế tốc độ đào lò đá chỉ đạt phổ biến từ 40 ÷ 50 m/tháng, năng suất lao động 0,073 ÷ 0,082 m/công-ca, yêu cầu nhiều nhân lực phục vụ thi công.

### **3. Nghiên cứu đề xuất một số giải pháp**

**nâng cao hiệu quả nổ mìn lò đá**

Hiệu quả của phương pháp tách phá gương bằng khoan nổ mìn phụ thuộc vào ba yếu tố chính: vật liệu nổ (thuốc nổ, kíp nổ), hệ chiều khoan nổ và trang thiết bị thi công khoan nổ mìn. Trên cơ sở hiện trạng được đánh giá ở trên, bài báo đề xuất áp dụng các giải pháp kỹ thuật để nâng cao hiệu quả khoan nổ mìn đào lò đá ở các mỏ hầm lò thuộc TKV như sau:

**3.1. Nâng cao chất lượng công tác khoan**

Trong dây chuyền đào lò sử dụng khoan nổ mìn, muốn đạt được hiệu quả phá vỡ đá hợp lý, điều quan trọng đầu tiên là khoan chính xác các lỗ mìn, đồng thời tốc độ thi công cũng phụ thuộc nhiều vào tốc độ khoan nổ mìn. Để khắc phục nhược điểm của các loại máy khoan khí nén cầm tay đang sử dụng tại các mỏ hầm lò hiện nay, đề xuất các đơn vị nên đầu tư các loại xe khoan tự hành (xem hình 1). Bên cạnh đó, sử dụng xe khoan sẽ cho phép khoan sâu hơn để tăng tiến độ nổ mìn, cũng như thuận lợi cho công tác khoan các lỗ khoan đường kính lớn (75÷120mm) để tạo khoảng trống (mặt thoáng phụ) trong công tác đột



Hình 1. Xe khoan tự hành CMJ trong mỏ

phá góp phần nâng cao chất lượng và hiệu quả nổ mìn.

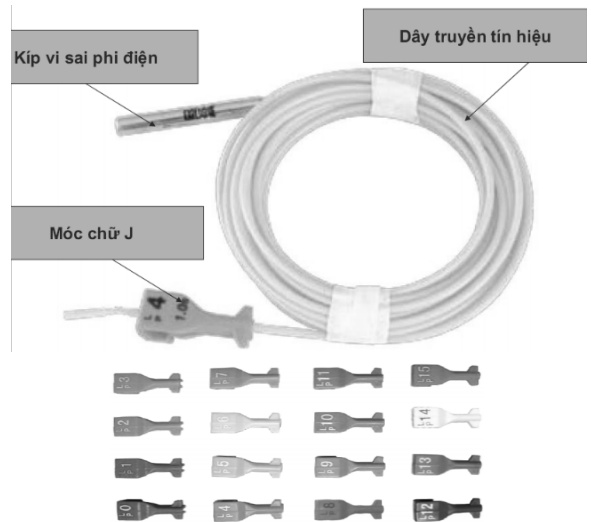
**3.2. Áp dụng các loại vật liệu và phương tiện nổ mìn tiên tiến**

- Vật liệu nổ: Sử dụng các loại thuốc nổ có sức công nổ lớn được phép sử dụng trong hầm lò (ví dụ như thuốc nổ NTLD-2).

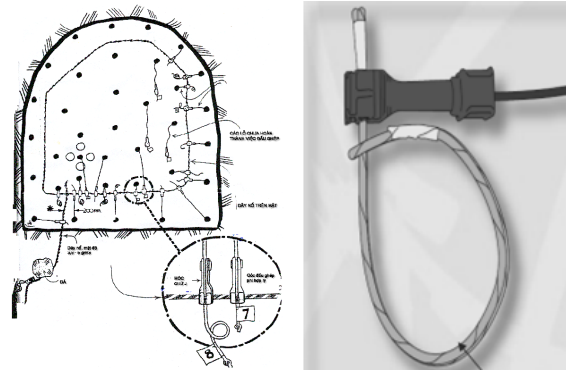
- Về phương tiện nổ: Bên cạnh việc sử dụng kíp vi sai điện an toàn như hiện nay, trong điều kiện cho phép nên áp dụng triệt để kíp vi sai phi điện để nâng cao chất lượng kích nổ cột thuốc cũng như chất lượng vi sai của mạng nổ, từ đó nâng cao chất lượng nổ mìn.

Kíp vi sai phi điện là loại kíp được kích nổ bằng sóng truyền trong dây dẫn nổ. Dây dẫn nổ có cấu

tạo dạng ống, có độ bền cơ học cao, loại bỏ được những khiếm khuyết của dây kíp điện. Sử dụng kíp nổ vi sai phi điện, mạng nổ mìn không thay đổi, nhưng cách đấu nối rất đơn giản, mức độ đảm bảo đúng yêu cầu kỹ thuật cao, đưa vào áp dụng trong các mỏ rất thuận lợi. Mặt khác, việc đấu nối giữa các kíp với mạng nổ đơn giản, không phức tạp như cách đấu điện theo mạng song song hay nối tiếp. Đầu dây kíp có móc chữ J, khi đấu nối chỉ việc móc móc chữ J vào dây nổ (xem hình 2, hình



Hình 2. Dây nổ; Kíp vi sai phi điện và móc chữ J



Hình 3. Một bộ ghép kíp phi điện - dây truyền tín hiệu và móc chữ J

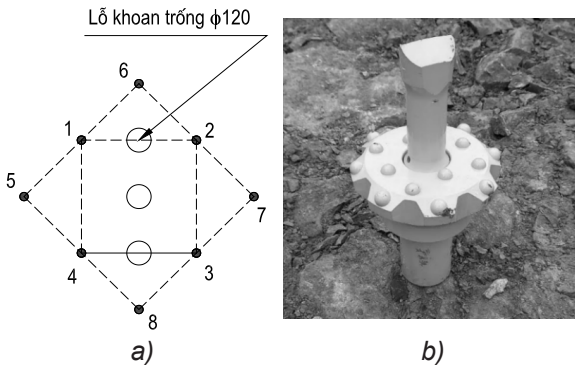
3). Khi dây nổ bị kích nổ, sóng nổ sẽ truyền qua dây đến các kíp nổ.

**c. Giải pháp xây dựng hệ chiều khoan nổ mìn hợp lý**

Các giải pháp nâng cao chất lượng của hệ chiều nổ mìn được tập trung ở hai khâu chính là đột phá và tạo biên, bao gồm:

- Nâng cao hiệu quả đột phá bằng cách tạo

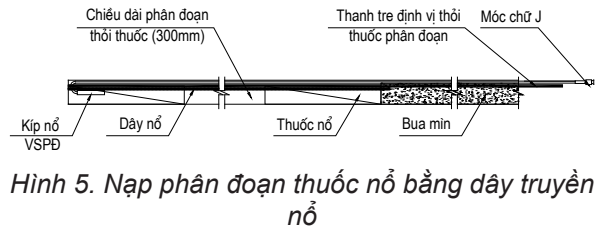
mặt thoáng phụ [4]: Mặt thoáng cho vòng đột phá đầu tiên có ý nghĩa rất quan trọng trong việc bóc tách đất đá ở gương lò [3]. Xu hướng hiện nay tại các công trình ngầm dân dụng, giao thông là sử dụng các lỗ khoan vuông góc đường kính lớn từ 76÷120mm (Hình 4) nhằm mục đích tăng thêm các mặt thoáng cho các lỗ khoan đột phá nạp thuốc xung quanh nhằm tăng hiệu quả và chất lượng đột phá. Hiệu quả gián tiếp sau đó sẽ cho phép tăng hiệu quả tách đá của các nhóm lỗ mìn nổ sau đó.



**Hình 4. Lỗ khoan vuông góc đường kính lớn**  
 a) Dạng đột phá hình trụ kết hợp lỗ khoan trống đường kính lớn; b) Mũi khoan doa tạo lỗ trống

Bên cạnh đó, việc nổ mìn đột phá tốt cũng sẽ cho phép nâng cao hệ số sử dụng lỗ mìn.

- Nâng cao chất lượng tạo biên bằng cách nạp mìn phân đoạn [2]: Để hạn chế hiện tượng tập trung một lượng lớn thuốc nổ trong lỗ khoan biên dẫn đến hiện tượng thừa tiết diện trong đào lò, giải pháp tối ưu về kỹ thuật là sử dụng các thời thuốc có đường kính nhỏ (đường kính 22mm) và nạp phân đoạn không khí. Tuy nhiên, do các loại thuốc nổ cho phép sử dụng trong mỏ hầm lò hiện nay chỉ có đường kính từ 32 ÷ 36mm, khả năng truyền nổ ≤5 cm, nên để gia tăng khoảng cách này, đề xuất sử dụng phương pháp truyền nổ giữa các thời thuốc bằng dây nổ (áp dụng cho các đường lò đào trong đá có hàm lượng CH<sub>4</sub> ≤1%). Chi tiết cách nạp phân đoạn thời thuốc bằng dây nổ xem hình 5. Giải pháp này được áp dụng khá phổ biến và mang lại hiệu quả tạo biên rất tốt, giảm đáng kể hệ số thừa tiết diện và tạo ra đường biên phẳng nhẵn, thuận lợi cho công tác lắp dựng vì chống. Đối với các gương lò không đủ điều kiện sử dụng kíp vi sai phi điện và dây nổ, đề xuất phương pháp nạp phân đoạn không khí, hoặc bổ sung các lỗ khoan trống trong mạng lỗ mìn biên để giảm lượng thuốc cần nạp và tăng chất lượng tạo biên.



**Hình 5. Nạp phân đoạn thuốc nổ bằng dây truyền nổ**

**4. Đánh giá hiệu quả của các giải pháp nâng cao hiệu quả nổ mìn đề xuất**

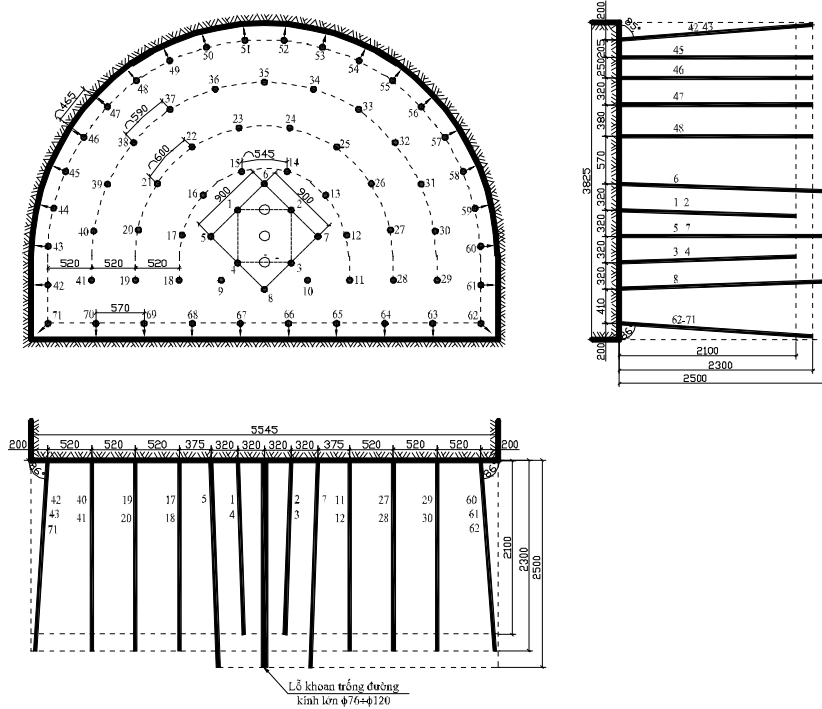
Để đánh giá hiệu quả của các giải pháp nâng cao hiệu quả nổ mìn đề xuất, bài báo tiến hành lập thiết kế và tính toán các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật nổ mìn cho điều kiện lò xuyên vỉa vận tải -175 khu III-IV Giếng Vàng Danh - Công ty Than Vàng Danh. Điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ đường lò như sau: diện tích tiết diện đào 17,9 m<sup>2</sup>, chống bằng vì thép, vì neo; thi công các tập đá bột kết, cát kết, cuội kết, độ kiên cố f = 4 ÷ 10; khu vực thi công đường lò không có khí và bụi nổ, ít chịu ảnh hưởng của nước. Một số thông số cơ bản của công tác khoan nổ mìn như sau: Thiết bị khoan: sử dụng xe khoan thủy lực CMJ-14; Vật liệu và phương tiện nổ: sử dụng thuốc nổ NTLĐ-2. Kích nổ bằng kíp vi sai phi điện và dây nổ; Hộ chiếu nổ mìn: đối với nhóm lỗ tạo rạch, sử dụng lỗ khoan trống tạo mặt thoáng phụ (03 lỗ đường kính 76 ÷ 120mm), lỗ mìn biên được nạp phân đoạn (khoảng cách giữa các thời thuốc là 30 cm), sử dụng dây nổ để truyền nổ giữa các thời thuốc. Chi tiết hộ chiếu khoan nổ mìn xem hình 6.

Kết quả tính toán cho thấy, áp dụng các giải pháp đề xuất sẽ cho phép tăng tiến độ nổ mìn, hệ số sử dụng lỗ mìn, giảm chi phí mét khoan, kíp nổ, từ đó tăng tốc độ đào lò (từ 63 lên 75 m/tháng, tăng 19%) và năng suất lao động (từ 0,146 lên 0,167 m/công, tăng 14,4%). Cùng với đó, giá thành đào lò cũng giảm từ 28.350.051 đồng/m theo hộ chiếu nổ mìn mỏ đang áp dụng xuống 26.926.708 đồng/m, tương ứng giảm 1.423.343 đồng (5,0%). Chi tiết thể hiện trong bảng 2, hình 7.

**4. Kết luận**

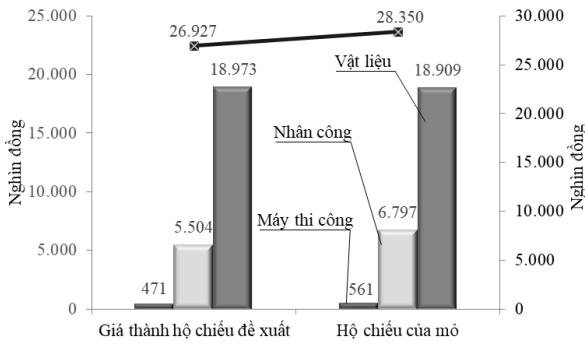
Công tác nghiên cứu nâng cao hiệu quả khoan nổ mìn là một trong những giải pháp, hướng đi cần thiết để nâng cao tốc độ thi công đào lò đá. Các giải pháp đề xuất trong bài báo là phù hợp, khả thi với điều kiện các mỏ than hầm lò của TKV. Đồng thời, kết quả tính toán trong điều kiện đường lò cụ thể của Công ty CP than Vàng Danh – Vinacomin đã cho thấy các chỉ tiêu khả quan về các mặt kỹ thuật, kinh tế, an toàn. Những kết quả nghiên cứu





Hình 6. Hệ chiếu khoan nổ mìn điều chỉnh tại lò xuyên và vận tải -175 khu III-IV Giếng Vàng Danh  
 Bảng 2. So sánh hiệu quả khoan nổ mìn của hệ chiếu cũ và hệ chiếu mới

TT	Các chỉ tiêu khoan nổ	Đơn vị	Hệ chiếu cũ của mỏ	Hệ chiếu đề xuất
1	Hệ số kiên cố của đất đá (f)	-	6÷8	6÷8
2	Diện tích tiết diện đào ( $S_d$ )	m <sup>2</sup>	17,9	17,9
3	Chiều sâu lỗ mìn trung bình	m	1,6	2,3
4	Tiến độ nổ mìn 1 chu kỳ	m	1,4	2,1
5	Hệ số sử dụng lỗ mìn	-	0,88	0,91
6	Số lượng lỗ khoan cho 1 chu kỳ	lỗ	83	71
7	Số lượng lỗ khoan nạp thuốc 1 chu kỳ	lỗ	83	71
8	Số lượng lỗ khoan không nạp thuốc 1 chu kỳ	lỗ	0	3
9	Số mét khoan cho 1 chu kỳ đào	m	134,6	170,8
10	Số mét khoan cho 1 m lò	m/m	96,14	81,3
11	Chi phí dây nổ cho 1 chu kỳ	m	0	37,2
12	Chi phí dây nổ cho 1 m lò	m/m	0	17,71
13	Lượng thuốc nổ cho 1 chu kỳ đào	kg	43,35	64,4
17	Số kíp nổ vi sai cho 1 chu kỳ đào	kíp	83	71
15	Chi phí thuốc nổ cho 1 mét lò đào	kg/m	30,96	30,76
16	Chi phí kíp nổ cho 1 mét lò đào	kíp/m	59,3	33,81
17	Năng suất lao động	m/công	0,146	0,167
18	Tốc độ đào lò 1 tháng	m/tháng	63	75



Hình 7. Biểu đồ chênh lệch giá thành theo hệ chiếu điều chỉnh và theo phương án của mỏ

bước đầu này sẽ là tiền đề cho việc áp dụng thử nghiệm vào thực tế sản xuất, từ đó đánh giá hiệu quả mang lại làm cơ sở xem xét nhân rộng áp

dụng tại các mỏ than hầm lò TKV.

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Báo cáo Xây dựng định hướng phát triển áp dụng công nghệ cơ giới hóa đào lò giai đoạn năm 2020-2025 tại các mỏ than hầm lò TKV, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội – 2020.

[2]. Nguyễn Văn Đức, Võ Trọng Hùng. Công nghệ xây dựng công trình ngầm. T.1: Thi công lò bằng, lò nghiêng và hầm trạm trong mỏ. Nhà xuất bản Giao thông vận tải - 1997.

[3]. Nhữ Văn Bách. Nâng cao hiệu quả phá vỡ đất đá bằng khoan nổ mìn trong khai thác mỏ. Nhà xuất bản Giao thông vận tải – 2005.

[4]. Đỗ Như Tráng, Giáo trình công trình ngầm Phần III, NXB Quân đội nhân dân, 2002.

**Research on improving the efficiency of blasting and excavating quarries at underground coal mines under TKV**

MSc. Dinh Van Cuong, MSc. Phi Van Long, Eng. Nguyen Van Thanh, Eng. Duong Ba Canh  
*Vinacomin-Institute of Mining Science and Technology*

**Abstract:**

*The current construction and excavation technology at underground mines of Vinacomin is mainly applying the method of rock separation by drilling and blasting. However, the efficiency of blasting and blasting work at the units is very different, many units have low blasting efficiency, which has not contributed to improving the excavation speed. In this article, the authors will research and propose a number of technical and technological solutions to improve the efficiency of blasting at rock roadways in underground mines in Quang Ninh, which focus on the completion of three main issues at the same time are vehicles, blasting materials, blasting passports and drilling - blasting equipment.*