

Kính biểu



ISSN 1859 - 0063

SỐ 1/2026

BẢN TIN

THÔNG TIN

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ

MINING TECHNOLOGY BULLETIN

VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ - VINACOMIN

Chúc Mừng Năm Mới
BÍNH NGỌ 2026



BẢN TIN

THÔNG TIN

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ

SỐ 1/2026

ISSN 1859 - 0063

BAN BIÊN TẬP

Trưởng Ban biên tập
TS. ĐÀO HỒNG QUANG

Phó Ban biên tập
TS. PHAN VĂN VIỆT

Thư ký thường trực
KS. ĐÀO ANH TUẤN

Các thành viên
TS. NHỮ VIỆT TUẤN
TS. ĐOÀN VĂN THANH
ThS. PHẠM CHÂN CHÍNH
ThS. NGUYỄN VĂN MINH

Trình bày bìa
KS. ĐÀO ANH TUẤN

TÒA SOẠN

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ
Số 3 Phố Phan Đình Giót, Phường
Phương Liệt, Thành phố Hà Nội
Điện thoại: 84-024-38647675
Fax: 84-024-38641564

Email: tkhcnm@gmail.com

Website: www.imsat.vn

MỤC LỤC

CÔNG NGHỆ KHAI THÁC HÀM LÒ		
Một số kết quả bước đầu áp dụng tổ hợp vi chống thủy lực tự hành chống tăng cường lò dọc vỉa trong phạm vi chịu ảnh hưởng áp lực tựa lò chợ tại mỏ than Nam Mầu	TS. Lê Văn Hậu KS. Nguyễn Văn Giang KS. Nguyễn Đức Quân KS. Phạm Ngọc Hoàng KS. Nguyễn Văn Sách	1
Ảnh hưởng của áp lực tựa đến sự ổn định lò dọc vỉa trong hệ thống khai thác cột dài theo phương: Thực trạng tại các mỏ than hầm lò vùng Cẩm Phả và định hướng nghiên cứu	ThS. Phạm Văn Quân TS. Trương Tiến Quân	8
CÔNG NGHỆ KHAI THÁC LỘ THIÊN		
Nghiên cứu mô phỏng lan truyền sóng ứng suất nổ mìn trong đất đá có điều kiện thủy văn phức tạp	ThS. Đỗ Văn Triều	16
XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ		
Nghiên cứu đề xuất công nghệ cơ giới hóa đào lò than tiết diện nhỏ tại các mỏ than hầm lò thuộc TKV	ThS. Phí Văn Long TS. Nguyễn Văn Công KS. Hoàng Phương Thảo KS. Trần Văn Long	23
TUYỂN, CHẾ BIẾN THAN - KHOÁNG SẴN		
Kết quả nghiên cứu tuyển thu hồi than sạch từ sản phẩm ngoài than mỏ than Na Dương bằng thiết bị tuyển băng tải	ThS. Mai Văn Thịnh ThS. Nguyễn Văn Hậu và nnk	30
MÁY VÀ THIẾT BỊ MỎ		
Thiết kế, chế tạo và thử nghiệm giá khung thủy lực quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 phục vụ trạm dẫn động máng cào tại mỏ than hầm lò Quảng Ninh	ThS. Đoàn Ngọc Cảnh và nnk	35
ĐIỆN, TỰ ĐỘNG HÓA		
Nghiên cứu áp dụng truyền thông không dây vào giám sát, quản lý nhân sự và thiết bị trong khai thác than hầm lò của TKV	TS. Phạm Thanh Liêm ThS. Nguyễn Anh Nguyên ThS Nguyễn Kim Quý	41
AN TOÀN MỎ		
Mở rộng lĩnh vực kiểm định thiết bị phòng nổ - khó khăn, thách thức và cơ hội	ThS. Nguyễn Việt Phương ThS. Nguyễn Xuân Nam	45
KINH TẾ MỎ		
Nghiên cứu xây dựng định mức kinh tế - kỹ thuật quản lý vận hành tưới nước dập bụi trong công trường khai thác, mặt bằng và bãi thải trong TKV	CN. Phạm Ngọc Hào và nnk	51
TIN TRONG NGÀNH		
Khảo sát khả năng ứng dụng giám sát chất lượng than trực tuyến tại Công ty Tuyển than Hòn Gai; Làm việc với đối tác cung ứng thiết bị thông minh trong hầm lò	KS. Đào Anh Tuấn	58



MỘT SỐ KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU ÁP DỤNG TỔ HỢP VÌ CHỐNG THỦY LỰC TỰ HÀNH CHỐNG TĂNG CƯỜNG LÒ DỌC VỈA TRONG PHẠM VI CHỊU ẢNH HƯỞNG ÁP LỰC TỰA LÒ CHỢ TẠI MỎ THAN NAM MẪU

**TS. Lê Văn Hậu, KS. Nguyễn Văn Giang
KS. Nguyễn Đức Quân**

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

KS. Phạm Ngọc Hoàng, KS. Nguyễn Văn Sách
Công ty than Nam Mẫu – TKV

Biên tập: TS. Phan Văn Việt

Tóm tắt:

Từ tháng 9/2025 đến nay, Công ty than Nam Mẫu đã triển khai áp dụng giải pháp chống tăng cường lò dọc vỉa trong phạm vi chịu ảnh hưởng áp lực tựa lò chợ bằng tổ hợp vì chống thủy lực tự hành, nhằm thay thế vì chống tăng cường sử dụng cột TLD kết hợp xà thép trong lò chợ CGH đông bộ hạng nhẹ. Bài báo tổng hợp, phân tích, đánh giá một số kết quả bước đầu áp dụng giải pháp trong điều kiện mỏ than Nam Mẫu.

1. Đặt vấn đề

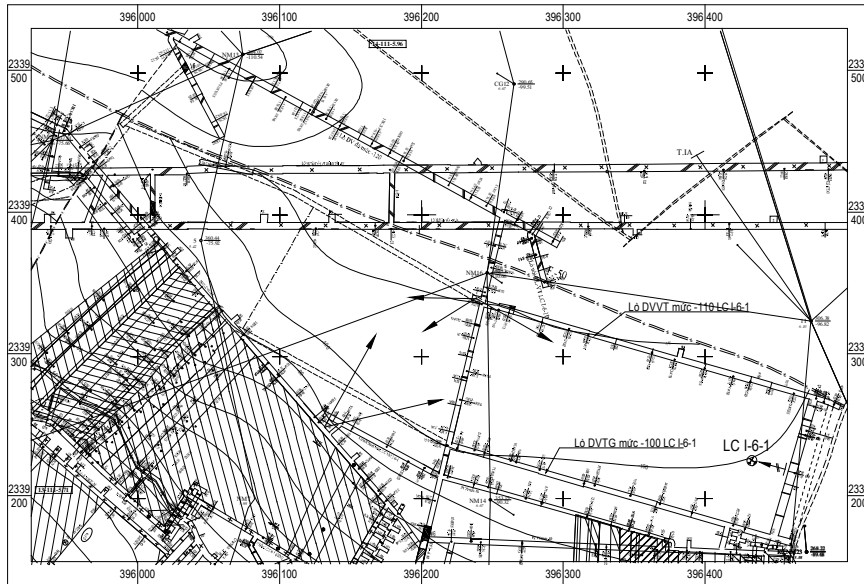
Để giải quyết vấn đề chống tăng cường lò dọc vỉa trong phạm vi chịu ảnh hưởng áp lực tựa của các lò chợ cột dài theo phương, năm 2024 Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã giao cho Viện Khoa học Công nghệ Mỏ thực hiện nhiệm vụ “**Nghiên cứu áp dụng giải pháp chống giữ tăng cường lò dọc vỉa trong phạm vi chịu ảnh hưởng áp lực tựa lò chợ bằng tổ hợp vì chống thủy lực tự hành tại các mỏ hầm lò thuộc TKV**”. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, phân tích, đánh giá đặc điểm điều kiện địa chất kỹ thuật các vỉa than vùng Quảng Ninh; tổng quan kinh nghiệm áp dụng giải pháp chống giữ tăng cường lò dọc vỉa tại các nước trên thế giới (đặc biệt là Trung Quốc), đề tài đã đề xuất tổ hợp vì chống thủy lực tự hành dạng xà chữ T cho điều kiện các mỏ than hầm lò thuộc TKV. Để đánh giá mức độ phù hợp của giải pháp đề xuất, Viện KHCNM đã phối hợp với Công ty than Nam Mẫu triển khai áp dụng thử nghiệm loại tổ hợp vì chống thủy lực tự hành mã hiệu ZQ1300/20/30 để chống tăng cường khu vực ngã ba lò chợ CGH đông bộ hạng nhẹ I-6-1 mức -110/-100 khu I mỏ Nam Mẫu [1]. Kết quả bước đầu áp dụng cho thấy, việc sử dụng tổ hợp vì chống thủy lực tự hành có mức độ CGH cao để chống tăng cường lò dọc vỉa nên nâng cao tính đông bộ trong lò chợ, các công đoạn sản xuất hầu như được CGH hoàn toàn, cho phép giảm chi phí thời gian chống tăng cường khu vực ngã ba xuống còn 15 phút, tập trung thời gian khai thác ra than, phát huy tối đa khả năng làm việc của đông bộ thiết bị CGH. Bài báo tổng hợp, đánh giá một số kết quả bước đầu đạt được của quá trình triển khai áp dụng giải pháp chống tăng

cường lò dọc vỉa bằng tổ hợp vì chống thủy lực tại mỏ than Nam Mẫu.

2. Một số kết quả áp dụng tổ hợp vì chống thủy lực tự hành chống tăng cường lò dọc vỉa chịu ảnh hưởng áp lực tựa lò chợ tại mỏ than Nam Mẫu

Khu vực áp dụng thử nghiệm đầu tiên tại lò chợ I-6-1 có chiều dài theo phương 360m, theo hướng dốc 100m; góc dốc từ $6 \div 13^\circ$; chiều dày vỉa than từ $4,98 \div 7,03$ m. Trong vỉa có từ $0 \div 4$ lớp đá kẹp, chiều dày từ $0,0 \div 0,8$ m, thành phần đá kẹp chủ yếu là sét kết, sét than, bột kết; độ kiên cố than trong vỉa từ $f = 2 \div 4$. Vách trực tiếp là lớp bột kết, đôi chỗ là sét kết, chiều dày từ $1,7 \div 11,6$ m, cường độ kháng nén trung bình $664,0$ kG/cm². Vách cơ bản là lớp cát kết có chiều dày từ $15,1 \div 34,9$ m, cường độ kháng nén trung bình $1.653,2$ kG/cm². Trụ trực tiếp là lớp sét kết dày từ $3,1 \div 4,2$ m, đôi chỗ là bột kết có chiều dày $6,1$ m, cường độ kháng nén trung bình $490,0$ kG/cm². Lò chợ I-6-1 được chuẩn bị theo hệ thống khai thác cột dài theo phương bằng các đường lò dọc vỉa mức thông gió và vận tải.

Các đường lò dọc vỉa vận tải và thông gió đào với tiết diện hình vòm, diện tích đào $12,8$ m², diện tích sử dụng $10,8$ m² (chiều cao trong khung chống $3,26$ m và chiều rộng $3,8$ m), chống giữ bằng vì thép CBII-22, bước chống $0,7$ m/vì, hông và nóc lò chèn bằng gỗ. Ngay sau khi kết thúc đào lò chuẩn bị cho lò chợ, từ ngày $25/6/2025 \div 11/8/2025$ toàn bộ thiết bị phụ trợ phục vụ công tác vận chuyển, thông gió, thoát nước cũng được lắp đặt hoàn thiện, đảm bảo đưa đông bộ thiết bị CGH vào lắp



Hình 1. Hiện trạng khu vực lò chợ I-6-1 áp dụng giải pháp đề xuất của đề tài [3]

Bảng 1. Đặc tính kỹ thuật của đơn nguyên giàn chống mã hiệu ZQ1300/20/30

TT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Giá trị
1	Kiểu tay biên	-	01 tay biên đứng
2	Chiều cao	mm	2.000 ÷ 3.000
3	Lực chống giữ ban đầu	kN	970
4	Trở lực công tác	kN	1300
5	Tỉ áp lực nóc	MPa	2,03
6	Tỉ áp lực nền	MPa	1,7
7	Góc dốc đường lò phù hợp	độ	≤ 10°
8	Bước di chuyển	mm	1200
9	Trọng lượng	T	3,5
10	Kích thước vận chuyển (±200)	mm	2.150×500×2.000

đặt trong lò. Các thông số kỹ thuật của tổ hợp vi chống thủy lực tự hành mã hiệu ZQ1300/20/30 xem bảng 1.

Đây là loại tổ hợp vi chống thủy lực lần đầu tiên áp dụng tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, để tiếp cận với công nghệ, Công ty than Nam Mẫu đã phối hợp với Viện KH-CN Mỏ và chuyên gia Trung Quốc hướng dẫn lắp đặt, vận hành tổ hợp vi chống từ ngày 8/9/2025 ÷ 15/9/2025 với các nội dung gồm: (i) Hướng dẫn lắp đặt đế và xà phụ cho đơn nguyên giàn chống; (ii) Hướng dẫn lắp ghép các bộ phận thành đơn nguyên giàn chống hoàn chỉnh; (iii) Hướng dẫn liên kết các đơn nguyên thành tổ hợp vi chống và quy trình vận hành. Công tác hướng dẫn đảm bảo khi triển khai vào trong thực tế sản xuất, cán bộ và công nhân của Công ty than Nam Mẫu có thể nắm bắt và vận hành được ngay từ ngày đầu tiếp cận.

Công tác vận chuyển, lắp đặt tổ hợp vi chống thủy lực tự hành được tiến hành sau khi lắp đặt hoàn chỉnh đồng bộ 03 thiết bị trong lò chợ (giàn chống, máng cào, máy khâu) và thực hiện từ ngày 16/9/2025 ÷ 24/9/2025. Các đơn nguyên giàn chống được tách thành 03 bộ phận chính (gồm: đế; xà; cột chống thủy lực và thanh liên kết xà) để vận chuyển từ mặt bằng xuống sân ga chân giếng nghiêng mức -50 bằng tời trực, rồi tàu điện ắc quy kéo đến đầu lò xuyên vỉa 3-6 mức -50. Từ đây, thiết bị được đầu tàu Diesel vận chuyển vào vị trí lắp đặt trên các đường lò dọc vỉa.

Công tác lắp ghép từng bộ phận và thanh liên kết các đơn nguyên giàn chống được thực hiện bằng thủ công kết hợp với palăng (hình 2a). Tại phạm vi ngã ba đầu và chân chợ, mỗi vị trí lắp đặt 03 đơn nguyên dọc theo đường lò dọc vỉa [3],



a) Lắp ghép các bộ phận thành đơn nguyên giàn chống hoàn chỉnh trong lò



b) Lắp ghép các đơn nguyên thành tổ hợp vi chống thủy lực trong lò

Hình 2. Tổ hợp vi chống thủy lực tự hành trong lò chợ I-6-1

tạo thành hàng gán tăng cường có chiều dài từ 11,15 ÷ 13,55m (hình 2b). Chi phí thời gian cho công tác lắp đặt tổ hợp vi chống thủy lực tự hành ở đầu và chân chợ là 03 ngày (từ ngày 22/9/2025 ÷ 24/9/2025).

Ngày 25/9/2025 Công ty than Nam Mẫu đã thực hiện công tác phá hóa ban đầu và khấu thường kỳ lò chợ. Đến nay, lò chợ khấu chống theo phương được 138m, sản lượng than khai thác đạt lớn nhất 2.400 tấn/ngày. Công tác di chuyển tổ hợp vi chống thủy lực được thực hiện sau khi lò chợ khấu hoàn chỉnh 02 luồng (tiến độ di chuyển 1,2m) và theo trình tự: đơn nguyên (giàn số 1) ở đầu hàng gán di chuyển trước, tiếp đến đơn nguyên liền kế (giàn số 2); đơn nguyên tiếp giáp với ngã ba lò chợ (giàn số 3) di chuyển sau cùng. Tuy nhiên, để hỗ trợ di chuyển đơn nguyên số 3, tại ngã ba lò chợ, chống bổ sung 01 hàng gán tăng cường bằng cột TLĐ kết hợp xà thép đỡ toàn bộ xà của vi chống lò dọc vỉa đã tháo một bên cột phía lò chợ và được luân chuyển khi đã di chuyển xong

tổ hợp vi chống thủy lực. Với hộ chiếu chống giữ như trên, chi phí thời gian cho công tác chống tăng cường lò dọc vỉa khoảng 15 phút.

3. Đánh giá kết quả áp dụng giải pháp chống tăng cường lò dọc vỉa trong phạm vi chịu ảnh hưởng áp lực tựa lò chợ tại mỏ than Nam Mẫu

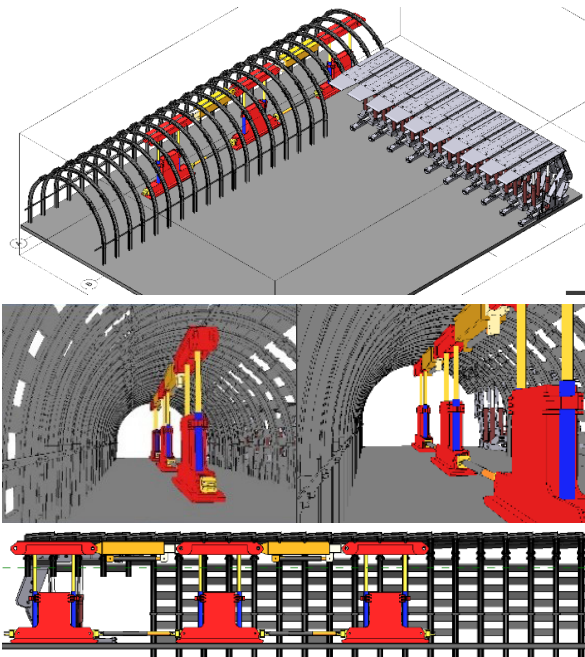
- Về công tác chuẩn bị nhân lực: mặc dù đang trong thời gian học tập tiếp thu công nghệ, nhưng nhờ công tác huấn luyện được tiến hành nghiêm túc, bài bản nên quá trình khai thác lò chợ thực hiện theo đúng quy trình công nghệ đã ban hành. Công tác chống tăng cường khu vực ngã ba lò chợ đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.

- Về công tác vận chuyển, lắp đặt: trong quá trình triển khai đã gặp một số khó khăn có thể kể đến như: (i) Cung độ vận chuyển từ mặt bằng sân công nghiệp đến vị trí lắp đặt tương đối xa, khoảng 3,5km; (ii) Áp dụng phương thức vận chuyển hỗn hợp không liên tục (tời trực tại giếng nghiêng; tàu điện tại lò xuyên vỉa) kết hợp với liên tục (từ đầu lò xuyên vỉa 3-6 mức -50 vào vị trí lắp đặt bằng monoray); (iii) Phải tháo tách từng bộ phận của đơn nguyên giàn chống để vận chuyển; (iv) Lắp đặt lần lượt từng tổ hợp vi chống thủy lực trên lò dọc vỉa vận tải và thông gió; (v) Công tác lắp đặt bằng thủ công kết hợp với palăng,... Tuy nhiên, nhờ các đơn nguyên có trọng lượng và kích thước nhỏ nên chi phí thời gian cho công tác lắp đặt chỉ mất 03 ngày và không phải chống xén mở rộng đường lò.

- Về hộ chiếu chống tăng cường: tại mỗi ngã ba lò chợ, lắp đặt 03 đơn nguyên, tạo thành tổ hợp vi chống tăng cường có chiều dài từ 11,15m (không đẩy kích di chuyển) đến 13,55m (đẩy kích di chuyển), xem hình 3.

Để đánh giá mức độ phù hợp của hộ chiếu chống tăng cường khu vực ngã ba lò chợ trong điều kiện mỏ than Nam Mẫu, tiến hành đo đạc, thống kê và xác định phạm vi ảnh hưởng của áp lực tựa lò chợ đến các đường lò dọc vỉa. Công tác này được thực hiện bằng thiết bị neo cắm biên đo đạc tự động các thông số dịch chuyển đá vách trên nóc lò dọc vỉa. Số liệu quan trắc được thu thông qua thiết bị cầm tay sao lưu dữ liệu kết nối không dây GUw150(A), sau đó kết nối với máy tính để lưu trữ số liệu. Các trạm quan trắc được bố trí dọc theo các đường lò dọc vỉa, trong đó tại lò dọc vỉa vận tải mức -110 khoan lắp đặt 02 trạm tại I1K198 và I1K218; lò dọc vỉa thông gió mức -110 khoan lắp đặt 02 trạm tại I1K194 và I1K214 (hình 4).

Công tác theo dõi diễn biến dịch động đá vách thông qua 04 trạm quan trắc được thực hiện từ ngày 18/10/2025 ÷ 17/11/2025 (khoảng 31 ngày) với tần suất 01 lần/ngày. Kết quả cho thấy, dịch chuyển đá vách trên các đường lò dọc vỉa có sự biến động với tốc độ từ 0 ÷ 20mm/ngày, đặc biệt



Hình 3. Hệ chiếu chống tăng cường khu vực ngã ba lò chợ CGH đồng bộ hạng nhẹ tại Nam Mẫu sử dụng tổ hợp vì chống thủy lực tự hành [3] tại phạm vi từ 0 ÷ 13,0m trước gương lò chợ (hình 5). Như vậy, hệ chiếu chống giữ như thiết kế đảm bảo yêu cầu về chiều dài đoạn lò dọc vỉa cần chống tăng cường.

Ngoài ra, kết quả quan trắc cũng cho thấy **Bảng 2. Tổng hợp chi phí thời gian cho từng công việc trong một chu kỳ sản xuất lò chợ CGH hạng nhẹ tại Nam Mẫu**

TT	Tên công việc	Đơn vị	Thời gian	Tỉ lệ, (%)
1	Giao ca và di chuyển đến vị trí sản xuất	giờ	3,00	12,5
2	Nghỉ giữa ca sản xuất	giờ	3,00	12,5
3	Khẩu hoàn chỉnh 03 luồng	giờ	16,75	69,8
4	Xử lý các sự cố trong quá trình khai thác lò chợ	giờ	1,00	4,2
5	Chống giữ tăng cường phạm vi ngã ba lò chợ	giờ	0,25	0,01
-	Di chuyển đơn nguyên số 1	giờ	0,003	0,01
-	Di chuyển đơn nguyên số 2	giờ	0,01	0,02
-	Di chuyển đơn nguyên số 3	giờ	0,003	0,01
-	Luân chuyển về xà cột TLĐ kết hợp xà thép hỗ trợ di chuyển đơn nguyên số 3	giờ	0,06	0,3
+	Nối gông bắt liên kết về xà cần luân chuyển	giờ	0,01	0,05
+	Thu hồi cột TLĐ chống đỡ về xà luân chuyển	giờ	0,01	0,04
+	Luân chuyển về xà theo tiến độ di chuyển	giờ	0,02	0,1
+	Siết gông liên kết về xà vừa luân chuyển	giờ	0,01	0,05
+	Chống cột TLĐ đỡ về xà vừa luân chuyển	giờ	0,01	0,04
-	Xử lý sự cố phát sinh và củng cố khu vực ngã ba	giờ	0,18	0,7
	Tổng cộng	giờ	24,00	100



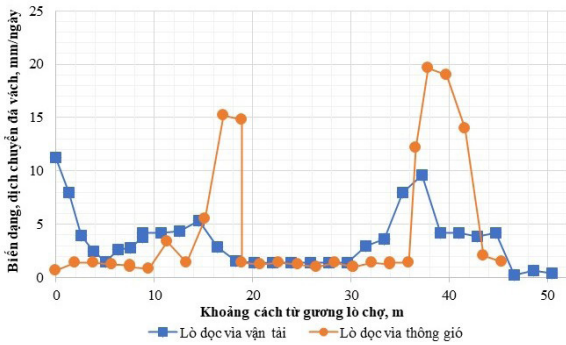
Hình 4. Thiết bị quan trắc đo dịch chuyển đá vách lắp đặt tại Nam Mẫu

tại thời điểm trước khi phá hỏa ban đầu lò chợ, chiều cao đường lò dọc vỉa trong khung chống còn 3,0m/3,26m (ngày 24/9/2025). Khi lò chợ khấu theo phương được khoảng 40m (ngày 31/10/2025), tương ứng 37 ngày, chiều cao đường lò dọc vỉa vận tải giảm còn 2,1m và thông gió còn 1,9m. So với thời điểm trước khi phá hỏa, chiều cao của các đường lò dọc vỉa giảm từ 0,9 ÷ 1,1m, tương ứng với tốc độ biến dạng:

$$\frac{0,9 \div 1,1}{37} = 0,024 \div 0,03 \text{m/ng.đ.}$$

Giá trị biến dạng này nhỏ hơn rất nhiều so với

Đồ thị biến dạng, dịch chuyển đá vách



Hình 5. Giá trị dịch chuyển đá vách trên nóc lò dọc vỉa trong quá trình khai thác lò chợ [3]

các lò chợ áp dụng giải pháp chống tăng cường khu vực ngã ba bằng vì chống cột TLĐ kết hợp với xà thép, từ $0,045 \pm 0,4 \text{ m/ng-đ}^{[3]}$. Qua đó có thể khẳng định, việc áp dụng tổ hợp vì chống thủy lực có sức kháng tải và diện tích chống giữ lớn để chống tăng cường khu vực ngã ba lò chợ, cho phép giảm đáng kể biến dạng tiết diện đường lò và mét lò chống xén. Tuy nhiên, việc duy trì 01 hàng gánh tăng cường bằng cột TLĐ kết hợp với xà hộp tại vị trí ngã ba, nên trong lò chợ vẫn còn công đoạn phải thực hiện bằng thủ công (nâng/hạ cột TLĐ; tháo/đánh văng liên kết, nới/siết gông,...) để luân chuyển về xà hộp.

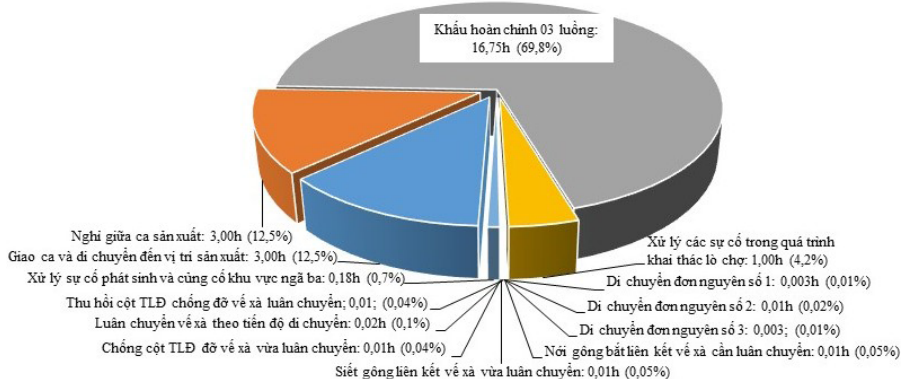
- Về công tác tổ chức sản xuất và thực hiện quy trình: nhờ việc đào tạo lý thuyết và thực hành trên mặt bằng tương đối chi tiết, nên cán bộ, công nhân của phân xưởng đã vận hành tổ hợp vì chống thủy lực ngay sau khi lắp đặt xong. Công tác di chuyển tổ hợp vì chống thủy lực được thực hiện theo đúng thiết kế, chi phí thời gian để di chuyển hoàn chỉnh 01 tổ hợp vì chống thủy lực tự hành với tiến độ 1,2m là 15 phút (di chuyển đồng thời tổ hợp vì chống thủy lực ở đầu và chân chợ).

Kết quả tổng hợp tại hình 6 cho thấy, việc sử dụng tổ hợp vì chống thủy lực tự hành có mức độ

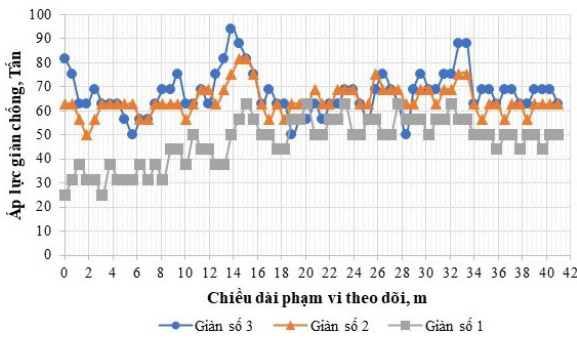
CGH cao để chống tăng cường khu vực ngã ba cho phép nâng cao tính đồng bộ trong lò chợ, hầu hết các công đoạn sản xuất đã được CGH. Ngoài ra, tổ hợp vì chống thủy lực có cường độ và diện tích chống giữ lớn, giảm đáng kể các sự cố tụt nóc, công tác duy trì tiết diện đường lò dọc vỉa và luân chuyển hàng gánh tăng cường bằng cột TLĐ kết hợp với xà thép tương đối đơn giản. Thể hiện qua tổng chi phí thời gian cho công tác chống tăng cường khu vực ngã ba là 15 phút, chiếm khoảng 3% thời gian của một ca sản xuất (8,0 giờ). Việc rút ngắn thời gian cho công đoạn cuối cùng của chu kỳ khai thác, cho phép tập trung thời gian vào khai thác ra than, thực tế sản lượng than khai thác của lò chợ đạt trung bình 1.200 tấn/ngày (lớn nhất 2.400 tấn/ngày), tương ứng với sản lượng than khai thác một tháng 31.000 tấn/tháng, đạt 131% so với thiết kế (23.600 tấn/tháng).

- Về khả năng làm việc của tổ hợp vì chống thủy lực: mỗi đơn nguyên có sức kháng tải 1300kN (130 tấn), tương ứng với khả năng chống giữ của 01 tổ hợp vì chống thủy lực gồm 3 đơn nguyên là: $3 \times 1300 = 3.900\text{kN}$. Để đánh giá khả năng làm việc của tổ hợp vì chống thủy lực trong điều kiện mỏ Nam Mẫu, tiến hành theo dõi, quan trắc áp lực tựa lò chợ tác dụng lên tổ hợp vì chống thủy lực thông qua đồng hồ đo áp lực tức thời gắn sẵn trên từng đơn nguyên giàn chống.

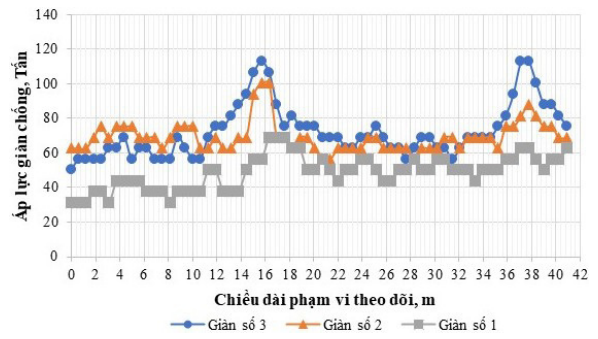
Công tác quan trắc được thực hiện hàng ca, từ ngày 18/10/2025 ÷ 17/11/2025 đã xác định được áp lực mỏ tác dụng lên tổ hợp vì chống thủy lực phân bố không đồng đều dọc theo đường lò dọc vỉa và theo tiến độ dịch chuyển gương lò chợ. Áp lực mỏ tăng dần có tính chu kỳ theo chiều dài của dầm conson đá vách cơ bản, trong đó đơn nguyên giàn chống (giàn số 3) tại vị trí ngã ba lò chợ chịu tác dụng áp lực mỏ lớn nhất (hình 7) và có xu hướng giảm dần ra phía ngoài (giàn số 1), cụ thể:



Hình 6. Chi tiết tỉ lệ thời gian cho từng công việc trong một chu kỳ khai thác lò chợ CGH đồng bộ hạng nhẹ tại Nam Mẫu



a) Lò dọc vỉa vận tải



b) Lò dọc vỉa thông gió

Hình 7. Phân bố áp lực tựa lò chợ lên từng đơn nguyên trong tổ hợp vỉ chống



a) Xà và tấm xà phụ



b) Đế và tấm đế phụ

Hình 8. Liên kết tấm xà, đế phụ với đế và xà chính của đơn nguyên giàn chống

- Giá trị áp lực nhỏ nhất tác động lên tổ hợp vỉ chống thủy lực trên lò dọc vỉa vận tải là 25,10 tấn (áp lực dịch trong cột 246,18 kN) tại đơn nguyên số 1 và lớn nhất là 94,13 tấn (áp lực dịch trong cột 923,16 kN) tại đơn nguyên số 3 (hình 7a).

- Giá trị áp lực nhỏ nhất tác động lên tổ hợp vỉ chống thủy lực trên lò dọc vỉa thông gió là 31,38 tấn (áp lực dịch trong cột 307,72 kN) tại đơn nguyên số 1 và lớn nhất là 112,96 tấn (áp lực dịch trong cột 1.107,79 kN) tại đơn nguyên số 3 (hình 7b).

Như vậy, áp lực mỏ lớn nhất từ 94,13 ÷ 112,96 tấn tác động lên tổ hợp vỉ chống thủy lực đều nhỏ hơn khả năng chịu tải tối đa của từng đơn nguyên giàn chống là 130 tấn. Từ kết quả quan trắc trên đã khẳng định, tổ hợp vỉ chống thủy lực tự hành hoàn toàn đảm bảo khả năng chống tăng cường lò dọc vỉa trong phạm vi chịu ảnh hưởng áp lực tựa lò chợ CGH đồng bộ hạng nhẹ tại mỏ than Nam Mẫu. Tuy nhiên, các đơn nguyên giàn chống sử dụng kết cấu liên kết tấm xà và đế phụ với xà và đế chính dạng bulông + ốc vít thông qua các lỗ (06 lỗ) đã được định vị sẵn. Kết cấu này có ưu điểm là tính ổn định và chỉnh thể cao, khả năng chống giữ tốt (hình 8). Nhược điểm là mức độ linh hoạt thấp, khi lắp đặt trong lò việc tháo/lắp rất khó khăn, trường hợp muốn thay thế phải tách đơn nguyên ra khỏi tổ hợp vỉ chống, rồi hạ đơn nguyên để tháo/lắp tấm xà phụ. Đối với đế phải dùng palăng nhắc đế giàn lên độ cao nhất định, rồi mới tháo/lắp

đế phụ. Ngoài ra, khi lắp đặt các tấm xà và đế phụ, diện tích chống giữ của đơn nguyên tăng không đáng kể, do hầu hết diện tích của tấm xà và đế phụ nằm trên xà và dưới đế chính.

- Về điều kiện địa chất thực tế khu vực lò chợ: không có nhiều khác biệt so với thời điểm lập thiết kế. Các đường lò dọc vỉa thông gió và vận tải được đào bám trụ vỉa, giữ hướng, một số vị trí cốt cao đường lò duy trì không ổn định, hình thành đoạn lò dốc lên/xuống với góc dốc từ 2 ÷ 5°. Miền góc dốc trên phù hợp với khả năng làm việc của tổ hợp vỉ chống thủy lực, nên không phải xử lý sự cố chống xén mở rộng tiết diện để di chuyển tổ hợp vỉ chống. Bên cạnh đó, than khu vực lò chợ có độ kiên cố trung bình $f = 3$, tương ứng cường độ kháng lún 17,4MPa, lớn hơn rất nhiều so với tỉ áp nền của đơn nguyên giàn chống (1,7MPa), không xảy ra hiện tượng lún đế giàn xuống nền lò dọc vỉa. Qua đó cho thấy, khu vực áp dụng thử nghiệm tương đối phù hợp với tổ hợp vỉ chống thủy lực tự hành.

4. Kết luận

Quá trình triển khai giải pháp chống giữ tăng cường lò dọc vỉa trong phạm vi chịu ảnh hưởng áp lực tựa lò chợ tại Nam Mẫu được tổ chức đúng trình tự quy định, công tác đào tạo huấn luyện, kiểm định thực hiện bài bản và nghiêm túc. Đặc biệt các đơn nguyên giàn chống trong tổ hợp vỉ chống thủy lực có kích thước và trọng lượng nhỏ nên tương đối phù hợp với cơ sở hạ tầng hiện có của mỏ, chi phí thời gian cho công tác lắp đặt toàn



bộ tổ hợp vì chống thủy lực tại đầu và chân chợ là 03 ngày và hầu như không phải chống xén mở rộng tiết diện. Bên cạnh đó, tổ hợp vì chống có mức độ CGH cao, cho phép nâng cao tính đồng bộ trong lò chợ, rút ngắn thời gian cho công tác chống tăng cường khu vực ngã ba xuống còn 15 phút, chiếm khoảng 3% thời gian của một ca sản xuất (8,0 giờ). Tổ hợp vì chống thủy lực làm việc ổn định, phù hợp với điều kiện khu vực áp dụng. Tuy nhiên, việc áp dụng giải pháp tại Nam Mẫu chưa lâu, nên cần thiết phải tiếp tục theo dõi để hoàn thiện công nghệ, làm cơ sở nhân rộng trong TKV.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Dự án đầu tư thiết bị công nghệ cơ giới hóa khai thác - Công ty than Nam Mẫu, Viện KHCN Mỏ - Vinacomin, 2025.

[2]. TS. Lê Văn Hậu, *Nghiên cứu đề xuất hệ chiếu chống giữ tăng cường lò dọc vỉa trong phạm vi chịu ảnh hưởng áp lực tựa lò chợ bằng tổ hợp vì chống thủy lực tự hành cho các mỏ hầm lò thuộc TKV*, Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ, số 6/2024.

[3]. Đề tài cấp TKV: *Nghiên cứu áp dụng giải pháp chống giữ tăng cường lò dọc vỉa trong phạm vi chịu ảnh hưởng áp lực tựa lò chợ bằng tổ hợp vì chống thủy lực tự hành tại các mỏ hầm lò thuộc TKV*, Viện KHCN Mỏ - Vinacomin, 2025.

A few preliminary results of applying autonomous hydraulic support system to reinforce vertical seam in the area affected by longwall pressure at Nam Mau coal mine

Dr. Le Van Hau, Eng. Nguyen Van Giang, Eng. Nguyen Duc Quan

Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Eng. Pham Ngoc Hoang, Eng. Nguyen Van Sach - Nam Mau Coal Company - TKV

Abstract:

From 9/2025, Nam Mau coal company was applied a solution to reinforce the vertical seam in the area affected by longwall pressure using autonomous hydraulic support system, to replace hydraulic column combine with steel beam in mechanize synchronized lightweight longwall mining. This article synthesizes, analyzes, and evaluated some preliminary results of applying solution in Nam Mau coal mine conditions.

ẢNH HƯỞNG CỦA ÁP LỰC TỰA ĐẾN SỰ ỔN ĐỊNH LÒ DỌC VĨA TRONG HỆ THỐNG KHAI THÁC CỘT DÀI THEO PHƯƠNG: THỰC TRẠNG TẠI CÁC MỎ THAN HÀM LÒ VÙNG CẨM PHẢ VÀ ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU

ThS. Phạm Văn Quân, TS. Trương Tiên Quân
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

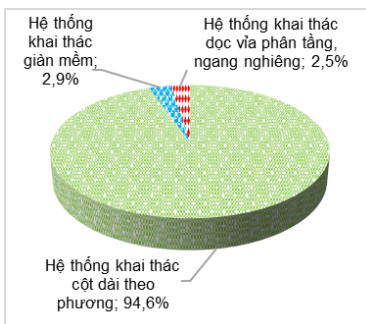
Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn

Tóm tắt:

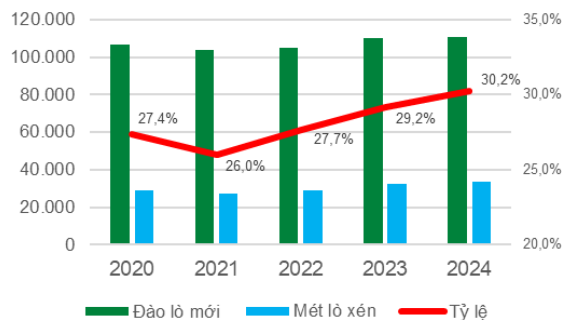
Trong giai đoạn 2020-2024, tỷ lệ mét lò chống xén trên tổng mét lò đào mới tại các mỏ than hầm lò vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh đạt 26,0-30,2%, gây ảnh hưởng sản xuất, tăng chi phí và giảm hiệu quả khai thác. Hiện nay, thiết kế hộ chiếu chống giữ lò chủ yếu dựa trên lý thuyết vòm cân bằng tự nhiên (M.M. Protodyaconov, P.M. Tsimbarevich). Các lý thuyết này chỉ xét đến đặc điểm cơ lý của khối đá xung quanh mà bỏ qua tác động động của áp lực tựa lò chợ, dẫn đến sai lệch lớn giữa tải trọng thiết kế và thực tế, gây biến dạng đường lò. Thông qua phân tích các phương pháp trên thế giới, bài báo chỉ ra khoảng trống nghiên cứu trong nước về mô hình lượng hóa sự phân bố áp lực tựa phù hợp với điều kiện địa chất đặc thù. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất giải pháp kết hợp giữa lý thuyết giải tích, mô phỏng số và quan trắc thực địa để xác định chính xác ảnh hưởng của áp lực tựa, làm tiền đề tối ưu hóa công nghệ chống giữ lò dọc vỉa tại vùng Cẩm Phả.

1. Đặt vấn đề

Vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh là trung tâm sản xuất than của Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV) với các mỏ than hầm lò như Khe Chàm, Mông Dương, Thống Nhất, Dương Huy, Hạ Long, Quang Hanh. Giai đoạn 2020-2024, sản lượng than hầm lò vùng này là 52,6 triệu tấn than nguyên khai chiếm tới 40,6% tổng sản lượng toàn tập đoàn, trong đó hệ thống khai thác (HTKT) cột dài theo phương chiếm ưu thế với 82,8% sản lượng và 94,6% trữ lượng công nghiệp. Đường lò chống giữ bằng vì thép SVP chiếm 71,4%, chống neo chiếm 8,1%, chống gỗ chiếm 7,7% [13].



Hình 1. Tổng hợp trữ lượng CN theo HTKT vùng Cẩm Phả

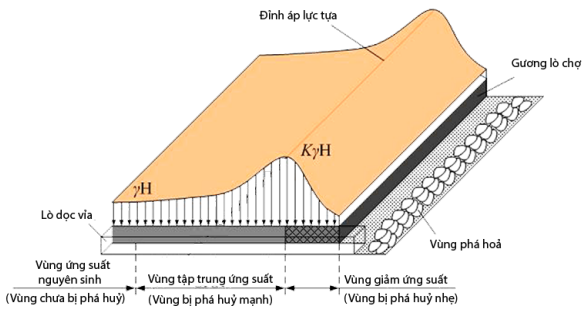


Hình 2. Biểu đồ tương quan giữa mét lò đào mới và mét lò chống xén giai đoạn 2020-2024

Thực tiễn sản xuất cho thấy, các đường lò dọc vỉa thường xuyên bị biến dạng, nén bẹp, dẫn đến tỷ lệ mét lò chống xén hàng năm cao (tăng từ 26% năm 2021 lên dự kiến 30,2% năm 2024). Thực trạng này không chỉ gây lãng phí lớn về chi phí, vật tư, nhân lực mà còn ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất và an toàn chung của mỏ.

Nguyên nhân của vấn đề này xuất phát từ những hạn chế trong phương pháp luận thiết kế các hộ chiếu chống giữ đường lò. Các phương pháp tính toán tải trọng khi xây dựng hộ chiếu chống đang được áp dụng chủ yếu dựa trên lý thuyết vòm cân bằng tự nhiên của M.M. Protodyaconov, P.M. Tsimbarevich. Đây là các lý thuyết vốn được

xây dựng với giả thuyết các đường lò tồn tại trong điều kiện ứng suất tĩnh và chỉ xét đặc điểm cơ lý của khối đá xung quanh đường lò. Tuy nhiên, quá trình khai thác than tạo ra khoảng không gian đã khai thác lớn, làm mất cân bằng hệ thống ứng suất nguyên sinh của khối đá vách. Theo quy luật cơ học đá, trường ứng suất sẽ tái phân bố và dịch chuyển sang các khu vực lân cận chưa khai thác, bao gồm gương lò chợ và các đường lò dọc vỉa. Quá trình này hình thành các vùng tập trung ứng suất cao, được gọi là áp lực tựa. Trong khi đó, các phương pháp tính toán hiện tại chưa xét đến tác động của thành phần áp lực tựa này – loại tải trọng mang tính động và có cường độ lớn hơn nhiều so với tải trọng tĩnh. Số liệu thực nghiệm tại mỏ Khe Chàm III cho thấy: áp lực thực tế tác động lên đường lò dao động từ $70,4 \div 83,2$ tấn/m, cao gấp khoảng 3 lần so với kết quả tính toán theo lý thuyết ($28,6 \div 36,5$ tấn/m). Sự chênh lệch này khiến kết cấu chống giữ không đủ khả năng chịu tải, dẫn đến hiện tượng biến dạng đường lò như tụt nóc, bùng nền, vụn xoắn vì chống khi chịu tác động của gương lò chợ, làm ảnh hưởng đến tính liên tục của dây chuyền sản xuất và tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn cho người lao động.



Hình 3. Phân bố áp lực tựa trước gương lò chợ

Xuất phát từ thực tế nêu trên, bài báo được thực hiện với mục tiêu: tổng quan các phương pháp xác định phạm vi, cường độ áp lực tựa lò chợ trên thế giới, đồng thời phân tích thực trạng nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực tựa đến lò dọc vỉa tại Cẩm Phả. Thông qua đó, bài báo nhận diện được khoảng trống nghiên cứu tại Việt Nam và đề xuất các định hướng nhằm kiểm soát hiệu quả độ ổn định đường lò, góp phần nâng cao năng suất và an toàn cho công tác khai thác than hầm lò.

2. Tổng quan, kinh nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực tựa đến lò dọc vỉa trong HTKT cột dài theo phương trên thế giới

2.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự ổn định

của đường lò dọc vỉa

Trong HTKT cột dài theo phương, sự ổn định của đường lò dọc vỉa là một bài toán phức tạp, chịu ảnh hưởng bởi một tổ hợp các yếu tố tương tác lẫn nhau. Các yếu tố này có thể được phân loại thành ba nhóm chính:

- Các yếu tố về điều kiện địa chất tự nhiên, độ sâu khai thác là một trong những yếu tố ảnh hưởng lớn nhất, quyết định trạng thái ứng suất khối đá. Theo V.N. Tyupin [11], khi chiều sâu đường lò (h) lớn hơn chiều sâu tới hạn (H), đường lò sẽ nằm trong vùng áp lực thủy tĩnh, áp lực đất đá tác động lên đường lò tăng mạnh theo toàn bộ chu vi công trình và gây hiện tượng bùng nền mạnh. Bên cạnh đó, đặc điểm của đất đá xung quanh ảnh hưởng trực tiếp đến sự ổn định đường lò, vì chúng vừa truyền tải áp lực vừa bảo vệ không gian lò. Các khối đá yếu, nhiều khe nứt, phân lớp mỏng hoặc dễ vỡ vụn có thể trượt lở ngay cả khi ứng suất gia tăng không đáng kể. Thêm vào đó, các loại đá như sét kết và bột kết nếu chứa khoáng vật trương nở sẽ tăng thể tích khi gặp nước sẽ tạo ra tải trọng bổ sung tác động đáng kể lên kết cấu chống. Đặc biệt, tại các đường lò dọc vỉa than dày, sự kết hợp của than có độ bền thấp và đá vách/trụ (như sét kết, bột kết) có độ bền thấp, dễ tách lớp làm tăng áp lực lên hệ thống chống giữ, gây mất ổn định đường lò. Ngoài ra, các đứt gãy, uốn nếp và sự xuất hiện của nước ngầm làm giảm độ bền khối đá và gia tăng tải trọng lên kết cấu chống giữ đường lò.

- Các yếu tố về thông số kỹ thuật mỏ: Kích thước lò chợ (chiều rộng, chiều cao khẩu) ảnh hưởng trực tiếp đến cường độ, phạm vi của vùng áp lực tựa tác động đến lò dọc vỉa. Trong nghiên cứu của mình [6], Ang Li và nhóm nghiên cứu đã chỉ ra rằng, khi tăng chiều rộng, chiều cao của lò chợ, các vùng phá hủy, vùng dẻo và vùng đàn hồi đều gia tăng về phạm vi và quy mô áp lực. Bên cạnh đó, kích thước của trụ than bảo vệ cũng ảnh hưởng đến việc phân bố và triệt tiêu áp lực tựa. Sự lan truyền ứng suất này đòi hỏi độ chính xác cao trong công tác thiết kế trụ bảo vệ. Thiết kế trụ không phù hợp là nguyên nhân trực tiếp gây mất ổn định.

- Các yếu tố về công nghệ và vận hành: Tốc độ tiến gương nhanh hay chậm ảnh hưởng đến thời gian khối đá chịu tải trọng động, tác động đến sự phát triển của vùng phá hủy dẻo. Tốc độ tiến gương có quan hệ nghịch với sự phát triển của

trọng tĩnh nguyên sinh dẫn tới bị biến dạng hoặc bị phá huỷ (Hình 6). Vì thế, việc xác định được phạm vi và cường độ áp lực tựa sẽ giúp cho việc thiết kế các giải pháp chống giữ đường lò dọc vỉa hiệu quả hơn.

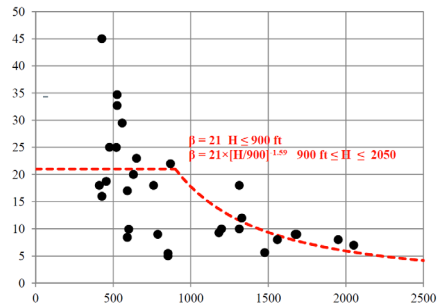
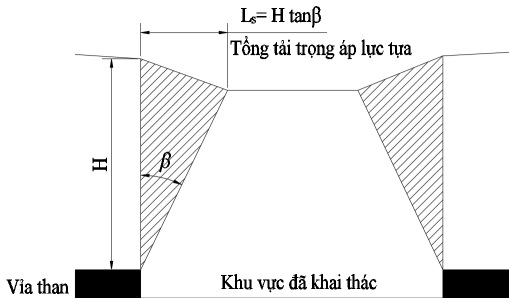
2.3. Kinh nghiệm nghiên cứu về áp lực tựa trên thế giới

Hiện nay, phương pháp luận xác định áp lực tựa lò chợ lên khu vực đường lò chuẩn bị có nhiều cách tiếp cận khác nhau.

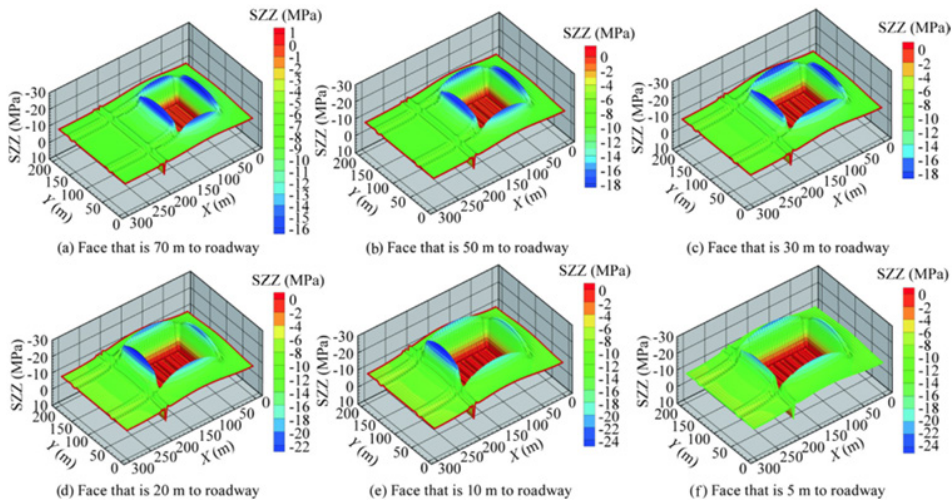
- Nhóm áp dụng các công thức tính toán thực nghiệm trên cơ sở dữ liệu thống kê từ quá trình quan trắc dịch chuyển và biến dạng khối đá qua nhiều năm khai thác, như ALPS/ARMPS (Hoa Kỳ) và ALTS (Úc). Tại Hoa Kỳ, Viện An toàn và Sức khỏe Nghề nghiệp Mỏ Quốc gia (NIOSH) và Cục mỏ Hoa Kỳ (USBM) đã phát triển hệ thống ALPS (Analysis of Longwall Pillar Stability – Phân tích ổn định trụ lò chợ) và ARMPS (Analysis of Retreat Mining Pillar Stability – Phân tích ổn định trụ than khi thu hồi) [14]. Các phương pháp này chủ yếu tập trung vào việc thiết kế trụ bảo vệ đường lò và xác định áp lực tựa. Trong các hệ thống này, góc

áp lực tựa (β) được sử dụng để tính toán tổng tải trọng áp lực tựa truyền từ khu vực phá hoại sang hệ thống trụ bảo vệ. Giá trị góc β biến thiên theo độ sâu khai thác (H), với độ sâu dưới 274m, góc β thường là 21° và sẽ giảm dần theo quy luật hàm mũ khi độ sâu tăng lên (hình 7). Tại Úc, các nghiên cứu đã phát triển và hiệu chỉnh giá trị góc áp lực tựa để tương thích với điều kiện địa chất - kỹ thuật đặc thù (phương pháp ALTS). Điểm ưu việt của phương pháp này là việc xác định góc β không chỉ phụ thuộc vào độ sâu khai thác (H) như mô hình của Hoa Kỳ, mà còn tích hợp sự ảnh hưởng của không gian khai thác như chiều rộng trụ bảo vệ (W) và chiều cao khẩu (C). Thông qua công thức thực nghiệm: $\beta = 21,62 - 0,0221H + 0,0725W - 6,23C$ [3], phương pháp cho phép lượng hóa chính xác hơn tổng tải trọng áp lực tựa phân bố lên hai bên hông lò và xác định phạm vi ảnh hưởng của áp lực tựa một cách tin cậy hơn.

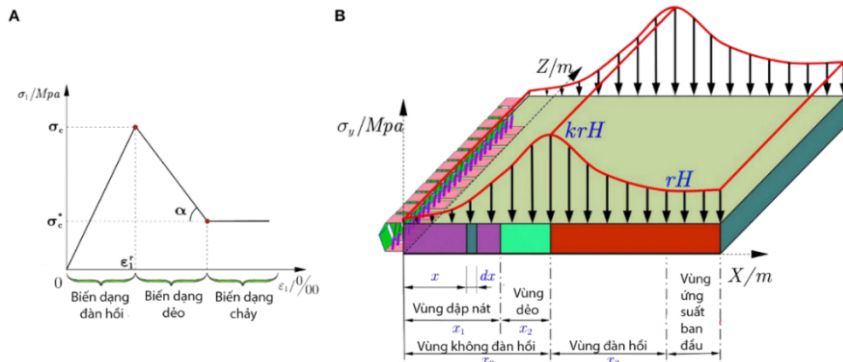
- Nhóm sử dụng các phần mềm để mô phỏng số như FLAC3D, Phase2, UDEC để mô phỏng, xác định trạng thái tập trung ứng suất và các vùng biến dạng của đất đá xung quanh khu vực đường



Hình 7. Góc áp lực tựa (β) trong hệ thống ALPS/ARMPS [14, 15]



Hình 8. Mô hình phân bố áp lực tựa lò chợ bằng phần mềm FLAC3D [8]



(A) Mô hình biến dạng đàn hồi - dẻo - chảy; (B) Quy luật phân bố của áp lực tựa phía trước gương lò chợ
 Hình 9. Mô hình biến dạng đàn hồi-dẻo - chảy và phân bố áp lực tựa [7]

lò. Các thuật toán nền tảng được ứng dụng phổ biến trong cơ học đá bao gồm: Phương pháp Sai phân hữu hạn (FDM); phương pháp Phần tử hữu hạn (FEM), phương pháp Phần tử rời rạc (DEM). Việc ứng dụng các công cụ mô phỏng này đã trở thành xu hướng chung của ngành khai thác mỏ trên thế giới từ đầu thế kỷ XXI, cung cấp cơ sở tin cậy cho việc dự báo áp lực mỏ. Tại mỏ Thôi Gia Trại (Trung Quốc) ở độ sâu 320m, kết quả mô phỏng xác định phạm vi ảnh hưởng của áp lực tựa phía trước gương lò dao động từ 40 ÷ 45m. Giá trị ứng suất đạt cực đại (25,75 MPa) tại vị trí cách gương khai thác khoảng 10m [8]. Tại mỏ Zofiówka (Ba Lan) ở độ sâu 1000m, các phân tích trên phần mềm Phase2 đã chỉ ra vùng ảnh hưởng của áp lực tựa bắt đầu xuất hiện từ khoảng cách 100m trước gương lò và vùng tập trung ứng suất cao nhất nằm trong phạm vi từ 40 ÷ 80m [8].

- Nhóm áp dụng phương pháp giải tích-kinh nghiệm (Nga, Ba Lan) hoặc các mô hình cơ học (Trung Quốc) được áp dụng phổ biến tại các mỏ than hầm lò trên thế giới nhờ tính thực tiễn cao. Ưu điểm nổi bật của nhóm này là khả năng định lượng giá trị áp lực thông qua các thuật toán giải tích được hệ thống hóa thành công thức hoặc bảng tra, tạo thuận lợi cho công tác thiết kế.

Tại Nga, các viện nghiên cứu như VNIMI và KuzNIUI tiếp cận vấn đề theo hướng đánh giá trạng thái dịch chuyển của khối đá. Thay vì chỉ tập trung vào giá trị ứng suất đơn thuần, phương pháp này xác định phạm vi ảnh hưởng của áp lực tựa thông qua mối tương quan với các thông số biến dạng và đặc điểm cấu trúc địa chất. Theo đó, vùng ảnh hưởng của áp lực tựa được xác định dao động trong khoảng từ 30 ÷ 150m, trong đó vùng tập trung ứng suất cao nhất thường phân bố cách gương lò từ 20 ÷ 45m [12].

Tại Ba Lan, lý thuyết sóng áp lực của Budryk (1952) [2] là nền tảng chính, với giả thiết coi lớp đá vách làm việc tương tự một dầm đặt trên nền đàn hồi. Quá trình khai thác sẽ hình thành đường cong áp lực dạng sóng, với giá trị cực đại của áp lực tựa tại khu vực gương lò chợ có thể đạt tới 3 ÷ 6 lần áp lực nguyên sinh. Các nghiên cứu sau này của Alfred Biliński (2005) đã bổ sung việc xác định phạm vi ảnh hưởng dựa trên mối quan hệ giữa độ bền của đá và cường độ áp lực tựa, xác định vùng chịu ảnh hưởng lớn nhất thường nằm trong khoảng 0-10m trước gương [1].

Tại Trung Quốc, các nhà nghiên cứu tập trung xây dựng các mô hình cơ học đá chuyên sâu như: mô hình cân bằng giới hạn, mô hình đàn hồi - dẻo và mô hình vòm ứng suất. Đặc điểm chung của các mô hình này là phân vùng trạng thái ứng suất phía trước gương lò thành các khu vực đặc trưng (vùng phá hủy giới hạn, vùng biến dạng dẻo và vùng đàn hồi). Việc tính toán dựa trên các tham số cơ học đất đá (lực dính kết C, góc ma sát trong φ và hệ số tập trung ứng suất K) cho phép xác định với độ tin cậy cao về quy luật phân bố và vị trí đỉnh của áp lực tựa.

3. Thực trạng nghiên cứu và áp dụng tại các mỏ than hầm lò vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh

Trong nhiều năm, công tác tính toán xây dựng hộ chiếu chống giữ cho các đường lò chuẩn bị của HTKT cột dài theo phương tại Cẩm Phả nói riêng và của TKV nói chung chủ yếu dựa trên lý thuyết vòm cân bằng tự nhiên của M.M. Protodyaconov, P.M. Tsimbarevich. Tuy nhiên, giới hạn của các lý thuyết này là được xây dựng cho các đường lò tồn tại trong môi trường ứng suất tĩnh, mà chưa xét đến các thành phần tải trọng động và sự biến thiên ứng suất do quá trình khai thác gây ra. Thực tế cho thấy, các phương pháp truyền thống đã bỏ

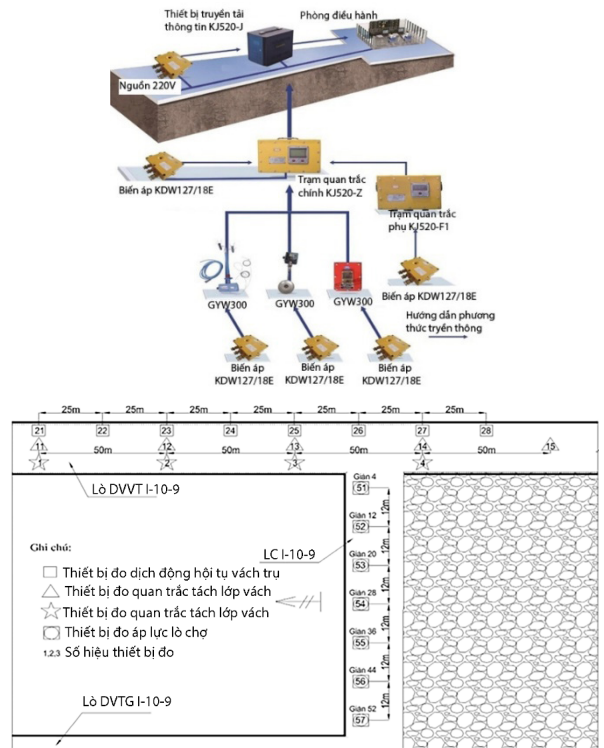
qua sự tồn tại của áp lực tựa lò chợ – thành phần tải trọng động chủ yếu gây mất ổn định công trình. Do đó, các kết cấu chống được thiết kế theo quan điểm này thường chỉ đủ khả năng chịu tải trọng tĩnh thấp, dẫn đến tình trạng quá tải, biến dạng và mất khả năng làm việc khi chịu tác động của áp lực tựa bổ sung từ lò chợ.

Trước thực trạng đó, năm 2024, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam đã ban hành „Hướng dẫn tính toán và lựa chọn kết cấu chống giữ hợp lý cho các đường lò thi công trong điều kiện địa chất phức tạp, áp lực mỏ lớn”. Điểm đổi mới văn bản của tài liệu này là đề xuất phương pháp xác định ảnh hưởng của áp lực tựa lò chợ dựa trên lý thuyết chuyển vị giới hạn của khối đá xung quanh đường lò, thay vì chỉ dựa vào tải trọng đứng như trước đây.

Song song với phương pháp giải tích, việc ứng dụng mô hình hóa trên nền tảng các phần mềm như FLAC2D/3D đã trở thành công cụ đắc lực để dự báo định lượng bức tranh ứng suất - biến dạng. Nghiên cứu của TS. Đào Viết Đoàn [4] tại mỏ Khe Chàm đã sử dụng FLAC3D để phân tích ứng suất - biến dạng, từ đó đề xuất kích thước trụ bảo vệ là 3-6 mét tùy thuộc vào loại vỉ chống sử dụng. Gần đây, công trình nghiên cứu [9] đã mô phỏng chi tiết sự thay đổi trạng thái ứng suất thẳng đứng trong trụ than tại vỉa 11 mỏ Khe Chàm I khi thu hẹp chiều rộng trụ từ 80m xuống 5m. Kết quả cho thấy khi trụ rộng, biểu đồ ứng suất có dạng vòm đôi. Khi trụ hẹp trụ xuống 15 m, hai đỉnh ứng suất hợp nhất thành vòm đơn với giá trị cực đại tăng vọt. Khi trụ quá hẹp dưới 10 m, ứng suất cực đại lại giảm đột ngột do trụ bị phá hủy dẻo trên diện rộng và mất khả năng chịu tải.

Công tác quan trắc hiện trường đóng vai trò kiểm chứng độ tin cậy của các mô hình lý thuyết. Các phép đo hội tụ tiết diện lò đã được sử dụng để xác định phạm vi ảnh hưởng của áp lực tựa. Điển hình tại lò chợ T-N5-2 (Công ty than Mông Dương), kết quả quan trắc xác định phạm vi ảnh hưởng kéo dài tới 40m, trong đó vùng tập trung ứng suất cao nhất nằm trong khoảng 10 ÷ 15m trước gương lò. Xu hướng hiện đại hóa công tác quan trắc cũng được ghi nhận với việc thử nghiệm hệ thống quan trắc áp lực mỏ tự động, thời gian thực KJ520 tại mỏ Khe Chàm I [10].

Hệ thống này cho phép giám sát liên tục các thông số như áp lực lò chợ, tải trọng neo và biến dạng tách lớp đá nóc. Kết quả quan trắc từ thử



Hình 10. Hệ thống quan trắc KJ520 tại lò chợ I-10-9 khu Khe Chàm I mỏ Khe Chàm II-IV [11] nghiệm công nghệ khai thác không trụ bảo vệ cho thấy tải trọng neo cáp đạt đỉnh khoảng 34,6 tấn khi gương lò đến gần và ổn định ở mức 30 tấn sau khi lò chợ đi qua, đồng thời khối đá nóc có xu hướng ổn định lại ở khoảng cách 100m sau gương.

4. Đề xuất định hướng nghiên cứu

Về bản chất cơ học đá, sự mất ổn định của đường lò dọc vỉa trong hệ thống khai thác cột dài theo phương không đơn thuần là bài toán cân bằng tĩnh học của vòm đá tự nhiên theo các giả thiết của M.M. Protodyakonov hay P.M. Tsimbarevich. Thực tế, đây là quá trình tương tác động lực học phức tạp giữa kết cấu chống giữ và khối đá vây quanh dưới tác động của trường ứng suất biến thiên và có cường độ lớn. Khoảng trống lý thuyết hiện nay nằm ở sự sai lệch giữa tính toán và thực tế khi các phương pháp thiết kế truyền thống vẫn áp dụng giả thiết đường lò tồn tại trong môi trường ứng suất tĩnh, bỏ qua sự hình thành của vùng phá hủy và sự dịch chuyển của sóng áp lực tựa đi trước gương lò chợ. Trong điều kiện địa chất đặc thù của vùng than Cẩm Phả với độ sâu khai thác lớn và cấu tạo vỉa phức tạp, sự tái phân bố ứng suất này diễn ra mạnh mẽ và phức tạp hơn, dẫn đến việc các tham số thiết kế cũ không còn phản ánh

đúng trạng thái chịu tải thực tế của đường lò. Do đó, việc chuyển dịch từ tư duy tính toán tĩnh sang kiểm soát động dựa trên định lượng áp lực tựa là một bước tiến bắt buộc về mặt khoa học.

Từ những phân tích về cơ sở lý thuyết nêu trên, có thể khẳng định việc xác định quy luật phân bố và cường độ áp lực tựa lò chợ là yêu cầu cấp thiết đối với công tác kỹ thuật mỏ tại vùng than Cẩm Phả hiện nay. Với điều kiện đặc thù, việc tiếp tục áp dụng các phương pháp tính toán trước đây tiềm ẩn rủi ro về kỹ thuật và chi phí, dẫn đến nghịch lý kết cấu chống vừa gây lãng phí vật tư ở vùng ổn định, lại vừa không đảm bảo an toàn tại các vị trí chịu tập trung ứng suất cao. Vì vậy, việc lượng hóa được các tham số về áp lực tựa sẽ là cơ sở để chuyển đổi tư duy thiết kế theo kinh nghiệm sang thiết kế dựa trên cơ sở khoa học, định lượng. Điều này không chỉ có ý nghĩa trong việc đảm bảo độ ổn định lâu dài cho đường lò, giảm thiểu tỷ lệ chống xen mà còn góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế và an toàn lao động trong quá trình sản xuất.

Kế thừa các thành tựu nghiên cứu quốc tế và bám sát các hướng dẫn kỹ thuật mới của TKV, bài báo đề xuất giải quyết vấn đề thông qua hai hướng tiếp cận có mối quan hệ biện chứng với nhau. Đầu tiên là việc xây dựng phương pháp xác định áp lực tựa mang tính đặc thù cho điều kiện vùng than Cẩm Phả. Nội dung này tập trung hoàn thiện quy trình tính toán thông qua cách tiếp cận tích hợp giữa giải tích, mô hình số và thực nghiệm. Cụ thể, trên cơ sở hệ thống hóa dữ liệu quan trắc hiện trường về áp lực mỏ và biến dạng đường lò, các thuật toán phân tích thống kê kết hợp với mô phỏng số trên các phần mềm chuyên dụng (như FLAC3D, Phase2) sẽ được ứng dụng để tái hiện trạng thái ứng suất - biến dạng của khối đá. Mục tiêu của hướng tiếp cận này là xác định quy luật phân bố cường độ và phạm vi ảnh hưởng của vùng áp lực tựa, từ đó thiết lập các biểu đồ toán đồ hoặc bộ công thức thực nghiệm cho phép xác định nhanh áp lực tựa với độ tin cậy cao phục vụ công tác thiết kế.

Trên cơ sở đã lượng hóa được tải trọng tác động, hướng nghiên cứu thứ hai tập trung vào việc tối ưu hóa các giải pháp công nghệ kiểm soát áp lực tựa lên lò dọc vỉa. Quy trình này bắt đầu bằng việc sử dụng các mô hình số để phân tích độ nhạy của các tham số kỹ thuật như kích thước trụ bảo vệ, bước chống và đặc tính làm việc của

hệ chiếu chống giữ đối với độ ổn định đường lò. Kết quả phân tích sẽ là cơ sở để đề xuất giải pháp chống giữ hợp lý, phù hợp với từng vùng chịu tải khác nhau. Các giải pháp đề xuất sẽ được triển khai thi công thử nghiệm tại hiện trường kết hợp với quan trắc diễn biến áp lực và biến dạng đường lò. Số liệu thực nghiệm đóng vai trò là thước đo để kiểm chứng và đánh giá toàn diện hiệu quả kỹ thuật - an toàn cũng như hiệu quả kinh tế, từ đó hoàn thiện quy trình công nghệ để áp dụng rộng rãi trong thực tiễn sản xuất.

5. Kết luận

Từ các phân tích tổng quan và thực trạng, bài báo rút ra kết luận rằng những hạn chế trong phương pháp thiết kế hệ chiếu chống giữ đường lò hiện nay - vốn dựa trên lý thuyết áp lực tĩnh mà không xét đến tải trọng động của áp lực tựa lò chợ là nguyên nhân chính dẫn đến tỷ lệ lò phải chống xen cao (26,0-30,2%). Trong bối cảnh thế giới đã chuyển dịch sang sử dụng các mô hình cơ học đá kết hợp với quan trắc thời gian thực và mô phỏng số, bài toán ổn định đường lò dọc vỉa trong HTKT cột dài theo phương tại các mỏ hầm lò vùng Cẩm Phả cần được giải quyết thông qua hai định hướng nghiên cứu: (1) xây dựng cơ sở dữ liệu và công thức thực nghiệm xác định quy luật phân bố áp lực tựa đặc thù cho điều kiện địa chất vùng Cẩm Phả; (2) Tối ưu hóa kết cấu chống giữ và áp dụng các giải pháp giảm áp lực chủ động dựa trên các tham số đã được lượng hóa.

Tài liệu tham khảo:

- [1] Biliński A.: *Metoda doboru obudowy ścianowych wyrobisk wybiórkowych i chodnikowych do warunków pola eksploatacyjnego*. Gliwice: Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG, 2005.
- [2] Budryk W.: *Eksploatacja złóż*, vol. część 2. Katowice: Państwowe Wydawnictwa Techniczne, 1952.
- [3] Cowell M.: *The Abutment Angle Model and Its Appropriate Use for Longwall Tailgate Design*, Univ. Wollongong Res. Online, 2018.
- [4] Đào Viết Đoàn: *Nghiên cứu xác định kích thước trụ bảo vệ tự nhiên cho đường lò chuẩn bị mức -300 mỏ than Khe Chàm bằng phần mềm FLAC 3D*, Tạp Chí Công Nghệ Mỏ, vol. 5, 2016.
- [5] He F. et al.: *Study on Evolution of Front Abutment Pressure at Working Face in Repeated Mining of Close-Distance Coal Seams*, *Sustainability*, vol. 14, no. 19, p. 12399, Sept. 2022.



[6] Li A., Ma Q., Ma L., Kang L., Mu Q., and Chen J.: *Coal Mine Abutment Pressure Distribution Based on a Strain-Softening Model*, *Front. Phys.*, vol. 8, Aug. 2020.

[7] Li Y. et al.: *Abutment pressure distribution for longwall face mining through abandoned roadways*, *Int. J. Min. Sci. Technol.*, vol. 29, no. 1, pp. 59–64, Jan. 2019.

[8] Małkowski P. and Ostrowski Ł.: *Pomiary konwergencji jako podstawa analizy numerycznej zmian jakości górotworu i parametrów kryterium wytrzymałościowego hoeka-browna wynikających z eksploatacji ścianowej*, *Arch. Min. Sci.*, vol. 1, pp. 93–118, 2019.

[9] Nông Việt Hùng, Ngô Thái Vinh, Nguyễn Hồng Thái, Vũ Mạnh Anh, Nguyễn Ngọc Bảo, and Nông Việt Trung: *Nghiên cứu sự biến đổi cơ học trong khối đá khu khai thác trên mô hình và đề xuất giải pháp kỹ thuật thu nhỏ tiến tới không để trụ bảo vệ lộ chợ dài góc dốc lớn mở hầm lò vùng Quảng Ninh*.

[10] Phạm Khánh Minh, Phạm Xuân Thanh, and Nguyễn Văn Hiệu: *Nghiên cứu áp dụng hệ*

thống quan trắc tự động trong công nghệ khai thác không để lại trụ bảo vệ tại khu Khe Chàm I, Công ty Than Hạ Long, *Tạp Chí Công Nghiệp Mỏ*, vol. 2, 2023.

[11] Туупин В. N.: *Оценка критической глубины месторождений по условию удароопасности*, *J. Min. Inst.*, vol. 236, no. 2, pp. 167–171, 2019.

[12] Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт (КузНИИ): *Временная инструкция по креплению сопряжений лав на шахтах комбината „Приморскуголь*. Министерство угольной промышленности СССР.

[13] *Tổng hợp các chỉ tiêu kỹ thuật công nghệ của các đơn vị trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam*. (Tài liệu nội bộ).

[14] *Analysis of longwall pillar stability*, The Pennsylvania State University, 1987.

The impact of pressure to the stability of vertical seams in longwall mining systems: Current situation at underground coal mines in the Cam Pha region and research directions

MSc. Pham Van Quan, Dr. Truong Tien Quan
 Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

During the period 2020-2024, the ratio of support and cutting tunnel per newly excavated tunnels in underground coal mine in Cam Pha -Quang Ninh region reached 26.0-30.2%, affecting production, increasing costs, and reducing mining efficiency. Currently, the design of furnace support passport is mainly based on the theory of natural equilibrium arches (M.M. Protodyakonov, P.M. Tsimbarevich). These theory only consider the mechanical properties of the surrounding rock mass, ignoring the dynamic effects of the mine working pressure, leading to large discrepancies between the design load and the actual load, causing deformation of the mine tunnel. Through an analysis of methods used worldwide, this paper points out a research gap in domestic about quantitative models for the distribution of support pressure suitable for specific geological conditions. Base on it, the study proposes a solution combining analytical theory, numerical simulation and field observations to accurately determine the influence of support pressure, server to optimizing the technology of supporting vertical seam tunnels in Cam Pha region.

NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG LAN TRUYỀN SÓNG ỨNG SUẤT NỔ MÌN TRONG ĐẤT ĐÁ CÓ ĐIỀU KIỆN THỦY VĂN PHỨC TẠP

ThS. Đỗ Văn Triều

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

Biên tập: TS. Đoàn Văn Thanh

Tóm tắt:

Trong các công nghệ phục vụ sản xuất của mỏ than lộ thiên, việc làm toi đất đá bằng khoan – nổ mìn là một giải pháp công nghệ hiệu quả về cả yếu tố kinh tế, kỹ thuật. Tuy nhiên, với điều kiện ĐCCT – ĐCTV thay đổi tại các tầng sâu là một yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả đập vỡ đất đá và làm tăng chi phí trong khâu nổ mìn. Theo đó, với việc nghiên cứu, mô phỏng phản ứng nổ mìn trong các điều kiện đất đá ngậm nước khác nhau trên mô hình 2D LS-Dyna có thông số cơ lý đá, tính chất thủy văn đặc trưng của các mỏ than lộ thiên Cao Sơn, sẽ có cái nhìn trực quan về tác động của nước ngậm đến việc suy giảm sóng ứng suất trong môi trường đất đá tầng sâu. Đồng thời, từ kết quả mô phỏng trên, đề xuất nhóm các giải pháp kỹ thuật nâng cao an toàn cho các mỏ than lộ thiên xuống sâu.

1. Mở đầu

Trong điều kiện khai thác xuống sâu tại các mỏ than lộ thiên, sự thay đổi của môi trường địa chất công trình – địa chất thủy văn (ĐCCT–ĐCTV) như giảm độ nứt nẻ, tăng độ cứng, độ nguyên khối và sự hiện diện của nước ngầm đã làm gia tăng khối lượng đất đá cần khoan nổ và ảnh hưởng rõ rệt đến hiệu quả nổ mìn. Dưới tác động của nước trong lỗ khoan, tỷ lệ đá quá cỡ, chất lượng đập vỡ và chi phí nổ mìn đều có xu hướng gia tăng. Số liệu thực tế từ các mỏ than vùng Quảng Ninh cho thấy, tỷ lệ thuốc nổ chịu nước hiện nay dao động từ 40–60% và tăng trung bình từ 8–15% mỗi năm; đặc biệt tại các tầng sâu có thể lên tới 70–100%.

Trên thế giới, nhiều nghiên cứu đã sử dụng mô hình phần tử hữu hạn động (DFEM) trong LS-DYNA để mô phỏng ảnh hưởng của nước đến phản ứng nổ mìn. Jing Gao [5] sử dụng mô hình DFEM 2D để đánh giá sự biến đổi áp lực nổ giữa hai môi trường đất đá khô và ngậm nước, trong khi Hesam Dehghani (2019) sử dụng mô phỏng DFEM 3D cho thấy tỷ lệ đá quá cỡ khi nổ trong lỗ khoan có nước tăng khoảng 15%. Các nghiên cứu khác như của Yingguo Hu (2016) và Wenbo Lu (2016) cho thấy hiệu quả của việc điều chỉnh phương pháp nổ mìn (như tạo biên hoặc thay đổi khối lượng thuốc nổ theo thời gian vi sai) trong việc giảm chấn động và đảm bảo ổn định bờ mỏ.

Dựa trên cơ sở lý luận đó, nghiên cứu này

tiến hành xây dựng mô hình lai giữa phương pháp SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) và DFEM trong môi trường 2D sử dụng phần mềm LS-DYNA. Mô hình mô phỏng được thiết lập dựa trên các thông số địa kỹ thuật, điều kiện thủy văn và loại thuốc nổ đặc trưng của mỏ Cao Sơn, kết hợp với thư viện vật liệu chuẩn hóa trong Ansys. Kết quả mô phỏng là cơ sở để đánh giá định lượng ảnh hưởng của nước trong lỗ khoan đến hiệu quả nổ mìn thông qua các chỉ tiêu như biến đổi sóng ứng suất, áp lực nổ và mức độ đập vỡ đất đá trong hai kịch bản: lỗ khoan khô và lỗ khoan ngậm nước.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mô hình lai SPH và DFEM

Phương pháp phần tử hữu hạn động (Dynamic finite-element methods – DFEM), vật thể liên tục được xấp xỉ bằng tổ hợp của các phần tử hữu hạn. Các phần tử này có kích thước hữu hạn và được liên kết với nhau bằng một số hữu hạn các điểm nút. Sau khi mối quan hệ ứng suất - biến dạng của các phần tử được thiết lập, trạng thái ứng suất - biến dạng của hệ kết cấu có thể được xác định [3].

Phương pháp thủy động lực học hạt mịn (Smooth Particle Hydrodynamics - SPH) được phát triển bởi Lucy, Gingold và Monaghan [5]. Phương pháp này được phát triển để tránh những hạn chế gặp phải trong các bài toán biến dạng cực trị bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Sự khác biệt chính của SPH và các phương pháp cổ điển là SPH không chia các điểm nút. Các hạt là phần tử

đại diện cho đối tượng và mang tính chất chung và riêng tùy theo thuộc tính khai báo. Phương pháp này yêu cầu một trình tính toán mới, được thể hiện ngắn gọn qua công thức sau [9]:

$$\prod^h f(x) = \int f(y)W(x-y, h)dy \quad (1)$$

với W là hàm hạt nhân i

Hàm hạt nhân W được xác định bằng cách sử dụng hàm θ qua mối liên hệ [3]:

$$W(x, h) = \frac{1}{h(x)^d} \theta(x) \quad (2)$$

Với d là số chiều không gian, h là độ dài được làm mịn thay đổi theo thời gian và trong không gian $W(x, h)$ phải là hàm trung tâm.

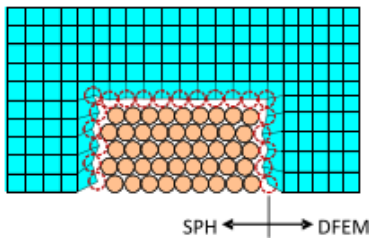
Đối với bài toán mô phỏng nổ mìn, DFEM truyền thống không dự báo chính xác phát triển hệ khe nứt, mức độ đập vỡ đất đá, biến dạng khu vực nổ và khí nổ. SPH khắc phục được những hạn chế của DFEM nhưng lại gặp khó khăn trong việc tính toán các điều kiện hữu hạn [10]. Do đó, việc kết hợp DFEM và SPH là một giải pháp hiệu quả để mô phỏng chính xác toàn bộ quá trình nổ mìn và đưa ra các dự báo về phát triển của các nứt vỡ thứ phát.

Trong nghiên cứu của bài báo, kỹ thuật ghép nối "ràng buộc bề mặt - tied interface - TI" được sử dụng (Zhou, 2015). Kỹ thuật trên liên kết các hạt của SPH theo từng nút của DFEM (hình 1). Trong đó, các hạt SPH được định nghĩa là các nút phụ của DFEM, các phần tử hữu hạn DFEM đóng vai trò bề mặt chính.

Với mô hình lai SPH - DFEM, các hạt và các nút khi liên kết sẽ có cùng gia tốc được xác định bởi khối lượng và lực của hạt và nút phần tử. Vận tốc và vị trí của các nút phần tử và hạt được thay đổi theo bảo toàn động lượng và vận tốc của hạt trên bề mặt tổng thể tại điểm tiếp xúc.

2.2. Đặc tính vật liệu sử dụng trên mô hình mô phỏng

Vật liệu được sử dụng trên mô hình bao gồm:



a) Các hạt SPH liên kết với phần tử hữu hạn DFEM

Đất đá khu vực nổ; thuốc sử dụng và nước. Với việc sử dụng phần mềm LS - Dyna là phần mềm chuyên dụng để mô phỏng động lực học tường minh (Explicit dynamics). Các đặc tính của vật liệu trong mô phỏng đã được công thức hóa để tương thích với các bài toán mô phỏng động.

a) Đất đá khu vực nổ:

Đặc tính của đá là một loại vật liệu giòn [2]. Do đó, vật liệu hợp phù trong LS-Dyna là vật liệu Riedel Hiermaier Thoma - RHT, được phát triển bởi Riedel, Hiermaier và Thoma [5]. RHT bao gồm 03 bề mặt phụ thuộc áp suất trong không gian ứng suất, là các trạng thái giới hạn khác nhau, cụ thể là giới hạn phá hủy, giới hạn đàn hồi và phá hủy thứ phát.

Giới hạn phá hủy $Y_{phá hủy}$ được định nghĩa là một hàm áp suất p , góc θ và tỉ lệ biến dạng ϵ , được xác định bằng công thức (Riedel, 1999).

$$Y_{phahuy} (p^*, \theta, \epsilon) = Y_{TXC}^* (p^*) \cdot R_3(\theta) \cdot F_{tyle}(\epsilon) \quad (3)$$

Trong đó, p^* - áp suất được chuẩn bằng hàm f_c , $p^* = p / f_c$, với p là áp suất thủy tĩnh, f_c là cường độ nén; $R_3(\theta)$ - là hàm xác định sự phụ thuộc bất biến của một hình; F_{tyle} - tốc độ biến dạng, được thể hiện thông qua sự gia tăng độ bền đứt gãy với tốc độ biến dạng dẻo; Y_{TXC}^* là cường độ ứng suất tương đương trên kinh tuyến nén.

Giới hạn đàn hồi được xác định dựa trên việc chia tỷ lệ bề mặt phá vỡ, được xác định theo công thức (Riedel, 1999):

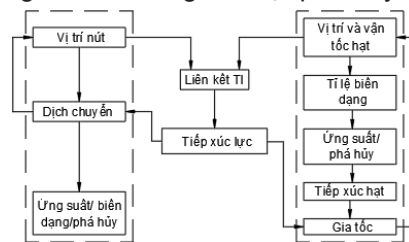
$$Y_{dan hoi} = Y_{phá hủy} \cdot F_{dan hoi} \cdot R_3(\theta) \cdot F_{CAP}(p^*) \quad (4)$$

Trong đó, $F_{dan hoi}$ - tỉ lệ giữa giới hạn đàn hồi và giới hạn phá hủy; $F_{CAP}(p^*)$ là hàm giới hạn ứng suất lệch đàn hồi khi nén thủy tĩnh, giá trị trong khoảng (0, 1).

Phá hủy thứ phát để mô tả cường độ của đá bị nghiền nát hoàn toàn, được xác định qua biểu thức:

$$Y_{phahuythupha} = B \cdot p^{*M} \quad (5)$$

Trong đó, B - hằng số mặt phá hủy thứ phát;



b) Quy trình thực hiện kỹ thuật ghép TI

Hình 1. Mô hình lai SPH - DFEM

M - số mũ mặt phá hủy thứ phát.

b) Thuốc nổ sử dụng:

Bản chất vật liệu nổ trong LS-Dyna được phản ánh qua phương trình trạng thái JWL, để mô tả mối quan hệ giữa áp suất - thể tích - năng lượng của các sản phẩm nổ. Các tính chất trên có đặc tính thực nghiệm, được xác định qua thử nghiệm thực tế đối với từng loại chất nổ. Công thức JWL như sau [6]:

$$P = A\left(1 - \frac{\omega}{R_1 V}\right)e^{-R_1 V} + B\left(1 - \frac{\omega}{R_2 V}\right)e^{-R_2 V} + \frac{\omega E}{V} \quad (6)$$

Trong đó, P - sóng ứng suất, A, B, R₁, R₂ và ω là các hằng số; V - thể tích riêng; E₀ là nội năng ban đầu sau khi kích nổ lượng thuốc.

c) Nước trong lỗ khoan

Các đặc tính vật lý của nước trong mô phỏng được thể hiện qua đa thức tuyến tính sau [5]:

$$\rho = C_0 + C_1 \mu + C_2 \mu^2 + C_3 \mu^3 + (C_4 + C_5 \mu + C_6 \mu^2).E \quad (7)$$

Trong đó: C_i - tham số của phương trình được xác định trên thực nghiệm; E - nội năng ban đầu của một đơn vị thể tích tương đối μ = (1/V) - 1, V - thể tích tương đối.

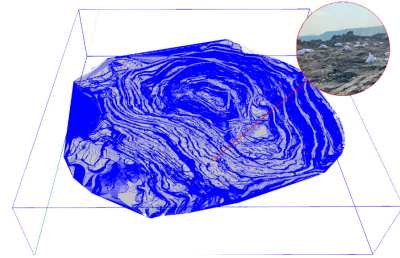
3. Nội dung và kết quả đạt được

3.1. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

Mỏ than Cao Sơn là một trong những mỏ lộ thiên lớn của TKV, than có chất lượng tốt, hệ số bóc trung bình không cao nhưng cung độ vận tải đất đá lớn. Trong những năm gần đây sản lượng than từ 3,7 ÷ 4,3 triệu tấn/năm, tương ứng với khối lượng đất đá bóc 37,9 ÷ 49,2 triệu m³/năm.

Một số chỉ tiêu khai thác than của mỏ than Cao Sơn xem bảng 1.

Hiện nay, mỏ than Cao Sơn đang khai thác các tầng sâu, đáy moong đạt mức - 165 (hình 2). Đất đá trong moong có dạng trầm tích, phân lớp với chiều dày biến động mạnh. Các lớp đá xen kẽ nhau có tính chất không đồng nhất, góc cắm của các phân lớp thay đổi gồm các loại: Cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết, với khối lượng tiêng



Hình 2. Mô hình 3D hiện trạng đáy moong mức -165 và vị trí mô phỏng thử nghiệm trên mỏ than Cao Sơn

trung bình từ 2,67 ÷ 2,75 g/cm³; góc nội ma sát từ 31^o48' ÷ 34^o28'. Đất đá trên mỏ được làm tơi chủ yếu bằng KNM với lỗ khoan đường kính lớn d = 250 mm, sử dụng phương pháp nổ vi sai toàn phần, thuốc nổ Anfo thường cho lỗ khoan khô và thuốc nổ nhũ tương kết hợp Anfo thường dùng cho lỗ khoan chứa nước.

3.2. Mô hình mô phỏng

Để đánh giá ảnh hưởng của nước trong lỗ khoan đến hiệu quả nổ mìn, bài báo xây dựng mô hình 2D lai SPH - DFEM trong phần mềm LS-Dyna dựa trên đặc điểm bãi nổ thực tế tại mức + 65 trên mỏ than Cao Sơn (hình 2). Mô hình xây dựng theo 02 trường hợp: Lỗ khoan khô sử dụng thuốc nổ Anfo thường (hình 3a) và lỗ khoan có nước sử dụng thuốc nổ nhũ tương kết hợp Anfo thường với chiều cao cột nước trong lỗ là 3 m (hình 3b). Thời gian giãn cách giữa 2 đợt nổ: 25 ms.

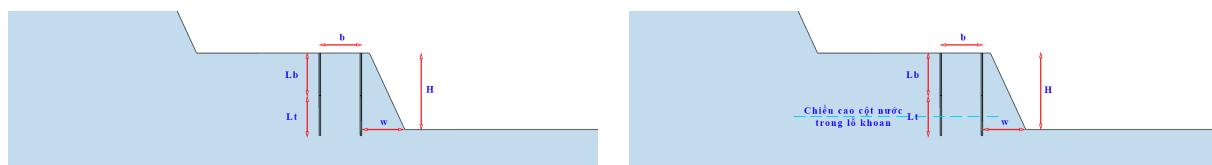
Thông số KNM sử dụng trên mô hình, xem bảng 2.

Xét theo ĐCCT tại bãi nổ mức + 65 mỏ Cao Sơn, đất đá thuộc nhóm cát kết, kết cấu rắn chắc khó phá vỡ, f = 12, khối lượng riêng 2,72 g/cm³; lực kháng kéo 103,96 kG/cm²; lực kháng nén 1023,03 kG/cm², góc nội ma sát 34^o16'.

Để phù hợp với các thông số khai báo tính chất vật liệu RHT dùng trong mô phỏng. Bên cạnh các tính chất của đá cát kết theo ĐCCT của mỏ Cao Sơn, kết hợp thêm các tính chất khác đối với đá cát kết từ thư viện vật liệu của Ansys [1].

Bảng 1. Một số chỉ tiêu khai thác than, đất bóc, cung độ vận tải của mỏ Cao Sơn

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Đã thực hiện					
			2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	Khối lượng đất bóc	10 ³ m ³	37.987	39.310	38.653	25.333	49.238	32.400
2	Than khai thác	10 ³ t	3.711	3.600	3.761	1.869	3.500	1.800
3	Hệ số bóc	m ³ /t	10,24	10,92	10,28	13,56	14,07	18,0
4	Cung độ vận chuyển đất đá	m	4,474	4,738	4,638	4,059	5,729	5,30



Hình 3. Mô hình 2D mô phỏng nổ mìn trong hai trường hợp lỗ khoan khô và lỗ khoan có nước

Bảng 2. Thông số KNM sử dụng trên 02 mô hình mô phỏng

Stt	Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
1	Chiều cao tầng công tác	H	m	15
2	Đường kính lỗ khoan	d_k	mm	250
3	Chiều sâu lỗ khoan	L_k	m	17,5
4	Chiều sâu khoan thêm	L_{kt}	m	2,5
5	Đường kháng chân tầng	w	m	8,5
6	Khoảng cách giữa các hàng lỗ khoan	b	m	7
7	Chiều cao cột bụi	L_b	m	8,0
8	Chiều cao cột thuốc	L_t	m	9,5

Bảng 3. Thông số vật liệu sử dụng trong mô phỏng

Stt	Thuộc tính	Giá trị	Stt	Thuộc tính	Giá trị
I Vật liệu RHT					
1.1	Khối lượng riêng, g/cm ³	2,73	1.8	Áp lực phá vỡ, Pa	1,25e ⁺⁸
1.2	Lực kháng kéo, kG/cm ²	103,96	1.9	Tốc độ biến dạng kéo	3e ⁺²⁵
1.3	Lực kháng nén, kG/cm ²	1023,03	1.10	Tốc độ phá vỡ	3e ⁺²⁵
1.4	Góc nội ma sát	34°16'	1.11	Độ lỗ rỗng ban đầu	1,1
1.5	Biến dạng phá hủy tối thiểu	0,015	1.12	Tốc độ truyền âm, m/s	2.610+2.800
1.6	Thông số bề mặt phá hủy (A)	2,44	1.13	Tốc độ biến dạng kéo tham chiếu	3.0.e ⁻⁵
1.7	Tốc độ biến dạng nén tham chiếu	3.0e ⁻⁵	1.14	Thông số bề mặt ứng suất nén	0,53
II Anfo thường					
2.1	Khối lượng riêng, kg/cm ³	931	2.6	Hệ số trạng thái (R_1)	3,907
2.2	Tốc độ nổ, m/s	4.200	2.7	Hệ số trạng thái (R_2)	1,118
2.3	Áp lực nổ, Pa	5,15.e ⁺⁹	2.8	Hệ số trạng thái (ω)	0,33
2.4	Hệ số trạng thái (A), Pa	4,95e ⁺¹⁰	2.9	Năng lượng nổ trên 1 đơn vị thể tích, Pa/m ³	2,48e ⁺⁹
2.5	Hệ số trạng thái (B), Pa	1,89e ⁺⁹	2.10	Khối lượng thực, m ³ /m ³	1
III Nhũ tương chịu nước					
3.1	Khối lượng riêng, kg/cm ³	1.180	3.6	Hệ số trạng thái (R_1)	4,933
3.2	Tốc độ nổ, m/s	5.866	3.7	Hệ số trạng thái (R_2)	1,962
3.3	Áp lực nổ, Pa	1,10.e ⁺¹⁰	3.8	Hệ số trạng thái (ω)	0,52
3.4	Hệ số trạng thái (A), Pa	2,86.e ⁺¹⁰	3.9	Năng lượng nổ trên 1 đơn vị thể tích, Pa/m ³	3,18.e ⁺⁹
3.5	Hệ số trạng thái (B), Pa	6,72.e ⁺⁹	3.10	Khối lượng thực, m ³ /m ³	1
IV Nước trong lỗ khoan					
4.1	Khối lượng riêng, kg/cm ³	1.025	4.6	Hệ số S_2	1,9859

Stt	Thuộc tính	Giá trị	Stt	Thuộc tính	Giá trị
4.2	Áp lực cắt, Pa	0.01	4.7	Hệ số S_3	0,2286
4.3	Hệ số nhớt	$8,58.e^{-10}$	4.8	Gama	0,35
4.4	Hệ số C, m/s	1.480	4.9	Hệ số A	1
4.5	Hệ số S_1	25.599	4.10	Năng lượng ban đầu, J/m ³	$1,98.e^6$

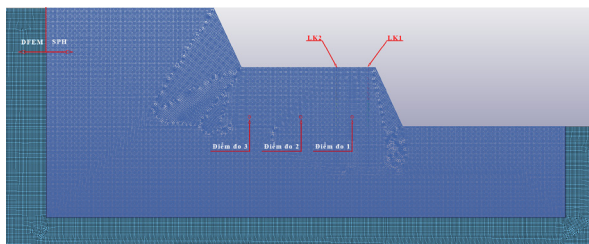
Ngoài ra, các tính chất của thuốc nổ Anfo, thuốc nổ nhũ tương và nước được khai thác tương tự như vật liệu RHT. Các thông số của vật liệu xem bảng 3.

3.3. Kết quả mô phỏng

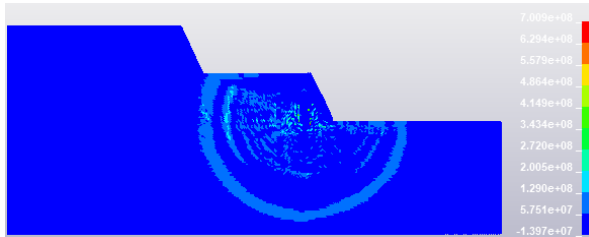
Từ mô hình 2D SPH-DFEM theo 02 trường hợp đánh giá (hình 3a, b) và các thuộc tính của vật liệu mô hình. Thực hiện mô phỏng quá trình nổ mìn và ghi nhận số liệu trên 03 điểm (hình 4) trong phần mềm LS-Dyna với thời gian 0,1 giây.

Kết quả mô phỏng của 02 trường hợp, xem hình 5 ÷ 6.

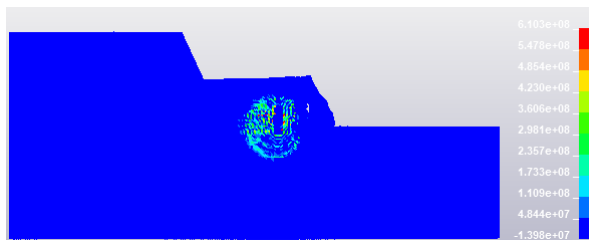
Tại 03 điểm đo trên mô hình, áp lực nổ và sóng



Hình 4. 03 điểm khảo sát quá trình nổ mìn trên mô hình DFEM-SPH

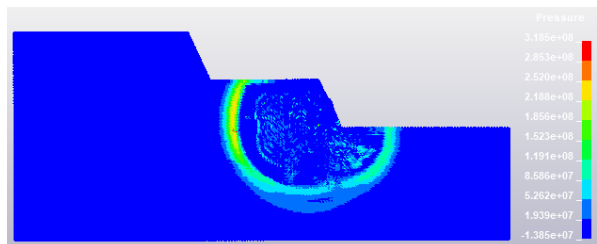


a) Áp lực nổ lan truyền sau khi kích nổ cột thuốc thứ nhất

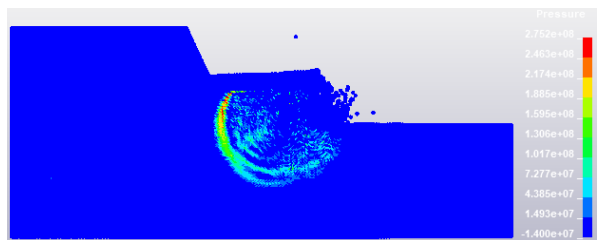


b) Áp lực nổ lan truyền sau khi kích nổ cột thuốc thứ hai

Hình 5. Mô phỏng nổ mìn trong lỗ khoan khô nạp Anfo thường (Trường hợp 01)



a) Áp lực nổ lan truyền sau khi kích nổ cột thuốc thứ nhất



b) Áp lực nổ lan truyền sau khi kích nổ cột thuốc thứ hai

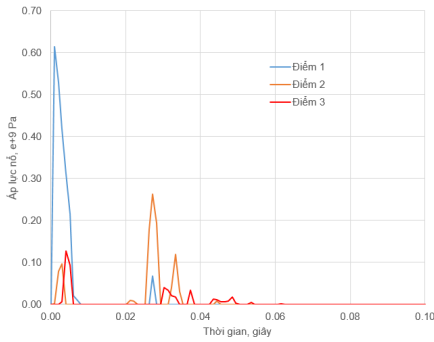
Hình 6. Mô phỏng nổ mìn trong lỗ khoan có nước nạp thuốc hỗn hợp (Trường hợp 02)

ứng suất được ghi nhận xuyên suốt thời gian mô phỏng. Kết quả đo được xem hình 7 ÷ 8.

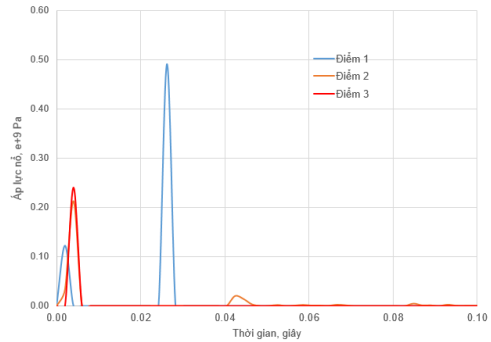
Từ kết quả đo áp lực nổ và sóng ứng suất tại 03 điểm đo theo 02 trường hợp mô phỏng cho thấy: Dưới ảnh hưởng của nước trong lỗ khoan, áp lực nổ trong trường hợp 2 sử dụng thuốc nổ hỗn hợp có giá trị lớn nhất đạt $0,49.10+9$ Pa nhỏ hơn trường hợp 1 có giá trị $0,61.10+9$ Pa. Đồng thời sóng ứng suất lớn nhất lan truyền trong đất của trường hợp 02 ($0,69.10+9$ Pa) nhỏ hơn trường hợp 01 ($0,88.10+9$ Pa) 0,78 lần. Do đó, sự xuất hiện của nước trong khu vực khoan - nổ sẽ làm giảm năng lượng của sóng ứng suất và áp lực nổ, ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả đập vỡ đất đá của phương pháp nổ mìn.

3.4. Đề xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả nổ mìn cho các mỏ lộ thiên sâu

Dựa trên kết quả phân tích, một hệ thống các giải pháp kỹ thuật đồng bộ được đề xuất, có thể được nhóm lại thành một chiến lược “tích hợp” gồm ba lớp: Loại bỏ/Kiểm soát nguyên nhân gốc rễ, Thích ứng một cách thông minh với điều kiện

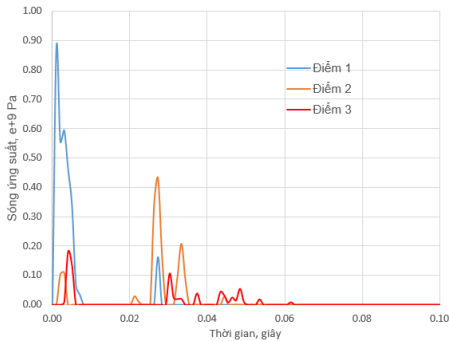


Trường hợp 01

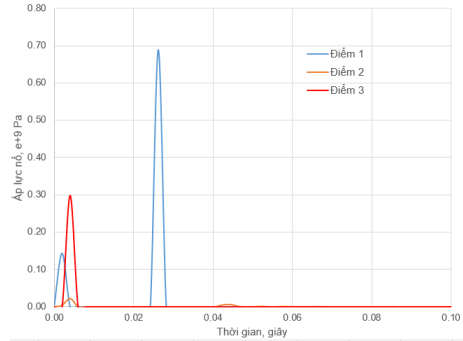


Trường hợp 02

Hình 7. Áp lực nổ tại 03 điểm đo trên mô hình nổ mìn



Trường hợp 01



Trường hợp 02

Hình 8. Sóng ứng suất tại 03 điểm đo trên mô hình nổ mìn

không thể tránh khỏi và Phòng ngừa các rủi ro phát sinh (Hình 9).

- Nhóm giải pháp về Công nghệ Nổ mìn (Thích ứng)

Khi việc loại bỏ hoàn toàn nước là không khả thi, cần phải “sống chung với lũ” một cách thông minh bằng cách cải tiến công nghệ nổ mìn, bao gồm: Lựa chọn vật liệu nổ phù hợp, sử dụng 100% các loại thuốc nổ chịu nước hiệu suất cao; Tối ưu hóa thông số mạng nổ, giảm khoảng cách giữa các lỗ khoan trong hàng và khoảng cách giữa các hàng.

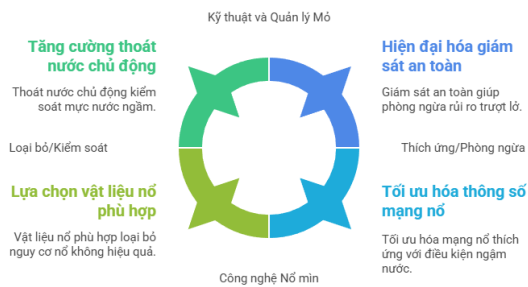
- Nhóm giải pháp về Kỹ thuật và Quản lý Mỏ (Loại bỏ/Kiểm soát và Phòng ngừa)

Đây là nhóm giải pháp mang tính nền tảng và phòng ngừa, giải quyết nguyên nhân gốc rễ và các rủi ro liên quan, bao gồm: (i) Tăng cường công tác thoát nước chủ động (Loại bỏ/Kiểm soát): Đây là giải pháp căn cơ và hiệu quả nhất. Cần đầu tư mạnh mẽ vào các hệ thống thoát nước chủ động để hạ thấp mực nước ngầm trong khu vực sắp khai thác, tạo điều kiện “khô” nhất có thể cho công tác nổ mìn; (ii) Tối ưu hóa thiết kế bờ mỏ (Kiểm soát): Áp dụng các kết quả nghiên cứu về khai

thác tầng sâu như thiết kế bờ mỏ dạng lồng, tính toán và áp dụng góc dốc sườn tầng tối ưu; (iii) Hiện đại hóa công tác giám sát an toàn (Phòng ngừa): Việc nổ mìn trong điều kiện đất đá bão hòa nước có thể làm gia tăng đột ngột áp lực nước lỗ rỗng, một trong những yếu tố nguy hiểm hàng đầu gây mất ổn định và có thể dẫn đến trượt lở bờ mỏ. Do đó, việc trang bị các hệ thống quan trắc ổn định bờ mỏ bằng radar là cực kỳ cần thiết. Hệ thống này có khả năng phát hiện các dịch động bề mặt rất nhỏ và đưa ra cảnh báo sớm trước nhiều ngày, cho phép mỏ có đủ thời gian để lên kế hoạch xử lý hoặc di chuyển người và thiết bị đến nơi an toàn, đảm bảo an toàn tuyệt đối trong sản xuất.

4. Kết luận

Phương pháp mô phỏng đã trở thành giải pháp đáng tin cậy trong việc nghiên cứu, phân tích và đánh giá mô hình tác động cơ học. Kết quả mô phỏng trên mô hình lai giữa SPH - DFEM 2D quá trình nổ mìn theo 02 trường hợp lỗ khoan khô và lỗ khoan có nước cho thấy, ảnh hưởng của nước trong khu vực khoan - nổ sẽ làm giảm năng lượng của sóng ứng suất và áp lực nổ, giảm hiệu quả đập vỡ đất đá. Do đó, để nâng cao hiệu quả nổ



Hình 9. Giải pháp kỹ thuật đồng bộ nâng cao hiệu quả nổ mìn cho mỏ lộ thiên sâu

mìn tại khu vực tầng sâu, cần áp dụng đồng bộ cả ba lớp giải pháp trên sẽ tạo thành một chiến lược toàn diện, giúp các mỏ lộ thiên của TKV vượt qua thách thức khi khai thác xuống sâu, đảm bảo cả về hiệu quả kinh tế và an toàn lao động.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Ansys. (2020). Ansys Granta Materials Properties Database for Simulation.
 [2]. Đàm Trọng Thắng, B. X. (2015). Nổ mìn trong ngành mỏ và công trình. Hà Nội: NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ.
 [3]. Dũng, N. T. (2009). Phương pháp phần tử hữu hạn. Hà Nội: Đại học xây dựng Hà Nội.
 [4]. Hesam Dehghani, N. B. (2019). Blast-Induced Rock Fragmentation in Wet Holes. Mining,

Metallurgy & Exploration.

[5]. Jing Gao, S. X. (2020). Study on the 2D optimization simulation of complex five-hole cutting blasting under different lateral pressure coefficients. Hindawi Complexity, Volume 2020, Article ID 4639518, 12 pages.

[6]. Jose A. SANCHIDRIÁN*, R. C. (2015). Determination of the JWL constants for ANFO and Emulsion explosives from Cylinder test data. Central European Journal of Energetic Materials, 177-194.

[7]. Peng, J., Zhang, F., Du, C., & Yang, X. (2020). Effects of confining pressure on crater blasting in rock-like materials under electric explosion load. Impact Eng.

[8]. Riedel, W. T. (1999). Numerical analysis using a new macroscopic concrete model for hydrocodes. In Proceedings of 9th international symposium on interaction of the effects of munitions with structures , 315–322.

[9]. Thung, T. T. (2017). Study of the SPH method for Simulation in LS-Dyna.

[10]. Wang, Z. Q. (2005). A full coupled numerical analysis approach for buried structures subjected to subsurface blast. Computers & Structures, 339–356.

Research simulating the spread of blast stress waves in soil and rock with complex hydrological conditions

MSc. Do Van Trieu - Vinacomín - Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

In Open-pit coal mining technologies, the loosen soil and rock by drilling -blasting is an effective technological solution in terms of both economic and technical aspects. However, with geotechnical condition at deep levels directly affect to the efficiency of rock crushing and increase the cost of blasting. Accordingly, this study and blasting simulation under different water-filled rock conditions using 2D LS-Dyna model with rock mechanical properties, characteristic hydrological features of Cao Son open pit coal mine, this will provide a visual understanding of the impact of groundwater, related to reduce stress waves in deep-seated soil and rock environments. And, based on simulation results, a group of technical solutions are proposed to improve safety in deep open pit coal mine

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT CÔNG NGHỆ CƠ GIỚI HÓA ĐÀO LÒ THAN TIẾT DIỆN NHỎ TẠI CÁC MỎ THAN HÀM LÒ THUỘC TKV

ThS. Phí Văn Long, TS. Nguyễn Văn Công
KS. Hoàng Phương Thảo, KS. Trần Văn Long
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

Biên tập: TS. Nhĩ Việt Tuấn

Tóm tắt:

Để nâng cao hiệu quả đào lò than tiết diện nhỏ, Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã giao cho Viện KHCN Mỏ chủ trì thực hiện đề tài “Nghiên cứu công nghệ cơ giới hóa đào lò than tiết diện nhỏ tại các mỏ than hầm lò thuộc TKV”. Bài báo này trình bày một số kết quả về công tác nghiên cứu đề xuất các sơ đồ công nghệ, đồng bộ thiết bị cơ giới hóa đào lò than tiết diện nhỏ phù hợp với điều kiện các mỏ than hầm lò TKV.

1. Đặt vấn đề

Để đảm bảo sản lượng than cho nền kinh tế theo điều hành chung của Chính phủ, khối lượng đường lò phải đào hàng năm tại các mỏ than hầm lò của TKV là rất lớn. Chỉ tính riêng trong giai đoạn 2019÷2025, khối lượng mét lò thực hiện mỗi năm khoảng 240.000 ÷ 267.000m, dự kiến sẽ đạt và duy trì khoảng 270.000m kể từ năm 2026, trong đó lò than chiếm trên 70%. Phân tích chi tiết khối lượng các đường lò than cho thấy, phù hợp với công nghệ khai thác chiếm tỷ trọng lớn tại các mỏ than hầm lò TKV là các lò chợ giá khung/giá xích khấu gương khoan nổ mìn hay công nghệ lò dọc vỉa phân tầng, ngang nghiêng, nên hầu hết các đường lò than có phạm vi tiết diện chỉ từ 7,0 ÷ 11,2 m², phổ biến từ 8,0 ÷ 9,6 m². Các đường lò dọc vỉa phục vụ lò chợ cơ giới hóa (CGH) có tiết diện từ 13,0 m² chiếm tỷ trọng không lớn. Trong khi đó, các dây chuyền thiết bị CGH đào lò bằng máy combai hiện hành tại các đơn vị sản xuất than hầm lò cơ bản chỉ làm việc hiệu quả với đường lò có tiết diện $\geq 11,0$ m², đã đặt ra yêu cầu nghiên cứu công nghệ CGH đào lò phù hợp với các đường lò than có tiết diện hạn chế nhằm mở rộng phạm vi áp dụng và nâng cao tỷ trọng mét lò thi công bằng CGH tại các mỏ than hầm lò của TKV.

2. Thực trạng công nghệ cơ giới hóa đào lò than tại các mỏ than hầm lò thuộc TKV

Máy combai đào lò than được sử dụng tại các mỏ than hầm lò TKV theo hai dạng tay khấu thẳng (AM-45, AM-50z) và tay khấu hai khớp kéo dài (EBH-45), trong đó:

(1) Công nghệ CGH đào lò sử dụng máy

combai tay khấu thẳng: Thiết bị sử dụng là các loại Combai tay khấu thẳng AM-45, AM-50z, trọng lượng 20 ÷ 27 tấn do Ba Lan sản xuất được đầu tư từ năm 2003 (tại Công ty than Mông Dương), sau đó được nhân rộng ra các đơn vị.



Hình 1. Máy combai đào lò AM-50Z

Đối với sơ đồ công nghệ này, hầu hết các khâu đã được cơ giới hóa, tuy nhiên, trong trường hợp sử dụng hình thức vận tải không liên tục bằng goòng, sẽ phải chi phí nhiều thời gian cho công tác trao đổi, gây gián đoạn sản xuất, ảnh hưởng đến năng lực làm việc của máy, hạn chế tốc độ đào. Áp dụng công nghệ CGH đào lò than bằng máy combai AM-45, AM-50z trong điều kiện thuận lợi đã nâng cao được tốc độ đào lò và năng suất lao động. Tại mỏ Vàng Danh, tốc độ đào lò đã đạt 325 m/tháng, tăng từ 3,25 ÷ 4,64 lần so với đào lò bằng phương pháp khoan nổ mìn thủ công, tại mỏ Hồng Thái, tốc độ đào lò đã đạt 300 m/tháng. Tuy nhiên, trong quá trình thi công máy cũng tồn tại một số nhược điểm như: trọng lượng máy lớn

Bảng 1. Tổng hợp một số chỉ tiêu KTKT thực tế đào lò than bằng máy combai AM50z tại một số mỏ than hầm lò TKV [3]

TT	Tên mỏ	Diện tích đào (m ²)	Tốc độ đào m/tháng	Nhân lực bố trí (người/ca)	Năng suất lao động (m/người-ca)
1	Hà Lâm	13-15,8	80-100	6	0,2
2	Núi Béo	14,5-18	90-120	7	0,2
3	Hạ Long	13,2	70-80	6	0,160
4	Khe Chàm	>13,0	64-100	6	0,203
5	Quang Hanh	>10,9	80-100	6	0,200

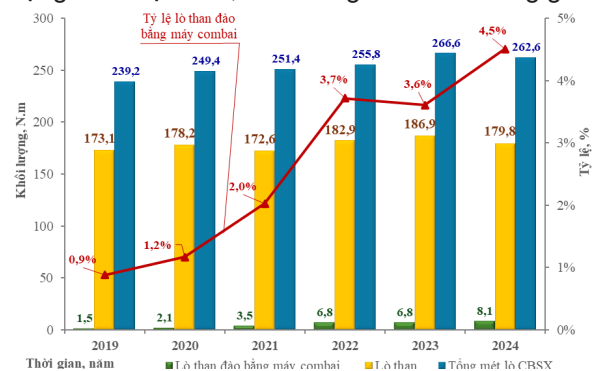
(20 ÷ 27 tấn), trong trường hợp lò chịu ảnh hưởng của nước ngầm và/hoặc nước phun sương dập bụi trong quá trình khấu, nền lò bị làm yếu, khi máy di chuyển cất gương thường bị lún nền; các linh phụ kiện thay thế đều phải nhập khẩu từ Châu Âu (Ba Lan), khi xảy ra sự cố phải chờ đợi làm gián đoạn sản xuất, ... nên công nghệ này không được duy trì, áp dụng rộng rãi như giai đoạn đầu. Thời gian gần đây chỉ có các mỏ Hà Lâm, Núi Béo, Hạ Long, Khe Chàm, Quang Hanh đưa máy AM50 vào thi công, tuy nhiên do máy đã cũ, kết hợp với các nhược điểm đã trình bày ở trên, tốc độ đào lò chỉ đạt 70 ÷ 120 m/tháng, phổ biến 80 ÷ 100 m/tháng, năng suất lao động đạt tốt, từ 0,16 ÷ 0,203 m/công-ca. Hiện nay các dây chuyền đã hết khấu hao, thiết bị cũ thường xuyên hỏng hóc nên các đơn vị đã và đang là thủ tục thanh lý thiết bị. Chi tiết các chỉ tiêu KTKT chủ yếu thời gian gần đây xem tại bảng 1.

(2) Công nghệ CGH đào lò sử dụng máy combai tay khâu hai khớp kéo dài: Thiết bị sử dụng là máy combai đào lò loại tay khâu hai khớp kéo dài mã hiệu EBH-45, trọng lượng ≤10,0 tấn, do Trung Quốc sản xuất được áp dụng tại mỏ Vàng Danh từ tháng 11 năm 2019, đến nay đã được nhân rộng ra toàn TKV (tổng số dây chuyền đào lò EBH-45 hiện nay trong TKV là 16 máy). Sơ đồ công nghệ này tương tự như đối với dây chuyền công nghệ sử dụng máy combai đào lò AM-50z, tuy nhiên nó có ưu điểm hơn là kích thước, trọng lượng máy nhỏ (khoảng 10,0 tấn, chỉ bằng khoảng 40% so với máy AM45, AM50Z), hạn chế được hiện tượng lún nền, thuận lợi cho công tác vận chuyển; tay khâu 2 khớp làm việc theo nguyên lý máy xúc thủy lực gầu nghịch nên linh hoạt, có phạm vi làm việc rộng, có khả năng hỗ trợ cho công tác xúc bốc. Kết quả áp dụng thời gian qua cho thấy, máy combai EBH-45 khá phù hợp với điều kiện địa chất - kỹ thuật của các mỏ than hầm lò thuộc TKV, tốc độ đào lò đạt và duy trì ổn định từ 100 ÷ 150 m/tháng,



Hình 2. Máy combai đào lò EBH-45 đáp ứng tốt yêu cầu sản xuất.

Tuy nhiên, thực tế cũng cho thấy, mặc dù máy combai EBH-45 đã được thiết kế giảm kích thước và trọng lượng máy (kích thước dài x rộng x cao = 10,5x1,6x2,05m; trọng lượng máy 10,0 tấn), nhưng đối chiếu với các đường lò có tiết diện dưới 9,6 m² máy không phù hợp để thi công. Đặc biệt, đối với các đường lò dọc vỉa phân tầng, ngang nghiêng và các đường lò dọc vỉa trung gian, mặc dù có chiều dài và khối lượng rất lớn, nhưng do tiết diện đào phổ biến chỉ từ 7,0 ÷ 8,4 m², nên máy combai EBH-45 cũng không phù hợp để áp dụng. Bên cạnh đó, do đường lò ở mức trung gian



Hình 3. Biểu đồ tổng khối lượng mét lò CBSX và tỷ lệ thi công bằng CGH giai đoạn 2019÷2024



Bảng 2. Thông số kỹ thuật chủ yếu của một số máy đào lò

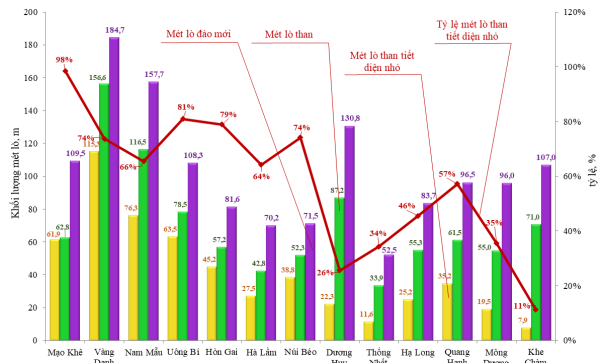
TT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Giá trị			
			EBH-45	WPZ-5/150	EBZ-75	EBH-45L
1	Trọng lượng máy	tấn	10	5	18,4	9,2
-	Trọng lượng cấu kiện lớn nhất	tấn	2,5	-	1,81	1,85
-	Trọng lượng nhỏ nhất	kg	1810	-	-	-
2	Kích thước ngoài (DxRxC)	m	10,5x1,6x2,05	6,3x0,9x1,46	7,4x1,32x1,35	8,2x1,45x1,498
-	Kích thước nhỏ nhất không thể tháo rời (DxRxC)	m	3,4x1,5x0,96	-	3,4m×1,5m×0,96	3,75x1x45x0,9
-	Chiều cao cắt lớn nhất	mm	4000	3750	3500	4000
-	Chiều rộng cắt lớn nhất	mm	4100	5700	4080	4100
3	Kích thước bản cào vơ	mm	-	-	-	1750
4	Tổng công suất máy	kW	75	169	105	90
5	Phương thức di chuyển		Bánh xích	Bánh xích	Bánh xích	Bánh xích
-	Tốc độ di chuyển	m/phút	35	32	0-7,5	35
6	Công suất cắt	kW	45	37	75	50
7	Tốc độ đầu cắt	v/ph	0-90	40	46	0-90
-	Hình thức đầu cắt		Kiểu trục ngang	Kiểu trục ngang	Kiểu trục dọc	Kiểu trục ngang
-	Đường kính tang khâu	mm	450 (±5)	380		460
-	Chiều rộng tang khâu	mm	680 (±7)	600		780
-	Chiều dài tang khâu	mm	965 (±10)	670		800
8	Chiều sâu khâu nền	mm	880	-	175	880
9	Năng suất khâu của máy	m ³ /h	50	-	-	-
10	Bộ phận chuyển tải đuôi máy					
-	Tốc độ xích máng cào	m/s	0,7	0,9	1	0,83
-	Năng suất vận tải	m ³ /h	60		-	70
11	Áp lực nước phun sương ngoài	MPa	2	-	1,5	4
12	Áp lực nền	MPa	0,07	-	-	-
13	Độ dốc lớn nhất có thể di chuyển	độ	≤25	≤20	±18	±γ°
14	Áp lực làm việc hệ thống thủy lực chính	MPa	31,5/25	24	-	-
15	Tiết diện đào	m ²	8,4 ÷ 20,0	6,9 ÷ 16,5	6,9 ÷ 16,5	6,9 ÷ 20
16	Tiết diện đào hiệu quả	m ²	8,4 ÷ 16,5	-	8,4 ÷ 14	8,4 ÷ 16
17	Độ cứng đất đá cho phép	MPa	60/45	60/45	60/45	60/45
18	Động cơ điện phòng nổ		ExdI Mb	ExdI	ExdI	ExdI Mb
-	Điện áp	V	640/1140	640/1140	640/1140	640/1140
-	Công suất	kW	75	45	75	-
-	Cấp cách điện		Cấp F	-	-	-
-	Cấp bảo vệ		IP55	-	-	-
19	Máy đào lò được trang bị đầu đo khí mêtan	-	-	-	-	có
20	Hệ thống chống lún nền	-	-	-	-	có

hoặc phân tầng đào từ các thượng block (trong đá hoặc trong than) nên việc vận chuyển thiết bị có kích thước, khối lượng lớn vào vị trí thi công cũng là rào cản cho việc áp dụng công nghệ cơ giới hóa. Ngoài ra, nhiều đường lò than có kích thước tiết diện thuận lợi, nhưng lại hạn chế về chiều dài nên cũng không phù hợp để áp dụng các máy đào lò có khối lượng, kích thước lớn. Thực tế đó dẫn đến khối lượng mét lò than thi công bằng cơ giới hóa trong những năm gần đây mặc dù có tốc độ tăng trưởng tốt nhưng tỷ trọng còn khiêm tốn, chỉ chiếm từ 1÷4,5% trên tổng khối lượng mét lò đào mới, chưa đáp ứng mục tiêu của TKV. Chi tiết khối lượng mét lò than thi công bằng cơ giới hóa giai đoạn 2019-2024 xem tại hình 3.

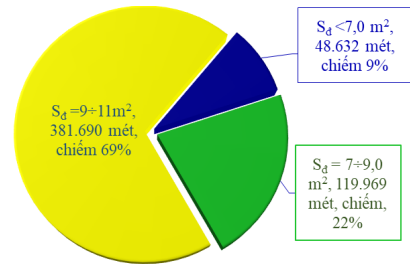
Để khắc phục tồn tại này, Viện KHCN Mỏ đã đề xuất với các đơn vị chế tạo thiết bị phía Trung Quốc để tiếp tục nghiên cứu tối ưu hóa hơn nữa về kích thước, khối lượng các thiết bị cơ giới hóa đào lò để phù hợp với các điều kiện đường lò có điều kiện kỹ thuật hạn chế. Trên cơ sở đó, phía Trung Quốc đã thiết kế và đưa ra một số mô hình máy bao gồm: máy combai EBH-45L có kích thước dài x rộng x cao = 8,1x1,3x1,71m, trọng lượng 8,8 tấn; máy đào lò đa năng WPZ-5/150 có kích thước dài x rộng x cao = 6,3x0,9x1,46m, trọng lượng 5,0 tấn, máy EBZ-75 có kích thước dài x rộng x cao = 7,4x1,32x1,35, trọng lượng 18,4 tấn cho phép đào lò có tiết diện nhỏ nhất đến 6,9 m². Kích thước, trọng lượng, công suất máy đã được phía Trung Quốc cân đối, thiết kế trên cơ sở đồng thời thỏa mãn các yêu cầu độ bền của than, đá cần phải cất với độ ổn định thiết bị cũng như giới hạn chịu lực, độ bền của kết cấu và các chi tiết máy. Chi tiết xem bảng 2.

3. Đề xuất các sơ đồ công nghệ cơ giới hóa đào lò than tiết diện nhỏ tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh

Theo kế hoạch đào lò giai đoạn 2026÷2030, TKV sẽ thi công khoảng 1,34 triệu mét lò, trong đó khối lượng mét lò than là 919.281 m, chiếm khoảng 70%. Trong khối lượng mét lò than, số lượng mét lò than có tiết diện nhỏ hơn 11m² chiếm tỉ trọng khá lớn, theo thống kê là khoảng 550.291m, chiếm 60%. Phân tích chi tiết cơ cấu khối lượng các đường lò than có tiết diện nhỏ trong hình 5 cho thấy: phần lớn các đường lò thuộc phạm vi có tiết diện từ 9,0÷11,0 m² (364.421m, chiếm 69%), tiếp đến là từ 7,0÷9,0 m² (119.969m, chiếm 22%), còn lại phân bố trong các phạm vi đường lò có tiết diện



Hình 4. Biểu đồ tổng hợp khối lượng mét lò than tiết diện nhỏ tại 13 mỏ than hầm lò giai đoạn 2026÷2030



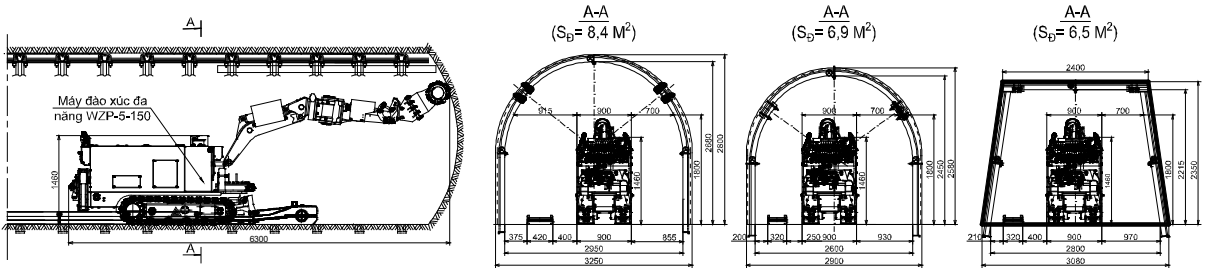
Hình 5. Tổng hợp khối lượng mét lò than tiết diện nhỏ theo tiết diện đào ≤7,0 m² (48.632m, chiếm 9%).

Đối tượng lò này phân bố chủ yếu vào các đường lò dọc vỉa phân tầng, ngang nghiêng, các đường lò dọc vỉa trung gian. Mặt khác, do đặc thù điều kiện địa chất vỉa than có mức độ biến động lớn theo cả đường phương, hướng dốc, dẫn đến nhiều đường lò than chuẩn bị lò chợ mặc dù có tiết diện lớn (trên 11m²) nhưng lại có chiều dài hạn chế (thường nhỏ hơn 200m), nên thực tế các đơn vị vẫn áp dụng công nghệ đào lò tách phá gương bằng khoan nổ mìn, dẫn đến tỷ trọng mét lò than thi công bằng cơ giới hóa của TKV còn thấp.

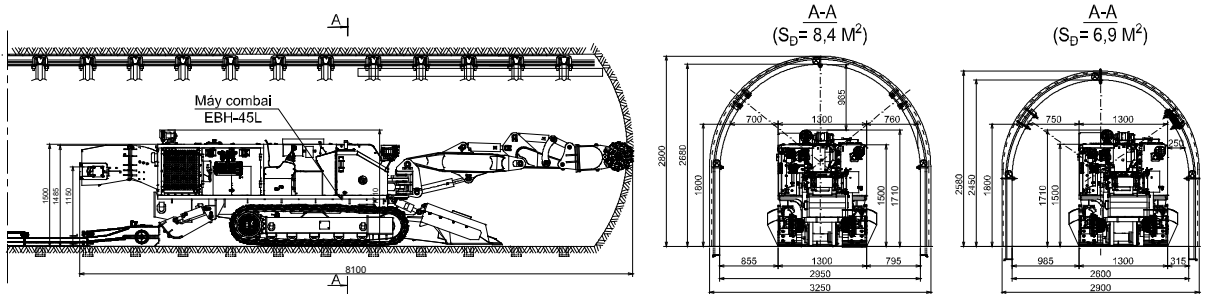
Trên cơ sở kinh nghiệm tại Trung Quốc và thực trạng công nghệ tại các mỏ than hầm lò TKV, nhóm tác giả đề xuất một số sơ đồ công nghệ cơ giới hóa đào lò than tiết diện nhỏ sử dụng máy đào lò đa năng và máy combai như sau:

*** Các sơ đồ công nghệ đào lò trong than tiết diện nhỏ và chiều dài hạn chế, sử dụng máy đào lò đa năng bao gồm:**

- Sơ đồ công nghệ CGH đào lò than sử dụng máy đào lò đa năng, vận tải than liên tục, chống lò bằng vi thép.
- Sơ đồ công nghệ CGH đào lò than sử dụng máy đào lò đa năng, vận tải than liên tục, chống lò



Hình 6. Mô hình công nghệ đào lò than tiết diện nhỏ sử dụng máy đào lò đa năng WPZ-5/150



Hình 7. Mô hình công nghệ đào lò than tiết diện nhỏ sử dụng máy combai EBH-45L

bằng vì neo.

* Các sơ đồ công nghệ đào lò trong than tiết diện nhỏ và chiều dài hạn chế, sử dụng máy combai bao gồm:

- Sơ đồ công nghệ CGH đào lò than sử dụng máy combai, vận tải than không liên tục, chống lò bằng vì thép (hình 6).
- Sơ đồ công nghệ CGH đào lò than sử dụng máy combai, vận tải than không liên tục, chống lò bằng vì neo.
- Sơ đồ công nghệ CGH đào lò than sử dụng máy combai, vận tải than liên tục, chống lò bằng vì thép (hình 7).
- Sơ đồ công nghệ CGH đào lò than sử dụng máy combai, vận tải than liên tục, chống lò bằng vì neo.

4. Lập dự án đầu tư áp dụng thử nghiệm công nghệ tại Công ty than Thống Nhất

Để triển khai công nghệ vào thực tế sản xuất, Viện KHCNM đã phối hợp với Công ty than Thống Nhất lập dự án đầu tư áp dụng thử nghiệm công nghệ [5]. Dự án đã được Tập đoàn TKV thông qua, Công ty than Thống Nhất phê duyệt, hiện đang triển khai các thủ tục cần thiết theo quy định để lựa chọn nhà thầu cung cấp thiết bị.

Mô hình công nghệ đào lò lựa chọn đầu tư tại Công ty than Thống Nhất là cơ giới hóa đào lò than sử dụng máy đào lò EBH-45L (loại cánh tay hai khớp, có khả năng kéo dài), xúc bằng máy vơ

tích hợp trên máy, đổ tải lên cầu chuyền tài sau máy và hệ thống vận tải phía sau (liên tục bằng máng cào, băng tải hoặc không liên tục sử dụng xe goòng). Trên cơ sở kế hoạch sản xuất giai đoạn năm 2026 ÷ 2030 và các năm tiếp theo của Công ty, Dự án đã đánh giá và xác định được 14.080 m lò than có điều kiện thuận lợi để áp dụng đào lò bằng cơ giới hóa. Để phù hợp với lịch đào lò và tốc độ thi công đào lò bằng máy combai EBH-45L, dự án dự kiến huy động 5.260 m lò tại các vỉa 1A, 2B, 3C, 4C, 5A, 5C, 6B mỏ Lộ Trí để áp dụng công nghệ. Điều kiện địa chất, điều kiện kỹ thuật cơ bản khu vực các đường lò như sau:

(1) Điều kiện địa chất: các đường lò huy động vào dự án chủ yếu đào trong vỉa than có độ kiên cố $f = 1\div 3$, chiều dày toàn vỉa từ $2,81 \div 9,10$ m, phổ biến từ $4,90 \div 7,80$ m; góc dốc vỉa từ $10\div 28^\circ$, trung bình 23° . Trong vỉa tồn tại từ $0 \div 6$ lớp đá kẹp, chiều dày các lớp từ $0,1\div 3,38$ m, thành phần đá kẹp chủ yếu là sét kết, bột kết. Đá vách, đá trụ trực tiếp vỉa than chủ yếu là đá sét kết, bột kết, cục bộ có vị trí vách trực tiếp là đá cát kết cứng vững.

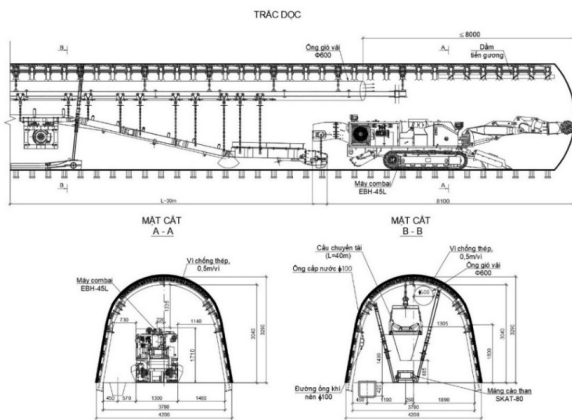
(2) Điều kiện kỹ thuật:

- Tiết diện đào từ $11,6\div 13$ m², chiều cao lò $3,29\div 3,50$ m, chiều rộng $4,20\div 4,54$ m;
- Chiều dài lò từ $180\div 350$ m (phổ biến từ $230\div 280$ m).

Qua tính toán tốc độ đào lò than sử dụng máy combai EBH-45L, trung bình 1 tháng đối với tiết

Bảng 3. Tổng hợp các chỉ tiêu KTKT chủ yếu dây chuyền CGH đào lò sử dụng máy combai EBH-45L

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị			
			Vận tải liên tục		Vận tải không liên tục	
1	Tiết diện đường lò	m ²	11,6	13,0	11,6	13,0
2	Hệ số hoàn thành chu kỳ	-	0,88	0,89	0,84	0,90
3	Tốc độ đào chống lò một ngày đêm	m	5,00	4,50	4,50	4,00
4	Số ngày làm việc trong một tháng	ngày	25,00	25,00	25	25
5	Thời gian một chu kỳ	giờ	24,00	24,00	24,00	24,00
6	Số chu kỳ một ngày đêm	chu kỳ	1,00	1,00	1,00	1,00
7	Tốc độ đào một tháng	m	110	100	95	90
8	Nhân lực một ca	người	6,00	6,00	6	6
9	Nhân lực một ngày đêm	người	18,00	18,00	18	18
10	Năng suất lao động trực tiếp	m/n.ca	0,244	0,223	0,250	0,222



Hình 8. Sơ đồ công nghệ đào lò than sử dụng máy combai EBH-45L, vận tải máng cào/băng tải tại Công ty than Thống Nhất - TKV
 diện 11,6m² và tiết diện 13,0m² là 90÷110 m/tháng, năng suất lao động trung bình đạt 0,222÷0,250 m/n.ca. Chi tiết xem tại bảng 3, hình 8.

Khi áp dụng công nghệ đầu tư của dự án, cùng với việc tăng được tốc độ đào lò so với công nghệ đào lò bằng khoan nổ mìn hiện tại đang áp dụng cũng sẽ cho phép giảm giá thành đào lò. Cụ thể, giá thành đào lò của công nghệ là từ 41.241.993 đồng/m ($S_d = 11,6m^2$) ÷ 42.748.870 đ/m ($S_d = 13,0m^2$), giảm từ 6.436.486 ÷ 7.543.230 đồng/m so với đào lò bằng khoan nổ mìn trong cùng điều kiện. Như vậy, việc đầu tư áp dụng công nghệ sẽ mang lại hiệu quả kinh tế cho đơn vị thông qua các chỉ tiêu sau: Tổng mức đầu tư 10.546 triệu đồng; Lợi nhuận ròng (Pn) 40.994 triệu đồng; Giá trị hiện tại thực (NPV) 3.933 triệu đồng (hệ số chiết khấu $r=10\%$); Thời gian hoàn vốn (T) 1,3 năm; Tỷ lệ lãi nội tại (IRR) 14,81 %. Chi tiết xem bảng 4.

5. Kết luận

Công nghệ cơ giới hóa đào lò than sử dụng các mô hình máy combai EBH-45L và máy đào lò đa năng WPZ-5/150 là công nghệ mới, có tiềm năng để ứng dụng thi công tại các đường lò than có tiết diện nhỏ và/hoặc các đường lò than có tiết diện lớn nhưng hạn chế về chiều dài. Trong phạm vi bài báo, nhóm tác giả đã nghiên cứu tổng quan, đánh giá hiện trạng công nghệ cơ giới hóa đào lò than tại các mỏ than hầm lò thuộc TKV, từ đó đề xuất một số sơ đồ công nghệ phù hợp. Kết quả tính toán, thiết kế cho điều kiện Công ty than Thống Nhất cũng cho thấy, áp dụng công nghệ trong điều kiện mỏ hầm lò thuộc TKV sẽ đảm bảo một loạt hiệu quả về kỹ thuật, kinh tế và an toàn. Thời gian tới, Viện KHCN mỏ sẽ tiếp tục phối hợp với Công ty than Thống Nhất triển khai công nghệ trong thực tế, làm cơ sở để theo dõi, đánh giá và hoàn thiện công nghệ trước khi nhân rộng trong TKV./.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Đặng Thanh Hải và nnk, “Phát triển áp dụng cơ giới hóa đào lò và khai thác tại các mỏ hầm lò vùng than Quảng Ninh giai đoạn 2013-2015 lộ trình đến năm 2020”, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Tập đoàn TKV, Viện KHCN Mỏ, 2016.
- [2]. Vũ Thành Lâm và nnk (2020), “Cơ giới hóa đào lò - những thành tựu và định hướng phát triển tại các mỏ than hầm lò TKV”, Tuyển tập báo cáo “Khoa học và công nghệ mỏ - Những thành tựu và phương hướng phát triển”, Hội khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam (11/2020).
- [3]. Báo cáo Nghiên cứu, xây dựng định hướng phát triển áp dụng công nghệ cơ giới hóa đào lò giai đoạn 2021-2025 tại các mỏ than hầm lò TKV,



Bảng 4. Tổng hợp các chỉ tiêu đầu tư và hiệu quả kinh tế của dự án

TT	Chỉ tiêu	ĐVT	Giá trị	Ghi chú
1	Khối lượng đào	m	5.265	Đào trong 6 năm
2	Tổng mức đầu tư	trđ	10.546	
3	Giá thành đào 1 m lò bằng máy com bai đào lò EBH-45L			
-	Đào qua than f=1-:-3; chống bằng vì thép SPV-27 hình vòm, bước chống 0,5m; $S_d=13m^2$.	đ/m	42.748.870	
-	Đào qua than f=1-:-3; chống bằng vì thép SPV-27 hình vòm, bước chống 0,5m; $S_d=11,6m^2$.	đ/m	41.241.993	
4	Giá thành đào 1 m lò bằng khoan nổ mìn			
-	Đào qua than f=1-:-3; chống bằng vì thép SPV-27 hình vòm, bước chống 0,5m; $S_d=13m^2$.	đ/m	50.292.100	
-	Đào qua than f=1-:-3; chống bằng vì thép SPV-27 hình vòm, bước chống 0,5m; $S_d=11,6m^2$.	đ/m	47.678.479	
5	Tổng chi phí sản xuất	trđ	243.735	
6	Tổng doanh thu	trđ	294.978	
7	Lợi nhuận trước thuế	trđ	51.243	
8	Lợi nhuận ròng (Pn)	trđ	40.994	
9	Giá trị hiện tại thực (NPV)	trđ	3.933	
10	Tỉ lệ hoàn vốn nội tại (IRR)	%	14,81%	
11	Thời hạn hoàn vốn	năm	1,3	

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, 2020.

[4]. Báo cáo khối lượng mỏ các năm từ 2019-2024 của Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam.

[5]. Tài liệu kỹ thuật thiết bị đào lò của Công ty TNHH công nghiệp nặng Lanxiang Giang Tây,

Trung Quốc (<http://www.lanxianghi.com/products/detailed/87.html>; <http://www.lanxianghi.com>).

[6]. Tài liệu kỹ thuật thiết bị của Công ty Tian An technology Ltd., Co.

Research propose mechanized technology for excavating small section tunnels in underground coal mine belonging TKV

MSc. Phi Van Long, Dr. Nguyen Van Cong, Eng. Hoang Phuong Thao
Eng. Tran Van Long - Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

To improve efficiency excavating small section tunnels, TKV has assigned Institue Mining Science and Technology to lead the project “Research mechanized technology for excavating small section tunnels in underground coal mine belonging TKV”. This article preview a few result due research propose diagrams technology, synchronized mechanized equipment for excavating small section tunnels in underground coal mine which suitable for the conditions of TKV.

KẾT QUẢ CHẾ TẠO VÀ ÁP DỤNG THỬ NGHIỆM THỰC TẾ GIÁ KHUNG THỦY LỰC QUÁ ĐỘ GKQĐ-2000/1.6/2.4 CHỐNG GIỮ TẠI KHU VỰC TRẠM DẪN ĐỘNG MÁNG CÀO LÒ CHỢ I-6A-4 CÔNG TY THAN NAM MẪU - TKV

ThS. Đoàn Ngọc Cảnh và nnk
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

Biên tập: TS. Nhĩ Việt Tuấn

Tóm tắt:

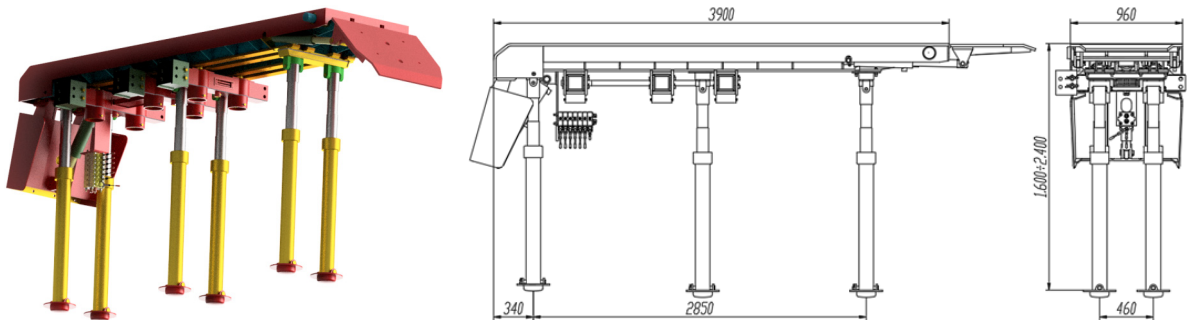
Giá khung thủy lực quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 là Sản phẩm của đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo giá khung thủy lực quá độ chống giữ trong phạm vi trạm dẫn động máng cào lò chợ cột dài theo phương tại các mỏ than vùng Quảng Ninh” đã được sản xuất chế tạo nội địa hóa tại Công ty Cơ khí Ưông Bí và đưa vào áp dụng thử nghiệm thực tế tại lò chợ I-6a-4 Công ty than Nam Mẫu - TKV. Sau hơn 3 tháng hoạt động, kết quả thử nghiệm thực tế cho thấy giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 hoạt động đúng tính năng và thông số kỹ thuật thiết kế khi làm việc đồng bộ với giá khung GCL-1600/1.6/2.4HT của công ty lắp trong lò chợ. Bài báo này sẽ tổng hợp lại các kết quả sản xuất chế tạo và áp dụng thử nghiệm thực tế của giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4

1. Giới thiệu chung

Hiện nay, tại các mỏ than hầm lò chống giữ bằng giá khung thủy lực, tại khu vực trạm dẫn động máng cào khu vực ngã ba chân lò chợ, đều sử dụng giải pháp chống truyền thống dùng vì chống SVP hình vòm, xà hộp kết hợp cột thủy lực đơn. Đây là nơi bố trí nhiều thiết bị, không gian làm việc chật hẹp và chịu áp lực mỏ lớn nên thiết bị chống khó ổn định, dễ bị biến dạng, xô lệch và đòi hỏi nhiều thao tác xử lý thủ công, gây nguy cơ mất an toàn, đặc biệt trong thao tác vận hành và đi lại của người lao động. Để cải thiện, khắc phục các tồn tại trên trong công nghệ khai thác hầm lò, việc nghiên cứu chế tạo và thử nghiệm thiết bị giá khung thủy lực quá độ có khả năng liên kết đồng bộ với hệ giá khung hiện có, tăng tính ổn định, giảm thao tác thủ công và cải thiện an toàn lao

động là nhu cầu thực tiễn của sản xuất

Giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 là thiết bị chống di động dạng giá khung thủy lực, có khả năng liên kết đồng bộ với giá khung thủy lực kiểu chỉnh thể thông thường thông qua cụm khung đỡ bố trí phía dưới xà nóc. Theo thiết kế, thiết bị hoạt động phù hợp trong điều kiện lò chợ có góc dốc theo phương $\leq 35^\circ$ và góc dốc theo hướng $\pm 15^\circ$, chiều cao làm việc điều chỉnh trong khoảng 1.600-2.400 mm, bước tiến giá 800 mm với cụm xà nóc có kích thước 3.900 x 960 (mm), khả năng chịu lực chống làm việc đến 2.000kN. Giá khung được thiết kế có thể sử dụng 6 cột thủy lực, trong đó 2 cột giữa có khả năng di chuyển cùng khung đỡ để đảm bảo tính linh hoạt khi di chuyển và sử dụng để chống tăng cường khi nền lò yếu. Thông số kỹ thuật chính của giá khung quá độ cụ thể như trong



Hình 1. Cấu tạo giá khung quá độ GKQĐ/2000/1.6/2.4



Bảng 1. Thông số kỹ thuật giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4

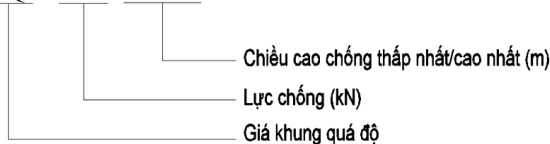
TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Thông số
1	Chiều cao (min - max)	mm	1.600÷2.400
2	Chiều dài xà nóc	mm	3.900
3	Chiều rộng xà nóc	mm	960
4	Bước tiến giá	mm	800
5	Lực chống làm việc (P= 40.7 MPa)	kN	2.000
6	Lực chống ban đầu (P= 31.5 MPa)	kN	1.546,4
7	Áp lực trạm bơm	MPa	31.5
8	Góc dốc làm việc theo phương	độ	≤35
9	Góc dốc theo hướng	độ	±1°
10	Số cột thủy lực của giá	cột	04÷06
11	Trọng lượng giá	kg	~3.000

bảng 1.

Giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 được điều khiển hoạt động bởi hệ thủy lực tuần hoàn. Dung dịch nhũ hóa cao áp từ trạm bơm được dẫn qua đường ống chính đến từng bộ giá khung, phân phối qua tổ van thao tác để điều khiển các cột và kích làm việc, qua đó điều khiển hoạt động các cơ cấu của giá khung. Khi cần di chuyển giá, trước hết phải trút tải cột thủy lực, rút cột lên để xà nóc hạ xuống nằm trên khung đỡ; sau đó cấp dịch cho kích tiến xà lấy khung đỡ làm điểm tựa đẩy xà nóc di chuyển tới vị trí yêu cầu. Khi đã đạt vị trí mong muốn, cấp dịch cho cột thủy lực để chống chắc chắn và hoàn tất chu kỳ di chuyển. Hệ thống thủy lực có van an toàn bố trí trên cụm van đầu cột, bảo vệ khi áp lực vượt quá ngưỡng làm việc, van tự động xả bớt áp lực để đưa cột về trạng thái làm việc an toàn. Cụm xà đuôi được điều khiển bởi kích xà đuôi nhằm thu hồi than nóc và che chắn đất đá luống phá hòa phía sau, đồng thời bảo vệ cột phá hòa phía sau; tấm chắn gương có thể được sử dụng sau khi khoan nổ mìn, trước khi di chuyển giá, để đảm bảo an toàn cho người làm việc bên dưới.

Ký mã hiệu thiết bị:

GKQĐ/2000/1.6/2.4



2. Kết quả sản xuất chế tạo và áp dụng thử nghiệm thực tế

2.1. Công tác sản xuất chế tạo

Giá khung quá độ là thiết bị chống giữ thủy lực

làm việc trong hầm lò, yêu cầu kỹ thuật an toàn cao do vậy để có sản phẩm đáp ứng yêu cầu chất lượng, an toàn cần đảm bảo chặt chẽ đầy đủ các qui trình từ việc nghiên cứu, tính toán thiết kế, thẩm định cấp phép sản xuất chế tạo, kiểm định thử nghiệm sản phẩm theo đúng các tiêu chuẩn, qui chuẩn an toàn sử dụng thiết bị trong hầm lò. Trong đó khâu kiểm soát chất lượng chế tạo sản phẩm trong quá trình sản xuất đóng vai trò hết sức quan trọng.

Hồ sơ bản vẽ thiết kế được Nhóm thực hiện đề tài Viện khoa học Công nghệ Mỏ lập tuân thủ đúng các quy định thiết kế chế tạo sản phẩm cơ khí, phù hợp công nghệ chế tạo thiết bị trong nước. Bộ hồ sơ thiết kế đã được Cục Kỹ thuật An toàn và Môi trường Công nghiệp thẩm định, phê duyệt thiết kế theo văn bản số 1719/ATMT-ATKV ngày 09/10/2024, cho phép sản xuất chế tạo và áp dụng thử nghiệm trong hầm lò. Để kiểm soát chất lượng trong quá trình sản xuất, nhóm thực hiện đã xây dựng đầy đủ bộ quy trình công nghệ gia công chế tạo các cụm kết cấu chính đặc thù của giá khung, cụ thể gồm: Quy trình công nghệ hàn, Quy trình gia công chế tạo cụm tấm chắn gương, cụm xà nóc, cụm xà đuôi, cụm khung đỡ di chuyển giá và các chi tiết trục chốt điển hình. Bên cạnh đó, để nâng cao chất lượng, nhóm nghiên cứu xây dựng chi tiết, cụ thể quy trình lắp ráp, kiểm tra chất lượng công đoạn trong từng khâu sản xuất, kiểm tra thử nghiệm hoạt động và hướng dẫn vận hành an toàn thiết bị. Những tài liệu này là cơ sở để sản phẩm được chế tạo đúng yêu cầu kỹ thuật, đảm bảo chất lượng, phù hợp với công nghệ thiết bị chế tạo trong nước, hướng tới sản xuất thương mại sản phẩm.

Việc sản xuất chế tạo toàn bộ kết cấu giá khung quá độ GK 1600/1.6/2.4 được thực hiện với sự hợp tác của Công ty CP Cơ khí Uông Bí, đơn vị có truyền thống và kinh nghiệm lâu năm trong sản xuất chế tạo các loại giàn, giá chống thủy lực, được đầu tư trang bị nhiều máy, thiết bị gia công, chế tạo chuyên dụng, hiện đại như:

- Thiết bị phân tích xác định thành phần hoá học của vật liệu, kiểm tra độ bền của vật liệu bằng phương pháp kéo, nén; kiểm tra độ cứng bề mặt vật liệu.

- Hệ thống thiết bị hàn tự động; máy kiểm tra khuyết tật mỗi hàn, Kiểm tra chiều dày lớp sơn, mạ.

- Thiết bị kiểm tra vi chống đáp ứng QCVN 03/2017 BCT.

Với sự tuân thủ nghiêm túc quy trình công nghệ chế tạo, sự giám sát kiểm tra chặt chẽ của nhà máy và đơn vị nghiên cứu, sản phẩm giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 được chế tạo đã đảm bảo yêu cầu kỹ thuật theo thiết kế, đảm bảo chất lượng theo các tiêu chí kiểm tra theo QCVN đối với sản phẩm chịu áp lực cao sử dụng trong hầm lò. Sản phẩm 06 bộ giá khung quá độ GKQĐ-



Hình 2. Công tác sản xuất chế tạo và kiểm định giá khung quá độ GKQĐ/2000/1.6/2.4

2000/1.6/2.4 sau khi sản xuất chế tạo hoàn thiện tại đơn vị sản xuất đã được kiểm định tại trung tâm kiểm định 1 - Bộ Công thương và được cấp giấy chứng nhận kiểm định an toàn theo QCVN 03:2017/BCT - “Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về an toàn vi chống thủy lực sử dụng trong mỏ than hầm lò”. Dưới đây là một số hình ảnh thực tế quá trình chế tạo, kiểm tra thử nghiệm trên mặt bằng giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4

2.2. Công tác thử nghiệm sản phẩm

Việc thử nghiệm thiết bị trong thực tế sản xuất có ý nghĩa quan trọng để đánh giá thực tế về chất lượng, hiệu quả của sản phẩm chế tạo. Trên cơ sở khảo sát các lò chợ giá khung thủy lực di động tại Quảng Ninh, lò chợ I-6A-4 thuộc mỏ Nam Mẫu được chọn làm điểm thử nghiệm do điều kiện công nghệ khai thác phù hợp đặc tính kỹ thuật làm việc của giá khung quá độ, cụ thể công tác triển khai thực hiện:

- Ngày 3/10/2025, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin đã phối hợp cùng Công ty than Nam Mẫu-TKV thống nhất vị trí áp dụng thử nghiệm, xây dựng phương án vận chuyển, lắp đặt và theo dõi hoạt động thử nghiệm của thiết bị giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 tại lò chợ I-6A-4;

- Từ ngày 18/10/2025 đến ngày 23/10/2025, Viện chuyển giao Công ty than Nam Mẫu 06 bộ giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 tại MB +125 Công ty than Nam Mẫu.

- Từ ngày 25/10/2025 đến 30/1/2026 Công ty than Nam Mẫu đã triển khai công tác vận chuyển, tháo dỡ/lắp đặt thiết bị vào vị trí làm việc và vận hành, theo dõi đánh giá hoạt động thực tế của thiết bị trong lò chợ I-6A-4.

Sau hơn 3 tháng hoạt động, kết quả thử nghiệm thực tế cho thấy giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 hoạt động đúng tính năng và thông số kỹ thuật thiết kế khi làm việc đồng bộ với giá khung GCL-1600/1.6/2.4HT của công ty lắp trong lò chợ. Các thông số làm việc đo được gồm chiều cao chống giữ 1.600–2.400 mm, bước tiến gương 800 mm; tính đồng bộ giữa các giá khung đảm bảo hoạt động như một thể thống nhất. Đến cuối tháng 1 năm 2026, lò chợ đã tiến được 30 luồng, tương đương khoảng 25m theo phương khai thác. Dữ liệu áp suất theo dõi trên các cột chống của giá khung quá độ đo được dao động trong khoảng 26 ÷ 39,5 MPa; nằm trong giới hạn áp suất làm việc định mức của giá khung quá độ. Ghi nhận thực tế cho thấy van an toàn hoạt động đúng chức năng:



Hình 3. Kiểm tra làm việc thực tế của giá khung quá độ GKQĐ/2000/1.6/2.4 tại lò chợ I-6A-4 Công ty than Nam Mẫu

van an toàn tự xả khi áp lực tăng cao (đồng hồ áp suất đo vượt 40,5 MPa vào các ngày 29/11/2025 và 04/12/2025, sau đó ổn định về mức 32 Mpa). Có thể thấy, trong thời gian thử nghiệm làm việc thực tế của giá khung quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 trong lò chợ I-6A-4 từ 25/10/2025 cho đến hết tháng 1/2026, đánh giá sơ bộ thực tế chất lượng, thông số kỹ thuật của giá khung quá độ như sau:

- Hệ thống thủy lực: van, khóa điều khiển hoạt động đúng chức năng; cột và kích thủy lực hoạt động trơn tru, không có hiện tượng tụt áp, mất áp bất thường hay rò rỉ dung dịch. Một số rò rỉ nhỏ tại đầu nối ống thủy lực tới tay điều khiển do gioăng đầu ống lệch, rách đã được xử lý bằng thay gioăng và siết chặt đầu nối.

- Kết cấu cơ khí: trong quá trình vận hành thử nghiệm chưa phát hiện hiện tượng cong vênh, biến dạng kết cấu, bong tróc, nứt vỡ mối hàn hay hiện tượng kẹt, mắc của các bộ phận di chuyển. Hệ khung đỡ đã liên kết đồng bộ với các giá khung thường trong lò chợ tạo thành hệ thống nhất, ổn định; Cụm xà đuôi và tấm chắn gương hoạt động hiệu quả trong việc thu hồi than nóc và che chắn đất đá sau phá hóa, góp phần bảo vệ cột phá hóa phía sau và đảm bảo an toàn cho công nhân.

- Về an toàn lao động: các biện pháp an toàn được thực hiện đúng theo phê duyệt và không xảy ra sự cố mất an toàn lao động nào trong quá trình hoạt động thử nghiệm giá khung quá độ. Sản phẩm ứng dụng đã tạo khoảng không gian rộng rãi hơn, lối đi lại an toàn tại khu vực trạm dẫn động máng cào lò chợ, cải thiện điều kiện đi lại và tâm lý an toàn cho người lao động khi vận hành thiết bị trong lò chợ. Hình 2 mô tả hình ảnh thiết bị thử nghiệm trong thực tế sản xuất.

3. Kết luận

Từ kết quả sản xuất chế tạo, thử nghiệm và

quan sát đánh giá thực tế hoạt động, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Sản phẩm sản xuất chế tạo phù hợp với qui trình, công nghệ, thiết bị gia công sản xuất hiện có trong nước, có khả năng chế tạo nội địa hóa mức thương mại.

- Chất lượng sản phẩm chế tạo qua sản xuất, kiểm định và thử nghiệm thực tế đã đảm bảo các tiêu chuẩn, qui chuẩn an toàn hiện hành.

- Chức năng, hiệu quả hoạt động của thiết bị: việc áp dụng giá khung quá độ đã cơ giới hóa được khâu chống giữ khu vực trạm dẫn động, tăng tính ổn định hệ thống giá chống nhờ liên kết khung đỡ giữa các giá, giúp giảm đáng kể thao tác thủ công, cải thiện điều kiện đi lại thao tác cho người lao động, giảm thiểu nguy cơ mất an toàn.

Giá khung thủy lực quá độ GKQĐ-2000/1.6/2.4 đã được chế tạo và áp dụng thử nghiệm thành công tại lò chợ I-6A-4 mỏ Nam Mẫu; thiết bị đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật, hoạt động ổn định, an toàn trong điều kiện thực tế của mỏ, đã góp phần cải thiện điều kiện làm việc và an toàn cho người lao động. Với các kết quả đã đạt được, Đề tài "Nghiên cứu thiết kế, chế tạo giá khung thủy lực quá độ chống giữ trong phạm vi trạm dẫn động máng cào lò chợ cột dài theo phương tại các mỏ than vùng Quảng Ninh" đã được hội đồng nghiệm thu cấp nhà nước đánh giá tích cực và nghiệm thu 1/2026. Sản phẩm của đề tài có khả năng nội địa hóa và nhân rộng cho các lò chợ có điều kiện tương tự tại Quảng Ninh, góp phần thúc đẩy phát triển ngành cơ khí mỏ trong nước, nâng cao năng lực sản xuất chế tạo sản phẩm đặc thù sử dụng trong ngành mỏ.

Tài liệu tham khảo:

[1] Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin;



Đoàn Ngọc Cảnh, nnk (2025). *Nghiên cứu thiết kế, chế tạo giá khung thủy lực quá độ chống giữ trong phạm vi trạm dẫn động máng cào lò chợ cột dài theo phương tại các mỏ than vùng Quảng Ninh..*

[2] Quy phạm Kỹ thuật khai thác hầm lò than và đập thạch -18-TCN-5-2006

[3] QCVN 01:2011/BCT (2011). *Quy chuẩn Kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò.*

[4] QCVN 03:2017/BCT (2017). *Quy chuẩn Kỹ*

thuật quốc gia về an toàn vì chống thủy lực sử dụng trong mỏ than hầm lò.

[5] TKV (2009). *Hướng dẫn áp dụng công nghệ khai thác than lò chợ sử dụng giá khung thủy lực di động tại các mỏ hầm lò thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam.*

Result of fabrication and practical application of hydraulic support frame for transient GKQDD-2000/1.6/2.4 support in drive station of the longwall conveyor I-6a-4 at Nam Mau coal company-TKV

MSc. Doan Ngoc Canh and Others - Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Hydraulic support frame for transient GKQD-2000/1.6/2.4 is a product of nation level research project “ Research, design and fabrication of hydraulic support frame for transient support within the drive station of the longwall conveyor by section in Quang Ninh coal mine region” had fabricated in Uong Bi mechanical company and practical application at I-6a-4 longwall at Nam Mau coal company-TKV. After more than 3 months of operation, testing results show on Hydraulic support frame for transient GKQD-2000/1.6/2.4 operated correctly according to its design features and specification when combination working with support frame GCL-1600/1.6/2.4HT which installed by Company. This article will summarize the results of manufacturing and practical application testing of GKQD-200/1.6/2.4.



KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TUYỂN THU HỒI THAN SẠCH TỪ SẢN PHẨM NGOÀI THAN MỎ THAN NA DƯƠNG BẰNG THIẾT BỊ TUYỂN BĂNG TẢI

ThS. Mai Văn Thịnh, ThS. Nguyễn Văn Hậu và nnk
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

Biên tập: ThS. Nguyễn Văn Minh

Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu tuyển thu hồi than sạch trong sản phẩm ngoài than (SPNT) mỏ than Na Dương bằng thiết bị tuyển băng tải quy mô phòng thí nghiệm do Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin thiết kế chế tạo. Kết quả nghiên cứu tuyển SPNT mỏ Na Dương với độ tro cấp liệu 55%-56% có thể thu được: (i) Sản phẩm than sạch có thu hoạch 26%-27%, độ tro %36-%38,5; (ii) Đá thải thu hoạch 55% - 60%, độ tro %65-%62; (iii) Bùn tuyển thu hoạch 13%-19%, độ tro 58%-60%. Than sạch thu được đảm bảo chất lượng cấp cho nhà máy nhiệt điện Na Dương.

1. Mở đầu

Mỏ than Na Dương là mỏ than lớn của Tổng công ty Công nghiệp mỏ Việt Bắc TKV - CTCP. Sản phẩm than sạch của mỏ là nguồn nguyên liệu chính cấp cho Nhà máy Nhiệt điện Na Dương I (Hiện đang hoạt động với yêu cầu độ tro than cấp liệu < 38,5%) và Nhà máy Nhiệt điện Na Dương II (Hiện đang trong quá trình xây dựng, yêu cầu độ tro than cấp liệu < 40%).

Than nguyên khai của mỏ Na Dương hiện đang được khai thác bằng công nghệ khai thác lộ thiên bằng phương pháp bóc xúc chọn lọc tại các khu vực của mỏ Na Dương.

Sản phẩm ngoài than của mỏ than Na Dương hiện nay chủ yếu từ nguồn đất đá lẫn than hình thành trong quá trình khai thác than, được thu hồi từ than tổn thất theo công nghệ khai thác, từ các lớp kẹp mỏng (không có khả năng bóc tách thu hồi than nguyên khai) trong các tầng đất đá, hoặc

được thu hồi từ xúc chọn lọc khi khai thác các vỉa phụ.

Sản phẩm ngoài than của mỏ Na Dương có đặc điểm: (i) Cấp hạt càng nhỏ thì độ tro có xu hướng càng cao; (ii) Có hàm lượng chất bốc (V^k) cao (trung bình 42,32%); Hàm lượng lưu huỳnh ($S^{k_{ch}}$) cao (trung bình 5,5%); dễ bị phong hóa biến chất và tự cháy, khi gặp nước dễ bị bờ rời vỡ vụn, bùn hoá và tạo ra môi trường axit cao.

Thống kê sản lượng sản phẩm ngoài than và sản lượng than nguyên khai của mỏ Na Dương đã khai thác trong các năm gần đây được trình bày trong bảng 1.

Nhận xét: Trong các năm gần đây, sản lượng SPNT của mỏ than Na Dương trung bình đạt gần 220.570 tấn/năm, tương đương gần 44,31% so với sản lượng than nguyên khai được khai thác. Theo lịch khai thác than trong các năm sắp tới, sản lượng than nguyên khai sẽ đạt trung bình khoảng

Bảng 1. Sản lượng SPNT và than nguyên khai mỏ Na Dương trong các năm gần đây

TT	Thời gian thực hiện	Than nguyên khai (tấn)	Sản phẩm ngoài than (tấn)	Tỷ lệ sản lượng SPNT /TNK (%)
1	Năm 2018	578.234	3.177	0,55
2	Năm 2019	586.293	117.744	20,08
3	Năm 2020	515.224	286.608	55,63
4	Năm 2021	482.301	338.633	70,21
5	Năm 2022	553.918	382.514	69,06
6	Năm 2023	516.585	284.728	55,12
7	Năm 2024	252.105	130.605	51,81
	Trung bình	497.809	220.573	44,31

Bảng 2. Kết quả phân tích xác định thành phần độ hạt SPNT mỏ than Na Dương

TT	Cấp hạt (mm)	TH so TNK (%)	Độ tro A ^k (%)	Luỹ tích (+)		Luỹ tích (-)	
				TH (%)	A ^k (%)	TH (%)	A ^k (%)
1	+200	15,33	61,05	15,33	61,05	100,00	55,67
2	80-200	16,99	57,75	32,32	59,32	84,67	54,70
3	50-80	12,10	55,86	44,42	58,37	67,68	53,93
4	35-50	6,41	55,33	50,83	57,99	55,58	53,51
5	25-35	5,07	48,02	55,90	57,09	49,17	53,27
6	15-25	11,00	45,36	66,90	55,16	44,10	53,88
7	10-15	4,80	57,90	71,70	55,34	33,10	56,71
8	1-10	19,58	55,91	91,28	55,46	28,30	56,50
9	0-1	8,72	57,84	100,00	55,67	8,72	57,84
10	Cộng	100,00	55,67				
11	0-10	28,30	56,50				
12	10-35	20,87	48,89				
13	10-80	39,38	52,08				
14	0-35	49,17	53,27				
15	+80	32,32	59,32				

1.010.000 tấn/năm, do đó sản lượng SPNT trung bình sẽ đạt tương ứng khoảng 450.000 tấn/năm.

2. Lấy mẫu, chuẩn bị mẫu

2.1. Lấy mẫu

Để phục vụ công tác nghiên cứu, nhóm nghiên cứu đã phối hợp với Công ty than Na Dương - VVMJ thực hiện lấy mẫu SPNT tại mỏ than Na Dương. Mẫu SPNT sau khi lấy, được trộn đều, gia công, giảm lược tại mỏ, sau đó vận chuyển về Hà Nội phục vụ cho nghiên cứu thí nghiệm (hình 1).

2.2. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

Mẫu SPNT tại Hà Nội tiếp tục được gia công giảm lược để lấy các mẫu phục vụ cho các thí nghiệm: (1) Phân tích xác định thành phần độ hạt theo TCVN 251:2018; (2) Phân tích thành phần tỷ trọng, đặc tính khả tuyển theo tiêu chuẩn TCVN 252:2007; (3) Các thí nghiệm tuyển SPNT bằng thiết bị tuyển bằng tải quy mô phòng thí nghiệm.

3. Kết quả nghiên cứu, đề xuất công nghệ sàng tuyển chế biến SPNT mỏ Na Dương

3.1. Kết quả nghiên cứu thành phần độ hạt SPNT mỏ Na Dương

Nhận xét về thành phần độ hạt SPNT mỏ Na Dương:

- Độ tro SPNT mỏ Na Dương A^k = 55,67%
- Cấp hạt 0-10 mm có tỷ lệ thu hoạch 28,30%, độ tro cao 56,50% không thể tiêu thụ được, cần được sàng tách ra khỏi SPNT để đưa tuyển nâng cao chất lượng.

- Cấp hạt 10-80 mm có tỷ lệ thu hoạch 39,38%, độ tro 52,08%, cần được tuyển nâng cao chất lượng mới đáp ứng yêu cầu tiêu thụ.

- Cấp hạt +80 mm có tỷ lệ thu hoạch 32,32%, độ tro cao 59,32% cần được nhặt tay loại bớt đá lớn, than và trung gian còn lại đập xuống -80 mm để đưa tuyển nâng cao chất lượng cùng với cấp hạt 10-80 mm.

3.2. Kết quả nghiên cứu đặc tính khả tuyển SPNT mỏ Na Dương

Sau khi gia công phân tích sàng SPNT, các cấp hạt 1-10 mm và 10-80 mm được lấy mẫu và tiến hành thí nghiệm phân tích chìm nổi. Kết quả phân tích chìm nổi các cấp hạt 1-10 mm, 10-80 mm của các mẫu SPNT được trình bày trong bảng 3 và bảng 4, đồ thị các đường cong khả tuyển của các cấp hạt tương ứng được trình bày trong các hình 1 và hình 2

Nhận xét:

- Các cấp hạt 1-10 mm, 10-80 mm của SPNT có tính khả tuyển thuộc loại trung bình tuyển đến đặc biệt khó tuyển khi tuyển tại tỷ trọng tương ứng từ 1,90 đến 1,60;
- Dự kiến khi tuyển SPNT cấp hạt 1-10 mm tại tỷ trọng 1,80 thu được: (i) Than sạch độ tro 38,50%, chiếm tỷ lệ 23,87% trong cấp 1-10 mm (ii) Đá có độ tro 64,21%, chiếm tỷ lệ 76,13% so trong cấp 1-10 mm
- Khi tuyển SPNT cấp hạt 10-80 mm tại tỷ trọng

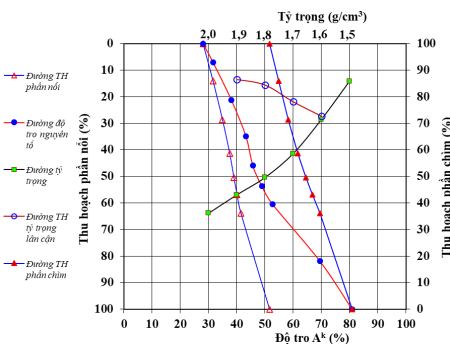


Bảng 3. Kết quả phân tích chìm nổi SPNT cấp hạt 1-10 mm

Cấp tỷ trọng	Thu hoạch (%)		Độ tro (%)	Phần nổi		Phần chìm		TH phần tỷ trọng lần cận $\delta r \pm 0,1$ (%)
	Trong cấp	Trong NK		Thu hoạch Sy (%)	Độ tro A ^k (%)	Thu hoạch Sy (%)	Độ tro A ^k (%)	
-1,5	9,77	1,59	23,66	9,77	23,66	100,00	58,07	
1,5-1,6	5,00	0,81	45,75	14,77	31,14	90,23	61,80	
1,6-1,7	4,67	0,76	48,50	19,44	35,31	85,23	62,74	9,67
1,7-1,8	4,43	0,72	52,51	23,87	38,50	80,56	63,56	9,10
1,8-1,9	11,17	1,82	56,33	35,04	44,18	76,13	64,21	15,60
1,9-2,0	27,12	4,42	57,79	62,16	50,12	64,96	65,56	38,29
+2,0	37,84	6,17	71,13	100,00	58,07	37,84	71,13	
Cộng	100,00	16,30	58,07					
Bùn	16,76	3,28	45,34					
Tổng	100,0	19,58	55,94					

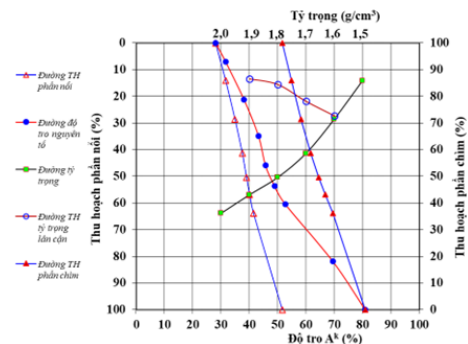
Bảng 4. Kết quả phân tích chìm nổi SPNT cấp hạt 10-80 mm

Cấp tỷ trọng	Thu hoạch (%)		Độ tro (%)	Phần nổi		Phần chìm		TH phần tỷ trọng lần cận $\delta r \pm 0,1$ (%)
	Trong cấp	Trong NK		Thu hoạch Sy (%)	Độ tro A ^k (%)	Thu hoạch Sy (%)	Độ tro A ^k (%)	
-1,5	14,14	5,22	31,57	14,14	31,57	100,00	51,60	
1,5-1,6	14,42	5,33	38,12	28,56	34,87	85,86	54,89	
1,6-1,7	12,83	4,74	43,24	41,39	37,47	71,44	58,28	27,25
1,7-1,8	9,01	3,33	45,65	50,40	38,93	58,61	61,58	21,85
1,8-1,9	6,51	2,41	48,88	56,92	40,07	49,60	64,47	15,53
1,9-2,0	6,93	2,56	52,64	63,85	41,43	43,08	66,83	13,44
+2,0	36,15	13,35	69,55	100,00	51,60	36,15	69,55	
Cộng	100,00	36,93	51,60					
Bùn	6,22	2,45	59,11					
Tổng	100,0	39,38	52,06					



Hình 1. Các đường cong khả tuyển cấp hạt 1-10 mm, mẫu SPNT mỏ than Na Dương

1,80 thu được: (i) Than sạch độ tro 38,93%, chiếm tỷ lệ 50,40% trong cấp 10-80 mm (ii) Đá có độ tro



Hình 2. Các đường cong khả tuyển cấp hạt 10-80 mm, mẫu SPNT mỏ than Na Dương

64,47%, tỷ lệ 49,60% so trong cấp 10-80 mm.

3.3. Kết quả thí nghiệm tuyển các mẫu SPNT

Bảng 5. Kết quả trung bình thí nghiệm tuyển các mẫu cấp hạt SPNT bằng thiết bị tuyển bằng tải

TT	Sản phẩm	TH so với trong cấp (%)	TH so với mẫu (%)	Độ tro A ^k (%)
1	Thí nghiệm 1: Tuyển SPNT cấp hạt 0-10 mm			
1.1	Than vào tuyển	100,00	28,30	56,49
1.2	Các sản phẩm sau tuyển	100,00	28,30	56,49
a	Than sạch sau tuyển cấp hạt 0-10 mm	21,96	6,21	37,62
b	Đá thải sau tuyển cấp hạt 0-10 mm	39,73	11,24	64,65
c	Bùn tuyển	38,31	10,84	58,85
2	Thí nghiệm 2: Tuyển SPNT cấp hạt 10-35 mm			
2.1	Than vào tuyển	100,00	20,87	48,98
2.2	Các sản phẩm sau tuyển	100,00	20,87	48,98
a	Than sạch sau tuyển cấp 10-35 mm	51,36	10,72	37,50
b	Đá thải sau tuyển cấp 10-35 mm	19,20	4,01	65,10
c	Bùn tuyển	29,44	6,14	58,49
3	Tổng hợp thí nghiệm 1 và 2			
3.1	Than vào tuyển	100,00	49,17	53,30
3.2	Các sản phẩm sau tuyển	100,00	49,17	53,30
a	Than sạch (Sau tuyển cấp 0-10 và 10-35 mm)	34,44	16,93	37,54
b	Đá thải (Sau tuyển cấp 0-10 và 10-35 mm)	31,02	15,25	64,77
c	Bùn (Sau tuyển cấp 0-10 và 10-35 mm)	34,55	16,99	58,72
4	Thí nghiệm 3: Tuyển SPNT cấp hạt 0-35 mm			
4.1	Than vào tuyển	100,00	49,17	53,29
4.2	Các sản phẩm sau tuyển	100,00	49,17	53,29
a	Than sạch sau tuyển cấp 0-35 mm	28,99	14,25	39,54
b	Đá thải sau tuyển cấp 0-35 mm	39,39	19,37	62,83
c	Bùn tuyển	31,62	15,55	54,01

bằng thiết bị tuyển bằng tải quy mô phòng thí nghiệm

Kết quả trung bình của các thí nghiệm tuyển ở chế độ tuyển tối ưu khi tuyển các mẫu SPNT mỏ Na Dương cấp hạt: 0-10 mm; 10-35 mm; 0-35 mm bằng thiết bị tuyển bằng tải quy mô phòng thí nghiệm do Viện Khoa học công nghệ Mỏ thiết kế chế tạo, được trình bày trong bảng 5.

Nhận xét:

Từ kết quả trung bình thí nghiệm tuyển các mẫu cấp hạt SPNT bằng thiết bị tuyển bằng tải cho thấy:

- Khi tuyển riêng từng cấp hạt 0-10 mm và 10-35 mm thì tổng cộng các sản phẩm sau tuyển thu được là (mục 3, bảng 5):

+ Than sạch có độ tro 37,54%, chiếm tỷ lệ 34,44% so trong cấp (tương đương 16,93% so

SPNT)

+ Đá thải có độ tro 64,77%, chiếm tỷ lệ 31,02% so trong cấp (tương đương 15,25% so SPNT)

+ Bùn có độ tro 58,72%, chiếm tỷ lệ 34,55% so trong cấp (tương đương 16,99% so SPNT)

- Khi tuyển cấp hạt 0-35 mm của SPNT (Tuyển gộp chung cả 2 cấp hạt 0-10 mm và 10-35 mm) thì các sản phẩm sau tuyển thu được là (mục 4, bảng 5):

+ Than sạch có độ tro 39,54%, chiếm tỷ lệ 28,99% so trong cấp (tương đương 14,25% so SPNT)

+ Đá thải có độ tro 62,83%, chiếm tỷ lệ 39,39% so trong cấp (tương đương 19,37% so SPNT)

+ Bùn có độ tro 54,01%, chiếm tỷ lệ 31,62% so trong cấp (tương đương 15,55% so SPNT).

- Như vậy, khi tuyển riêng từng cấp hạt 0-10



Hình 3. Thí nghiệm tuyển SPNT bằng thiết bị tuyển băng tải tại phòng thí nghiệm

mm và 10-35 mm thì hiệu quả tuyển cao hơn (Than sạch có độ tro thấp hơn và tỷ lệ thu hồi cao hơn) so với khi tuyển chung toàn bộ cấp hạt 0-35 mm.

- Khi tuyển SPNT bằng thiết bị tuyển băng tải, cấp liệu vào tuyển có cỡ hạt khác nhau thì chế độ tuyển tối ưu cũng khác nhau.

3.4. Đề xuất công nghệ sàng tuyển chế biến SPNT mỏ Na Dương

Đề xuất công nghệ sàng tuyển chế biến SPNT mỏ Na Dương dựa trên các cơ sở căn cứ: Kết quả nghiên cứu đặc điểm tính chất, đặc tính khả tuyển SPNT mỏ than Na Dương, kết quả thí nghiệm tuyển SPNT mỏ Na Dương, yêu cầu của hộ tiêu thụ than Na Dương:

- Trong SPNT mỏ Na Dương, cấp hạt càng mịn thì độ tro có xu hướng càng cao. Vì vậy có thể xử lý giảm độ tro SPNT bằng cách: (i) Sàng khô tách than cám cấp hạt mịn 0-10 mm để tuyển riêng cấp hạt này; (ii) Nhật tay loại bỏ đá cấp hạt lớn sau sàng tách cấp hạt lớn, phần than và trung gian còn lại được đập xuống - 80 mm để đưa đi tuyển cùng với cấp hạt 10-80 mm ban đầu để thu hồi than sạch.

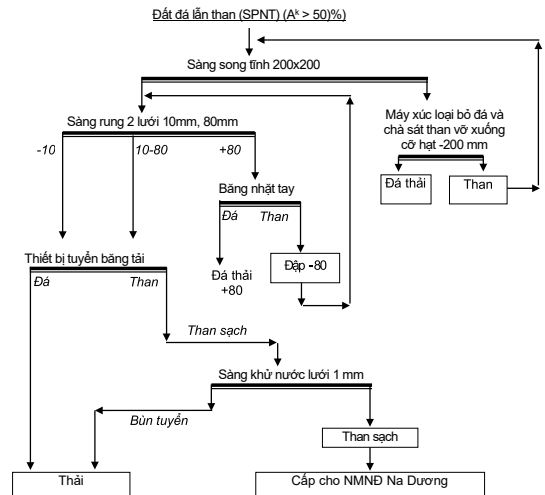
- SPNT mỏ Na Dương có tính khả tuyển thuộc loại hơi khó tuyển đến đặc biệt khó tuyển tại tỷ trọng phân tuyển tương ứng từ 1,90 đến 1,60.

- Kết quả đã thử nghiệm tuyển than Na Dương bằng công nghệ tuyển khí cho thấy Công nghệ tuyển khí có hiệu quả rất thấp khi tuyển than Na Dương.

- Kết quả thí nghiệm tuyển các mẫu SPNT mỏ Na Dương bằng thiết bị tuyển băng tải quy mô

phòng thí nghiệm do Viện Khoa học công nghệ Mỏ thiết kế chế tạo đã thu hồi được than sạch đáp ứng yêu cầu tiêu thụ và có hiệu quả tuyển cao (mục 3.3).

Kết quả đề xuất sơ đồ công nghệ tuyển chế biến SPNT mỏ Na Dương được trình bày ở hình 4. Mô tả tóm tắt lưu trình công nghệ như sau:



Hình 4. Đề xuất sơ đồ công nghệ sàng tuyển chế biến SPNT mỏ Na Dương bằng thiết bị tuyển băng tải

- SPNT được cấp vào sàng ghi tĩnh 200 mm. Cấp hạt +200 mm trên sàng được xử lý bằng máy xúc làm nhỏ sơ bộ, kết hợp thủ công loại bỏ đá cỡ côi, đá xít. Phần than và trung gian còn lại được xúc vận chuyển cấp trở lại dây chuyền. Cấp hạt 0-200 mm được cấp vào sàng rung 2 lưới 10 mm và 80 mm tách ra các sản phẩm:

- Cấp hạt 80-200 mm được nhật tay loại bỏ đá, phần than và trung gian còn lại được đập xuống -80 mm sau đó được hoà cùng cấp hạt 10-80 mm ban đầu, cấp vào thiết bị tuyển băng tải để thu hồi than sạch.

- Phần cám sét 0-10 mm độ tro cao được tuyển riêng bằng thiết bị tuyển băng tải để thu hồi than sạch

Than sạch sau tuyển các cấp hạt 10-80 mm và 0-10 mm, đạt độ tro khoảng 38,5% được chuyển về kho chứa, sau đó đưa đi tiêu thụ ngay hoặc được pha trộn với các chủng loại than khác để lấy ra than thương phẩm đạt yêu cầu chất lượng cấp cho các hộ tiêu thụ.

3.5. Dự kiến các sản phẩm thu được khi áp dụng công nghệ sàng tuyển chế biến SPNT mỏ Na Dương bằng thiết bị tuyển băng tải

Căn cứ kết quả nghiên cứu thành phần độ hạt, đặc tính khả tuyển, đặc điểm tính chất SPNT mỏ Na Dương và các kết quả thí nghiệm tuyển SPNT bằng băng tải phòng thí nghiệm, dự kiến các sản phẩm thu được khi áp dụng dây chuyền công nghệ sàng tuyển chế biến SPNT mỏ Na Dương bằng thiết bị tuyển băng tải như trong bảng 6.

Bảng 6 Dự kiến các sản phẩm thu được khi áp dụng dây chuyền sàng tuyển chế biến SPNT mỏ Na Dương bằng thiết bị tuyển băng tải

TT	Sản phẩm	Thu hoạch, (%)	Độ tro Ak (%)	Sản lượng (tấn/năm)
1.	Cấp liệu SPNT vào tuyển	100,00	55,67	450.000
2.	Các sản phẩm	100,00	55,67	450.000
2.1	Than sạch	26,50	38,50	119.250
2.2	Thải	73,50	61,86	330.750
+	Đá	56,52	62,70	254.342
+	Bùn	16,98	59,05	76.408

4. Kết luận

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu thành phần độ hạt, đặc tính khả tuyển, đặc điểm tính chất SPNT

mỏ Na Dương và các kết quả thí nghiệm tuyển SPNT quy mô phòng thí nghiệm cho thấy có thể áp dụng thiết bị tuyển băng tải vào thực tế để tuyển nâng cao chất lượng SPNT mỏ Na Dương, dự kiến tuyển SPNT mỏ Na Dương (độ tro 55%-56%) bằng thiết bị tuyển băng tải có thể thu được: (i) Sản phẩm than sạch độ tro 36%-38,5%, tỷ lệ thu hoạch 26%-27%; (ii) Đá thải độ tro 62%-65%, tỷ lệ 55% - 60%; (iii) Bùn tuyển độ tro 58%-60%, tỷ lệ 13%-19%. Kết quả áp dụng tuyển SPNT sẽ tận thu tài nguyên, giảm ô nhiễm môi trường, nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh cho Công ty than Na Dương và có thể mở rộng áp dụng cho các đơn vị sản xuất than khác có điều kiện tương tự.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Nguyễn Văn Minh, Mai Văn Thịnh, Đoàn Văn Thanh, Nguyễn Văn Hậu và nnk (2025), “*Báo cáo kết quả nghiên cứu tính khả tuyển than nguyên khai, sản phẩm ngoài than mỏ than Na Dương*”.

[2]. Mai Văn Thịnh và nnk (2021), *Báo cáo tổng kết: “Nghiên cứu khảo sát đánh giá xác định chỉ tiêu độ tro của than nguyên khai, sản phẩm ngoài than, đá thải sau sàng tuyển của mỏ than Na Dương”*

Research results on recovery selection of clean coal from non-coal products of Na Duong coal mine using conveyor selection equipment

MSc. Mai Van Thinh, MSc. Nguyen Van Hau and Others
Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

This article present researching result on recovery selection of clean coal from non-coal products of Na Duong coal mine by using conveyor selection equipment with laboratory scale, was design and make by Institue Mining Science and Technology. The research results on selection non coal product of Na Duong with ash content of 55-56% can be got: (i) clean coal product around 26-27%, with ash content 36-38,5%; (ii) waste rock around 55-60%, with ash content 62-65%; (iii) Mud selection around 13-19%, with ash content 58-60%. Clean coal obtained is quality guaranteed for supply to Na Duong thermal power plant.

MỞ RỘNG LĨNH VỰC KIỂM ĐỊNH THIẾT BỊ PHÒNG NỔ - KHÓ KHĂN, THÁCH THỨC VÀ CƠ HỘI

ThS. Nguyễn Việt Phương

ThS. Nguyễn Xuân Nam

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: ThS. Phạm Chân Chính

Tóm tắt:

Bài báo trình bày một số đặc điểm nổi bật trong công tác kiểm định thiết bị phòng nổ, đưa ra một số giải pháp, đề xuất cơ bản nhằm mở rộng quy mô, lĩnh vực kiểm định và mở rộng ra các đơn vị bên ngoài Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam.

1. Đặt vấn đề

Ngành Than Việt Nam trong nhiều thập kỷ qua đã và đang giữ vai trò quan trọng trong bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia. Hoạt động khai thác than, đặc biệt là khai thác than hầm lò luôn ẩn chứa tiềm tàng về nguy cơ cháy nổ, đòi hỏi yêu cầu nghiêm ngặt về an toàn lao động và an toàn thiết bị, trong đó công tác kiểm định thiết bị điện phòng nổ đóng vai trò then chốt trong việc phòng ngừa sự cố cháy nổ khí mỏ, góp phần giảm thiểu tai nạn lao động và đảm bảo hoạt động sản xuất ổn định.

Trung Tâm An Toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin là đơn vị có bề dày kinh nghiệm trong lĩnh vực kiểm định thiết bị phòng nổ phục vụ ngành than trong nhiều năm qua, góp phần quan trọng vào việc chuẩn hóa thiết bị và nâng cao hiệu quả quản lý an toàn cho các đơn vị khai thác than trên phạm vi cả nước.

Trong giai đoạn hiện nay, ngành Than đang bước vào quá trình điều chỉnh về quy mô và cơ cấu, yêu cầu bảo vệ môi trường và nâng cao mức độ an toàn ngày càng khó khăn phức tạp. Xu hướng này sẽ kéo theo sự thay đổi về nhu cầu kiểm định thiết bị phòng nổ đặt ra thách thức lớn đối với các đơn vị kiểm định nếu tiếp tục phụ thuộc vào các lĩnh vực và thị trường kiểm định truyền thống.

2. Công tác kiểm định thiết bị phòng nổ hiện tại của Trung Tâm An Toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin

Hiện tại Trung Tâm An Toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin là tổ chức đủ điều kiện để thực hiện kiểm định thiết bị phòng nổ, kiểm định cột chống thủy lực, thử nghiệm, hiệu chuẩn phương tiện đo khí, chứng nhận các sản phẩm

hàng hóa có khả năng gây mất an toàn thuộc phạm vi quản lý của Bộ Công Thương. Vấn đề đặt ra trong những năm tới Trung Tâm An Toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin phải làm thế nào để vừa duy trì hiệu quả các công tác kiểm định đã được chỉ định thực hiện, vừa mở rộng phạm vi quy mô và lĩnh vực ra ngoài ngành nhằm bảo đảm và mang lại sự phát triển bền vững lĩnh vực kiểm định của Trung Tâm An Toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin.

Trong những năm qua xương sống của Công tác kiểm định vẫn là kiểm định các thiết bị phòng nổ. Công tác kiểm định này chủ yếu tập trung vào bốn loại hình kiểm định gồm: kiểm định kiểu (mẫu), kiểm định lần đầu, kiểm định định kỳ và kiểm bắt thường (sau sửa chữa).

- Hình thức kiểm định kiểu (mẫu) số lượng kiểm định hằng năm không nhiều

đây là hình thức kiểm định yêu cầu cơ sở kiểm định phải đáp ứng được yêu cầu cao về trang thiết bị kỹ thuật đồng thời cán bộ kiểm định cần có năng lực và trình độ chuyên môn cao. Xuyên suốt quá trình kiểm định trong nhiều năm qua, hình thức kiểm định mẫu của Trung tâm an toàn Mỏ vẫn luôn là đơn vị đứng đầu mang lại sự tin tưởng về chất lượng sản phẩm sau kiểm định cho khách hàng kiểm định và đơn vị sử dụng sản phẩm sau kiểm định.

Dưới đây là một số hình ảnh các cán bộ kiểm định thực hiện công việc kiểm định kiểu (mẫu) tại Trung tâm an toàn Mỏ (hình 1- hình 4).

- Kiểm định lần đầu áp dụng cho hàng hóa xuất nhập khẩu và sản xuất mới, Trong 7 năm qua Trung tâm đã thực hiện kiểm với số lượng cụ thể trong bảng 1.

- Kiểm định định kỳ các đối tượng thiết bị điện



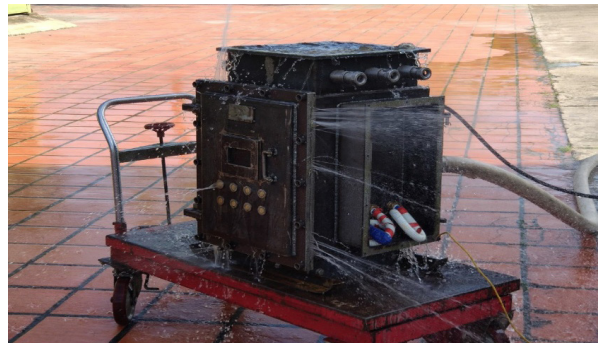
Hình 01. Thực hiện thử nghiệm xác định độ kẹp chặt của vòng kẹp cáp



Hình 02. Thực hiện thử nghiệm xác định tính không lan truyền bắt cháy bên trong



Hình 03. Thực hiện thử nghiệm xác định áp suất nổ chuẩn



Hình 04. Thực hiện thử nghiệm hiện tượng quá áp suất

Bảng 1. Số lượng đã thực hiện kiểm định lần đầu, từ 2019 đến nay

STT	Năm thực hiện	Số lượng kiểm định lần đầu (thiết bị)
1	Năm 2019	17.086
2	Năm 2020	10.714
3	Năm 2021	6.417
4	Năm 2022	7.983
5	Năm 2023	8.285
6	Năm 2024	14.859
7	Năm 2025	12.022

phòng nổ và thiết bị an toàn, thị trường làm việc tập trung vào các mỏ thuộc tập đoàn Than khoáng sản Việt Nam và các khu công nghiệp đóng trên địa bàn thuộc các tỉnh Hà Nội, Hải Phòng, Bắc Ninh, Thái Nguyên...

Từ năm 2019 đến nay, Trung tâm đã phối hợp với các đơn vị thực hiện công tác kiểm định định kỳ bao gồm kiểm định định kỳ thiết bị điện phòng nổ và kiểm định định kỳ các thiết bị an toàn (máy đo khí cầm tay, máy đo gió, máy bắn min...). Mặc dù số lượng có tăng nhưng vẫn còn một số đơn vị

không thực hiện kiểm định mà chỉ tiến hành kiểm tra theo quy định tại Điều 106 của QCVN 01:2011/BCT dẫn đến thiếu cơ sở pháp lý (không có GCN kiểm định). Số lượng cụ thể trong bảng 2.

Bảng 2. Số lượng đã thực hiện kiểm định định kỳ, từ năm 2019 đến năm 2025

STT	Năm thực hiện	Số lượng kiểm định định kỳ TBPB và TBAT (thiết bị)
1	Năm 2019	1.647
2	Năm 2020	4.204
3	Năm 2021	9.818
4	Năm 2022	7.979
5	Năm 2023	12.960
6	Năm 2024	19.794
7	Năm 2025	11.026

Tính riêng năm 2025 số lượng thiết bị phòng nổ được kiểm định định kỳ tại Công ty hóa chất Mỏ MicCo Thái bình, Nhà máy lọc hóa dầu Dung Quất thuộc Công ty lọc hóa dầu Bình Sơn, nhà máy nhiệt điện Sông Hậu... số lượng thiết bị lên đến 2600 thiết bị chiếm tỉ lệ 23,5% tổng số thiết bị



kiểm định định kỳ.

Thực tế cho thấy những nỗ lực mở rộng thị trường trong những năm qua và năm 2025 đã có kết quả khả quan, con số 23,5% là động lực, là khích lệ to lớn để Trung Tâm An Toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin tiếp tục khẳng định hướng đi đúng đắn của mình.

- Kiểm định bất thường áp dụng cho các đối tượng thiết bị phòng nổ sau sửa chữa. Trung tâm đã phối hợp thực hiện kiểm định các thiết bị này với một số đơn vị trong TKV và các đơn vị ngoài ngành. Tuy nhiên, nhiều thiết bị sau sửa chữa mới chỉ được kiểm tra một số thông số cơ bản (điện trở cách điện, độ bền cách điện...) và đưa vào sử dụng, việc này ảnh hưởng đến chất lượng cũng như thủ tục pháp lý theo yêu cầu của TKV và Bộ Công Thương. Số lượng thiết bị thực hiện được nêu chi tiết trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả kiểm định bất thường, từ năm 2019 đến năm 2025

STT	Năm thực hiện	Số lượng kiểm định bất thường (thiết bị)
1	Năm 2019	60
2	Năm 2020	420
3	Năm 2021	680
4	Năm 2022	510
5	Năm 2023	598
6	Năm 2024	229
7	Năm 2025	180

Nhìn vào những con số ta thấy trong những năm gần đây Trung Tâm An Toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin vẫn đang duy trì được số lượng kiểm định nhờ vào Trung tâm An toàn Mỏ luôn có được sự năng động nhạy bén và sự chỉ đạo quan tâm sát sao của các lãnh đạo Viện và lãnh đạo Trung tâm, bên cạnh đó là cơ sở hệ thống phòng thí nghiệm được trang bị đầu tư hiện đại đầy đủ và bài bản cùng với đội ngũ nhân lực có trình độ cao giàu kinh nghiệm làm việc trên tinh thần Chính xác – Trung thực - Khách quan, thời gian thực hiện kiểm định nhanh gọn, trả kết quả kiểm định cho khách hàng kịp thời, những điều này đã góp phần xây dựng lên uy tín và vị thế của Trung tâm trong lĩnh vực kiểm định thiết bị phòng nổ.

Gần đây Trung Tâm An Toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin cũng đã thành công trong việc được chỉ định kiểm định các

phương tiện đo khí và chứng nhận đánh giá sự phù hợp thiết bị hàng hóa thuộc nhóm 2 điều này cũng góp phần mở rộng thêm thị trường góp phần tăng thêm doanh thu cho Trung tâm và thu nhập cho người lao động.

3. Đẩy mạnh, mở rộng lĩnh vực và thị trường kiểm định ra các đơn vị ngoài ngành: Hướng đi tất yếu cho sự phát triển bền vững của công tác kiểm định.

Trong bối cảnh nền kinh tế đang có những chuyển dịch mạnh mẽ hướng tới năng lượng xanh, giảm dần sự phụ thuộc vào khai thác khoáng sản thô, cùng với áp lực cạnh tranh từ các đơn vị kiểm định khác là nguyên nhân thúc đẩy Trung Tâm An Toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin tìm kiếm tăng thêm thị trường kiểm định và mở rộng lĩnh vực kiểm định sang các đối tượng khác như: siêu âm mối hàn, kiểm định Pin, Kiểm định cửa chống cháy ...

Việc mở rộng kiểm định không chỉ là giải pháp tăng doanh thu, mà còn là trách nhiệm của một đơn vị khoa học làm công tác kiểm định trong việc đóng góp vào sự an toàn chung của nền công nghiệp quốc gia.

Với sự bùng nổ của các tòa nhà cao tầng và nhà xưởng công nghiệp, nhu cầu kiểm định cửa chống cháy là rất lớn. Đây là lĩnh vực đòi hỏi các thiết bị thử nghiệm đốt mẫu quy mô lớn mà Trung tâm hoàn toàn có năng lực đầu tư và vận hành dựa trên kinh nghiệm về kiểm định vật liệu kháng cháy dùng trong trong mỏ.

Siêu âm mối hàn Đây là những dịch vụ kỹ thuật cơ bản nhưng thiết yếu trong mọi công trình xây dựng và nhà máy cơ khí. Việc áp dụng công nghệ siêu âm mối hàn giúp đánh giá độ an toàn của các kết cấu thép, bồn bể áp lực mà không phá hủy cấu trúc – một thế mạnh mà các kỹ sư của Trung Tâm An Toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin đã thực hiện thuần thục

Kiểm định Pin vàẮc quy – Đón đầu xu hướng xe điện Trong bối cảnh Việt Nam đang đẩy mạnh chuyển đổi sang xe điện (EV) và năng lượng tái tạo, việc kiểm định an toàn cháy nổ cho hệ thống pin, ắc quy là một thị trường đầy tiềm năng. Trung tâm có thể tận dụng kiến thức về phòng cháy nổ hóa chất để xây dựng các quy trình kiểm định tiêu chuẩn cho lĩnh vực này.

Để hiện thực hóa mục tiêu này, Trung tâm An toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin cần thực hiện đồng bộ các giải pháp:

Một là: Đầu tư hạ tầng kỹ thuật: Nâng cấp hệ thống máy móc thử nghiệm hiện đại để đáp ứng các tiêu chuẩn quốc tế ngoài ngành than.

Hai là: Đào tạo nguồn nhân lực: Bồi dưỡng đội ngũ kiểm định viên không chỉ giỏi về kỹ thuật mà còn phải am hiểu về luật pháp, tiêu chuẩn thương mại trong và ngoài nước.

Ba là: Số hóa công tác kiểm định: Áp dụng phần mềm quản lý, trả kết quả online để nâng cao trải nghiệm khách hàng, tạo lợi thế cạnh tranh về dịch vụ.

4. Kết luận

Sự chuyển mình từ một đơn vị phục vụ các đơn vị trong Tập đoàn sang một tổ chức kiểm định đa ngành, phục vụ thị trường rộng lớn hơn là một bước đi tất yếu và đầy triển vọng của Trung tâm An toàn Mỏ - Viện Khoa học công nghệ Mỏ - Vinacomin. Với nền tảng kỹ thuật vững chắc và tinh thần đổi mới, tin rằng trong tương lai gần, thương hiệu "Trung tâm An toàn Mỏ" sẽ không

chỉ hiện diện nơi hầm sâu mà còn trở thành bảo chứng an toàn cho các công trình, nhà máy và sản phẩm công nghiệp trên khắp dải đất hình chữ S.

Tài liệu tham khảo:

1. TCVN 5868 (ISO 9712), *Thử không phá hủy - Trình độ chuyên môn và cấp chứng chỉ cá nhân thử không phá hủy.*

2. TCVN 11760:2016 (ISO 11666:2010), *Thử không phá hủy mối hàn - Thử siêu âm - mức chấp nhận.*

3. ISO 5577, *Non-destructive testing - Ultrasonic testing – Vocabulary.*

4. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10888-0:2015; TCVN 10888-1:2015 (*khí quyển nổ - Phần 0 Yêu cầu chung và phần 1 bảo vệ thiết bị bằng vỏ bọc không xuyên nổ*).

5. TCVN 12240:2018 *An toàn của Pin và ắc quy lithium sơ cấp và thứ cấp trong quá trình vận chuyển.*

Expanding the field of explosion-proof equipment testing – difficulties, challenges and opportunities

MSc. Nguyen Viet Phuong, MSc. Nguyen Xuan Nam

Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

This article present a few highlight features in inspection of explosion proof equipment, offer some basic solution, proposals to expand the scale, scope of inspection and expanding it to outside units of TKV.

NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀO GIÁM SÁT, QUẢN LÝ NHÂN SỰ VÀ THIẾT BỊ TRONG KHAI THÁC THAN HÀM LÒ CỦA TKV

TS. Phạm Thanh Liêm, ThS. Nguyễn Kim Quý
ThS. Nguyễn Anh Nguyên
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

Biên tập: TS. Nhĩ Việt Tuấn

Tóm tắt:

Bài báo trình bày tổng quan về công nghệ truyền thông không dây (WCT) trong việc giám sát và quản lý nhân sự cũng như thiết bị tại các mỏ khai thác than hầm lò từ đó xem xét áp dụng vào Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV). Các tác giả phân tích những khó khăn do môi trường khai thác khắc nghiệt gây ra và các hạn chế trong triển khai WCT. Các công nghệ được lựa chọn đã được phân loại theo các trường hợp sử dụng cụ thể, đồng thời đánh giá dựa trên yêu cầu hoạt động và các tiêu chí kỹ thuật. Kết quả nghiên cứu nhấn mạnh rằng WCT cần được đánh giá trong điều kiện hoạt động thực tế và đề xuất UWB là công nghệ ưu tiên để áp dụng tại TKV nhằm nâng cao an toàn lao động và hiệu quả sản xuất.

1. Đặt vấn đề

Các nước có công nghệ phát triển đều đã ứng dụng rộng rãi công nghệ truyền thông không dây vào công tác giám sát, quản lý nhân sự cũng như thiết bị đang hoạt động trong hầm lò. Tuy nhiên, tại Việt Nam các đơn vị khai thác than hầm lò mới chỉ dừng lại ở việc áp dụng thử nghiệm hệ thống định vị người ra vào lò tại Công ty Than Quang Hanh và công ty Than Thống Nhất. Để nâng cao công tác quản lý cũng như tăng cường hiệu quả trong quá trình xử lý sự cố mỏ, cần phải tăng cường đầu tư áp dụng hệ thống định vị nhân sự và thiết bị ở diện rộng.

Nhân sự và thiết bị trong hầm lò đều liên tục thay đổi vị trí, vì vậy để quản lý và giám sát được, yêu cầu phải sử dụng công nghệ truyền thông không dây. Truyền thông không dây là công nghệ trao đổi dữ liệu mà không cần dây dẫn vật lý, sử dụng sóng vô tuyến, hồng ngoại hoặc các phương tiện không dây khác để truyền thông tin giữa các thiết bị. Công nghệ này có thể được phân loại thành ba dạng chính: mạng di động tế bào (cellular); kết nối khoảng cách ngắn (short range); kết nối khoảng cách xa (long range).

Ứng dụng truyền thông không dây trong khai thác than hầm lò bao gồm: tự động hóa và điều khiển từ xa (như điều khiển máy móc di động mà không cần dây); giám sát, quản lý nhân sự và thiết bị (theo dõi vị trí, trạng thái sức khỏe công nhân và

vị trí cũng như hiệu suất máy móc); giám sát trong hầm lò từ xa (hệ thống camera giám sát, hệ thống cảnh báo khí, dịch động đường lò) mà không cần tiếp cận trực tiếp.

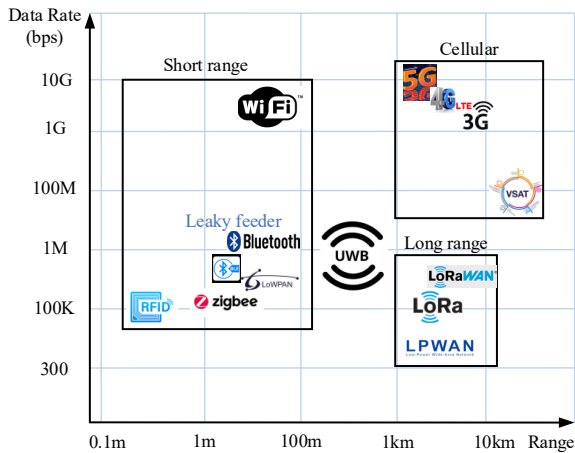
Vì vậy, cần thiết phải nghiên cứu sử dụng truyền thông không dây trong giám sát, quản lý nhân sự và thiết bị tại các đơn vị khai thác than hầm lò trong TKV để đối phó với thách thức như trữ lượng giảm, mỏ sâu, môi trường khắc nghiệt, đồng thời nâng cao năng suất, an toàn và giảm chi phí, đặt nền tảng cho khai thác tiên tiến.

2. Nghiên cứu tổng quan về công nghệ truyền thông không dây

Các công nghệ truyền thông không dây trên mặt đất thường được xây dựng dưới dạng cơ sở hạ tầng chung mà bất kỳ ai cũng có thể sử dụng, đôi khi được kết nối có trả phí từ nhà cung cấp. Cơ sở hạ tầng này tồn tại dưới hai dạng: mở (công cộng, các khu vực rộng); đóng (khuôn viên các công ty hoặc tổ chức). Cơ sở hạ tầng này thường được xây dựng là một hệ thống thông tin liên lạc nhiều lớp, đặc biệt là ở các khu đô thị.

Các công nghệ tương ứng với phân loại cellular, short range, long range được so sánh tương quan qua hai thông số tốc độ truyền (data rate) và khoảng cách (ranger) được thể hiện trong Hình 1.

Việc sử dụng thành công các công nghệ truyền thông không dây trong các hoạt động ở các mỏ

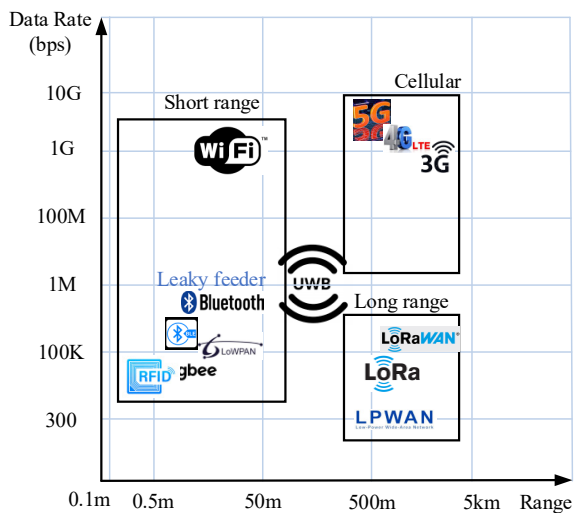


Hình 1. Biểu đồ tương quan giữa tốc độ và khoảng cách truyền của công nghệ truyền thông không dây trên mặt bằng

hầm lò thường gặp nhiều khó khăn. Kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả cho thấy các yếu tố sau đây có tác động đáng kể nhất đến khả năng sử dụng công nghệ truyền thông không dây trong các mỏ hầm lò:

- Che chắn và hấp phụ tín hiệu do khối đá;
- Hình dạng của công trình hầm lò;
- Đặc điểm môi trường khí bụi nổ;
- Đặc điểm của công nghệ khai thác.

Các cụm công nghệ được giới thiệu trong Hình 1 chịu ảnh hưởng của các yếu tố môi trường, dẫn đến sự suy giảm về khoảng cách truyền hiệu quả khi được triển khai trong môi trường hầm lò, điều



Hình 2. Biểu đồ tương quan tốc độ và khoảng cách truyền của công nghệ truyền thông không dây dưới hầm lò

này cũng được thể hiện trong Hình 2.

Trên thế giới, công nghệ truyền thông không dây ứng dụng trong giám sát, quản lý nhân sự và thiết bị thường được ứng dụng:

- Xác định nhân sự và thiết bị ra vào cửa lò (khi đi qua);
- Truyền vị trí (truy tìm phương tiện hoặc nhân sự);
- Phát hiện phương tiện hoặc công nhân đang đến gần;
- Truyền/đọc lấy/đổ quặng khi đi qua;
- Nhận/trả dữ liệu cảm biến được thu thập từ các cảm biến hoặc máy móc ở quy mô cục bộ.

Trong quá trình phát triển, hiện nay phục vụ giám sát, quản lý nhân sự và thiết bị trên thế giới chủ yếu sử dụng bốn công nghệ truyền thông không dây: Bluetooth; ZigBee; Leaky feeder; UWB. Vì vậy nhóm tác giả tiến hành đánh giá 4 công nghệ đó lần lượt theo 6 tiêu chí như sau:

1. Bluetooth

a) Mức độ thông dụng / TRL

Đã hiện diện trong hàng thập kỷ trên thị trường tiêu dùng, đạt TRL 9. Ứng dụng trong giao tiếp máy-máy và phát hiện va chạm đã được nghiên cứu trong môi trường khai thác mỏ hầm lò.

b) Đáp ứng quy định

Sử dụng phổ biến được cấp phép toàn cầu hoặc không cần cấp phép đặc biệt ISM band 2.4 GHz – được chấp nhận rộng rãi.

c) Cơ sở hạ tầng cần thiết và mức độ xâm nhập

Tiêu thụ điện thấp, hỗ trợ chế độ ngủ sâu → dễ triển khai nút dùng pin. Phần cứng đã có sẵn trong điện thoại, mũ bảo hộ thông minh, đèn pin của công nhân → mức xâm nhập gần như bằng 0.

d) Độ bao phủ và độ bền trong môi trường hầm lò

Đã chứng minh khả năng liên lạc gần giữa hai điểm nhìn thấy (LOS) dưới lòng đất, nhưng suy giảm lớn khi xuyên qua đất, đá.

e) Khả năng mở rộng và số lượng người dùng đồng thời

Giới hạn khoảng 7 ÷ 8 thiết bị trong một khu vực gần, cần thiết bị phức tạp để mở rộng.

f) Tốc độ dữ liệu / hiệu suất mạng

Bluetooth 6.0 ở chế độ siêu tốc, tốc độ truyền tải theo lý thuyết lên tới 50 Mb/s, thực tế khoảng 1 ÷ 2 Mb/s ở chế độ năng lượng thấp (BLE).

2. Zigbee

a) Mức độ thông dụng / TRL

Rất phổ biến trong nhà thông minh và tự động hóa công nghiệp, đạt TRL 9 trên thị trường. Tuy nhiên, ứng dụng chuyên biệt trong khai thác mỏ

vẫn đang ở giai đoạn nghiên cứu (TRL 4 ÷ 6), dù công nghệ có tiềm năng lớn nhờ khả năng tự tổ chức lưới và cập nhật.

b) Đáp ứng quy định

Sử dụng phổ tần được cấp phép toàn cầu hoặc không cần cấp phép đặc biệt.

c) Cơ sở hạ tầng cần thiết và mức độ xâm nhập

Tiêu thụ ít năng lượng, tuy nhiên cần có giấy phép khi sử dụng.

d) Độ bao phủ và độ bền trong môi trường hầm lò

Có nhiều nghiên cứu triển khai trong khai thác hầm lò, khả năng xuyên vật cản tốt hơn Bluetooth ở tần 2.4 GHz nhờ công suất cao hơn, nhưng vẫn bị giới hạn.

e) Khả năng mở rộng và số lượng người dùng đồng thời

Hỗ trợ hàng nghìn nút nhờ lưới (mesh) vốn có → rất phù hợp môi trường khai thác di động liên tục.

f) Tốc độ dữ liệu / Hiệu suất mạng

250 kb/s (802.15.4).

3. Leaky Feeder

a) Mức độ thông dụng / TRL

Đã được triển khai rộng rãi trong ngành khai thác mỏ hầm lò từ những năm 1980, đạt TRL.

b) Đáp ứng quy định

Sử dụng phổ tần được cấp phép toàn cầu hoặc không cần cấp phép đặc biệt. Thường sử dụng băng tần VHF (30–300 MHz) hoặc UHF (300–3000 MHz), tuân thủ quy định của ủy ban truyền thông liên bang Hoa Kỳ (FCC), viện tiêu chuẩn viễn thông châu Âu (ETSI) và các cơ quan quản lý tần số quốc tế. Trong môi trường mỏ hầm lò, không yêu cầu giấy phép đặc biệt miễn là công suất phát phù hợp với giới hạn an toàn (ví dụ: dưới mức gây nhiễu cho các hệ thống khác) và đã được phê duyệt cho sử dụng công nghiệp ở hầu hết các quốc gia khai thác mỏ.

c) Cơ sở hạ tầng cần thiết và mức độ xâm nhập

Yêu cầu lắp đặt cáp đồng trục dọc theo các hầm mỏ, kết nối với các bộ khuếch đại và đầu phát sóng → cơ sở hạ tầng phức tạp và tốn kém ban đầu. Mức xâm nhập cao vì cần xây dựng hệ thống cố định, nhưng một khi lắp đặt, nó tích hợp dễ dàng với radio cầm tay của công nhân mà không cần thay đổi thiết bị cá nhân.

d) Độ bao phủ và độ bền trong môi trường hầm lò

Độ bao phủ đồng đều dọc theo chiều dài cáp (thường lên đến vài km với bộ khuếch đại), loại bỏ vùng mất sóng trong hầm mỏ phức tạp. Độ bền cao trong môi trường hầm lò nhờ tín hiệu xuyên

qua cáp, ít bị ảnh hưởng bởi đá, bụi hoặc nước; tuy nhiên, dễ bị hỏng nếu cáp bị đứt hoặc suy hao theo thời gian.

e) Khả năng mở rộng và số lượng người dùng đồng thời

Hỗ trợ hàng trăm đến hàng nghìn người dùng đồng thời qua hệ thống radio hai chiều, dễ mở rộng bằng cách kéo dài cáp và thêm bộ khuếch đại. Tuy nhiên, khả năng mở rộng bị giới hạn bởi chiều dài cáp và có thể gặp vấn đề nhiễu nếu mật độ người dùng quá cao mà không có phân kênh.

f) Tốc độ dữ liệu / hiệu suất mạng

Tốc độ dữ liệu thấp, thường khoảng 9.6 kb/s đến 1 Mb/s tùy phiên bản (VHF/UHF), chủ yếu dành cho chuyện động nói và dữ liệu cơ bản như vị trí và khoảng cách. Hiệu suất mạng ổn định nhưng không phù hợp cho ứng dụng đòi hỏi băng thông cao như video HD; các phiên bản nâng cấp có thể hỗ trợ Wi-Fi hoặc 5G qua leaky feeder để tăng tốc độ lên vài Mb/s.

4. Băng tần siêu rộng / Ultra-Wideband (UWB)

a) Mức độ thông dụng / TRL

Đã đạt TRL 9 trong một số lĩnh vực tiêu dùng cao cấp (định vị chính xác trong iPhone, Samsung, khóa xe hơi kỹ thuật số). Trong khai thác mỏ, UWB đang ở giai đoạn thử nghiệm thực địa (TRL 6–7), nhưng tốc độ trưởng thành rất nhanh nhờ các hãng lớn (Qorvo, NXP, Apple) đang đẩy mạnh triển khai công nghiệp

b) Đáp ứng quy định

Sử dụng băng tần 3.1–10.6 GHz với công suất phát cực thấp (dưới -41.3 dBm/MHz), tuân thủ quy định FCC, ETSI và các tiêu chuẩn quốc tế khác. Không yêu cầu giấy phép riêng tại hầu hết các quốc gia, kể cả trong môi trường khai thác hầm lò.

c) Cơ sở hạ tầng cần thiết và mức độ xâm nhập

Tiêu thụ điện cao hơn Bluetooth LE một chút nhưng vẫn chấp nhận được (vài chục mW khi hoạt động). Hiện chưa tích hợp sẵn trong hầu hết thiết bị của công nhân → cần bổ sung thẻ hoặc module UWB → mức xâm nhập trung bình–cao. Tuy nhiên, kích thước chip UWB ngày càng nhỏ (dưới 3x3 mm) và có thể gắn vào mũ bảo hộ hoặc thẻ ra vào lò.

d) Độ bao phủ và độ bền trong môi trường hầm lò

Ưu thế vượt trội nhờ sử dụng xung cực ngắn và băng thông cực rộng → khả năng xuyên tường/đá tốt hơn đáng kể so với 2.4 GHz, ít bị nhiễu đa đường trong đường lò phức tạp. Nhiều thử nghiệm

Bảng 1. Tóm tắt so sánh và đánh giá các công nghệ truyền thông không dây trong giám sát, quản lý nhân sự và thiết bị

TT	Tiêu chí	Bluetooth	ZigBee	Leakyfeeder	UWB
1	Mức độ thông dụng	Cao (TRL 8–9)	Trung bình (TRL 4–6)	Cao (TRL 8–9)	Đang tăng nhanh (TRL 6–8)
2	Đảm bảo quy định	ISM 2.4GHz	ISM 2.4GHz	VHF/UHF	3.1-10.6GHz
3	Cơ sở hạ tầng & xâm nhập	Thấp, tích hợp sẵn	Thấp, mesh	Trung bình, cáp leaky	Trung bình, tag
4	Độ bao phủ trong hầm lò & độ bền	Trung bình	Trung bình–tốt	Tốt	Rất tốt
5	Khả năng mở rộng	Trung bình	Rất tốt (mesh)	Tốt	Rất tốt
6	Số người dùng đồng thời	Thấp–trung bình	Rất cao	Cao	Cao
7	Tốc độ dữ liệu	1-2 Mb/s	250 kb/s	1 Mb/s	6.8-27 Mb/s
8	Độ chính xác định vị	3–10 m	3–10 m	50–100 cm	10–30 cm
9	Tiêu thụ năng lượng	Rất thấp	Rất thấp	Trung bình	Trung bình

thực tế trong mỏ than loại cho thấy UWB duy trì độ chính xác định vị dưới 30 cm ngay cả trong điều kiện suy hao tín hiệu lớn.

e) Khả năng mở rộng và số lượng người dùng đồng thời

Hỗ trợ hàng trăm thiết bị đồng thời trong cùng một khu vực nhờ kỹ thuật chênh lệch thời gian đến (TDoA), chênh lệch pha đến (PDoA) hoặc đo khoảng cách hai chiều (TWR), chống nhiễu tốt nhờ mã hóa thời gian. Khả năng mở rộng cao trong không gian phức tạp của mỏ than hầm lò.

f) Tốc độ dữ liệu / Hiệu suất mạng

6,8 ÷ 27 Mb/s (theo chuẩn 802.15.4z HRP UWB), đủ để truyền dữ liệu cảm biến, giọng nói chất lượng thấp hoặc video độ phân giải thấp khi cần.

Như vậy có thể thấy rằng, UWB có các yếu tố phù hợp với môi trường mỏ khai thác hầm lò hiện đại và cần phải nghiên cứu áp dụng công nghệ đó trong ngành khai thác than hầm lò TKV.

3. Xem xét áp dụng UWB cho các đơn vị khai thác than hầm lò trong TKV

UWB là công nghệ truyền thông không dây tầm gần được định nghĩa chính thức bởi tiêu chuẩn IEEE 802.15.4 (và các phiên bản mở rộng 802.15.4z, 802.15.4ab) với đặc trưng nổi bật là sử dụng băng thông cực rộng (>500 MHz) và xung cực ngắn (vài nanogiây). Công nghệ này hoạt động chủ yếu trong dải tần 3.1–10.6 GHz với mật độ công suất phát cực thấp (≤ -41.3 dBm/MHz), cho phép cùng tồn tại với các hệ thống vô tuyến khác mà gần như không gây nhiễu.

UWB được cực quản lý thực phẩm và dược

phẩm Hoa kỳ (FDA) và ủy ban truyền thông liên bang Hoa Kỳ (FCC) chính thức công nhận vào năm 2002, nhưng chỉ thực sự bùng nổ thương mại từ năm 2019 khi Apple tích hợp UWB (dưới tên gọi U1 chip) vào iPhone 11, tiếp theo là Samsung, Xiaomi, BMW, Mercedes-Benz và hàng loạt nhà sản xuất ô tô, khóa thông minh, thẻ định vị (Apple AirTag, Samsung SmartTag+, Tile, Chipolo v.v.). Đến năm 2025, UWB đã đạt TRL 9 trong lĩnh vực tiêu dùng cao cấp và TRL 7–8 trong công nghiệp nặng, bao gồm khai thác mỏ.

Để nghiên cứu áp dụng UWB vào ngành Mỏ, trước tiên chúng ta cần xem xét đặc điểm kỹ thuật chính nổi bật của UWB. Băng thông: 500 MHz – 7.5 GHz mỗi kênh (thường dùng kênh 5, 6, 9) [1], [2]. Tốc độ dữ liệu: 6.8 Mb/s trong chế độ xung lặp lại thấp (LRP) đến 27 Mb/s trong chế độ xung lặp lại cao (HRP) theo 802.15.4z [2], [3]. Phạm vi: 50–200 m trong điều kiện LOS, vẫn duy trì liên lạc ổn định 30–70 m trong môi trường giữa hai điểm không nhìn thấy (NLOS) (đá, bê tông, kim loại) [1], [4], [5]. Độ chính xác định vị thời gian thực: 10–30 cm (3D), thậm chí <10 cm trong điều kiện tốt nhờ kỹ thuật TWR, TDoA và PDoA [1], [4], [6]. Khả năng xuyên vật cản vượt trội nhờ xung cực ngắn và băng tần cao, ít bị ảnh hưởng bởi hiện tượng đa đường (multipath) trong đường lò phức tạp [1], [7], [8]. Tiêu thụ điện: cao hơn Bluetooth LE nhưng đã giảm mạnh với các chip thế hệ mới (NXP Trimension SR150/SR040, Qorvo DW3000, Apple U1/U2) xuống còn 10–50 mW khi hoạt động liên tục [2], [5].

Do nhiều đặc điểm kỹ thuật nổi bật, UWB đã

được ứng dụng thành công trong khai thác mỏ hầm lò. Từ 2018–2025, nhiều dự án lớn trên thế giới đã triển khai thử nghiệm UWB trong môi trường mỏ: Mỏ than BHP (Úc), mỏ đồng Glencore (Canada), mỏ vàng Newmont (Mỹ): hệ thống định vị nhân viên và xe tải tự hành với độ chính xác <30 cm ngay cả trong khu vực NLOS [1], [4]; Dự án SIMS (Sustainable Intelligent Mining Systems) do EU tài trợ (2017–2022) đã chọn UWB làm công nghệ định vị chính cho khu vực hầm lò nhờ khả năng hoạt động ổn định trong môi trường đa đường và bụi kim loại; Các công ty như Extronics, Strata Worldwide, NLT Digital và Newtrax (thuộc Sandvik) đã đưa ra các giải pháp UWB thương mại dành riêng cho mỏ: thẻ đeo cá nhân, gắn trên mũ bảo hộ, xe tải, máy khoan, đạt chứng nhận ATEX/IECEx vùng 0 [1], [5]; Năm 2023–2025, nhiều mỏ ở Trung Quốc (China Coal, Shenhua) và Nam Phi (Anglo American Platinum) triển khai UWB kết hợp 5G để tạo hệ thống bản sao số (digital twin) của toàn bộ mỏ hầm lò với độ chính xác vị trí dưới 20 cm [4], [9], [8].

Kết quả ứng dụng cho thấy, UWB có nhiều ưu điểm đặc biệt trong môi trường khai thác mỏ: độ chính xác định vị vượt xa hoàn toàn Bluetooth và ZigBee (10–30 cm so với 3–10 m), đáp ứng yêu cầu theo dõi va chạm cấp độ cm; khả năng hoạt động tốt trong môi trường có nhiều kim loại, đá, nước (đặc trưng của mỏ hầm lò) nhờ tính chất chống đa đường cực mạnh; hỗ trợ hàng trăm thiết bị đồng thời trong cùng một khu vực mà không cần mạng lưới mesh phức tạp (dùng TDoA với ít điểm lập cố định); cho phép phát hiện góc đến bằng anten PDoA, giúp xác định chính xác hướng di chuyển của công nhân/máy móc trong không gian 3D.

Tuy nhiên, tính đến thời điểm năm 2025, UWB vẫn còn một số hạn chế: giá thành chip và thẻ định vị (tag) vẫn cao hơn Bluetooth/ZigBee khoảng 3–8 lần; chưa được tích hợp sẵn trong điện thoại/mũ bảo hộ công nhân phổ thông (chỉ có trên một số dòng cao cấp hoặc cần gắn thêm tag); tiêu thụ điện cao hơn → thời lượng pin tag thường 1–3 năm (vẫn chấp nhận được nhưng kém hơn ZigBee); UWB hiện được coi là công nghệ định vị và truyền thông chính xác nhất, bền bỉ nhất trong môi trường hầm lò phức tạp và đang nhanh chóng thay thế các giải pháp cũ dựa trên Wi-Fi, Bluetooth hay ZigBee trong các mỏ hiện đại hóa cao. Với tốc độ giảm giá chip nhanh chóng (dự kiến dưới 2

USD/chip vào 2026–2028), UWB được đánh giá là công nghệ nền tảng cho hệ thống an toàn, tự động hóa và quản lý tài sản mỏ hầm lò thế hệ tiếp theo.

4. Kết luận

Từ những phân tích về sự cần thiết đến tổng quan về các công nghệ truyền thông không dây ứng dụng trong khai thác hầm lò và các so sánh đánh giá trên một số tiêu chí về bốn loại công nghệ truyền thông áp dụng trong khai thác than hầm lò có thể thấy rằng:

Truyền thông không dây là công nghệ phù hợp với mục đích quản lý, giám sát nhân sự và thiết bị trong hầm lò;

UWB là công nghệ phù hợp có nhiều ưu điểm để ứng dụng vào quản lý, giám sát nhân sự và thiết bị trong khai thác than hầm lò của TKV.

Kiến nghị Tập đoàn TKV và các đơn vị khai thác than Hầm lò triển khai việc áp dụng truyền thông không dây vào trong khai thác than hầm lò phục vụ tốt công tác quản lý, giám sát nhân sự và thiết bị nhằm đảm bảo an toàn.

Tài liệu tham khảo:

Tài liệu tham khảo:

[1] M. Theissen, L. Kern, T. Hartmann and E. Clausen, “Use-Case-Oriented Evaluation of Wireless Communication Technologies for Advanced Underground Mining Operations,” *Sensor*, vol. 23, p. 3537, 2023.

[2] M. Ziegler, A. Kianfar, T. Hartmann and E. Clausen, “Development and Evaluation of a UWB-Based Indoor Positioning System for Underground Mine Environments,” *Mining Metallurgy & Exploration*, vol. 6, p. 40, July 2023.

[3] IEEE Standard 802.15.4z-2020, “Amendment 1: Enhanced Ultra Wideband (UWB) Physical Layers (PHYs) and Associated Ranging Techniques,” IEEE, 2020.

[4] H. Liu, Z. Zhang, J. Dong, J. Benndorf, X. Jia, X. Wang, X. Wu and G. Chen, “A review of positioning technologies for personnel and equipment in underground mines,” *International Journal of Digital Earth*, vol. 18, no. 1, p. 2506493, 19 May 2025..

[5] A. Kianfar, F. Uth, R. Baltés and E. Clausen, “Development of a Robust Ultra-Wideband Module for Underground Positioning and Collision Avoidance,” *Mining Metallurgy & Exploration*, vol. 3, p. 37, July 2020.

[6] M. F. R. Al-Okby, S. Junginger, T. Roddelkopf and K. Thurow, “UWB-Based Real-Time Indoor



Positioning Systems: A Comprehensive Review,” Applied Sciences, vol. 23, p. 14, November 2024.

[7] Y. Cui, S. Liu and Q. Liu, “*Navigation and positioning technology in underground coal mines and tunnels: A review,*” The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, vol. 121, pp. 295-303, JUNE 2021.

[8] K. Wisiak, M. Varelija and P. Hartlieb, “*Application of Ultra-Wide Band Sensors in*

Mining,” Sensors, vol. 1, no. 300, p. 23, December 2022.

[9] L. Wang, S. Zhang, J. Qi, H. Chen and R. Yuan, “*Research on IMU-Assisted UWB-Based Positioning Algorithm in Underground Coal Mines,*” Micromachines, vol. 14, p. 1481, 2023.

Research application wireless communication to monitoring, human and equipment management in underground coal mine operation of TKV

Dr. Pham Thanh Liem, MSc. Nguyen Anh Nguyen, MSc. Nguyen Kim Quy
Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

This article present overview of wireless communication technology in human and equipment monitoring and management in underground coal mine, from there, consider applying it to TKV. Authors analysed difficults due operation environment affected and limination of wireless communication technology. The selected technologies was categorized according to specific using and evaluated based on operation requirement and technical criteria. The research results emphasize that wireless communication technology needs to be evaluated under real operating conditions and suggest ultra wide band is preferred technology to apply in TKV to improve occupational safety and production efficiency.

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG ĐỊNH MỨC KINH TẾ - KỸ THUẬT QUẢN LÝ VẬN HÀNH TƯỚI NƯỚC DẬP BỤI TRONG CÔNG TRƯỜNG KHAI THÁC, MẶT BẰNG VÀ BÃI THẢI TRONG TKV

CN. Phạm Ngọc Hảo và nnk

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn

Tóm tắt:

Trong những năm qua, các đơn vị khai thác, chế biến than, khoáng sản trong Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã triển khai nhiều giải pháp cải tạo, bảo vệ môi trường (BVMT) nhằm hướng tới mục tiêu giảm thiểu tình trạng phát tán bụi ra môi trường trong quá trình sản xuất. Một trong số các giải pháp đó là tưới nước dập bụi (TNDB) bề mặt bằng xe tưới đường tại công trường khai thác, các tuyến đường và phun sương dập bụi bằng hệ thống phun sương cao áp tại các kho/bãi chứa than, bãi thải, mặt bằng. Trong bài báo này, nhóm tác giả sẽ trình bày kết quả xây dựng bộ định mức TNDB cho các đơn vị sản xuất trong TKV.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, khai thác, chế biến than và khoáng sản là hai trong số các lĩnh vực sản xuất chính của TKV, cùng với sản xuất điện, sản xuất vật liệu nổ công nghiệp và cơ khí. Các hoạt động khai thác, chế biến than và khoáng sản phần lớn diễn ra ngoài trời, trong không gian tương đối rộng, một số nằm gần khu văn phòng, khu đông dân cư và dễ làm phát tán bụi ra môi trường xung quanh. Để giảm thiểu bụi phát tán ra môi trường, TKV đã và đang áp dụng nhiều biện pháp như: che chắn nguồn bụi, vận chuyển bằng phương tiện kín, lắp đặt bổ sung nhiều tuyến băng tải thay thế vận chuyển bằng ô tô, lắp đặt các trạm rửa xe tự động khu vực ra vào công trường, hệ thống tưới nước làm ẩm, trồng cây xanh tại các công trường, bãi thải, v.v; trong đó, công tác TNDB là giải pháp chống bụi chủ yếu, được các đơn vị trong TKV quan tâm, chú trọng.

Đến nay, các đơn vị trong TKV đang vận hành trên 120 thiết bị phun sương cao áp dập bụi, 170 xe tưới đường chuyên dụng; trong đó, có 4 xe tưới đường chuyên dụng công suất lớn (dung tích 50m³). Tuy nhiên công tác quản lý các chi phí, định mức vận hành các thiết bị TNDB đang được thực hiện theo các quyết định, định mức riêng, tạm thời của mỗi đơn vị, chưa có sự nghiên cứu, đánh giá, tổng hợp và xây dựng hệ thống định mức chung, thống nhất, làm cơ sở cho việc lập, thẩm định, phê duyệt kế hoạch kỹ thuật, sản xuất và kinh doanh trong toàn tập đoàn, bình đẳng trong việc giao

khoản chi phí và nghiệm thu khối lượng công việc cho các đơn vị.

Xuất phát từ yêu cầu trên, TKV đã giao cho Viện KHCNM Mỏ thực hiện nhiệm vụ xây dựng bộ định mức kinh tế - kỹ thuật quản lý vận hành tưới nước dập bụi trong công trường khai thác, mặt bằng và bãi thải trong TKV, đảm bảo cơ sở khoa học, phù hợp với thực tế sản xuất tại các đơn vị. Bộ định mức kinh tế - kỹ thuật quản lý vận hành tưới nước dập bụi sẽ là công cụ hỗ trợ đắc lực cho công tác quản lý, điều hành sản xuất, quản trị chi phí đối với các đơn vị và Tập đoàn.

2. Hiện trạng và các yếu tố ảnh hưởng đến công tác TNDB tại công trường, mặt bằng và bãi thải

Do điều kiện sản xuất, khai thác, chế biến than và khoáng sản phần lớn thực hiện ngoài trời, trong không gian rộng, chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi nhiều yếu tố tự nhiên như gió, độ ẩm, nhiệt độ, nên dễ làm phát tán bụi ra môi trường xung quanh.

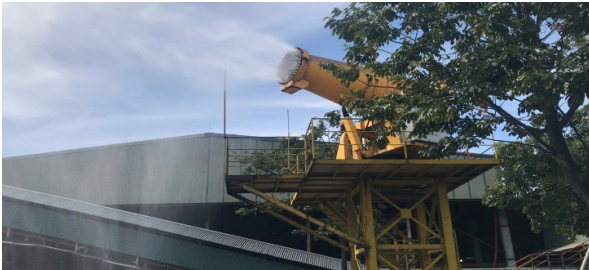


Hình 1. Hiện trạng bãi thải Bàng Nâu - Công ty Than Cao Sơn

Tại các tuyến đường vận chuyển than - đá, bụi từ mặt đường bám bánh xe kết hợp với gió làm phát tán ra môi trường xung quanh. Với các tuyến đường tại các đơn vị khai thác than, do đặc điểm mặt đường có sét, nên khả năng phát tán bụi lớn hơn so với các tuyến đường tại các đơn vị khai thác khoáng sản do mặt đường đa phần là đá biến chất. Tại khu vực kho than, nhà sàng, các dây chuyền sàng tuyển hoạt động liên tục 03 ca/ngày, các ô tô vận tải chở than liên tục ra, vào và các thiết bị xúc bốc hoạt động đồng thời là nguyên nhân phát tán bụi liên tục. Các bãi thải hiện nay có diện tích khá lớn, lên đến hàng trăm ha, độ cao từ 200-300m, dễ phát sinh, phát tán bụi ra môi trường xung quanh, một số nằm gần khu vực dân cư gây ảnh hưởng đến điều kiện sinh hoạt của người dân. Một số khu vực có địa hình dốc, cung độ vận tải dài, nhiều đoạn quanh co, hệ thống đường vận tải, mặt bằng, khu vực kho bãi phân tán, khó tiếp cận, khiến việc bố trí tuyến tưới, điểm tiếp nước và điều độ xe tưới gặp nhiều khó khăn, đặc biệt tại các vị trí tưới xa nguồn nước hoặc các tuyến vận tải có lưu lượng xe tải trọng lớn. Khi thời tiết trời nắng, hanh khô, lượng bụi phát tán tăng, các đơn vị thường bố trí vận hành liên tục hệ thống phun sương dập bụi 24/24 giờ và bố trí xe tưới nước từ 05-06 chuyến/ca, đảm bảo duy trì độ ẩm bề mặt, hạn chế tối đa phát tán bụi ra môi trường xung

quanh. Khi sản lượng tăng đột biến, tần suất tưới được điều chỉnh tăng, đồng thời bổ sung thêm lượt tưới đột xuất theo yêu cầu. Đây là các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến định mức, chi phí TNDB.

Ngoài ra, thực tế hiện nay, một số xe tưới đã qua nhiều năm sử dụng, cải hoán từ các xe vận tải đất đá đã cũ, béc phun mòn, áp lực nước yếu, dẫn đến khả năng phân bố nước không đều và hiệu quả dập bụi giảm; hệ thống phun sương cao áp hoạt động trong điều kiện nhiều bụi mịn thường xuyên xảy ra tình trạng tắc các béc phun, áp lực phun giảm. Trong quá trình tưới, lao động vận hành xe với tốc độ ổn định giúp lớp nước được trải đều trên bề mặt đường, đạt hiệu quả trong công tác tưới nước và giảm tiêu thụ nhiên liệu. Các thiết bị TNDB được kiểm tra, bảo dưỡng thường xuyên đảm bảo tránh hỏng hóc, sửa chữa, vận hành ổn định, hiệu quả. Khi sản lượng khai thác tăng cao, số lượng phương tiện vận tải hoạt động liên tục làm bề mặt đường nhanh xuống cấp và phát sinh bụi mạnh, đòi hỏi tăng tần suất tưới nước và khối lượng nước sử dụng, làm ảnh hưởng tới định mức tiêu hao. Các đơn vị xây dựng kế hoạch tưới nước chi tiết và điều chỉnh linh hoạt theo thời tiết dẫn đến giúp kiểm soát lượng tốt nước sử dụng, tăng hiệu quả sử dụng, vận hành thiết bị. Đây là các yếu tố kỹ thuật, quản lý ảnh hưởng đến định mức, chi phí TNDB.



a) Hệ thống phun sương cao áp tại kho than Công ty TTCO



b) Hệ thống phun sương cao áp tại kho than Công ty than Ưng Bí



c) Xe tưới nước CAT 773E 50m3 Công ty than Cao Sơn



d) Hệ thống phun sương cao áp tại khu vực kho than Công ty TTHG

Hình 2. Phương tiện thực hiện công tác tưới nước dập bụi tại một số đơn vị

3. Xây dựng định mức kinh tế - kỹ thuật quản lý vận hành tưới nước đập bụi tại công trường, mặt bằng và bãi thải

3.1. Phạm vi, đối tượng và nội dung xây dựng định mức

- Phạm vi: Các đơn vị khai thác than hầm lò, lộ thiên; các đơn vị khai thác, chế biến khoáng sản; các đơn vị chế biến, tiêu thụ than.

- Đối tượng: Các xe tưới nước và các hệ thống phun sương cao áp.

- Nội dung: Định mức được xây dựng bao gồm:

+ Định mức năng suất thiết bị: (1) Định mức năng suất ô tô tưới nước: theo cung độ tưới từ 0,3 km đến 8,0 km (gồm số chuyến/ca và khối lượng m³/ca); (2) Định mức năng suất hệ thống phun sương: theo lượng nước sử dụng trên 01 giờ hoạt động cho từng chủng loại thiết bị.

+ Định mức sấm lốp ô tô tưới nước: theo cung độ tưới từ 0,3 km đến 8,0 km cho các thiết bị.

+ Định mức nhiên liệu ô tô tưới nước: theo cung độ tưới từ 0,3 km đến 8,0 km và độ cao nâng tải từ 10 m đến 600 m.

+ Định mức điện năng hệ thống phun sương cao áp: theo giờ hoạt động (kWh/giờ hoạt động) và theo m³ nước thực hiện tưới (kWh/m³ nước).

+ Định mức dầu nhờn, mỡ máy bổ sung cho vận hành: theo giờ hoạt động và tỷ lệ % nhiên liệu tiêu hao.

+ Định mức phụ tùng sửa chữa thường xuyên, phụ tùng thay thế bảo dưỡng: tính cho số lượng từng loại vật tư phụ tùng thay thế của từng cấp bảo dưỡng theo định ngạch.

3.2. Phương pháp xây dựng

Nhóm tác giả đã lựa chọn các phương pháp xây dựng định mức phù hợp, bao gồm:

* Phương pháp thống kê

Đây là phương pháp xây dựng định mức dựa vào những số liệu thống kê thực tế về các chỉ tiêu kỹ thuật trong kỳ báo cáo. Với phương pháp này, số liệu thống kê thu thập được càng nhiều, kết quả xây dựng định mức có mức độ chính xác càng cao. Giá trị định mức bằng trung bình cộng các số liệu thống kê.

* Phương pháp tính toán lý thuyết

Phương pháp này căn cứ vào quy trình công nghệ, chất lượng máy móc, thiết bị vận hành, quy trình sử dụng vật tư, nguyên nhiên vật liệu... để phân tích, tính toán xây dựng định mức.

* Phương pháp khảo sát

Phương pháp khảo sát dựa vào số liệu khảo

sát thực tế trong một giai đoạn sản xuất để xây dựng định mức.

* Phương pháp chuyên gia

Trong phương pháp này chủ yếu dựa vào kinh nghiệm quản lý, thực tế sản xuất và kinh nghiệm định mức của các chuyên gia.

Định mức công tác tưới nước đập bụi được xây dựng từ một hoặc kết hợp 2, 3 hoặc cả 3 phương pháp trên, tùy theo từng loại thiết bị và số liệu thu thập.

3.3. Xây dựng định mức

3.3.1. Định mức năng suất, định biên lao động

a) Với xe tưới nước:

Áp dụng phương pháp tính toán, năng suất ca xe ô tô được xác định theo công thức:

$$N_{ca} = \frac{T_{ca} - T_{ck} - T_{gd}}{T_{chk}}, \text{ chuyến/ca}$$

Trong đó:

- T_{ca} , T_{ck} , T_{gd} : Tương ứng là thời gian một ca sản xuất ($\epsilon \cdot \lambda$: phút); thời gian chuẩn kết (480 phút), bao gồm các công việc như: giao nhận ca, kiểm tra, điều chỉnh xe, lấy dầu mỡ, ra vào tuyến, ký phiếu lệnh, thời gian gián đoạn trong ca (75 phút), gồm các công việc như: Ăn giữa ca, kiểm tra, sửa chữa, nạp giảm sóc, ...

- T_{chk} : Thời gian thực hiện một chu kỳ tưới nước, phút.

Thời gian thực hiện một chu kỳ vận chuyển được xác định theo công thức:

$$T_{chk} = 2L \frac{60}{V} + t_h + t_m, \text{ phút}$$

Trong đó:

- T_{chk} : Thời gian 1 chu kỳ tưới nước, phút;
- L : Cung độ vận chuyển nước và tưới đường, km;

- V : Tốc độ kỹ thuật trung bình của ô tô, km/h;

- t_h : Thời gian đầy tét nước, phút;

- t_m : Thời gian thực hiện các thao tác phụ, được xác định theo đặc tính kỹ thuật của từng loại xe và số liệu khảo sát chụp ảnh bấm giờ.

Định biên lao động được xác định theo thống kê thực hiện tại các đơn vị và các quy định tại các bộ định mức đã ban hành của TKV.

b) Với Hệ thống phun sương cao áp:

Định mức năng suất hệ thống phun sương cao áp được xây dựng theo thông số tại Catalogue của từng thiết bị, thể hiện khối lượng nước có thể phun được trong 1 khoảng thời gian.

3.3.2. Định mức tiêu hao vật tư, nhiên liệu, điện năng



a) Định mức tiêu hao sẫm lớp xe tưới nước:

Tiêu hao sẫm lớp (Bộ-quả /1000Tkm) được áp dụng phương pháp tính toán, theo công thức sau:

$$W_{sl} = \frac{1000}{P_h} \times K_1 \times K_2, \text{ Bộ-quả}/1000 \text{ Tkm}$$

Trong đó:

- P_h : Sức chịu tải trung bình của đất đá vận chuyển tác động lên quả lớp, Tkm/bộ-quả.

$$P_h = Q_m \cdot n_l, \text{ Tkm}/\text{Bộ-quả}$$

- n_l : Thời gian chịu tải trung bình cho 1 quả lớp, (theo khuyến cáo của hãng cung cấp lớp và thực tế sử dụng lớp trong nhiều năm tại các mỏ than TKV), giờ/Bộ-quả.

- Q_m : Tải trọng hàng hóa mỏ trung bình trên thùng xe trong một giờ vận chuyển, Tkm/h.

$$Q_m = \frac{N_{ca} \cdot n}{T_{ngày}} \cdot \gamma \cdot L, (\text{Tkm} / \text{h}), \text{ Tkm}/\text{h}$$

+ N_{ca} : Năng suất ca của xe ô tô, m³/ca;

+ n : số ca làm việc trong ngày;

+ $T_{ngày}$: Thời gian một ngày sản xuất, gồm thời gian hoạt động ra sản phẩm và thời gian ngừng nghỉ theo quy định;

+ γ : Thể trọng của nước, tấn/m³;

+ L : Cung độ vận chuyển, km.

- K_1 : Hệ số ảnh hưởng tiêu hao lớp theo cung độ vận tải, $K_1 = 1$ đối với $L \leq 5$ km và tăng lên 1,14 khi $L = 12$ km.

- K_2 : Hệ số ảnh hưởng nhiệt độ môi trường khi hoạt động so với nhiệt độ môi trường tham chiếu của Nhà sản xuất 38°C.

$$K_2 = \frac{V_m}{V_m - 0,25 \cdot (T_A - T_R)}$$

+ V_m : Vận tốc trung bình của ô tô, km/h;

+ T_A : Nhiệt độ môi trường xung quanh, $T_A = 22,5^\circ\text{C}$;

+ T_R : Nhiệt độ tham chiếu, $T_R = 38^\circ\text{C}$.

b) Định mức tiêu hao nhiên liệu xe tưới nước:

Tiêu hao nhiên liệu khi vận chuyển hàng được áp dụng phương pháp tính toán, theo công thức sau:

Khi vận chuyển hàng lên dốc (hàng đi lên cao):

$$g^+ = \frac{10}{q\gamma} \left\{ \left(\sum K_i + \frac{1}{\beta} - 2 \right) \cdot K_1 + q\gamma K_2 K_i^+ + \frac{100}{L} K_3 \right\}$$

Khi vận chuyển hàng xuống dốc (hàng đi xuống thấp):

$$g^- = \frac{10}{q\gamma} \left\{ \left(\sum K_i + \frac{1}{\beta} - 2 \right) \cdot K_1 + q\gamma K_2 K_i^- + \frac{100}{L} K_3 \right\}$$

Trong đó:

- q : Trọng tải thiết kế của xe, tấn;

- γ : Hệ số sử dụng tải trọng;

- β : Hệ số sử dụng quãng đường;

- L : Cung độ vận tải, km;

- K_i : Hệ số được xác định theo phương pháp thống kê và thực nghiệm.

Trong đó:

- $\sum K_i$: Tổng hệ số ảnh hưởng độ dốc,

$$\sum K_i = K_i^+ + K_i^-$$

+ K_i^+ : Hệ số ảnh hưởng khi xe lên dốc có tải,

$$K_i^+ = 1 + \frac{20,05}{140,96} i$$

+ K_i^- : Hệ số ảnh hưởng khi xe xuống dốc có tải,

$$K_i^- = 1 + \frac{1,37}{141,79} i$$

- i : Độ dốc dọc của quãng đường, %;

- K_1 : Suất tiêu hao nhiên liệu khi chạy không tải trên đường bằng, lít/100km;

- K_2 : Suất tiêu hao nhiên liệu cho 1 đơn vị vận chuyển trên đường bằng đi 100km, lít/100Tkm;

- K_3 : Suất tiêu hao nhiên liệu cho 1 lần vận chuyển dừng vào việc xếp dỡ, quay trở đầu xe và dỡ tải, lít/lần vận chuyển;

Suất tiêu thụ nhiên liệu K_1, K_2, K_3 được lập trong điều kiện chuẩn (trên cơ sở catalogue của nhà sản xuất, theo số liệu khảo sát tiêu hao thực tế): Tình trạng xe loại B, đường loại III, trình độ lái xe trung bình, tốc độ trung bình hiện dùng ở mỏ, thời tiết khô ráo.

c) Định mức tiêu hao điện năng hệ thống phun sương:

Phương pháp xây dựng định mức tiêu điện năng là phương pháp tính toán

Suất tiêu thụ điện năng của các Hệ thống được xác định theo công thức sau:

$$T = \frac{W}{Q}, kWh / 1000m^3$$

Trong đó:

- Q : Khối lượng nước sử dụng trong 1 giờ của hệ thống phun sương (m³ nước).

- W : Tổng điện năng tiêu thụ của thiết bị (kWh).

$$W = K_{yc} \sum_i^n P_{TB} (kWh)$$



Trong đó:

- $\sum_i^n P_{TB}$: Tổng công suất của thiết bị, kW;
- k_{yc} : Hệ số yêu cầu

$$K_{yc} = \frac{k_{dt} \cdot k_{mt}}{n_{dc} \cdot n_m}$$

Trong đó:

- η_m : Hiệu suất mạng cung cấp điện, mạng điện 380V, $\eta_m = 0,90$;

- η_{dc} : Hiệu suất động cơ, từ 0,9÷0,95 (theo catalogue);

- k_{mt} : Hệ số mang tải của phụ tải, xác định bằng công suất thực tế của phụ tải (kW)/công suất thiết kế của phụ tải (kW).

- k_{dt} : Hệ số đồng thời, xác định theo tổng công suất định mức các phụ tải đồng thời làm việc (tại thời điểm xem xét)/tổng công suất lắp đặt định mức của các phụ tải. Với các trạm phun sương k_{dt} từ 0,6÷0,8;

d) *Định mức tiêu hao dầu nhớt, mỡ máy bổ sung cho vận hành:*

Định mức dầu nhớt, mỡ máy bổ sung cho vận hành được xây dựng trên cơ sở thống kê số liệu thực hiện trong giai đoạn 2022-2025 của các thiết bị tại các đơn vị.

3.3.3. *Định mức phụ tùng sửa chữa thường xuyên, phụ tùng thay thế bảo dưỡng*

Cơ sở xây dựng:

- Căn cứ Catalogues của thiết bị, quy trình hướng dẫn vận hành; bảo dưỡng các loại máy móc thiết bị, hiện trạng máy móc thiết bị (chủng loại, số lượng, tuổi thọ, tình trạng kỹ thuật), thời gian hoạt động (số giờ vận hành hoặc số lần bảo dưỡng máy móc thiết bị),...;

- Căn cứ hiện trạng về máy móc, thiết bị;

- Các số liệu khảo sát thực tế về công tác sửa chữa các cấp thiết bị cơ điện của từng đơn vị từ 2023-2025.

- Các văn bản khác có liên quan.

Nội dung:

Sửa chữa thường xuyên, bảo dưỡng là hoạt động bảo dưỡng, bảo trì nhỏ có tính chất bảo dưỡng hoặc thay thế bộ phận, chi tiết của thiết bị, tài sản cố định nhằm đảm bảo thiết bị, tài sản vẫn hoạt động ổn định. Hoạt động này diễn ra trong thời gian ngắn, chi phí thấp, chiếm tỉ trọng nhỏ, vì vậy, chi phí sửa chữa thường xuyên được tập hợp và hạch toán trực tiếp vào chi phí kinh doanh của kỳ hạch toán mà nghiệp vụ sửa chữa diễn ra. Các phương pháp thực hiện như sau:

- Sử dụng phương pháp đối chứng giữa hướng dẫn bảo dưỡng thiết bị của nhà sản xuất với thực tế số lần bảo dưỡng thiết bị theo vụ và cả năm để xây dựng định ngạch theo các cấp 125h hoặc 250h, 250h hoặc 500h, 1000h, 2000h... cơ bản phù hợp với quyết định số 3283/QĐ-TKV quy định định ngạch sửa chữa các cấp của Tập đoàn TKV.

- Phương pháp xác định nhóm khối thiết bị: Nhóm thiết bị băng tải theo chiều dài băng; nhóm máy bơm theo chất lỏng và công suất; nhóm bồn theo bồn có cánh khuấy, không cánh khuấy và dung tích bồn,

- Sử dụng phương pháp thống kê thực tế và tổng hợp các định mức hiện có, từ đó xác định các số liệu vật tư phụ theo số lượng nhỏ nhất.

- Xác định khối lượng dầu mỡ theo chu kỳ thay và chu kỳ thêm của hồ sơ kỹ thuật nhà sản xuất thiết bị.

- Xác định số lượng vật tư chính theo kỳ bảo dưỡng như sau:

$$SL = \frac{T_{DN}}{T_{VT}}$$

Trong đó:

SL - Số lượng phụ tùng thay thế;

T_{DN} - Định ngạch bảo dưỡng thiết bị;

T_{VT} - Tuổi thọ phụ tùng vật tư.

3.4. Kết quả xây dựng định mức

Sau quá trình xây dựng, Nhóm thực hiện đã hoàn thiện xây dựng định mức theo đúng phạm vi, đối tượng và nội dung theo yêu cầu, với tổng cộng hơn 1.330 mã định mức được xây dựng, cụ thể như sau:

- Định mức năng suất thiết bị: xây dựng được 627 mã.

- Định mức sắm lớp ô tô tưới nước: xây dựng được 621 mã.

- Định mức nhiên liệu ô tô tưới nước: xây dựng được 23 mã.

- Định mức điện năng hệ thống phun sương cao áp: xây dựng được 06 mã.

- Định mức bình điện, dầu nhớt, mỡ máy bổ sung cho vận hành: xây dựng được 30 mã.

- Định mức phụ tùng sửa chữa thường xuyên, phụ tùng thay thế bảo dưỡng: xây dựng được 24 mã.

3.5. Đánh giá, so sánh

Sau khi xây dựng, kết quả so sánh một số định mức với bình quân thực hiện các đơn vị giai đoạn 2022-2025 như trong bảng 1.

Bảng 1. So sánh một số định mức với bình quân thực hiện các đơn vị giai đoạn 2022-2025

TT	Nội dung	Đơn vị tính	Kết quả xây dựng định mức	Thực tế thực hiện
1	Năng suất xe tưới nước CAT 773E 49m ³ tại cung độ 5km	Chuyến/ca	5,00	6,00
2	Năng suất xe tưới nước CAT 773E 35m ³ tại cung độ 5km	Chuyến/ca	6,00	6,00
3	Năng suất xe tưới nước Maz 6510B3 tại cung độ 2km	Chuyến/ca	13,00	14,00
4	Bình điện	Giờ/bộ	3.000	3.000
5	Định mức nhiên liệu xe CAT 773E 35m ³ tại cung độ 4,5km, độ cao 500m	lít/1000 Tkm	248,00	249,39
6	Định mức nhiên liệu xe CAT 769D 35m ³ tại cung độ 4,5km, độ cao 500m	lít/1000 Tkm	252,00	275,77
7	Định mức dầu nhờn hệ thống phun sương cao áp Dzutech A150	Lít/h	0,01	0,01
8	Định mức mỡ máy hệ thống phun sương cao áp Dzutech A150	Kg/h	0,004	0,004
9	Định mức dầu nhờn xe ô tô CAT 773E 50m ³	%NL	0,127	0,127
10	Định mức mỡ máy xe ô tô CAT 773E 50m ³	%NL	0,004	0,004

Qua bảng trên, nhận thấy định mức một số công tác chủ yếu tương đương với số liệu thực hiện bình quân giai đoạn 2022-2025 tại các đơn vị.

4. Kết luận

Tại các đơn vị khai thác, chế biến than và khoáng sản, giải pháp tưới nước và phun sương dập bụi cho các kho/bãi chứa than, bãi thải, mặt bằng được sử dụng rộng rãi, chủ yếu và số lượng các thiết bị phục vụ công tác này khá lớn. Các chi phí, định mức vận hành các thiết bị này đang được thực hiện theo các quyết định, định mức riêng, tạm thời của mỗi đơn vị, không có sự thống nhất trong Tập đoàn. Do điều kiện sản xuất, khai thác, chế biến than và khoáng sản phần lớn thực hiện ngoài trời, trong không gian rộng, chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi nhiều yếu tố tự nhiên như gió, độ ẩm, nhiệt. Các kho than, nhà sàng, dây chuyền sàng tuyển hoạt động liên tục 03 ca/ngày. Các bãi thải có diện tích khá lớn, một số nằm gần khu vực dân cư. Các tuyến đường, mặt bằng, bãi thải có địa hình dốc, cung độ vận tải dài, nhiều đoạn quanh co, phân tán. Khi thời tiết trời nắng, hanh khô, lượng bụi phát tán tăng. Trong một số giai đoạn, các đơn vị tăng sản lượng đột biến, tần suất tưới được điều chỉnh tăng theo. Một số xe tưới đã qua nhiều năm sử dụng, cải hoán từ các xe vận tải đất đá đã cũ, hệ thống phun sương cao áp thường

xuyên bị tắc, áp lực phun giảm. Đây là các yếu tố tự nhiên, kỹ thuật, quản lý ảnh hưởng đến định mức, chi phí TNDB.

Để xây dựng bộ định mức kinh tế - kỹ thuật quản lý vận hành TNDB trong công trường khai thác, mặt bằng và bãi thải cho các đơn vị khai thác, chế biến than và khoáng sản, nhóm tác giả đã lựa chọn 4 phương pháp (thống kê, tính toán lý thuyết, khảo sát, chuyên gia) và xây dựng được các định mức bao gồm: năng suất thiết bị (627 mã); sảm lớp ô tô tưới nước (621 mã); nhiên liệu ô tô tưới nước (23 mã); điện năng hệ thống phun sương cao áp (06 mã); bình điện, dầu nhờn, mỡ máy bổ sung cho vận hành (30 mã); phụ tùng sửa chữa thường xuyên, phụ tùng thay thế bảo dưỡng (24 mã) với tổng cộng hơn 1.330 mã định mức. Các kết quả xây dựng, lựa chọn định mức được so sánh với một số định mức (tính bình quân) thực hiện của các đơn vị trong Tập đoàn giai đoạn 2022-2025 cho thấy tương đồng về giá trị.

Như vậy, Bộ định mức kinh tế - kỹ thuật quản lý vận hành TNDB trong công trường khai thác, mặt bằng và bãi thải cho các đơn vị khai thác, chế biến than và khoáng sản do Viện KHCNM thực hiện đảm bảo cơ sở khoa học, thực tiễn, phù hợp với thực tế sản xuất tại các đơn vị, góp phần nâng cao hiệu quả công tác quản lý, điều hành, quản trị chi



phí trong Tập đoàn.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Tài liệu kỹ thuật, quy trình vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa, định mức nội bộ các thiết bị tưới nước dập bụi của các đơn vị:

- Quyết định số 5660/QĐ-TCS-KTVT của Công ty CP than Cao Sơn-TKV ngày 06/07/2021 về việc Ban hành quy trình vận hành, bảo dưỡng xe Stec nước CAT 773E-GF13W 49m3.

- Quyết định số 8954/QĐ-TCS-CD của Công ty CP than Cao Sơn-TKV ngày 18/10/2021 về việc Ban hành quy trình vận hành, bảo dưỡng máy phun sương cao áp Duztech A150.

- Quyết định số 904/QĐ-VHTC của Công ty CP than Hà Tu-Vinacomin ngày 05/03/2025 về việc Ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật thiết bị khai thác-vận tải năm 2025.

- Quyết định số 3059/QĐ-VHTC của Công ty CP than Hà Tu-Vinacomin ngày 21/09/2023 về việc Ban hành quy trình vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa xe ô tô xi téc chở nước Kamaz 53229.

- Quyết định số 2606/QĐ-VHTC của Công ty

CP than Hà Tu-Vinacomin ngày 28/09/2021 về việc Ban hành quy trình vận hành hệ thống Phun sương dập bụi cao áp VMIC-75 & VMIC-110.

- Quyết định 388/QĐ-VLC của Công ty Kho vận Đá Bạc-Vinacomin ngày 28/02/2025 về việc Ban hành quy định thực hiện công tác chống bụi trên hiện trường sản xuất của Công ty năm 2025.

- Quyết định số 13537/QĐ-KVCP của Công ty Kho vận và cảng Cẩm Phả-Vinacomin ngày 30/12/2019 về việc Ban hành quy trình vận hành bảo dưỡng sửa chữa xe ô tô Xi téc chở nước Thaco Auman C1500.

[2]. Phạm Ngọc Hào và NNK “Định mức kinh tế-kỹ thuật quản lý vận hành tưới nước dập bụi trong công trường khai thác, mặt bằng và bãi thải trong TKV” - Viện KHCN Mỏ tháng 12/2025.

[3]. Một số tài liệu, sách báo tham khảo khác liên quan đến công tác tưới nước dập bụi của các đơn vị trong TKV và tài liệu từ nguồn internet.

Research on developing economic -technical standards for managing and operating water irrigation system for dust suppression in mining sites, open areas and waste dumps in TKV

MSc. Pham Ngoc Hao and Others - Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Over the years, coal and mineral mining and processing unit in TKV had implemented many environmental protection and improvement solution aimed to minimizing dust emissions into the environment during production. One of these solutions is surface dust suppression using water trucks at mining site, roads, and dust suppression using high pressure misting systems at coal storage yards, waste dumps and other. This article, the authors will present the results of developing a dust suppression standard for production units in TKV.

Khảo sát khả năng ứng dụng giám sát chất lượng than trực tuyến tại Công ty Tuyển than Hòn Gai

Chiều ngày 19/01, đoàn công tác của Công ty ENELEX Spol.s.r.o. (Cộng hòa Séc) cùng Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã có buổi làm việc và khảo sát thực tế tại Công ty Tuyển than Hòn Gai - Vinacomin nhằm trao đổi, đánh giá khả năng ứng dụng giải pháp giám sát chất lượng than trực tuyến trong dây chuyền sản xuất, pha trộn và tiêu thụ than, phục vụ mục tiêu hiện đại hóa và chuyển đổi số ngành Than



Toàn cảnh buổi làm việc

Tham dự buổi làm việc, về phía ENELEX Spol.s.r.o. có ông Libor Vacek - Giám đốc Công ty, Chủ tịch Hiệp hội Công nghệ Khai thác mỏ Cộng hòa Séc và ông Daniel Vacek - Phó Giám đốc Công ty. Về phía TKV có đại diện các ban chuyên môn, Ban Hợp tác Quốc tế và Viện Khoa học Công nghệ mỏ. Về phía Công ty Tuyển than Hòn Gai - Vinacomin có các ông Lê Thanh Hoàn, Nguyễn Xuân Tuyên - Phó Giám đốc Công ty cùng lãnh đạo các phòng chuyên môn.

Tại buổi làm việc, ông Nguyễn Xuân Tuyên - Phó Giám đốc Công ty đã giới thiệu khái quát về quy mô sản xuất và hệ thống công nghệ của Trung tâm Chế biến và Kho than tập trung vùng Hòn Gai - công trình được đầu tư đồng bộ, ứng dụng công nghệ sạch, tự động hóa cao, băng tải khép kín và quản lý tập trung bằng các giải pháp số, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất và bảo vệ môi trường. Hiện tại, Công ty tiếp tục được TKV đầu tư nâng cấp hệ thống băng tải, chế biến, tiêu thụ than và các bến cảng rót than, tạo nền tảng thuận lợi cho việc ứng dụng công nghệ giám sát hiện đại.

Trên cơ sở đó, đoàn công tác ENELEX



Đại diện ENELEX Spol.s.r.o trình bày giải pháp giám sát chất lượng than online

Spol.s.r.o. đã trình bày giải pháp giám sát chất lượng than online với các ưu điểm như: đo liên tục trên băng tải, xây dựng "profile" cho từng chủng loại than, kết hợp phân tích trực tuyến với lấy mẫu tự động và tích hợp dữ liệu vào hệ thống điều khiển để tối ưu quá trình pha trộn, điều hành sản xuất theo thời gian thực. Đồng thời, đánh giá cao năng lực công nghệ của Công ty Tuyển than Hòn Gai - Vinacomin, đại diện Công ty ENELEX Spol.s.r.o. cho rằng với quy mô hệ thống các kho chứa than và công nghệ sản xuất hiện đại của Công ty tương đương các cơ sở chế biến than tiên tiến tại Cộng hòa Séc và khẳng định sẵn sàng đồng hành, chia sẻ kinh nghiệm và giải pháp phù hợp với điều kiện sản xuất của TKV.



Đoàn công tác của ENELEX Spol.s.r.o. tham quan, khảo sát ứng dụng giám sát chất lượng than trực tuyến tại Công ty Tuyển than Hòn Gai

Buổi làm việc mở ra triển vọng hợp tác tích cực giữa TKV, Công ty Tuyển than Hòn Gai - Vinacomin và Công ty ENELEX Spol.s.r.o., góp phần nâng cao hiệu quả quản lý chất lượng than, tối ưu vận hành và thúc đẩy chuyển đổi số, hướng tới phát triển bền vững của TKV trong giai đoạn mới.

Tác giả: CTV: Bùi Huy Hoàng

Làm việc với đối tác cung ứng thiết bị thông minh trong hầm lò

Ngày 15/1, tại Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh, Phó Tổng giám đốc Tập đoàn Nguyễn Văn Tuấn đã làm việc với Công ty CP Công nghệ Quang Lực (Trung Quốc) về cung ứng thiết bị thông minh trong hầm lò. Dự làm việc có các Ban KCM, CV, KCL Tập đoàn và lãnh đạo Công ty CP Vật tư - TKV



Công ty CP Công nghệ Quang Lực giới thiệu các thiết bị thông minh trong hầm lò

Tại buổi làm việc, Công ty CP Công nghệ Quang Lực đã giới thiệu khái quát chung về lĩnh vực hoạt động sản xuất, kinh doanh và các mảng sản phẩm, dịch vụ chính của Công ty. Theo đó, Công ty CP Công nghệ Quang Lực được thành lập năm 1994, đến nay Công ty đã phát triển hơn 60 dòng sản phẩm, sở hữu trên 400 bằng sáng chế (trong đó có hơn 70 bằng sáng chế phát minh) cùng 48 bản quyền phần mềm, được khách hàng quốc tế tin tưởng và đánh giá cao. Quang Lực cũng là đơn vị tiên phong của Trung Quốc trong lĩnh vực nghiên cứu và sản xuất các thiết bị thông minh trong hầm lò, đặc biệt là các thiết bị an toàn như Hệ thống giám sát an toàn thông minh trong hầm lò (là một phần giải pháp giám sát an toàn sản xuất dựa trên các thiết bị công nghệ cao, cảm biến thông minh và phân tích dữ liệu, giúp theo dõi, cảnh báo và hỗ trợ ra quyết định để đảm bảo an toàn trong môi trường làm việc tại hầm lò); Hệ thống thu hút khí mê tan thông minh trong hầm lò (là hệ thống tích hợp cảm biến đo khí, thiết bị thu thập dữ liệu, truyền dẫn dữ liệu và phần mềm phân tích thông minh, dùng để giám sát liên tục quá trình khoan, thu hút, dẫn và xử lý khí mê tan trong hầm lò, nhằm ngăn ngừa nguy cơ cháy nổ...); Hệ thống định vị chính xác trong hầm lò (sử dụng công nghệ định vị không dây trong

hầm lò để xác định vị trí chính xác của công nhân trong mỏ, nhằm quản lý an toàn và điều hành sản xuất thông minh, nâng cao hiệu quả và an toàn trong sản xuất); Hệ thống giám sát và cảnh báo sớm phòng cháy thông minh trong hầm lò (là hệ thống tích hợp cảm biến thông minh, mạng truyền thông dùng trong công nghiệp và phần mềm phân tích dữ liệu, nhằm theo dõi liên tục các yếu tố gây cháy, phát hiện sớm nguy cơ cháy tự sinh, từ đó cảnh báo kịp thời và hỗ trợ xử lý an toàn).



Hình ảnh các hệ thống, thiết bị an toàn thông minh trong hầm lò

Ngoài ra, Công ty CP Công nghệ Quang Lực còn giới thiệu thêm về các ứng dụng khoa học kỹ thuật trong sản xuất than tại Trung Quốc hiện nay, và vòng tuần hoàn trong quy trình sản xuất than hiện đại, nâng cao hiệu quả sản xuất và tối ưu hóa các sản phẩm.



Phó Tổng giám đốc Tập đoàn Nguyễn Văn Tuấn trao đổi về hợp tác cung ứng các thiết bị an toàn thông minh trong hầm lò

Đại diện Công ty CP Công nghệ Quang Lực mong muốn được hợp tác với TKV, là tập đoàn sản xuất than lớn nhất của Việt Nam và khu vực, trong đó chủ yếu là khai thác than hầm lò, nhằm cung cấp các thiết bị thông minh trong hầm lò, đặc biệt là các thiết bị an toàn.



Trao đổi với Công ty CP Công nghệ Quang Lực, Phó Tổng giám đốc Tập đoàn Nguyễn Văn Tuấn đánh giá cao Công ty CP Công nghệ Quang Lực với những thiết bị, sản phẩm thông minh được nghiên cứu chế tạo sử dụng trong hầm lò, trong đó TKV rất quan tâm đến các thiết bị thông minh về an toàn mỏ như Hệ thống giám sát an toàn thông minh trong hầm lò; Hệ thống thu hút khí mê tan thông minh trong hầm lò; Hệ thống giám sát và cảnh báo sớm phòng cháy thông minh trong hầm lò..., Phó Tổng giám đốc Tập đoàn Nguyễn

Văn Tuấn giao cho các Ban chuyên môn Tập đoàn và Công ty CP Vật tư - TKV tiếp tục nghiên cứu kỹ lưỡng, lựa chọn các thiết bị, công nghệ thông minh để hợp tác với Công ty CP Công nghệ Quang Lực cung ứng thiết bị phù hợp với điều kiện sản xuất cũng như yêu cầu về an toàn mỏ hầm lò của TKV nhằm nâng cao mức độ an toàn trong khai thác than hầm lò, nâng cao hiệu quả sản xuất, kinh doanh.

Tác giả: Truyền thông TKV

Contents	Page
Dr. Le Van Hau, Eng. Nguyen Van Giang, Eng. Nguyen Duc Quan - <i>A few preliminary results of applying autonomous hydraulic support system to reinforce vertical seam in the area affected by longwall pressure at Nam Mau coal mine</i>	1
MSc. Pham Van Quan, Dr. Truong Tien Quan - <i>The impact of pressure to the stability of vertical seams in longwall mining systems: Current situation at underground coal mines in the Cam Pha region and research directions</i>	8
MSc. Do Van Trieu - <i>Research simulating the spread of blast stress waves in soil and rock with complex hydrological conditions</i>	16
MSc. Phi Van Long, Dr. Nguyen Van Cong, Eng. Hoang Phuong Thao, Eng. Tran Van Long - <i>Research propose mechanized technology for excavating small section tunnels in underground coal mine belonging TKV</i>	23
MSc. Doan Ngoc Canh and Others - <i>Result of fabrication and practical application of hydraulic support frame for transient GKQDD-2000/1.6/2.4 support in drive station of the longwall conveyor I-6a-4 at Nam Mau Coal company-TKV</i>	30
MSc. Mai Van Thinh, MSc. Nguyen Van Hau and Others - <i>Research results on recovery selection of clean coal from non-coal products of Na Duong coal mine using conveyor selection equipment</i>	35
MSc. Nguyen Viet Phuong, MSc. Nguyen Xuan Nam - <i>Expanding the field of explosion-proof equipment testing – difficulties, challenges and opportunities</i>	41
Dr. Pham Thanh Liem, Msc. Nguyen Anh Nguyen, Msc. Nguyen Kim Quy - <i>Research application wireless communication to monitoring, human and equipment management in underground coal mine operation of TKV</i>	45
B.A. Pham Ngoc Hao and Others - <i>Research on developing economic -technical standards for managing and operating water irrigation system for dust suppression in mining sites, open areas and waste dumps in TKV</i>	51

Tập đoàn tổ chức khai xuân Bình Ngô 2026

Sáng ngày 23/02/2026 (tức ngày mùng 7 tháng Giêng), sau 9 ngày nghỉ Tết nguyên đán, Tập đoàn tổ chức Hội nghị Khai Xuân Bình Ngô 2026. Hội nghị được tổ chức theo hình thức trực tiếp tại Trụ sở TKV tại Hà Nội và kết nối trực tuyến với các điểm cầu: Trung tâm điều hành sản xuất tại Quảng Ninh; Điểm cầu vùng Cẩm Phả tại Công ty Kho vận Cẩm Phả; Điểm cầu vùng miền Tây tại Công ty CP than Vàng Danh và kết nối qua Ms.Teams với các đơn vị còn lại



Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn Ngô Hoàng Ngân phát biểu chúc mừng năm mới và chỉ đạo, giao nhiệm vụ

Tham dự hội nghị khai xuân đầu năm có: đồng chí Ngô Hoàng Ngân - Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn; đồng chí Vũ Anh Tuấn - Phó Bí thư Đảng ủy, Tổng giám đốc Tập đoàn; đồng chí Lê Thanh Xuân - Chủ tịch Công đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam; đồng chí Nguyễn Huy Nam - Bí thư Đảng ủy Than Quảng Ninh, Phó Tổng giám đốc Tập đoàn; các đồng chí trong Ban Thường vụ Đảng ủy, Hội đồng thành viên Tập đoàn, Ban giám đốc, các đồng chí lãnh đạo Công đoàn Than - Khoáng sản Việt Nam, lãnh đạo Đảng ủy Than Quảng Ninh, Đoàn Thanh niên Tập đoàn, Đoàn Thanh niên Than Quảng Ninh; Trưởng các Ban xây dựng Đảng, Ban chuyên môn, Công đoàn cùng toàn thể cán bộ, nhân viên trong Tập đoàn.

Tại hội nghị, đồng chí Nguyễn Huy Nam, Phó Tổng giám đốc Tập đoàn báo cáo tình hình SXKD, an ninh trật tự dịp nghỉ Tết Nguyên đán và tinh thần, khí thế ra quân sản xuất đầu năm của các đơn vị. Ngày 23/02/2026, tất cả các đơn vị trong toàn Tập đoàn đã tổ chức khai xuân; lao động có mặt ngày khai xuân khoảng 83,5 nghìn người, đạt 91,3%/ tổng số lao động. Tính đến thời điểm này tình hình ANTT: không có bất cứ đơn vị nào để



Tập đoàn tổ chức khai xuân Bình Ngô 2026, điểm cầu tại Trụ sở TKV và kết nối Trung tâm điều hành sản xuất tại Quảng Ninh

xảy ra vụ việc về ANTT phải báo cáo về Trung tâm Điều hành sản xuất tại Quảng Ninh (Ban SXT, BV, AT, MT). Tại các đơn vị không có tình trạng đốt pháo nổ, thả đèn trời và không xảy ra vụ việc về cháy nổ.

Thay mặt lãnh đạo Tập đoàn, đồng chí Ngô Hoàng Ngân - Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn gửi lời chúc mừng năm mới tới toàn thể CBCN người lao động Tập đoàn cùng gia đình năm mới mạnh khỏe, hạnh phúc, an khang, thịnh vượng và đề nghị cán bộ, đảng viên, người lao động Tập đoàn tập trung triển khai thực hiện các nhiệm vụ trọng tâm: đẩy mạnh khai thác than trong nước đi đôi với cân đối nhập khẩu hợp lý; triển khai thực hiện các dự án, các công trình đảm bảo tiến độ theo kế hoạch, giám sát các mỏ than để duy trì đạt công suất thiết kế. Tăng cường công tác đảm bảo an toàn trong lao động sản xuất, an toàn trong quản lý. Cập nhật các chủ trương, văn bản chỉ đạo của Trung ương, các luật được thông qua kỳ họp thứ 10 Quốc hội Khóa 15 cùng các văn bản dưới luật để đảm bảo Tập đoàn triển khai tuân thủ theo các quy định của pháp luật. Nâng cao chất lượng công tác tuyển sinh, đào tạo đội ngũ công nhân, cán bộ để đáp ứng nhu cầu nhân sự trong toàn Tập đoàn, đảm bảo việc làm, thu nhập tốt cho người lao động...

Tác giả: Truyền thông TKV



Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin tổ chức gặp mặt khai xuân Bính Ngọ

Sáng ngày 23/02/2026 (tức ngày mồng 7 Tết Bính Ngọ), trong không khí tung bừng, ấm áp của những ngày đầu xuân mới, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin tổ chức gặp mặt Khai xuân trực tiếp tại Trụ sở Viện và kết nối trực tuyến với điểm cầu tại Trung Tâm An toàn Mỏ. Đồng chí Đào Hồng Quảng - Bí thư Đảng ủy, Viện trưởng chủ trì Buổi gặp mặt



Đồng chí Đào Hồng Quảng - Bí thư Đảng ủy, Viện trưởng phát biểu khai xuân

Phát biểu tại buổi gặp mặt khai xuân, đồng chí Đào Hồng Quảng - Bí thư Đảng ủy, Viện trưởng đã điểm lại những thành tích nổi bật đạt được trong năm vừa qua; đồng thời ghi nhận, biểu dương những nỗ lực, cố gắng của các phòng, ban, đơn vị trong việc hoàn thành tốt các nhiệm vụ được giao. Đồng chí bày tỏ mong muốn toàn thể cán bộ, công nhân viên của Viện tiếp tục phát huy tinh thần đoàn kết, chủ động, sáng tạo, nỗ lực phấn đấu hoàn thành thắng lợi các mục tiêu, nhiệm vụ năm 2026 với quyết tâm cao nhất.

Nhân dịp năm mới, đồng chí Đào Hồng Quảng gửi lời chúc tới toàn thể cán bộ, công nhân viên một năm mới An khang - Thịnh vượng - Thành công - Hạnh phúc.



Toàn cảnh buổi gặp mặt



Không khí Xuân tại các đơn vị