

SỐ 3/2022

MINING TECHNOLOGY BULLETIN

VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ - VINACOMIN

HƯỚNG DẪN LẮP ĐẶT, VẬN HÀNH DÂY CHUYỀN CGH ĐỒNG BỘ ĐÀO LÒ THAN BẰNG MÁY COMBAI EBH-45 TẠI CÔNG TY THAN UÔNG BÍ



BẢN TIN

THÔNG TIN

KHOA HỌC

CÔNG NGHỆ MỎ

SỐ 3/2022
ISSN 1859 - 0063

BAN BIÊN TẬP

Tổng biên tập
TS. ĐÀO HỒNG QUẢNG

Phó Tổng biên tập
TS. LƯU VĂN THỰC

Thư ký thường trực
KS. ĐÀO ANH TUẤN

Các ủy viên
TS. NHỮ VIỆT TUẤN
TS. PHAN VĂN VIỆT
ThS. PHẠM CHÂN CHÍNH
ThS. NGUYỄN VĂN MINH
ThS. NGUYỄN ĐÌNH THỐNG

Trình bày bìa
KS. ĐÀO ANH TUẤN

TÒA SOẠN

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ
Số 3 Phan Đình Giót - Phường Liệt
Thanh Xuân - Hà Nội
Điện thoại: 84-024-38647675
Fax: 84-024-38641564

Email: ttkcnm@gmail.com
Website: www.imsat.vn

GIẤY PHÉP XUẤT BẢN

số 40/GP-XBBT ngày 01/07/2021
của Cục Báo chí Bộ Thông tin
và Truyền thông
In tại Công ty Cổ phần in Ngọc Trâm



MỤC LỤC

CÔNG NGHỆ KHAI THÁC HÀM LÒ		
Nghiên cứu tổng quan các phương pháp tính toán kích thước trụ than bảo vệ các đường lò chuẩn bị	TS. Dương Đức Hải TS. Nguyễn Ngọc Giang KS. Nguyễn Nam Khánh	1
Nghiên cứu giải pháp khai thác tận thu vỉa mỏng tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh bằng máy khoan xoắn	TS. Trần Minh Tiến ThS. Ngô Văn Thắng KS. Phạm Tiến Dương	10
CÔNG NGHỆ KHAI THÁC LỘ THIÊN		
Kết quả thử nghiệm hệ thống giám sát cảnh báo mô hình chất tải trên các ô tô vận chuyển đất đá tại mỏ than Cọc Sáu	ThS. Lê Bá Phúc KS. Đỗ Văn Triều	19
Nghiên cứu sử dụng mô hình trí tuệ nhân tạo LSTM - NA trong dự báo chất lượng không khí cho các mỏ than lộ thiên sâu	KS. Đỗ Văn Triều ThS. Lê Bá Phúc	27
AN TOÀN MỎ		
Khắc phục sự cố xuất khí CO và các biện pháp phòng ngừa than tự cháy tại lò chợ 14.5-12.2 mức -229/-234 Công ty than Khe Chàm - TKV	ThS. Nguyễn Việt Phương ThS. Đỗ Mạnh Hải TS. Nguyễn Tất Thắng KS. Nguyễn Tiến Trọng CN. Bùi Anh Tuấn	35
ĐỊA CƠ MỎ		
Ứng dụng công nghệ thiết bị bay không người lái Lidar Matrice 300 RTK kết hợp UAV Phantom 4 RTK xây dựng bản đồ 3D các bãi thải trọng yếu phục vụ công tác bảo vệ môi trường và phòng chống thiên tai của TKV	KS. Trần Vũ Thăng ThS. Nguyễn Duy Long	41
CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG		
Mô hình hoá sự thay đổi nhiệt độ không khí trong các đường lò mỏ than hầm lò Việt Nam bằng phần mềm Ventsim Design	ThS. Phạm Văn Quân TS. Trương Tiến Quân	49
TIN TRONG NGÀNH		
Than Thống Nhất tập trung đẩy mạnh công tác tuyển sinh đào tạo và giữ chân thợ lò; Than Dương Huy: Nỗ lực triển khai các giải pháp nâng cao hiệu quả sản xuất than hầm lò	KS. Đào Anh Tuấn	58

NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN KÍCH THƯỚC TRỤ THAN BẢO VỆ CÁC ĐƯỜNG LÒ CHUẨN BỊ

TS. Dương Đức Hải, TS. Nguyễn Ngọc Giang

KS. Nguyễn Nam Khánh

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomín

Biên tập: TS. Phan Văn Việt

Tóm tắt:

Hiện nay, tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh chưa có sự thống nhất trong việc xác định kích thước trụ than bảo vệ lò chuẩn bị trong hệ thống khai thác cột dài theo phương. Điều này đã gây khó khăn không nhỏ cho sản xuất của các đơn vị, cũng như công tác quản lý kỹ thuật của Tập đoàn; đặc biệt là sự hạn chế về cơ sở khoa học, hành lang pháp lý trước cơ quan quản lý Nhà nước liên quan. Để giải quyết vấn đề nêu trên, nhóm tác giả nghiên cứu tổng quan các phương pháp tính toán kích thước trụ than bảo vệ tại các nước có nền công nghiệp than tiên tiến trên thế giới, trên cơ sở đó, lựa chọn phương pháp tính toán phù hợp với điều kiện các mỏ than hầm lò của TKV.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, phần lớn sản lượng than khai thác hầm lò tại các đơn vị thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) từ các lò chợ áp dụng hệ thống khai thác cột dài theo phương (chiếm khoảng 84% tổng sản lượng khai thác hầm lò năm 2021) [1]. Trong hệ thống khai thác khai thác này, để duy trì lò dọc vỉa vận tải của phân tầng trên làm lò dọc vỉa thông gió cho lò chợ phân tầng dưới, quá trình khai thác dọc theo phương sẽ để lại một dải than giáp lò vận tải làm trụ bảo vệ (hình 1a). Việc xác định kích thước trụ bảo vệ tối ưu là vấn đề hết sức quan trọng trong thực tế sản xuất. Nếu chiều rộng trụ than bảo vệ lớn quá mức cần thiết, đồng nghĩa với việc tỷ lệ than để lại vĩnh viễn trong các trụ bảo vệ tăng cao, gây lãng phí tài nguyên. Mặt khác, nếu chiều rộng trụ than bảo vệ nhỏ hoặc không đáp ứng được yêu cầu về tải trọng chống đỡ, hoặc sẽ làm tăng chi phí chống xén và duy trì bảo vệ các đường lò chuẩn bị. Tuy nhiên, cho đến nay, chưa có sự thống nhất trong tính toán, xác định kích thước trụ than bảo vệ lò chuẩn bị phù hợp với điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ của từng khu vực. Kích thước trụ than bảo vệ theo hướng dốc tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh thường được chọn theo kinh nghiệm từ 12 ÷ 20m ở tất cả các độ sâu khai thác [2]. Điều này đã gây khó khăn không nhỏ cho sản xuất của các đơn vị, cũng như công tác quản lý kỹ thuật của Tập đoàn; đặc biệt là sự hạn chế về cơ sở khoa học, hành lang pháp lý trước cơ quan quản lý Nhà

nước liên quan. Do đó, cần thiết nghiên cứu tổng quan các phương pháp tính toán trụ than bảo vệ các đường lò chuẩn bị tại các nước có nền công nghiệp than tiên tiến trên thế giới, trên cơ sở đó, xem xét lựa chọn phương pháp tính toán phù hợp với điều kiện các mỏ than hầm lò của TKV.

2. Tổng quan các phương pháp tính toán, xác định kích thước trụ than bảo vệ lò chuẩn bị

2.1. Trong nước

Tại Việt Nam, kích thước trụ than bảo vệ trong các dự án mỏ của TKV đang được tính toán, xác định theo công thức của GS. Protodiakonov [3]. Chi tiết thể hiện trong công thức (1) dưới đây.

$$L_{tr} \geq \frac{\cos \alpha}{5} \times \sigma \times \sqrt{\frac{L_d \times H}{f}} \quad (1)$$

Trong đó:

L_d - Chiều dài theo hướng dốc của lò chợ, m;

α - Góc dốc của vỉa, độ;

H - Chiều sâu khai thác trung bình, m;

f - Hệ số kiên cố của đá vách theo thang chia của Protodiakonov;

σ - Hệ số kể đến độ bền của than và đá trụ.

Theo công thức (1), chiều rộng trụ than bảo vệ phụ thuộc trực tiếp và tỷ lệ thuận với chiều sâu khai thác, nghĩa là chiều sâu khai thác càng tăng, chiều rộng trụ than bảo vệ lò chuẩn bị để lại càng lớn. Ví dụ, trong điều kiện các yếu tố như chiều dài theo hướng dốc lò chợ (trung bình $L_d = 100 \div 120$ m), góc dốc lò chợ (trung bình $\alpha = 15 \div 20^\circ$), hệ số kiên cố của đá vách f và hệ số kể đến độ



THÔNG TIN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ

Bảng 1. Chiều rộng trụ than bảo vệ tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh

Stt	Tên mỏ	Tên vỉa than	Mức khai thác, m	Chiều dày vỉa, m	Góc dốc, độ	Chiều rộng trụ than, m	Stt	Tên mỏ	Tên vỉa than	Mức khai thác, m	Chiều dày vỉa, m	Góc dốc, độ	Chiều rộng trụ than, m	
1	Mạo Khê	Vĩa 10	+50	2	19	21	7	Hà Lâm	Vĩa 11.1	-170	8.8	7	17	
			+220	1.69	31	14				-150	9.6	10	12	
		Vĩa 9	-20	1.5	29	23			Vĩa 10	-230	4.5	12	16	
			Vĩa 8	-130	1.4	25				22	-20	5.9	8	20
2	Vàng Danh	Vĩa 8	+40	2.8	26	18			Vĩa 7	-180	15	15	19	
		Vĩa 7	+50	2.4	25	17				-200	18	30	21	
		Vĩa 6	-170	2.8	17	21			Vĩa 10	+20	3	45	21	
3	Khe Chàm	Vĩa 14.4	-180	2.03	19	16	8	Uông Bí		Vĩa 8(43)	-20	2.3	47	15
			-170	2.98	10	20					+60	1.4	27	11
			-130	2.11	4	21					Vĩa 5A	+30	2.29	20
		14.2	-200	3.0	4	10			-70	2.17		24	16	
		Vĩa 14.5	-170	7.75	15	17			Vĩa 15	-100		1.46	34	12
			-210	6.46	11	25				-180	1.34	27	15	
4	Nam Mẫu	Vĩa 8	+50	2	5	15	9	Quang hanh	Vĩa 14	-140	4.23	24	11	
			+80	2.5	30	12				-80	2.3	35	18	
		Vĩa 7	+70	5.8	30	12			Vĩa 13	-160	2.5	25	11	
			+30	5.12	28	17				-50	2.6	33	16	
			-30	5.12	25	22	Vĩa 8	-200		2.7	19	20		
		Vĩa 9	+50	2.35	3	11		-150	1.5	30	17			
			+80	2.2	15	16		-240	2.3	18	23			
			5	Núi Béo	Vĩa 11	-100	4.43	5	10	10	Mông Dương	Vĩa 7	-120	5.8
-170	4.47	12				11	-160	3.6	15				16	
Vĩa 10	-220	7.71			13	15	-80	7	17			10		
	-140	4.7			25	14	11	Thống Nhất	Vĩa 6D			-40	22	28
6	Dương Huy	Vĩa 14	-50	6.67	30	17				+0	9.7	21	11	
			+20	2	31	13			Vĩa 5C	-70	11	20	17	
		Vĩa 13	-30	4.2	11	10			12	Hạ Long	Vĩa 11	-150	3.6	25
			+20	3.34	8	10	Vĩa 10	-270			6	21	16	
		Vĩa 12	+30	2.7	10	15	13	Hòn Gai	Vĩa 11	-110	3	25	13	
			-40	2	12	15			Vĩa 10	-20	3	33	12	

bền của than σ không đổi, chiều rộng trụ than bảo vệ lò chuẩn bị theo tính toán sẽ phải lớn hơn 20m với chiều sâu khai thác như hiện nay tại các mỏ hầm lò của TKV là 300m và lớn hơn 35m khi chiều sâu khai thác theo kế hoạch của các mỏ trong thời gian tới là 750m so với bề mặt địa hình. Như vậy, lượng than tổn thất phải để lại trong các trụ bảo vệ lò chuẩn bị là rất lớn và tăng nhanh khi diện khai thác ngày càng xuống sâu. Điều đó cho thấy, việc

áp dụng công thức (1) trong tính toán, lựa chọn kích thước trụ bảo vệ là chưa thực sự hợp lý.

Qua khảo sát, đánh giá sơ bộ tại 13 mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh cho thấy, kích thước trụ than bảo vệ lò chuẩn bị hầu hết được lựa chọn theo kinh nghiệm từ 10 ÷ 25m. Chi tiết xem tại bảng 1.

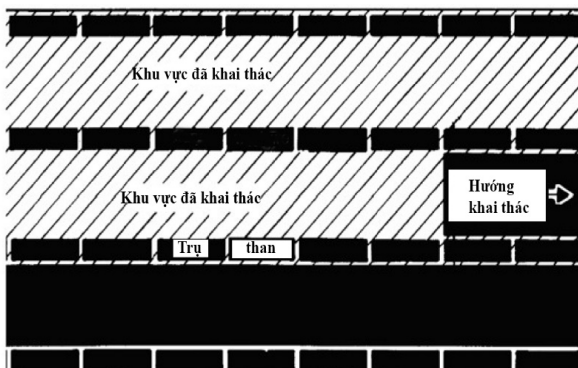
Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp kết quả lựa chọn chưa phù hợp với điều kiện thực tế. Cụ

thể, tại một số mỏ như Tân Lập, Công ty than Hạ Long, trụ than có kích thước 12m tại độ sâu khai thác -150m đã đảm bảo yêu cầu bảo vệ lò dọc vỉa. Ngược lại, quá trình đào lò chuẩn bị và khai thác tại khu giếng Vàng Danh, Công ty than Vàng Danh, trụ than bảo vệ lò dọc vỉa đã có kích thước lên tới 21m tại độ sâu khai thác -175m vẫn chưa đáp ứng yêu cầu bảo vệ, lò bị nén lún phải chống xén nhiều mới đảm bảo yêu cầu sử dụng lại cho lò chợ kế tiếp, làm tăng chi phí và gây ảnh hưởng không nhỏ đến tiến độ sản xuất. Tại mỏ Khe Chàm III, ở độ sâu khai thác -200m để lại trụ bảo vệ có chiều rộng trung bình 10m vẫn đảm bảo yêu cầu chống giữ. Điều này đặt ra vấn đề, cần xem xét nghiên cứu tổng hợp nhiều yếu tố khác trong việc tính toán xác định kích thước trụ than bảo vệ lò chuẩn bị trong từng điều kiện mỏ cụ thể.

2.2. Trên thế giới

Tại các nước trên thế giới như Mỹ, Úc, Ba Lan, Nga, Trung Quốc... từ lâu đã nghiên cứu xây dựng và ban hành các hướng dẫn tính toán, xác định kích thước trụ than bảo vệ các đường lò dọc vỉa trong hệ thống khai thác cột dài theo phương tại các mỏ hầm lò [4, 5, 6, 7, 8]. Theo đó, chiều rộng trụ bảo vệ được tính toán thiết kế không chỉ phụ thuộc hoàn toàn vào chiều sâu khai thác mà còn trên cơ sở xem xét nhiều yếu tố khác như tải trọng đá đá lên trụ than, cường độ kháng nén của đá vách, đá trụ và than, bước gãy thường kỳ của đá vách, chiều dày vỉa... Thực tế cho thấy, các phương pháp xác định chiều rộng trụ bảo vệ đã đưa ra kết quả tính toán tương đối chính xác, giúp giảm tổn thất tài nguyên than và đảm bảo an toàn trong quá trình khai thác.

Việc lựa chọn chiều rộng trụ than phụ thuộc



a) Sơ đồ HTKT cột dài theo phương

chủ yếu vào đặc điểm điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ của từng khu vực cụ thể hoặc loại vỉa chống sử dụng tại các đường lò dọc vỉa hoặc kinh nghiệm khai thác mỏ tại quốc gia đó. Ví dụ, chiều rộng trụ than bảo vệ các đường lò dọc vỉa của các lò chợ dài, chống giữ hoàn toàn bằng vì neo tại Anh thường được lấy từ 20 , 140m, tại Úc từ 24 , 55m, tại Mỹ từ 10 , 135m [6]. Thực tế cho thấy, chiều rộng trụ than bảo vệ các đường lò dọc vỉa được chống giữ hoàn toàn bằng vì neo sẽ tỷ lệ thuận với chiều sâu khai thác (hình 1b). Đối với các đường lò dọc vỉa chống giữ bằng vì thép, tại Trung Quốc chiều rộng trụ than thường được lấy từ 3 - 4m đối với vỉa than có độ bền từ trung bình trở lên hay từ 4 - 5m đối với vỉa than có độ bền nhỏ; tại Đức từ 2 - 5m; hoặc tại Ba Lan được chọn tối thiểu khoảng 5m [6].

Tổng quan kinh nghiệm trên thế giới cho thấy, hiện nay có rất nhiều phương pháp khác nhau liên quan đến việc tính toán xác định kích thước trụ than bảo vệ. Trước đây, tại Anh chiều rộng trụ than tính toán theo kinh nghiệm chỉ phụ thuộc vào chiều sâu khai thác [6] như tại công thức (2):

$$W = 0,1H + 15 \text{ (m)} \quad (2)$$

Trong đó,

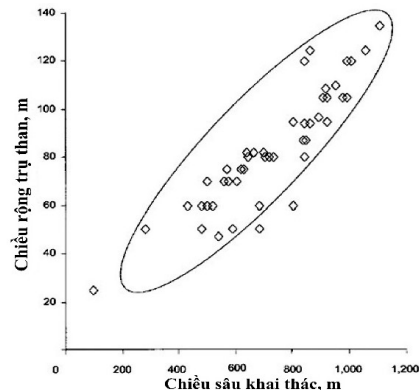
W - chiều rộng trụ than bảo vệ;

H - Chiều sâu khai thác.

Hay tại Trung Quốc [7], đưa thêm yếu tố độ bền của trụ và chiều dày vỉa than vào tính toán chiều rộng trụ than bảo vệ như tại công thức (3) và hình 2.

$$S_1 = \sqrt{\frac{H(2,5+0,6M)}{f}} \quad (3)$$

Trong đó:



b) Mối quan hệ giữa chiều sâu khai thác và chiều rộng trụ than

Hình 1. Kích thước trụ than bảo vệ trong HTKT cột dài theo phương [6]

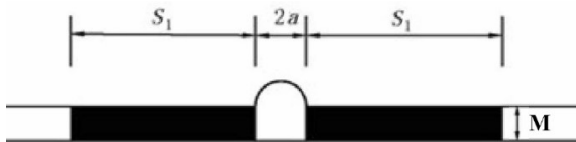
S_1 - chiều rộng trụ than bảo vệ;

H - chiều sâu của đường lò chuẩn bị, m;

M - chiều dày của vỉa than, m;

f - độ bền của trụ than, $f = 0,1 \sqrt{10R_c}$;

R_c - cường độ kháng nén của khối than nguyên (được xác định bằng thí nghiệm nén trên mẫu than nguyên), MPa.



Hình 2. Kích thước trụ than bảo vệ tại các mỏ hầm lò Trung Quốc [6]

Tại Ba Lan [8], chiều rộng trụ than bảo vệ giữa hai đường lò chuẩn bị (hình 3) được xác định trên cơ sở hệ số an toàn n (tiếng Anh: *Stability Factor hay SF*) theo công thức (4):

$$b = 2b_1, n = 0,33n \sqrt{\frac{\gamma H a}{f}} \quad (4)$$

Trong đó:

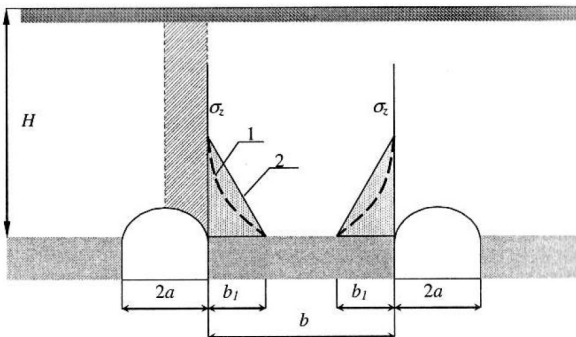
n - hệ số an toàn, được lấy giá trị từ $1,5 \div 2,0$;

H - chiều sâu của đường lò chuẩn bị, m;

γ - trọng lượng thể tích của đất đá, MN/m³;

a - 1/2 chiều rộng đường lò chuẩn bị, m;

f - độ bền của trụ than.



Hình 3. Kích thước trụ than bảo vệ tại các mỏ hầm lò Ba Lan [8]

Những năm gần đây, nhiều nhà khoa học tại Mỹ, Úc, Nam Phi, Ba Lan, Nga... đã đưa ra những công trình nghiên cứu tính toán hệ số an toàn SF nhằm nâng cao sự chính xác trong việc xác định chiều rộng trụ than tối ưu, như thể hiện tại công thức (5):

$$SF = \frac{P_{tr}}{P_v} \quad (5)$$

Trong đó:

P_{tr} - Khả năng chịu tải của trụ than hay độ bền của trụ;

P_v - Tải trọng của khối đất đá lên trụ than.

Các nhà khoa học đã cố gắng nghiên cứu tìm ra giá trị phù hợp của hệ số SF đảm bảo trụ than làm việc ổn định trong thực tế khai thác. Điển hình là các quan sát được thực hiện trong nhiều năm bởi Salamon & Munro (1967) đối với 125 trụ than ở các độ sâu khác nhau, trong đó chỉ có 27 trụ than sập đổ, đã chỉ ra rằng đối với hệ số an toàn SF^3 1,6 các trụ than tương đối ổn định, thể hiện qua số lượng lớn các trụ than không bị sập đổ (tỷ lệ lỗi là 27/125, khoảng 21%). Năm 1991, Sroka tiếp tục nghiên cứu và cho thấy rằng với $SF = 1,6$, tỷ lệ trụ than bị phá hủy là 0,0015. Kết quả nói trên được khẳng định bởi Wagner và Maddena (1984) đã phân tích 1,2 triệu trụ than, trong đó chỉ có 4.000 trụ than bị phá hủy. Ngoài ra, quá trình khai thác thực tế cho thấy, các trụ than ổn định khi có hệ số an toàn $SF = 1,5, 1,8$ tại các mỏ hầm lò của Mỹ, Nam Phi và Úc [10, 11]; hoặc từ $1,5 \div 2,0$ tại Nga và Ba Lan [8].

Tổng quan các phương pháp tính toán xác định hệ số an toàn SF được trình bày chi tiết sau đây:

2.2.1. Xác định tải trọng lên trụ than (P_v)

Thực tế cho thấy, việc xác định chính xác các ứng suất lực tác dụng lên trụ than đòi hỏi rất phức tạp, phụ thuộc vào nhiều yếu tố như (i) ứng suất nguyên sinh của khối đá, (ii) những thay đổi về ứng suất gây ra bởi hoạt động khai thác, (iii) kiến tạo, (iv) hình dạng và sự bố trí của các trụ than, (v) tỷ lệ giữa diện tích của các trụ than với không gian khai thác, và (vi) độ ẩm của đá... Có thể thấy rằng, không thể đưa vào đồng thời tất cả các yếu tố nói trên trong tính toán, do đó người ta chủ yếu xây dựng phương pháp tính toán giá trị tải trọng lên trụ than (P_v) theo (iv, v) và chiều sâu khai thác. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, đối với mỗi hình dạng trụ than khác nhau, tải trọng tác dụng lên trụ than cũng khác nhau tương ứng. Đối với các trụ than bảo vệ dạng dài trong hệ thống khai thác cột dài theo phương, tải trọng lên trụ than được xác định theo công thức (6) [10].

$$P_v = H \cdot \gamma \cdot \left(1 + \frac{d}{w}\right) \quad (6)$$

Trong đó: w - Chiều rộng trụ than, m; d - chiều rộng đường lò dọc vỉa, m; H - độ sâu khai thác, m; γ - trọng lượng thể tích trung bình của các tầng đất đá, kg/m³.

Theo [5], mặc dù phạm vi các tầng đất đá tác dụng lên trụ than có hình dạng và thể tích khác nhau, song tải trọng tác động (P_v) có thể được tính toán theo công thức (7) (hình 4):

$$P_v = 0,5\gamma H(2B_1 + a + L_o + Htg\omega) \quad (7)$$

Trong đó:

γ - dung trọng trung bình của các tầng đất đá, tấn/m³;

a - chiều rộng đường lò dọc vỉa, m;

w - góc nghiêng sập đổ của vùng biến dạng, dịch chuyển bên trên trụ than;

H - chiều sâu của đường lò dọc vỉa, m;

L_o - Bước gãy thường kỳ của đá vách cơ bản, m. Theo giả thuyết áp lực mỏ dầm côngxơn, bước phá vỡ thường kỳ của đá vách cơ bản xác định theo công thức [12]:

$$L_o = h_{cb} \sqrt{\frac{\sigma_u}{6(q + \gamma_{cb} h_{cb})}} \quad (8)$$

h_{cb} - chiều dày của đá vách cơ bản, m;

σ_u - ứng suất uốn của đá vách cơ bản, KG/cm²;

q - tải trọng của đá vách cơ bản, T/m²;

γ_{cb} - trọng lượng thể tích của đá vách cơ bản, tấn/m³

2.2.2. Phương pháp xác định khả năng chịu tải của trụ than (P_{tr})

Yếu tố cơ bản thứ hai của hệ số an toàn SF cần xác định là khả năng chịu tải của trụ than hay độ bền của trụ (P_{tr}). Phương pháp xác định độ bền của trụ than P_{tr} trong hệ thống khai thác cột dài theo phương tương tự như đối với các hệ thống khai thác buồng-cột. Độ bền của trụ than phụ thuộc vào ba yếu tố chính gồm: kích thước của trụ (chiều rộng, chiều cao), hình dạng và tính chất của

than. Hiện nay có 3 loại công thức được xây dựng để xác định độ bền của trụ than, cụ thể:

- Công thức LSEF (xây dựng bằng các hàm tuyến tính - *Linear Shape Effect Formula*);

- Công thức PSEF (xây dựng bằng các hàm số mũ - *Power Shape Effect Formula*);

- Công thức SEF (xây dựng bằng hệ số ảnh hưởng - *Size Effect Formula*).

Công thức LSEF giả định rằng các trụ than với mỗi tỷ lệ chiều rộng w /chiều cao h sẽ có các giá trị độ bền khác nhau và không phụ thuộc vào thể tích của trụ than, như thể hiện tại công thức chung (9):

$$P_{tr} = \sigma_{ci} \cdot \left(A + B \frac{w}{h} \right) \quad (9)$$

Trong đó:

σ_{ci} cường độ kháng nén của than (giá trị này được xác định bởi nhiều tác giả tùy thuộc vào kích thước và hình dạng của mẫu than thử nghiệm);

A, B - hằng số không thứ nguyên. Giá trị của A và B theo một số nghiên cứu xem tại bảng 2.

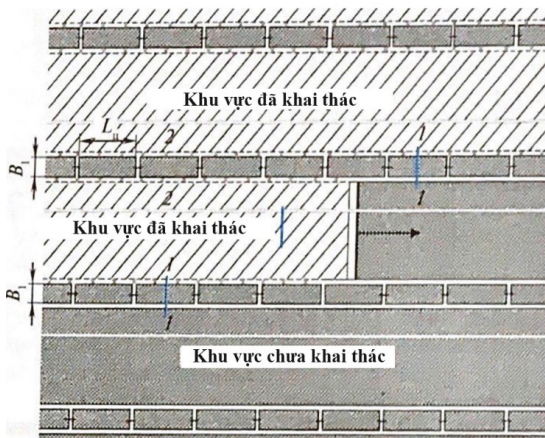
Công thức PSEF giả định rằng, độ bền của trụ than phụ thuộc chủ yếu vào căn bậc hai của tỷ số giữa chiều rộng và chiều cao (w/h) và theo công thức (10):

$$P_{tr} = \sigma_{ci} \cdot \sqrt{\frac{w}{h}} \quad (10)$$

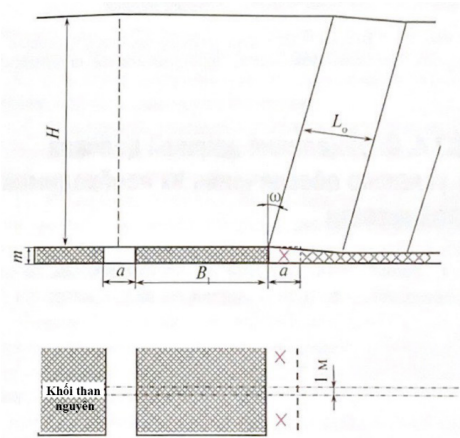
Công thức SEF cho rằng mức độ tăng của độ bền trụ phụ thuộc vào chiều cao.

$$P_{tr} = k \frac{w^\alpha}{h^\beta} \quad (11)$$

Trong đó: α, β - hằng số không thứ nguyên,



a) Mặt cắt theo hướng dọc



b) Mặt cắt theo phương

Hình 4. Xác định tải trọng lên trụ than theo phương pháp của Nga [5]

Bảng 2. Tổng hợp các giá trị hệ số trong công thức LSEF theo các công trình nghiên cứu [10]

TT	Tên tác giả	A	B	w/h
1	Bunting (1911)	0,700	0,300	0,5 ÷ 1,0
2	Salustowicz (1961)	0,750	0,250	-
3	Obert & Duvall (1967)	0,778	0,222	0,5 ÷ 2,0
4	Bieniawski (1968)	0,556	0,444	1,0 ÷ 3,1
5	Van Heerden (1974)	0,704	0,296	1,1 ÷ 3,4
6	Bieniawski (1975)	0,640	0,360	1,0 ÷ 3,1
7	Wang (1977)	0,780	0,220	≤8,0
8	Sorenson & Pariseau (1978)	0,693	0,307	0,5 ÷ 2,0
9	Belesky (1980)	0,640	0,360	>5,0

Bảng 3. Tổng hợp các giá trị hệ số trong công thức SEF theo các công trình nghiên cứu [10]

TT	Tên tác giả	α	β
1	Zern (1926)	0,50	0,50
2	Greenwald et al. (1939)	0,50	0,83
3	Stear (1954)	0,50	1,00
4	Morrisom, Cortell & Rice (1956)	0,50	0,50
5	Holland & Gaddy (1962)	0,50	1,00
6	Salamon & Munro (1967)	0,46	0,66
7	Bieniawski (1968)	0,16	0,55
8	Hedley & Grant (1972)	0,50	0,75
9	Sheorey et al. (1987) (dành cho các trụ nhỏ)	0,50	0,86

được xác định theo các điều kiện khai thác và địa chất cụ thể; k - cường độ kháng nén của than (mẫu lập phương có chiều dài mỗi cạnh 0,3m).

Tổng hợp các giá trị của hệ số a, b theo một số các công trình nghiên cứu được thể hiện tại bảng 3. Cần lưu ý rằng các giá trị α và β được ước tính cho kích thước trụ tính bằng feet, áp lực tính bằng pound trên inch vuông.

Trên cơ sở các nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm, trên thế giới đã đưa ra được rất nhiều công thức tính toán trụ than bảo vệ theo các kiểu công thức nói trên phù hợp với từng điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ cụ thể, như tổng hợp tại bảng 4.

Tại Mỹ, độ bền của trụ than được tính theo phương pháp ALPS (tiếng Anh: *Analysis of Longwall Pillar Stability*) [14]. Trong phương pháp này độ bền của khối than, được xác định theo công thức thực nghiệm của Bieniawski (1975):

$$P_{rr} = S_1(0,64 + 0,36 \frac{w}{h}) \quad (12)$$

S_1 - độ bền của than được tính trung bình trên cơ sở thí nghiệm các mẫu (psi)

Phương pháp này đã và đang được áp dụng

rộng rãi tại các mỏ than của Mỹ và Úc [6]. Tại Ba Lan, việc thiết kế các trụ than bảo vệ cũng sử dụng phương pháp của Salustowicz dựa trên công thức của Bieniawski [6]. Tại Nam Phi - một trong những nước dẫn đầu thế giới về công tác nghiên cứu thiết kế trụ than bảo vệ - sử dụng công thức của Salamon và Munro năm 1967 với hệ số SF = 1,3 ÷ 1,9, trung bình 1,6 [10].

3. Đề xuất phương pháp tính toán, xác định kích thước trụ than bảo vệ lò chuẩn bị cho các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh

Kết quả tổng quan trên thế giới cho thấy, hiện nay có rất nhiều phương pháp tính toán kích thước các trụ than bảo vệ lò chuẩn bị khác nhau. Kết quả đã xây dựng được các công thức thực nghiệm phù hợp với từng điều kiện mỏ cụ thể. Tuy chung lại, việc xác định kích thước trụ than bảo vệ không chỉ dựa trên một số yếu tố như chiều sâu khai thác, độ cứng của than như trong công thức (1) (2) và (3), mà còn phải xem xét tổng hợp nhiều yếu tố khác, bằng cách sử dụng hệ số an toàn SF. Thực tế áp dụng cho thấy, việc tính toán, lựa chọn kích thước trụ than bảo vệ dựa trên hệ số SF đã giúp tăng độ

Bảng 4. Tổng hợp các công thức tính toán độ bền trụ trên thế giới [13]

Zern Edward Nathan (1928)	Greenwald (1941)	Salamon and Munro (1967) dùng cho Nam Phi
$C_p = C_1 \sqrt{\frac{w_p}{h_p}}$	$C_p = 0,67k \frac{\sqrt{w_p}}{h_p^{0,83}}$	$C_p = k_{SM} h_p^\alpha w_p^\beta$
C_p là độ bền của trụ, C_1 là độ bền của than, w_p chiều rộng trụ, h_p chiều cao trụ	C_p là độ bền của trụ, k là độ bền của mẫu than, w_p chiều rộng trụ, h_p chiều cao trụ	C_p là độ bền của trụ, $k_{SM} = 7,176$ kPa, w_p chiều rộng trụ, h_p chiều cao trụ $\alpha = -0,66$, $\beta = 0,46$
	Độ bền của khối than được tính cho một đơn vị thể tích của mẫu than	k được tính toán cho mẫu than kích thước 30cm
Obert and Duvall (1967)	Bieniawski (1975)	Logie and Matheson (1982)
$C_p = C_{10} \left[0,778 + 0,222 \left(\frac{w_p}{h_p} \right) \right]$	$C_p = k_B \left[0,64 + 0,36 \left(\frac{w_p}{h_p} \right) \right]$	$C_p = k_B \left[0,64 + 0,34 \left(\frac{w_p}{h_p} \right) \right]^{1,4}$
C_p là cường độ kháng nén, C_{10} là cường độ kháng nén của mẫu than với tỷ lệ $\frac{d}{h} = 1$, d là đường kính của mẫu, h là chiều cao mẫu	C_p là độ bền của trụ, k_B là cường độ kháng nén của mẫu than hình lập phương với các cạnh 30cm (MPa), w_p chiều rộng trụ, h_p chiều cao trụ	C_p là cường độ kháng nén, k_B là hệ số cường độ kháng nén, w_p chiều rộng trụ, h_p chiều cao trụ
	Mẫu than nên là hình lập phương với các cạnh 30cm	
Mark-Bieniawski (1997)	Sheorey (1992)	
$C_p = S_1 \left[0,64 + \left(0,54 \frac{w_p}{h_p} - 0,18 \left(\frac{w_p^2}{h_p L_p} \right) \right) \right]$	$C_p = 0,27 \sigma_c h_p^{-0,36} + \left(\frac{H}{250} + 1 \right) \left(\frac{w_p}{h_p} - 1 \right)$	
C_p là độ bền của trụ than, S_1 độ bền của than nguyên khối, w_p chiều rộng trụ, h_p chiều cao trụ, L_p chiều dài theo phương của trụ	C_p là độ bền của trụ than, H - độ sâu khai thác của vỉa than, σ_c độ bền của than, w_p chiều rộng trụ, h_p chiều cao trụ	

chính xác, do đó, ngày càng được áp dụng phổ biến tại các mỏ than hầm lò trên thế giới.

Trên cơ sở kết quả tổng quan và phân tích nêu trên, nhóm tác giả đề xuất phương pháp xác định kích thước trụ than bảo vệ lò chuẩn bị cho các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh sử dụng *hệ số an toàn SF* theo công thức (13) và trình tự các bước tính toán như sau:

$$SF = \frac{P_{tr}}{P_v} \geq 1,6 \quad (13)$$

Bước 1: Xác định tải trọng tác dụng lên trụ than bảo vệ (P_v) được tính toán và xác định theo công thức số (7).

Bước 2: Xác định độ bền của trụ than bảo vệ (P_{tr}) dựa trên công thức thực nghiệm của Bieniawski đang được áp dụng tương đối rộng rãi

tại các nước:

$$P_{tr} = \sigma_n \left(0,64 + 0,36 \frac{w}{h} \right) \quad (14)$$

Trong đó: σ_n cường độ kháng nén của than được xác định bằng thí nghiệm nén đối với mẫu than hình lập phương kích thước mỗi cạnh 30cm.

Bước 3: Trên cơ sở các công thức (13), (7), (8) và (14) sẽ tính toán và lựa chọn được chiều rộng hợp lý của trụ than bảo vệ lò dọc vỉa.

Ví dụ, tính toán xác định kích thước trụ than bảo vệ lò chuẩn bị tại một mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh với các thông số đầu vào như sau: chiều rộng đường lò dọc vỉa 3,0m tại độ sâu khai thác 300m. Vỉa than có chiều dày trung bình 2,2m, góc dốc vỉa 10°. Vách trực tiếp là bột kết có chiều dày 9,0m, trọng lượng thể tích 2,6T/m³. Vách cơ bản là cát kết có chiều dày 25m, trọng lượng thể tích

Bảng 5. Kết quả tính toán xác định chiều rộng trụ than bảo vệ

TT	Nội dung	Ký hiệu	Đơn vị	Kết quả tính toán	Công thức áp dụng
I	Tải trọng tác dụng lên trụ than	P_v	tấn	38.559,6	(7)
1	Trọng lượng thể tích trung bình của các tầng đất đá	$\square$	tấn/m ³	2,3	
2	Chiều rộng đường lò dọc vỉa	a	m	3	
3	Bước gãy thường kỳ của đá vách cơ bản	L_o	m	15	(8)
4	Góc nghiêng sập đổ của vùng biến dạng, dịch chuyển bên trên trụ than	$\square$	độ	12	
5	Chiều sâu của đường lò dọc vỉa	H	m	300	
II	Độ bền của trụ than	P_{tr}	tấn	61.890,91	(14)
1	Chiều cao trụ than bảo vệ	h	m	2,2	
2	Cường độ kháng nén của than	$\square$	tấn/m ²	20.000	
-	Hệ số an toàn	SF	$\geq$	1,60	(13)
-	Chiều rộng trụ than bảo vệ	W	m	≥ 15	

2,8T/m³, cường độ kháng uốn 290KG/cm². Cường độ kháng nén của than được xác định trong phòng thí nghiệm $s_n = 2000$ kg/cm². Trọng lượng thể tích trung bình của các tầng đất đá 2,3T/m³.

Với các thông số đầu vào nêu trên, theo phương pháp tính toán đề xuất có thể xác định được chiều rộng trụ than bảo vệ các đường lò chuẩn bị yêu cầu 315m sẽ đảm bảo hệ số an toàn SF $\geq 1,6$. Kết quả tính toán chi tiết được thể hiện chi tiết tại bảng 5.

4. Kết luận và kiến nghị

Việc xác định kích thước trụ bảo vệ tối ưu của các đường lò chuẩn bị trong hệ thống khai thác cột dài theo phương là vấn đề hết sức quan trọng trong thực tế sản xuất, đặc biệt trong xu thế các mỏ hầm lò ngày càng khai thác xuống sâu và đi xa như hiện nay. Tại các nước có nền công nghiệp khai thác than phát triển trên thế giới như Mỹ, Úc, Ba Lan, Trung Quốc... từ lâu đã quan tâm nghiên cứu và đưa ra các kết quả tính toán tương đối chính xác chiều rộng trụ than bảo vệ các đường lò chuẩn bị. Trên cơ sở tổng quan kinh nghiệm áp dụng tại các nước, nhóm tác giả đã đề xuất phương pháp tính toán xác định kích thước trụ than bảo vệ cho các đơn vị sản xuất than hầm lò của TKV, nhằm tận thu tối đa tài nguyên, cũng

như giảm khối lượng chống xén và duy trì bảo vệ các đường lò chuẩn bị, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế của các dự án đầu tư khai thác mỏ. Để có thể xây dựng các công thức tính toán kích thước trụ than bảo vệ lò chuẩn bị phù hợp cho điều kiện mỏ cụ thể, trước hết cần tiến hành xác định cường độ kháng nén các mẫu than từ các trụ bảo vệ trong phòng thí nghiệm, đồng thời xác định tính chất cơ lý đá của các tầng đất đá bên trên vỉa than, cũng như đặc điểm địa chất kỹ thuật mỏ khu vực áp dụng.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Báo cáo tổng hợp khối lượng mỏ năm 2021 của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV).
- [2]. NCS. Đinh Văn Cường, PGS. TS. Trần Văn Thanh, TS. Nguyễn Anh Tuấn. *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*. Hội thảo chuyên đề "Áp dụng công nghệ khai thác tiết kiệm tài nguyên ở các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh", Hà Nội tháng 12/2018, trang 27 - 35.
- [3]. Задачик по подземной разработке угольных месторождений.
- [4]. Mark C. *The state of the art in coal pillar*

design. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration. USA, 1999.

[5]. О.И. Казанин. *Технологические схемы подготовки и отработки выемочных участков на шахтах* ОАО “СУЭК-Кузбасс”. Том 3 подземные горные работы, Книга двенадцатая., Издательства “Горное дело”, Москва, 2014.

[6]. Wrona. A., Prusek S., (GIG). *Assessment of fractures in coal pillars left between gateroads. Przegląd Górniczy*, № 3, Str. 17 - 27. Katowice, 2016.

[7]. 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范, 国家安全监管总局, 05/2017

[8]. B.H.G. Brady, E.T. Brown. *Rock mechanics for underground mining - Third edition*. Kluwer Academic publishers. Dordrecht, 2004.

[9]. <https://home.agh.edu.pl/~cala/bieniawski/filary.pdf>

[10]. Tajduś K., Misa R., Sroka A. *Eksploracja częściowa pokładów węgla ze szczególnym*

uwzględnieniem stabilności filarów i ochrony powierzchni. *Górnictwo i geologia*, Tom 7, Zeszyt 1, Str. 211 - 226. Poland, 2012.

[11]. Hoek, E. and Brown, E.T. *Underground Excavations in Rock*, Institution of Mining and Metallurgy, London, 1980.

[12]. Đỗ Mạnh Phong, Thái Hồng Phương, Vũ Đình Tiến. *Xác định bước phá hoả của đá vách vữa 5 khu Cánh Gà Công ty than Vàng Danh*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học lần thứ 15 Đại học Mỏ - Địa chất, trang 10 - 14. Hà Nội, 2002.

[13]. A. K. Verma. *A Comparative Study of Various Empirical Methods to Estimate the Factor of Safety of Coal Pillars*. *American Journal of Mining and Metallurgy*, 2014, Vol. 2, No. 1, Pg. 17 - 22.

[14]. C. Mark. Phần mềm “Analysis of Longwall Pillar Stability” (ALPS), version 5. The United States Bureau of Mines, Pittsburgh Research Center (NIOSH).

Overview study of the coal pillar size calculating methods in preparation tunnels

Dr. Duong Duc Hai, Dr. Nguyen Ngoc Giang, Eng. Nguyen Nam Khanh

Vinacomin-Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Currently, in the underground coal mines in Quang Ninh, there is no consensus in determining the size of coal pillars to protect the preparation tunnel in the long column mining system. This has caused significant difficulties for the production of the units, as well as the technical management of Vinacomin; especially the restrictions on scientific basis and legal corridors of the relevant State management agencies. To solve the above problem, the authors reviewed the protection coal pillar calculating methods in countries with advanced coal industries in the world, on that basis, the suitable calculation methods are selected in the conditions of underground coal mines of Vinacomin.

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP KHAI THÁC TẬN THU VỈA MỎNG TẠI CÁC MỎ HÀM LÒ VÙNG QUẢNG NINH BẰNG MÁY KHOAN XOẮN

TS. Trần Minh Tiến, ThS. Ngô Văn Thắng

KS. Phạm Tiến Dương

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Phan Văn Việt

Tóm tắt:

Đối tượng vỉa mỏng thoải đến nghiêng có trữ lượng phân tán, không tập trung hiện chưa được các mỏ hầm lò trong nước huy động vào khai thác. Trên cơ sở tổng hợp, phân tích kinh nghiệm áp dụng công nghệ khai thác sử dụng máy khoan xoắn để khai thác vỉa mỏng tại các mỏ hầm lò trên thế giới, bài viết sẽ đánh giá khả năng áp dụng công nghệ này trong điều kiện các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh.

1. Đặt vấn đề

Trữ lượng vỉa mỏng, thoải đến nghiêng đã được thăm dò ở các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh khoảng 40 triệu tấn trong đó đã có trên 10 triệu tấn điều kiện tương đối thuận lợi đã được huy động vào trong các dự án mỏ. Phần trữ lượng còn lại hầu hết phân bố không tập trung, quy mô trữ lượng nhỏ lẻ, phân tán vẫn chưa được các mỏ đưa vào khai thác do chưa có công nghệ phù hợp. Việc phải để lại phần trữ này không chỉ gây tổn thất tài nguyên mà còn làm giảm hiệu quả của các dự án đầu tư khai thác mỏ hầm lò. Lựa chọn được công nghệ khai thác vỉa mỏng, thoải đến nghiêng phù hợp trong điều kiện địa chất - kỹ thuật mỏ các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh sẽ góp phần huy động tối đa tài nguyên, kéo dài tuổi thọ mỏ và nâng cao hiệu quả sản xuất kinh doanh, tạo thêm việc làm cho xã hội. Do đó vấn đề nghiên cứu, tìm kiếm công nghệ phù hợp để khai thác đối tượng vỉa mỏng có trữ lượng phân tán cần được tiếp tục triển khai thực hiện.

Bài báo này sẽ tổng hợp, phân tích kinh nghiệm công nghệ khai thác vỉa mỏng thoải đến nghiêng bằng máy khoan xoắn trên thế giới và đánh giá khả năng áp dụng công nghệ này trong điều kiện các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh.

2. Tổng hợp kinh nghiệm khai thác vỉa mỏng bằng máy khoan xoắn tại các mỏ hầm lò trên thế giới

Khai thác than bằng máy khoan xoắn là công nghệ được áp dụng phổ biến tại các mỏ hầm lò ở nhiều quốc gia trên thế giới để khai thác các khu vực vỉa mỏng, thoải đến nghiêng. Công nghệ khai thác này có các đặc điểm như sau:

Công tác chuẩn bị: Tùy theo đặc điểm sản

trạng, khu vực khai thác có thể được chuẩn bị thành từng cột theo phương hoặc từng cột theo hướng dốc. Chiều rộng các cột khai thác được xác định dựa trên năng lực khoan sâu của các máy khoan, thông thường từ 40 ÷ 50m.

Công tác khai thác: Khi khu vực áp dụng được chuẩn bị thành từng cột theo phương, công tác khai thác được thực hiện lần lượt tại từng dải lỗ khoan theo hướng khẩu giật từ biên giới về trung tâm hoặc theo hướng khẩu đuỗi từ trung tâm ra tới biên giới. Khi khu vực áp dụng được chuẩn bị thành từng cột theo hướng dốc, công tác khai thác được thực hiện tại từng dải lỗ khoan theo hướng từ trên xuống dưới theo hướng dốc vỉa. Chiều rộng mỗi dải lỗ khoan khai thác theo phương (hoặc theo hướng dốc) phụ thuộc vào điều kiện địa chất của vỉa, số lượng mũi khoan và đường kính mũi khoan được bố trí trên máy khoan (với các loại máy khoan hiện có, thông số này từ 1,2 ÷ 2,4m). Giữa các dải khẩu để lại các trụ than có chiều rộng từ 0,8 ÷ 1,0m. Công tác khai thác tại một dải lỗ khoan được tiến hành theo trình tự:

- Đối với dải lỗ khoan đầu tiên: tiến hành củng cố lò dọc vỉa (hoặc lò thượng), vận chuyển đồng bộ thiết bị khoan vào vị trí dải lỗ khoan đầu tiên, xác định hướng khoan, định vị máy khoan, lắp mũi khoan và đoạn cần khoan đầu tiên. Sau khi hoàn thành công tác định vị máy và lắp đặt dụng cụ khoan, vận hành máy để thực hiện khoan khai thác. Công việc khoan được tiến hành theo từng đợt có chiều dài bằng chiều dài một đoạn cần khoan. Sau mỗi đợt khoan, dừng máy máy khoan và sử dụng mâm kẹp để giữ dụng cụ khoan trong lỗ, vận chuyển cần khoan tiếp theo đặt vào bộ phận tiếp cần và kết nối với cần khoan trước

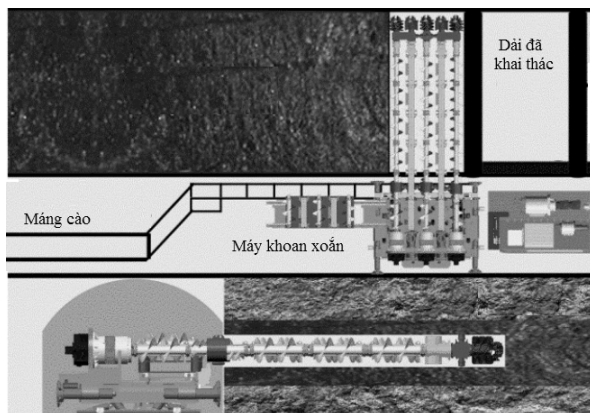
đó và máy khoan. Công việc tiếp tục được lặp lại tương tự cho đến khi khoan hết chiều dài lỗ khoan. Sau khi lỗ khoan đã đạt chiều dài định trước, tiến hành công tác tháo thu hồi dụng cụ khoan ra khỏi lỗ khoan, trình tự công tác tháo thu hồi được thực hiện theo hướng ngược lại và lần lượt theo từng đoạn cần khoan.

- Đối với các dải lỗ khoan tiếp theo: Tiến hành dịch chuyển đồng bộ thiết bị khoan tới vị trí dải lỗ khoan tiếp theo và thực hiện khoan khai thác theo trình tự như trên. Công tác khoan khai thác tại các dải được lặp lại khi tiến hành khai thác hết chiều dài của cột khẩu theo phương hoặc theo hướng dốc.

Công tác điều khiển đá vách: việc điều khiển đá vách trong mỗi dải lỗ khoan sau khi khai thác có thể thực hiện bằng hình tự sập hoặc chèn lò từ đá thải trong quá trình đào lò chuẩn bị.

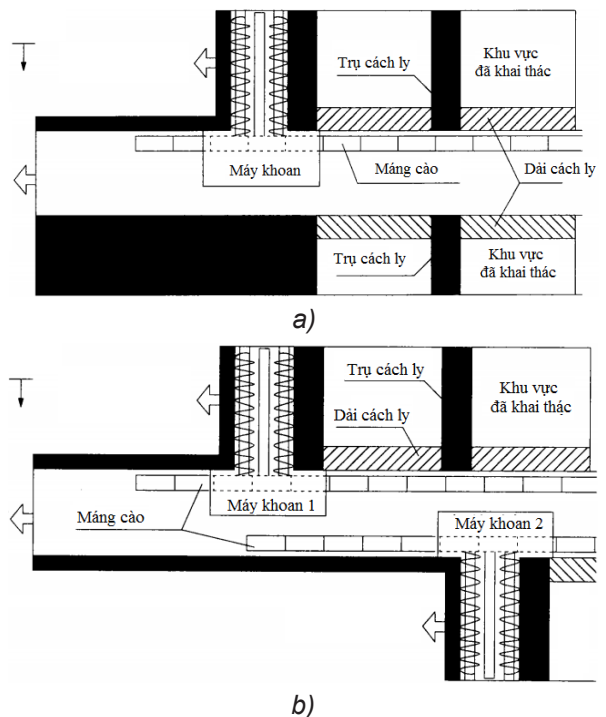
Công tác vận tải: Than khai thác ở các dải khẩu được vận tải theo rãnh xoắn của cần khoan ra khỏi miệng lỗ khoan rồi đổ xuống máng cào tại lò dọc vỉa hoặc lò thượng, sau đó theo hệ thống vận tải chính để ra ngoài.

Công tác thông gió: Gương khoan được thông gió theo sơ đồ thông gió cục bộ như trong đào lò chuẩn bị. Việc thông gió trong các lỗ khoan được thực hiện trên các ống thông gió gắn trực tiếp trên bộ phận khoan của máy.



Hình 1. Sơ đồ công nghệ khai thác vỉa mỏng bằng máy khoan xoắn

Trải qua nhiều thập kỷ áp dụng, nhằm nâng cao mức độ tập trung hóa sản xuất, sản lượng, giảm tổn thất, giảm giá thành khai thác và phát huy tối đa năng lực của thiết bị, các nước trên thế giới đã tiến hành hoàn thiện, phát triển công nghệ khai thác sử dụng máy khoan xoắn bằng một số



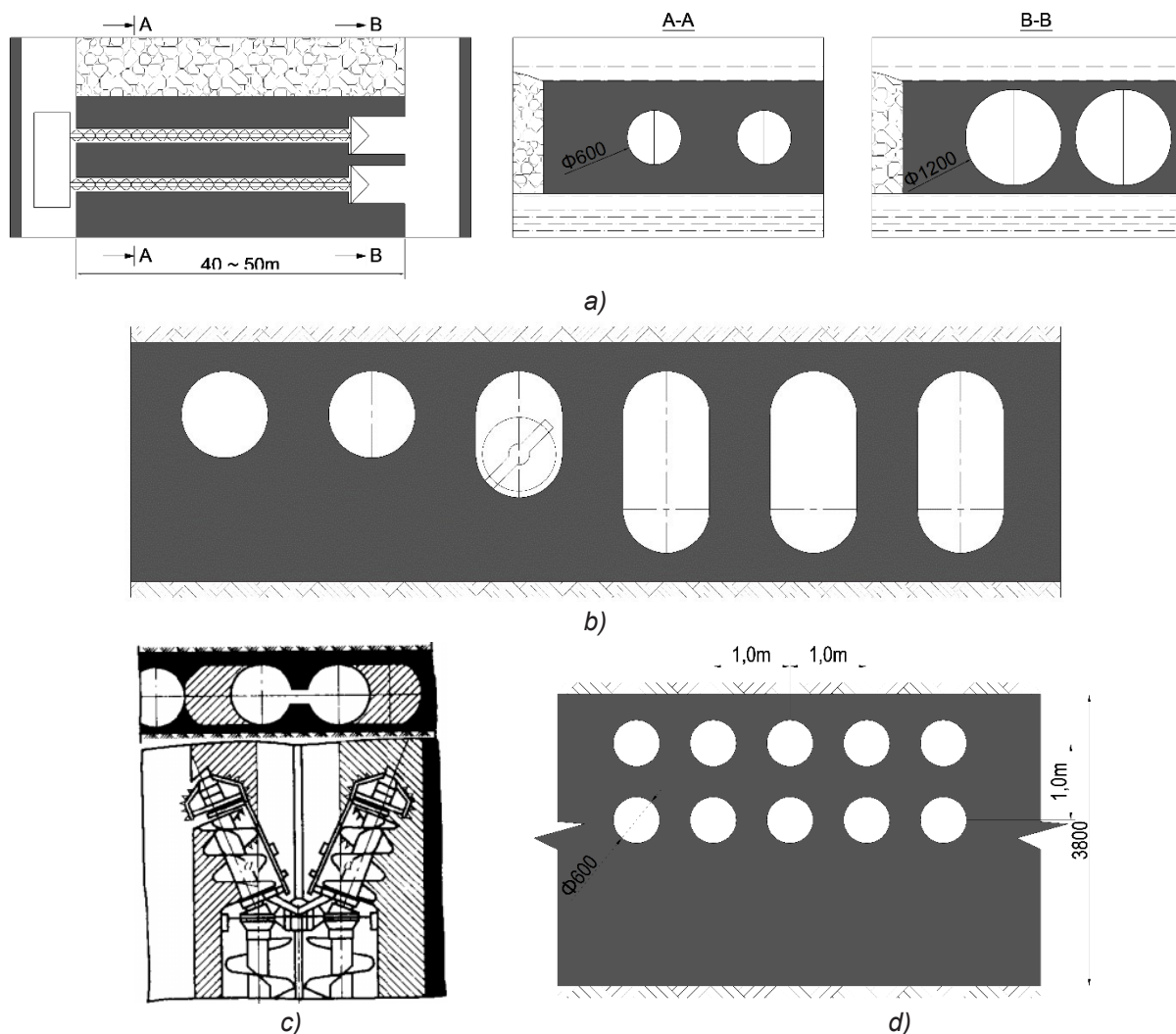
Hình 2 - Giải pháp khoan khai thác về hai phía từ một đường lò: a) Sử dụng 01 máy khoan; b) Sử dụng 02 máy khoan

giải pháp:

(1) Giải pháp khoan khai thác về hai phía từ một đường lò: Giải pháp này có thể thực hiện bằng cách bố trí 01 máy khoan hoặc 02 máy khoan trên lò dọc vỉa (hoặc thượng). Sơ đồ nguyên lý của giải pháp được thể hiện trên hình 2.

(2) Giải pháp khoan mở rộng lỗ khoan và khoan nhiều tầng lỗ khoan: Giải pháp khoan mở rộng lỗ khoan có thể thực hiện theo các hình thức khoan mở rộng đồng tâm, khoan mở rộng theo hướng từ trên xuống theo chiều dày vỉa và khoan mở rộng sang hai phía theo phương vỉa. Bên cạnh đó để đơn giản hóa công tác vận hành còn có thể thực hiện giải pháp khoan khai thác bằng nhiều tầng lỗ khoan. Sơ đồ nguyên lý của các giải pháp được thể hiện trên hình 3.

(3) Giải pháp cải tiến, hoàn thiện đồng bộ thiết bị khoan: Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, các máy khoan xoắn cũng được liên tục nghiên cứu cải tiến nhằm tăng năng suất và giảm tổn thất. Từ loại máy khoan xoắn một cần trong giai đoạn đầu áp dụng, các nước đã nghiên cứu sản xuất được loại máy khoan hai cần và gần đây đã sản xuất được các loại máy khoan đa cần (3 ÷ 5 cần). Nhiều loại máy khoan mới được chế tạo



Hình 3 - Các giải pháp khoan doa mở rộng lỗ khoan

a) Mở rộng lỗ khoan khai thác bằng khoan doa đồng tâm; b) Mở rộng lỗ khoan khai thác bằng khoan doa từ trên xuống; c) Mở rộng lỗ khoan sang hai phía theo phương; d) Khoan nhiều tầng lỗ khoan

có khả năng khoan các lỗ khoan có đường kính từ $\Phi 1500 \div \Phi 1800\text{mm}$ cũng được nghiên cứu áp dụng. Chiều sâu tối đa của lỗ khoan mà các loại máy khoan xoắn có thể thực hiện được đã tăng lên 160m, góc khoan đã tăng lên đến $30 \div 35^\circ$. Do đó miền áp dụng được mở rộng, chi phí đào lò chuẩn bị và tổn thất than ngày càng giảm. Đặc tính kỹ thuật một số loại máy khoan xoắn đã và đang được áp dụng tại các mỏ hầm lò trên thế giới xem bảng 1, 2.

Kết quả áp dụng công nghệ khai thác sử dụng máy khoan xoắn để khai thác các khu vực vỉa mỏng tại các nước trên thế giới đã đem lại các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật tốt, trong đó:

- Tại Liên Xô cũ, công nghệ khai thác sử dụng máy khoan xoắn đã được áp dụng tại 80 mỏ than trong điều kiện vỉa có chiều dày từ $0,5 \div 1,5\text{m}$, góc dốc vỉa dưới 20° với tổng sản lượng than đã khai thác được trên 500 triệu tấn. Quá trình áp dụng đã sử dụng 180 bộ máy khoan đường kính lớn được nghiên cứu chế tạo trong nước. Sản lượng bình quân từ một gương khai thác đạt 30.000 tấn/năm, tổng sản lượng than khai thác bằng công nghệ đạt khoảng 5,4 triệu tấn/năm.

- Tại Mỹ cũng đã áp dụng sơ đồ công nghệ khai thác này để khai thác các vỉa than mỏng có chiều dày từ $0,6 \div 1,0\text{m}$, góc dốc đến 25° . Sản lượng từ một gương khai thác đạt từ $300 \div 430$ tấn/ngày.

Bảng 1 - Đặc tính kỹ thuật của một số máy khoan sản xuất châu Âu và Mỹ

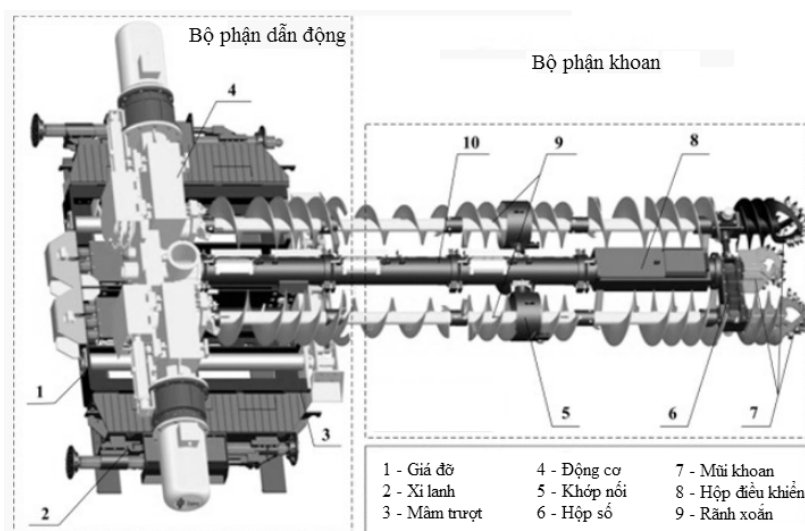
TT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Trị số		
1	Mã hiệu máy khoan	-	BUK-2M	BSHK-2D	Auger Miner
2	Điều kiện vỉa áp dụng				
-	Chiều dày vỉa	m	0,5 ÷ 0,8	0,6 ÷ 0,8	0,7 ÷ 1,4
-	Góc dốc vỉa	độ	≤ 15°	≤ 15°	≤ 15°
-	Độ kiên cố của than và đá kẹp	-	f ≤ 2	f ≤ 4	-
3	Độ sâu lỗ khoan tối đa				
-	Theo hướng dốc lên	m	70	85	80
-	Theo hướng dốc xuống	m	40	40	-
4	Góc khoan	độ	±10°	±10°	±10°
5	Số lượng mũi khoan	cái	2	3	2
6	Đường kính mũi khoan	m	0,55 ÷ 0,75	0,65 ÷ 0,85	0,61 ÷ 1,30
7	Chiều rộng một dải khoan	m	1,30 ÷ 1,50	1,93 ÷ 2,13	-
8	Chiều dài một cần khoan	m	1,230	1,568	-
9	Đường kính cần khoan	m	Φ38.	Φ48.	-
10	Tốc độ khoan	m/ph	0,0 ÷ 4,5	-	0,0 ÷ 1,0
11	Phương thức dẫn động	-	Điện - Thủy lực		Điện
12	Công suất động cơ khoan	kW	240	235	490
13	Kích thước máy (D×R×C)	m	4,9×3,0×1,6	4,8×3,3×2,6	-
14	Nước sản xuất		Nga	Ukraine	Mỹ

Bảng 2 - Đặc tính kỹ thuật của một số máy khoan sản xuất tại Trung Quốc

TT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Trị số	
1	Mã hiệu máy khoan	-	MZ75/165	MZ132/292
2	Điều kiện vỉa áp dụng			
-	Chiều dày vỉa	m	0,5 ÷ 0,7	0,7 ÷ 0,9
-	Góc dốc vỉa	độ	≤ 30°	≤ 30°
-	Độ kiên cố của than và đá kẹp	-	f ≤ 6	f ≤ 6
3	Độ sâu lỗ khoan tối đa	m		
-	Theo hướng dốc lên	m	70	80
-	Theo hướng dốc xuống	m	40	40
4	Góc khoan	độ	±30°	±30°
5	Số lượng mũi khoan	cái	3	3
6	Đường kính mũi khoan	m	0,45 ÷ 0,65	0,65 ÷ 0,85
7	Chiều rộng một dải khoan	m	1,33 ÷ 1,53	1,93 ÷ 2,13
8	Chiều dài một cần khoan	m	1,230	1,568
9	Đường kính cần khoan	m	Φ38.	Φ48.
10	Tốc độ khoan	m/ph	0,0 ÷ 1,0	0,0 ÷ 1,0

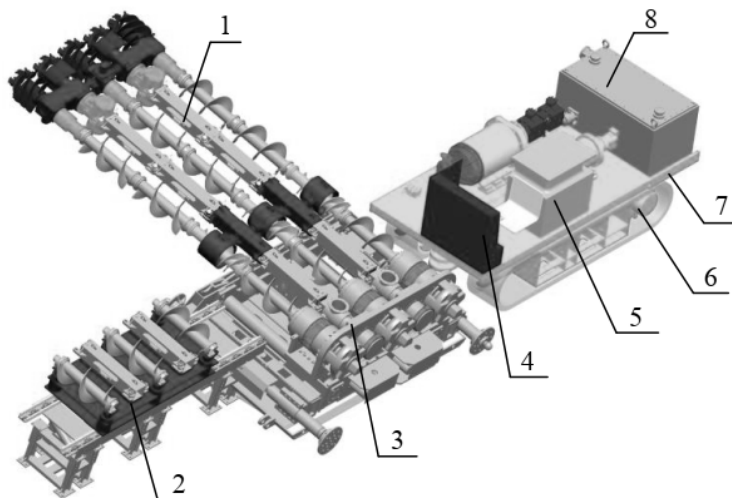
Bảng 2 - Đặc tính kỹ thuật của một số máy khoan sản xuất tại Trung Quốc

TT	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Trị số	
11	Phương thức dẫn động	-	Điện - Thủy lực	
12	Công suất động cơ khoan	kW	75×2	132×2
13	Công suất trạm bơm	kW	15,0	18,5
14	Áp suất trạm bơm	MPa	16	16
15	Lực đẩy khi khoan	kN	320	390
16	Lực kéo khi rút cần	kN	220	290
17	Kích thước máy khoan (D×R×C)	m	4,6×2,8×1,6	6,6×3,4×1,7
18	Diện tích đường lò tối thiểu	m ²	7,5	10



Hình 4 - Hình dạng máy khoan xoắn 03 cần

1- Bộ phận khoan; 2 - Mâm tiếp cần khoan; 3 - Động cơ khoan; 4 - Bàn điều khiển; 5 - Động cơ điện; 6 - Kết cấu di chuyển; 7 - Khung đỡ; 8 - Trạm bơm

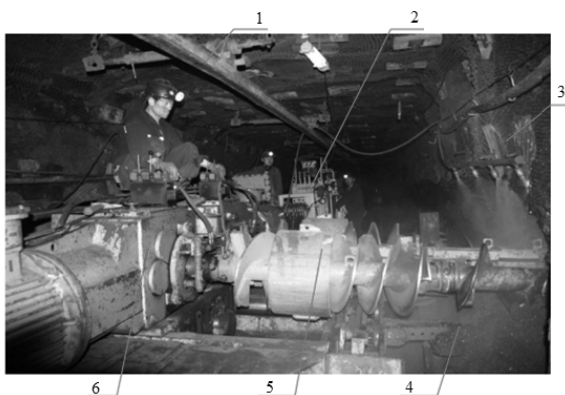


Hình 5 - Hình dạng máy khoan xoắn 05 cần

đêm.

- Tại Ukraine sơ đồ công nghệ sử dụng máy khoan xoắn được áp dụng để khai thác các vỉa than mỏng có chiều dày từ $0,6 \div 0,9\text{m}$, góc dốc đến 18° . Sản lượng từ một gương khai thác đạt từ $30.000 \div 40.000$ tấn/năm.

- Tại Trung Quốc, công nghệ này đã được áp dụng tại các mỏ Đại An Sơn (Bắc Kinh); Na Đài (Hà Bắc); Phong Thành (Giang Tây), Hàn Kiều (Giang Tô); Dương Tuyền (Sơn Tây); Tân Văn, Phan Tây (Sơn Đông); Bát Đài Hà (Hắc Long Giang), Tỉ Đức (Quý Châu); Bách Thụ (Tứ Xuyên), v.v. để khai thác các vỉa than mỏng đến trung bình hoặc các khu vực trụ bảo vệ lò chuẩn bị. Điều kiện các khu vực áp dụng như sau: chiều dày vỉa từ $0,5 \div 2,5\text{m}$, góc dốc vỉa từ $5 \div 33^\circ$, độ bền của đá kẹp $f \leq 6$, đá vách, đá trụ thuộc loại ổn định và bền vững trung bình trở lên, quy mô trữ lượng các khu vực từ $10.000 \div 70.000$ tấn. Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật chủ yếu đạt được khi áp dụng công nghệ gồm: sản lượng khai thác từ $30.000 \div 50.000$ tấn/năm/dây chuyền (cao nhất 95.000 tấn/năm), năng suất lao động từ $8 \div 12$ tấn/công với số lượng người bố trí tại một gương từ $3 \div 8$ người, tốc độ khoan từ $20 \div 50\text{m/ca}$, tổn thất than từ $40 \div 45\%$, giá thành khai thác $55 \div 60$ tệ/tấn ($180.000 \div 200.000$ đồng/tấn). Với các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật đạt được như trên và giá trị đầu tư ban đầu khoảng $4 \div 9$ tỷ đồng chỉ sau từ $1 \div 2$ năm, có thể thu hồi vốn đầu tư.



Hình 6 - Gương khai thác sử dụng máy khoan xoắn

1 - Mô nô ray; 2 - Bàn điều khiển; 3 - Gương khoan; 4 - Máng cào; 5 - Bộ phận công tác; 6 - Động cơ

Nhìn chung, công nghệ khai thác sử dụng máy khoan xoắn được áp dụng để khai thác các vỉa mỏng đến dày trung bình có chiều dày không ổn

định, trữ lượng nhỏ, phân tán, không thể áp dụng các công nghệ khai thác khác có sản lượng cao. Ngoài ra công nghệ còn được sử dụng để tận thu các khu vực trụ bảo vệ nhằm thu hồi tối đa tài nguyên, tăng tuổi thọ mỏ. Công nghệ khai thác sử dụng máy khoan xoắn có các ưu điểm là: (1) Mức độ cơ giới hóa và tự động hóa cao trong đó các công đoạn chính như lắp đặt, di chuyển, khai thác được cơ giới hóa hoàn toàn. Việc vận hành đồng bộ thiết bị trong quá trình khai thác được thực hiện bằng hệ thống điều khiển tập trung cho phép giảm cường độ lao động và cải thiện điều kiện làm việc; (2) Quy trình khai thác đơn giản do tổ hợp máy khoan xoắn thực hiện được tất cả các công đoạn khấu than và vận chuyển, loại bỏ được công đoạn chống giữ; (3) Hệ số an toàn cao do không có người trong gương khai thác và việc điều khiển tổ hợp tại lò dọc vỉa (hoặc lò thượng) cần rất ít nhân lực; (4) Giá thành khai thác thấp và chỉ bằng $60 \div 80\%$ giá thành công nghệ bán cơ giới hóa và cơ giới hóa đồng bộ áp dụng cho cùng điều kiện do chi phí mét lò chuẩn bị thấp (khoảng $6 \div 10\text{m}/1000$ tấn than), vật tư sử dụng ít, năng suất lao động cao; (5) Chi phí đầu tư thiết bị thấp (khoảng $4 \div 9$ tỷ đồng/dây chuyền); (6) Vận chuyển lắp đặt, tháo dỡ và di chuyển đồng bộ thiết bị khoan dễ dàng do kích thước và khối lượng của từng bộ phận nhỏ gọn. Nhược điểm của công nghệ là: (1) Khi chiều sâu lỗ khoan lớn (từ $50 \div 80\text{m}$ trở lên) việc điều khiển hướng khoan khó khăn; (2) Tổn thất than còn cao; (3) Sản lượng khai thác còn thấp so với công nghệ khác (sản lượng bình quân một gương khai thác chỉ đạt khoảng $30.000 \div 50.000\text{T}/\text{năm}$).

3. Nghiên cứu đánh giá khả năng áp dụng công nghệ khai thác vỉa mỏng bằng máy khoan xoắn tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh

Ở trong nước, công nghệ khai thác được áp dụng phổ biến tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh là thủ công nên chiều cao khẩu gương trong các lò chợ thông thường từ $1,8 \div 2,2\text{m}$. Do vậy, các mỏ chủ yếu huy động các vỉa than có chiều dày từ $1,8\text{m}$ trở lên vào khai thác. Ngoài ra, trong thời gian trước đây, một số mỏ hầm lò như Quang Hanh, Dương Huy đã áp dụng cột thủy lực đơn vào khai thác các vỉa than có chiều dày từ $1,3 \div 1,6\text{m}$ nhưng gặp nhiều khó khăn do không gian lò chợ chật hẹp nên không còn áp dụng. Đối với các vỉa than có chiều dày dưới $1,2\text{m}$, do chưa có công nghệ khai thác hợp lý nên các mỏ không huy động vào khai thác gây lãng phí tài nguyên, giảm hiệu

Bảng 3 - Điều kiện áp dụng công nghệ

TT	Các tiêu chí	Giá trị
1	Chiều dày vỉa	0,5 ÷ 1,5m
2	Mức độ biến động chiều dày	Từ không ổn định đến ổn định
3	Góc dốc vỉa	≤ 30°
4	Mức độ biến động góc dốc vỉa	Ổn định trung bình trở lên
4	Hệ số kiên cố của than và đá kẹp	f ≤ 6
5	Điều kiện đá vách, đá trụ	Ổn định, bền vững trung bình trở lên
6	Quy mô của khu vực huy động	≤ 100.000 tấn

Bảng 4 - Tổng hợp trữ lượng vỉa mỏng có khả năng áp dụng công nghệ

TT	Tên mỏ	Tên vỉa	Mức	Trữ lượng (1000T)	Tỷ lệ (%)
1	Mạo Khê	Cánh Bắc: V6, V7, V8; V9; V9b, V10	-400/-150	450,6	5,4
2	Nam Mẫu	V3; V4; V7.T; V8; V9	-200/+125	605,0	7,3
3	Tràng Bạch	V9b; V10; V12; V18	-150/+30	768,9	9,2
4	Khe Tam	V3 ÷ V14	-250/-100	1.116,0	13,4
5	Ngã Hai	V3 ÷ V17	-300/-50	1.174,8	14,1
6	Lộ Trí	PV1c; PV2b,c,d; PV3a,c; PV4a,c; PV5a	-250/-35	1.107,5	13,3
7	Khe Chàm II-IV	V8 ÷ V12; V13-1; V13-2;	-550/-100	1.113,0	13,4
8	Khe Chàm III	V12, V13.1, V13.2	-300/-100	1.245,0	15,0
9	Mông Dương	V.O(4), V.N(5), V.M(6), V.L(7)	-400/-97,5	745,3	9,0
	Tổng cộng			8.326,2	100,0

quả đầu tư xây dựng cơ bản cho toàn mỏ.

Việc nghiên cứu công nghệ khai thác vỉa mỏng thoải đến nghiêng tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh đã được Viện KHCN Mỏ thực hiện thông qua một số đề tài các cấp trong giai đoạn trước đây. Các đề tài này đã định hướng được một số sơ đồ công nghệ cơ giới hóa khai thác cho điều kiện vỉa mỏng thoải đến nghiêng. Tuy nhiên, đến nay các kết quả nghiên cứu trên đều chưa được triển khai áp dụng vào thực tế với lý do cơ bản là chi phí đầu tư cho các dây chuyền cơ giới hóa khai thác vỉa mỏng tương đối lớn (tối thiểu từ 100 tỷ đồng trở lên), khu vực áp dụng có trữ lượng tập trung quy mô lớn. Kinh nghiệm từ các nước khai thác than phát triển trên thế giới cho thấy công nghệ khai thác sử dụng máy khoan xoắn với ưu điểm chính là mức độ đầu tư ban đầu thấp (giá trị đầu tư một dây chuyền khoan chỉ bằng 2 ÷ 5% giá trị đầu tư một dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ), quy trình công nghệ khai thác đơn giản, nên có tính khả thi về mặt kinh tế, kỹ thuật, an toàn và hoàn toàn có

thể áp dụng rộng rãi trong thực tế sản xuất, giải quyết những khó khăn trong khai thác vỉa mỏng, thoải đến nghiêng cho các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh.

Trên cơ sở kết quả tổng hợp kinh nghiệm áp dụng công nghệ đồng thời xem xét đặc tính của các loại máy khoan xoắn đang được áp dụng phổ biến tại các mỏ hầm lò trên thế giới, có thể xây dựng điều kiện áp dụng công nghệ khai thác sử dụng dụng máy khoan xoắn cho các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh như trong bảng 3.

Với các điều kiện áp dụng nêu trên và kết quả đánh giá sơ bộ cho thấy, trữ lượng các vỉa mỏng có khả năng áp dụng công nghệ khai thác sử dụng máy khoan xoắn khoảng 8,3 triệu tấn, tập trung chủ yếu tại các mỏ Mạo Khê, Nam Mẫu, Tràng Bạch (Uông Bí), Khe Tam (Dương Huy), Ngã Hai (Quang Hanh), Lộ Trí (Thống Nhất) Khe Chàm II-IV (Hạ Long), Khe Chàm III (Khe Chàm) và Mông Dương. Chi tiết xem bảng 4.

Căn cứ kế hoạch khai thác và hiện trạng khai

Bảng 5 - Tổng hợp trữ lượng các khu vực vỉa mỏng có điều kiện thuận lợi để áp dụng công nghệ trong giai đoạn đến năm 2025 tại một số mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh

TT	Tên mỏ	Tên vỉa	Mức	Trữ lượng (tấn)
1	Khe Tam - Dương Huy	13, 12, 11 khu Bắc	-100 ÷ ±0	284.000
2	Ngã Hai - Quang Hanh	15, 14, 13 khu TT 5, 3 khu Đông Bắc	-175 ÷ -50	458.000
3	Khe Chàm III	14.5, 14.4, 14.1	-300 ÷ -100	568.000
	Tổng cộng			1.310.000

thông chuẩn bị các khu vực vỉa mỏng thoải đến nghiêng tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh cho thấy trong giai đoạn từ nay đến năm 2025, có thể xem xét áp dụng thử nghiệm công nghệ tại các đơn vị khai thác hầm lò sau:

(1) Tại mỏ Khe Tam - Công ty than Dương Huy, các khu vực vỉa mỏng đã được khai thông, chuẩn bị tập trung tại các vỉa 13, 12, 11 khu Bắc và có tổng trữ lượng khoảng 284.000 tấn trong đó:

- Vỉa 13 khu Bắc mức -100 ÷ ±0 có 02 khu vực vỉa mỏng với tổng trữ lượng khoảng 93.000 tấn. Chiều dày vỉa tại các khu vực này thay đổi từ 0,6 ÷ 1,2m, góc dốc vỉa thay đổi từ 10 ÷ 25°, đá kẹp trong vỉa là sét kết, bột kết mềm ($f < 4$), quy mô trữ lượng mỗi khu vực từ 45.000 ÷ 56.000 tấn.

- Vỉa 12 khu Bắc mức -100 ÷ +80 có 02 khu vực vỉa mỏng với tổng trữ lượng khoảng 90.000 tấn với chiều dày từ 0,6 ÷ 1,2m, góc dốc từ 5 ÷ 25°, quy mô trữ lượng mỗi khu vực từ 40.000 ÷ 50.000 tấn.

- Vỉa 11 khu Bắc mức -100 ÷ -50 có 03 khu vực vỉa mỏng với tổng trữ lượng khoảng 101.000 tấn. Chiều dày vỉa tại các khu vực này từ 0,6 ÷ 1,2m, góc dốc vỉa từ 20 ÷ 25°, quy mô trữ lượng mỗi khu vực từ 26.000 ÷ 75.000 tấn.

(2) Tại mỏ Ngã Hai - Công ty than Quang Hanh các khu vực vỉa mỏng đã được khai thông, chuẩn bị tập trung tại các vỉa 15, 14, 13 khu Trung Tâm, vỉa 5, 3 khu Đông Bắc và có tổng trữ lượng khoảng 458.000 tấn trong đó:

- Vỉa 15 khu Trung Tâm mức -175 ÷ -50 có 05 khu vực vỉa mỏng với tổng trữ lượng khoảng 160.000 tấn. Chiều dày vỉa tại các khu vực này từ 0,6 ÷ 1,2m, góc dốc từ 15 ÷ 25°, quy mô trữ lượng mỗi khu vực từ 14.000 ÷ 87.000 tấn.

- Vỉa 14 khu Trung Tâm mức -175 ÷ -50 có 03 khu vực vỉa mỏng với tổng trữ lượng khoảng 140.000 tấn. Chiều dày vỉa tại các khu vực này từ 0,6 ÷ 1,0m, góc dốc từ 15 ÷ 20°, quy mô trữ lượng mỗi khu vực từ 23.000 ÷ 89.000 tấn.

- Vỉa 13 khu Trung Tâm mức -175 ÷ -50 có

03 khu vực vỉa mỏng với tổng trữ lượng khoảng 80.000 tấn. Chiều dày vỉa tại các khu vực này từ 0,6 ÷ 1,2m, góc dốc từ 15 ÷ 25°, quy mô trữ lượng mỗi khu vực từ 12.000 ÷ 43.000 tấn.

- Vỉa 5 khu Đông Bắc mức -175 ÷ -50 có 01 khu vực vỉa mỏng với chiều dày từ 0,8 ÷ 1,1m, góc dốc từ 15 ÷ 20°, quy mô trữ lượng 45.000 tấn.

- Vỉa 3 khu Đông Bắc mức -175 ÷ -50 có 01 khu vực vỉa mỏng với chiều dày từ 0,8 ÷ 1,3m, góc dốc từ 10 ÷ 15°, quy mô trữ lượng 33.000 tấn.

(3) Tại mỏ Khe Chàm III - Công ty than Khe Chàm, các khu vực vỉa mỏng đã được khai thông, chuẩn bị tập trung tại các vỉa 14.5, 14.4 và 14.1 và có tổng trữ lượng khoảng 600.000 tấn trong đó:

- Vỉa 14.5 có 05 khu vực vỉa mỏng với tổng trữ lượng khoảng 110.000 tấn. Chiều dày vỉa tại các khu vực này từ 0,6 ÷ 0,8m, góc dốc từ 5 ÷ 20°, quy mô trữ lượng mỗi khu vực từ 11.000 ÷ 32.000 tấn.

- Vỉa 14.4 có 10 khu vực vỉa mỏng với tổng trữ lượng khoảng 310.000 tấn. Chiều dày vỉa tại các khu vực này từ 0,6 ÷ 1,2m, góc dốc vỉa từ 10 ÷ 25°, quy mô trữ lượng mỗi khu vực từ 11.000 ÷ 95.000 tấn.

Tại vỉa 14.1 có 02 khu vực vỉa mỏng với tổng trữ lượng khoảng 148.000 tấn. Chiều dày vỉa tại các khu vực này từ 0,6 ÷ 1,2m, góc dốc từ 15 ÷ 25°, quy mô trữ lượng mỗi khu vực từ 61.000 ÷ 87.000 tấn.

4. Kết luận

Từ kinh nghiệm thực tiễn tại các mỏ hầm lò trên thế giới đã cho thấy công nghệ khai thác vỉa mỏng bằng máy khoan xoắn đang được áp dụng rộng rãi để khai thác vỉa mỏng có điều kiện phức tạp. Công nghệ có nhiều ưu điểm như giá trị đầu tư thiết bị thấp, mức độ cơ giới hóa cao, quy trình khai thác đơn giản. Do đó công nghệ này hoàn toàn có thể áp dụng trong điều kiện các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh nhằm huy động một phần trữ lượng vỉa mỏng thoải đến nghiêng vào khai thác. Kết quả đánh giá, tổng hợp sơ bộ cho thấy trữ

lượng vỉa mỏng có khả năng áp dụng công nghệ khai thác sử dụng máy khoan xoắn khoảng 8,3 triệu tấn và phân bố ở hầu hết các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. Trong thời gian tới, cần nghiên cứu triển khai áp dụng thử nghiệm công nghệ trong một điều kiện cụ thể sau đó sẽ đánh giá, hoàn thiện mở rộng áp dụng cho các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh nhằm đa dạng hóa công nghệ, giảm tổn thất tài nguyên và phát triển bền vững ngành than./.

Tài liệu tham khảo:

[1]. TS. Nguyễn Anh Tuấn, *Nghiên cứu công nghệ khai thác cho các vỉa mỏng trong các khoáng sàng mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh*, Viện KHCN Mỏ, Hà Nội, 2004.

[2]. TS. Nguyễn Anh Tuấn, *Nghiên cứu lựa*

chọn công nghệ cơ giới hoá khai thác cho các vỉa than mỏng (0,8 ÷ 1,2 m, thoải đến nghiêng tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, Viện KHCN Mỏ, Hà Nội, 2014.

[3]. Phan Ngọc Tuyền, *Nâng cao hiệu quả khai thác các vỉa than mỏng có điều kiện phức tạp*, Nhà xuất bản công nghiệp than, Bắc Kinh, Trung Quốc, 1997.

[4]. Cừ Hằng Gia, *Phương pháp khai thác vỉa rất mỏng*, Nhà xuất bản công nghiệp than, Bắc Kinh, Trung Quốc, 2001.

[5]. Phan Ngọc Tuyền, *Đổi mới công nghệ để khai thác an toàn và hiệu quả các vỉa than mỏng*, Nhà xuất bản Đại học Công nghiệp Mỏ, Từ Châu, Trung Quốc, 2007.

Research on solutions of thin seam mining and recovering in underground mines by the twisted drill in Quang Ninh

Dr. Tran Minh Tien, MSc. Ngo Van Thang, Eng. Pham Tien Duong

Vinacomin-Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

The object of inclined thin seams with scattered, unconcentrated reserves has not yet been mobilized by domestic underground mines. On the basis of synthesis and analysis of the experience of the mining technology application by the twisted drills to exploit thin seams at underground mines around the world, the article will evaluate the possibility of applying this technology in the conditions of underground mines in Quang Ninh.

KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM HỆ THỐNG GIÁM SÁT CẢNH BÁO MÔ HÌNH CHẤT TẢI TRÊN CÁC Ô TÔ VẬN CHUYỂN ĐẤT ĐÁ TẠI MỎ THAN CỘC SÁU

ThS. Lê Bá Phúc, KS. Đỗ Văn Triều

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Lưu Văn Thực

Tóm tắt:

Công tác quản lý, giám sát dung tích chất tải trên các xe vận chuyển đất đá rất được các mỏ than lộ thiên quan tâm, tuy nhiên kết quả giám sát bằng trực quan và hệ thống camera cho kết quả định tính. Đối với hệ thống cảm biến trọng tải theo xe nhanh hỏng, hoạt động chưa hiệu quả. Nghiên cứu đề xuất Phương pháp giám sát cảnh báo mô hình chất tải trên ô tô vận chuyển đất đá bằng công quét laser 3D để thay thế phương pháp hiện có. Kết quả thử nghiệm trong phòng thí nghiệm và ngoài thực địa tại mỏ Cọc Sáu là cơ sở để triển khai đầu tư hệ thống vào phục vụ sản xuất tại các mỏ than lộ thiên thuộc TKV.

1. Đặt vấn đề

Mỏ than Cọc Sáu mang đặc thù của các mỏ than lộ thiên sâu, khối lượng đất bóc hàng năm lớn, chiều cao nâng tải lớn, cung độ vận tải xa, hình thức vận tải hoàn toàn bằng ô tô đơn thuần, chủng loại ô tô sử dụng là thiết bị hiện đại, đặc trưng cho các thiết bị đang hoạt động tại các mỏ, do đó việc giảm chi phí vận tải bằng phương pháp giám sát cảnh báo mô hình chất tải là cần thiết. Chính vì vậy, mỏ than Cọc Sáu được lựa chọn thử nghiệm Phương pháp giám sát cảnh báo mô hình chất tải trên ô tô vận chuyển đất đá.

Kết quả thử nghiệm tại mỏ là cơ sở đánh giá tính thực tiễn, khả năng hoạt động của thiết bị quét laser 3D trong điều kiện tự nhiên, kỹ thuật các mỏ than lộ thiên. Từ đó kiến nghị cấp quản lý tiếp tục triển khai hoàn thiện, đưa Hệ thống giám sát cảnh báo vào thực tế sản xuất các mỏ than lộ thiên, nhằm nâng cao hệ số sử dụng khối lượng và trọng lượng xe, giảm chi phí giá thành khâu xúc bốc vận tải....

2. Phương pháp giám sát cảnh báo mô hình chất tải

Phương pháp giám sát cảnh báo chất tải bằng công nghệ quét laser 3D được xây dựng, gồm: hệ thống thiết bị (Máy quét laser 3D, máy tính trạm xử lý...) và phần mềm được cài đặt máy tính trạm để tính toán dung tích, trọng tải đất đá, cảnh báo chất tải, lưu giữ thông tin chuyển xe.

Hệ thống thiết bị: Máy Leica RTC 360 LT-3D (hình 1a) và máy tính trạm xử lý (hình 1b). Thông số kỹ thuật chủ yếu của máy quét như sau:

- Khoảng cách quét: $0,5 \div 130$ m;
- Tốc độ quét: 1.000.000 đ/giây;
- Trường quét thẳng đứng x ngang: $300^\circ \times 360^\circ$;
- Độ chính xác điểm 3D: 1,9 mm @ 10 m; 2,9 mm @ 20 m; 5,3 mm @ 40 m;

Tham số làm việc của thiết bị trong điều kiện thực nghiệm hiện trường:

Dựa trên kết quả thí nghiệm trong phòng, việc lựa chọn và cài đặt các tham số làm việc máy quét



a)



b)

Hình 1. Hệ thống quét laser 3D

3D Lecia RTC360 LT-3D để mang đến hiệu quả cho thực nghiệm hiện trường như sau:

- Lắp đặt máy lên bề mặt (bề mặt được thiết kế chắc chắn, tầm nhìn tốt đảm bảo quét được toàn bộ bề mặt của đối tượng);
- Vì chỉnh cân bằng máy;
- Thiết lập trạm máy theo phương pháp giao hội thuận: Occ/Bs, tọa độ giả định tính toán hoặc hệ tọa độ trắc địa trong khu vực;
- + Khai báo tọa độ điểm trạm máy (Occ);
- + Tọa độ điểm định hướng (Bs);
- + Đo và kiểm tra độ chính xác.
- Chuyển màn hình điều khiển về chế độ quét;
- + Chọn khu vực quét, được định nghĩa bởi chế độ: Trên bên trái (Top Left) & Dưới bên phải (Bottom Right);
- + Chọn chế độ quét: Tiêu chuẩn: Tiêu chuẩn (Standard), chế độ nâng cao: Ổn định (Fine).
- Start Scan để bắt đầu quét.

Các bước cài đặt và thiết lập trên thiết bị phải thực hiện chính xác, tuần tự để hạn chế tối đa rủi ro, sự cố xảy ra trong quá trình đo vẽ và mô phỏng mô hình.

Phần mềm cảnh báo chất tải:

Phần mềm cảnh báo dung tích chất tải được Viện KHCN Mỏ - Vinacomin xây dựng trên nền tảng ngôn ngữ lập trình Python với các module Matplotlib, numpy, math, thinker,... Qua thí nghiệm trong phòng, phần mềm đáp ứng được các yêu cầu chủ yếu như: Tốc độ tính toán, hiển thị kết quả; Mô hình 3D chất tải trực quan; đảm bảo tính chính xác của kết quả cảnh báo; Thao tác, hiển thị đơn giản dễ dàng tiếp cận. Kết nối hiển thị, giao diện phần mềm như hình 2.

3. Thử nghiệm giám sát cảnh báo chất tải

3.1. Xây dựng phương pháp cảnh báo chất

tải

Mục đích thử nghiệm: Để kiểm chứng các kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, nhóm nghiên cứu tiến thử nghiệm mô hình chất tải tại gương và giám sát cảnh báo mô hình chất tải. Trên cơ sở đánh giá hiệu quả phương án thử nghiệm, đề xuất triển khai đầu tư xây dựng hệ thống giám sát vào thực tế sản xuất.

Nội dung công tác thử nghiệm: Thử nghiệm chia làm 2 nội dung chính sau: Mô hình chất tải tại gương và giám sát cảnh báo chất tải.

Trình tự tiến hành thử nghiệm: Đối với mô hình chất tải được thực hiện theo thứ tự các bước như sau: 1) Khảo sát lựa chọn vị trí thử nghiệm; 2) Chất tải theo mô hình thí nghiệm trong phòng; 3) Theo dõi quá trình chất tải; 4) Đánh giá hiệu quả. Đối với giám sát cảnh báo chất tải thực hiện như sau: 1) Khảo sát lựa chọn vị trí quét; 2) Quét thùng xe không tải và có tải; 3) Xử lý dữ liệu; 4) Tính toán và cảnh báo trên phần mềm giám sát cảnh báo chất tải.

3.2. Thử nghiệm

a. Khảo sát lựa chọn vị trí thử nghiệm:

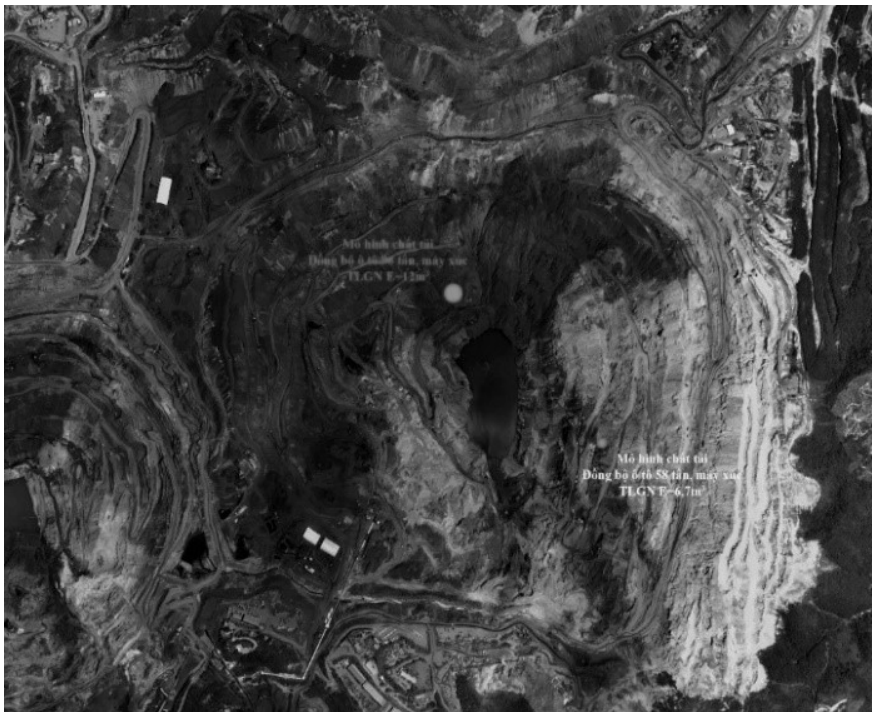
Vị trí thử nghiệm lựa chọn tại gương xúc đất đá nổ mìn khai trường Thắng Lợi, mỏ than Cọc Sáu (hình 3).

- Mô hình chất tải phù hợp: Gương xúc có ĐBTB TLGN $E = 12 \text{ m}^3$ + ô tô trọng tải $q = 96$ tấn. Mô hình thử nghiệm: A, C, D, E, đối với mô hình B, xe di chuyển lên dốc xuất hiện rơi vãi vật liệu, ngoài thực địa gây mất an toàn [1]. Do đó không áp dụng thử nghiệm mô hình B.

- Hệ thống giám sát cảnh báo chất tải: Khu vực quét laser 3D các thùng xe CAT 777D&E; CAT 773E&F; HD 785-7; HD 465-7, 7R không tải và có tải, đảm bảo không gian cho xe dừng đỗ theo



Hình 2. Phần mềm giám sát cảnh báo chất tải Version 1.0



Hình 3. Vị trí thử nghiệm mô hình chất tải trên khai trường mỏ than Cọc Sáu (Ảnh Google Earth)



Hình 4. Mô phỏng 3D vị trí đặt hệ thống quét laser 3D tại thực địa

hướng quét của máy. Mô phỏng 3D hệ thống quét thể hiện trên hình 4.

b. Thử nghiệm:

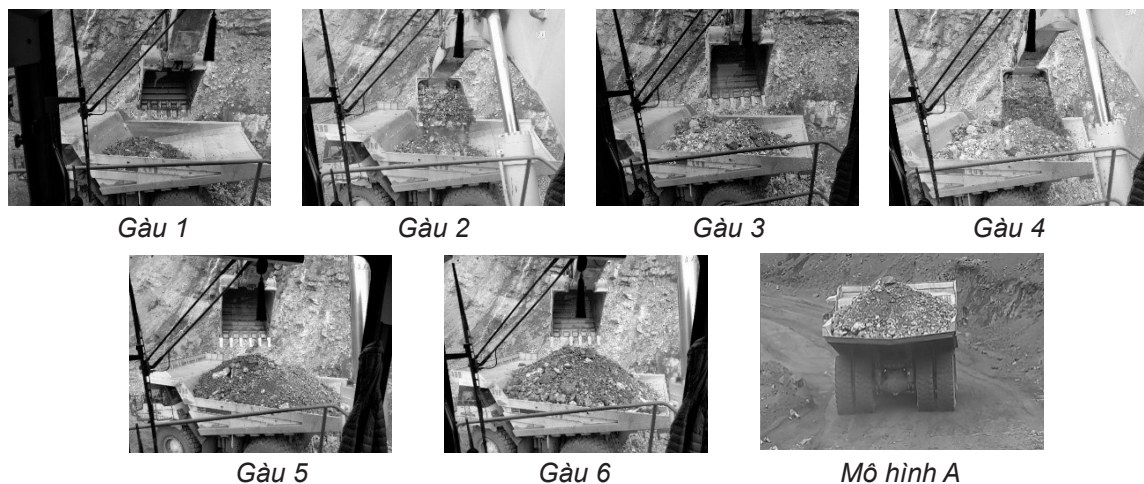
Mô hình chất tải tại gương: Thời gian thử nghiệm: từ 23 -29/11/2022; Vị trí gương xúc -240 khu Đông Thắng Lợi. Đất đá nổ mìn (cấp III); Đường kính trung bình $d_{tb} = 0,45$ m; Mô hình chất tải thử nghiệm: A, C, D, E (Hình 5-8).

Hệ thống giám sát cảnh báo mô hình chất tải:

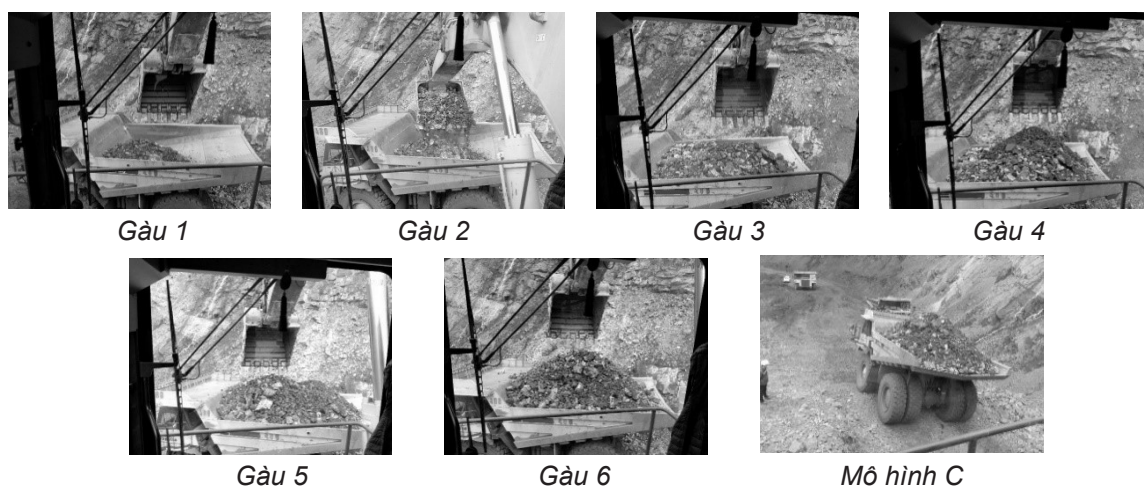
Quét thùng xe không tải: Vị trí phân xưởng vận tải số 4. Mục đích: Xây dựng cơ sở dữ liệu thùng xe ban đầu để tính toán dung tích chất tải (Hình 9).

Sai số hình dạng, kích thước các thùng xe dưới dạng mô hình kỹ thuật số 3D với kích thước thùng xe thực tế (theo Catalogue) rất nhỏ, từ 0÷2 mm, đảm bảo độ chính xác theo thông số máy Leica RTC 360 LT-3D (1,9 mm @ 10 m) (Bảng 1).

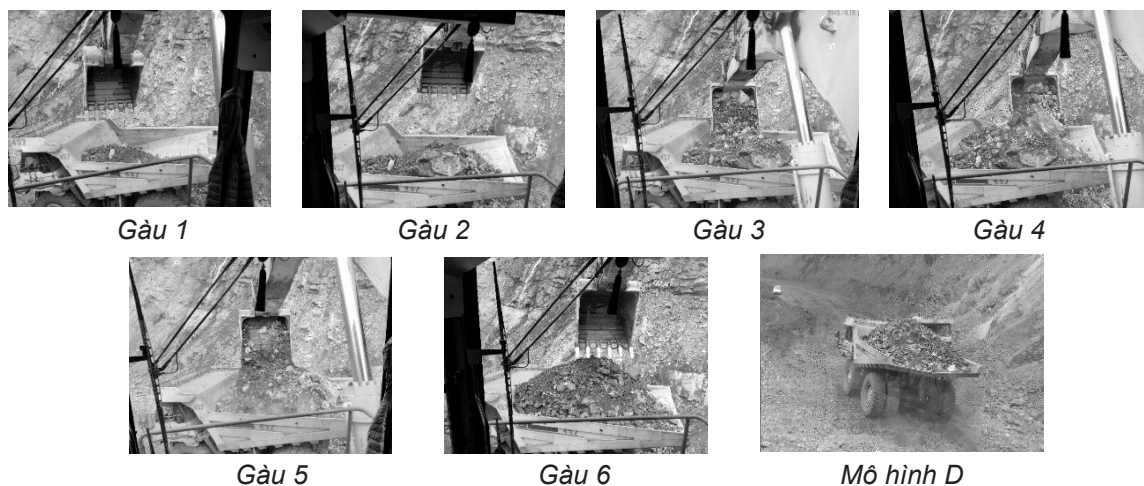
Quét thùng xe có tải: Vị trí 1 - Mặt tầng +70, bãi thải trong Nam Quảng Lợi; Quét thùng xe: CAT



Hình 5. Trình tự và hình dạng chất tải mô hình A



Hình 6. Trình tự và hình dạng chất tải mô hình C



Hình 7. Trình tự và hình dạng chất tải mô hình D



Gàu 1



Gàu 2



Gàu 3



Gàu 4



Gàu 5

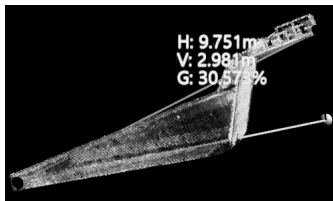


Gàu 6

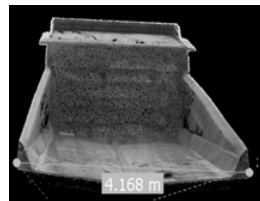


Mô hình E

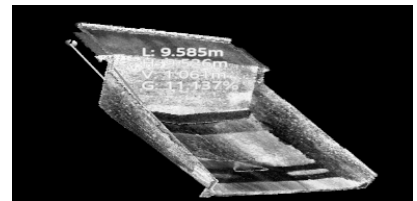
Hình 8. Trình tự và hình dạng chất tải mô hình E



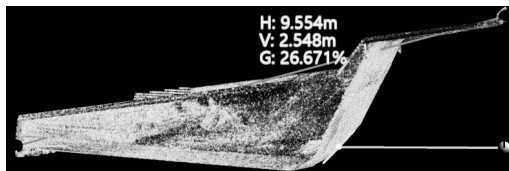
Mô hình quét xe CAT 785 - 7



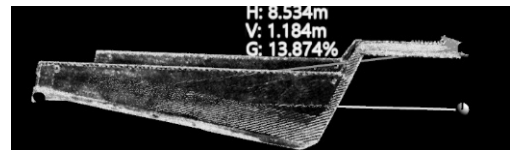
Mô hình quét xe 465 - 7



Mô hình quét xe CAT 777D



Mô hình quét xe CAT 777E



Mô hình quét xe CAT 773E

Hình 9. Thực hiện quét và hiển thị mô hình 3D thùng xe không tải

Bảng 1. Chênh lệch kích thước thùng xe qua máy quét Laser và thực tế

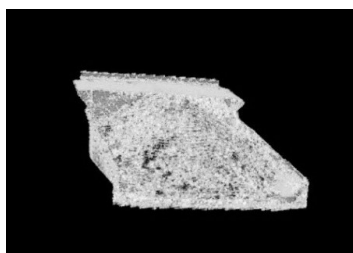
Stt	Chủng loại xe	Chiều dài toàn bộ thùng, mm			Chiều rộng bên ngoài thùng, mm		
		Mô hình 3D	Thực tế	Chênh lệch (+) tăng (-) giảm	Mô hình 3D	Thực tế	Chênh lệch (+) tăng (-) giảm
1	CAT 777E	9.554	9.555	-1	5.526	5.524	+2
2	CAT 777D	9.526	9.525	+1	5.522	5.524	-2
3	773E	8.534	8.535	-1	3.910	3.910	0
4	HD 785-7	9.751	9.750	+1	5.479	5.480	-1
5	HD 465-7R	8.712	8.710	+2	4.168	4.170	+2

777D,E và CAT 773E,F. Vị trí 2 – Mặt tầng +105, khu Đông Thắng Lợi; Quét thùng xe HD 785 – 7, HD 465 – 7,7R. Kết quả triển khai quét dung tích thùng xe có tải trên khai trường mỏ than Cọc Sáu thu được các mô hình 3D như trên hình 10.

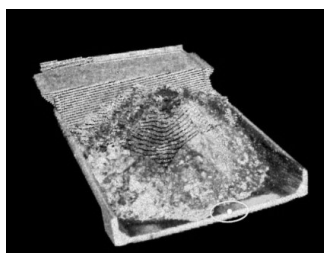
Tập dữ liệu đám mây điểm thùng xe không tải

được tải lên phần mềm SQL server làm cơ sở dữ liệu ban đầu tính dung tích cho phần mềm giám sát cảnh báo chất tải (Hình 11).

Tập dữ liệu đám mây điểm thùng xe có tải được nhập trong phần mềm để dung định dung tích chứa đất đá trên thùng xe và cảnh báo chất



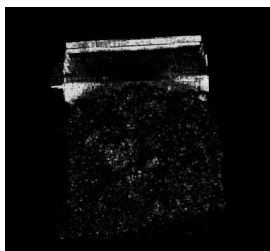
a) CAT 777E



b) CAT 777D



c) CAT 773E



d) HD785-7



e) HD465-7R

Hình 10. Mô hình 3D thùng xe có tải



Hình 11. Xử lý dữ liệu trên phần mềm giám sát dung tích chất tải

tải.

Kết quả quét trên các xe được so sánh với mô hình chất tải mẫu của mỏ Cọc Sáu và cảnh báo chất tải bằng Phần mềm được thể hiện qua bảng 2.

c. Đánh giá kết quả thử nghiệm:

Qua quá trình thực nghiệm tại khai trường mỏ than Cọc Sáu, kết quả thử nghiệm như sau:

* Mô hình chất tải:

- Mô hình chất tải tập trung ở giữa (mô hình E) phù hợp với kích thước hình học thùng xe. Đất đá ở chân hình nón thấp hơn thành thùng xe;

- Thao tác với mô hình E đơn giản, dễ dàng hơn các mô hình chất tải khác, thợ lái máy xúc không mất nhiều thao tác di chuyển cần điều khiển, đưa gầu xúc đến các vị trí khác nhau trên thùng xe, phù hợp với cấp bậc các thợ lái máy xúc.

* Kiểm tra dung tích và cảnh báo mô hình chất tải:

- Với khoảng cách quét từ 3÷40m, dữ liệu thu được từ máy quét 3D là các đám mây điểm, khoảng 0,05÷1,8 triệu điểm đo, hiển thị hình dạng, kích thước thùng xe khi không tải và hình dạng đồng đá trên thùng xe có tải rất rõ nét, chi tiết.

- Phần mềm giám sát dung tích chất tải hiển thị đầy đủ thông tin về chủng loại xe vận chuyển đất đá đang hoạt động tại mỏ Cọc Sáu. Kết quả đưa ra nhanh, chính xác, mô hình 3D trực quan, rõ ràng.

4. Xây dựng mô hình quản lý, vận hành hệ thống giám sát, cảnh báo mô hình chất tải

Từ kết quả hiện trường cho thấy, hệ thống quét laser 3D cung cấp khả năng giám sát chất tải với mức độ chính xác cao, khả năng phân tích mô hình, cảnh báo chất tải đảm bảo tin cậy. Tuy nhiên, thiết bị quét laser 3D sử dụng, chủ yếu ứng dụng trong lĩnh vực xây dựng công trình, công tác trắc địa, quét các vật thể cố định.

Để phù hợp điều kiện thực tế trên mỏ lộ thiên,

Bảng 2. Kết quả so sánh khối lượng thể tích quét bằng hệ thống quét laser 3D với sơ đồ chất mẫu được mỏ Cọc Sáu

Stt	Chủng loại xe	Lượt quét	Dung tích chứa đất đá trên thùng xe, m ³		Trọng tải đất đá nguyên khối trong thùng xe, tấn		Chênh lệch, % (+) tăng (-) giảm		Cảnh báo trọng tải
			Mô hình quét 3D	Mô hình chất tải mẫu	Mô hình quét 3D	Thông số kỹ thuật	Dung tích chứa	Trọng tải	
1	CAT 777E	L1	46,64	48,8	91,16	96	-4,43	-5,04	Đảm bảo
		L2	43,01	48,8	84,07	96	-11,86	-12,43	Thiếu tải
2	CAT 777D	L1	46,86	48,8	91,59	96	-3,98	-4,59	Đảm bảo
		L2	48,67	48,8	95,13	96	-0,27	-0,9	Đảm bảo
3	CAT 773E	L1	30,52	29,6	59,66	58	3,11	2,85	Đảm bảo
		L2	31,14	29,6	60,87	58	5,2	4,94	Đảm bảo
4	HD 785-7	L1	46,85	46,4	91,58	91	0,97	0,63	Đảm bảo
		L2	50,34	46,4	98,4	91	8,49	8,13	Đảm bảo
		L3	50,11	46,4	97,95	91	8	7,63	Đảm bảo
5	HD 465-7R	L1	30,89	29,6	60,38	58	4,36	4,1	Đảm bảo
		L2	31,1	29,6	60,79	58	5,07	4,81	Đảm bảo

Cảnh báo trọng tải được tính toán với thể trọng đất đá mỏ Cọc Sáu $\gamma = 2,629$ tấn/m³ (Đá vách, vỉa G.II khu Đông Thắng Lợi [2]), hệ số nở rời $K_{nr} = 1,345$ - theo sơ đồ chất tải mẫu của mỏ, cảnh báo chất tải trên cơ sở chính sách trọng tải đất đá “10/10/20” trên thùng xe của hãng CAT.



Hình 12. Hệ thống giám sát, cảnh báo mô hình chất tải trên các ô tô vận chuyển đất đá.

1. Đầu quét laser; 2. Hộp điều khiển thiết bị; 3. Camera nhận diện xe; 4. Trạm giám sát chất tải: Máy tính trạm xử lý + Phần mềm Giám sát dung tích chất tải; 5. Biển báo hạn chế tốc độ qua trạm (0,5-10km/h [4])

thiết bị quét laser 3D sử dụng trong hệ thống giám sát, cảnh báo được đầu tư là thiết bị chuyên dụng để quét vật thể di động. Do đó, mô hình quản lý vận hành hệ thống giám sát, cảnh báo mô hình chất tải được xây dựng thể hiện hình 12.

Trên cơ sở đó xây dựng quy trình quản lý, vận

hành hệ thống giám sát và cảnh báo mô hình chất tải được thực hiện theo các bước sau: 1) Ô tô có tải di chuyển vào khu vực quét laser 3D; 2) Quét laser 3D thùng xe; 3) Xử lý dữ liệu trên phần mềm tại Trạm giám sát chất tải; 5) Hiện thị và in thông tin chuyển xe; 6) Thực hiện cảnh báo chất tải; 7)

Sao lưu và cập nhật.

Kết thúc quá trình giám sát, cảnh báo mô hình chất tải của chuyển xe, nhân viên trạm sẽ tiến hành sao lưu toàn bộ thông tin chuyển xe vào ổ cứng máy tính, sau đó cập nhật lại dữ liệu phục vụ cho công tác giám sát, cảnh báo của chuyển xe vận tải tiếp theo.

5. Kết luận

1. Kết quả thử nghiệm ngoài mô hình chất tải, kiểm tra dung tích và cảnh báo mô hình chất tải tại hiện trường mỏ than Cọc Sáu phù hợp với kết quả thí nghiệm trong phòng thí nghiệm;

2. Mô hình chất tải E: Tải tập trung ở giữa là mô hình được lựa chọn để thực hiện chất tải từ máy xúc lên thùng xe ô tô tại các mỏ than lộ thiên thuộc TKV; Công nghệ quét laser 3D thùng xe trong điều kiện ban ngày, ban đêm đều thu được dữ liệu điểm đo rất lớn, hiển thị hình dạng, kích thước thùng xe không tải, hình dạng đóng đá trên thùng xe có tải dưới dạng mô hình 3D rất rõ nét, chi tiết. Dữ liệu xuất ra từ máy quét dưới dạng file .txt được Phần mềm xử lý nhanh chóng, cho ra kết quả về dung tích đất đá trong thùng xe và đưa ra thông tin cảnh

báo chất tải rõ ràng, tin cậy cao;

3. Hệ thống giám sát, cảnh báo dung tích chất tải trên các xe ô tô vận chuyển đất đá bằng công nghệ quét laser 3D là phương pháp mới trên phương diện về kỹ thuật và ứng dụng công nghệ 4.0. Hệ thống có tính thực tiễn cao, phù hợp với điều kiện tự nhiên, kỹ thuật các mỏ than lộ thiên. Khi được đầu tư sử dụng trong các mỏ, giúp nâng cao hiệu quả công tác vận chuyển đất đá, giảm chi phí giá thành khâu xúc bốc vận tải, đồng thời hệ thống cũng sẽ thay thế công tác thống kê chuyển xe vận tải đất đá hàng ngày bằng thủ công sang thống kê tự động.

Tài liệu tham khảo:

[1] Viện KHCNM - Vinacomin, *Bản tin thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ*, số 4/2021, 8-18.

[2] Viện KHCNM – Vinacomin, *Thành lập bộ sung bản đồ cơ lý đá (lộ thiên) năm 2019 mỏ than Cọc Sáu*, Hà Nội, 2019.

[3] Caterpillar, 2010. *Cat Performance Handbook Edition 40*.

[4] www.trakblaze.com

Test results of load model warning monitoring system on the rock transporting trucks at Coc Sau coal mine

MSc. Le Ba Phuc, Eng. Do Van Trieu

Vinacomin-Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

The management and supervision of load capacity on rock transport vehicles are of great interest to open-pit coal mines; however, the results of visual monitoring and camera system show qualitative results. The truck's tonnage sensor system quickly breaks down and works ineffectively. The study proposes the method of monitoring and warning the load models on the rocks transporting trucks by 3D laser scanning technique to replace the existing method. The testing results in the lab and on-site at Coc Sau mine are the basis for the system investment implementation in production at open-pit coal mines of Vinacomin.

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO LSTM - NA TRONG DỰ BÁO CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN SÂU

KS. Đỗ Văn Triều, ThS. Lê Bá Phước

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Lưu Văn Thực

Tóm tắt:

Các mỏ than lộ thiên sâu có dạng “trên sườn núi, dưới moong sâu”, bờ mỏ cao và yếu tố khí quyển mỏ đã hạn chế quá trình phân tán khí độc và bụi mịn từ các khâu công nghệ ra môi trường bên ngoài. Bằng thuật toán trí tuệ nhân tạo LSTM kết hợp mô hình tối ưu hóa NA, sẽ dự báo với độ chính xác cao chất lượng không khí tại mỏ các mỏ than lộ thiên sâu. Đây là cơ sở cho việc phát triển thuật toán trí tuệ nhân tạo trong dự báo, đánh giá chất lượng không khí tại các mỏ lộ thiên sâu.

1. Đặt vấn đề

Khai thác và chế biến khoáng sản được biết đến là một trong những ngành công nghiệp có tác động xấu môi trường như: Ô nhiễm không khí, môi trường đất, nước, tiếng ồn,... Trong số đó, ô nhiễm không khí là tác động tiêu cực ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của con người.

Hiện nay, các mỏ than lộ thiên sâu tại Việt Nam có chiều cao bờ mỏ từ 500 ÷ 600 m, cốt cao đáy mỏ từ -140 ÷ -305 m, điểm hình mỏ Cọc Sáu hiện trạng mức -305 m (KTKT -345 m), mỏ than Đèo Nai hiện trạng mức -195 m (KTKT -345 m), mỏ than Cao Sơn hiện trạng mức -145 m (KTKT -325),... Với khối lượng đất bóc hàng năm rất lớn, việc phát thải khí độc như CH₄, CO, SO₂, NO₂ và bụi mịn từ các khâu công nghệ Khoan – nổ, xúc bốc, vận tải, thải đá ra môi trường rất lớn.

Trong công tác giám sát môi trường, định kỳ hàng quý, các đơn vị thực hiện quan trắc chất lượng không khí và so sánh với các quy chuẩn,

tiêu chuẩn hiện hành. Tuy nhiên, các kết quả đo tức thời và mang tính thống kê chưa có dự báo điều kiện vi khí hậu tại đáy moong. Đặc biệt chưa cụ thể hóa được các nguồn gây ra ô nhiễm không khí mỏ và đánh giá khả năng tăng, giảm của nguồn ô nhiễm theo thời gian trong quá trình mỏ hoạt động để có giải pháp phù hợp trong việc nâng cao chất lượng không khí mỏ.

Như vậy, kế thừa thành tựu từ công nghệ 4.0 với các thuật toán dự báo bằng mô hình trí tuệ nhân tạo (AI), kết hợp với mô hình tối ưu hóa để đưa ra dự báo về xu hướng phát triển chất lượng không khí đáy mỏ theo thời gian với độ chính xác cao. Kết quả dự báo bằng mô hình là cơ sở để xây dựng và phát triển thuật toán AI trong công tác dự báo các vấn đề môi trường cho các mỏ lộ thiên sâu.

2. Nghiên cứu mối tương quan giữa hình học mỏ và vận động khí quyển mỏ đến quá trình phân tán khí ô nhiễm trong không gian

Bảng 1. Hiện trạng các thông số cơ bản của một số mỏ than lộ thiên lớn Việt Nam

Mỏ than	Thông số bề mặt mỏ		Thông số đáy mỏ				
	Chiều dài trung bình, m	Chiều rộng trung bình, m	Chiều dài trung bình, m	Chiều rộng trung bình, m	Diện tích đáy mỏ, m ²	Cốt cao đáy mỏ, m	Góc nghiêng bờ công tác, độ
Đèo Nai	1.600	1.290	440	38	16.200	-190	21÷24
Cao Sơn	2.140	1.800	320	230	58.194	-145	20÷26
Cọc Sáu	2.350	1.900	440	25	9.000	-305	21÷33
Hà Tu	2.010	940	778	105	82.000	-80	20÷26

mỏ lộ thiên

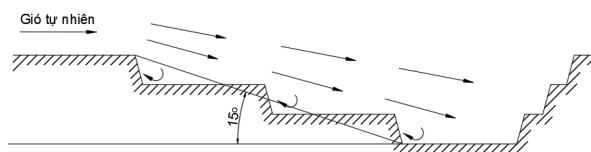
Các mỏ than lộ thiên sâu có đặc điểm đất bóc tập trung phía trên, than nằm phía dưới sâu, chiều cao bờ mỏ lớn, khối lượng mỏ trên từng tầng với yêu cầu ngày càng cao về công suất thì cường độ bóc đất trên từng tầng lớn. Thông số hình học cơ bản của một số mỏ lộ thiên lớn xem bảng 1.

Dựa trên các nghiên cứu của Mikkelsen [1], Hanna [2] nhận định về cơ chế phân tán khí ô nhiễm cho các mỏ lộ thiên phụ thuộc vào các tham số cơ bản như: Nồng độ phát thải, nguồn phát thải, khả năng lơ lửng của bụi trong không khí, ma sát bề mặt, đặc điểm hình học mỏ, lớp ổn định của khí quyển mỏ. Từ nhận định trên cho thấy: Vận động của khí quyển là trạng thái di chuyển của dòng không khí bên trong không gian mỏ và nằm phía dưới của các lớp ổn định khí quyển [2].

Như vậy, có thể đánh giá mối tương quan giữa hình học mỏ và vận động của khí quyển theo 3 trường hợp sau:

- Góc dốc bờ mỏ < 15°

Hình 1 cho thấy khả năng thông gió tự nhiên hiệu quả, gió mang không khí sạch theo chiều dốc của địa hình xuống đáy moong và mang không khí ô nhiễm ra bên ngoài.



Hình 1. Vận động của khí quyển khi góc dốc bờ mỏ < 15°

- Góc dốc bờ mỏ > 15°

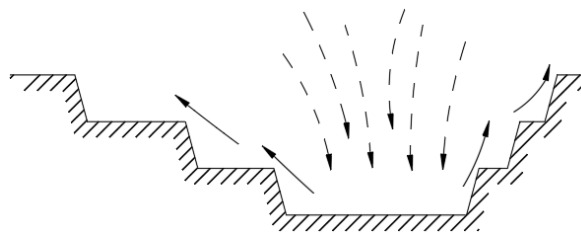
Trong trường hợp góc dốc bờ mỏ lớn, không khí tự nhiên chủ yếu hoạt động các tầng trên, ở các tầng thấp hơn dòng chảy không khí có xu hướng quay ngược lại hay xuất hiện vùng tuần hoàn không khí (hình 2). Các khí ô nhiễm không được loại bỏ và tập trung tại đáy mỏ.



Hình 2. Vận động của khí quyển mỏ khi góc dốc bờ mỏ > 15°

- Gió đối lưu

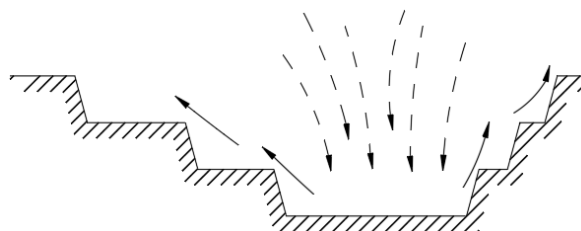
Luồng gió đối lưu mang không khí tự nhiên xuống đáy mỏ, hiện tượng trên thường xảy ra vào ban ngày khi không khí trong moong nóng lên nhanh hơn không khí bên ngoài và vùng khí ẩm bốc lên dọc theo bờ mỏ, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình trao đổi không khí.



Hình 3. Hiện tượng thông gió đối lưu vào ban ngày

- Ảnh hưởng của hạ nhiệt độ vào ban đêm

Vào ban đêm, không khí lạnh đi xuống dọc theo tầng và thay thế không khí ẩm. Khi đó, không khí ẩm bốc lên trên nhưng không đủ lực nâng để thoát ra khỏi không gian của mỏ, tạo nên hiện tượng nghịch đảo.



Hình 4. Dòng không khí dưới tác động của lớp đảo ngược

Nhìn chung, đa số các mỏ than lộ thiên sâu tại Việt Nam đều có góc dốc bờ mỏ > 15°. Do đó, luôn tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm không khí tại đáy moong. Để có những đánh giá tổng quát về việc tăng, giảm nồng độ của khí ô nhiễm trong không gian khai thác, cần có phương án, giải pháp dự báo tin cậy với độ chính xác cao.

3. Xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo cho dự báo chất lượng không khí đáy mỏ

Từ thành tựu của cách mạng công nghiệp 4.0 trên thế giới đã thay đổi cục diện về cách thức vận hành, quản lý, lưu trữ, xử lý, xây dựng cơ sở dữ liệu, dự báo,... một cách thông minh, tối ưu hóa hiệu quả, giảm thiểu rủi ro của các ngành sản xuất, thương mại, dịch vụ. Một trong các thành tựu

đó có thể kể đến các mô hình trí tuệ nhân tạo AI mà nòng cốt là 2 thuật toán sau:

- Các thuật toán máy học (Machine learning): Mô hình rừng ngẫu nhiên (Random Forest), mô hình hồi quy vector hỗ trợ (SVR), mô hình độ dốc tăng cường (XGBoost),...
- Các thuật toán học sâu (Deep learning): Mạng nơ ron nhân tạo (ANN), mạng lan truyền ngược (LSTM),...

Trong việc sử dụng mô hình trí tuệ nhận tạo để dự báo chất lượng không khí, các công trình nghiên cứu của Boznar et al. (1993), Gardner và Dorling (1998), (Kolehmainen và cộng sự, 2001), Kukkonen et al. (2003) đã có chung nhận định rằng mạng nơ ron nhân tạo (ANN) của thuật toán học sâu (Deep learning) là phương pháp thành công, cung cấp kết quả chính xác cao với $R^2 = 0,87 \div 0,92$, $RMSE = 3,4 \div 4,7$ xuất phát từ hành vi phi tuyến tính của các chất ô nhiễm không khí.

Tuy nhiên, xét trên cấu trúc mạng mà các nghiên cứu đi trước đã sử dụng, nhận thấy các trọng số của mô hình chưa tối ưu hóa, khai thác triệt để, mạng sử dụng chưa có tính đầu – cuối kết hợp. Chính vì thế, sử dụng mạng nơ ron lan truyền

ngược (LSTM), kết hợp mô hình tối ưu hóa NA của thuật toán máy máy học (Machine learning), thành mô hình lai LSTM – NA để dự báo chất lượng không khí của mỏ lộ thiên sâu. Sơ đồ làm việc của mô hình LSTM – NA được thể hiện tại hình 5.

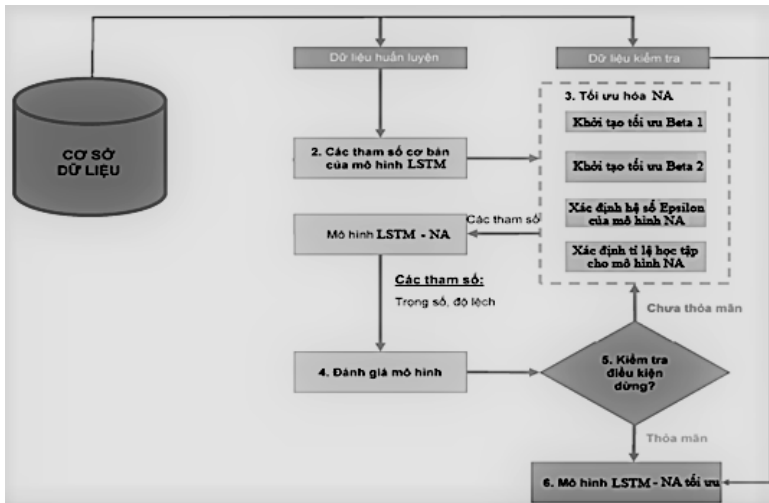
Mô hình toán học của của mạng nơ ron nhân tạo [5] có dạng tổng quát như sau:

$$y(x) = f(\sum_{i=1}^n w_i x_i) + w_o \quad (1)$$

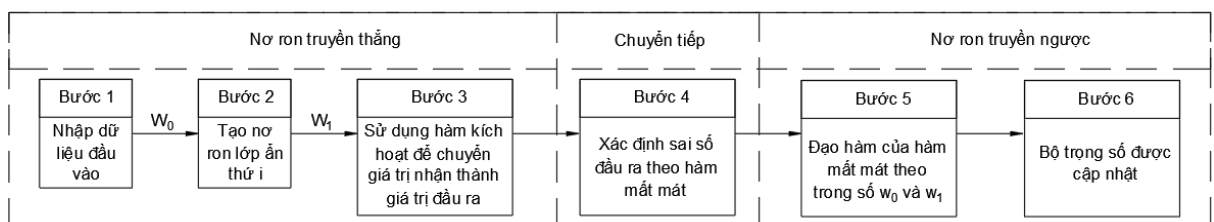
Trong đó: x_i : Giá trị đầu vào; w_{ki} : Trọng số của các nơ ron; f : Hàm kích hoạt đóng vai trò đổi phương trình tuyến tính thành phi tuyến; y : giá trị dự báo, : hỗ trợ tính toán.

Theo chiều lan truyền của dữ liệu, để biến đổi mạng nơ ron truyền thẳng sang mạng nơ ron lan truyền ngược (LSTM) phải qua 5 bước như sơ đồ hình 6.

Bản chất của mô hình dự báo LSTM là phương trình bậc nhất tuyến tính dạng tiêu chuẩn ($y = ax + b$). Tuy nhiên, để giải quyết các bài toán dạng phi tuyến, mô hình dự báo cần hàm kích hoạt phù hợp để biến đổi mô hình thành dạng phi tuyến. Các hàm kích hoạt được sử dụng như sau:



Hình 5. Sơ đồ làm việc của mô hình LSTM – NA trong dự báo chất lượng không khí

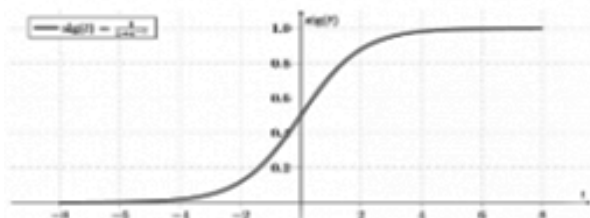


Hình 6. Các bước biến đổi từ mạng nơ ron lan truyền thẳng sang mạng nơ ron lan truyền ngược (LSTM)

Hàm sigmoid: Hàm được dùng cho mạng nơ ron nhiều lớp. Độ thị hàm sigmoid cho giá trị đầu ra từ 0 ÷ 1 khi giá trị nơ ron đầu vào đi từ $-\infty \div +\infty$ (hình 7). Công thức của hàm có dạng [5]:

$$f(x) = 1/(1+e^{-x}) \quad (2)$$

Đạo hàm của hàm sigmoid:
 $df/dx = f(x)[1 - f(x)] \quad (3)$

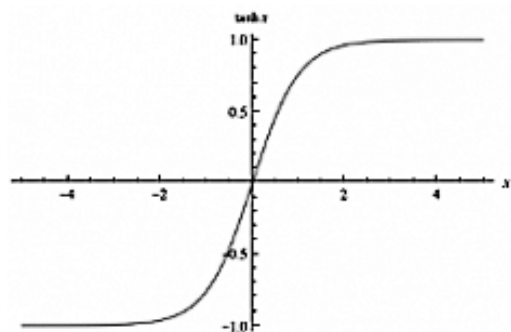


Hình 7. Biểu đồ đạo hàm của hàm sigmoid

Hàm tanh: Tương tự như hàm sigmoid, hàm tanh được sử dụng trong mạng nơ ron nhiều lớp. Giá trị của hàm đi từ -1 ÷ 1 ứng với giá trị đầu vào đi từ $-\infty \div +\infty$ (hình 8). Công thức của hàm có dạng [5]:

$$f(x) = \tanh(x) = (e^x - e^{-x}) / (e^x + e^{-x}) \quad (4)$$

Đạo hàm của hàm tanh:
 $df/dx = 1 - f^2(x) \quad (5)$



Hình 8. Biểu đồ đạo hàm của hàm tanh

Hàm Relu (Rectified Linear Unit): Hàm relu có tính đa dụng cho nên thích hợp trong các mạng nơ ron tích chập và thuật toán học sâu khác. Giá trị của hàm đi từ 0 đến $+\infty$ khi giá trị đầu vào lớn hơn hoặc bằng 0 (hình 9).

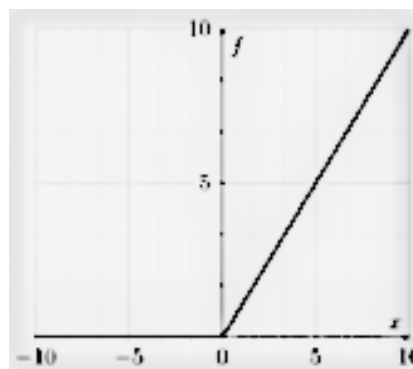
Công thức xác định hàm Relu có dạng [5]:

$$f(x) = \max(0, x) \quad (6)$$

Đạo hàm của hàm Relu:

$$\frac{df}{dx} = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & x \geq 0 \end{cases} \quad (7)$$

Để kiểm tra hiệu suất tính toán của mô hình LSTM – NA, sử dụng các chỉ số dự báo như: RME, RMSE, R^2 , MAE.



Hình 9. Biểu đồ đạo hàm của hàm relu

- Lỗi bình phương gốc (RMSE) [6];

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{tt,i} - y_{db,i})^2} \quad (8)$$

- Độ lệch tuyệt đối (MAE) [6];

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{tt,i} - y_{db,i}| \quad (9)$$

- Phần trăm sai số tuyệt đối trung bình (MAPE);

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_{yy,i} - y_{dn,i}}{y_{tt,i}} \right| \quad (10)$$

- Hệ số tương quan (R^2);

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_i (y_{tt,i} - y_{db,i})^2}{\sum_i (y_{tt,i} - y_{tt})^2} \quad (11)$$

Trong đó: n là độ dài dữ liệu đầu vào; là giá trị kết quả đo thực tế thứ i; là giá trị kết quả đo dự báo thứ i; là trung bình các giá trị đo thực tế. Các chỉ số hiệu suất RMSE, MAE và MAPE đạt giá trị tối ưu khi bằng 0; R^2 đạt giá trị tối ưu khi bằng 1.

Để mô hình dự báo đạt độ chính xác cao, trước khi đưa vào đào tạo mô hình, bộ dữ liệu cần được chuẩn hóa. Việc chuẩn hóa đóng vai trò quan trọng để đưa toàn bộ dữ liệu về dạng phân phối chuẩn, nhằm tăng mức độ chính xác của quá trình huấn luyện. Các kỹ thuật chuẩn hóa dữ liệu phù hợp với mô hình LSTM – NA, bao gồm:

- Kỹ thuật chuẩn hóa min- max (Min max scale) :

+ Chuẩn hóa min-max là phương pháp đơn giản trong việc co giãn phạm vi của đặc trưng bằng việc đưa chúng về phạm vi [0,1] hoặc [-1,1], được xác định qua công thức [5]:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{x - \max(x)} \quad (12)$$

+ Với x là giá trị ban đầu, x' là giá trị sau chuẩn hóa, $\min(x)$ là giá trị nhỏ nhất của đặc trưng và $\max(x)$ là giá trị lớn nhất của đặc trưng.

- *Kỹ thuật chính quy hóa dữ liệu (Standardization)* :

+ Chính quy hóa dữ liệu giúp cho giá trị của mỗi đặc trưng có trung bình bằng 0 và phương sai bằng 1. Để tính toán chính quy hóa dữ liệu, trước hết cần xác định giá trị trung bình và độ lệch chuẩn cho phân phối của mỗi đặc trưng. Tiếp theo, lấy các giá trị đặc trưng trừ đi giá trị trung bình rồi chia cho độ lệch chuẩn của đặc trưng đó như công thức sau [5]:

$$x' = \frac{x - \text{average}(x)}{\text{std}(x)} \quad (13)$$

+ Trong đó: x – Vector đặc trưng ban đầu; $\text{average}(x)$ – Trung bình của vector đặc trưng; $\text{std}(x)$ – Độ lệch chuẩn.

- *Kỹ thuật bình thường hóa dữ liệu (Normalize data)* :

+ Bình thường hóa dữ liệu là sự điều chỉnh tỉ lệ dữ liệu sao cho mỗi đặc trưng đều có độ dài bằng 1. Kỹ thuật này cần thiết cho dữ liệu thừa trên mỗi cột đặc tính.

4. Đánh giá chất lượng không khí dựa trên dự báo bằng mô hình trí tuệ nhân tạo

Từ những phân tích mối tương quan giữa yếu tố hình học và đặc điểm khí quyển của mỏ đến quá trình phân tán khí độc và bụi ra môi trường bên ngoài cho thấy: Trên các mỏ lộ thiên sâu, kích thước khai trường thu hẹp theo độ sâu đáy mỏ, dẫn đến hình thành các lớp ổn định khí quyển ngăn chuyển động theo phương thẳng đứng của nguồn ô nhiễm, gió tự nhiên phần nào sẽ không đáp ứng được khả năng cung cấp khí “sạch”

xuống đáy moong.

Đánh giá chất lượng không khí tại các mỏ lộ thiên sâu bằng mô hình trí tuệ nhân tạo LSTM – NA, nhóm nghiên cứu thực hiện phân tích, dự báo cho mỏ than Cọc Sáu là mỏ than lộ thiên sâu nhất hiện nay với cốt cao đáy mỏ -305 m để kiểm chứng hiệu quả của mô hình LSTM– NA.

Trên thực tế, cơ chế phát tán của các nguồn ô nhiễm là tương tự nhau. Do đó, sử dụng khí đặc trưng là CO để làm giá trị dự báo cho mô hình trí tuệ nhân tạo.

Từ dữ liệu quan trắc chất lượng không khí tại 3 trạm quan trắc cố định trên khai trường mỏ Cọc Sáu: Trạm 1 đặt trên bờ không công tác mức +125; Trạm 2 đặt trên bờ công tác mức +250; Trạm 3 đặt tại đáy mỏ mức -300. Nhóm nghiên cứu xác định các biến đầu vào cho mô hình trí tuệ nhân tạo bao gồm: Vận tốc đo tại trạm 1 (VT1), nhiệt độ đo tại trạm 1 (NT1), vận tốc đo tại trạm 2 (VT2), nhiệt độ trạm 2 (NT2), góc hướng gió chủ đạo (HG) và nồng độ khí CO (CO) tại đáy mỏ. Giá trị của các biến đầu vào được thể hiện trong bảng 2, từ số lượng phần tử trong giá trị trung bình, độ lệch chuyển và tăng từ nhỏ nhất đến lớn nhất.

Dạng phân phối dữ liệu của các biến tồn tại ở 2 dạng chủ đạo là phân phối Gauss và hàm phân phối mũ. Trong đó, các biến VT1, NT1, VT2, NT2, HG đóng vai trò là các biến đầu vào, CO là biến đầu ra.

Chia bộ dữ liệu thành 3 phần như sau:

- + 80% số lượng phần tử tương đương 3.526 giá trị được sử dụng làm tập huấn luyện (Training);
- + 20% số lượng phần tử tương đương 882 giá trị được sử dụng làm tập kiểm tra (Test);
- + 20% số lượng phần tử của tập kiểm tra, tương đương 441 giá trị được sử dụng làm tập thẩm định (Validation) đóng vai trò kiểm tra mức độ chính xác của tập huấn luyện.

Bên cạnh đó, để giảm rủi ro tính toán, tăng mức

Bảng 2. Phân bố giá trị của các biến trong cơ sở dữ liệu

TT	Dữ liệu đo	Số lượng phần tử	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
1	Vận tốc gió trạm 1(VT1)	4.408	0,43	0,32	0,01	2,4
2	Nhiệt độ trạm 1(NT1)	4.408	34,92	0,64	33,85	38,05
3	Vận tốc gió trạm 2(VT2)	4.408	1,66	0,67	0,15	4,33
4	Nhiệt độ trạm 2(NT2)	4.408	29,87	0,54	28,91	32,33
5	Hướng gió (HG)	4.408	208,44	80,95	0,11	533,41
6	Nồng độ CO (CO)	4.408	0,23	0,17	0,1	1,3

Bảng 3. Hiệu suất của các mô hình LSTM - NA trong qua trình huấn luyện

TT	Mô hình (LSTM - NA)	Các chỉ số báo hiệu suất trên tập huấn luyện (Traning)				Các chỉ số báo hiệu suất trên tập thẩm định (Validation)			
		MAE	MAPE	MSE	R ²	MAE	MAPE	MSE	R ²
1	5-15-1	0,068	2,86	0,0112	0,9126	0,0704	2,93	0,0119	0,9137
2	5-15-20-1	0,0419	0,2179	0,0034	0,9321	0,0828	0,3674	0,0173	0,9307
3	5-15-20-20-1	0,0188	0,1052	0,0007	0,9906	0,0983	0,4052	0,0255	0,9802
4	5-15-20-30-30-15-1	0,0106	0,0952	0,00024	0,9948	0,0442	0,357	0,00125	0,9952

độ chính xác của phép toán dự báo. Bộ dữ liệu sau khi phân chia cần phải được chuẩn hóa đưa dạng phân phối chính quy dữ liệu (Standadization).

Cách tốt nhất để xác định cấu trúc tối ưu cho mô hình LSTM – NA là sử dụng kỹ thuật “thử và sai”. Các mô hình LSTM - NA với ố lớp ẩn và nơ ron trong mỗi lớp khác nhau được tính toán thử nghiệm. Phương pháp học có giám sát (supervised method) được áp dụng trong quá trình huấn luyện. Ngôn ngữ lập trình mã nguồn mở R được sử dụng để xây dựng các thuật toán. Hiệu suất của mô hình LSTM - NA được thể hiện tại bảng 3.

Bảng 3 cho thấy mô hình LSTM -NA 5 lớp ẩn là mô hình tối ưu để dự báo chất lượng không khí tại đáy mỏ Cọc Sáu với độ chính xác lên đến 99,48 % đối với hàm R². Độ chính xác giảm gần cho các

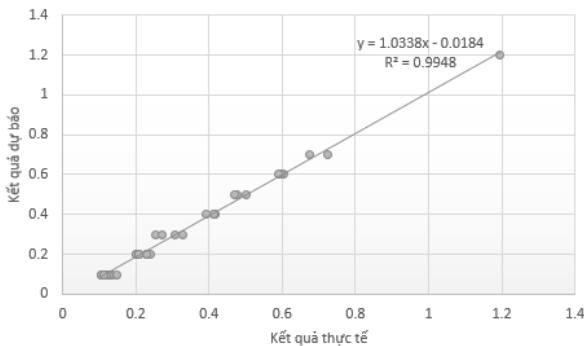
mô hình với 3, 2 và 1 lớp ẩn.

Hình 5 minh họa mức độ tương quan giữa nồng độ khí CO dự báo và thực tế cho các mô hình LSTM - NA 3 và 5 lớp ẩn.

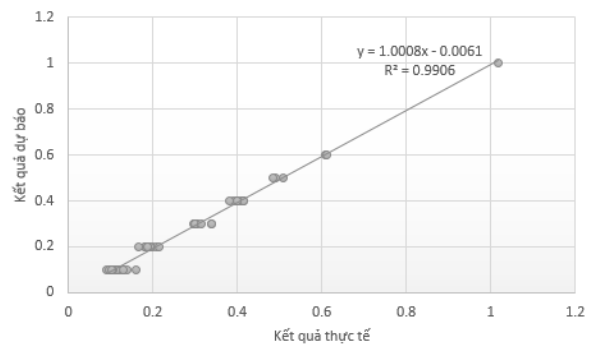
Để đánh giá chất lượng không khí tại mỏ Cọc Sáu, nhóm thực hiện dự báo trên 50 giá trị của khung thời gian từ 14 giờ ÷ 23 giờ. Kết quả được mô tả qua hình 6.

Hình 6 cho thấy: Xu hướng tăng nồng độ khí CO tại đáy mỏ bắt đầu 18 giờ khi nhiệt độ môi trường giảm dần về đêm.

Theo Clive Grainger [7], nồng độ khí ô nhiễm tăng dần vào ban đêm trong không gian mỏ do ảnh hưởng của lớp đảo ngược nhiệt độ, không khí lạnh bị giữ lại bên dưới không khí ấm, tạo ra một túi khí đọng trên bề mặt địa hình. Sự nghịch

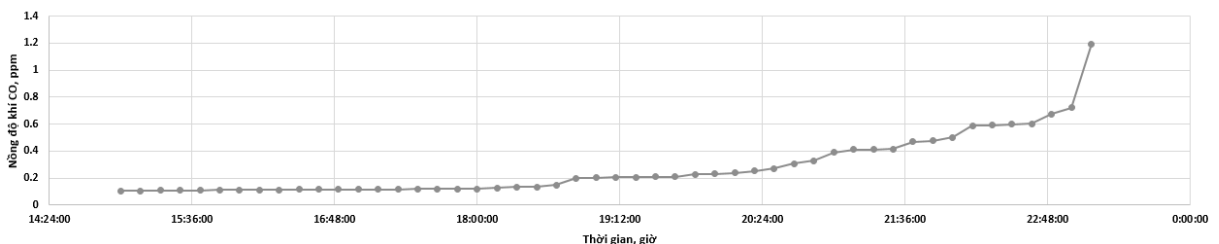


a) Mạng FFNN 5 lớp ẩn

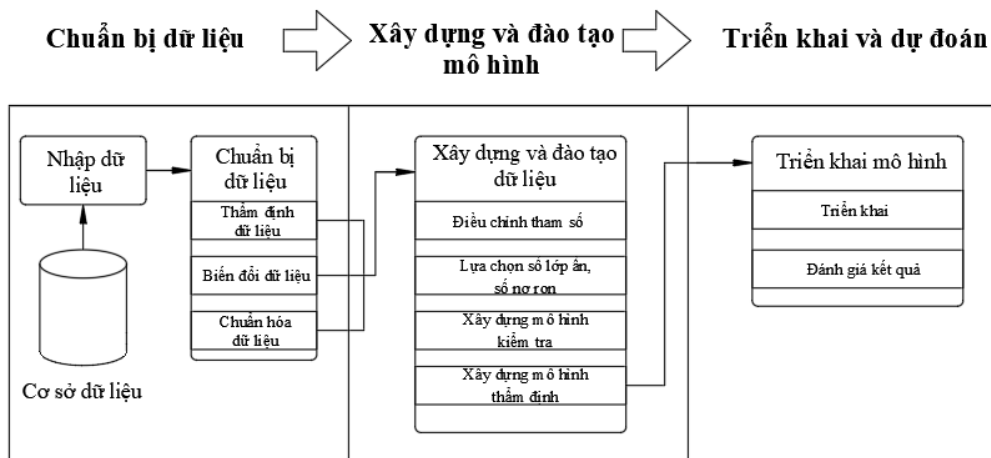


b) Mạng FFNN 3 lớp ẩn

Hình 5. Đồ thị so sánh giá trị thực tế và giá trị dự báo của mô hình FFNN trên bộ dữ liệu thử nghiệm



Hình 6. Biểu đồ biến thiên nồng độ khí CO theo thời gian



Hình 7. Quy trình thực hiện dự báo bằng mô hình trí tuệ nhân tạo

đảo nhiệt thường phân tán theo gió, hoặc khi bề mặt bắt đầu ấm trở lại vào ngày hôm sau. Khi lớp nghịch đảo tồn tại trong một thời gian, các chất ô nhiễm bị mắc kẹt bên dưới không khí ấm có thể tạo ra các điều kiện làm hàm lượng khí ô nhiễm.

Như vậy, kết quả dự báo xu hướng tăng nồng độ khí CO của mô hình dự báo trí tuệ nhân tạo phù hợp với quá trình vận động của khí ô nhiễm dưới tác dụng của lớp đảo ngược nhiệt độ. Để giải quyết vấn đề trên, cần có giải pháp phù hợp để cung cấp gió cưỡng bức xuống đáy mỏ.

Trên kết quả phân tích, đánh giá chất lượng không khí bằng mô hình trí tuệ nhân tạo, nhóm thực hiện xây dựng quy trình 3 bước thực hiện dự báo chất lượng không khí với mô hình trí tuệ nhân tạo như hình 7.

5. Kết luận

Từ các phân tích, đánh giá mối tương quan giữa hình học mỏ, vận động khí quyển đến quá trình phân tán nguồn ô nhiễm và kết quả dự báo chất lượng không khí tại mỏ khai thác bằng mô hình trí tuệ nhân tạo LSTM – NA cho thấy:

- Đa số mỏ than lộ thiên sâu tại Việt Nam đều có góc dốc bờ mỏ > 15°, cùng với địa hình ngày càng thu hẹp khi mỏ xuống sâu, dẫn đến nguy cơ tăng nồng độ các khí ô nhiễm trong không gian khai thác, gió tự nhiên không đáp ứng hết khả năng cung cấp nguồn không khí “sạch” xuống đáy mỏ;

- Mô hình trí tuệ nhân tạo LSTM – NA 5 lớp ẩn cung cấp khả năng dự báo với độ chính xác lên đến 99,48% cho chất lượng không khí tại mỏ Cọc Sáu;

- Từ 50 dữ liệu thực tế theo khung thời gian 14 giờ ÷ 23 giờ, kết quả dự báo bằng mô hình

LSTM – NA cho thấy xu hướng tăng nồng độ khí ô nhiễm từ 18 giờ khi nhiệt độ môi trường giảm xuống. Điều này phù hợp với cơ chế tăng nồng độ của nguồn ô nhiễm dưới tác dụng của lớp đảo ngược nhiệt độ.

Tài liệu tham khảo:

[1] Báo cáo kết quả QMTT Công ty CP than Cọc Sáu - Vinacomin .Công ty cổ phần Tin học, Công nghệ, Môi trường – Vinacomin).

[2] Đỗ Ngọc Tước, *Nghiên cứu giải pháp công nghệ xuống sâu -300 cho mỏ Cọc Sáu và các mỏ lộ thiên xuống sâu có điều kiện tương tự thuộc TKV*, Viện KHCN Mỏ - Vinacomin, 2019.

[3] Mikkelsen, T., Nielsen, M.: *Modelling of pollutant transport in the atmosphere*. MANHAZ position paper, Risø National Laboratory, Denmark (2003).

[4] Hanna, S.R., Briggs, G.A., Hosker, R.F.: *Handbook on Atmospheric Diffusion Technical Information Center*, U.S. Department of Energy DOE/TIC 11223 (1982).

[5] A. Alimissis, K. Philippopoulos, C.G. Tzanis, D. Deligiorgi, *Spatial estimation of urban air pollution with the use of artificial neural network models*, 2018.

[6] Dr Stylianos (Stelios). *Performance measures: RMSE and MAE*. London Business School.

[7] Grainger, C., Meroney, R.N.: *Dispersion in an open-cut coal mine in stably stratified flow*. Bound.-Layer Meteorol. 63, 117–140 (1993).



Study on the artificial intelligence model of LSTM - NA in the air quality forecast for deep open pit coal mines

MSc. Le Ba Phuc, Eng. Do Van Trieu

Vinacomin-Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Deep open-pit coal mines in the form of “on mountain slopes, under deep pit bottom”, high mine pit bench and mine atmospheric elements have limited the process of dispersing toxic gases and fine dust from the technological stages to the external environment. Using the LSTM artificial intelligence algorithm combined with the NA optimization model, the air quality at deep open-pit coal mines will be forecasted with high accuracy. This is the basis for the development of artificial intelligence algorithms in forecasting and evaluating the air quality at the deep open pit mines.

KHẮC PHỤC SỰ CỐ XUẤT KHÍ CO VÀ CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG NGỪA THAN TỰ CHÁY TẠI LÒ CHỢ 14.5-12.2 MỨC -229/-234 CÔNG TY THAN KHE CHÀM - TKV

**ThS. Nguyễn Việt Phương, ThS. Đỗ Mạnh Hải
TS. Nguyễn Tất Thắng, KS. Nguyễn Tiến Trọng
CN. Bùi Anh Tuấn**

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: ThS. Phạm Chân Chính

Tóm tắt:

Các sự cố liên quan đến than tự cháy gây hậu quả nghiêm trọng đến quá trình khai thác mỏ, làm tăng chi phí sản xuất, gây tổn thất tài nguyên than, mất nhiều thời gian khắc phục... Do đó, công tác phòng, chống, phát hiện sớm hiện tượng than tự cháy cũng như đánh giá hiệu quả công tác khắc phục các sự cố cháy mỏ đã được TKV triển khai thực hiện tại tất cả các đơn vị khai thác than hầm lò. Việc đánh giá hiệu quả công tác khắc phục các sự cố liên quan đến than tự cháy giúp các đơn vị đưa ra được các phương án xử lý cháy hiệu quả, đúc rút kinh nghiệm trong phòng chống cháy mỏ, từ đó đưa ra các biện pháp phòng ngừa, phát hiện sớm hiện tượng than tự cháy.

1. Mở đầu

Than tự cháy là một trong những hiểm họa trong quá trình khai thác mỏ. Hiện tượng than tự cháy tại các mỏ than của Việt Nam là kết quả của quá trình ô xy hóa của than khi tiếp xúc với không khí. Trong những năm gần đây, đã xảy ra cháy nội sinh tại một số vỉa than như: Vĩa 9b, 10, 24 Khu Trảng Khê - Công ty than Uông Bí - TKV; Vĩa 7, 10 - Công ty Cổ phần than Hà Lâm - Vinacomin; Vĩa 10 TBII - Công ty than Mạo Khê - TKV; Vĩa 6D - Công ty than Thống Nhất - TKV... Các vụ cháy tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây mất an toàn, khó kiểm soát và ảnh hưởng đến các hoạt động sản xuất của mỏ, tâm lý thợ mỏ, đặc biệt làm tăng chi phí xử lý khắc phục, tăng giá thành sản phẩm than, giảm hiệu quả sản xuất.

Trong lịch sử khai thác chưa từng xảy ra hiện tượng than tự cháy tại các vỉa than thuộc Công ty than Khe Chàm - TKV. Tuy nhiên, thời gian gần đây đã ghi nhận hàm lượng khí CO cao đến 360ppm tại luồng gió thải của lò chợ 14.5-12.2 mức -229/-234 vỉa 14.5. Bài viết giới thiệu diễn biến quá trình xuất khí CO, các biện pháp khắc phục sự cố đã được áp dụng triển khai tại lò chợ nêu trên và công tác phòng, chống than tự cháy tại Công ty than Khe Chàm - TKV.

2. Diễn biến sự cố xuất khí CO tại lò chợ 14.5.12.2 mức -229/-234

Sự cố xuất khí được phát hiện vào 7h30 ngày

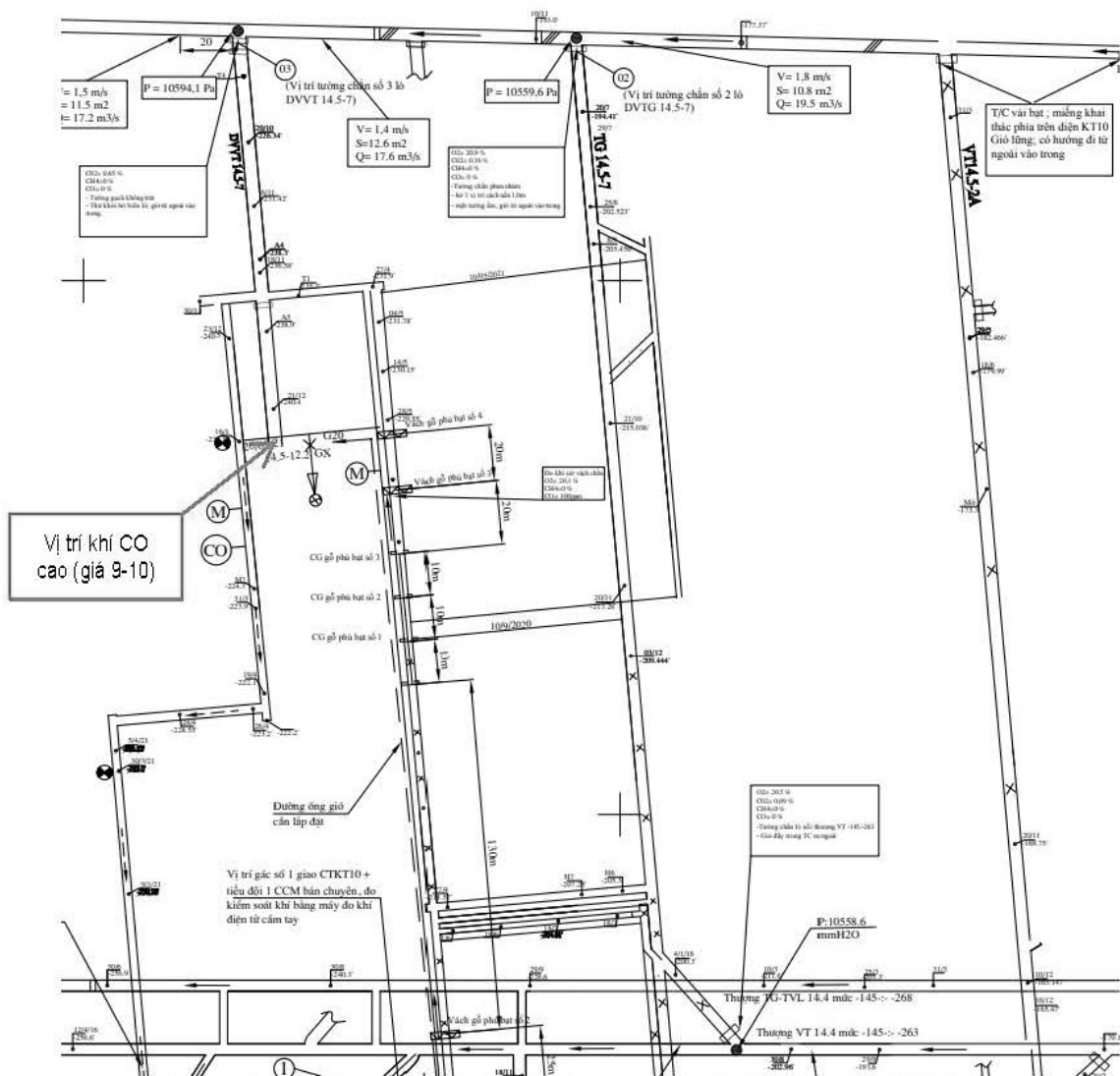
20/9/2021 khi đo kiểm tra thành phần không khí mỏ đầu ca sản xuất, hàm lượng khí CO tại giá số 15 lò chợ 14.5-12.2 lớn nhất là 20ppm. Ngày 21/9/2021, Ban KCM, Trung tâm cấp cứu mỏ, Trung tâm An toàn Mỏ, Công ty than Khe Chàm đã đi kiểm tra hiện trường. Các kết quả đo hàm lượng khí CO cao nhất tại giá số 9-10 là 480ppm (gió thải lò chợ là 360ppm)

Nguyên nhân xuất khí CO tại lò chợ 14.5-12.2 mức -229/-234 được nhận định là do gió sạch rò qua 02 tường chắn tại lò DVVT và DVTG 14.5-7 vào vùng phá hỏa sau lò chợ làm cho than tự ủ nhiệt, sinh ra khí CO cao. Vị trí xuất khí CO xem trong hình 1.

3. Các giải pháp thủ tiêu, khắc phục sự cố tại lò chợ 14.5-12.2 vỉa 14.5 mức -229/-234 [1]

Sau khi phát hiện sự cố xuất khí CO tại giá số 15 lò chợ 14.5-12.2, dưới sự chỉ đạo của TKV tại Công văn số 610/TTĐHSX-KCM ngày 23/9/2021 về việc “Khắc phục sự cố xuất khí CO tại lò chợ 14.5-12.2 mức -229/-234 mỏ Khe Chàm III, Công ty than Khe Chàm TKV”, công ty than Khe Chàm - TKV đã phối hợp với Trung tâm Cấp cứu Mỏ, Trung tâm An toàn Mỏ triển khai thực hiện đồng bộ nhiều giải pháp khắc phục sự cố như:

- Tạm dừng sản xuất lò chợ 14.5-12.2, lập các trạm gác và bố trí canh gác 24/24h tại các vị trí đường lò nối thông với đường thoát gió thải của lò chợ 14.5-12.2 để đảm bảo an toàn.



Hình 1: Vị trí xuất khí CO tại lò chợ 14.5-12.2 mức -229/-234

- Làm 01 tường chắn tạm (tường vải bạt) tại lò DV 14.5-12.2 cách ngã 3 lò nối TG 14.5-25 về phía đầu lò chợ 14.5-12.2 là 10m; Thi công 02 tường chắn cố định tại DVTG và DVVT 14.5-7, tổ chức phun trám, làm kín 02 tường này; làm các tường chắn tạm bằng vải bạt và bao cát tại DVTG và DVVT 14.5-12.2; tường chắn tạm lò nối 14.5.7.2;
- Khảo sát và lắp đặt hệ thống sinh khí N_2 , công suất 500m³/h (25/9/2021); Hệ thống vận hành ổn định và bơm vào khu vực sự cố từ K2 ngày 28/9/2021 với lưu lượng từ 300-500m³/h.
- Trang bị đủ máy đo khí đa năng cho các đối tượng làm việc trong khu vực lò chợ 14.5-12.2 theo quy định 1643/QĐ-TKV; Duy trì ổn định của hệ thống giám sát khí mỏ tập trung.

- Lấy mẫu phân tích thành phần không khí mỏ: Phối hợp với Trung tâm An toàn mỏ lấy mẫu và phân tích 05 mẫu trong và ngoài các tường chắn lò DVTG, DVVT, lò nối 14.5-7.2 tần suất 01 lần/ngày từ 22/9/2021 đến 30/9/2021 theo công điện 610/TTĐHSX-KCM ngày 23/9/2021 và biên bản làm việc ngày 07/10/2021 (lấy mẫu tần suất 01 lần/ngày từ 07/10/2021 đến 12/10/2021).
- Lấy mẫu than tăng cường khu vực lò chợ 14.5-12.2 để xác định tính tự cháy của than tại khu vực lò chợ. Một số kết quả phân loại mức độ tự cháy của vỉa 14.5 được thống kê trong bảng 1

Ngoài ra, Công ty than Khe Chàm thường xuyên phối hợp với Trung tâm cấp cứu mỏ, Trung tâm An toàn mỏ, các ban của TKV kiểm tra hiện

Bảng 1. Kết quả phân loại theo mức độ tự cháy của than

Vị trí lấy mẫu	Ngày lấy mẫu	Chỉ số tự cháy, (°C/phút)		Năng lượng hoạt hoá, E (kJ/mol)	Nhóm	Mức độ tự cháy
		S _{za}	S _{za'}			
Lò DVVT 14.5 -23 mức -180 vỉa 14.5	10/5/2021	6,49	1,46	62,17	II	Thấp
Lò DVVT 14.5-12.2 mức -220 vỉa 14.5	13/5/2021	7,60	2,76	42,04	III	Trung Bình
Lò DVVT 14.5-25 mức -220 vỉa 14.5	13/5/2021	7,41	2,89	39,36	III	Trung Bình
Lò DVTG 14.5 -12.4 mức -240 vỉa 14.5	19/5/2021	5,35	2,26	36,10	III	Trung Bình
Lò DVVT 14.4-11 mức -260 vỉa 14.4	19/5/2021	6,05	2,42	38,31	III	Trung Bình
Lò chợ 14.2-11 mức -180/-170 vỉa 14.2	10/6/2021	6,09	3,05	28,91	III	Trung Bình
DVVT 14.2-10 mức -180 vỉa 14.2	10/6/2021	4,87	2,40	29,65	III	Trung Bình
Lò chợ 14.5-12.2 mức -240/-230 vỉa 14.5	17/6/2021	4,34	1,27	51,3	II	Thấp
Lò chợ 14.5 -12.2 mức -240/-230 vỉa 14.5	22/7/2021	6,59	3,13	31,14	III	Trung Bình
Lò DVVT 14.4 -12 mức -260 vỉa 14.4	05/8/2021	5,13	1,96	40,26	III	Trung Bình
Lò DVVT 14.4 -16 mức -260 vỉa 14.4	26/8/2021	5,48	2,22	37,75	III	Trung Bình
Lò DVVT 14.2 -10 mức -170 Vĩa 14.2	10/9/2021	5,41	2,22	37,15	III	Trung Bình
Lò thượng tránh phay 14.5-12.2 mức -222/-225 vỉa 14.5	05/11/2021	4,83	2,40	29,3	III	Trung Bình
Lò chợ 14.5-12.4 mức -251/-256 vỉa 14.5	18/11/2021	4,77	1,53	47,45	II	Thấp

trạng các đường lò, đo gió và đánh giá rò gió vào khu vực sự cố, kiểm tra độ kín các tường chắn, làm các cửa điều tiết gió, lắp đặt quạt cục bộ để điều tiết gió qua lò chợ, làm các cánh hướng gió để hòa loãng khí tích tụ cục bộ sát tường chắn lò DVVT, làm bạt ngăn rò gió dọc tuyến lò DVTG...

4. Đánh giá hiệu quả các giải pháp khắc phục sự cố tại lò chợ 14.5-12.2 vỉa 14.5 mức -229/-234 [2], [3]

4.1. Đánh giá công tác gia cố làm kín các tường chắn

Nhận định chính xác khu vực cấp gió sạch vào khu vực sự cố, Trung tâm An toàn Mỏ, trung tâm cấp cứu mỏ đã tư vấn cho Công ty than Khe Chàm triển khai các biện pháp như:

- Xây 02 tường chắn cách ly tại lò DVVT và DVTG 14.5-7, tổ chức phun trám làm kín mặt tường, phun trám đường lò tiếp giáp mặt tường ra phía ngoài ngã 3; Thử khò 02 tường này không có hiện tượng rò gió vào khu vực khai thác.

- Trát vữa mặt tường chắn lò nối 14.5-7.2, làm kín khu vực hông lò và nóc lò để hạn chế tối đa gió rò vào khu vực khai thác.

- Làm các tường chắn tạm bằng bao cát tại vị trí lò chợ tiếp giáp lò DVVT và DVTG 14.5-12.2; Trát đất sét kín mặt tường để hạn chế tối đa rò gió vào khu vực khai thác; làm các tường chắn tạm bằng vải bạt tại lò DVVT và DVTG để hạn chế tối đa gió theo hạ áp mở đi vào khu vực lò chợ.

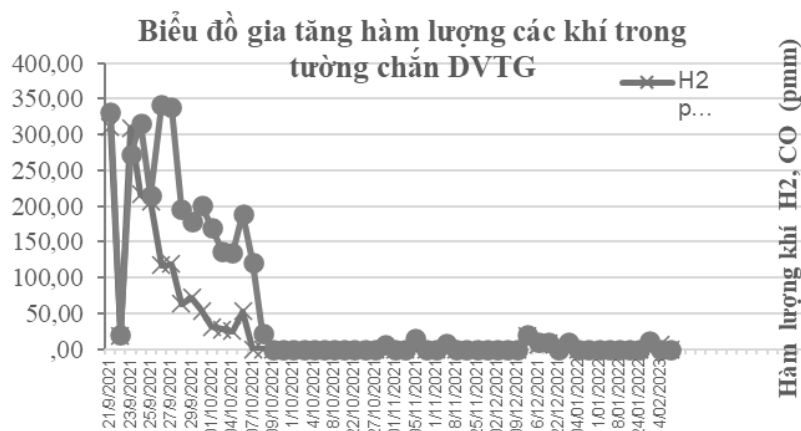
- Xây tường chắn tại lò DVTG mức -229 và DVVT mức -234 để cách ly lò chợ 14.5-12.2, phun xả khí N₂ vào khu vực sự cố.

Có thể nhận thấy, việc xác định chính xác khu vực rò gió và triển khai nhanh làm các tường chắn cách ly trong thời gian ngắn đã cơ bản ngăn chặn được lượng gió rò vào khu vực sự cố, qua đó gián tiếp cắt nguồn cung cấp O₂ cho quá trình ủ nhiệt của than, hạn chế tối đa hiện tượng ủ nhiệt và tự cháy của than.

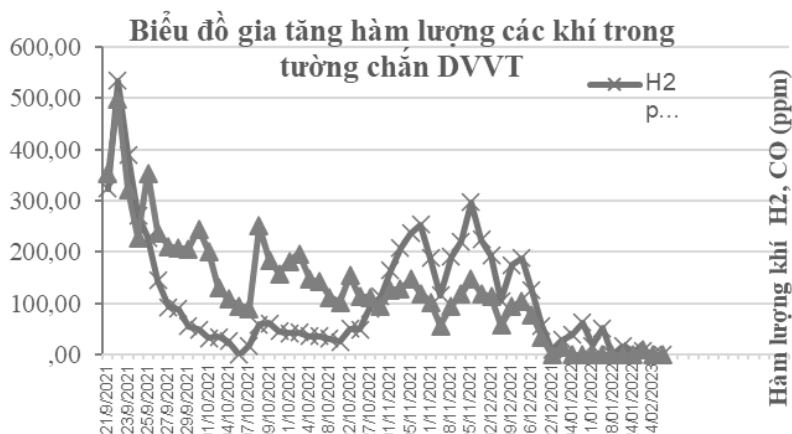
4.2. Đánh giá công tác lấy mẫu khí, theo dõi diễn biến đám cháy

Các kết quả phân tích mẫu khí sau luồng phá hỏa lò chợ 14.5-12.2 mức -229/-234 vỉa 14.5 được thống kê trong biểu đồ hình 2 và hình 3.

Từ các kết quả theo dõi diễn biến hàm lượng khí trong các tường chắn lò DVTG mức -229 và



Hình 2: Biểu đồ biến thiên hàm lượng khí trong tường chắn DVTG -229



Hình 3: Biểu đồ biến thiên hàm lượng khí trong tường chắn DVVT -234

DVVT mức -234 lò chợ 14.5-12.2 sau khi đã thực hiện nhiều giải pháp đồng bộ từ ngày 18/01 đến 18/02 cho thấy:

- Trong tường chắn lò DVTG mức -229: Hàm lượng khí CO cao nhất là 11,99ppm (ngày 09/02) hàm lượng khí H₂ cao nhất là 5,98ppm (ngày 14/02), các ngày khác hàm lượng khí CO và H₂ đều bằng 0;

- Trong tường chắn lò DVVT mức -234: Hàm lượng khí CO cao nhất là 9,83ppm (ngày 09/02) hàm lượng khí H₂ cao nhất là 16,17ppm (ngày 21/01), từ ngày 14/02 đến nay hàm lượng khí CO và H₂ đều bằng 0;

- Hàm lượng khí O₂ trong các tường chắn giảm dần từ 20% xuống dưới 15%.

Căn cứ trên kết quả nêu trên, Trung tâm An toàn Mỏ đánh giá:

- Khu vực sự cố đã được cách ly, các tường chắn được duy trì kiểm tra thường xuyên, đảm

bảo kín khí;

- Sự ủ nhiệt trong khu vực sự cố đã được dập tắt.

4.3. Đánh giá công tác phun khí N₂ dập cháy

Từ các biểu đồ hình 2, hình 3 có thể nhận thấy, việc lắp đặt trạm bơm khí N₂ trong thời gian ngắn và tổ chức bơm khí N₂ vào khu vực sự cố với lưu lượng từ 300 -500m³/h đã cơ bản hạn chế tối đa sự ủ nhiệt trong than, làm tro hóa khu vực sự cố, giảm mức độ oxy hóa than, giúp lượng khí CO và H₂ giảm xuống nhanh chóng...

4.4. Đánh giá công tác thông gió

Sau khi xảy ra sự cố, công ty đã làm các tường chắn bằng vải bạt tại lò DVVT và DVTG 14.5-12.2 để hạn chế tối đa gió vào trong khu vực lò chợ theo hạ áp chung của mỏ.

Tuy nhiên sau khi tháo dỡ các tường chắn để khôi phục chế độ thông gió cho lò chợ 14.5.12.2 (ngày 08/10/2021), gió theo hạ áp chung của mỏ

đi qua lò chợ với lưu lượng từ 1,5 đến 2m³/s, tốc độ gió đạt 0,5 đến 1,2 m/s. Với lưu lượng gió như vậy hàm lượng khí CO vẫn ở mức cao, điều kiện vi khí hậu không đảm bảo. Công ty than Khe Chàm đã tổ chức điều tiết gió bằng cách làm kín các cửa gió điều tiết trong khu vực, đặt trạm quạt phụ (quạt hút) tại khu vực lò DVVT mức -234 để tăng lưu lượng gió qua lò chợ đạt 4,5 đến 5,5 m³/s, điều kiện vi khí hậu đảm bảo để có thể khôi phục sản xuất. Sau khi khôi phục hoạt động của lò chợ, công ty đã sử dụng bạt để bao cuốn toàn bộ tiết diện sử dụng của lò DVTG mức -229 để hạn chế tối đa gió rò vào khu vực phá hỏa phía sau lò chợ.

Có thể nhận thấy việc điều tiết tổng thể lại mạng gió bằng trạm quạt phụ, bằng cửa gió, chống xén mở rộng các đường lò thông gió khu vực lò **đầu và** lò chân các lò chợ để giảm thiểu sức cản đường lò, duy trì công tác đo, kiểm soát mạng gió mở hàng ca... **đã** giúp giảm tối đa rò gió vào khu vực phá hỏa lò chợ, ngăn ngừa tối đa sự oxy hóa của than.

4.5. Đánh giá công tác khác

Song song với việc ứng phó nhanh với các tình huống khẩn cấp trong phòng chống cháy nổ, Công ty than Khe Chàm cũng triển khai nhiều biện pháp đồng bộ khác như:

- Tổ chức rà soát lại việc trang bị đủ máy đo khí đa năng cho các đối tượng làm việc trong khu vực lò chợ 14.5.12.2 theo quy định 1643/QĐ-TKV;
- Duy trì ổn định của hệ thống giám sát khí mỏ tập trung;
- Bố trí cán bộ, công nhân trực gác tại các điểm xung yếu theo kế hoạch, bố trí đội CCM bán chuyên và lực lượng CCM của Trung tâm cấp cứu mỏ trực 24/24h tại các vị trí lò DVTG và DVVT lò chợ 14.5-12.2.
- Phối hợp với Trung tâm An toàn Mỏ, trung tâm Cấp cứu Mỏ đo kiểm soát gió ra vào lò chợ, kiểm soát gió rò vào khu vực phá hỏa, kiểm tra độ kín các tường chắn, áp suất trong các tường chắn, phun nhám đường lò để hạn chế gió rò vào khu vực phá hỏa...
- Tổ chức lấy mẫu tăng cường để xác định tính tự cháy của than khu vực lò chợ 14.5-12.2.
- Đẩy nhanh tốc độ tiến gương lò chợ, không thu hồi than nóc.
- Tổ chức lấy mẫu, phân tích thành phần khí để theo dõi diễn biến hàm lượng các khí, đánh giá tình trạng đám cháy, từ đó kịp thời đưa ra các biện pháp phòng ngừa thích hợp.

5. Các biện pháp phòng ngừa than tự cháy cho lò chợ đã xảy ra sự cố và các lò chợ có nguy cơ tự cháy tại đơn vị [2]

Để phòng ngừa các sự cố tương tự xảy ra trong quá trình khai thác, Công ty than Khe Chàm đã triển khai đồng bộ các biện pháp phòng ngừa bao gồm:

- Lập phương án phòng chống than tự cháy, phương án cứu hộ cứu nạn và trình các cấp có thẩm quyền phê duyệt để có cơ sở triển khai thực hiện;
- Lắp đặt bổ sung các đầu đo khí CO tại những khu vực được đánh giá là có nguy cơ, khả năng tự cháy cao; Duy trì ổn định của hệ thống giám sát khí mỏ tập trung;
- Làm các tường chắn tạm (tường vải bạt) tại các lò dọc vỉa thông gió, dọc vỉa vận tải theo tiến độ tiến gương của lò chợ với khoảng cách 5-10m/tường; Đối với những khu vực đã kết thúc khai thác thì triển khai xây tường cách ly bằng gạch, trát và phun nhám ngoài mặt tường để đảm bảo kín khí; Tổ chức kiểm tra tình trạng tường chắn, độ kín tường chắn hàng tuần;
- Bố trí vật tư, vật liệu, thiết bị phòng chống cháy tại những khu vực xung yếu trong lò như: Hệ thống nước cứu hỏa, cát, xẻng, gạch, bạch gỗ...để khi có sự cố thì có thể sử dụng được ngay;
- Đưa vào kế hoạch đầu tư năm 2022 hệ thống sinh khí N₂ công suất 1000 m³/h phục vụ công tác dập cháy khi cần thiết;
- Trang bị đủ máy đo khí đa năng cho các đối tượng làm việc trong hầm lò theo quy định 1643/QĐ-TKV;
- Lắp đặt đường ống lấy mẫu và cảm biến nhiệt độ sau khu vực phá hỏa lò chợ (có thể sử dụng để làm đường phun xả khí N₂ hoặc phun ép nước khi cần thiết); Đối với những lò chợ có nguy cơ cao thì tiến hành khoan các lỗ khoan dọc theo lò dọc vỉa thông gió và dọc vỉa vận tải với khoảng cách 10m/lỗ và lắp đặt cảm biến nhiệt độ vào trong lỗ khoan, tổ chức theo dõi, đo nhiệt độ hàng ca.
- Lấy mẫu không khí mỏ, mẫu khí sau luồng phá hỏa, phân tích để có cơ sở đánh giá diễn biến hàm lượng các khí trong khu vực sau phá hỏa lò chợ; Lấy mẫu than để phân loại mức độ tự cháy;
- Tổ chức đào tạo công tác lấy mẫu than, khí cho đội ngũ công nhân, để đảm bảo các mẫu lấy được có chất lượng tốt nhất;
- Điều tiết thông gió hợp lý qua các lò chợ, giảm tối đa rò gió vào khu vực phá hỏa lò chợ;

6. Kết luận

Sau khi xảy ra sự cố, Công ty than Khe Chàm đã phối hợp với Trung tâm Cấp cứu Mỏ, Trung tâm An toàn Mỏ, các ban của TKV khảo sát, đánh giá hiện trạng và đưa ra các giải pháp để xử lý sự cố tại lò chợ 14.5-12.2 mức -229/-234 vỉa 14.5. Việc nhận định chính xác khu vực rò gió vào khu vực phá hỏa, tổ chức xây tường chắn, làm kín nhanh chóng các tường chắn lò DVVT, DVTG 14.5-7 và tổ chức phun khí N₂ vào khu vực sự cố với lưu lượng 300-500m³/h đã cơ bản hạn chế được sự ủ nhiệt của than, làm tro hóa và giảm mức độ oxy hóa của than trong vùng sự cố, hạn chế tối đa hình thành đám cháy. Để phòng chống các sự cố tương tự liên quan đến than tự cháy, công ty đã lập nhiều

biện pháp phòng ngừa và trình các cấp có thẩm quyền phê duyệt để triển khai thực hiện.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Lệnh sản xuất số 3127/LSX-CKCC ngày 20/9/2021; Phương án 5129/PA-VKCC ngày 21/9/2021 của Công ty than Khe Chàm -TKV;

[2]. Chỉ thị 69/CT-TTĐHSX ngày 21/05/2019 về việc “Thực hiện các giải pháp phòng ngừa than tự cháy”.

[3]. Công điện số 610/TTĐHSX- KCM ngày 23/9/2021 của TKV về việc Khắc phục sự cố xuất khí CO tại lò chợ 14.5.12.2 mức -229/-234 mỏ than Khe Chàm III - Công ty than Khe Chàm - TKV

Error troubleshoot on CO emissions and spontaneous combustion coal prevention measures at the longwall of 14.5-12.2 level and -229/-234 in Vinacomin - Khe Cham Coal Company

MSc. Nguyen Viet Phuong, MSc. Do Manh Hai, Dr. Nguyen Tat Thang

Eng. Nguyen Tien Trong, BA. Bui Anh Tuan

Vinacomin-Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Incidents related to the spontaneous combustion coal cause serious consequences to the mining process, which increase production costs, loss of coal resources, take a long time to overcome, etc. Therefore, the prevention and early detection of the phenomenon of spontaneous combustion coal as well as the evaluation of the effectiveness of the work of overcoming the mine fire incidents has been implemented by Vinacomin at all coal mining units. The evaluation of the effectiveness of the recovery of incidents related to the spontaneous combustion coal helps units to come up with effective fire treatment plans, draw on experiences in the mine fire prevention, thereby the measures to prevent and detect early the phenomenon of self-combustible coal have been introduced.

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI LIDAR MATRICE 300 RTK KẾT HỢP UAV PHANTOM 4 RTK XÂY DỰNG BẢN ĐỒ 3D CÁC BÃI THẢI TRỌNG YẾU PHỤC VỤ CÔNG TÁC BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG VÀ PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI CỦA TKV

KS. Trần Vũ Thăng, ThS. Nguyễn Duy Long
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn

Tóm tắt:

Ngày nay, công nghệ thiết bị bay không người lái (UAV) đã được sử dụng khá phổ biến cho các mục đích khác nhau như: đo vẽ bản đồ địa hình, xây dựng bản đồ 3D các công trình bề mặt, giám sát và theo dõi sự biến động các đối tượng trên bề mặt Trái đất... Năm 2021, lần đầu tiên công nghệ thiết bị bay không người lái Lidar Matrice 300 RTK kết hợp với thiết bị UAV Phantom 4 RTK được sử dụng để đo vẽ bản đồ địa hình và xây dựng bản đồ 3D cho các khu vực bãi thải xung yếu vùng Quảng Ninh phục vụ công tác bảo vệ môi trường và phòng chống thiên tai trong điều kiện địa hình khó khăn, có độ chênh cao lớn. Bài báo phân tích, tổng hợp các kết quả chính trong công tác đo vẽ bản đồ địa hình và xây dựng bản đồ 3D trong điều kiện địa hình khó khăn, có độ chênh cao lớn và đánh giá độ chính xác của công nghệ thiết bị bay không người lái với phương pháp truyền thống.

1. Thiết bị bay và phần mềm xử lý

1.1. Thiết bị bay Lidar Matrice 300 RTK

Thiết bị bay Lidar Matrice 300 RTK bao gồm thân máy và bộ điều khiển (hình 1), cụm Camera (hình 2), bộ định vị RTK (hình 3). Các bộ phận chính gắn trên thân máy bao gồm các cảm biến tránh va đập theo 6 hướng (trái, phải, trước, sau, trên, dưới), bốn mô tơ, 4 cánh quạt có thể tháo rời, chân hạ cánh cố định phía bên dưới. Bộ điều khiển từ xa gồm các nút bấm điều khiển quá trình bay, điều khiển có tích hợp 2 ăng ten với 2 tần số: 2,4 và 5,8 GHz (DJI 2017), bộ điều khiển thông minh với phần mềm điều khiển bay DJI Pilot hiển thị đầy đủ thông tin trên màn hình về chuyến bay (hình 1).



Hình 1. Bộ thiết bị bay Lidar Matrice 300 RTK

Camera của Lidar Matrice 300 RTK là dòng Zenmuse H20 tích hợp một máy ảnh zoom 20 megapixel, một máy ảnh góc rộng 12 megapixel, một máy ảnh nhiệt tốc độ khung hình cao 30Hz và một máy đo khoảng cách laser với khoảng cách phát hiện 1200m. Song song với đó là camera nhiệt, có thể thu nhận hình ảnh xa, gần theo độ



Hình 2. Cụm Camera Hình 3. Bộ định vị RTK

cao thiết kế bay. Các thông số chụp ảnh có thể đặt ở chế độ tự động hoặc điều khiển thông qua bộ điều khiển mặt đất.

1.2. Thiết bị bay UAV Phantom 4 RTK

Thiết bị bay Phantom 4 RTK bao gồm thân máy và bộ điều khiển (hình 4), bộ định vị RTK (hình 5). Các bộ phận chính gắn trên thân máy bao gồm các cảm biến tránh va đập theo 4 hướng, bốn mô tơ, 4 cánh quạt có thể tháo rời, chân hạ cánh cố định phía bên dưới. Bộ điều khiển từ xa gồm các nút bấm điều khiển quá trình bay với phần mềm điều khiển bay chuyên dụng. Camera của DJI Phantom 4 RTK là dòng chụp ảnh dữ liệu tốt hơn với cảm biến CMOS 1 inch cho phép nó có thể đạt được khoảng cách lấy mẫu mặt đất 2,74 cm ở độ cao 100 mét, ảnh được chụp liên tục làm cho các nhiệm vụ lập bản đồ hoặc thu thập dữ liệu thường xuyên mà không bị gián đoạn. Bộ định vị RTK của Phantom 4 RTK được trang bị hệ thống D-RTK 2 Mobile Station, cung cấp dữ liệu thời gian thực cho mục tiêu, tạo ra một giải pháp phát



Hình 4. Bộ thiết bị bay DJI Phantom 4 RTK

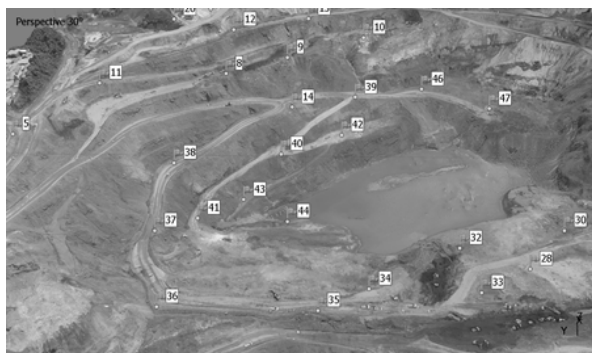


Hình 5. Bộ định vị RTK

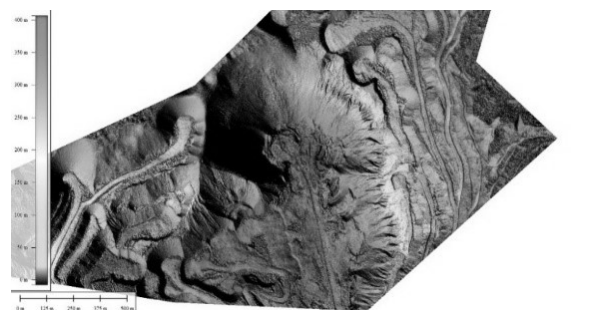
hiện chính xác.

1.3. Phần mềm xử lý ảnh chụp từ UAV

Hiện nay, có nhiều phần mềm xử lý ảnh UAV khác nhau như: Agisoft Metashape Professional, ENVI, Trimble Business Center, Erdas Leica Photogrammetry Suite, PhotoModeler Scanner, Pix4UAV Desktop,... Trong công trình này, nhóm tác giả sử dụng phần mềm Agisoft Photoscan phiên bản 1.42 để xử lý toàn bộ quy trình từ khớp ảnh, tạo đám mây điểm, xây dựng mô hình số bề mặt (DSM) và thành lập bình đồ ảnh (Hình 6).



Hình 6. Giao diện phần mềm Agisoft Metashape Professional



Hình 7. Mô hình DEM trên phần mềm GlobalMapper

Từ ảnh Orthomosaic và mô hình số độ cao DEM xuất từ phần mềm Agisoft Metashape, sau đó sử dụng phần mềm GlobalMapper để tiến hành xuất điểm độ cao và số hóa địa vật trên mô hình số bề mặt ở khu vực thực nghiệm.

2. Kết quả xây dựng mô hình DEM cho các bãi thải

2.1. Địa điểm xây dựng bản đồ 3D

Phần thực nghiệm được tiến hành tại 4 khu vực bãi thải là: Bãi thải Chính Bắc, bãi thải Nam Lộ Phong - Hà Tu, bãi thải Đông Cao Sơn, bãi thải Bàng Nâu. Đây là những bãi thải chính khu vực Hạ Long và Cẩm Phả tỉnh Quảng Ninh của các mỏ than thuộc TKV, hiện tại cốt cao độ bãi thải khoảng +300 m, tổng diện tích 4 khu vực bay chụp là 750 ha.

2.2. Xây dựng điểm khống chế và kiểm tra

Điểm khống chế ảnh được đo đạc bằng công nghệ định vị vệ tinh GPS tĩnh. Những điểm này được sử dụng cho hai mục đích là nắn ảnh về hệ tọa độ VN - 2000 và đánh giá độ chính xác của mô hình bề mặt (DEM). Tùy theo diện tích của bốn khu vực bãi thải xây dựng các điểm khống chế ảnh và các điểm kiểm tra để đánh giá độ chính xác của mô hình, các điểm dùng để đánh giá độ chính xác được phân bố đều trên khu vực bay chụp và nằm ở các độ cao khác nhau, đảm bảo tính khách quan trong đánh giá kết quả. Bốn khu vực bãi thải xây dựng 32 điểm khống chế ảnh và 29 điểm kiểm tra, đánh giá độ chính xác của mô hình.

2.3. Thiết kế và thực hiện bay chụp

Sơ đồ bay chụp được thiết kế trên phần mềm Pix4D Capture (hình 10), có thể thiết kế độ cao bay, tốc độ bay, độ chồng phủ theo hướng dọc và ngang, góc chụp ảnh,... Khi cài đặt ở chế độ bay an toàn (Safe mode), UAV sẽ tự động bay theo các dải đã thiết kế bao gồm tự động cất cánh, bay lên độ cao thiết kế, sau đó bay đến các điểm thiết kế để dừng và chụp ảnh như đã thiết lập trong



Hình 8. Thiết bị đo GNSS/RTK



Hình 9. Thiết bị đo GPS

phần mềm. Khi ảnh cuối cùng được chụp xong, UAV sẽ tự động bay về và hạ cánh tại điểm xuất phát. Trong quá trình bay chụp, trạng thái hoạt động của UAV và máy ảnh được hiện thị liên tục trên máy tính bảng hoặc điện thoại thông minh.



Hình 10. Thiết kế dải bay tại bãi thải Đông Cao Sơn

Do địa hình khu vực các bãi thải có chênh cao rất lớn, để đảm bảo an toàn cho người và máy móc, chúng tôi đã tiến hành bay 2 lần bằng máy bay Phantom-RTK đối với mỗi khu, cụ thể:

+ Lần 1: Bay với trần cao 200m so với đỉnh bãi thải, nhằm mục đích tránh va chạm, dữ liệu mô hình số độ cao của lần bay này không phục vụ thành lập bản đồ mà sẽ là cơ sở để đưa vào phần mềm điều khiển bay để tiến hành bay theo dáng địa hình lần 2.

+ Lần 2: Từ mô hình số độ cao của lần 1, đưa vào phần mềm điều khiển DJI để bay theo dáng địa hình, độ cao bay lần 2 là 100m theo đúng dáng địa hình.

Đối với khu vực có lớp thực vật bao phủ dày, nhiều cây cối, vì vậy để đảm bảo độ chính xác cho mô hình nhóm khảo sát sử dụng thêm máy bay Matrice 300-RTK có kèm theo máy quét Lidar Zenmuse L1, đây là công nghệ rất mới ở Việt Nam, có thể quét đến mặt đất qua những kẽ hở giữa các lá cây với độ chính xác cao.

Dựa trên cơ sở tỷ lệ bản đồ cần thành lập ranh giới khu vực các bãi thải nghiên cứu, các ca bay được thiết kế với độ phủ dọc và phủ ngang là 80%, độ phân giải ảnh gốc là 2.73cm/pixel, đảm bảo quy định trong TT07/2021-BTNMT (Bảng 1).



Hình 11. Thiết bị bay Phantom4 RTK - Bãi thải Nam Lộ Phong

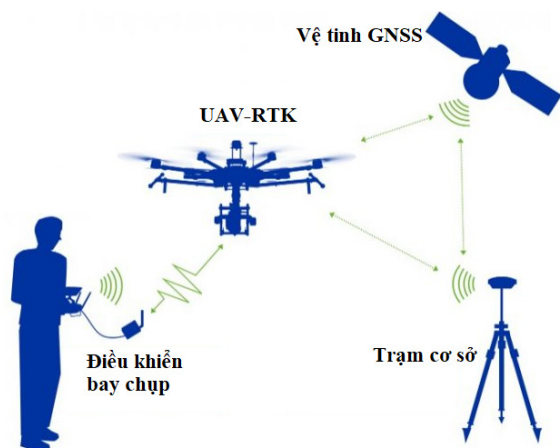
Khi tiến hành bay chụp, máy bay và trạm Base sẽ cùng nhận tín hiệu từ vệ tinh, trạm Base đã nhập tọa độ chính xác sẽ phát tín hiệu cải chính cho máy bay từ đó xác định được tọa độ và cao độ

Bảng 1. Quy định độ phân giải ảnh gốc

Khoảng cao đều đường bình độ cơ bản	Độ phân giải mặt đất của ảnh gốc (m)			
	Tỷ lệ bản đồ cần thành lập			
	1/500	1/1000	1/2000	1/5000
0,5 m	0,04	0,04		
1,0 m	0,04	0,08	0,08	0,08
2,5 m		0,08	0,15	0,15
5,0 m			0,15	0,30



Hình 12. Thiết bị bay Lidar Matrice 300 RTK- Bãi thải Nam Lộ Phong



Hình 13. Sơ đồ hệ thống chụp ảnh UAV định vị tâm chụp bằng GNSS-RTK

tâm chụp của ảnh theo thời gian thực.

2.4. Công tác xử lý nội nghiệp

Dữ liệu ảnh bay chụp được xử lý trên phần mềm Agisoft Metashape Professional với các công đoạn sau: Xử lý dữ liệu sau bay chụp; Bình sai khối ảnh; Tạo đám mây điểm; Thành lập mô hình số bề mặt; Thành lập bình đồ ảnh; Thành lập mô hình số độ cao; Kiểm tra, đóng gói sản phẩm.

Đối với 2 bãi thải Chính Bắc và Nam Lộ Phong, dữ liệu Lidar được xử lý trên Trimble RealWorks - phần mềm xử lý đám mây điểm:

- Dữ liệu được xử lý ở kinh tuyến trực địa phương 107d45', múi chiếu 3d
- Kết quả mô hình số độ cao được xuất ra dưới

Xử lý dữ liệu	Nhập đám mây điểm
	Thành lập mô hình số bề mặt
	Thành lập mô hình số độ cao
	Kiểm tra, đóng gói sản phẩm

dạng raster (GeoTiff-32bit)

- Ảnh trực giao có định dạng GeoTiff-24bit

Ảnh và DEM đảm bảo độ phân giải và kích thước ô lưới theo quy định tại thông tư 07/2021-BTNMT.

2.5. Đánh giá độ chính xác của mô hình số độ cao (DEM)

Độ chính xác của mô hình DEM mở được đánh giá trên cơ sở so sánh tọa độ và độ cao của các điểm trên mô hình với các điểm khống chế mặt đất, độ chính xác của mô hình 3D được đánh giá theo các công thức sau:

$$\Delta X = X_{DEM} - X_{CCP}$$

$$\Delta Y = Y_{DEM} - Y_{CCP}$$

$$\Delta Z = Z_{DEM} - Z_{CCP}$$

$$\Delta XYZ = XYZ_{DEM} - XYZ_{CCP}$$

$$RMSE_X = SQRT \left[(1/n) \sum_{i=1}^n (X_{DEM} - X_{GCPi})^2 \right]$$

$$RMSE_Y = SQRT \left[(1/n) \sum_{i=1}^n (Y_{DEM} - Y_{GCPi})^2 \right]$$

$$RMSE_Z = SQRT \left[(1/n) \sum_{i=1}^n (Z_{DEM} - Z_{GCPi})^2 \right]$$

$$RMSE_{XYZ} = SQRT \left\{ \sum_{i=1}^n [(X_{DEM} - X_{GCPi})^2 + (Y_{DEM} - Y_{GCPi})^2 + (Z_{DEM} - Z_{GCPi})^2] \right\}$$

Khoảng cao đều đường bình độ cơ bản (m)	Kích thước ô lưới của DSM, DEM (m)	Tỷ lệ bản đồ cần thành lập	Độ phân giải của bình đồ ảnh (m)
0,5	0,5 x 0,5	1/500	0,05
1,0	1,0 x 1,0	1/1000	0,10
2,5	2,5 x 2,5	1/2000	0,20
5,0	5,0 x 5,0	1/5000	0,30

Trong đó: DX, DY, DX, DZ, DXYZ - Các giá trị chênh lệch các thành phần tọa độ, độ cao và vị trí điểm; RMSE - Sai số trung phương; n tổng số điểm kiểm tra; X_{GCPi} , X_{DEM} , Y_{GCPi} , Y_{DEM} , Z_{GCPi} , Z_{DEM} - Tương ứng là thành phần tọa độ theo trục X, trục Y và trục Z của điểm khống chế và mô hình DEM.

2.6. Công tác chuyển đổi từ bản đồ 3D sang 2D

- Sử dụng phần mềm Agisoft Metashapr xuất ảnh Orthomosaic và mô hình số độ cao DEM.

- Đưa ảnh Orthomosaic và dữ liệu địa hình DEM vào GlobalMapper 22 để tiến hành xuất điểm độ cao và số hóa địa vật trên mô hình số bề mặt ở khu vực thực nghiệm. Nếu khu vực khảo sát không bị cây cối hoặc nhà cửa che khuất, ta có thể dùng 100% mô hình DEM để tính toán đường đồng mức và cao độ trên GlobalMapper.

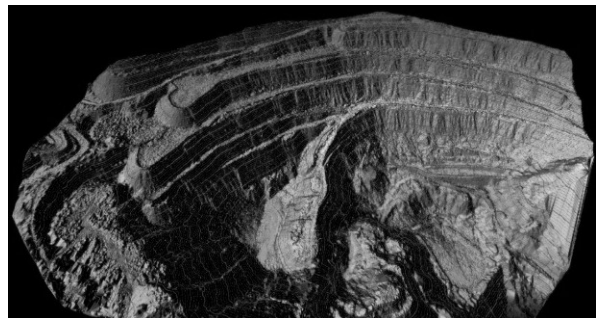
- Trong trường hợp khu vực khảo sát bị che phủ nhiều, ta sẽ trích xuất những điểm không bị che phủ từ mô hình DEM ra tệp số liệu.

- Đo bổ sung những vị trí bị che phủ bằng máy toàn đạc điện tử và RTK, sau đó kết hợp cùng file tọa độ và độ cao được xuất từ mô hình DEM vào phần mềm Topo để biên tập.

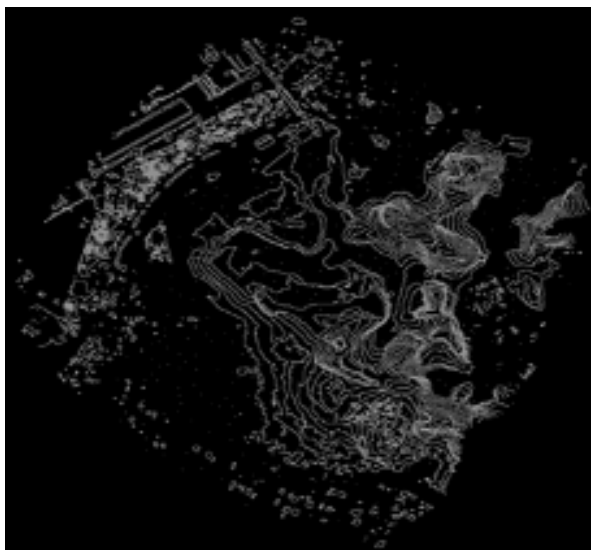
- Từ mô hình số bề mặt thành lập được ở phần mềm ArcMap cùng với các điểm đo bổ sung từ máy toàn đạc điện tử và RTK tiến hành số hóa các điểm địa vật như tầng khai thác, đường, thực vật, các công trình phụ trợ. Sử dụng phần mềm Autocad, Topo để biên tập bản đồ với tỷ lệ 1:1000.



Hình 15. Bản đồ địa hình 2D bãi thải Chinh Bắc



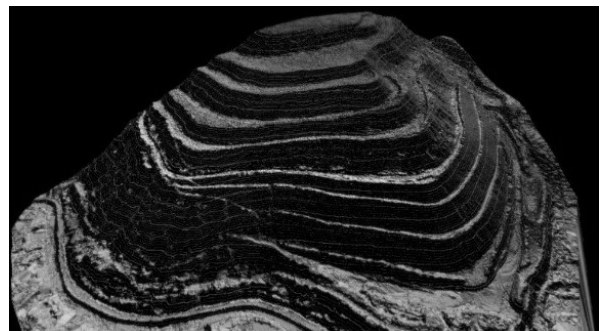
Hình 16. Mô hình 3D bãi thải Chinh Bắc



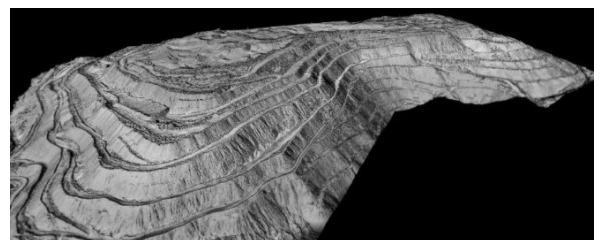
Hình 14. Thành lập bản đồ trên Topo

3. Kết quả

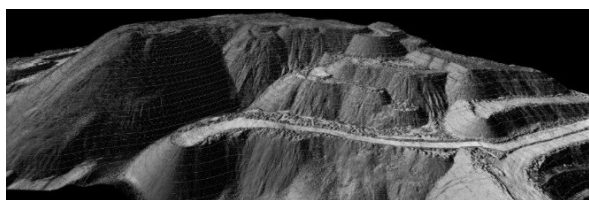
3.1. Kết quả thành lập bản đồ 3D



Hình 17. Mô hình 3D bãi thải Nam Lộ Phong



Hình 18. Mô hình 3D bãi thải Đông Cao Sơn



Hình 19. Mô hình 3D bãi thải Bàng Nâu

3.2. Kết quả đánh giá độ chính xác mô hình DEM (Bảng 2, 3)

Theo “TCVN 9398-2012 về công tác trắc địa trong xây dựng công trình”, sai số giới hạn về vị trí

mặt bằng là: $0.3\text{mm} \times \text{mẫu số tỷ lệ bản đồ}$. Cụ thể ở đây bằng: $0.3 \times 1000 = 300 \text{ (mm)} = 0.3\text{(m)}$. Sai số giới hạn về độ cao = $1/4$ khoảng cao đều của đường đồng mức. Cụ thể bằng: $1/4 \times 1 = 0.25 \text{ (m)}$

Từ kết quả kiểm tra giữa 2 phương pháp đo của 4 bãi thải cho thấy dữ liệu ảnh trực giao và mô hình số độ cao được xây dựng bằng công nghệ UAV hoàn toàn đáp ứng được độ chính xác trong công tác thành lập bản đồ tỉ lệ 1:1000 theo tiêu chuẩn.

Từ kết quả đánh giá độ chính xác ở trên cho thấy mô hình DEM có độ trùng khớp cao với địa

Bảng 2. Đánh giá độ chính xác các điểm khống chế ảnh

Stt	Bãi thải Chính Bắc					Bãi thải Nam Lộ Phong				
	Tên điểm	Sai số $\Delta X \text{ (m)}$	Sai số $\Delta Y \text{ (m)}$	Sai số $\Delta H \text{ (m)}$	SS vị trí điểm	Tên điểm	Sai số $\Delta X \text{ (m)}$	Sai số $\Delta Y \text{ (m)}$	Sai số $\Delta H \text{ (m)}$	SS vị trí điểm
1	DCI-1	0.047	0.039	0.058	0.061	DCI-3	-0.046	-0.023	-0.016	0.051
2	DCI-2	0	0	0.037	0.000	DCI-4	-0.014	0.022	-0.004	0.026
3	DCII-1	0.011	-0.011	0.039	0.016	DCII-4	-0.058	0.003	-0.023	0.058
4	DCII-2	-0.004	-0.027	0.038	0.027	DCII-5	0.014	0.007	0.022	0.016
5	DCII-3	-0.006	-0.003	-0.039	0.007	DCII-6	0.002	-0.004	-0.087	0.004
Trung Bình				0.042	0.022	Trung Bình			0.030	0.031
Sai số của các điểm kiểm tra giữa 2 phương pháp đo về mặt bằng là 0.022 (m) và độ cao là 0.042(m)						Sai số của các điểm kiểm tra giữa 2 phương pháp đo về mặt bằng là 0.031 (m) và độ cao là 0.030(m)				

Stt	Bãi thải Đông Cao Sơn					Bãi thải Bàng Nâu				
	Tên điểm	Sai số $\Delta X \text{ (m)}$	Sai số $\Delta Y \text{ (m)}$	Sai số $\Delta H \text{ (m)}$	SS vị trí điểm	Tên điểm	Sai số $\Delta X \text{ (m)}$	Sai số $\Delta Y \text{ (m)}$	Sai số $\Delta H \text{ (m)}$	SS vị trí điểm
1	DCI-7	0.019	-0.051	-0.079	0.022	DCI-5	0	0	-0.008	0.049
2	DCI-8	-0.054	-0.037	-0.034	0.055	DCII-9	-0.047	-0.048	0.031	0.000
3	DCII-14	0.000	0.000	0.027	0.000	DCII-10	0	0	-0.018	0.066
4	DCII-15	-0.042	-0.015	0.043	0.042	DCII-11	-0.065	0.025	-0.08	0.027
5	DCII-16	0.029	-0.053	-0.039	0.032	DCII-12	-0.027	0.009	-0.06	0.053
6	DCII-17	0.000	0.000	0.077	0.000	DCII-13	-0.053	-0.016	-0.024	0.049
7	DCII-18	0.012	-0.047	0.014	0.014					
8	DCII-19	-0.004	0.016	-0.044	0.004					
9	DCII-20	0.024	0.005	-0.003	0.024					
10	DCII-21	0.048	0.039	-0.035	0.050					
11	DCII-22	0.036	-0.019	0.022	0.036					
12	DCII-23	0.051	-0.014	0.088	0.051					
13	DCII-24	-0.004	0.029	-0.01	0.005					
Trung Bình				0.040	0.026	Trung Bình			0.037	0.033
Sai số của các điểm kiểm tra giữa 2 phương pháp đo về mặt bằng là 0.026 (m) và độ cao là 0.040(m)						Sai số của các điểm kiểm tra giữa 2 phương pháp đo về mặt bằng là -0.033 (m) và độ cao là 0.037(m)				

Bảng 3. Đánh giá độ chính xác các điểm kiểm tra so sánh với các điểm đo bằng toàn đạc điện tử

Stt	Bãi thải Chính Bắc					Bãi thải Nam Lộ Phong				
	Tên điểm	Sai số ΔX (m)	Sai số ΔY (m)	Sai số ΔH (m)	SS vị trí điểm	Tên điểm	Sai số ΔX (m)	Sai số ΔY (m)	Sai số ΔH (m)	SS vị trí điểm
1	Checkpoint 1	0.015	-0.034	-0.036	0.037	Checkpoint 1	0.018	0.035	0.031	0.039
2	Checkpoint 2	-0.03	0.022	0.043	0.037	Checkpoint 2	-0.014	0.031	-0.036	0.034
3	Checkpoint 3	0.028	-0.013	0.022	0.031	Checkpoint 3	-0.016	0.014	0.027	0.021
4	Checkpoint 4	0.024	-0.026	0.067	0.035	Checkpoint 4	0.021	-0.014	-0.029	0.025
5	Checkpoint 5	0.033	-0.018	0.029	0.038	Checkpoint 5	-0.025	0.028	0.038	0.038
6	Checkpoint 6	0.016	0.021	0.047	0.026	Checkpoint 6	0.01	-0.024	0.048	0.026
7	Checkpoint 7	0.017	0.016	-0.029	0.023	Checkpoint 7	0.018	-0.023	0.021	0.029
8	Checkpoint 8	0.025	0.024	0.016	0.035	Checkpoint 8	-0.015	-0.013	-0.022	0.020
9	Checkpoint 9	0.028	0.019	0.021	0.034	Checkpoint 9	0.024	0.024	0.029	0.034
10	Checkpoint 10	0.041	0.024	-0.035	0.048	Checkpoint 10	-0.013	-0.015	0.044	0.020
Trung Bình				0.035	0.034	Trung Bình			0.033	0.029
Sai số của các điểm kiểm tra giữa 2 phương pháp đo về mặt bằng là 0.034 (m) và độ cao là 0.035(m)						Sai số của các điểm kiểm tra giữa 2 phương pháp đo về mặt bằng là 0.029 (m) và độ cao là 0.033(m)				

Stt	Bãi thải Đông Cao Sơn					Bãi thải Bàng Nâu				
	Tên điểm	Sai số ΔX (m)	Sai số ΔY (m)	Sai số ΔH (m)	SS vị trí điểm	Tên điểm	Sai số ΔX (m)	Sai số ΔY (m)	Sai số ΔH (m)	SS vị trí điểm
1	Checkpoint 1	0.026	-0.029	-0.013	0.039	Checkpoint 1	-0.027	0.016	-0.017	0.031
2	Checkpoint 2	-0.015	-0.022	0.029	0.027	Checkpoint 2	0.028	0.007	0.035	0.029
3	Checkpoint 3	0.011	0.024	-0.038	0.026	Checkpoint 3	-0.023	-0.005	0.039	0.024
4	Checkpoint 4	-0.014	-0.024	0.043	0.028	Checkpoint 4	-0.018	0.021	-0.018	0.028
5	Checkpoint 5	0.017	-0.025	0.038	0.030	Checkpoint 5	-0.008	0.008	-0.019	0.011
6	Checkpoint 6	0.021	0.008	0.039	0.022	Checkpoint 6	-0.021	-0.012	0.016	0.024
7	Checkpoint 7	0.014	-0.016	-0.036	0.021	Checkpoint 7	0.018	0.025	-0.034	0.031
8	Checkpoint 8	0.018	0.019	0.037	0.026	Checkpoint 8	-0.02	-0.012	0.022	0.023
9	Checkpoint 9	-0.018	-0.022	0.046	0.028	Checkpoint 9	-0.014	-0.013	0.052	0.019
10	Checkpoint 10	0.017	-0.004	-0.041	0.017	Checkpoint 10	0.032	0.023	-0.018	0.039
11	Checkpoint 11	-0.016	-0.021	0.031	0.026	Checkpoint 11	-0.022	0.012	0.054	0.025
12	Checkpoint 12	0.006	0.02	-0.049	0.021					
13	Checkpoint 13	-0.042	-0.005	0.037	0.042					
14	Checkpoint 14	-0.025	0.031	0.025	0.040					
15	Checkpoint 15	0.02	-0.015	-0.019	0.025					
16	Checkpoint 16	-0.036	0.029	0.026	0.046					
Trung Bình				0.034	0.029	Trung Bình			0.029	0.026
Sai số của các điểm kiểm tra giữa 2 phương pháp đo về mặt bằng là 0.029 (m) và độ cao là 0.034(m)						Sai số của các điểm kiểm tra giữa 2 phương pháp đo về mặt bằng là 0.026 (m) và độ cao là 0.029(m)				

hình thực tế. Mô hình 3D của bãi thải theo qui phạm Việt Nam ngành Trắc địa mỏ (Bộ Công Thương 2015) và thông tư số 68/2015/TT - BTNMT (Bộ Tài Nguyên và Môi Trường 2015), độ chính xác của cả hai mô hình ở trên là đáp ứng được yêu cầu thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ lớn 1:1000.

4. Kết luận

Ứng dụng công nghệ thiết bị bay không người lái ở những khu vực bãi thải trọng yếu hoàn toàn đáp ứng các yêu cầu và quy chuẩn đo vẽ bản đồ địa hình giúp nâng cao hiệu quả, năng suất hơn nhiều lần so với phương pháp truyền thống.

Thành công trong xây dựng bản đồ hiện trạng 3D kết hợp trên nền ảnh trực giao sẽ giúp cho các nhà quản lý cũng như nhà thiết kế có cái nhìn trực quan và chính xác nhất, từ đó lựa chọn được các phương án tối ưu để cải tạo, gia cố, khắc phục những sự cố sạt lở bãi thải trong mùa mưa lũ... Mở ra nhiều hướng sử dụng công nghệ máy bay

không người lái phục vụ cho các lĩnh vực như: quan trắc dịch động bờ mỏ, bãi thải; đo vẽ bản đồ địa hình, bản đồ 3D cho các mỏ lộ thiên và bãi thải; giám sát biến động bãi đổ thải...

Tài liệu tham khảo:

[1]. Bộ Công Thương, (2015). “Tiêu chuẩn Việt Nam ngành Trắc Địa Mỏ.”

[2]. Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, (2015). “Thông tư 68/2015/TT - BTNMT: Quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000.”

[3]. Võ Chí Mỹ, Robert Dudek, (2015). *Nghiên cứu khả năng ứng dụng máy bay không người lái trong công tác trắc địa mỏ và giám sát môi trường mỏ*, Tuyển tập Hội nghị khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam: “Công nghiệp mỏ Việt Nam - cơ hội và thách thức”, Vũng Tàu.

Application of the unmanned aerial vehicle technology of Lidar Matrice 300 RTK combined with Phantom 4 RTK UAVs to build 3D maps of key waste dumps for the environmental protection and the disaster prevention of Vinacomin

Eng. Tran Vu Thang, MSc. Nguyen Duy Long

Vinacomin-Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Today, the unmanned aerial vehicle (UAV) technology has been used quite commonly for various purposes such as: measuring topographic mapping, building 3D maps of surface structures, monitoring and monitoring the fluctuations of objects on the Earth's surface, etc. In 2021, for the first time, the unmanned aerial vehicle technology of Lidar Matrice 300 RTK combined with Phantom 4 RTK UAVs will be used to measure the topographic mapping and build 3D maps for the weak waste dump areas in Quang Ninh serving the protection of the environment and natural disaster prevention in difficult terrain conditions, with a high difference. The paper analyzes and summarizes the main results in the measurement of topographic mapping and 3D mapping in difficult terrain conditions, with high differences and assesses the accuracy of the unmanned aerial vehicle (UAV) technology against traditional methods.

MÔ HÌNH HOÁ SỰ THAY ĐỔI NHIỆT ĐỘ KHÔNG KHÍ TRONG CÁC ĐƯỜNG LÒ MỎ THAN HÀM LÒ VIỆT NAM BẰNG PHẦN MỀM VENTSIM DESIGN

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

Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn

Tóm tắt:

Khai thác các vỉa than ở độ sâu lớn, sử dụng nhiều máy móc có công suất lớn để tăng hiệu quả khai thác góp phần làm tăng nhiệt độ không khí trong các đường lò. Sự suy giảm điều kiện vi khí hậu trong các đường lò làm ảnh hưởng đến sức khỏe và sự an toàn của thợ mỏ. Các giải pháp kiểm soát nguồn nhiệt ảnh hưởng đến nhiệt độ không khí sẽ giúp kiểm soát và cải thiện điều kiện vi khí hậu. Bài báo trình bày mô hình thay đổi nhiệt trong khu vực lò chợ của điều kiện mỏ hầm lò Việt Nam bằng phần mềm Ventsim Design. Đồng thời tiến hành mô hình hoá quá trình thay đổi nhiệt và dự báo nhiệt độ không khí tại khu vực lò chợ TT-11-6 mỏ Khe Tam - Công ty than Dương Huy và I-5-11 Công ty than Nam Mẫu. Mô hình xác định mức tăng trung bình của giá trị nhiệt hiện và nhiệt ẩn, từ kết quả đo các giá trị của điều kiện vi khí hậu trong lò của khu vực các lò chợ. Mô hình được trình bày góp phần minh họa rõ hơn sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình khai thác tại khu vực lò chợ cho điều kiện mỏ than hầm lò Việt Nam.

1. Giới thiệu

Nhiệt độ không khí là một trong những biến số quan trọng nhất liên quan đến điều kiện môi trường trong mỏ hầm lò. Điều kiện môi trường trong quá trình khai thác hầm lò có tầm quan trọng hàng đầu đối với sức khỏe, an toàn và hiệu quả công việc của thợ mỏ, cũng như đối với hoạt động của máy móc và thiết bị. Các yếu tố này cần phải được tính đến khi lập dự án đầu tư khai thác mỏ và kế hoạch sản xuất. Quy định về nhiệt độ không khí trong các mỏ hầm lò trên thế giới cũng khác nhau: Tại Ba Lan nhiệt độ không khí tại nơi làm việc đo bằng nhiệt kế khô không được vượt quá 28°C, khi nhiệt độ không khí từ 28°C đến 33°C thì thời gian làm việc không được vượt quá 6 giờ và nhiệt độ không khí trên 33°C chỉ dành cho trường hợp cứu nạn [16]. Tại Trung Quốc, nhiệt độ không khí trong lò chợ không được lớn hơn 26°C, trong các hầm trạm đặt thiết bị cơ điện không được vượt quá 30°C. Bắt buộc phải dừng làm việc khi nhiệt độ không khí trong lò chợ trên 30°C, còn trong hầm trạm đặt thiết bị cơ điện nhiệt độ không khí lớn hơn 34°C [13]. Tại Úc, để đảm bảo sức khỏe cho người lao động trong mỏ hầm lò, nhiệt độ khô vượt quá 29,4°C tại nơi làm việc trừ trường hợp thoát hiểm, cứu hộ hoặc thực hiện các thiết kế để giảm nhiệt độ. [12]. Tại Việt Nam, theo quy định của QCVN 01:2011/BCT, nhiệt độ không khí trong

gương khẩu, cũng như trong các gương lò khác có người làm việc tối đa là 30°C [1]. Để đạt được điều kiện khí hậu theo yêu cầu của các quy định trong khai thác mỏ, cần phải đảm bảo chất lượng không khí hoặc áp dụng các giải pháp làm mát. Tuy nhiên, trong điều kiện của mỏ hầm lò đảm bảo các điều kiện vi khí hậu ổn định theo thời gian là không khả thi bởi vì các hệ thống thông gió hoạt động không ổn định hoặc bị giới hạn bởi quy định về tốc độ gió tối đa trong đường lò. Hơn nữa, việc gia tăng mức độ cơ giới hoá trong các khâu của quá trình khai thác góp phần làm tăng nhiệt độ và gây ra những thay đổi về vi khí hậu tại nơi làm việc [3, 8, 14]. Những năm gần đây, độ sâu khai thác của các mỏ hầm lò ở Việt Nam ngày càng tăng, đồng thời mức độ cơ giới hoá trong khai thác và đào lò cũng tăng lên do nhu cầu sử dụng các nguyên liệu than đá của các hộ tiêu thụ càng cao đặc biệt là sản xuất điện [4].

Nghiên cứu về sự biến đổi nhiệt và dự báo nhiệt độ không khí trong quá trình khai thác than tại các mỏ được sử dụng các mô hình toán học hoặc mô hình số để mô phỏng. Các mô hình này thường áp dụng định luật bảo toàn bảo toàn năng lượng và có tính đến các nguồn nhiệt như tự động nén không khí, nhiệt từ máy móc, thiết bị khai thác, địa nhiệt, v.v. Từ đầu thế kỷ XXI, với sự tiến bộ của công nghệ thông tin, mức độ chi tiết khi xây dựng

mô hình dự báo nhiệt độ không khí trong khai thác mỏ được tăng lên và có thể mô tả đồng thời nhiệt ẩn và nhiệt hiện. Nhiệt ẩn là nhiệt cảm nhận tức là quá trình trao đổi nhiệt làm thay đổi nhiệt độ. Nhiệt ẩn là lượng nhiệt trao đổi được ẩn đi, tức là xảy ra quá trình trao đổi nhiệt nhưng không làm thay đổi nhiệt độ. Trong mỏ hầm lò nhiệt hiện đến từ được từ quá trình quá trình ôxy hóa than, địa nhiệt, máy móc và các nguồn nhiệt cục bộ khác, còn nhiệt ẩn đến từ sự bốc hơi nước, hơi ẩm từ quá trình đào lò, khối đá, máy móc, rãnh thoát nước và nền lò.

Bài báo trình bày các yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt độ không khí trong mỏ hầm lò, kết quả khảo sát các thông số khí hậu ở các mỏ than hầm lò Việt Nam. Từ đó, thực hiện mô hình hóa sự thay đổi nhiệt và dự báo nhiệt độ không khí trong khu vực lò chợ bằng cách sử dụng phần mềm Ventsim Design. Quá trình mô hình hóa sẽ tính ra các giá trị nhiệt ẩn và nhiệt hiện chưa được đề cập đến trong các phương pháp truyền thống trước đây.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến nhiệt độ không khí trong mỏ hầm lò

Các yếu tố ảnh hưởng đến sự hình thành nhiệt độ không khí trong quá trình khai thác mỏ bao gồm:

- Nhiệt độ ban đầu của khối đá tăng đều theo độ sâu (gradient địa nhiệt),
- Nén không khí liên quan đến quá trình tự nén không khí (đoạn nhiệt),
- Nhiệt từ quá trình ôxy hóa than,
- Nhiệt tỏa ra từ các thiết bị cơ điện,

Nhiệt truyền từ khối đá ảnh hưởng lớn đến không khí lưu thông trong đường lò. Giá trị của thông lượng nhiệt truyền từ khối đá sang không khí phụ thuộc vào nhiều yếu tố, chẳng hạn như nhiệt độ ban đầu của khối đá, nhiệt độ và lưu lượng không khí trong đường lò, tiết diện và độ sâu của đường lò, độ ẩm tương đối và độ nhám của bề mặt khối đá tiếp xúc với đường lò, thời gian thông gió. Năng lượng địa nhiệt trong vỏ Trái Đất được truyền đến bề mặt đường lò, từ đó sẽ xảy ra quá trình trao đổi nhiệt với không khí đang lưu thông. Nhiệt độ của khối đá sẽ thay đổi theo thời gian và sẽ đạt đến trạng thái cân bằng khi nhiệt độ không khí bằng nhiệt độ bề mặt khối đá [10].

Không khí di chuyển từ bên ngoài đến mức thấp nhất qua giếng đứng sẽ xảy ra quá trình tự động nén không khí (quá trình đoạn nhiệt). Khi đó áp suất không khí tăng, đồng thời nhiệt độ cũng tăng lên. Ngược lại khi di chuyển lên trên, không

khí nở ra và nhiệt độ không khí giảm xuống [5, 6]. Theo nghiên cứu của Z. X. Li và đồng nghiệp [9], trong điều kiện đoạn nhiệt, khi dòng không khí di chuyển 102 m theo phương thẳng đứng thì nhiệt độ của nó sẽ tăng khoảng 1°C. Trong các mỏ sâu, do quá trình tự động nén không khí, nhiệt độ không khí trong hầm lò có thể đạt đến nhiệt độ cần làm mát.

Mặc dù sự gia tăng nhiệt độ không khí trong quá trình di chuyển từ bề mặt đất đến nơi làm việc của thợ mỏ là đáng kể, nhưng sự gia tăng nhiệt độ không khí đáng chú ý nhất lại xảy ra trong quá trình vận hành lò chợ. Với sự gia tăng sản lượng lò chợ, cũng như sự đẩy mạnh áp dụng cơ giới hóa trong mỏ hầm lò, nhiệt từ các thiết bị, máy móc trong quá trình sản xuất đã trở thành nguồn nhiệt chính, là nguyên nhân đe dọa đến điều kiện khí hậu ở các mỏ hầm lò [15].

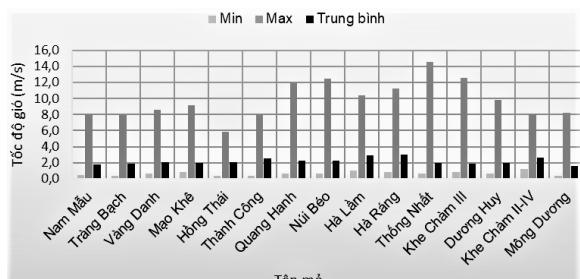
Trong mỏ hầm lò, ảnh hưởng của các nguồn nhiệt khác nhau đến nhiệt độ không khí trong quá trình khai thác cũng khác nhau đối với các nhóm đường lò. Đối với giếng đứng nguồn nhiệt lớn nhất đến từ quá trình tự nén không khí và từ các khối đá xung quanh. Đối với nhóm đường lò nằm ngang và nghiêng các nguồn nhiệt có thể ảnh hưởng đến sự gia tăng nhiệt độ không khí, bao gồm nhiệt từ đá xung quanh, nước ngầm, nước mỏ, quá trình ôxy hóa, máy móc, tự động nén không khí, v.v. Trong hầu hết các trường hợp, chỉ có nhiệt từ đá xung quanh và quá trình ôxy hóa là những yếu tố chính.

Ngoài ra, các yếu tố khác ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến nhiệt độ không khí trong quá trình đào khai thác, chẳng hạn như nhiệt độ ngoài trời (đối với các mỏ nông), thời gian thông gió, độ nhám của đá, cấu trúc địa chất, vận tốc gió, tiết diện đường lò, tiến độ khai thác lò chợ, phương pháp thông gió khi đào lò, quá trình bay hơi nước (nước từ khối đá xung quanh hoặc nước sử dụng trong quá trình công nghệ) và quá trình trao đổi chất của con người [6, 7, 11]

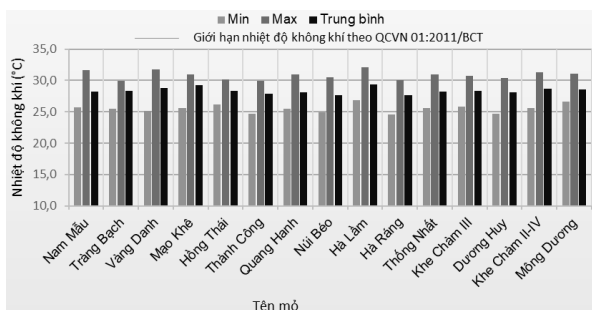
3. Điều kiện khí hậu các mỏ than hầm lò Việt Nam

Hiện nay, các sơ đồ thông gió phổ biến ở các mỏ hầm lò của Việt Nam bao gồm: sơ đồ thông gió trung tâm, sơ đồ thông gió sườn hoặc sơ đồ thông gió hỗn hợp (trung tâm – sườn). Phương pháp chủ yếu là thông gió hút với trạm quạt gió chính được đặt ở mặt bằng sản công nghiệp hoặc mặt bằng thông gió đặt ở trung tâm khai trường

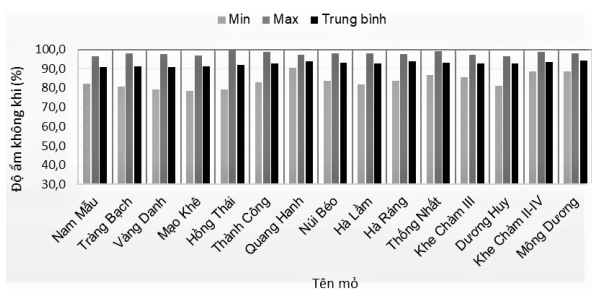
hoặc bên sườn. Kết quả khảo sát các thông số của khí hậu trong mỏ như vận tốc gió, nhiệt độ và độ ẩm không khí ở các mỏ than hầm lò Việt Nam được trình bày trong các hình 1-3.



Hình 1. Biểu đồ thống kê tốc độ gió trong lò ở một số mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh



Hình 2. Biểu đồ thống kê nhiệt độ không khí trong lò ở một số mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh



Hình 3. Biểu đồ thống kê độ ẩm tương đối của không khí trong lò ở một số mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh

Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về vi khí hậu - Giá trị cho phép vi khí hậu tại nơi làm việc - QCVN 26:2016/BYT [2] quy định đối với công việc nặng nhọc thì nhiệt độ tại nơi làm việc từ 16°C đến 30°C, độ ẩm không khí từ 40% đến 80%, tốc độ chuyển động của không khí đến 2m/s [2]. Theo Quy chuẩn QCVN 01:2011/BCT về an toàn trong khai thác than hầm lò [1] nhiệt độ không khí tại nơi làm việc không được vượt quá 30°C. Phân tích các biểu đồ trên có thể thấy vận tốc dòng khí trung

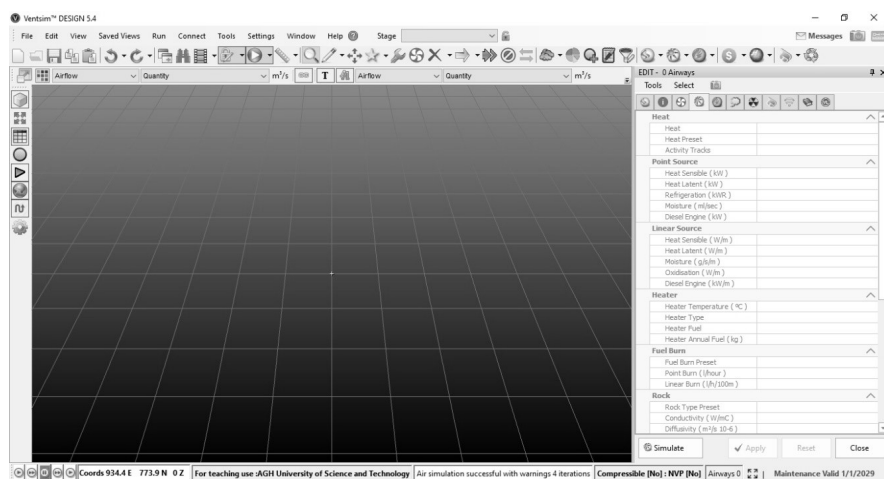
bình trong các đường lò phổ biến từ 1,6 đến 3,0 m/s, trung bình là 2,2 m/s. Trong các mỏ hầm lò ở Việt Nam, nhiệt độ không khí phổ biến ở mức đáp ứng quy chuẩn trên. Tuy nhiên, ở một số khu vực cục bộ trong mỏ nhiệt độ không khí vẫn vượt quá 30°C như Hà Lâm, Mông Dương, Mao Khê, Khe Châm II-IV,... Nguyên nhân là do hệ thống thông gió ở những khu vực này hoạt động không hiệu quả. Ngoài ra, trong một số lò chợ áp dụng công nghệ cơ giới hóa đồng bộ với các thiết bị cơ điện có công suất lớn, tỏa nhiều nhiệt vào luồng không khí lưu thông trong lò. Bên cạnh các nguyên nhân trên, nhiệt từ quá trình oxy hóa than và nhiệt độ ngoài trời cao (đặc biệt vào mùa hè) cũng góp phần làm tăng nhiệt độ không khí trong lò. Một yếu tố khác ảnh hưởng xấu đến điều kiện khí hậu trong lò là độ ẩm không khí cao. Ở các mỏ hầm lò của Việt Nam, độ ẩm không khí trung bình trong lò chợ là 92%.

4. Mô hình mô phỏng quá trình biến đổi nhiệt độ không khí mỏ trong phần mềm Ventsim Design

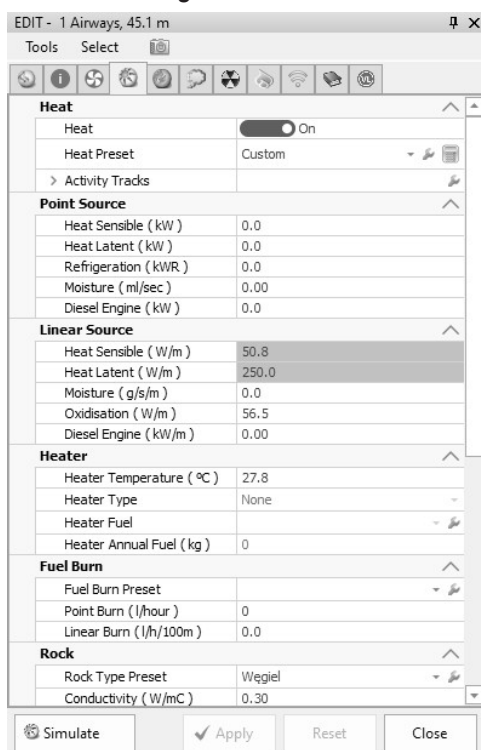
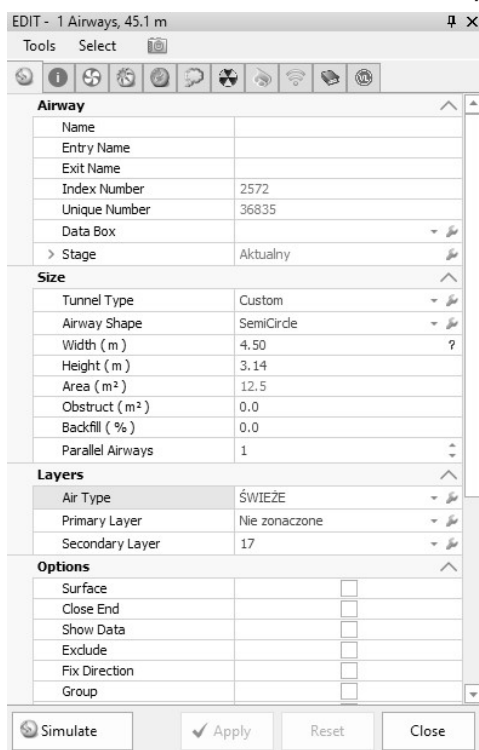
Ventsim Design là một trong những gói phần mềm mô phỏng hệ thống thông gió mỏ hầm lò tiên tiến nhất và được sử dụng rộng rãi trong thế giới khai thác hầm lò. Ventsim Design có thể được sử dụng để thực hiện nhiều lĩnh vực trong mỏ, bao gồm thiết kế thông gió mỏ, phân tích và tối ưu hóa mạng lưới mỏ, dự báo áp suất, nhiệt độ không khí, kiểm toán mạng gió mỏ, dự báo cháy mỏ và nhiều loại thông tin thông gió khác [17].

Mô hình mô phỏng và dự báo nhiệt độ không khí trong Ventsim Design có thể mô tả chính xác các nguồn nhiệt khác nhau trong các mỏ hầm lò (Hình 4). Ngoài nguồn nhiệt ban đầu được cung cấp bởi luồng gió sạch đi vào mỏ từ bên ngoài, mô hình này mô phỏng các nguồn nhiệt tuyến tính, tập trung vào toàn bộ chiều dài của đường lò, chẳng hạn như nhiệt từ quá trình vận chuyển than, nhiệt từ quá trình oxy hóa than đá, nhiệt lượng trong đường ống và nguồn nhiệt cục bộ từ động cơ của máy móc, thiết bị. Mô hình dự báo này sử dụng các thuật toán để dự đoán sự truyền nhiệt từ khối đá vào không khí dựa trên gradient địa nhiệt, các thông số của đá và thời gian tiếp xúc của bề mặt đá với không khí trong quá trình khai thác [17].

Khi xây dựng mô hình dự báo nhiệt độ không khí bằng Ventsim Design, phần mềm sẽ tự động tính đến độ ẩm từ các lớp đá khô đến ướt. Ngoài ra, người dùng còn có tùy chọn thêm nhiệt lượng



Hình 4. Giao diện phần mềm Ventsim Design



Hình 5. Hộp thoại trong phần mềm Ventsim Design để mô hình hoá quá trình thay đổi nhiệt độ giả định cho không khí dưới dạng hơi nước (Nhiệt từ quá trình bay hơi nước).

Các dữ liệu cơ bản để xây dựng mô hình mô phỏng dự báo nhiệt độ không khí trong Ventsim Design bao gồm bản đồ địa chất mỏ, bản đồ hệ thống thông gió, các cấu hình mặt cắt khai thác và sơ đồ đường lò khai thông, chuẩn bị. Số hóa các đường lò này bằng cách vẽ các đường tìm lò với tọa độ (x, y, z). Đối với từng đường lò, các dữ liệu cần

có để xây dựng mô hình bao gồm tiết diện đường lò, kích thước tiết diện và chiều dài đường lò. Để mô hình dự báo nhiệt độ không khí trong Ventsim Design hoạt động chính xác, cần thiết phải nhập dữ liệu về các nguồn nhiệt hiện và nhiệt ẩn (dưới dạng điểm nhiệt và nhiệt tuyến tính), các loại đá hoặc than, các thông số bề mặt đá, nhiệt độ ban đầu của khối đá và thời gian thông gió (Hình 5).

5. Kết quả mô hình hóa sự biến đổi nhiệt độ

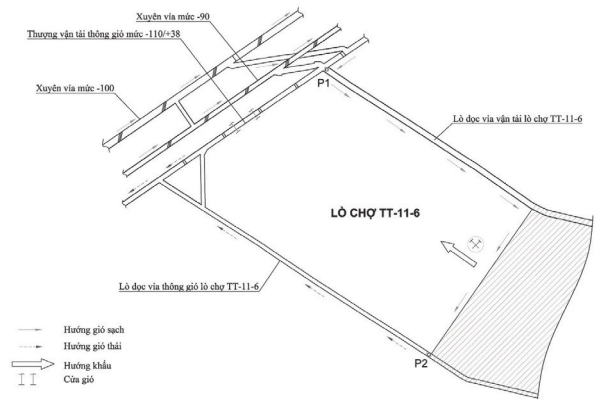
khu vực lò chợ TT-11-6 - Công ty than Dương Huy và I-5-11 – Công ty than Nam Mẫu

Năm 2020, công ty than Dương Huy đã tiến hành khai thác lò chợ cơ giới hóa TT-11-6 khu Trung Tâm vỉa 11. Chiều dài trung bình của lò chợ trong giai đoạn khảo sát là 138,5 m, độ sâu trung bình của lò chợ là 207,7 m tính từ bề mặt địa hình. Lò chợ TT-11-6 áp dụng hệ thống khai thác cột dài theo phương với công nghệ khai thác cơ giới hóa đồng bộ, khẩu than bằng máy combai, chống giữ lò chợ bằng giàn chống tự hành, điều khiển đá vách bằng phá hỏa toàn phần. Lò chợ được thông gió theo sơ đồ thông gió chung của khu vực. Sản lượng trung bình một ngày đêm của lò chợ trung bình khoảng 1.394 tấn/ngày. Đồng bộ thiết bị khai thác lò chợ bao gồm máy khẩu than MG300/700-WDK, máng cào SGZ730/220, máy nghiền loại PLM1000, máy chuyển tải SZB764/132, trạm bơm nhũ hóa BRW200/31,5, trạm bơm phun sương BPW200/5,5Z. Tổng công suất của các thiết bị điện hoạt động trong quá trình khai thác là 1257,5 kW. Lưu lượng gió ở đầu vào vào khu vực lò chợ (ngã ba giao với thượng vận tải) dao động trong khoảng 1045 lên đến 1609 m³/phút. Nhiệt độ ban đầu của khối đá là 30,9°C. Hình 6 mô tả sơ đồ đường lò khu vực lò chợ TT-11-6.

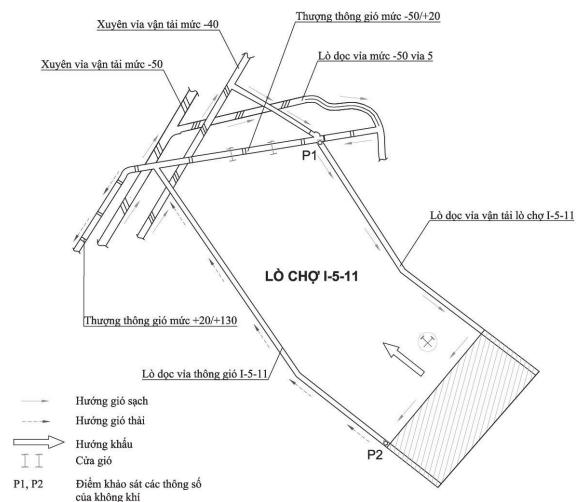
Lò chợ I-5-11 vỉa 5 Công ty than Nam Mẫu được khai thác ở độ sâu trung bình 443,5 m tính từ bề mặt. Lưu lượng gió qua lò chợ dao động từ 352 đến 486 m³/phút. Lò chợ áp dụng hệ thống khai thác cột dài theo phương, lò chợ chống giữ bằng giá xích, khẩu than bằng khoan nổ mìn, điều khiển đá vách bằng phá hỏa toàn phần. Các thiết bị điện sử dụng trong dây chuyền khai thác lò chợ bao gồm: máng cào SGB-420, băng tải SJ800/40/2x75. Tổng công suất của các thiết bị điện hoạt động là 140 kW. Sản lượng khai thác của lò chợ dao động từ 287 đến 664 tấn/ngày và trung bình là 524,6 tấn/ngày. Sơ đồ đường lò khu vực lò chợ I-5-11 được thể hiện trong hình 7.

Bảng 1. Dữ liệu đầu vào cơ bản để xây dựng mô hình trong phần mềm Ventsim Design

Lò chợ	Ngày	Ngã ba từ thượng vận tải vào lò dọc vỉa vận tải		Lưu lượng gió	Công suất động cơ diện	Độ sâu khai thác trung bình	Sản lượng lò chợ	Chiều dài đường lò	Nhiệt độ không khí ở đầu ra lò chợ (ngã ba lò đầu)
		Nhiệt độ không khí	Độ ẩm tương đối của không khí						
		°C	%						
TT-11-6	22/5/2020	28,1	82,9	1430	1257,5	210,8	1340	381,1	30,3
I-5-11	13/4/2020	27,8	87,5	465	140	440,5	429	288,6	29,2



Hình 6. Sơ đồ đường lò chuẩn bị lò chợ TT-11-6 mỏ Khe Tam – Công ty than Dương Huy



Hình 7. Sơ đồ đường lò chuẩn bị lò chợ I-5-11 vỉa 5 - Công ty than Nam Mẫu

Để thực hiện mô hình hóa sự thay đổi nhiệt độ không khí khu vực lò chợ trong phần mềm Ventsim Design, tác giả lựa chọn một số ngày trong tổng số các ngày đo các thông số không khí nhằm xác định các nguồn nhiệt trong điều kiện mỏ Việt Nam. Bảng 1 tóm tắt dữ liệu đầu vào của lò chợ TT-

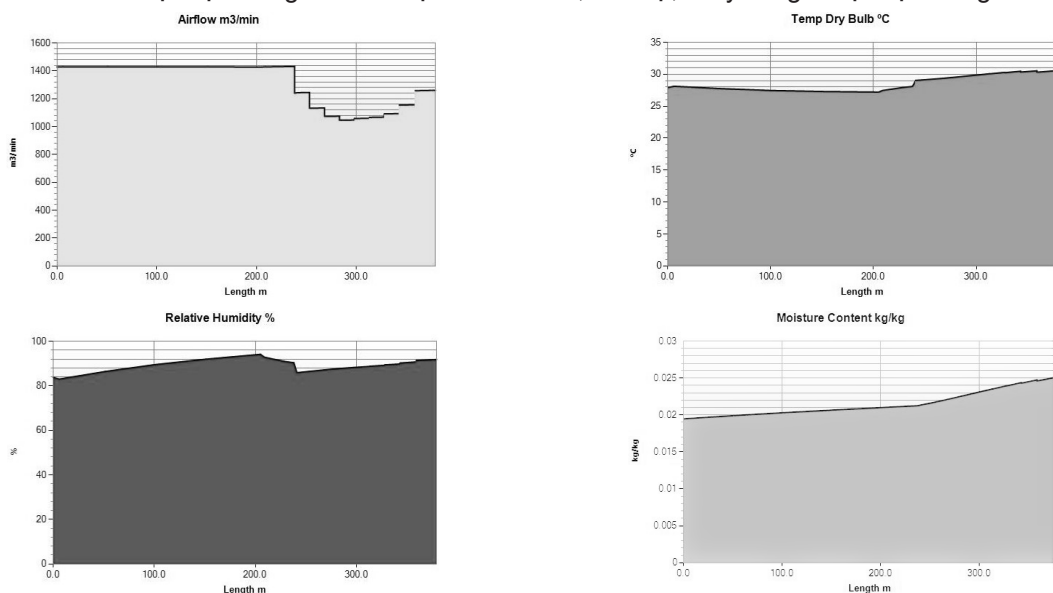
11-6 và I-5-11 để thực hiện mô hình hoá và dự báo nhiệt độ không khí trong phần mềm Ventsim Design 5.4.

Kết quả của quá trình mô hình hoá sự thay đổi nhiệt độ không khí trong các lò chợ bằng phần mềm Ventsim Design được thể hiện trong các hình 8÷11 và trong bảng 2.

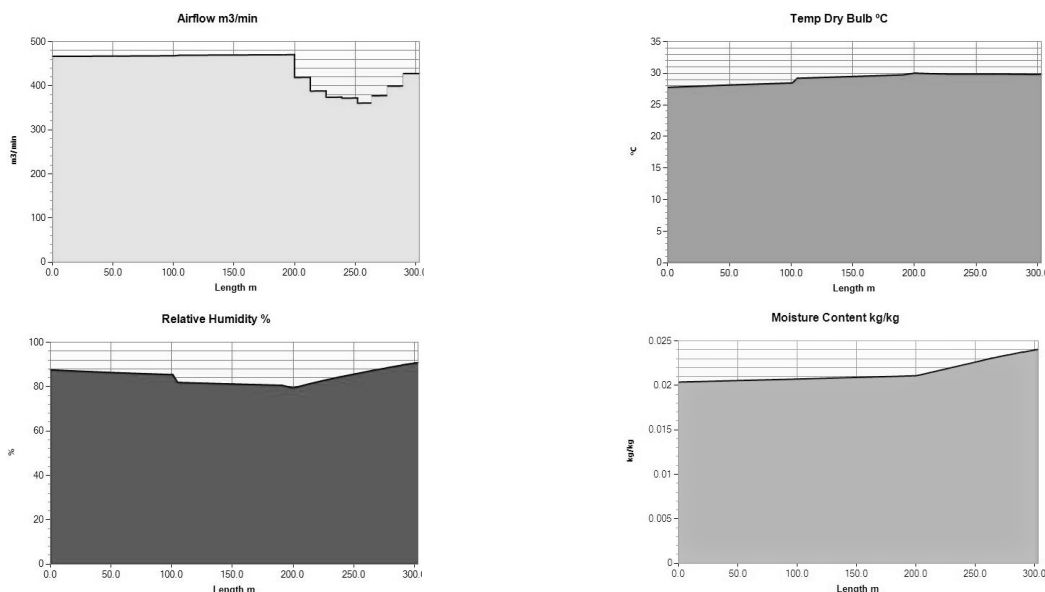
Trên cơ sở kết quả trình bày ở bảng 2 và các hình trên cho thấy mô hình hoá thay đổi nhiệt độ không khí trong khu vực lò chợ TT-11-6 và I-5-11 khá chính xác. Nhiệt độ không khí đo thực tế và

dự báo bằng phần mềm Ventsim Design tại ngã ba lò đầu của lò chợ TT-11-6 là 30,3°C và 30,6°C. Đối với lò chợ I-5-11 các giá trị này là 29,2°C và 29,8°C. Sai số giữa nhiệt độ không khí thực tế và nhiệt độ không khí dự báo nằm là nhỏ, từ 0,3°C (0,99%) đến 0,6°C (2,05%). Vì thế, trong mỗi mô hình các giá trị của nhiệt hiện và nhiệt ẩn được xác định chính xác.

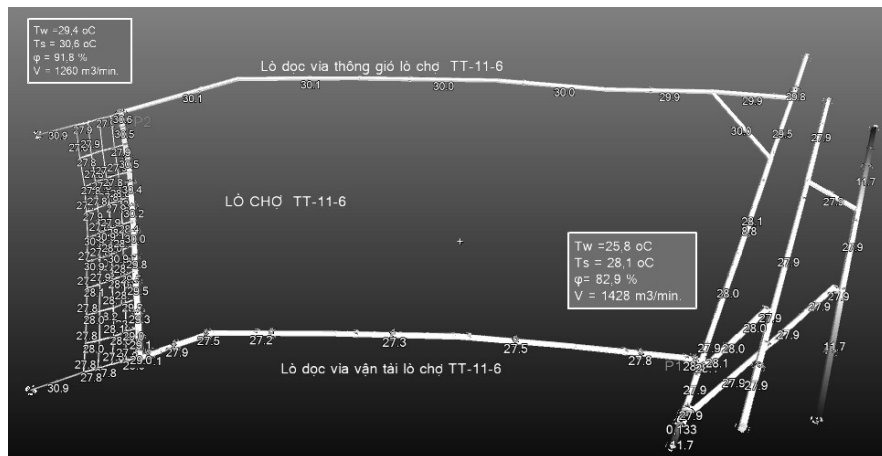
Từ kết quả mô hình hóa sự thay đổi nhiệt độ của luồng không khí di chuyển qua lò dọc vỉa vận tải, lò chợ, thấy rằng nhiệt độ không khí tăng do



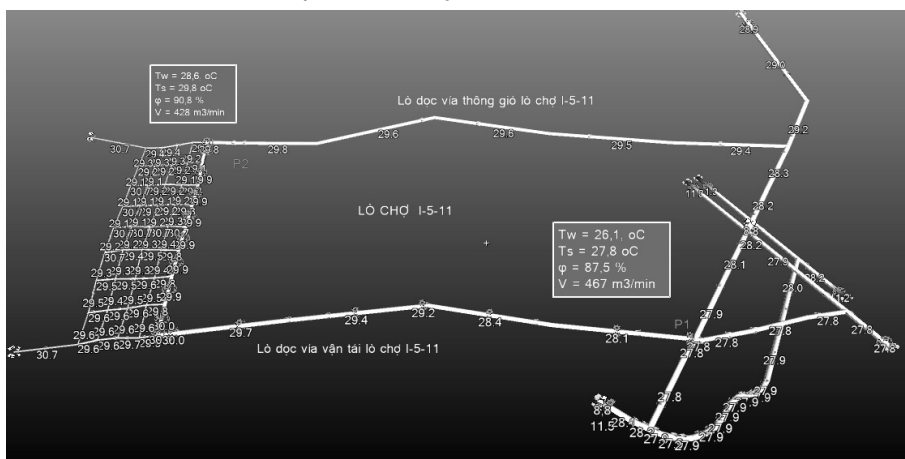
Hình 8. Quá trình thay đổi điều kiện khí hậu của lò chợ TT-11-6



Hình 9. Quá trình thay đổi điều kiện khí hậu của lò chợ I-5-11



Hình 10. Mô hình hoá quá trình thay đổi nhiệt độ khu vực lò chợ TT-11-6



Hình 11. Mô hình hoá quá trình thay đổi nhiệt độ khu vực lò chợ I-5-11

Bảng 2. Kết quả mô hình hóa sự thay đổi nhiệt độ không khí bằng phần mềm Ventsim Design

Lò chợ	Nhiệt độ không khí thực tế	Nhiệt độ không khí dự báo	Sai số tuyệt đối	Sai số tương đối	Nhiệt hiện	Nhiệt ẩn	Độ ẩm
	°C	°C	°C	%	kW	kW	kg/kg
TT-11-6	30,3	30,6	0,3	0,99	163,86	204,72	91,29
I-5-11	29,2	29,8	0,6	2,05	43,20	39,45	20,03

ảnh hưởng của các nguồn nhiệt hiện, chẳng hạn như máy móc thiết bị, quá trình oxy hóa than, quá trình vận chuyển than trong lò chợ và lò dọc vỉa, đường ống kỹ thuật, khối đá. Ngoài ra, sự trao đổi nhiệt này còn diễn ra thông qua nhiệt ẩn, tức là thông qua quá trình bốc hơi ẩm từ bề mặt đá, rãnh thoát nước, nước kỹ thuật và nền lò. Trong lò chợ cơ giới hóa TT-11-16, giá trị của nhiệt ẩn là 204,72 kW, bằng 55,5% tổng nhiệt. Giá trị của nhiệt hiện là 163,86 kW, bằng 45,5% tổng nhiệt lượng. Tuy nhiên, đối với lò chợ giá xích I-5-11, giá trị nhiệt

ẩn là 39,45kW, bằng 47,7% tổng nhiệt, giá trị của nhiệt hiện là 43,20 kW, bằng 52,3% tổng nhiệt. Các giá trị của nhiệt ẩn chiếm khoảng 50% tổng lượng nhiệt cho thấy, trong mỏ hầm lò Việt Nam cần thiết phải có các giải pháp làm giảm nhiệt ẩn bằng cách sử dụng rãnh nước có nắp đậy và hạn chế nước chảy trên mặt đường lò, sự rò rỉ nước kỹ thuật từ máy móc thiết bị.

6. Kết luận

Bài báo xác định sự thay đổi giá trị nhiệt hiện và nhiệt ẩn dựa trên ví dụ về 2 lò chợ TT-11-6 và

I-5-11. Dựa trên kết quả mô hình hóa sự thay đổi nhiệt độ không khí lưu thông qua lò dọc vỉa vận tải và lò chợ, thấy rằng sự gia tăng nhiệt độ không khí trong khu vực lò chợ là kết quả của sự gia tăng 2 loại nhiệt: nhiệt hiện có đến từ khối đá, quá trình oxy hóa than, máy móc và các nguồn cục bộ khác và nhiệt ẩn từ sự bốc hơi ẩm từ than nguyên khai, khối đá, nước kỹ thuật, rãnh thoát nước và nền lò. Độ ẩm không khí trong lò rất cao được cung cấp từ sự bốc hơi nước kết hợp với nhiệt độ không khí cao làm giảm điều kiện làm việc đối với thợ mỏ và gây ra cảm giác không thoải mái về nhiệt (oi bức, sốc nhiệt...). Một số giải pháp để cải thiện điều kiện khí hậu là cải thiện mạng gió mỏ, phát triển điều hòa không khí, thoát nước mỏ qua các đường ống hoặc rãnh nước có nắp đậy để làm khô không khí cung cấp cho khu vực lò chợ. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng mô hình hóa sự thay đổi và dự báo nhiệt độ không khí tại lò chợ cơ giới hóa TT-11-6 vỉa 11 khu Trung Tâm, mỏ than Khe Tam – Công ty than Dương Huy và lò chợ giá xích I-5-11 vỉa 6 Công ty than Nam Mẫu. Kết quả mô hình hóa nhiệt độ không khí trong Ventsim Design phản ánh chính xác kết quả thực tế từ các phép đo (sai số tương đối là 0,99% và 2,05%). Mô hình hóa sự thay đổi nhiệt trong đường lò mỏ sẽ góp phần tìm ra các giải pháp để tối ưu hóa các thông số của mạng lưới thông gió và hệ thống điều hòa không khí. Từ đó giúp ngăn ngừa và giảm thiểu các mối đe dọa về khí hậu đối với thợ mỏ, đồng thời cải thiện sức khỏe và điều kiện làm việc của họ.

Tài liệu tham khảo:

- [1] Bộ Công thương: *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò QCVN 01:2011/BCT* (Ban hành kèm theo thông tư số 03/2011/TT-BCT ngày 15 tháng 02 năm 2011 của Bộ trưởng Bộ Công thương). 2011.
- [2] Bộ Y Tế: *QCVN 26/2016/BYT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về vi khí hậu - Giá trị cho phép vi khí hậu tại nơi làm việc*. tháng 6 năm-2016.
- [3] Borowski Marek, Truong Tien Quan, Łuczak Rafał, and Życzkowski Piotr: *Selection and calculation of air-cooling solutions in underground coal mines in Vietnam*, *Inż. Miner.*, vol. no. 2, 2, pp. 237-244, 2020.
- [4] Công ty cổ phần Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin: *Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét triển vọng đến năm 2030*). Hà Nội, 2016.
- [5] Danko G. L.: *Subsurface flow and transport process model for time dependent mine ventilation simulations*, *Min. Technol.*, vol. 122, no. 3, pp. 134–144, Sep. 2013.
- [6] Frycz A.: *Klimatyzacja kopalń*, 2nd ed. Wydawnictwo „Śląsk”, 1981.
- [7] Hartman H. L., Mutmansky J. M., Ramani R. V., and Wang Y. J.: *Mine Ventilation and Air Conditioning*. New York: John Wiley, 1997.
- [8] Knechtel J.: *Zwalczanie zagrożenia klimatycznego w polskich kopalniach węgla kamiennego w odniesieniu do górnictwa światowego*, *Gór. Zrównoważonego Rozw.* 2007 Politech. Śląska, vol. z. 279, pp. 225–240.
- [9] Kocsis C. and Hardcastle S. G.: *Prediction and analysis of the underground climatic conditions and their cause in deep mechanized Canadian metal mines*, Jul. 2010.
- [10] McPherson M. J.: *Subsurface Ventilation Engineering*.
- [11] Pickering A. J. and Tuck M. A.: *Heat: sources, evaluation, determination of heat stress and heat stress treatment*, *Min. Technol.*, vol. 79, Jun. 1997.
- [12] Queensland: *Coal Mining Safety and Health Regulation*, Australia, p. 304, 2001.
- [13] Tổng cục quản lý giám sát an toàn trong sản xuất Trung Quốc: *Quy định an toàn của mỏ than*. 2016.
- [14] Truong Tien Quan, Łuczak Rafał, and Życzkowski Piotr: *Climatic hazard assessment in selected underground hard coal mines in Vietnam*, *Inż. Miner.*, no. 2, pp. 155–163, 2019.
- [15] Wang C. B.: *Heat analysis and initial mining surface air temperature prediction research on Gaojiapu coal mine*, *Coal Technol.*, vol. 35, no. 11, 2016.
- [16] Rozporządzenie ministra gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych.
- [17] Ventsim, <https://ventsim.com/>.

Modeling the air temperature change in tunnels of Vietnam's coal mines by Ventsim Design software

MSc. Pham Van Quan, Dr. Truong Tien Quan

Vinacomin-Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

The coal seams mining at high depths by using a variety of machinery with a large capacity to increase the efficiency of extraction contributes to an increase in the air temperature in the tunnels. The decline in microclimate conditions in tunnels affects the health and safety of miners. Solutions on heat source control that affect the air temperature will help control and improve microclimate conditions. The article presents the model of heat change in the longwall area of Vietnam's underground mine conditions by Ventsim Design software. At the same time, the modeling of the process of the heat change and the air temperature forecast at the TT-11-6 longwall area of Khe Tam mine - Duong Huy Coal Company and at the I-5-11 area of Nam Mau Coal Company. The model determines the average increase of the current and hidden heat values, from the results of measuring the values of microclimate conditions in the tunnels of the longwalls area. The presented model contributes to the better illustration on the temperature change during the mining process at the longwall area for the conditions of Vietnam's underground coal mine.

Than Thống Nhất tập trung đẩy mạnh công tác tuyển sinh đào tạo và giữ chân thợ lò

Thực hiện kế hoạch triển khai đồng bộ các giải pháp nhằm thu hút lao động làm việc trong hầm lò, giữ chân thợ lò, trong tháng 5/2022, Công ty Than Thống Nhất - TKV đã tổ chức 04 đợt tham quan thực tế khai trường, diện sản xuất cho 140 học sinh nghề mỏ hầm lò của Trường Cao đẳng Than - Khoáng sản Việt Nam thuộc diện đào tạo theo chỉ tiêu của Công ty

Tham gia các buổi gặp mặt có đại diện lãnh đạo Công ty, cán bộ các phòng TCLĐ, KCM, AT đến làm việc và trao đổi trực tiếp với đoàn giáo viên nhà trường và các học sinh.



Học sinh nghề mỏ hầm lò được giới thiệu về sản xuất, quán triệt công tác an toàn trước khi vào lò

Trong chương trình gặp mặt, học sinh đã được xem trích đoạn video giới thiệu về tình hình SXKD của Công ty, được nghe những chia sẻ, giải đáp những thắc mắc về chế độ đãi ngộ, phúc lợi, tiền lương mà Công ty hiện đang triển khai, áp dụng đối với người lao động làm việc trong hầm lò.

Trong chuyến tham quan, các học sinh đã được tham quan toàn bộ khai trường sản xuất của Công ty tại mặt bằng +41 gồm: Trung tâm điều hành sản xuất, nhà tắm, nhà giặt, nhà ăn, nhà cấp phát trang bị BHLĐ. Được các giáo viên Trường Cao đẳng TKV và cán bộ các Phòng KCM, AT hướng dẫn xuống lò tham quan khai trường, diện sản xuất của hai đơn vị: Phân xưởng Khai thác 1 và Phân xưởng Khai thác 9 đảm bảo an toàn. Tại đây, học sinh đã được tiếp xúc gần với điều kiện làm việc trong lò, trao đổi kiến thức thực tiễn với thợ bậc cao của hai phân xưởng, trải nghiệm quy trình làm việc khép kín của người thợ mỏ từ khi



Giới thiệu về công nghệ sản xuất hầm lò cho học sinh

xuống lò đến khi kết thúc ca sản xuất.

Chuyến tham quan giúp các học sinh nghề mỏ hầm lò có cơ hội tìm hiểu về tình hình SXKD, công nghệ khai thác và chống giữ, điều kiện sản xuất thực tế, công tác chăm lo đời sống người lao động, cơ chế chính sách tiền lương, tiền thưởng... Từ đó, học sinh có cái nhìn thực tế, nâng cao nhận thức vai trò và trách nhiệm đối với ngành nghề đang lựa chọn học tập, làm việc.

Công ty Than Thống Nhất - TKV đã và đang triển khai nhiều giải pháp đào tạo nâng cao chất lượng nguồn nhân lực và giữ chân thợ lò. Kết hợp tập trung tăng cường công tác quản lý các chỉ tiêu kỹ thuật công nghệ, đẩy mạnh việc áp dụng các loại hình công nghệ cao trong lao động sản xuất nhằm giảm thiểu sức lao động và làm tăng năng suất, tăng thu nhập cho thợ lò nói riêng và người lao động trong toàn Công ty nói chung.

CTV: Lê Hải

Than Dương Huy: Nỗ lực triển khai các giải pháp nâng cao hiệu quả sản xuất than hầm lò

Đầu năm 2022, đại dịch Covid diễn biến phức tạp, cùng với xung đột vũ trang giữa Nga và Ucraina dẫn tới ảnh hưởng đến việc huy động nhân lực cho sản xuất và thị trường cung ứng, nhập khẩu than. Thực hiện chỉ đạo của TKV, Công ty Than Dương Huy đã đẩy mạnh sản xuất bằng nhiều giải pháp để tăng sản lượng, nâng cao hiệu quả sản xuất, kinh doanh

Theo đó, từ kế hoạch pháp lệnh sản xuất than nguyên khai năm 2022 của Công ty là 2.075.000 tấn được đẩy lên thực hiện kế hoạch điều hành sản xuất 2.225.000 tấn, tăng 150.000 tấn than

khai thác hầm lò.

Với phương châm “Tình thế nào, giải pháp đó”, Công ty Than Dương Huy đã lựa chọn giải pháp có tính đột phá. Giữ nguyên 10 phân xưởng khai thác nhưng tổ chức vận hành 11 lò chợ, trong đó Phân xưởng Khai thác Than 3 được giao quản lý đồng thời 2 lò chợ với 2 công nghệ chống giữ khác nhau.

Phân xưởng Khai thác Than 3 có 134 CBCNV, từ tháng 1 đến tháng 4/2022 khai thác lò chợ N8-2 vỉa 8 Khu Nam bằng công nghệ giá khung ZH1600/16/24Z với sản lượng trung bình đạt 20.000 tấn/tháng. Từ đầu tháng 5/2022, phân xưởng được giao quản lý thêm lò chợ 8-1 Vĩa 8 chống giữ bằng công nghệ giá ZRY.



Than Dương Huy áp dụng công nghệ khai thác bằng giàn mềm ZRY

Sau một thời gian chuyển giao, đến ngày 12/5/2022 phân xưởng đã chính thức ra những tấn than đầu tiên tại lò chợ 8-1 Vĩa 8 Khu Nam, sản lượng trung bình của phân xưởng tăng từ 1.000 tấn/ngày lên 1.300 tấn/ngày.

Việc 1 phân xưởng vận hành 2 lò chợ với 2 công nghệ chống giữ khác nhau đã tận dụng tối đa năng lực hệ thống vận tải lò chân và lò thượng, giải quyết được xung đột vận tải mức -100 giữa 2 đơn vị trước đây. Đồng thời, đã chủ động làm chủ tiến độ khai thác của lò chợ một cách hợp lý đảm bảo an toàn và hiệu quả cao.

Từ mô hình này, trong tương lai gần, Than Dương Huy sẽ tổ chức rút kinh nghiệm, nhân rộng để giảm lao động gián tiếp, tiết kiệm chi phí, tăng tính tự chủ cho đơn vị, qua đó đào tạo được nhiều cán bộ có đủ năng lực gánh vác công việc theo tinh thần Nghị quyết lãnh đạo Chiến lược phát triển nguồn nhân lực Công ty Than Dương Huy - TKV giai đoạn 2021-2025.

CTV: Hương Giang

Lãnh đạo Tập đoàn kiểm tra công tác môi trường tại vùng Cẩm Phả

Chiều ngày 01/6, Thành viên HĐQT Tập đoàn Phạm Văn Mật đã đi kiểm tra công tác môi trường, khắc phục ảnh hưởng do mưa lớn tại vùng Cẩm Phả. Cùng đi có Phó Giám đốc Trung tâm ĐHSX tại Quảng Ninh Nguyễn Mạnh Điệp, các Ban: MT, KCM và Công ty TNHH 1TV Môi trường - TKV

Tại Cẩm Phả, Thành viên HĐQT Tập đoàn Phạm Văn Mật và Đoàn công tác đã đi kiểm tra tuyến đường vận chuyển từ Trạm bảo vệ Số 2 mỏ Cao Sơn xuống MB mỏ Cọc Sáu, công tác thi công kè chống sạt lở tuyến đường do Công ty Môi trường - TKV thực hiện; Tuyến đường chuyên dùng Bàng Nâu - Khe Dây (đoạn tránh bãi thải Đông Cao Sơn), công tác quản lý, thi công sửa chữa tuyến đường, đập bụi...; Tuyến mương thoát nước Alpha (khu vực mỏ Đèo Nai - Núi Nhện)...



Kiểm tra hệ thống tuyến mương thoát nước Alpha

Sau khi kiểm tra tại hiện trường và làm việc với Công ty Môi trường - TKV, có sự tham dự của Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Vũ Anh Tuấn, lãnh đạo Tập đoàn đã ghi nhận những cố gắng, nỗ lực của Công ty Môi trường - TKV trong công tác thi công các công trình môi trường, PCMB. Đồng thời, đề nghị đơn vị khẩn trương hoàn thành các công trình môi trường, phòng chống mưa bão như kè chống sạt lở, các tuyến mương thoát nước, đập chắn..., thường xuyên duy tu, bảo dưỡng, sửa chữa các tuyến đường, đảm bảo an toàn trong mùa mưa và đảm bảo công tác vận chuyển than. Đối với các tuyến đường có nền yếu cần có biện pháp khắc phục, nâng cao năng lực thi công, sửa chữa các tuyến đường tiến tới đảm nhận quản lý toàn bộ các tuyến đường vận chuyển; chú ý các thủ tục về

quản lý đất đai thực hiện theo đúng quy định; có phương án chủ động xử lý, khắc phục các sự cố khi có mưa lớn...

Cũng trong sáng ngày 02/6, Thành viên HĐQT Tập đoàn Phạm Văn Mật đã đi kiểm tra công tác đầu tư, môi trường tại Công ty CP Than Đèo Nai. Theo báo cáo, công tác đầu tư thực hiện 5 tháng dự kiến đạt 23,8 tỷ đồng, chủ yếu tập trung công tác chuẩn bị dự án thuộc phần kế hoạch chuẩn bị và dự phòng. Kế hoạch 7 tháng cuối năm 2022, giá trị đầu tư dự kiến 150 tỷ đồng; trong đó có các dự án đầu tư thiết bị phục vụ sản xuất, xây dựng hệ thống sản xuất than từ đất đá lẫn than, các dự án môi trường..., Đối với thực hiện kế hoạch bảo vệ môi trường năm 2022, trong 5 tháng đầu năm đã thực hiện 6,346 tỷ đồng, bằng 75,66% KH năm; số lượng các công trình môi trường 03 công trình như củng cố hệ thống mương thoát nước Alpha và nạo vét hệ thống thoát nước lò mức +28; trồng cây cải tạo phục hồi môi trường bãi thải Nam Khe Tam - Đông Khe Sim, trong Lộ Trí; củng cố đê chắn đất đá bãi thải Nam Khe Tam - Đông Khe Sim.

Làm việc với Công ty CP Than Đèo Nai, Thành viên HĐQT Tập đoàn Phạm Văn Mật đề nghị về công tác đầu tư cần hoàn thiện sớm thủ tục các dự án duy trì sản xuất đã có kế hoạch báo cáo Tập đoàn phê duyệt. Đối với công tác môi trường, khẩn trương hoàn thành các công trình môi trường, PCMB, phối hợp với Công ty Môi trường - TKV hoàn thành công tác trồng cây, cần có phương án xử lý thoát nước trong mùa mưa...

Thành viên HĐQT Tập đoàn Phạm Văn Mật cũng nghe và cho ý kiến công tác chuẩn bị đầu tư Dự án khai thác cụm mỏ Cọc Sáu - Đèo Nai có công suất thiết kế 2,7 triệu tấn/năm, lưu ý chủ đầu tư và đơn vị tư vấn cần có 2 phương án đề so sách, lựa chọn phương án tốt nhất, có tính khả thi; về công tác đồ thái, thoát nước, quy trình triển khai thực hiện, đảm bảo khai thác hiệu quả tài nguyên, giảm tổn thất tài nguyên, đảm bảo hiệu quả đầu tư...

Truyền thông TKV

Contents	Page
Dr. Duong Duc Hai, Dr. Nguyen Ngoc Giang, Eng. Nguyen Nam Khanh - <i>Overview study of the coal pillar size calculating methods in preparation tunnels</i>	1
Dr. Tran Minh Tien, MSc. Ngo Van Thang, Eng. Pham Tien Duong - <i>Research on solutions of thin seam mining and recovering in underground mines by the twisted drill in Quang Ninh</i>	10
MSc. Le Ba Phuc, Eng. Do Van Trieu - <i>Test results of load model warning monitoring system on the rock transporting trucks at Coc Sau coal mine</i>	19
MSc. Le Ba Phuc, Eng. Do Van Trieu - <i>Study on the artificial intelligence model of LSTM - NA in the air quality forecast for deep open pit coal mines</i>	27
MSc. Nguyen Viet Phuong, MSc. Do Manh Hai, Dr. Nguyen Tat Thang, Eng. Nguyen Tien Trong, BA. Bui Anh Tuan - <i>Error troubleshoot on CO emissions and spontaneous combustion coal prevention measures at the longwall of 14.5-12.2 level and -229/-234 in Vinacomin - Khe Cham Coal Company</i>	32
Eng. Tran Vu Thang, MSc. Nguyen Duy Long - <i>Application of the unmanned aerial vehicle technology of Lidar Matrice 300 RTK combined with Phantom 4 RTK UAVs to build 3D maps of key waste dumps for the environmental protection and the disaster prevention of Vinacomin</i>	41
MSc. Pham Van Quan, Dr. Truong Tien Quan - <i>Modeling the air temperature change in tunnels of Vietnam's coal mines by Ventsim Design software</i>	49

Làm việc với Tập đoàn MC BAUCHEMIE (CHLB Đức)

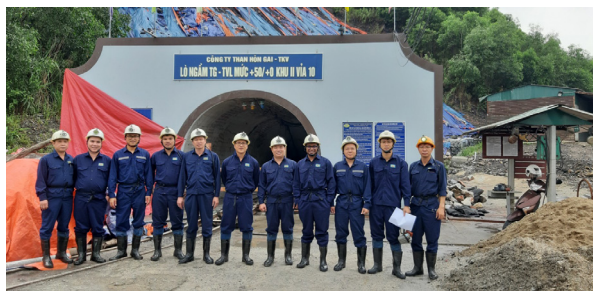
Chiều ngày 23/5/2022, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin đã tiếp và làm việc với Tập đoàn MC BAUCHEMIE (CHLB Đức) về công nghệ sử dụng hóa chất gia cố vùng địa chất yếu và nền móng phục vụ thi công



Tham dự buổi làm việc về phía Viện KHCN Mỏ có ông Đinh Văn Cường, TP Công nghệ Xây dựng Công trình Ngầm và Mỏ, ông Nguyễn Hữu Huấn, TP Nghiên cứu Địa cơ Mỏ; Về phía Tập đoàn MC BAUCHEMIE (CHLB Đức) có ông Đỗ Thế Tường giám đốc phát triển khu vực Châu Á, ông Sumesh sreedharan, chuyên gia nền móng và hầm ngầm cùng một số cán bộ kỹ thuật của hai bên.

Tập đoàn MC BAUCHEMIE (CHLB Đức) là nhà sản xuất hàng đầu thế giới về các sản phẩm và công nghệ hóa chất xây dựng. Hiện nay MC BAUCHEMIE đã có mặt và hoạt động tại hơn 40 quốc gia trên toàn thế giới.

Tại buổi làm việc, phía Viện KHCN Mỏ đã giới thiệu sơ lược về tình hình khai thác cũng như công nghệ áp dụng tại ngành Than Việt Nam, đặc biệt là vấn đề sử dụng hóa chất trong công tác gia cố đường lò tại những vị trí có điều kiện địa chất yếu.



Trên cơ sở những vấn đề mà Viện KHCN Mỏ đặt ra, hai bên đã cùng trao đổi, bàn bạc, thảo luận để tìm phương án phù hợp. Sau buổi làm việc, ngày 24/5/2022, hai bên đã cùng đi khảo sát hiện trường tại Công ty than Hòn Gai.

Đ.L.

Viện KHCN Mỏ làm việc với Tập đoàn Caterpillar

Ngày 25/5/2022, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ -Vinacomin đã tiếp và làm việc với Tập đoàn Caterpillar về vấn đề giới thiệu các sản phẩm thiết bị CGH phục vụ công tác đào lò, khai thác than



Tham dự buổi làm việc về phía Viện KHCN Mỏ có ông Đào Hồng Quảng, Viện trưởng, ông Nhữ Việt Tuấn, Phó Viện trưởng; Về phía Tập đoàn Caterpillar có ông Paul Mulley- Giám đốc điều hành, dẫn đầu đoàn cùng một số cán bộ kỹ thuật của hai bên, cán bộ đại diện Tập đoàn Phú Thái CAT.

Tập đoàn Caterpillar là một tập đoàn đa quốc gia có trụ sở tại Canifornia (Hoa Kỳ). Tập đoàn nằm trong TOP Fortune 100 chuyên về thiết kế, phát triển, sản xuất máy móc xây dựng, động cơ đốt trong, dịch vụ tài chính.... Là nhà sản xuất thiết bị xây dựng lớn nhất thế giới.

Tại buổi làm việc, ông Đào Hồng Quảng, Viện trưởng Viện KHCN Mỏ đã bày tỏ sự quan tâm đến những thiết bị, công nghệ cơ giới hóa khai thác tiên tiến, hiện đại áp dụng cho các mỏ than hầm lò có hiệu suất, mức độ an toàn cao.

Cũng tại buổi làm việc phía Viện KHCN Mỏ đã giới thiệu sơ lược về tình hình khai thác, điều kiện địa chất, kỹ thuật, thiết bị công nghệ đang được áp dụng tại các mỏ than hầm lò của Việt Nam. Phía Caterpillar đã giới thiệu chi tiết về đặc tính kỹ thuật, công suất, mức độ an toàn của các sản phẩm thiết bị đào lò, khấu than...của hãng CAT/ Gainwell, đặc biệt là việc áp dụng thực tế của các thiết bị này tại các mỏ hầm lò trên thế giới.

Buổi làm việc là cơ sở để hai bên có những bước tiến mới trong vấn đề hợp tác lâu dài. Cũng trong chương trình, những ngày tới, Tập đoàn Caterpillar sẽ tiếp tục chuyển thăm quan, khảo sát và giới thiệu sản phẩm thiết bị tại một số đơn vị khai thác than vùng Quảng Ninh./

Đ.L.



Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Công ty Cổ phần Phát triển Công nghệ và Thiết bị Mỏ tổ chức Hội nghị Sơ kết Quý II và 6 tháng đầu năm, phương hướng, nhiệm vụ, kế hoạch Quý III năm 2022

Ngày 24/6/2022, Công ty CP Phát triển Công nghệ và Thiết bị Mỏ đã tổ chức Hội nghị Sơ kết Quý II và 6 tháng đầu năm, phương hướng, nhiệm vụ, kế hoạch Quý III năm 2022.



Tham dự Hội nghị có các thành viên HĐQT, Ban Giám đốc, Ban Kiểm soát, Chủ tịch, Phó Chủ tịch Công đoàn, Bí thư ĐTN và trưởng, phó các phòng ban, quản đốc, phó quản đốc các tổ, đội của Công ty,... Về phía Viện Khoa học Công nghệ Mỏ có ông Đào Hồng Quảng – Bí thư Đảng ủy, Viện trưởng; ông Vũ Thái Nam – Chủ tịch Công đoàn, Trưởng phòng TCHC...

Theo báo cáo trình bày tại Hội nghị, trong 6 tháng đầu năm 2022, mặc dù tình hình dịch bệnh Covid 19 vẫn còn diễn biến phức tạp, sự cạnh tranh mạnh mẽ của các đối tác trong và ngoài ngành nhưng bằng sự đoàn kết, đồng lòng và kinh nghiệm trong tổ chức triển khai công việc, có giải pháp phù hợp, Công ty đã đạt và vượt những mục tiêu, kế hoạch đề ra. Cụ thể là:

Doanh thu 6 tháng đầu năm 2022 đạt 33,615 tỷ đồng, doanh thu Quý II đạt 25,612 tỷ đồng; Tiền lương người lao động 6 tháng đầu năm đạt 13,6 tr.đ/người/tháng, tiền lương Quý II đạt 13,9 tr.đ/người/tháng; Các hợp đồng dịch vụ được thực hiện đảm bảo tiến độ, an toàn, đáp ứng yêu cầu của khách hàng; Đời sống vật chất, tinh thần của người lao động được duy trì ổn định.

Về phương hướng, nhiệm vụ kế hoạch Quý III năm 2022, Công ty sẽ tiếp tục triển khai thực hiện các hợp đồng đã ký đảm bảo đúng tiến độ, hiệu quả; Tăng cường công tác thị trường, tổ chức lập hồ sơ dự thầu, tìm kiếm, ký mới các hợp đồng; Tăng cường công tác giám sát AT – VSLĐ – PCCN, giám sát thi công các công trình đảm

bảo an toàn tuyệt đối cho người và thiết bị; Triển khai thực hiện Dự án đầu tư năm 2022; Thực hiện mua sắm cấp phát vật tư đảm bảo đáp ứng yêu cầu phục vụ SXKD...; Tăng cường công tác hành chính – quản trị văn phòng, tiếp tục xây dựng, sửa đổi, ban hành các quy chế, quy định nhằm hoàn thiện hệ thống văn bản phục vụ công tác quản lý và điều hành; ...



Phát biểu chỉ đạo tại Hội nghị, ông Đào Hồng Quảng Bí thư Đảng ủy, Viện trưởng Viện KHCN Mỏ ghi nhận, đánh giá cao những kết quả mà Công ty đã đạt được. Đồng thời nhấn mạnh xu thế phát triển tăng trở lại của Công ty trong những năm gần đây đã khẳng định vai trò, năng lực của tập thể, cá nhân, đặc biệt là vai trò lãnh đạo, chỉ đạo của người đứng đầu. Trong thời gian tới, ông Đào Hồng Quảng đề nghị Công ty tiếp tục phát huy những lợi thế, duy trì phát triển những lĩnh vực SXKD trọng tâm đồng thời tiết giảm chi phí, quan tâm chăm lo, nâng cao đời sống vật chất, tinh thần cho người lao động; Nghiên cứu, mở rộng thị trường hoạt động SXKD tạo đà cho sự phát triển bền vững, lâu dài...



Kết luận Hội nghị, ông Phạm Quang Hường tiếp thu các ý kiến chỉ đạo của cấp trên đồng thời khẳng định trong thời gian tới, Công ty sẽ tập trung triển khai có hiệu quả các mặt hoạt động; Bám sát, nghiên cứu, mở rộng thị trường tiến tới đa dạng hóa ngành nghề SXKD; Xem xét kỹ những vấn đề liên quan đến công tác đầu tư; Tiết giảm chi phí; Hoàn thành mọi nhiệm vụ được giao./.

Đ.L.