



NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO MỨC ĐỘ ỔN ĐỊNH ĐƯỜNG LÒ TRONG QUÁ TRÌNH KHAİ THÁC TẠI CÁC MỎ THAN HẦM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

**Đinh Văn Cường, Phí Văn Long, Dương Đức Hải,
Hoàng Phương Thảo, Trịnh Đăng Hưng**
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin
Email: dingcuongvimsat@gmail.com

TÓM TẮT

Khối lượng mét lò chống xén hàng năm tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh khá lớn và luôn có xu thế tăng theo thời gian. Nguyên nhân chủ yếu là do điều kiện địa chất phức tạp, nhiều phay, nước, độ sâu khai thác lớn, ảnh hưởng bởi áp lực tựa lò chợ trong cùng một vỉa hay giữa các vỉa than gần nhau, ... đã khiến cho khối than, đá xung quanh đường lò bị làm yếu, mất ổn định, gia tăng phạm vi dịch chuyển lên kết cấu chống, gây biến dạng, thu hẹp tiết diện, không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, an toàn. Hai trong số các giải pháp chủ yếu để giải quyết vấn đề trên là gia cường khối đá bằng hóa chất và sử dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ đường lò. Bài báo đi sâu vào trình bày kết quả triển khai áp dụng các giải pháp này.

Từ khóa: mất ổn định đường lò, gia cường khối đá, trụ nhân tạo.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỷ lệ chống xén lò tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh các năm gần đây luôn chiếm trên 25% tổng mét lò đào mới và có xu thế tăng theo thời gian. Nguyên nhân chủ yếu là do điều kiện địa chất phức tạp, nhiều phay, nước, độ sâu khai thác lớn, ảnh hưởng bởi áp lực tựa lò chợ trong cùng một vỉa hay giữa các vỉa than gần nhau, ... đã khiến cho khối than, đá xung quanh đường lò bị làm yếu, mất ổn định, gia tăng phạm vi dịch chuyển lên kết cấu chống, gây biến dạng, thu hẹp tiết diện, không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, an toàn. Trên thế giới, gia cường khối đá bằng hóa chất và thay thế trụ than bảo vệ đường lò dọc vỉa vận tải lò chợ bằng trụ nhân tạo là hai trong số các giải pháp chính được sử dụng khá phổ biến để giải quyết vấn đề. Trên cơ sở kinh nghiệm đó và xuất phát từ nhu cầu thực tế, những năm gần đây Viện Khoa học Công nghệ Mỏ- Vinacomin (IMSAT) đã phối hợp với một số công ty than hầm lò vùng Quảng Ninh triển khai thành công các giải pháp này trong thực tế, đáp ứng tốt yêu cầu sản xuất. Bài báo này tổng hợp kết quả đã triển khai.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

Tại các nước có nền công nghiệp khai thác than phát triển như Nga, Trung Quốc, Úc, Ba Lan, Séc, Mỹ, Đức, Nam Phi, ... vấn đề sử dụng hóa chất gia cường khối đá trong công nghiệp khai thác mỏ và xây dựng công trình ngầm đã được nghiên cứu và áp dụng thành công từ những năm 90 của thế kỷ trước. Các loại hóa chất gia cường được sử dụng phổ biến trong ngành mỏ hiện nay gồm: Erkadol/ Erkadur; Marithan, Igloneye PL, DMT901A/B, MC-Injekt 2700/2700L, ... Các loại hóa chất này có đặc điểm chung là dễ thi công, có khả năng chống cháy hoặc khó bắt lửa, dính kết nhanh, đảm bảo khả năng liên kết tốt và thuận lợi cho khâu vận chuyển. Trước khi sử dụng, các thành phần của hóa chất ở dạng lỏng và được đựng trong các thùng chứa riêng biệt. Khi sử dụng chúng sẽ được thiết bị bơm chuyên dụng (bơm hai thành phần) bơm ép với áp suất cao để lan tỏa lấp đầy các khe nứt trong phạm vi khối đá cần gia cố. Dung dịch hóa chất sau phản ứng sẽ dễ dàng xâm nhập và lấp đầy các khe nứt và lỗ rỗng trong đất đá. Do tính năng trương nở mạnh, khả năng đông cứng nhanh và bám dính tốt



a. Gia cường khối đá biên lò



b. Gia cường vỉa than gương lò chợ



c. Gia cường phục vụ chống xén lò



H.1. Sử dụng hóa chất gia cố các đường lò

tạo liên kết ma sát giữa các lớp đá hoặc than, tăng mức độ ổn định của khối, có hiệu quả ngăn nước tốt, hạn chế được hiện tượng tụt nóc, lở gương khi khai đào qua chúng. Với những đặc điểm trên, hóa chất sẽ được sử dụng ở cả hai mục đích là (1) gia cường khối đá yếu trước khi thi công lò và (2) gia cường vùng đất đá yếu xung quanh đường lò nén lún trước khi thực hiện chống xén, khôi phục lại [1, 2, 8]. Minh họa kết quả áp dụng hóa chất gia cường khối đá trong đào lò, khai thác trên thế giới xem Hình H.1, chỉ tiêu lý hóa của một số loại hóa chất gia cường và bơm chuyên dụng xem Bảng 1, Bảng 2.

Công nghệ sử dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò chuẩn bị được áp dụng nhằm mục đích duy trì, sử dụng lại lò vận tải lò chợ này làm lò thông gió cho lò chợ liền kề. Bản chất đây là một giải pháp kết hợp giữa lựa chọn vị trí phù hợp cho đường lò và điều khiển áp lực mỏ để hạn chế

ảnh hưởng của áp lực tựa lò chợ đến đường lò. Theo đó, trụ than bảo vệ đường lò dọc vỉa vận tải lò chợ theo phương pháp truyền thống (chiều rộng từ 15÷20 m) sẽ được thay thế bằng dải trụ nhân tạo giáp hông lò chuẩn bị (kích thước thông thường bằng từ 0,5÷1,1 lần chiều cao khẩu gương lò chợ [11]). Khi được sử dụng lại làm lò thông gió cho lò chợ phía dưới, đường lò đã nằm trong phạm vi đỡ tải áp lực như thể hiện trên Hình H.2.

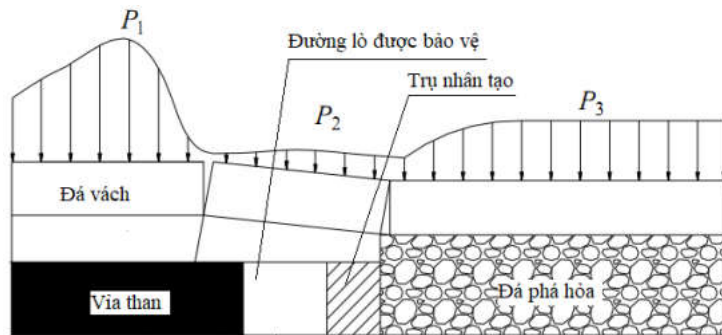
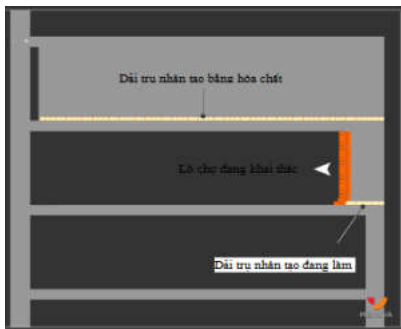
Công nghệ sử dụng trụ nhân tạo đã được áp dụng khá phổ biến trên thế giới, trong đó, vật liệu được sử dụng để thi công trụ có thể là cụm cột, cũi lộn gỗ/kim loại, dải đá chèn, gạch/đá học xây, vữa bê tông hay vật liệu có cường độ kháng nén cao. Về điều kiện áp dụng, công nghệ phần lớn được áp dụng cho vỉa than có góc dốc thoải (phần lớn dưới 20°, đã mở rộng nghiên cứu cho điều kiện góc dốc lớn đến 35°), chiều dày vỉa từ mỏng, dày trung bình đến dày [1, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Theo vật liệu thi

Bảng 1. Thông số lý hóa của một số loại hóa chất gia cường

TT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Trị số		
			Erkadol/Erkadur	Marithan N	DMT901A/B
1	Thể trạng	-	Thể lỏng	Thể lỏng	Thể lỏng
2	Thời gian bắt đầu phản ứng	s	30-140	60-165	10-125
3	Thời gian cuối cùng của phản ứng (có thể điều chỉnh)	s	60-40	75-195	60-175
4	Độ giãn nở	lần	1-3	1-2	1-2
5	Cường độ kháng nén	MPa	≥ 70	≥ 70	≥ 40
6	Thời hạn bảo quản	năm	1	1	0,5
7	Xuất xứ	-	Ba Lan	Ucraina	Trung Quốc

Bảng 2. Đặc tính kỹ thuật của tổ hợp bơm ép hóa chất MULTI-STANDARD

TT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Trị số
1	Kích thước (D x R x C)	mm	1.420 × 520 × 520
2	Khối lượng của máy	kg	110
3	Tỷ lệ pha trộn	-	1:1/2:1/2:3/4:1 (*)
3	Áp suất cấp động khí nén	bar	2 - 7
4	Tiêu hao khí nén	m ³ /min	2
5	Lưu lượng	lít/min	7/7,5/7/8 (**)
6	Nhiệt độ làm việc của tổ hợp bơm	độ	15 ÷ 33
7	Mã hiệu động cơ	-	BULDOG 237001
8	Đường kính ống dẫn	mm	20



H.2. Sơ đồ công nghệ sử dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ đường lò

công, trụ nhân tạo được phân thành 03 nhóm chủ yếu như sau:

- *Trụ nhân tạo bằng dải đá chèn:* được áp dụng khi khai thác các vỉa than có chiều dày nhỏ (dưới 1,5m), góc dốc thoải [4, 9]. Để không gian làm việc đảm bảo yêu cầu, gương lò chợ và lò thông gió, vận tải đào tiến trước gương sẽ phải cắt một phần đá vách hoặc trụ vỉa. Đá sau khi cắt sẽ được vận chuyển vào phạm vi dự kiến xây dựng trụ bảo vệ nhân tạo, qua đó cho phép khai thác tối đa tài

nguyên, không phải vận chuyển đá ra ngoài cửa lò và hạn chế nguy cơ cháy nội sinh. Nhược điểm cơ bản là dải đá chèn có độ co ngót lớn nên diện tích sử dụng đường lò chuẩn bị giảm mạnh sau thi công, khối lượng đá thi công trụ lớn, thao tác thủ công nhiều, nên mức độ nặng nhọc cho người lao động vẫn khá cao.

- *Trụ nhân tạo bằng các cụm cột, cũi hoặc trụ đỡ:* được áp dụng ở vỉa than có chiều dày và góc dốc lớn hơn. Ví dụ việc áp dụng giải pháp này có



a. Tại mỏ Ziemowit



b. Tại mỏ Bogdanka

H.3. Trụ nhân tạo dạng trụ đỡ và kết cấu cũi tại mỏ Ziemowit và Bogdanka

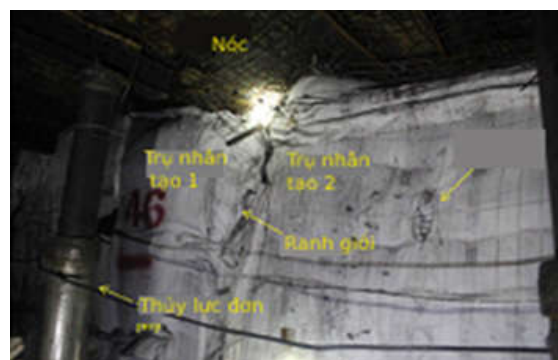
thể kể đến mỏ Ziemowit (Ba Lan), sử dụng kết cấu trụ nhân tạo bằng trụ bê tông (đường kính 0,6m) để bảo vệ các đường lò dọc vỉa có chiều cao từ 4,0÷4,3 m, rộng 5,0÷5,5 m khi khai thác lò chợ vỉa than có chiều dày vỉa 4,5 m, góc dốc 4°, chiều sâu khai thác 750m. Kết quả áp dụng thành công, giảm được 30÷60 % chi phí so với đào lò mới (xem Hình H.3a) [11]. Cũng tại Ba Lan, mỏ Bogdanka đã áp dụng thành công trụ nhân tạo bằng kết cấu cũi để bảo vệ lò vận tải lò chợ 1/VI vỉa 385/2 (chiều dày vỉa 1,3÷1,6 m, góc dốc 2°) và lò vận tải số 3 vỉa 325/1 (chiều dày vỉa 2,4÷3,4m, góc dốc 10÷20°), chiều sâu khai thác 950 m. Để tăng khả năng chịu lực, khoảng trống giữa cũi được lấp đầy bằng vật liệu khoáng hóa có cường độ kháng nén đến 40 MPa. Tổng chiều dài lò bảo vệ thành công khoảng 3500 m (xem Hình H.3b) [12]. Tồn tại chưa được giải quyết của hình thức trụ nhân tạo này là vấn đề rò gió và trào khí, nhiệt, nước từ khu vực đã khai thác vào lò chợ liền kề phía dưới. Cùng với nhược

điểm này, trong điều kiện vỉa than có khả năng tự cháy, sẽ phải bổ sung các giải pháp phù hợp để cách ly tối đa không gian đường lò với khu vực phá hỏa, chi tiết kết quả xem Hình H.3.

- Trụ nhân tạo dạng dải liên tục bằng vật liệu có cường độ kháng nén cao: được áp dụng để khắc phục nhược điểm của trụ nhân tạo bằng cụm cột, cũi hay trụ bê tông (chi phí gỗ cao, tiềm ẩn nguy cơ cháy, rò gió, xuất khí, nhiệt, nước từ khu vực đã khai thác,...). Trụ được xây dựng thành dải liên tục ở phạm vi hông lò phía phá hỏa hoặc ngay bên trong đường lò chuẩn bị cần bảo vệ (khi chiều rộng lò đủ lớn), qua đó đảm bảo độ kín khít và cách ly tốt với khu vực đã khai thác. Vật liệu thi công trụ là các loại vật liệu khoáng hóa có khả năng đông kết nhanh, cường độ kháng nén cao (phổ biến từ 20÷30 MPa). Trụ có chiều cao bằng chiều cao khẩu gương, chiều rộng tùy thuộc vào yêu cầu chịu lực và vật liệu thi công, nhưng thông thường bằng từ 0,5÷1,1 lần chiều cao khẩu. Loại hình trụ nhân tạo



a. Trụ nhân tạo tại mỏ Tân Nguyên



b. Trụ nhân tạo tại mỏ Changcun

H.4. Trụ nhân tạo dạng dải liên tục áp dụng tại Trung Quốc

này được áp dụng khá nhiều tại Trung Quốc. Điển hình trong đó có thể kể đến mỏ Tân Nguyên (Tập đoàn than Dương Môi, tỉnh Sơn Đông) áp dụng giải pháp này để bảo vệ thành công lò dọc vỉa của lò chợ cơ giới hóa đồng bộ 3107 (chiều dày vỉa 2,8 m, góc dốc 4°), độ sâu khai thác 500 m. Dải trụ nhân tạo tổng chiều dài 1592 m, kích thước rộng 2,0 m, cao 2,8m, thi công bằng vật liệu có cường độ kháng nén 20 MPa, chi tiết thể hiện trong Hình H.6a [13, 14]. Một ví dụ khác là tại mỏ Changcun, áp dụng giải pháp để bảo vệ lò vận tải của lò chợ S511 khai thác vỉa than dày 6,1 m, góc dốc 4°, lò được bố trí đào bám trụ, tương ứng trên nóc lò là lớp than có chiều dày khoảng 2,6 m, chiều sâu bố trí đường lò so với địa hình là 450 m. Trụ nhân tạo được hình thành từ hỗn hợp vữa ký hiệu C30 có cường độ kháng nén 30 MPa (Bảng 3), kích thước rộng 1,6 m, cao 3,5 m (Hình H.4b, Bảng 3). Tổng chiều dài lò bảo vệ thành công là 300 m, cho phép giảm tổn thất, chi phí mét lò chuẩn bị, đồng thời làm lợi cho mỏ Changcun khoảng 638 nghìn USD [10].

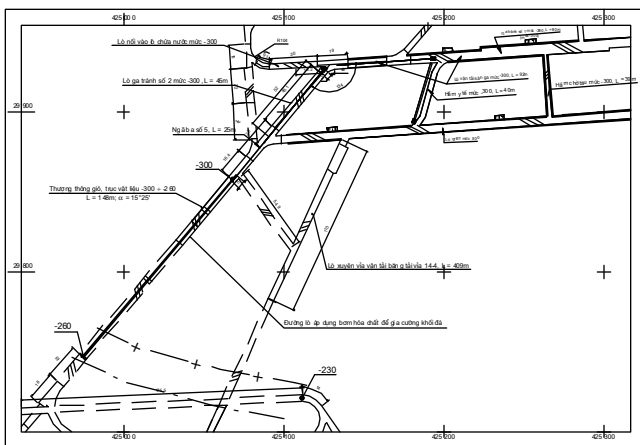
Bảng 3. Thông số kỹ thuật của một số loại vật liệu thi công trụ tại Trung Quốc

Loại	Modul Young	Hệ số Poission	Cường độ kháng nén	Cường độ kháng kéo
C20	25,5 GPa	0,2	20 MPa	1,1 MPa
C30	30 GPa	0,2	30 MPa	1,45 MPa
C40	32,5 GPa	0,2	40 MPa	-

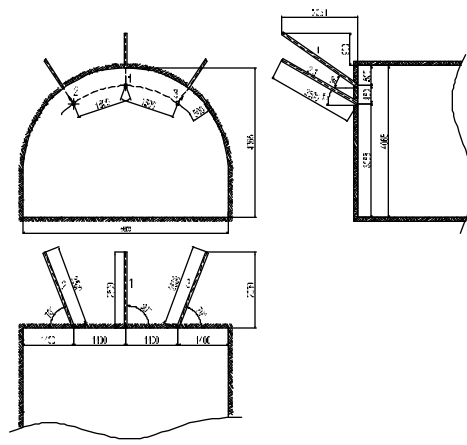
2.2. Kết quả nghiên cứu áp dụng giải pháp gia cường khối đá bằng hóa chất tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh

Trên cơ sở kinh nghiệm thế giới, năm 2013, IMSAT đã phối hợp với Công ty than Khe Chàm triển khai áp dụng hóa chất Erkadol/Erkadur (xem Bảng 1) và tổ hợp bơm Multi-Standard (xem Bảng 2) để bơm ép gia cường khối đá trong quá trình thi công lò thượng thông gió - trực vật liệu mức -300/-260 khu vực sân ga mỏ Khe Chàm III. Lò chống vì thép SVP-27, tiết diện hình vòm, diện tích đào 20 m², diện tích sử dụng 17 m², bước chống 0,5 m/vì, chèn kín bằng tấm chèn bê tông. Do đường lò thi công trong phạm vi đới phá hủy của đứt gãy Bắc Huy, đất đá mềm yếu, phần đất đá nóc và gương lò thường xuyên xảy ra hiện tượng tụt lở lớn, tốc độ nhanh, tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn cho người lao động [2, 8]. Sơ đồ vị trí áp dụng xem Hình H.5a.

Hệ chiếu các lỗ khoan gia cường được lập như sau: các lỗ khoan được khoan tại phạm vi biên nóc lò, số lượng lỗ khoan là 03 lỗ, trong đó lỗ khoan số 1 được khoan tại vị trí chính giữa nóc lò, lỗ số 2 và số 3 được khoan ở hai bên hông còn lại, các lỗ khoan cách đều nhau 1,5 m, chiều dài mỗi lỗ khoan là 2,5 m, các lỗ khoan tạo với mặt phẳng ngang một góc từ 30÷35° (hình 5b). Tổng lượng hóa chất được bơm là 280kg, trong đó lỗ khoan số 1 tiêu thụ 120kg, lỗ khoan số 2 tiêu thụ 120 kg hóa chất; lỗ khoan số 3 tiêu thụ 40kg. Kết quả bơm ép hóa chất gia cường thành công, đơn vị thi công



a. Sơ đồ đường lò vị trí áp dụng



b. Hệ chiếu các lỗ khoan gia cường

H.5. Sơ đồ vị trí thi công và hệ chiếu các lỗ khoan phục vụ bơm hóa chất tại lò thượng thông gió - trực vật liệu mức -300/-260 mỏ Khe Chàm III

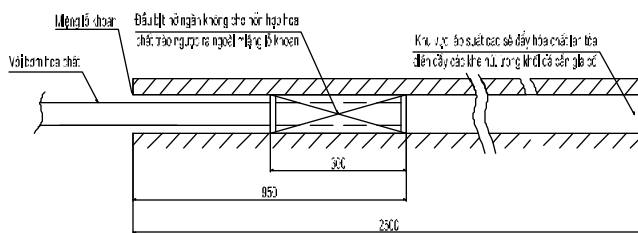
Bảng 4. Tổng hợp kết quả bơm hóa chất gia cường khối đá tại Công ty than Khe Chàm

TT	Vị trí thi công	Số hiệu lỗ khoan	Chiều dài lỗ khoan (m)	Thời gian khoan (min)	Thời gian bơm (min)	Lượng hóa chất tiêu hao cho một lỗ (kg)
1	Lò thượng thông gió - trực vật liệu mức -300/-260 mỏ Khe Chàm III	1	2,5	2	20	120
		2	2,5	4	20	120
		3	2,5	8	5	40
2	Ngã tư giữa các đường lò: dọc vỉa vận tải 14.5-3; thượng vận chuyển vật liệu 14-2 mức -90/+35; lò nối vận chuyển vật liệu mức -90 từ vỉa 14.2 sang vỉa 14.5 khu Công trường 3 - mỏ Khe Chàm I	1	3,0	8	2	24
		2	3,0	8	4	30
		3	3,0	2,5	11	100
		4	3,0	3	8	90
		5	3,0	3	5	84
		6	3,0	4	5	60
		7	3,0	4	6	90
		8	3,0	3	0	0
		9	3,0	3	0	0
Tổng cộng		12	34,5	52,5	86	758

2,5m lò đảm bảo an toàn, gương lò vượt qua được vùng xung yếu đi vào vùng đất đá ổn định hơn. Từ thành công này, Công ty than Khe Chàm tiếp tục thực hiện bơm ép hóa chất gia cường phạm vi đất đá yếu phía nóc và hông lò để tiến hành chống xén ngã tư giữa các đường lò: dọc vỉa vận tải 14.5-3; thượng vận chuyển vật liệu 14-2 mức -90/+35; lò nối vận chuyển vật liệu mức -90 từ vỉa 14.2 sang vỉa 14.5 khu Công trường 3 - mỏ Khe Chàm I. Đất đá nóc và hông lò vị trí ngã tư trước khi bơm rất

mềm yếu, rời rạc, chỉ cần tháo tấm chèn là có thể tụt lở ngay. Sau khi kết thúc công tác bơm hóa chất, công tác thi công chống xén ngã tư diễn ra thuận lợi và an toàn. Chi tiết kết quả áp dụng tại Công ty than Khe Chàm xem Bảng 4, Hình H.6, H.7.

Năm 2017, IMSAT phối hợp với Công ty than Hồng Thái triển khai áp dụng giải pháp gia cường khối than bằng hóa chất Marithan N (xem Bảng 1) để ngăn ngừa lở gương, tụt nóc trong quá trình đào lò thượng cột mức +30/+120 vỉa 10 khu Tràng Khê


a. Kết cấu lỗ khoan bơm hóa chất

b. Nút bịt trước khi trương nở

c. Nút bịt sau khi trương nở

d. Súng bơm

e. Máy bơm
H.6. Chi tiết kết cấu lỗ khoan bơm hóa chất và các linh phụ kiện đi kèm



a. Gương lò thượng -300/-260 sau bơm



b. Phạm vi bóc ngả tư sau khi bơm



c. Mẫu đất đá sau khi được bơm hóa chất

H.7. Kết quả sau khi thực hiện bơm hóa chất tại các vị trí thi công

II (tại IIK 41 lò dọc vỉa +30). Vĩa than khu vực thi công có góc dốc 50°, chiều dày trung bình 2,6 m, phân làm 02 lớp vách và trụ bởi lớp đá kẹp cứng là bột kết dày từ 0,2÷0,6 m. Trong đó, lớp phía vách thường là than cục, cứng vững, lớp phía trụ là than cám, toỉ bờ, có độ liên kết kém, dễ tụt lở. Chính vì đặc điểm này, trong quá trình thi công lò thượng, lớp than mềm yếu phía trụ vỉa thường xuyên tụt lở trước tiên, kéo theo là sự gãy, tụt lở mang tính dây chuyền của lớp đá kẹp bột kết, lớp than cứng phía vách và lớp vách giả mềm yếu. Trên cơ sở đó, các bên đã thống nhất xây dựng hệ chiếu các lỗ khoan bơm ép hóa chất để gia cường điếm mở thượng gồm 04 lỗ khoan có chiều dài từ 2,6÷3,3 m. Tổng lượng hóa chất sử dụng là 348 kg, trong đó lỗ số 1

tiêu thụ 174 kg, lỗ số 2 tiêu thụ 130,5 kg. Khối than sau gia cường được tăng mức độ liên kết và bền vững, Công ty than Hồng Thái đã thi công được 5,0m điếm mở thượng đảm bảo an toàn, chi tiết kết quả xem Bảng 5 [3].

Năm 2019, IMSAT phối hợp với Công ty than Hạ Long triển khai áp dụng hóa chất DMT-901A/B (xem Bảng 1) để áp dụng gia cường đất đá trước khi thực hiện chống xén, khôi phục giếng chính bằng tải +32/-225 khu Khe Chàm I đoạn từ IIK940 ÷ IIK955. Phạm vi này lò được đào xuyên qua vỉa 14.2, đất đá khu vực đường lò đi qua chủ yếu là than, đá sét kết và bột kết phân lớp mỏng, dễ trương nở và mất ổn định khi chịu ảnh hưởng của nước hoặc hấp thụ độ ẩm từ không khí. Vị trí này đã được Công

Bảng 5: Tổng hợp kết quả bơm ép gia cường tại Công ty than Hồng Thái

TT	Số hiệu lỗ khoan	Lý lịch lỗ khoan			Thời gian khoan (phút)	Thời gian bơm hóa chất (phút)	Lượng hóa chất tiêu hao cho một lỗ (kg)
		Chiều dài (m)	Góc đứng (độ)	Góc bằng (độ)			
1	1	3,3	35	60	5	30	174
2	2	3	45	38	5	25	130,5
3	3	2,6	40	45	5	10	17,4
4	4	2,7	40	42	5	10	26,1
Tổng cộng		11,6	-	-	20	75	348



H.8. Một số hình ảnh thi công thực tế tại giếng nghiêng +30/-225 khu Khe Chàm I

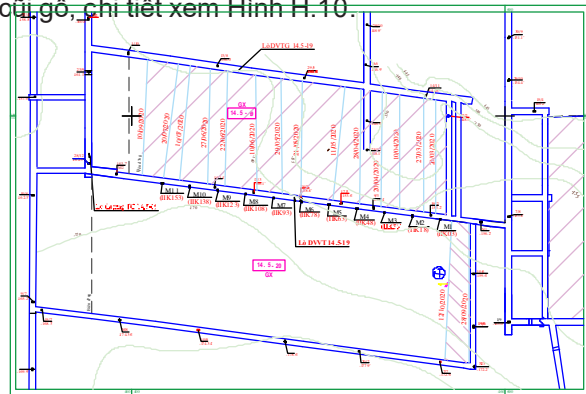
ty than Hạ Long chống xén nhiều lần, đồng thời đã sử dụng giải pháp gia cường bằng bơm ép xi măng nhưng đều không thành công, đường lò vẫn mất ổn định, nén lún thu hẹp tiết diện không đảm bảo yêu cầu. Trên cơ sở đó, IMSAT đã lập hộ chiếu và triển khai bơm ép gia cường toàn bộ nóc và hông lò phạm vi này để gia cường trước khi chống xén. Hộ chiếu được xây dựng gồm 05 lỗ khoan trong một vòng, khoảng cách giữa các vòng lỗ khoan theo phương là 2,0 m, chiều sâu các lỗ khoan gia cường là 3,0m. Kết quả đường lò sau gia cường, chống xén đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và ổn định cho đến nay, chi tiết thể hiện trong Hình H.8 [7].

Trên cơ sở kết quả trên, một số công ty than hầm lò vùng Quảng Ninh như Vàng Danh, Dương Huy, Hà Lầm đã triển khai giải pháp gia cường khối than, đá yếu bằng hóa chất để nâng cao mức độ an toàn trong quá trình đào lò, khai thác, đáp ứng tốt yêu cầu sản xuất.

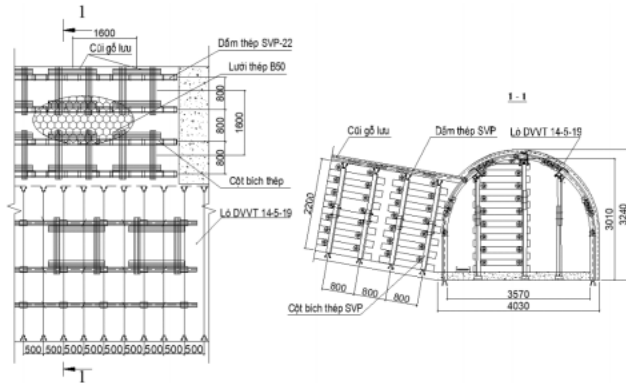
2.3. Kết quả nghiên cứu, áp dụng thử nghiệm trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò dọc vỉa vận tải lò chợ dài tại mỏ Khe Chàm 3 - Công ty than Khe Chàm

IMSAT đã phối hợp với Công ty than Khe Chàm triển khai áp dụng thử nghiệm giải pháp sử dụng trụ nhân tạo để bảo vệ, duy trì lò dọc vỉa vận tải lò chợ 14-5-19 làm lò thông gió cho lò chợ 14-5-20 liền kề [5]. Lò được đào bám trụ và nằm hoàn toàn trong vỉa 14-5, tiết diện hình vòm, chiều cao 3,24 m, chiều rộng 4,03 m, diện tích đào 11,2 m², diện tích sử dụng 8,5 m², kết cấu linh hoạt 05 đoạn bằng thép SVP27, bước chống 0,5m/vỉ. Vỉa than phạm vi thiết kế có chiều dày trung bình riêng than 5,37 m, toàn vỉa 5,6 m, góc dốc 12°, đá vách, đá

trụ vỉa là các tập đá bột kết ổn định, thuộc loại I về khí Mê tan, than trong vỉa không có tính tự cháy. Lò chợ được chuẩn bị với kích thước theo hướng dốc 65m, theo phương 171m. Để bảo vệ và duy trì lò vận tải làm lò thông gió cho lò chợ kế tiếp (14-5-20), sẽ để lại trụ than có chiều rộng 18m, sơ đồ vị trí áp dụng xem hình 9. Thời điểm triển khai giải pháp, lò chợ 14-5-19 đã được chuẩn bị hoàn thiện, phải sớm đưa vào khai thác. Các bên thống nhất lựa chọn giải pháp trụ nhân tạo bằng kết cấu cũ gỗ kết hợp cột thép nhằm sử dụng các vật tư sẵn có của đơn vị mà không phải đầu tư bổ sung trang thiết bị chuyên dụng. Theo đó, phạm vi khám chân lò chợ được lưu và chống giữ bởi 02 cũi gỗ kết hợp cột thép linh hoạt (bằng 02 đoạn thép SVP-27 liên kết với nhau bằng gông). Đồng thời, do lò dọc vỉa vận tải lò chợ 14-5-19 đã thi công trong vỉa than dày, than mềm nên không chống giữ bổ sung được bằng vỉ neo, do đó bên trong đường lò cũng được chống giữ gia cường bằng 03 cột bích thép và 01 cũi gỗ, chi tiết xem Hình H.10.



H.9. Bản đồ vị trí khu vực lò chợ thiết kế 14-5-19 mỏ Khe Chàm III

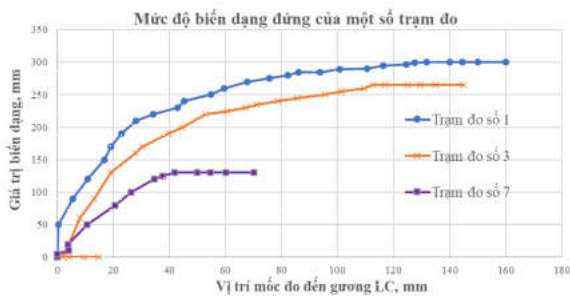


H.10. Hệ chiếu chống giữ trụ nhân tạo bảo vệ lò độc vĩa vận tải lò chợ 14-5-19

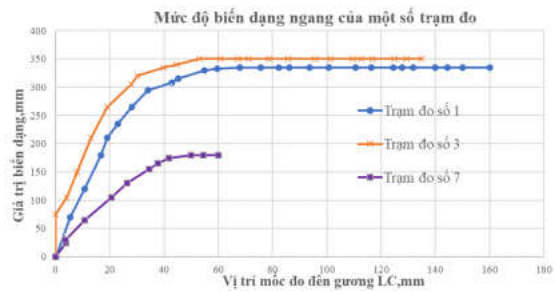
Kết quả quan trắc cho thấy, trong phạm vi khoảng 40m phía trước và phía sau gương lò chợ, tốc độ dịch động của đường lò diễn biến mạnh và nhanh nhất (tốc độ biến dạng đứng từ 7÷10 mm/ngày-đêm; biến dạng ngang 8÷20 mm/ngày-đêm). Ngược theo hướng tiến gương lò chợ, tại khu vực phá hỏa từ mét thứ 40 tính từ gương trở đi, tốc độ biến dạng của đường lò giảm dần (tốc độ biến dạng đứng chỉ từ 0÷4 mm/ngày-đêm, biến dạng đứng từ 0÷6 mm/ngày-đêm). Từ mét thứ 100 phía sau gương lò chợ về phía phá hỏa, đường lò cơ

bản không còn dịch động và đi vào ổn định. Tổng giá trị biến dạng của đường lò trong thời gian theo dõi đạt lớn nhất 300mm theo chiều đứng, 350 mm theo chiều ngang, tương ứng mức độ giảm tiết diện khoảng 9,8÷9,97%, đảm bảo kích thước theo quy định an toàn để phục vụ thông gió, sản xuất của lò chợ 14-5-20, chi tiết xem các biểu đồ Hình H.11.

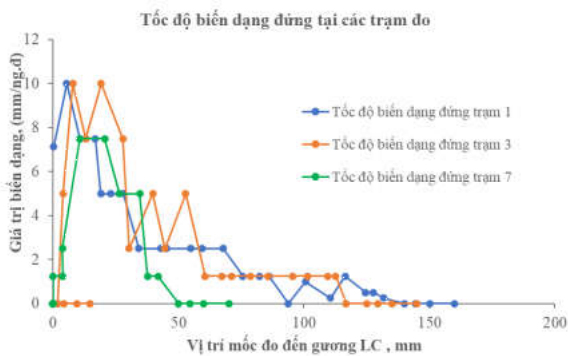
Bên cạnh đó, áp dụng thành công giải pháp tại lò chợ 14-5-9 đã cho phép khai thác được thêm 19,95 nghìn tấn than dự kiến để lại trong trụ bảo vệ đường lò, nâng tổng sản lượng khai thác được của khu vực thiết kế lên 67,45 nghìn tấn, tỷ lệ tổn thất chỉ còn 14%, giảm gần 3 lần chi phí mét lò. Đồng thời, giá thành sản xuất khi sử dụng trụ nhân tạo cũng thấp hơn 33.915 đồng trên mỗi tấn than khai thác so với phương án để trụ than bảo vệ đang được áp dụng tại mỏ, tương ứng tổng giá trị làm lợi cho Công ty than Khe Chàm chỉ trong một diện lò chợ 14-5-19 là 2,287 tỷ đồng. Việc duy trì thành công đường lò để sử dụng lại, áp lực về nhân lực, thiết bị, tổ chức sản xuất để thi công một gương lò độc lập cho đơn vị đã được giảm thiểu, trong bối cảnh thiếu hụt thợ lò như hiện nay, chi tiết thể hiện trong Bảng 6.



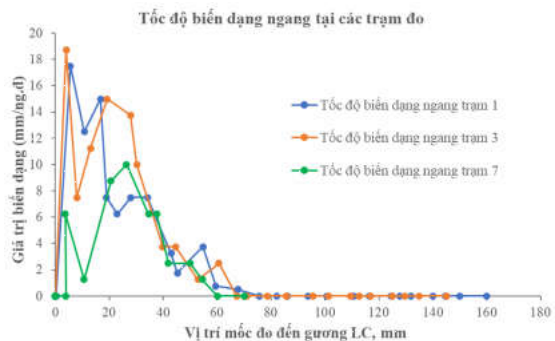
a. Mức độ biến dạng đứng



b. Mức độ biến dạng ngang



c. Tốc độ biến dạng đứng



c. Tốc độ biến dạng ngang

H.11. Kết quả quan trắc dịch động lò độc vĩa vận tải lò chợ 14-5-19

Bảng 6. So sánh các chỉ tiêu chủ yếu của hai phương án công nghệ

TT	Tên chỉ tiêu	ĐVT	Giá trị		Chênh lệch
			Trụ than bảo vệ	Trụ nhân tạo	
1	2	3	4	5	6=5-4
1	Tổng sản lượng than NK	1000T	52,78	74,95	22,17
2	Tỷ lệ tổn thất than	%	39,3	13,9	-25,40
3	Than thành phẩm	1000T	47,50	67,45	19,95
4	Giá thành khai thác lò chợ	đ/tấn	314.770	404.994	90.224
5	Tổng chi phí SX-KD than	tr đ	76.847	106.837	29.990
-	Giá thành sản phẩm	đ/tấn	1.617.844	1.583.929	-33,915
6	Tổng doanh thu	tr đ	86.788	123.241	36.453
7	Tổng giá trị làm lợi của phương án trụ nhân tạo	ng.đồng		2.287.610	

3. KẾT LUẬN

➤ Giải pháp gia cường khối than, đá bằng hóa chất và trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò dọc vỉa vận tải lò chợ dài đã mang lại những kết quả tích cực, khẳng định tính hiệu quả, sự phù hợp với thực tiễn, góp phần nâng cao mức độ an toàn trong thi công, tăng mức độ ổn định đường lò, hạn chế gián đoạn, ách tắc sản xuất do giảm được khối lượng chống xén, đồng thời mang lại hiệu quả kinh tế cho doanh nghiệp. Tuy nhiên, kết quả áp dụng cũng cho thấy một số tồn tại chủ yếu là hóa chất phải nhập khẩu nên giá thành cao, phụ thuộc vào nhà cung cấp nên bị động trong triển

khai, đặc biệt trong các tình huống phát sinh sự cố đột xuất; hình thức trụ nhân tạo bằng kết cấu cũ còn thủ công, nặng nhọc, khả năng chịu lực của trụ chưa cao, việc cách ly không gian phá hỏa với đường lò hạn chế.

➤ Thời gian tới cần tiếp tục mở rộng ứng dụng các giải pháp gia cường khối than, đá bằng hóa chất và trụ nhân tạo. Định hướng nghiên cứu sản xuất hóa chất trong nước để chủ động nguồn cung và hạ giá thành sản phẩm; áp dụng thử nghiệm hình thức trụ nhân tạo dạng dải liên tục bằng vật liệu có cường độ kháng nén cao để theo dõi, đánh giá và hoàn thiện trước khi nhân rộng □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đinh Văn Cường và nnk (2014), Nghiên cứu đề xuất áp dụng các giải pháp khai thác trụ than bảo vệ lò dọc vỉa trong điều kiện các vỉa than dày trung bình dốc thoải đến nghiêng vùng Quảng Ninh, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Công Thương, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, Hà Nội.
2. Đinh Văn Cường, Phạm Khánh Minh, Phan Văn Việt, Trần Minh Tuấn (2014), Nghiên cứu áp dụng thử nghiệm sử dụng hóa chất trong đào lò và khai thác than vùng Quảng Ninh, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 4-2014, tr.11-18.
3. Đinh Văn Cường và nnk (2017), “Kết quả áp dụng giải pháp gia cường bằng hóa chất để ngăn ngừa lở gương, tụt nóc trong quá trình đào lò chuẩn bị tại vỉa 10, mức +30/+200, khu Tràng Khê II, Công ty than Hồng Thái”, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội.
4. Đinh Văn Cường, Trần Văn Thanh, Nguyễn Anh Tuấn (2018), “Đánh giá khả năng sử dụng trụ nhân tạo thay thế trụ than bảo vệ lò chuẩn bị trong quá trình khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh”, Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học mỏ toàn quốc lần 26 “Công nghiệp mỏ thế kỷ 21 – Những vấn đề Khoa học, Công nghệ và Môi trường”, Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam (8/2018), tr. 243-251.
5. Đinh Văn Cường, Trịnh Đăng Hưng, Phạm Quang Nam (2021), “Nghiên cứu áp dụng thử nghiệm công nghệ sử dụng trụ nhân tạo bảo vệ lò chuẩn bị trong quá trình khai thác tại mỏ Khe Chàm III, Công ty than Khe Chàm – TKV”, Thông tin Khoa học Công nghệ mỏ, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, số 2/2021, tr. 9-18.
6. Phùng Mạnh Đắc, Nguyễn Anh Tuấn và nnk (1991), Nghiên cứu áp dụng các sơ đồ công nghệ khai

- thác không để lại trụ than bảo vệ, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Năng lượng, Viện KHCN Mỏ - Vinacomin, Hà Nội.
7. Phí Văn Long và nnk (2019), “Nghiên cứu lập phương án thi công gia cường chống xén và lựa chọn kết cấu chống phù hợp cho phạm vi đường lò bị nén lún, mất ổn định tại khu Khe Chàm I và thiết kế áp dụng cho một điều kiện cụ thể”, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội.
 8. Đào Hồng Quảng và nnk (2011), “Nghiên cứu đề xuất áp dụng giải pháp gia cường khối đá nhằm nâng cao hiệu quả và an toàn trong đào lò và khai thác tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh”, Báo cáo tổng kết đề tài Bộ Công Thương, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, Hà Nội;
 9. Dinh Van Cuong, Tran Van Thanh, Nguyen Anh Tuan, Nguyen Thi Hoai Nga, Duong Duc Hai (2021), “Applying artificial pillar to replace the coal pillar protecting roadway to increase production efficiency and sustainable development”, INZYNIERIA MINERALN - Journal of the Polish Mineral Engineering Society, No 2(1), p. 587-597.
 10. Rui Wu, Qingyuan He, Joung Oh, Zecheng Li, Chengguo Zhang (2018), “A New Gob-Side Entry Layout Method for Two-Entry Longwall Systems”, Energies 2018 (11) (www.mdpi.com/journal/energies).
 11. Piotr Nielecny (2009), Dobór technologii utrzymania wyrobisk przyścianowych w jednostronnym otoczeniu zrobów na podstawie pomiarów przemieszczeń górotworu, Praca doktorska, Akademia Górniczo-Hutnicza, Krakowie, Poland.
 12. Zbiegniew Rak (2017), „Dobre praktyki w utrzymaniu wyrobiska w jednostronnym otoczeniu zrobami zawałowymi”, Zeszyty Naukowe, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi Polskiej Akademii Nauk, Poland.
 13. 周保精 (2012), 博士学位论文: 充填体-围岩协调变形机制与沿空留巷 技术研究, 中国矿业大学.
 14. 张自政 (2016), 博士学位论文: 沿空留巷充填区域直接顶稳定机理 及控制技术研究, 中国矿业大学.

RESEARCHING AND APPLYING SOLUTIONS TO IMPROVE THE STABILITY OF THE LONGWALL DURING EXPLOITING AT UNDERGROUND COAL MINES IN QUANG NINH AREA

Dinh Van Cuong, Phi Van Long, Duong Duc Hai,
Hoang Phuong Thao, Trinh Dang Hung

ABSTRACT

The annual volume of repaired roadway in the underground coal mines in Quang Ninh is quite large and tends to increase year by year. The main reason is due to complicated geological conditions, many faults, water, great mining depth, influence of the abutment pressure in the coal seam or between adjacent coal seams, etc. Coal and rock around the roadway is weakened, unstable, increasing the range of movement on the supporting structure, causing deformation, narrowing the section, not meeting the technical and safety requirements. Two of the main solutions to solve the above problem are to strengthen the rock with chemicals and use artificial pillars to replace coal pillars protecting the roadway. The paper presents the results of the application of these solutions.

Keywords: roadway instability, reinforcement of rock mass, artificial pillars.

Ngày nhận bài: 26/7/2022;

Ngày gửi phản biện: 28/7/2022;

Ngày nhận phản biện: 20/8/2022;

Ngày chấp nhận đăng: 28/8/2022.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.