

THÔNG TIN

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ

MINING TECHNOLOGY BULLETIN



ISSN 1859 - 0063

SỐ 3/2020

VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ - VINACOMIN

CHÀO MỪNG ĐẠI HỘI ĐẢNG BỘ LẦN THỨ XX
VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ - VINACOMIN
11/05/2020



THÔNG TIN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ

SỐ 3/2020
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. TRẦN TÚ BA

TS. NHỮ VIỆT TUẤN

ThS. HOÀNG MINH HÙNG

TS. ĐÀO ĐẮC TẠO

TS. TẠ NGỌC HẢI

TS. LÊ ĐỨC NGUYỄN

ThS. PHẠM CHÂN CHÍNH

Trình bày bìa:

KS. ĐÀO ANH TUẤN

TÒA SOẠN

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ

Số 3 Phan Đình Giót - Hà Nội

Điện thoại: 84-024-38647675

Fax: 84-024-38641564

Email: phongthongtinkhoahoc@yahoo.com.vn

Website: www.imsat.vn

GIẤY PHÉP XUẤT BẢN

số 58/GP-XBBT ngày 26/12/2003

của Cục Bảo chí Bộ Văn hóa

và Thông tin



MỤC LỤC

CÔNG NGHỆ KHAI THÁC HÀM LÒ		
Ứng dụng phần mềm PFC ^{2D} nghiên cứu các tham số hợp lý trong sơ đồ công nghệ cơ giới hoá khai thác lò dọc vỉa phân tầng cho điều kiện các vỉa than dày, dốc nghiêng đến dốc đứng	ThS. Nguyễn Ngọc Giang TS. Song Wei Hua	1
XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGÀM VÀ MỎ		
Đánh giá thực trạng tai nạn lao động tại các mỏ than hầm lò và đề xuất một số giải pháp nhằm hạn chế nguy cơ gây mất an toàn	ThS. Đinh Văn Cường, TS. Trịnh Đăng Hưng KS. Hoàng Phương Thảo	10
Nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chuẩn thiết kế và chế tạo cấu kiện neo cáp cho các công ty sản xuất cơ khí thuộc TKV	ThS. Phí Văn Long ThS. Đoàn Ngọc Cảnh TS. Trịnh Đăng Hưng	16
TUYỂN, CHẾ BIẾN THAN - KHOÁNG SẢN		
Giới thiệu công nghệ pha trộn than nhập khẩu với than sản xuất trong nước và công nghệ pha trộn than tại mỏ than Arch thuộc bang Verginia của Mỹ	KS. Nguyễn Văn Nghĩa	23
CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG		
Nghiên cứu khả năng xử lý phenol trong nước bằng than hoạt tính	KS. Trần Nam Anh	29
ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA		
Xây dựng hệ thống giám sát, điều khiển và cảnh báo sự cố cho hệ thống trạm, mạng cung cấp điện của các đơn vị sản xuất than – khoáng sản	NCS. Vũ Thế Nam	39
Nghiên cứu thiết lập hệ thống thông tin, đo lường và điều khiển cho tổ hợp đào lò	NCS. Hà Thị Chúc NCS. Phạm Thanh Liêm	44
AN TOÀN MỎ		
Nghiên cứu, đề xuất và thiết kế hệ thống làm mát không khí mỏ phù hợp với điều kiện kỹ thuật các mỏ than hầm lò thuộc TKV	TS. Nguyễn Minh Phiến, ThS. Hồ Đình Tuệ KS. Vũ Ngọc Hoàn KS. Vũ Đức Trọng KS. Lê Trọng Hiếu KS. Phạm Văn Duy	49
TIN TRONG NGÀNH		
Hội thảo nghiên cứu, lựa chọn giải pháp công nghệ nâng cao chất lượng đường mỏ lộ thiên; Giải pháp thu hút tuyển sinh thợ lò; Lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ ở Than Mông Dương	KS. Đào Anh Tuấn	58

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM PFC^{2D} NGHIÊN CỨU CÁC THAM SỐ HỢP LÝ TRONG SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ CƠ GIỚI HOÁ KHAI THÁC LÒ DỌC VỈA PHÂN TẦNG CHO ĐIỀU KIỆN CÁC VỈA THAN DÀY, DỐC NGHIÊNG ĐẾN ĐỐC ĐỨNG

ThS. Nguyễn Ngọc Giang

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

TS. Song Wei Hua

Trường Đại học Kỹ thuật Công trình Liêu Ninh - Trung Quốc

Biên tập: TS. Lê Đức Nguyên

Tóm tắt:

Hiện nay, vấn đề khai thác hiệu quả phần trữ lượng vỉa than dày dốc vẫn là một bài toán khó của ngành công nghiệp than và được rất nhiều nhà nghiên cứu trong, ngoài nước quan tâm. Với trình độ khoa học kỹ thuật phát triển như hiện nay, việc ứng dụng phần mềm số để mô phỏng, nghiên cứu quá trình khai thác lò chợ sẽ giúp ích rất lớn cho việc lựa chọn tham số công nghệ phù hợp và hiệu quả làm việc được nâng cao. Nội dung chủ yếu của bài báo là ứng dụng phần mềm PFC^{2D} để nghiên cứu lựa chọn tham số phù hợp với công nghệ khai thác cơ giới hoá dọc vỉa phân tầng khi khai thác các khu vực vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh.

1. Đặt vấn đề

Theo các dự án khai thác mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, trữ lượng các khu vực vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng chiếm khoảng 11% tổng trữ lượng huy động^[1]. Để khai thác phần trữ lượng trên các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh chủ yếu áp dụng các sơ đồ công nghệ khai thác (CNKT) như: CNKT lò dọc vỉa phân tầng chống giữ bằng giá thủy lực; CNKT ngang nghiêng chống giữ bằng giá thủy lực XDY hoặc giá khung thủy lực. Các công nghệ này cơ bản đã đáp ứng yêu cầu của sản xuất giai đoạn trước đây, song do mức độ cơ giới hóa (CGH) chưa cao, hạn chế về sức kháng tải của thiết bị chống giữ và công tác khoan nổ mìn, nên thực tế hiệu quả đạt được còn thấp, giá thành khai thác cao và tổn thất than lớn. Trên thế giới để khai thác phần trữ lượng vỉa dày, dốc trên 45° nhiều nước đã đưa vào áp dụng công nghệ CGH khai thác với mục đích nâng cao chiều cao phân tầng và hiệu quả phá vỡ than nóc. Trong nước, năm 2007 và năm 2012 Viện KHCN Mỏ đã phối hợp với các công ty than Vàng Danh, Hạ Long áp dụng thử nghiệm công nghệ CGH khai thác, chống giữ bằng giàn chống KDT-1 và KDT-2, khấu than bằng khoan nổ mìn, song kết quả

triển khai áp dụng thực tế chưa đạt được thành công như kỳ vọng. Kinh nghiệm trong và ngoài nước cho thấy, việc lựa chọn được các tham số hợp lý cho công nghệ khai thác ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả khai thác.

Tác giả ứng dụng phần mềm mô hình số PFC^{2D} để tiến hành nghiên cứu: chiều cao phân tầng; bước thu hồi than hạ trần; trạng thái dịch động của than hạ trần và đá phá hoá sau khi khai thác lò chợ. Qua đó lựa chọn ra các tham số tối ưu cho công nghệ khai thác vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng.

2. Giới thiệu phần mềm PFC^{2D}

Phần mềm PFC^{2D} (Practice code 2 Dimensions) do công ty Itasca phát triển, sử dụng phương pháp phần tử rời rạc để mô phỏng chuyển động của môi trường hạt tròn và sự tương tác qua lại giữa các hạt^{[2], [3]}, dựa trên lý thuyết dòng hạt để mô phỏng sự liên kết của các hạt đơn tạo thành khối hạt và sự phá huỷ gây ra sự phân tách các hạt. Phần mềm PFC sử dụng phương pháp toán học để phân chia đối tượng nghiên cứu ra thành hàng ngàn, hàng vạn các đơn nguyên, sau đó sử dụng kết quả mô phỏng cục bộ để nghiên cứu cấu thành mô hình tính toán liên tục của bài toán giá trị biên. Các thí nghiệm ngoài hiện trường rất

khó có thể xác định được môi trường hạt để cấu thành mô hình, nhưng với công năng mạnh mẽ của máy tính thì có thể giải quyết được toàn bộ vấn đề với mô hình dạng hạt. Một vài đặc tính cơ bản có thể tự động hình thành trên mô hình. Vì vậy, ứng dụng phần mềm PFC đã trở thành một phương pháp hiệu quả để mô phỏng các vấn đề cơ học rắn và dòng chảy hạt. Trong phạm vi ngành mỏ, PFC là một trong những phần mềm phổ biến và hữu hiệu để mô phỏng các sập đổ của than hạ trần và đá phá hoá^{[4], [5]}.

2.1. Lý luận cơ bản của phần mềm PFC

Phần mềm PFC dựa trên nguyên lý cơ bản của phần tử động lực học^{[6], [7]}, thành phần cơ bản của nó là các hạt hình đĩa hoặc hình cầu, sử dụng tường (Wall) làm giới hạn ranh giới. Khi tính toán không bắt buộc xác định mối quan hệ vĩ mô cấu thành hạt, mà vấn đề trên được phản ánh thông qua tiếp xúc cục bộ, do vậy chỉ cần xác định các thông số cơ học của các hạt và liên kết.

Để thực hiện nghiên cứu trên phần mềm, cần xây dựng một mô hình số mô phỏng tương đương với điều kiện thực tế. Sự chính xác của mô hình ảnh hưởng trực tiếp đến tính chuẩn xác của kết quả nghiên cứu. Quy trình cơ bản bao gồm thiết lập mô hình hình học, xác định mô hình tiếp xúc, giải pháp cân bằng ban đầu và thiết lập các điều kiện biên. Tính hợp lý của việc thiết lập từng quy trình được xác thực bằng cách kiểm tra kết quả phản hồi của mô hình.

2.2. Giả định cơ bản cho tính toán PFC

Mô hình dòng hạt tuân theo các giả định cơ bản sau^{[4], [8], [9]}: Các phần tử hạt trong mô hình được coi là các vật cứng; Sự tiếp xúc giữa các hạt chỉ xảy ra trong một phạm vi rất nhỏ, đó là

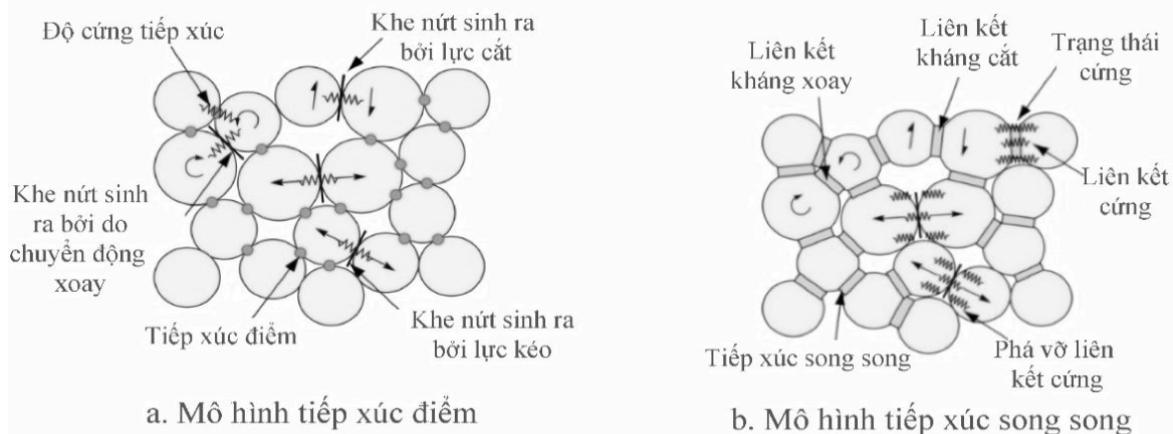
tiếp xúc điểm; Độ lớn của lực tiếp xúc giữa các hạt được thiết lập theo định luật dịch chuyển lực; Điểm tiếp xúc giữa các hạt có thể thêm chức năng liên kết; các hạt đơn nguyên có thể là các hạt hình đĩa (PFC^{2D}) hoặc hình cầu (PFC^{3D}). Những giả định này về cơ bản đã đảm bảo tính hợp lý trong khi đơn giản hóa quá trình tính toán đến mức lớn nhất có thể.

2.3. Mô hình cấu thành tiếp xúc của dòng hạt

Dòng hạt thông qua các mô hình cấu thành tiếp xúc để phản ánh mối quan hệ cấu thành của vật liệu. Mô hình cấu thành tiếp xúc được phân ra làm 3 loại hình: mô hình độ cứng tiếp xúc, mô hình trượt tiếp xúc và mô hình liên kết^[8]. Mô hình độ cứng tiếp xúc xác định mối quan hệ đàn hồi giữa lực tiếp xúc và độ dịch chuyển tương đối của các hạt. Mô hình trượt tiếp xúc chủ yếu phản ánh mối quan hệ giữa lực tiếp xúc thông thường và tiếp tuyến (trong mô hình này hai hạt tiếp xúc được phép trượt tương đối với nhau). Mô hình liên kết quy định cụ thể lực cắt bình thường và lực cắt tối đa mà các hạt có thể chịu được. Mô hình cấu thành tiếp xúc liên kết thường được sử dụng trong mô phỏng số của vật liệu đất đá. Phần mềm PFC cho phép thiết lập 2 loại mô hình tiếp xúc: mô hình tiếp xúc điểm và mô hình tiếp xúc song song.

3. Nghiên cứu lựa chọn tham số công nghệ khai thác

Trong phạm vi nghiên cứu, tác giả đề xuất vĩa than giả định với các thông số điều kiện địa chất như sau: vĩa than có chiều dày trung bình 16m; góc dốc vĩa than trung bình 55°; vách trụ thuộc loại ổn định trung bình. Ngoài ra tác giả lựa chọn công nghệ cơ giới hoá khai thác lò dọc vĩa phân



Hình 1: Hai loại mô hình liên kết

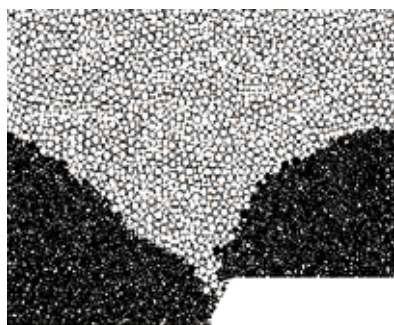
tầng (CGH DVPT) để tiến hành nghiên cứu lựa chọn tham số công nghệ phù hợp.

Căn cứ đặc điểm địa chất vỉa than giả định, ứng dụng phần mềm tính toán PFC^{2D} để mô phỏng sự sập đổ của than hạ trần và các tầng đất đá bao quanh, qua đó xác định được tham số tối ưu cho sơ đồ công nghệ khai thác CGH DVPT. Các mô hình được xây dựng với nguyên tắc: khi thu hồi than hạ trần, tại cùng một thời điểm khối lượng đá phá hoả tháo qua cửa thu hồi không được vượt quá 10% khối lượng than hạ trần; chiều cao lò chợ lựa chọn là 3m.

3.1. Xác định chiều cao tầng hợp lý

Trong sơ đồ công nghệ CGH DVPT, chiều cao thu hồi than hạ trần và công tác chống giữ lò chợ có ảnh hưởng qua lại lẫn nhau. Với mỗi chiều cao thu hồi than hạ trần khác nhau không những ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi than mà nó còn ảnh hưởng trực tiếp đến tính ổn định của thiết bị chống giữ. Dựa trên kinh nghiệm áp dụng công nghệ CGH DVPT trong và ngoài nước, để lựa chọn chiều cao hạ trần hợp lý tác giả đề xuất 3 tham số chiều cao tầng là 12m, 15m và 18m để xây dựng mô hình đánh giá. Trong mô hình, than được biểu thị bằng các hạt màu đen với bán kính từ 0,15m đến 0,2m, đá phá hoả được biểu thị bằng các hạt màu trắng có bán kính từ 0,2m đến 0,3m, chiều cao khẩu gương lò chợ 3m, chiều cao đất đá phá hoả là 80m, bước thu hồi than 1,6m.

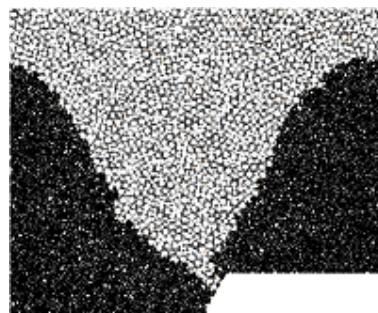
Từ hình 2 cho thấy, mặc dù chiều cao than hạ trần khác nhau, nhưng phễu thu hồi than ban đầu về tổng thể là tương đối đối xứng. Do cửa thu hồi than hạ trần nằm ở phía lưng của giàn chống, dẫn đến trục của phễu thu hồi than bị lệch so với phương thẳng đứng, nó cũng gây ra ảnh hưởng nhất định đến phần than và đất đá phá hoả dưới đáy phễu. Ranh giới giữa than và đá phá hoả phía trước và sau tương tự như một



a. chiều cao phân tầng 12m



b. chiều cao phân tầng 15m



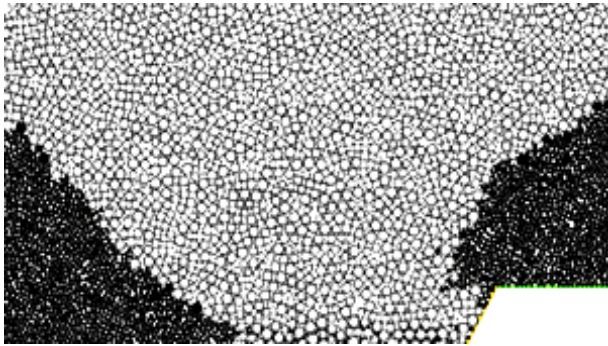
c. chiều cao phân tầng 18m

Hình 2. Tình trạng lò chợ sau khi thu hồi bước đầu tiên

đường cong bậc hai.

Bằng cách mô phỏng chiều cao phân tầng với 3 trường hợp (12m, 15m, 18m) cho thấy rằng, khi chiều cao khẩu gương cố định, nếu ta tăng chiều cao tầng than hạ trần, khối lượng than thu hồi mỗi chu kỳ khai thác sẽ tăng, nó rất dễ xảy ra nguy cơ đá phá hoả phía sau sẽ sớm tràn vào cửa thu hồi than khi lượng than thu hồi chưa đạt được như kỳ vọng, dẫn đến tổn thất than. Qua diễn biến quá trình thu hồi than khi lò chợ tiến gương từ 0 đến 16m thấy rõ: trong công nghệ CGH DVPT, khi chiều cao phân tầng là 15m, than hạ trần được thu hồi một cách trơn tru, hiệu suất thu hồi than cao; chiều cao phân tầng thay đổi, thì hình dạng đường cong ranh giới giữa than và đá phá hoả cũng thay đổi và không còn đồng nhất. Hiện trạng lò chợ sau khi tiến gương 16m được thể hiện trong hình 3.

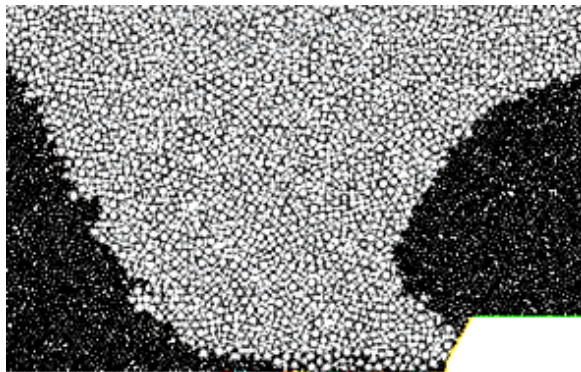
Dựa theo nguyên tắc đóng cửa tháo than và dừng thu hồi khi khối lượng đá phá hoả tháo qua cửa thu hồi không được vượt quá 10% khối lượng than hạ trần, đồng nhất về chiều cao khẩu gương, tác giả tiến hành tổng hợp đánh giá hiệu suất thu hồi than lò chợ theo từng tham số chiều cao phân tầng khác nhau. Kết quả tổng hợp xem hình 4.



a. chiều cao phân tầng 12m

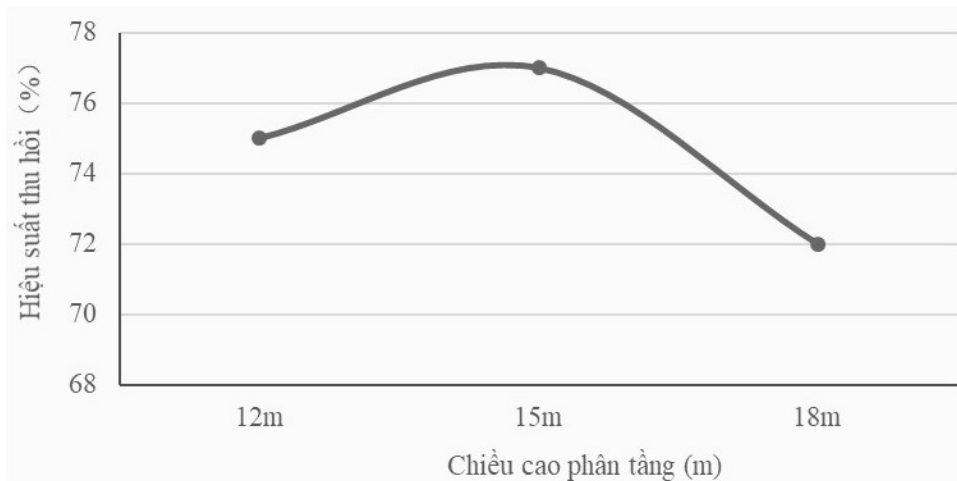


b. chiều cao phân tầng 15m



b. chiều cao phân tầng 18m

Hình 3: Hiện trạng lò chợ sau khi tiến gương 16m



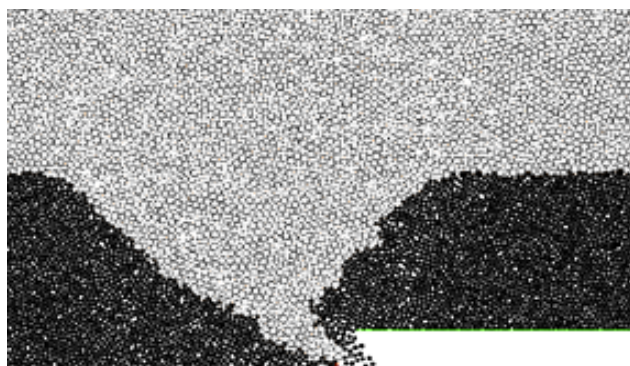
Hình 4: Hiệu suất thu hồi than trung bình tại chiều cao phân tầng khác nhau

Xem hình 4 thấy rằng, hiệu suất thu hồi than lớn nhất là 77% tương ứng với chiều cao phân tầng 15m, hiệu suất thu hồi thấp nhất khoảng 72% tương ứng với chiều cao phân tầng 18m, chiều cao phân tầng 12m có hiệu suất thu hồi 75%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hiệu suất thu hồi than không tỉ lệ thuận với chiều cao thu hồi; hoặc tồn tại một giá trị chiều cao phân tầng hợp lý mà với giá trị này hiệu suất thu hồi than đạt tối ưu. Trong điều kiện bài toán giả định, giá trị

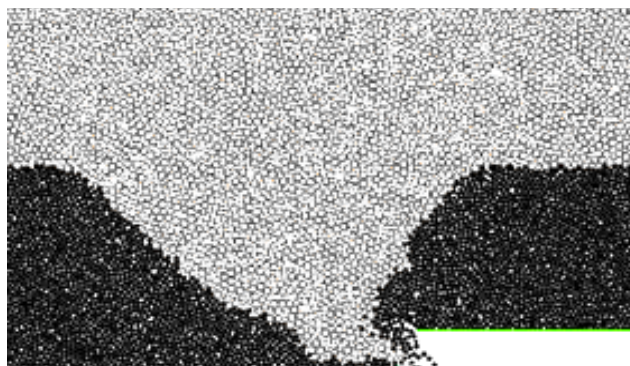
chiều cao phân tầng tối ưu là 15m.

3.2. Xác định bước thu hồi than

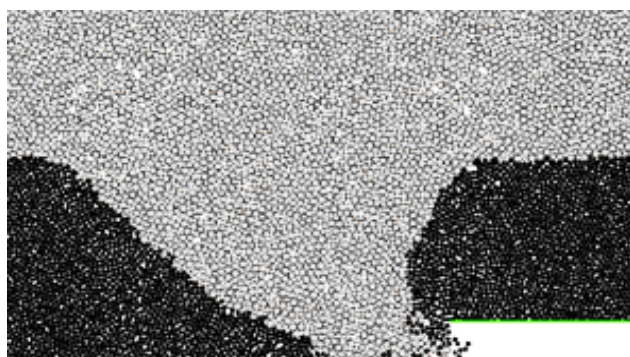
Trong sơ đồ công nghệ CGH DVPT, bước thu hồi than hạ trần là một trong những thông số quan trọng, nó ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất thu hồi than và tỷ lệ đá lẫn trong than. Nếu bước thu hồi than quá lớn, thì than hạ trần sẽ theo đá phá vỡ rơi vào phía trong khu phá vỡ, gây ra tổn thất tài nguyên và hiệu suất thu hồi thấp. Nhưng nếu bước thu hồi quá nhỏ, sẽ gây



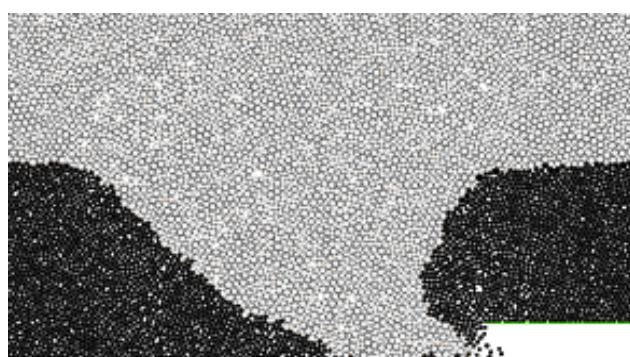
a. Lò chợ tiến gương 3,2m



b. Lò chợ tiến gương 6,4m

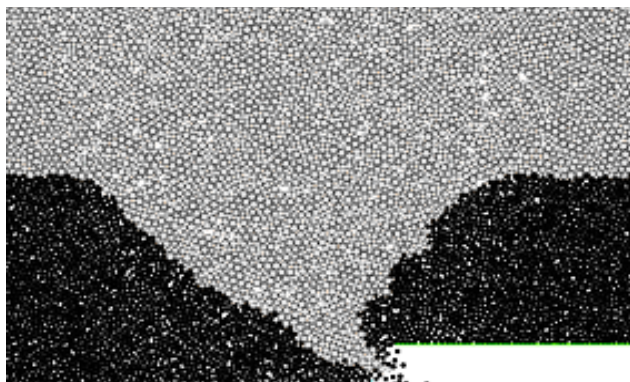


c. Lò chợ tiến gương 9,6m

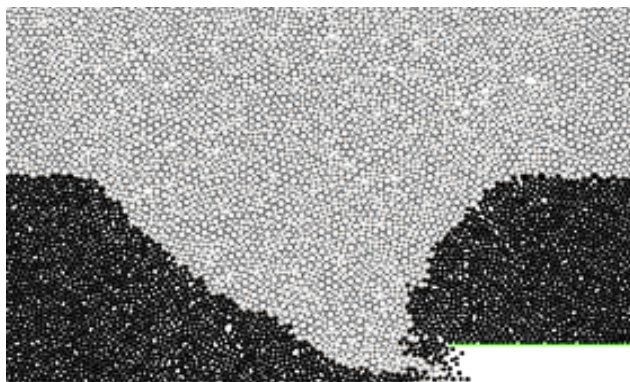


d. Lò chợ tiến gương 12,8m

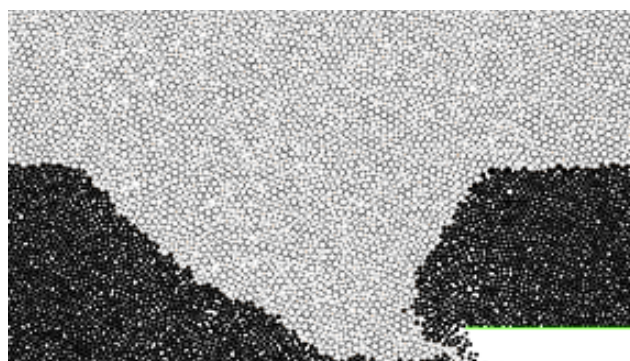
Hình 5: Diễn biến lò chợ với bước thu hồi 0,8m



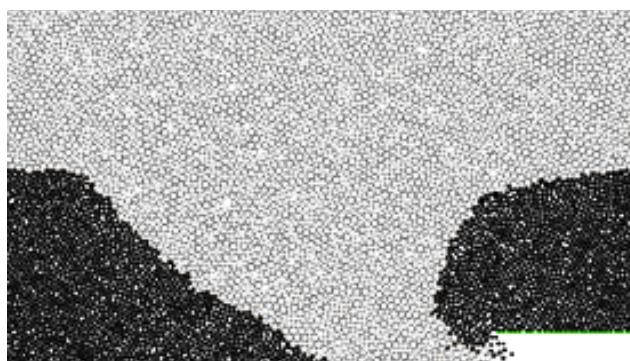
a. Lò chợ tiến gương 3,2m



b. Lò chợ tiến gương 6,4m

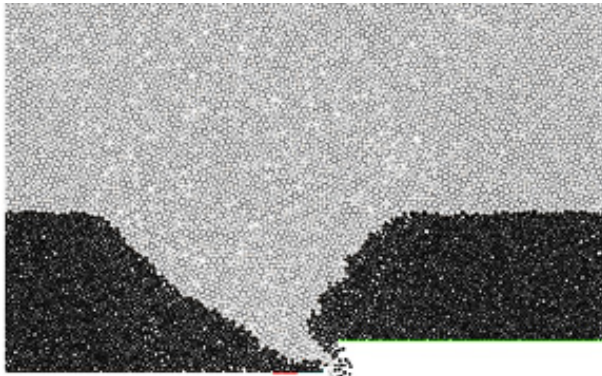


c. Lò chợ tiến gương 9,6m

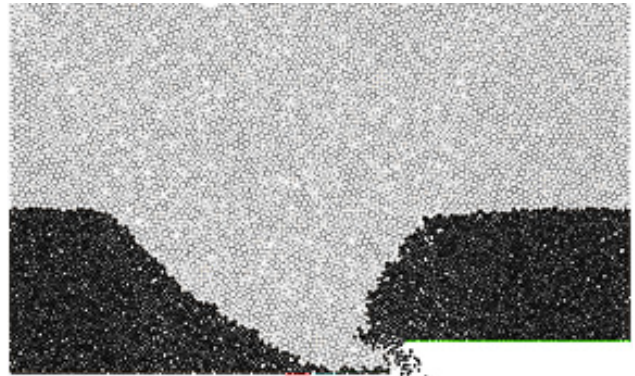


d. Lò chợ tiến gương 12,8m

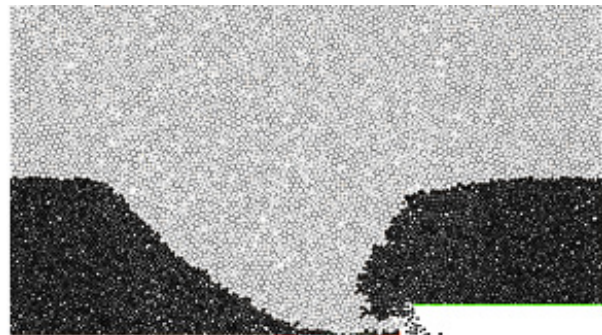
Hình 6: Diễn biến lò chợ với bước thu hồi 1,6m



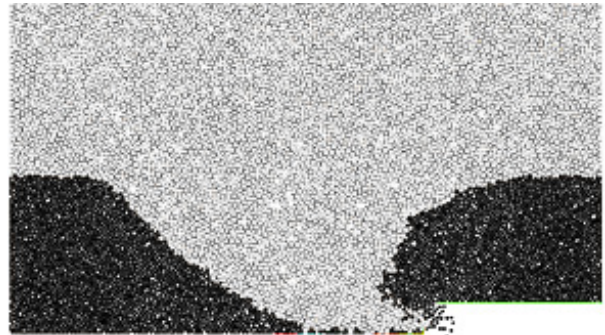
a. Lò chợ tiến gương 4,8m



b. Lò chợ tiến gương 7,2m



c. Lò chợ tiến gương 9,6m



d. Lò chợ tiến gương 12,0m

Hình 7. Diễn biến lò chợ với bước thu hồi 2,4m

ra hiện tượng đá phá vỡ cùng theo than hạ trần di chuyển vào cửa thu hồi, nó ảnh hưởng rất lớn đến phẩm lượng than thu hồi. Giảm tỷ lệ đá lẫn trong than thu hồi, nâng cao hiệu suất thu hồi và ngăn than hạ trần rơi vào phía trong luồng phá vỡ là các yếu tố chủ đạo phải được xem xét và cũng là nguyên tắc cơ bản của thiết kế.

Căn cứ hiện trạng khai thác thực tế, thông qua phần mềm PFC^{2D} tác giả xây dựng các mô hình với chiều cao lò chợ 3m, chiều cao lớp than hạ trần 12m, bước thu hồi than được phân ra thành 3 phương án để nghiên cứu bao gồm: 0,8m (tương đương 1 bước tiến gương); 1,6m (tương đương 2 bước tiến gương); 2,4m (tương đương 3 bước tiến gương). Diễn biến quá trình thu hồi than với từng bước thu hồi lò chợ xem hình 5, hình 6, hình 7.

Để định lượng và đánh giá hiệu quả thu hồi than theo các phương án nghiên cứu, tác giả tính toán xác định hiệu suất than thu hồi dựa trên nguyên tắc tổng số than thu hồi được so với tổng khối lượng than trong phạm vi tiến gương lò chợ. Trong mô hình, các hạt màu đen biểu thị cho khối than, hạt màu trắng biểu thị cho đá phá vỡ, quá trình mô hình tính toán dựa trên nguyên

tắc đóng cửa và dừng công tác thu hồi than khi khối lượng đá phá vỡ qua cửa tháo than tại một thời điểm lớn nhất 10%. Kết quả tổng hợp thể hiện tại Bảng 1.

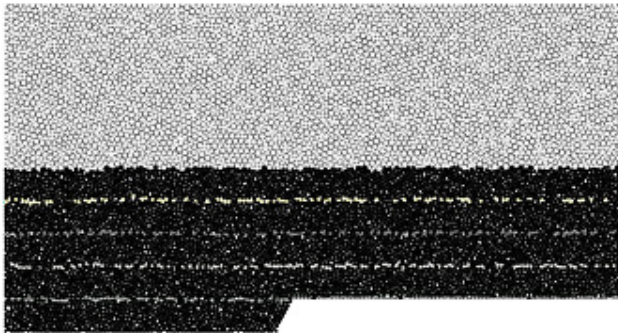
Bảng 1. Hiệu suất thu hồi than trung bình với các bước thu hồi than khác nhau

Bước thu hồi than/m	0,8	1,6	2,4
Hiệu suất thu hồi than/%	69,31	77,13	72,8

Căn cứ kết quả tổng hợp tại bảng 1 cho thấy, ở cùng điều kiện địa chất, chiều cao phân tầng, hiệu suất thu hồi cao nhất đạt 77,13% với bước thu hồi than thường kỳ là 1,6m (2 bước tiến gương thu hồi 1 lần); hiệu suất thấp nhất chỉ có 69,31% với bước thu hồi than thường kỳ là 0,8m (1 bước tiến gương thu hồi 1 lần); còn lại bước thu hồi than 2,4m (3 bước tiến gương thu hồi 1 lần) là 72,8%. Kết quả trên cho thấy rõ, với điều kiện vỉa than giả định ban đầu, ứng dụng phần mềm mô phỏng PFC^{2D} nghiên cứu tính toán thì chiều cao phân tầng 15m và bước thu hồi than 1,6m cho hiệu quả kinh tế và kỹ thuật tốt nhất.

4. Trạng thái dịch động của than hạ trần và đá phá hoả sau khi khai thác lò chợ

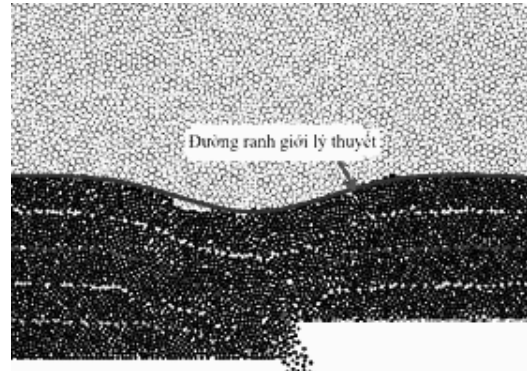
Dựa trên các tham số nghiên cứu ở trên, ứng dụng phần PFC^{2D} tác giả xây dựng mô hình nghiên cứu phạm vi và trạng thái vận động đặc trưng của lớp than và đất đá phá hoả khi khai thác lò chợ. Mô hình được xây dựng với các thông số như sau: chiều cao lò chợ 3m, chiều cao lớp than hạ trần 12m, chiều cao đá phá hoả phía trên là 15m. Trong đó, các hạt màu đen biểu thị cho than với bán kính từ 0,15m ~ 0,2m, các hạt màu trắng biểu thị cho đá phá hoả với bán kính 0,2m~0,3m. Để thuận lợi cho việc quan sát quá trình dịch chuyển của than và đá phá hoả, mỗi ranh giới 3m chiều cao than tác giả đặt một đường ranh giới chỉ thị màu. Điều kiện ban đầu trước khi khai thác mô hình: vận tốc ban đầu của các hạt bằng 0, chỉ chịu tác dụng của tự trọng với gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Trạng thái ban đầu của lò chợ xem hình 8.



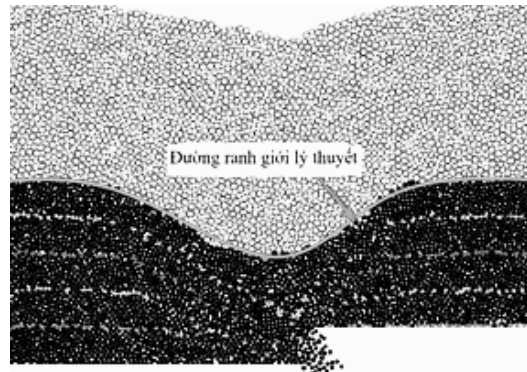
Hình 8. Trạng thái ban đầu lò chợ

Từ diễn biến vận động của lớp than và đá phá hoả tại hình 9 cho thấy, ranh giới phân chia giữa lớp than và đá phá hoả so với đường ranh giới lý thuyết^{[10]-[12]} rất tương đồng. Kết thúc quá trình thu hồi ban đầu, điểm đánh dấu ranh giới chuyển động có biên độ dịch chuyển khác nhau, tăng dần theo hướng từ trên xuống dưới. Các điểm ranh giới chuyển động hình thành hố lún, khi kết nối chúng lại với nhau sẽ hình thành được các đường cong trơn. Do đặc điểm của tháo than thu hồi nằm phía lưng của giàn chống, dẫn đến hai đường cong hai bên của hố lún không đối xứng, trục hố lún cũng bị lệch theo phương thẳng đứng. Nhưng bước đầu của sự hình thành các đường cong ranh giới đã cho thấy tính hợp lý của lý luận phân tích.

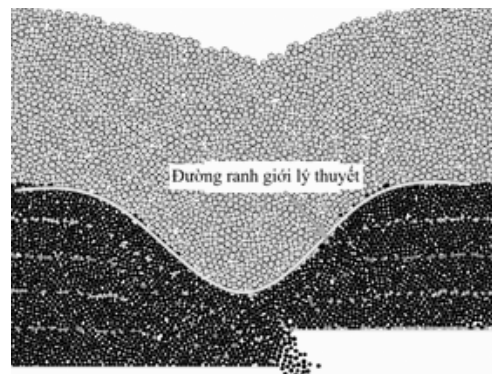
Cùng mô hình nghiên cứu trên, mô hình lò chợ tiếp tục khai thác thường kỳ với nguyên tắc đóng cửa tháo than và dừng thu hồi khi khối



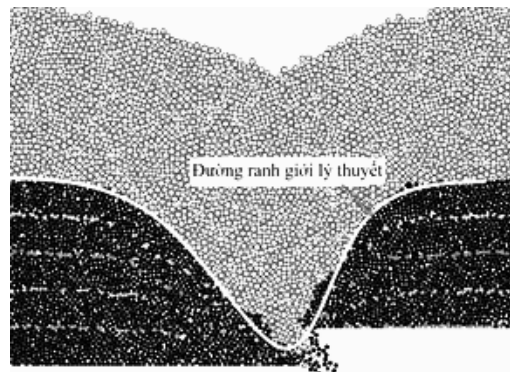
a. Chiều sâu hố lún; $H=3\text{m}$



b. Chiều sâu hố lún; $H=6\text{m}$

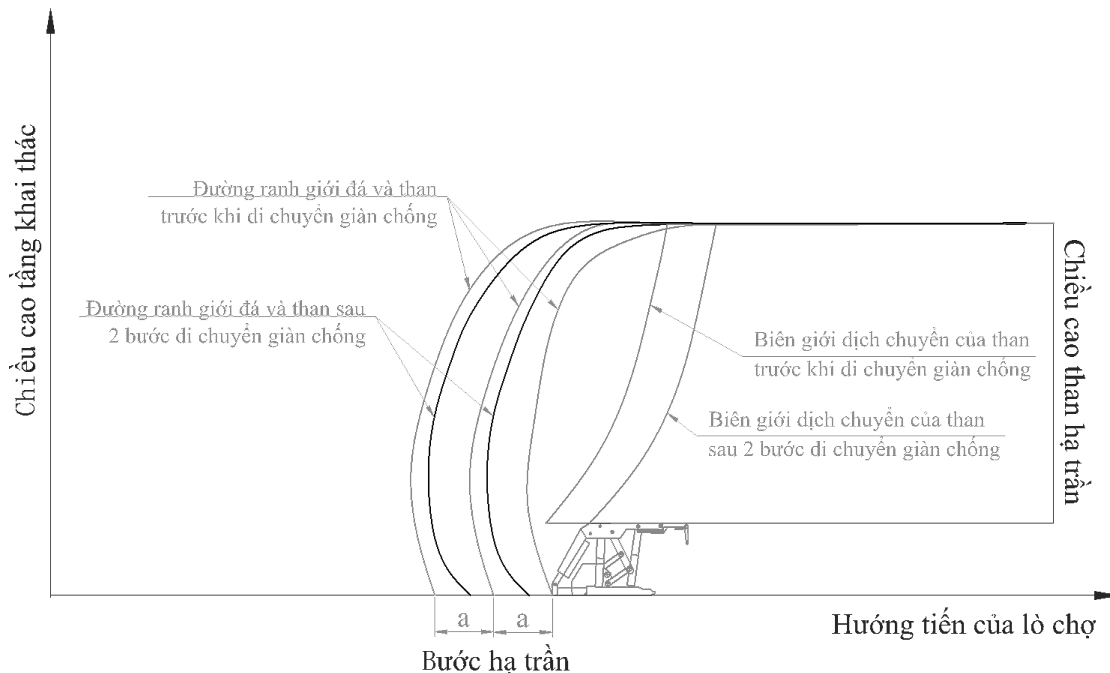


b. Chiều sâu hố lún; $H=9\text{m}$



b. Chiều sâu hố lún; $H=13\text{m}$

Hình 9. Đường ranh giới phân chia than và đá phá hoả ở chu kỳ đầu khai thác



Hình 10. Sơ đồ thay đổi trạng thái đặc trưng của than và đá phá hoả trong chu kỳ khai thác

lượng than tháo qua cửa tại một thời điểm lớn nhất là 10%. Trong phạm vi nghiên cứu, tác giả tiến hành khai thác lò chợ với tổng là 8 chu kỳ, tương đương với 16 bước di chuyển giàn chống và chiều dài tiến gương lò chợ là 12,8m. Tại thời điểm đầu và kết thúc của mỗi chu kỳ khai thác, tác giả sử dụng phần mềm PFC kết hợp với phần mềm Autocad để xây dựng đường ranh giới phân chia giữa than hạ trần và đá phá hoả. Qua đó, tổng hợp và xây dựng đường ranh giới dịch động của tầng than và đá phá hoả đặc trưng trong chu kỳ khai thác. Kết quả xem hình 10.

Kết quả tổng hợp từng chu kỳ khai thác lò chợ cho thấy: dọc theo phương dịch chuyển của lò chợ, đường cong ranh giới bên trái hầu như không có sự thay đổi, đường cong ranh giới bên phải sẽ dịch chuyển theo bước tiến gương lò chợ. Thời điểm giàn chống lò chợ di chuyển, than hạ trần và đá phá hoả sẽ hạ dần và chèn kín khoảng không phía sau giàn chống. Qua 8 chu kỳ khai thác lò chợ, tác giả đưa ra nhận định như sau: diễn biến dịch động được chia thành hai giai đoạn.

Giai đoạn 1: quá trình than và đá dịch động tự do để chèn lấp khoảng không để lại sau khi giàn chống di chuyển.

Giai đoạn 2: quá trình dịch động của than và đá khi tiến hành thu hồi than hạ trần qua cửa tháo than.

5. Kết luận

Bài viết đã ứng dụng phần mềm PFC^{2D} để mô phỏng và nghiên cứu các tham số chiều cao phân tầng, bước thu hồi than hạ trần ảnh hưởng như thế nào đến hiệu suất thu hồi than trong công nghệ cơ giới hoá khai thác lò dọc vỉa phân tầng. Kết quả khai thác mô hình với điều kiện giả định cho thấy, chiều cao phân tầng 15m và bước thu hồi 1,6m cho ra các thông số khả quan mà công nghệ CGH DVPT đạt được. Ngoài ra, bài báo cũng sử dụng phần mềm PFC^{2D} kết hợp với phần mềm Autocad để nghiên cứu sự thay đổi ranh giới dịch động của đá phá hoả và than khi di chuyển giàn chống và thu hồi than hạ trần. Phương pháp nghiên cứu trên phần mềm PFC^{2D} cho cách nhìn trực quan về diễn biến dịch động khối than và đá phá hoả khi khai thác lò chợ. Kết quả nghiên cứu trên phần mềm góp phần giúp các đơn vị nghiên cứu, thiết kế lựa chọn thông số công nghệ hợp lý, nâng cao hiệu quả khai thác vỉa than dày, dốc nghiêng đến dốc đứng.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. ThS. Đặng Thanh Hải. Báo cáo tổng kết đề tài “Phát triển áp dụng cơ giới hoá đào lò và khai thác tại các mỏ hầm lò vùng than Quảng Ninh giai đoạn 2013 ÷ 2015, lộ trình đến năm 2020”[M]. Viện KHCN Mỏ. 2016.
- [2]. P. A. Cundall. Computer Simulations of Dense Sphere Assemblies [J]. Stud. Appl. Mech.

vol. 20. pp. 112–123. 1988.

[3]. P. A. Cundall, *StrackODL. Practical flow code in 2 Dimensions [M]*. Itasca Consulting Group. 2008.

[4]. Itasca Consulting Group. *PFC Users' Manual(version 5.0)[M]*. Minnesota:Inc. 2014.

Application of PFC2D software to study the reasonable parameters in the flow chart on the mining mechanization for slice drifts of thick and inclined - to- steep coal seams

MSc. Nguyen Ngoc Giang - *Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology*

Dr. Song Wei Hua - *Liaoning University - China*

Abstract:

Currently, the issue of effective exploitation of thick and slope coal seam reserves is still a difficult issue of the coal industry and also concerned by many domestic and foreign researchers. With the current level of scientific and technical development, the application of digital software to simulate and research the longwall mining process will be of great help for selecting the appropriate and effective technology parameters. The main content of the paper is the application of PFC2D software to study and select parameters suitable for the mechanized mining technology of slice drifts when thick, inclined to steep seams are exploited at underground coal mines in Quang Ninh area.

ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG TAI NẠN LAO ĐỘNG TẠI CÁC MỎ THAN HÀM LÒ VÀ ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP NHẪM HẠN CHẾ NGUY CƠ GÂY MẤT AN TOÀN

ThS. Đinh Văn Cường, TS. Trịnh Đăng Hưng
KS. Hoàng Phương Thảo
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn

Tóm tắt:

Tai nạn lao động là vấn đề tồn tại của Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam cũng như các đơn vị khai thác than hầm lò, gây ra thiệt hại rất lớn về người và của. Thời gian qua, tập đoàn đã thực hiện nhiều giải pháp, nhằm hạn chế nguy cơ gây mất an toàn lao động. Bài báo phân tích đánh giá thực trạng tai nạn lao động tại các mỏ than hầm lò và tổng hợp một số giải pháp đã và đang triển khai thực hiện, từ đó định hướng một số giải pháp để giảm thiểu tai nạn và nâng cao mức độ an toàn trong thời gian tới.

1. Đặt vấn đề

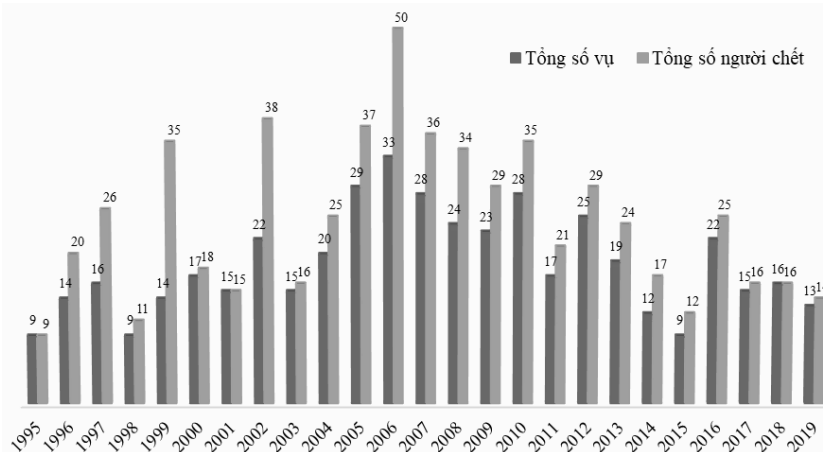
Nghiên cứu giảm thiểu nguy cơ mất an toàn lao động trong khai thác than hầm lò là vấn đề luôn được Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam đặc biệt quan tâm, với các giải pháp thực hiện đồng bộ, từ đổi mới kỹ thuật, công nghệ đến tuyên truyền, giáo dục, đào tạo nâng cao ý thức, trách nhiệm của cán bộ quản lý và người lao động. Kết quả đã cho phép giảm đáng kể số vụ, tần suất cũng như số người chết trong các vụ tai nạn lao động so với giai đoạn trước đây. Tuy nhiên, theo kế hoạch, các mỏ sẽ ngày càng khai thác xuống sâu và đi xa hơn, cùng với đó, các nguy cơ mất an toàn cũng sẽ tăng theo tương ứng. Do đó, cần phải đánh giá thực trạng tai nạn lao động thời gian qua, để có cái nhìn tổng quát, xác định rõ các nguyên nhân

cơ bản, từ đó đề xuất các giải pháp phù hợp để giảm thiểu nguy cơ gây mất an toàn trong thời gian tới tại các mỏ than hầm lò.

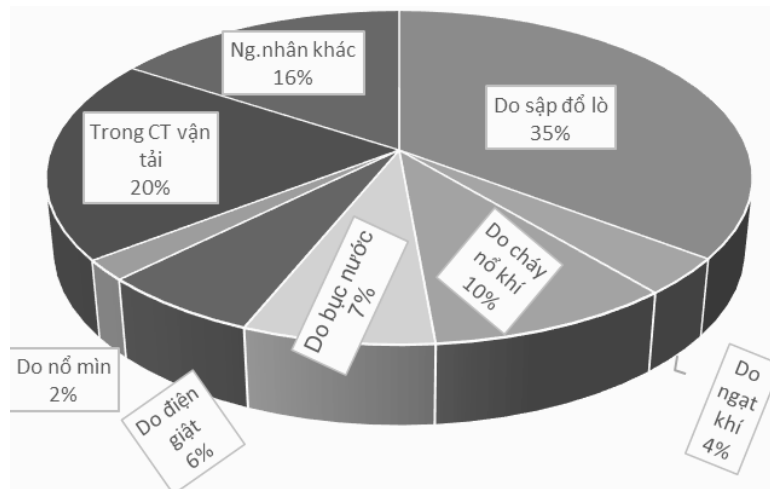
2. Thực trạng TNLD hầm lò ngành than Việt Nam giai đoạn 1995÷2019 và các giải pháp ứng xử đã thực hiện

2.1. Thực trạng tai nạn lao động trong ngành than Việt Nam

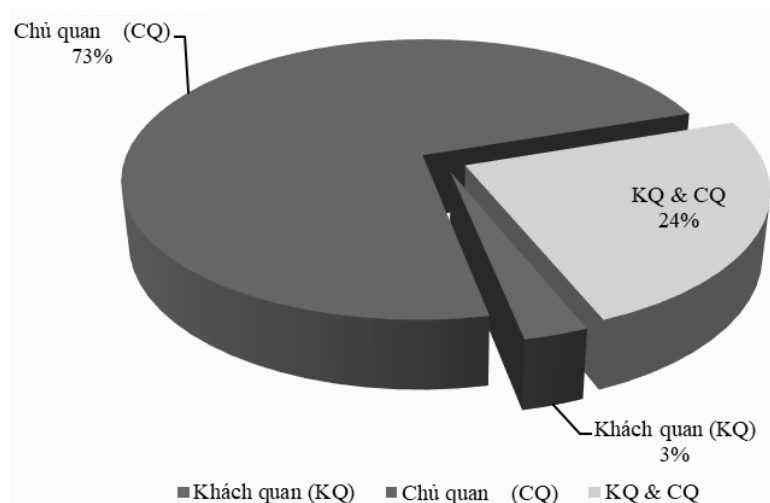
Trong giai đoạn từ năm 1995÷2019, trong ngành Than đã xảy ra 466 vụ tai nạn nghiêm trọng, làm chết 614 người, trung bình mỗi năm xảy ra 19 vụ/25 người chết. Theo thời gian, diễn biến số vụ tai nạn và số người chết có xu thế tăng dần trong giai đoạn từ năm 1995-2006, từ 09 vụ/ 09 người chết năm 1995, lên 33 vụ/50 người chết năm 2006, sau đó giảm dần xuống còn 15 vụ/16 người chết năm 2018, chỉ còn 13



Hình 1. Tổng hợp số vụ tai nạn lao động và số người chết giai đoạn 1995 ÷ 2019 của ngành than Việt Nam



Hình 2. Chi tiết tỷ lệ tai nạn theo tính chất và công đoạn sản xuất



Hình 3. Chi tiết tỷ lệ số vụ tai nạn theo nguyên nhân

vụ/14 người chết năm 2019, chi tiết thể hiện trong hình 1.

Phân theo các loại hình tương ứng các công đoạn sản xuất của các mỏ than hầm lò, tai nạn do sập đổ lò chiếm tỷ lệ lớn nhất, tới 36% số vụ tai nạn và 35% số người chết; tiếp theo là tai nạn xảy ra trong công tác vận tải, chiếm 23% số vụ và 19,54% số người chết. Đáng chú ý là tai nạn cháy nổ khí mê tan chỉ chiếm 1,93% về số vụ tai nạn (09 vụ) nhưng lại chiếm đến 10,42% về số người chết (64 người). Một số lĩnh vực khác cũng thường xảy ra tai nạn như điện giật, bụi nước, nổ mìn, ngạt khí, gây thiệt hại nghiêm trọng về người. Thực tế này cũng cho thấy, tai nạn lao động dẫn tới chết người trong ngành than có diễn biến hết sức phức tạp, chi tiết thể hiện trong hình 2.

Phân theo tác nhân và đối tượng gây tai nạn, các vụ tai nạn xảy ra chủ yếu do nguyên nhân

chủ quan (chiếm 73%), vừa chủ quan kết hợp khách quan (24%), số vụ tai nạn hoàn toàn do nguyên nhân khách quan chỉ chiếm tỷ lệ rất nhỏ là 3%, chi tiết thể hiện trong hình 3.

2.2. Phân tích nguyên nhân

Kết quả thể hiện nội dung trên cho thấy, tai nạn lao động thời gian gần đây đã có xu hướng giảm cả về số vụ và số người chết. Đạt được kết quả này là sự nỗ lực rất lớn của các cơ quan quản lý Nhà nước, cũng như toàn ngành than, với một loạt các giải pháp đồng bộ được thực hiện, cụ thể là:

* Nhóm các giải pháp kỹ thuật, công nghệ:

Về công nghệ khai thác lò chợ, giai đoạn từ 1995-2006, các công nghệ được sử dụng có mức độ cơ giới hóa rất thấp, hầu hết là các lò chợ khai thác bằng khoan nổ mìn, chống giữ bằng cột thủy lực đơn và vì gỗ, có sức kháng

tải thấp, sự liên kết giữa các vỉa chống trong lò chợ hạn chế, từ đó đã xảy ra hàng loạt các vụ tai nạn liên quan đến sập đổ lò chợ. Giai đoạn từ 2007 tới nay, các công ty than hầm lò đã đầu tư đổi mới công nghệ, các vỉa chống tổ hợp có sức kháng tải cao, khả năng liên kết chặt chẽ giữa các đơn nguyên trong lò chợ như giá khung, giá xích, giàn chống tự hành đã được áp dụng rộng rãi tại các mỏ, cùng với đó mức độ an toàn được nâng cao, số vụ tai nạn lao động giảm đi rõ rệt.

Đối với công tác đào lò, vị trí và tác nhân gây tai nạn phần lớn là do sập đổ than, đá nóc, hông lò (chiếm trên 60%) và tai nạn do nổ mìn (trên 20%). Nguyên nhân chủ yếu là do người lao động không chấp hành đúng các biện pháp kĩ thuật an toàn đã được quy định trong biện pháp thi công, như khoan nổ mìn vượt quá tiến độ chống, nổ mìn với lượng thuốc nổ vượt quá quy định, gây rỗng nóc, hông, lò lưu không lớn, công tác kiểm tra tại vị trí làm việc thiếu chặt chẽ nên không phát hiện được tình trạng lò yếu, các vỉa chống mất liên kết, dẫn đến than, đá trên nóc lò và hông đột ngột đổ xuống làm đổ các vỉa chống gây tai nạn. Để giải quyết vấn đề, các công nghệ đào lò tiên tiến đã được triển khai áp dụng trong ngành than như cơ giới hóa đào lò bằng máy combai, đã cho phép hạn chế gần như hoàn toàn các rủi ro liên quan đến vật liệu nổ. Vỉa chống chủ động bằng loại kết cấu neo đã đẩy mạnh áp dụng, cho phép phát huy khả năng tự mang tải của khối than, đá và loại bỏ khá nhiều các sự cố tai nạn do tụt lở nóc và hông lò. Bên cạnh đó, giải pháp khoan nổ mìn tạo biên cũng ngày càng được chú trọng, đã nâng cao được chất lượng nổ mìn, biên và gương lò sau tách phá ổn định.

Đối với công tác thông gió, thoát nước, Ngành than đã từng xảy ra một số vụ tai nạn nghiêm trọng, gây hậu quả cực lớn cả về người và của như vụ nổ khí mê tan tại Công ty than Mạo Khê năm 1999, làm chết 19 người, tại Công ty than Khe Chàm năm 2008, làm chết 11 người, hay các vụ tai nạn bụi nước tại các công ty than Mông Dương, Dương Huy, ... Nguyên nhân là do trình độ kĩ thuật của ngành nói chung, các đơn vị than hầm lò nói riêng trong giai đoạn trước 2006 còn lạc hậu, việc xác định nguy cơ về khí cơ bản chỉ được kiểm soát bằng các máy đo cầm tay, thiếu kịp thời trong cảnh báo, nhiều

khai trường mỏ khai thác ngay bên dưới các khu vực đã được khai thác từ thời Pháp hay các đơn vị khai thác không hợp pháp, đã hình thành các túi/vùng chứa nước mà không có thông tin, cơ sở tài liệu để đưa ra biện pháp ngăn ngừa phù hợp. Tuy nhiên, từ năm 2007 tới nay, toàn bộ các mỏ được trang bị hệ thống giám sát quản lý khí tập trung, mạng lưới đầu đo phù hợp đã cho phép phát hiện kịp thời các vị trí có nguy cơ về khí để cảnh báo và có giải pháp ứng xử kịp thời. Trong công tác thăm dò nước, các mỏ đã được trang bị các máy khoan thăm dò, tháo nước có năng lực khoan sâu (tới vài trăm mét), góc khoan đa dạng để thi công ngay tại gương lò. Đi cùng với đó, tai nạn liên quan đến bụi nước, bụi bùn cũng ngày càng giảm.

Trong công tác vận tải, phần lớn tai nạn xảy ra ở hình thức vận tải goòng, chủ yếu là nguyên nhân chủ quan do người lao động vi phạm trong công việc dồn dịch, trao đổi và xử lý cạm goòng. Bên cạnh đó, các đường lò vận tải qua thời gian tồn tại đã bị nén lún, biến dạng thu hẹp tiết diện, gây ảnh hưởng đến hành lang an toàn cho người đi lại và thiết bị vận tải, nhưng không được chống xén kịp thời cũng đã góp phần gây tai nạn. Thời gian gần đây, với các mỏ mới hay các khu sản xuất mới, hình thức vận tải đã được dịch chuyển sang hình thức vận tải liên tục bằng băng tải, qua đó cho phép nâng cao năng lực vận tải và mức độ an toàn cho người lao động.

Với công tác vận hành, sửa chữa thiết bị điện, cùng với sự đổi mới về công nghệ trong các công đoạn sản xuất, số lượng và chủng loại thiết bị điện của các mỏ hầm lò TKV ngày càng phong phú. Tuy nhiên, bên cạnh các thiết bị được đầu tư mới, nhiều thiết bị điện đang sử dụng đã được đầu tư nhiều năm, sửa chữa nhiều lần, thiếu phụ tùng thay thế, không đáp ứng được yêu cầu về kĩ thuật và an toàn. Trong khi đó, tại một số đơn vị các rò rỉ bảo vệ rò hoặc áp tô mát không phát huy tác dụng, không tác động khi có dòng rò, công tác tiếp đất bảo vệ chưa được chú trọng. Đặc biệt, với các máy khoan điện cầm tay, các sự cố rò điện thường xảy ra và gây tai nạn chết người. Để cải thiện vấn đề này, TKV có chủ trương và các mỏ trong các dự án đầu tư duy trì sản xuất hàng năm đều có kế hoạch đầu tư đổi mới để dần thay thế các thiết bị điện cũ bằng các thiết bị mới, ưu việt hơn về kĩ thuật và an toàn.

Bên cạnh đó, tại các mỏ đã loại bỏ gần như hoàn toàn các máy khoan điện cầm tay, thay vào đó là các loại máy vận hành bằng năng lượng khí nén, đã cho phép nâng cao mức độ an toàn và giảm thiểu TNLĐ liên quan đến sự cố điện giật.

** Nhóm các giải pháp về hệ thống quản lý an toàn:*

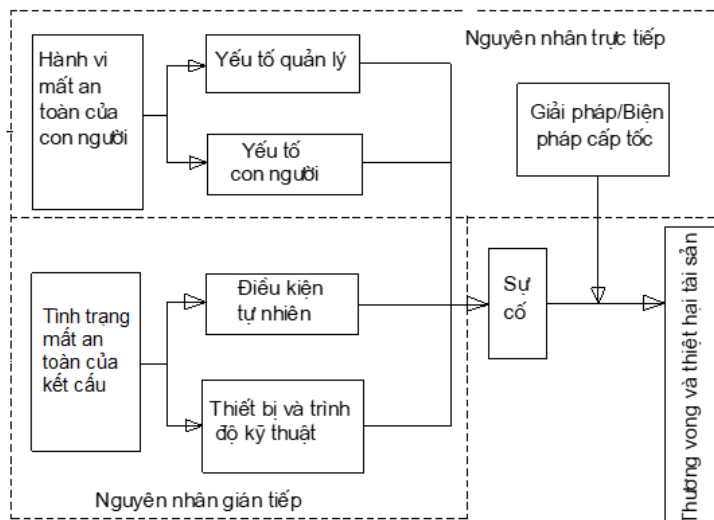
Hệ thống quản lý an toàn đã được tổ chức chặt chẽ theo ngành dọc từ các cơ quan quản lý nhà nước tới các đơn vị khai thác than hầm lò. Chức năng, nhiệm vụ của từng tổ chức, cá nhân được quy định rõ ràng bằng văn bản. Các cơ quan, tổ chức phối hợp với nhau nhịp nhàng, hiệu quả. Cụ thể, ở vai trò quản lý Nhà nước, Bộ Công Thương đã ban hành và cập nhật, hiệu chỉnh ban hành sửa đổi một số quy chuẩn, quy phạm trong khai thác than hầm lò như Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong vận chuyển, bảo quản, sử dụng và tiêu huỷ vật liệu nổ công nghiệp (QCVN 02:2008/BCT), Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn điện (QCVN 01:2008/BCT), Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò (QCVN 01:2011/BCT), Thông tư số 43/2010/TT-BCT ngày 29/12/2010 của Bộ Công Thương “Quy định công tác quản lý an toàn trong ngành Công Thương”, ...

Ở phạm vi Tập đoàn, trên cơ sở kế hoạch sản xuất hàng quý, hàng năm, các đơn vị khai thác than hầm lò đều phải xây dựng kế hoạch ứng cứu sự cố trình Tập đoàn thông qua. Tất cả các công nghệ khai thác đều có quy trình thực hiện, biện pháp kỹ thuật an toàn; các thiết bị đều có quy trình vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa. Công

tác đào tạo, huấn luyện an toàn cho cán bộ quản lý, người lao động được chú trọng và ngày càng thực hiện thực tế, chất lượng hơn. Tất cả các mỏ đều có Phòng an toàn là nơi phụ trách công việc huấn luyện an toàn cho công nhân. Ngoài ra, các lớp đào tạo, huấn luyện của Tập đoàn, Trung tâm Cấp cứu Mỏ và Trung tâm An toàn Mỏ đã giúp cho những người làm việc tại mỏ có thêm những kiến thức bổ sung, cập nhật liên quan đến an toàn Mỏ.

3. Đề xuất một số giải pháp hạn chế nguy cơ mất an toàn và TNLĐ tại các mỏ than hầm lò TKV

Từ kết quả điều tra các vụ TNLĐ tại các mỏ hầm lò TKV thời gian qua, kết hợp với một số nghiên cứu chuyên sâu về công tác an toàn của một số tác giả nước ngoài [4] cho thấy, nguyên nhân gây ra các sự cố tai nạn là do tổ hợp một số loại hình yếu tố đan xen tương hỗ, khắc chế lẫn nhau. Các chuyên gia về lĩnh vực an toàn cho rằng, phần lớn các nguyên nhân gây ra tai nạn chủ yếu là do chính con người, còn yếu tố kỹ thuật công nghệ và trang thiết bị là vẫn có thể phòng tránh được. Nhận định này hoàn toàn phù hợp với kết quả phân loại TNLĐ theo nguyên nhân giai đoạn 1995-2019 của ngành than Việt Nam được thể hiện trong biểu đồ hình 3 (tới 73% vụ TNLĐ do nguyên nhân chủ quan). Từ kết quả điều tra hiện trường và phân tích dữ liệu, có thể xây dựng mô hình các nguyên nhân gây ra sự cố tai nạn được thể hiện trên hình 4, gồm các vấn đề cơ bản là: (1) Thúc đẩy lợi ích kinh tế; (2) Yếu tố quản lý; (3) Yếu tố con người; (4) Điều



Hình 4. Mô hình nguyên nhân gây ra sự cố

kiện tự nhiên (địa chất); (5) Trình độ công nghệ và thiết bị.

Trước tiên cần phải nói rằng, để tăng lợi ích kinh tế, thì tất yếu phải làm việc, nhưng loại bỏ tất cả các quy định, quy phạm và những mối nguy hiểm để làm việc nhiều hơn nữa nhằm thúc đẩy lợi ích kinh tế, thì đó chính là thời điểm mà nhiều sự cố tai nạn xảy ra. Có thể nói, thúc đẩy lợi ích kinh tế là nguồn gốc gây ra nhiều sự cố mất an toàn nhất. Tiếp theo là hành vi không an toàn của con người như: yếu tố quản lý, yếu tố con người, v.v thuộc về nhóm các nguyên nhân trực tiếp gây ra các sự cố. Tiếp theo đó là điều kiện tự nhiên, điều kiện địa cơ mỏ, kỹ thuật công nghệ, trang thiết bị, vật liệu kết cấu chống và các yếu tố khác thuộc về các nguyên nhân gián tiếp gây ra các sự cố. Sự đan xen giữa các nguyên nhân gián tiếp và trực tiếp này sinh ra các hành vi, tình trạng mất an toàn, dẫn tới các sự cố tai nạn xảy ra.

Trên cơ sở đó, để hạn chế nguy cơ mất an toàn và giảm thiểu TNLĐ, nhóm tác giả đề xuất một số giải pháp theo các mô hình nguyên nhân được thể hiện trong hình 4 như sau:

- *Giải pháp cho yếu tố quản lý và con người:*

Đối với góc độ quản lý, phải quy định cụ thể, rõ ràng trách nhiệm cá nhân về công tác an toàn tại các mỏ, xây dựng các chế tài xử phạt vi phạm an toàn lao động. Đẩy mạnh hơn nữa công tác kiểm tra, giám sát thực hiện công tác phòng ngừa sự cố, kiểm tra định kỳ công tác an toàn và ứng cứu, tìm kiếm cứu nạn tại đơn vị, nhằm thực hiện tốt công tác phòng ngừa sự cố tai nạn trong khai thác. Đối với góc độ người lao động, phải thường xuyên được huấn luyện, tuyên truyền để hiểu biết rõ về công việc và nâng cao ý thức tuân thủ quy trình, quy phạm trong thực hiện. Để hiện thực hóa nội dung này, thời gian gần đây, rất nhiều lớp huấn luyện, bồi dưỡng về công tác an toàn cho đối tượng là cán bộ quản và công nhân trực tiếp do TKV, Trung Tâm Cấp cứu mỏ, Viện KHCN Mỏ đã được tổ chức. Nội dung giảng dạy, tính thực tiễn, chất lượng chương trình ngày càng được nâng cao, qua đó góp phần rất lớn vào việc giảm thiểu TNLĐ tại các công ty than hầm lò. Thời gian tới, cần tiếp tục đẩy mạnh hơn nữa công tác này, đồng thời, không ngừng cải tiến chương trình, bài giảng cho phù hợp, đặc biệt cần phải xây dựng nhiều hơn nữa các video tuyên truyền an toàn, để cho đối tượng trực tiếp

là người công nhân tiếp thu nhanh nhất, hiệu quả nhất.

- *Giải pháp cho các yếu tố kỹ thuật công nghệ:*

Trước tiên, phải đổi mới áp dụng các công nghệ khai thác lò chợ có mức độ cơ giới hóa cao, loại bỏ các loại hình vật liệu chống đơn chiếc có sức kháng tải thấp, nặng nhọc, liên kết giữa các vì chống lỏng lẻo như vì gỗ, thủy lực đơn, giá thủy lực XDY, sang sử dụng các vì chống tổ hợp có sức kháng tải lớn hơn, liên kết giữa các đơn nguyên trong lò chợ chặt chẽ hơn (giá khung, giá xích, giàn chống tự hành), để nâng cao mức độ an toàn cho quá trình khai thác, đặc biệt trong bối cảnh các mỏ hầm lò ngày càng phải đối mặt với tình trạng áp lực mỏ lớn do khai thác xuống sâu hơn như hiện nay. Trong công nghệ đào lò, đẩy mạnh áp dụng loại hình kết cấu chống giữ chủ động bằng các loại vì neo (neo chất dẻo cốt thép, neo cáp, bê tông phun), các giải pháp công nghệ gia cường khu vực đường lò thì công trong đá yếu như bơm ép vữa xi măng, hóa chất, ... Bên cạnh đó, phải mở rộng áp dụng các mô hình, dây chuyền công nghệ đào lò bằng máy combai, hay sử dụng các tổ hợp thiết bị cơ giới hóa công tác khoan, xúc để giảm mức độ nặng nhọc và nâng cao mức độ an toàn lao động. Đối với công tác vận tải, tăng cường sử dụng hình thức vận tải liên tục thay thế cho hình thức vận tải goòng để nâng cao năng lực vận tải và hạn chế rủi ro mất an toàn. Tăng cường ứng dụng các tiến bộ về tin học hóa, tự động hóa cho các công đoạn sản xuất, đặc biệt là trong công tác quản lý, giám sát an toàn cháy nổ khí, hay tại các khu vực yêu cầu cao về an toàn và mức độ chuẩn xác trong vận hành như hệ thống tời trục, hầm bơm, ...

- *Giải pháp cho yếu tố điều kiện tự nhiên:*

Khai thác mỏ, bản chất chính là sự tác động vào tự nhiên, phá hủy sự cân bằng vốn có của nó để thu lấy các lợi ích theo chủ đích của mình. Với các mỏ than hầm lò, chính là sự khai đào, hình thành các khoảng trống trong địa tầng để thu lấy tài nguyên than, kéo theo đó, các trạng thái cân bằng tự nhiên về địa chất công trình, địa chất thủy văn, trạng thái ứng suất bị thay đổi và tác động ngược trở lại các công trình, thiết bị mỏ và con người làm việc trong đó. Như vậy, có thể hiểu rằng, để đảm bảo an toàn và hạn chế TNLĐ, vấn đề rất quan trọng được đặt ra là phải hiểu rõ điều kiện tự nhiên, dự báo được các thay đổi của tự nhiên khi chịu tác động của công tác

khai thác mỏ, để từ đó có các giải pháp tổng thể ứng xử cho phù hợp. Do đó, công tác thăm dò phải được nâng cao về chất lượng, để cung cấp cho các nhà thiết kế quy hoạch tài liệu đầu vào có tính chính xác cao nhất, từ đó cho phép loại bỏ các rủi ro ở tầm vĩ mô. Bên cạnh đó, đối với cán bộ làm công tác thiết kế, phải không ngừng được đào tạo, nâng cao trình độ, để có thể hiểu, phân tích, dự báo các yếu tố rủi ro trong thiết kế có nguyên nhân xuất phát từ điều kiện tự nhiên như yếu tố nước, khí, áp lực mỏ, ... từ đó đưa ra các kết quả tính toán đảm bảo hài hòa các yếu tố kỹ thuật, an toàn và kinh tế.

4. Kết luận

Các giải pháp nâng cao mức độ an toàn, giảm thiểu TNLĐ trong khai thác than hầm lò được TKV triển khai thời gian qua đã mang lại hiệu quả thiết thực, số vụ tai nạn lao động và số người chết trong vòng 10 năm gần đây giảm rõ rệt so với giai đoạn trước. Thời gian tới, các mỏ hầm lò ngày càng khai thác xuống sâu và đi xa hơn, điều kiện khai thác khó khăn, phức tạp hơn, kéo

theo đó là các rủi ro mất an toàn cũng tăng theo. Để đảm bảo an toàn trong quá trình sản xuất, các giải pháp đồng bộ đã và đang triển khai của TKV cần tiếp tục được đẩy mạnh và hoàn thiện để nâng cao hiệu quả áp dụng.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Nguyễn Anh Tuấn, 2009. *Nghiên cứu phân tích đánh giá tai nạn chết người trong khai thác than và đề xuất các giải pháp tổng hợp nâng cao mức độ đảm bảo an toàn lao động*, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin.

[2]. *Xây dựng nội dung công tác quản lý an toàn trong lĩnh vực khai thác than hầm lò theo quy định tại Thông tư số 43/2010/TT-BCT ngày 29/12/2010 của Bộ Công Thương*, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, 2013.

[3]. Trần Tú Ba, 2010. *Khảo sát, đánh giá hiện trạng tai nạn lao động do nguyên nhân người lao động vi phạm quy trình, quy phạm trong khai thác than hầm lò*. Xây dựng các giải pháp nhằm giảm thiểu tai nạn lao động trong khai thác than hầm lò (áp dụng thí điểm cho một số đơn vị).

Assessment on the status of occupational accidents at underground coal mines and proposals on some solutions to limit the risk of unsafety

MSc. Dinh Van Cuong, Dr. Trinh Dang Hung, Eng. Hoang Phuong Thao
Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

The accident at work is a remaining issue of Vietnam National Coal - Mineral Industries Holding Corporation Limited as well as, of underground coal mining units, which results in great loss of life and property. Over the past time, Vinacomin has implemented lots of measures to limit the risk of labor unsafety. The article analyzes and assesses the current situation of occupational accidents in underground coal mines and summarizes a number of solutions under being implemented, thereby some solutions are given to reduce accidents at work and enhance the level of safety in the coming time.

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG TIÊU CHUẨN NEO CÁP DỪNG TRONG CÁC MỎ HÀM LÒ THUỘC TẬP ĐOÀN THAN KHOÁNG SẢN VIỆT NAM

**ThS. Phí Văn Long, ThS. Đoàn Ngọc Cảnh
TS. Trịnh Đăng Hưng**

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn

Tóm tắt:

Trên cơ sở các tiêu chuẩn về neo cáp dừng trong mỏ hầm lò của các nước có nền công nghiệp mỏ phát triển trên thế giới, bài báo nghiên cứu, lựa chọn và xác định các nội dung cơ bản để xây dựng tiêu chuẩn về neo cáp sử dụng trong các mỏ than hầm lò thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than Khoáng sản Việt Nam (TKV), nhằm nâng cao chất lượng các sản phẩm neo cáp chế tạo trong nước.

1. Đặt vấn đề

Tại các mỏ hầm lò thuộc TKV hiện nay, các loại neo và phụ kiện chủ yếu nhập từ Trung Quốc, một số phụ kiện như lưới thép, tấm đệm neo chất dẻo cốt thép, neo cáp đã bước đầu được một số đơn vị sản xuất ở trong nước, song vẫn chưa có tiêu chuẩn để áp dụng cho các đơn vị trong tập đoàn. Theo kế hoạch, khối lượng mét lò chống giữ bằng neo tại các mỏ than hầm lò sẽ tăng trưởng rất nhanh, cùng với đó, nhu cầu vật tư neo cũng tăng theo tương ứng. Để giúp các nhà quản lý, các đơn vị sản xuất có hành lang pháp lý phục vụ cho công tác quản lý, kiểm soát chất lượng sản phẩm, đồng thời đảm bảo chất lượng đường lò thi công chống giữ bằng neo, bài báo đã lựa chọn và xác định các nội dung cơ bản để xây dựng tiêu chuẩn về neo cáp sử dụng trong các mỏ than hầm lò nhằm đáp ứng yêu cầu trên.

2. Tổng quan về các tiêu chuẩn chế tạo neo trên thế giới và trong nước

Tại các nước có nền công nghiệp mỏ phát triển như: Trung Quốc, Mỹ và Nga đã sử dụng neo để chống giữ các công trình ngầm từ những năm 70 của thế kỷ XX. Đến nay, neo đã được sử dụng phổ biến và có các tiêu chuẩn quy định chi tiết cho từng loại phù hợp với điều kiện cụ thể của từng nước. Tại Mỹ có các bộ tiêu chuẩn về neo như: Tiêu chuẩn ASTM 432-13: Tiêu chuẩn kỹ thuật cho thanh neo và phụ kiện cho neo trong bê tông. Tiêu chuẩn ASTM D4435 - 04: Phương pháp thử khả năng kéo của neo. Tiêu chuẩn ASTM D4436 - 13e1: Phương pháp thử tải trọng dài hạn của neo. Tại Trung Quốc có các bộ tiêu chuẩn về neo như: Tiêu chuẩn MT 146-2011, Trung Quốc: Neo dính kết. Tiêu

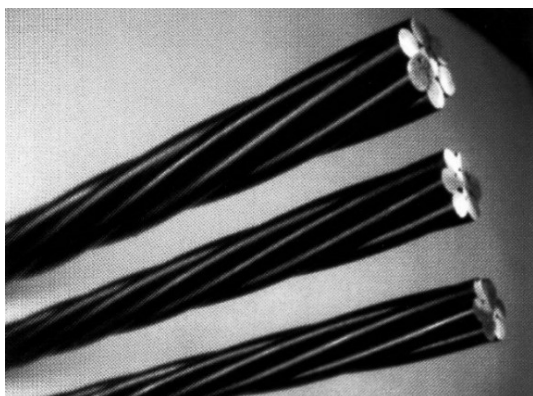
chuẩn MT 146.1- 2002: Neo chất dẻo cốt thép – thời chất dẻo. Tiêu chuẩn MT 146.2-2002: Neo chất dẻo cốt thép – thanh neo và phụ kiện. Tiêu chuẩn GB/T 5224-2014. Cáp thép dự ứng lực. Tiêu chuẩn GB/T 35056-2018. Thông số kỹ thuật cho hỗ trợ bằng neo trong mỏ than hầm lò. Tiêu chuẩn GB/T 24238-2009. Thép dự ứng lực dùng cho bê tông cốt thép. Tại Nga có các bộ tiêu chuẩn về neo như: ГОСТ P 52042-2003 - Kết cấu neo - Yêu cầu kỹ thuật chung.

Ở Việt Nam, cho đến nay đã có một số tiêu chuẩn riêng lẻ về neo như tiêu chuẩn TCVN 8870:2011 - Thi công và nghiệm thu neo đất dùng trong công trình giao thông vận tải; tiêu chuẩn TCVN 10568:2017 Bộ neo cáp cường độ cao - Neo tròn T13, T15 và neo dẹt D13, D15 dùng trong bê tông dự ứng lực. Các tiêu chuẩn này không đề cập đến cáp neo và phụ kiện dùng trong mỏ hầm lò. Do đó, rất cần thiết phải có tiêu chuẩn về neo cáp dùng trong mỏ hầm lò phù hợp với điều kiện các mỏ thuộc TKV hiện nay. Bài báo đề xuất nội dung xây dựng tiêu chuẩn về neo cáp dùng trong mỏ hầm lò dựa trên chủ yếu tiêu chuẩn GB/T 5224-2014 của Trung Quốc.

3. Nghiên cứu xây dựng tiêu chuẩn về neo cáp dùng trong mỏ than hầm lò

Neo cáp và phụ kiện sử dụng tại các mỏ than hầm lò TKV hiện nay đều được nhập khẩu từ Trung Quốc, phổ biến ở ba loại sau: Neo cáp có đường kính $\Phi 15,2$ mm; $\Phi 17,8$ với cấu trúc 7 sợi cáp (hình 1) và $\Phi 21,8$ với cấu trúc 19 sợi cáp (hình 2). Các chi tiết cấu thành một thanh neo cáp xem tại hình 3.

Nhu cầu sử dụng neo cáp tại các mỏ hầm lò Việt Nam là rất lớn, trên cơ sở tham khảo tiêu



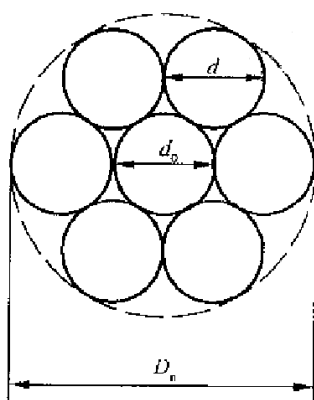
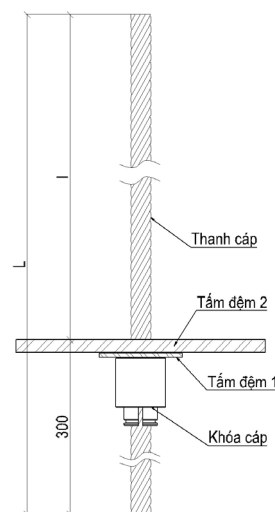
Hình 1. Kết cấu loại cáp neo 7 sợi



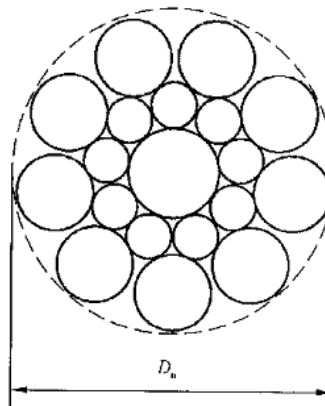
Hình 2. Kết cấu loại cáp neo 19 sợi



Hình 3. Các bộ phận cấu thành neo cáp sử dụng trong mỏ hầm lò



Hình 4. Cáp thép kết cấu 7 sợi



Hình 5. Cáp thép kết cấu 19 sợi

chuẩn GB/T 5224-2014 (của Trung Quốc) và một số tiêu chuẩn có liên quan của Việt Nam, sẽ tiến hành xây dựng tiêu chuẩn về neo cáp dùng trong các mỏ than hầm lò theo các yêu cầu kỹ thuật sau đây.

3.1. Yêu cầu về kích thước

a. Cáp thép

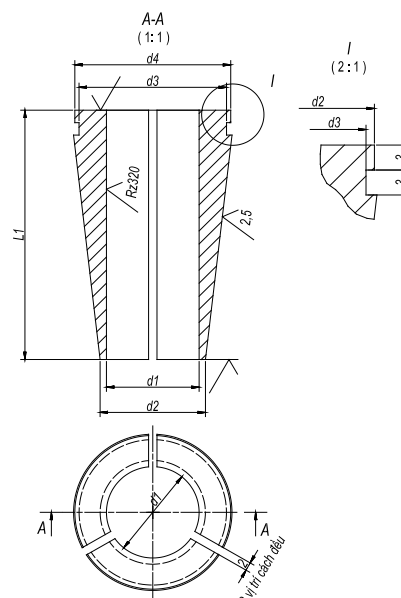
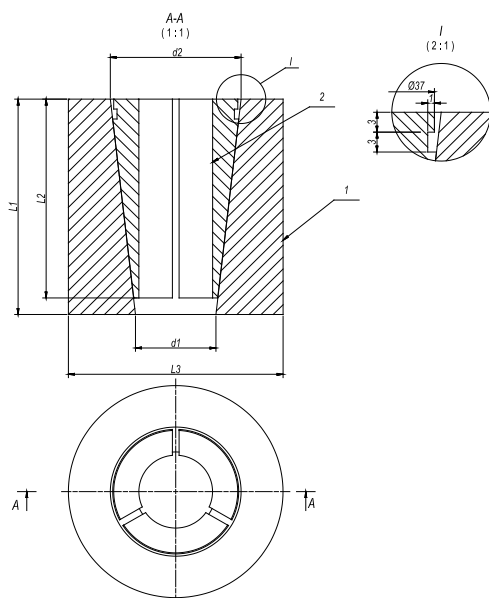
Quy cách cáp thép bao gồm: đường kính cáp thép; kết cấu sợi cáp (bao gồm số sợi thành phần, đường kính các sợi thành phần). Cáp thép thường được cuộn thành cuộn, tùy theo yêu cầu sử dụng mà có thể cắt cáp theo những đoạn có chiều dài nhất định. Kích thước cơ bản của cáp thép được thể hiện trong hình 4, 5. Các yêu cầu

Bảng 1. Kích thước và sai số cho phép của cáp thép 7 sợi và 19 sợi

Kết cấu cáp thép	Đường kính danh định D_0 /mm	Sai số cho phép của đường kính (mm)	Tiết diện ngang danh định của cáp thép (S_n /mm ²)	Trọng lượng lý thuyết mỗi mét cáp (g/m)
Cáp thép 7 sợi	15,2 (15,24)	+0,40 -0,15	140	1101
	17,80 (17,78)		191 (189,7)	1500
Cáp thép 19 sợi	21,80	+0,40 -0,15	313	2482



Hình 6. Nêm hai, ba mảnh bố trí trong vành đỡ tạo thành chốt khoá cáp



Hình 7. Kích thước nêo neo và chốt neo

kỹ thuật về kích thước và sai số cho phép được quy định trong bảng 1.

b. Khóa neo cáp

Khóa neo cáp bao gồm 2 bộ phận chính là vành đỡ (Barrel) và nêm chốt (Wedge), được thể

hiên trên hình 6.

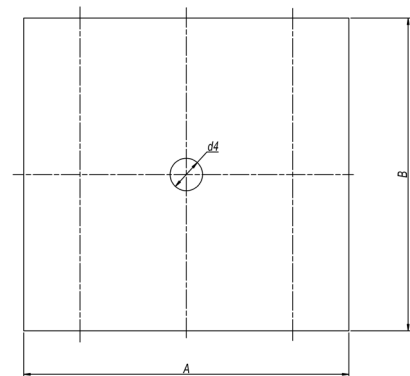
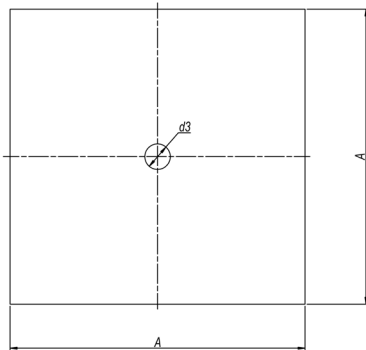
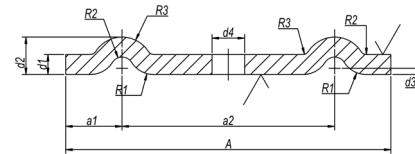
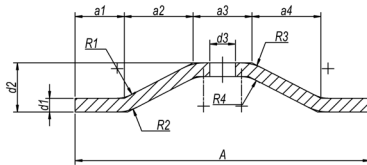
Vành đỡ và nệm chốt là những phụ kiện quan trọng, phối hợp với nhau để giữ chặt tấm đệm neo và cáp neo. Vành đỡ là một ống thép dạng hình trụ có lỗ dạng hình nệm, một đầu to một

Bảng 2. Kích thước cơ bản của vành đỡ (Barrel)

Đường kính cáp sử dụng, mm	Chiều dài vành đỡ L_1 , mm	Đường kính ngoài L_3 , mm	Chiều dài nêm, L_2 , mm	Đường kính lỗ dưới, d_1	Đường kính lỗ trên, d_2
15,2	44	42	39	17	32
17,8	55	53	50	20	35
21,8	65	64	60	24	39

Bảng 3. Kích thước cơ bản của nêm chốt (Wedge)

Đường kính cáp sử dụng, mm	Chiều dài nêm L_1 , mm	Đường kính nêm phần dưới, mm		Đường kính nêm phần trên, mm		Khoảng cách đều giữa 3 nêm, mm
		d_1	d_2	d_3	d_4	
15,2	39	15.4	18.4	28	30	2
17,8	50	18	21	31	33	2
21,8	60	22	25	35	37	2



Hình 8: Tấm đệm neo cáp dạng đập gân (a) và dạng phẳng (b)

đầu nhỏ. Cáp neo đặt chính giữa các nêm chốt dạng 2 mảnh hoặc 3 mảnh. Vành đỡ phải có đủ độ bền để khi các tấm nêm đóng chặt bó sát cáp neo, vành đỡ không biến dạng và không bị phá hủy. Lực kéo từ bó cáp neo sẽ làm cho nêm bị kéo ngược và luôn có xu hướng nén vào toàn bộ thành của vành đỡ. Kích thước cơ bản của khóa neo cáp được thể hiện trong hình 7, kích thước các chi tiết được quy định trong bảng 2, bảng 3.

c. Tấm đệm

Thông thường hiện nay trong các mỏ hầm

lò chủ yếu sử dụng 2 loại tấm đệm dạng đập gân kích thước 250x260x16 và dạng phẳng kích thước 300x300x14, được thể hiện trên hình 8. Tiêu chuẩn kích thước chế tạo tấm đệm được quy định trong bảng 4 và 5.

3.2. Yêu cầu về vật liệu

a. Cáp thép

Vật liệu chế tạo các sợi cáp là vật liệu YL82B thép cuộn cán nóng dùng cho thép dự ứng lực theo tiêu chuẩn GB/T 24238-2009. Trong đó, ký hiệu: YL chỉ thép dự ứng lực, 82 chỉ hàm

Bảng 4. Kích thước cơ bản của tấm đệm neo cáp dạng phẳng 300x300x14

Kích thước tấm đệm	A	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	d ₁	d ₂	d ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Vị trí dập tạo hình	Vị trí uốn
Tấm đệm 300x300x14 (cho 3 loại cáp Φ15,2; Φ 17,8; Φ 21,8)	300	50	70	60	70	14	50	19; 22; 26	30	44	44	30	50±1; 70±1; 60±1 70±1;	50±1; 70±1; 60±1 70±1;

Bảng 5. Kích thước cơ bản của tấm đệm neo cáp dạng dập gân 260x250x16

Kích thước tấm đệm	A	B	a ₂	a ₂	a ₃	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	R ₁	R ₂	R ₃	Vị trí dập tạo hình	Vị trí uốn
Tấm đệm 300x300x14 (cho 3 loại cáp Φ15,2; Φ 17,8; Φ 21,8)	260	250	45	170	45	16	30	5	19; 22; 26	21	9	25	L ₁ =45±1 L ₁ =170±1	L ₁ =45±1 L ₁ =170±1

Bảng 6: Thành phần hóa học thép YL82B (%)

C	Si	Mn	P ≤	S ≤	Ni ≤	Cr ≤	Cu ≤	V
0.80÷0.85	0.10÷0.30	0.60÷0.90	0.025	0.025	0.10	0.035	0.20	0.15

Bảng 7: Cấu tạo, cơ tính của cáp thép YL82B

Chủng loại	Đường kính, mm	Diện tích mặt cắt, mm ²	Giới hạn bền, MPa	Lực kéo đứt tối thiểu, kN	Độ giãn dài tương đối, %
1x19S (1+9+9) (19 sợi)	21.8	312.9	1810	567	3.5
1X7 (7 sợi)	17,8	191	1720	365	3.5
	15,2	140	1570	220	3.5

lượng các bon trung bình, B chỉ hàm lượng thành phần mangan trong thép. Thành phần hóa học và cơ tính của loại thép YL82B như trong bảng 6 và 7.

b. Khóa neo

Chốt khóa là bộ phận có tác dụng giữ thanh cáp, khóa chịu lực ma sát lớn, yêu cầu vật liệu chế tạo là vật liệu chịu mài mòn lớn, độ cứng cao. Theo TCVN 8870-2011, độ cứng của chốt khóa neo phải bằng 1,3 ÷ 2,5 lần độ cứng của sợi thép cường độ cao và không thấp hơn 52 HRC. Do

yêu cầu độ bền và mức độ chống biến dạng cao, nên vành đỡ được tạo lỗ bằng phương pháp tiện nguội (không được rèn); Gia công xong phải kiểm tra khuyết tật bên trong bằng siêu âm hoặc thiết bị kiểm tra khác. Với đặc tính độ bền và yêu cầu làm việc, có thể chọn thép hợp kim 20Cr để chế tạo khóa neo cáp. Hàm lượng thành phần hóa học như bảng 8.

c. Tấm đệm

Theo điều kiện làm việc, chọn thép Q345B(16Mn) hoặc tương đương để chế tạo

Bảng 8. Thành phần hóa học của mác thép 20Cr

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
0,18-0,24	0,17-0,37	0,5-0,8	0,7-1,0	0,3	-

Bảng 9. Thành phần hóa học thép Q345B(16Mn), %

C	Mn	Si	P	S	V	Nb	Ti
0,2	1,0-1,6	0,55	0,04	0,04	0,02-0,15	0,015-0,06	0,02-0,20

Bảng 10. Cơ tính của thép Q345B(16Mn)

Giới hạn chảy (Mpa) σ_c				Giới hàn bền (Mpa) σ_B	Độ dẫn dài tương đối $\Delta \%$
Chiều dày thép (mm)					
≤ 16	16-35	35-50	> 50		
345	325	295	275	470-630	21

tấm đệm neo cáp là đáp ứng yêu cầu. Hàm lượng thành phần hóa học và cơ tính được tổng hợp trong bảng 9, 10.

4. Kết luận

Trên cơ sở tham khảo các tiêu chuẩn về neo trong và ngoài nước, cùng với các yêu cầu về kiểm soát chất lượng chế tạo neo, bài báo đã lựa chọn và đề xuất các nội dung xây dựng tiêu chuẩn về neo cáp dùng trong các mỏ than hầm lò TKV như sau:

- Cáp thép: Lựa chọn vật liệu, quy cách, hình dáng, kích thước, sai số cho phép, yêu cầu kỹ thuật tham khảo theo tiêu chuẩn GB/T 5224-2014 của Trung Quốc.

- Khóa neo: Sử dụng băng lựa chọn hình dạng, kích thước, sai số cho phép. Yêu cầu về vật liệu sử dụng thép hợp kim 20Cr theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8870-2011.

- Tấm đệm: Yêu cầu về vật liệu sử dụng thép Q345B(16Mn) theo tiêu chuẩn Trung Quốc GB1591-88, hoặc sử dụng thép 09Mn2Si theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1659-1975.

Các đề xuất lựa chọn về kích thước, vật liệu chế tạo, đặc tính kỹ thuật của thanh neo cáp và phụ kiện sẽ là cơ sở để tiến hành xây dựng tiêu chuẩn về neo cáp dùng trong mỏ than hầm lò TKV.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8870:2011 Thi công và nghiệm thu neo đất dùng trong công trình giao thông vận tải, Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải biên soạn, Bộ Giao

thông Vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố năm 2011.

[2]. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 10568:2017 Bộ neo cáp cường độ cao - Neo tròn T13, T15 và neo dẹt D13, D15, Tổng cục Đường bộ Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông Vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố năm 2017.

[3]. Báo cáo tổng kết đề tài: "Nghiên cứu, xây dựng tiêu chuẩn và quy trình kiểm định vì chống lở trong các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh". Viện KHCN Mỏ. Hà Nội năm 2015.

[4]. Báo cáo tổng kết đề tài cấp TKV: "Nghiên cứu thiết kế, chế tạo neo cáp và một số phụ kiện neo phục vụ chống lở tại các mỏ hầm lò TKV". Viện Khoa học Công nghệ Mỏ. Hà Nội 2018.

[5]. PGS. TS Lê Thị Chiều - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội (2010), Đề tài KC.02.21/06-10 «Chế tạo lõi neo cáp bê tông dự ứng lực thay thế lõi neo nhập ngoại».



Research on development of the standards for cable anchors used in underground mines of Vietnam National Coal Minerals Industries Holding Corporation Limited

MSc. Phi Van Long, MSc. Doan Ngoc Canh, Dr. Trinh Dang Hung
Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Based on the standards of cable anchors used in underground mines of the countries with advanced mining industry in the world, the article researches, selects and identifies the basic contents to develop standards for cable anchors used in underground coal mines of Vietnam National Coal, Mineral Industries Holding Corporation Limited in order to improve the quality of locally manufactured cable anchors

GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ PHA TRỘN THAN NHẬP KHẨU VỚI THAN SẢN XUẤT TRONG NƯỚC VÀ CÔNG NGHỆ PHA TRỘN THAN TẠI MỎ THAN ARCH THUỘC BANG VERGINIA CỦA MỸ

KS. Nguyễn Văn Nghĩa

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

Biên tập: ThS. Hoàng Minh Hùng

Tóm tắt:

Bài báo trình bày hiện trạng về công nghệ pha trộn than nhập khẩu với than sản xuất trong nước và giới thiệu công nghệ pha trộn tự động tại Mỏ than Arch thuộc một tổ hợp mỏ than vùng tây Virginia Hoa Kỳ. Trong đó: Sử dụng thiết bị phân tích 1812C, hệ thống phân tích nhiệt điện tử CQM và phần mềm pha trộn than tự động (COBOS) để từ bốn nguồn than thành các chủng loại than thương phẩm khác nhau đáp ứng độ tro và hàm lượng lưu huỳnh theo yêu cầu của khách hàng.

1. Hiện trạng công nghệ pha trộn than nhập khẩu với than sản xuất trong nước

Năm 2019, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã điều hành sản xuất - kinh doanh than phù hợp với diễn biến thị trường tiêu thụ than trong nước và xuất khẩu. Sản lượng than nguyên khai đạt 40,5 triệu tấn; than sạch sản xuất 39,02 triệu tấn; than nhập khẩu 6,5 triệu tấn; Than tiêu thụ 44,02 triệu tấn. Dự kiến năm 2020, TKV sản xuất khoảng 40,5 triệu tấn than nguyên khai, than sạch sản xuất 39,68 triệu tấn, than nhập khẩu 10,5 triệu tấn, than tiêu thụ 49,0 triệu tấn. Trong thời gian qua, mặc dù các đơn vị khai thác hầm lò tiếp tục đẩy mạnh áp dụng cơ giới hóa, tự động hóa; đơn vị khai thác lộ thiên thực hiện tốt phương án khai thác than trong mùa mưa bão; đơn vị sàng tuyển, chế biến thực hiện các giải pháp công nghệ để chế biến chủng loại than phù hợp với nhu cầu tiêu thụ; tăng cường tận thu thêm than chất lượng thấp để phục vụ pha trộn chế biến nhưng nhu cầu tiêu thụ các năm tiếp theo cho hộ điện sẽ tăng cao, trong khi nguồn than sản xuất trong nước không đủ và chất lượng than cấp cho điện có chiều hướng ngày càng giảm, để đảm bảo cao nhất an ninh năng lượng quốc gia và hiệu quả sử dụng than, vấn đề cấp thiết đặt ra là sử dụng hợp lý nguồn than sản xuất nội địa và than nhập khẩu (trộn than với tỷ lệ hợp lý) để tạo ra nguồn than cung cấp ổn định lâu dài với các giải pháp pha trộn hợp lý, đảm bảo chất

lượng và chi phí cung cấp than thấp nhất, đồng thời nâng cao hiệu quả hoạt động cho các nhà máy nhiệt điện.

Than nhập khẩu được vận chuyển bằng các phương tiện tàu thủy đến cảng tiếp nhận than và được bốc lên phương tiện vận chuyển (ô tô, toa xe, băng tải) để đưa vào kho chứa pha trộn của các đơn vị hoặc đưa trực tiếp vào Nhà máy tuyển than Cửa Ông, Trung tâm chế biến than vùng Hòn Gai MB +30 để tiến hành pha trộn. Dựa vào nhu cầu theo từng chủng loại và các hộ tiêu thụ, các đơn vị tiến hành lập phương án tính toán tỷ lệ pha trộn giữa than nhập khẩu với than sản xuất của TKV thành các sản phẩm đạt được các chỉ tiêu kỹ thuật theo TCVN hoặc theo hợp đồng cung cấp cho khách hàng. Các chủng loại than pha trộn chủ yếu cung cấp cho các hộ điện (Than cám 5a.1, 5b.1, 6a.1, 6b.1). Công nghệ pha trộn than như sau:

Than nhập khẩu (thường có cỡ hạt 0-50mm) được đưa vào sàng phân loại lưới 15mm để tách cấp hạt -15mm, cấp hạt +15mm được đưa vào máy nghiền để nghiền thành cấp -15mm phục vụ công tác pha trộn.

Nhìn chung, công tác pha trộn than ở trong nước chủ yếu bằng công tác thủ công sử dụng máy xúc, sàng và băng tải nên vẫn còn nhiều nhược điểm: (i) Các trang thiết bị, công nghệ phục vụ cho việc pha trộn than còn chưa được đầu tư, nâng cấp phù hợp với yêu cầu; (ii) Việc pha trộn than bằng máy xúc có thể ảnh hưởng đến độ đồng đều của than sau pha trộn, nên mẫu

than đưa vào phân tích chất lượng chưa thật sự mang tính đại diện, dẫn đến không thể phát hiện và kịp thời ngăn ngừa những khiếm khuyết của hàng hoá, ảnh hưởng đến chất lượng than khi giao cho khách hàng.

Do vậy, TKV sẽ từng bước đầu tư hiện đại hóa công tác pha trộn than thông qua các hệ thống máy tính để điều tiết cho ra các sản phẩm đảm bảo theo yêu cầu.

2. Công nghệ pha trộn than tại mỏ than Arch thuộc bang Virginia của Mỹ

2.1. Khái quát và hoạt động pha trộn than của mỏ than

Tổ hợp mỏ than Arch nằm ở phía nam và cách thành phố Charleston khoảng 30 dặm. Tổ hợp mỏ bao gồm 01 mỏ lộ thiên, 01 mỏ hầm lò, 01 nhà máy tuyển và 01 trạm chất tải đường sắt. Tổ hợp mỏ sản xuất khoảng 5,5 triệu tấn than/năm. Hệ thống kho lưu trữ than của mỏ bao gồm hai kho than kín với dung tích 35.000 tấn và hai silo với dung tích 10.000 tấn lưu trữ than để cấp cho hệ thống tàu đường sắt. Mỏ sản xuất ra các loại sản phẩm than có độ tro từ 10÷33% và hàm lượng lưu huỳnh từ 0,5% tới 2,5%. Giá trị nhiệt năng thay đổi từ 9.200÷13.000 Btu/lb. Trong quá trình sản xuất than thương phẩm, mỏ than Arch sử dụng các máy phân tích nguyên tố thuộc loại lớn nhất trên thế giới với mục tiêu tăng hiệu quả trong hoạt động khai thác, sản xuất than. Mỏ thường phục vụ khoảng 8 khách hàng trong một tháng, mỗi khách hàng này có yêu cầu chất lượng rất khác nhau và mỏ than chủ yếu dựa vào việc phân tích để đạt được chất lượng theo yêu cầu của các hợp đồng khác nhau. Năm 1993, mỏ than đã lắp đặt thiết bị phân tích GM 1812C (Gamma Metrics 1812C) tại một tổ hợp mỏ than ở Eskdale để giám sát và phân loại sản phẩm của mỏ. Thiết bị này trước kia được sử dụng để giám sát chất lượng than được chất vào silo trước khi cấp vào toa xe và phản hồi cho mỏ nhằm ổn định chất lượng theo yêu cầu của khách hàng. Tuy nhiên, mỏ không thể tận dụng được các ưu điểm của thiết bị này vì khả năng lưu trữ than trong kho và kế hoạch vận hành của toa xe.

Đến năm 2002, mỏ đầu tư bổ sung thêm 02 kho than với tổng dung tích 70.000 tấn nằm gần trạm chất tải silo. Mỏ đã lắp đặt một thiết bị phân tích nhiệt điện tử CQM (Coal Quality Manager) từ Công ty TGM (Thermo Gamma-Metrics) tại

tháp chất tải. Tại đây thiết bị phân tích được cấp mẫu giai đoạn 1 từ hệ thống lấy mẫu 3 giai đoạn. Thiết bị phân tích này được sử dụng online để kiểm soát chất lượng than cấp vào mỗi toa xe đường sắt. Sau đó, hệ thống phân tích nhiệt điện tử CQM kết hợp với phần mềm pha trộn than tự động (COBOS) pha trộn than từ bốn nguồn để đạt được chất lượng không chỉ đảm bảo chân hàng theo yêu cầu theo hợp đồng mà còn ổn định chất lượng cho cả đoàn tàu. Hiện nay, chúng có thể đáp ứng các chất lượng than khác nhau sau pha trộn từ 4 nguồn than với thiết bị phân tích đặt tại trạm chất tải để phát hiện sự thay đổi chất lượng của sản phẩm cuối cùng và tự động điều chỉnh tự động tỷ lệ pha trộn để đáp ứng chất lượng chân hàng.

2.2. Giới thiệu công nghệ và thiết bị phân tích than, phần mềm pha trộn than

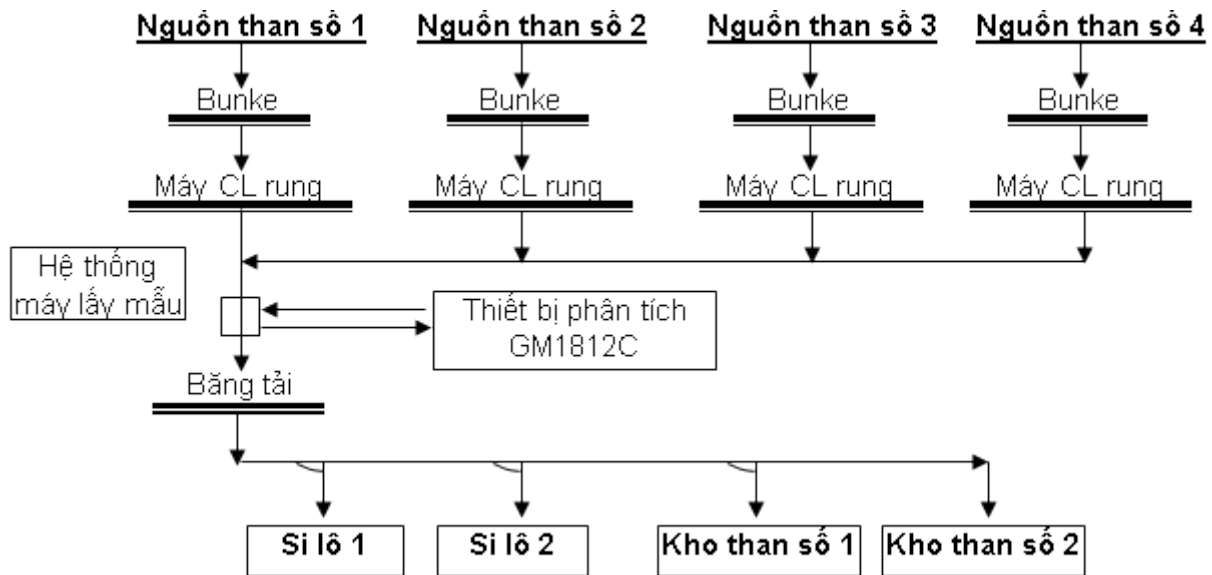
2.2.1. Giới thiệu công nghệ pha trộn than

Than khai thác của mỏ chủ yếu là than sạch ngoại trừ than tận thu được tập kết ở các đồng than để cấp cho nhà máy tuyển. Tại đây than được phân loại thành các nguồn có chất lượng khác nhau (tại mỏ đang là 04 nguồn) để phục vụ công tác pha trộn. Than từ các nguồn trên được máy xúc, xe gạt cấp vào bunke, máy cấp liệu rung xuống băng tải. Trên hệ thống băng tải này bố trí hệ thống lấy mẫu và thiết bị phân tích để kiểm soát chất lượng sản phẩm sau pha trộn (Công tác pha trộn than được thực hiện tự động hóa thông qua sự thay đổi tốc độ cấp liệu được kiểm soát bằng tỷ lệ) để vận chuyển vào 02 silo hoặc 02 đồng than.

2.2.2. Giới thiệu thiết bị phân tích than, phần mềm pha trộn than

1/ Thiết bị Gamma Metrics 1812C (GM 1812C)

Thiết bị phân tích (hình 2) được đặt cạnh hệ thống băng tải và nó được cấp mẫu than ban đầu từ hệ thống lấy mẫu 2 giai đoạn. Tốc độ dòng than qua thiết bị GM 1812C khoảng 4,0 tấn/h. Các kết quả phân tích được hiển thị tại chỗ và được tự động truyền tới bảng điện tử gần đồng than (hình 3) tại bãi tập kết xe tải nhằm truyền tải thông tin cho người vận hành xe ủi, xe tải tìm được nguồn than phù hợp từ các đồng than để đảm bảo chất lượng trong cả ca sản xuất. Nhóm kiểm soát chất lượng của mỏ cũng sử dụng số liệu này để thực hiện các thay đổi định kỳ điểm đến than đã được sản xuất ra nhằm đảm bảo chất lượng khác nhau trong các điểm lưu trữ (02



Hình 1: Sơ đồ nguyên lý hệ thống pha trộn mỏ than Arch

silo và 02 kho than) sau đó được sử dụng để pha trộn than cho các toa xe.



Hình 2: Thiết bị phân tích Gamma Metrics 1812C (GM 1812C)

2/ Thiết bị quản lý chất lượng than Gamma Metrics (GM-CQM)

Thiết bị GM-CQM được đặt ở trạm chất tải đường sắt và như một thiết bị phân tích mẫu than, nó được cấp mẫu than ban đầu từ hệ thống lấy mẫu 3 giai đoạn HSS. Tốc độ dòng than qua thiết bị GM-CQM khoảng 5 tấn/giờ. Mỗi phút thiết bị này tạo ra các phân tích cùng với phần mềm hệ thống tối ưu hóa pha trộn than (COBOS) có thể điều chỉnh cấp liệu theo tần suất 1 phút/lần để đảm bảo chất lượng than cấp lên toa xe. Hiện nay, thiết bị phân tích này là duy nhất trên thế giới để pha trộn than tự động dựa trên hai tham số hàm lượng lưu huỳnh và độ tro. Thiết bị GM-CQM được thiết kế với độ chính xác cao do dựa trên sự duy trì một hằng số và hình mặt cắt ngang trong vùng phân tích. Nó sử dụng công nghệ phân tích kích hoạt neutron gamma



Hình 3. Bảng hiển thị kết quả phân tích chất lượng than



Hình 4. Thiết bị quản lý chất lượng than Gamma Metrics (GM-CQM)

(PGNAA) để tạo ra kết quả phân tích nguyên tố theo từng phút đối với hàm lượng lưu huỳnh và độ tro. Thiết bị GM-CQM cũng bao gồm thiết bị đo độ ẩm để xác định độ ẩm và cho phép dự báo nhiệt năng.

3/ Hệ thống tối ưu hóa pha trộn than (COBOS)

a/ Giới thiệu hệ thống tối ưu hóa pha trộn than

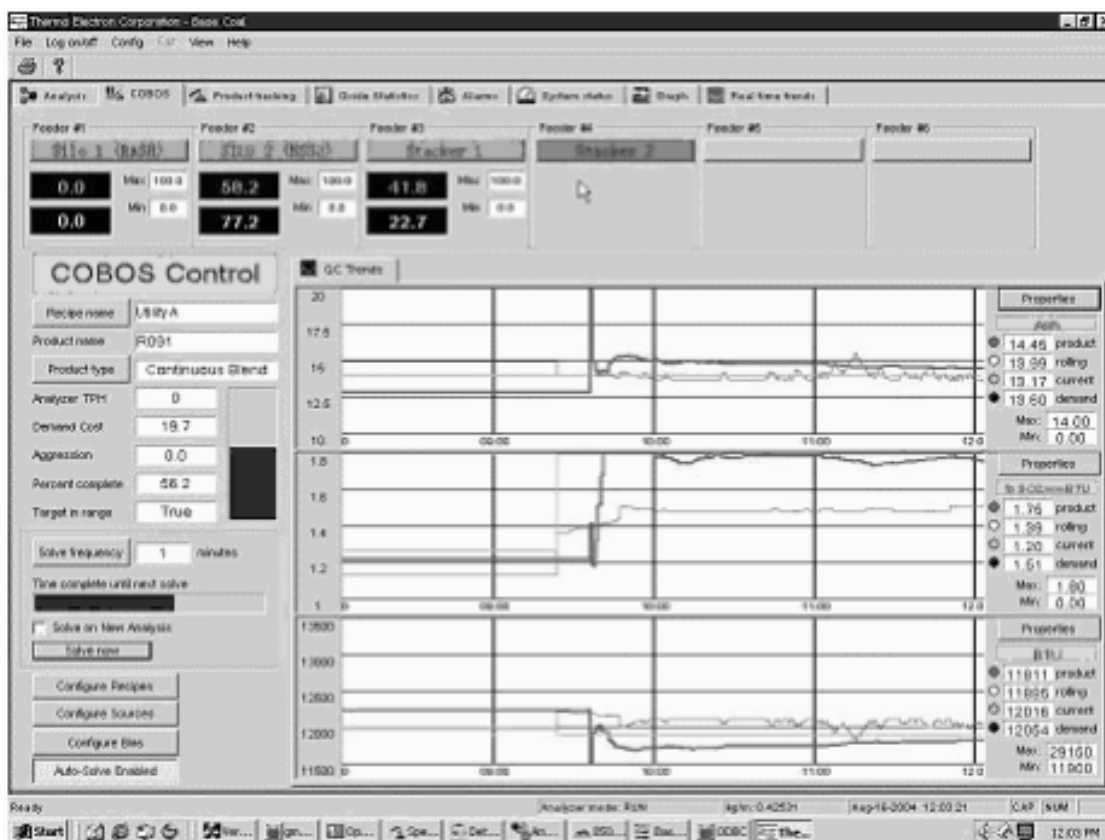
Công ty Thermo Electron cung cấp phần mềm pha trộn trong ngành công nghiệp than đã hơn 15 năm. Gần đây, Công ty đã có một cải tiến sản phẩm nhằm thỏa mãn cả mục tiêu hoạt động của hệ thống và có tính thân thiện. Thuật toán tối ưu hóa làm giảm tối thiểu giá thành pha trộn và đáp ứng phạm vi giá trị cho phép của các tham số cần kiểm soát. Hệ thống này có thể đáp ứng tới 6 nguồn than cung cấp cho toa xe hoặc sà lan và có thể kiểm soát tới 5 tham số. Nhưng thực tế, số lượng tham số kiểm soát thường không vượt quá 3 tham số và thường chỉ 2 tham số cơ bản là hàm lượng lưu huỳnh và độ tro. Với mỗi một đoàn tàu hoặc sà lan, người vận hành đơn giản chỉ lựa chọn các nguồn than hiện có (tên, giá thành, chất lượng trung bình), chọn khách hàng, tàu khách hàng được chất tải (Tên, chất

lượng trung bình), đưa số lượng đầu vào về khối lượng lô hàng và phần việc còn lại do phần mềm COBOS thực hiện. Phần mềm sẽ điều chỉnh tự động một giả thiết để dựa vào nó thiết bị phân tích đưa ra các tham số (nhiệt năng, độ ẩm ngoài, độ tro) và dựa vào đó có được tỷ lệ pha trộn và giá trị tham số của nguồn than sau pha trộn. Phần mềm này cũng đưa ra thời gian trễ khác nhau từ lúc máy cấp liệu hoạt động đến khi có số liệu phân tích. Kết quả là các đoàn tàu và sà lan được chất tải than theo yêu cầu và giảm tối đa sử dụng than có giá trị cao nhất từ nguồn than hiện có.

Các đoàn tàu vận tải than điển hình của mỏ có tải trọng từ 10.000 tấn đến 16.500 tấn, tốc độ chất tải 4.000 tấn/giờ. Hệ thống COBOS theo dõi chất lượng lũy tích trong quá trình chất tải lên tàu và tự động điều chỉnh tỷ lệ pha trộn từ 4 nguồn để đáp ứng mục tiêu đã định theo hàm lượng lưu huỳnh và độ tro.

b/ Đánh giá chi tiết hoạt động của phần mềm COBOS tại trạm chất tải Toms Fork

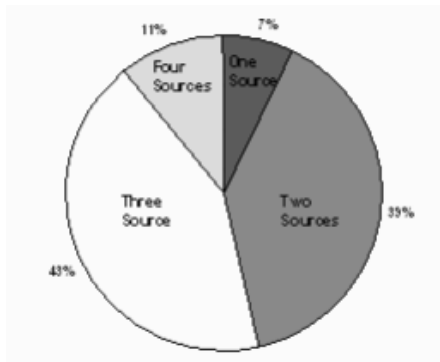
Vào tháng 6 năm 2004, mỏ than đã đánh giá hoạt động của phần mềm COBOS tại trạm chất



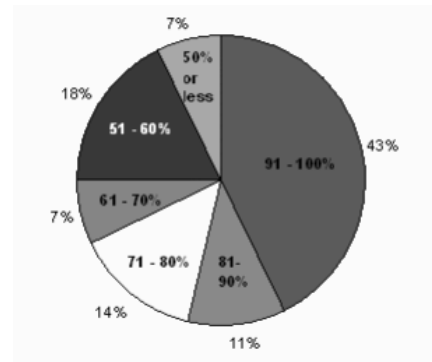
Hình 5. Màn hình hiển thị phần mềm COBOS trên bảng điều khiển hoạt động

Bảng 1. Nguồn than và chất lượng than tại các silo và đồng chứa than

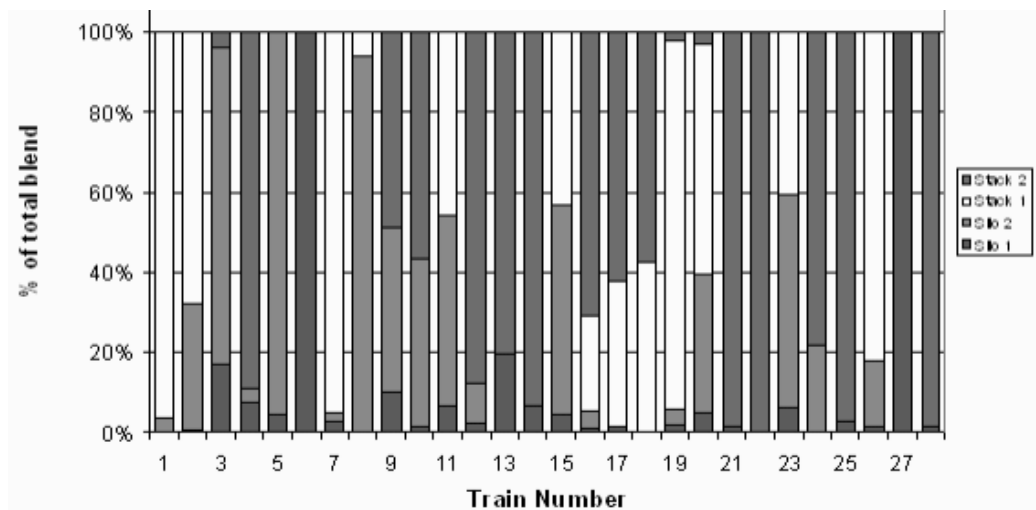
Tên nguồn	Độ tro (%)	Lbs SO ₂ /MBtu	MBtu/lb	Ghi chú
Silo 1	30,0	NA	9.500	
Silo 2	10,0	< 1,2	12.500	
Đồng 1	13,5	1,6	12.200	
Đồng 2	12,0	1,17	> 12.500	



Hình 6: Số lượng nguồn than được sử dụng để thỏa mãn yêu cầu chất lượng cho các đoàn tàu



Hình 7. Nguồn than lớn nhất có tỷ lệ phần trăm khối lượng lớn nhất thiết bị quản lý



Hình 8: Tỷ lệ pha trộn tại trạm chất tải Toms Fork trong tháng 6/2004

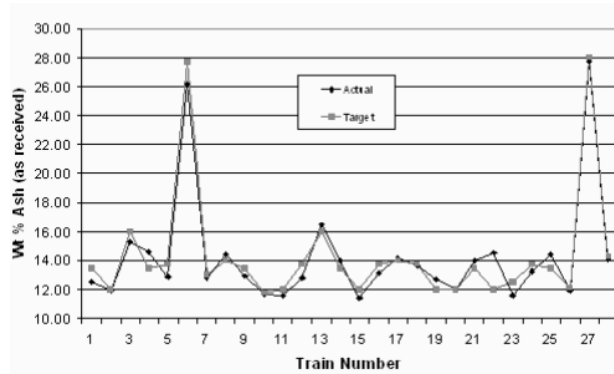
tải Toms Fork. Để hiểu được phần mềm COBOS có đạt được mục tiêu chất lượng hay không, chúng tôi có 4 nguồn than như trong bảng 1.

Phần mềm này giúp để hiểu được một vài thực tế hoạt động của mỏ. Mỏ than Arch dựa vào phần mềm OPC trong bảng điều khiển hoạt động để kết nối qua một đường truyền DH+ tới PLC của chúng. Nó cảnh báo hoạt động chất tải không được thực hiện cho tàu trừ khi hệ thống lấy mẫu và thiết bị phân tích đã sẵn sàng và cả khi các cửa tháo của silo và đồng than bị khóa thì hệ thống này cũng không hoạt động.

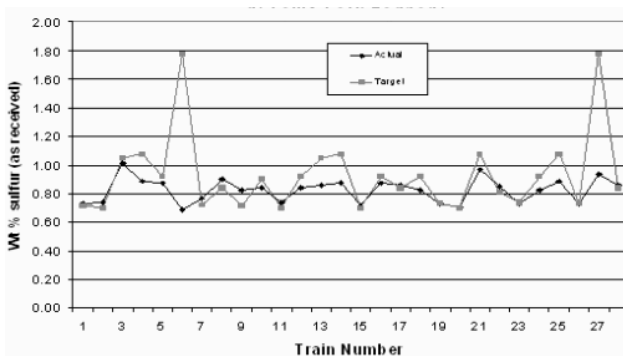
Từ hình 6 đến hình 8 cho thấy:

- Phần lớn sản phẩm cấp cho các đoàn tàu được pha trộn từ 3 nguồn than hoặc lớn hơn;
- Hơn một nửa đoàn tàu được chất tải có nguồn 1 tham gia;
- Tỷ lệ pha trộn giữa các nguồn thay đổi nhiều ở các đoàn tàu khác nhau nên cần phải tự động hóa quá trình này.

Khi đưa giá trị 0 vào hệ thống kiểm soát (Hình 9 và hình 10) có thể thấy rằng trong phần lớn trường hợp giá trị độ tro rất gần nhau và thỏa mãn mục tiêu chất lượng và khi giá trị lưu huỳnh



Hình 9. Hoạt động của hệ thống kiểm soát trên tham số độ tro tại trạm Toms Fork



Hình 10. Hoạt động của hệ thống kiểm soát trên tham số lưu huỳnh tại trạm Toms Fork

không đáp ứng thường là do không có đủ lưu huỳnh trung gian để đáp ứng thông số kỹ thuật thực tế. Chỉ hai đoàn tàu có độ tro cần trên 28,0%, độ tro thực tế đã vượt quá độ tro yêu cầu hơn 1,0%.

3. Kết luận

- Trong những năm tới để đáp ứng nhu cầu

tiêu thụ than cho các Nhà máy Nhiệt điện, sản lượng than nhập khẩu của TKV sẽ tăng từ 15÷20%. Hiện nay, công nghệ chế biến, pha trộn than nhập khẩu chủ yếu sử dụng sàng phân loại lưới 15mm để tách cấp hạt -15mm, cấp hạt +15mm được đưa vào máy nghiền để nghiền thành cấp -10mm và pha trộn với than trong nước. Theo đánh giá sơ bộ, công nghệ pha trộn hiện nay chưa đồng bộ, chất lượng than sau pha trộn chưa ổn định, năng suất thấp, chi phí sản xuất cao, quy hoạch kho bãi và môi trường còn nhiều bất cập ... Ngoài ra, công tác tự động hóa trong việc pha trộn và kiểm soát chất lượng sản phẩm gần như chưa được thực hiện. Do đó, trong tương lai cần phải áp dụng cơ giới hóa, tự động hóa trong công tác pha trộn than.

- Trên thế giới đã áp dụng cơ giới hóa, tự động hóa trong công tác pha trộn than từ nhiều năm trước. Tại mỏ than Arch thuộc bang Virginia, Mỹ đã sử dụng các thiết bị GM 1812C, thiết bị GM-CQM và phần mềm COBOS để cơ giới hóa và tự động hóa khâu pha trộn than. Dây chuyền công nghệ pha có những ưu điểm: Chất lượng than thương phẩm sau pha trộn ổn định, đáp ứng được yêu cầu chất lượng cũng như sự tin tưởng của khách hàng; Dây chuyền sản xuất hoạt động mềm dẻo hơn ngay cả khi chất lượng các nguồn than có sự thay đổi. Công nghệ pha trộn than tự động tại mỏ than Arch có thể xem xét áp dụng vào công tác pha trộn than tại các đơn vị trong TKV.

Tài liệu tham khảo:

- International On-line coal analyzer technical conference.

Introduction on the technology of imported coal mixing with coal produced domestically and the coal mixing technology at the Arch coal mine in Virginia state, USA.

Eng. Nguyen Van Nghia - Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

The paper presents the current status of the technology of mixing imported coal with coal produced domestically and introduces the automatic mixing technology at the Arch coal mine belonging to the complex of coal mines in Western Virginia, USA. In which: the 1812C analyzer; CQM electronic thermal analysis system and the automatic coal mixing software (COBOS) are used to transform four coal sources into different types of commercial coal to meet ash content and sulfur content according to requirements of the customers.

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XỬ LÝ PHENOL TRONG NƯỚC BẰNG THAN HOẠT TÍNH

KS. Trần Nam Anh

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: ThS. Hoàng Minh Hùng

Tóm tắt:

Phenol phát sinh trong các dòng thải của quá trình công nghiệp và được xem là chất cực độc nếu đi vào cơ thể qua đường miệng. Nghiên cứu này thực hiện nhằm xác định các thông số đặc tính của than hoạt tính cùng khả năng xử lý phenol trong nước. Các đặc tính của than được xác định bằng một số kỹ thuật hiện đại như phân tích phổ (EDS), phổ hồng ngoại (FTIR) và ứng dụng kỹ thuật phân tích thể điện động để xác định mật độ điện tích bề mặt. Kết quả cho thấy, than hoạt tính có hàm lượng cacbon cao (96,05% về khối lượng), với $pH < 7,2$ bề mặt vật liệu tích điện dương, khả năng xử lý phenol của than hoạt tính đạt hiệu suất cao trong môi trường axit và với điều kiện tối ưu $pH = 7$, nồng độ phenol ban đầu là 20 mg/l, thời gian phản ứng 120 phút, khối lượng vật liệu hấp phụ 2,5 g/l, hiệu suất xử lý đạt 75,12%. Quá trình hấp phụ phenol tuân theo mô hình hấp phụ Langmuir với hệ số $R^2 = 0,9905$, dung lượng hấp phụ cực đại là 13,79 mg/g. Kết quả nghiên cứu này cho thấy, mẫu than hoạt tính hoàn toàn có khả năng loại bỏ phenol khỏi nguồn nước bị ô nhiễm.

1. Đặt vấn đề

Các nghiên cứu gần đây cho thấy, nhiều nguồn nước mặt, nước sông hồ có chứa một lượng không nhỏ phenol và các dẫn xuất của phenol. Chúng là sản phẩm phát sinh trong nước thải của quá trình luyện cốc trong các nhà máy, khu công nghiệp sản xuất gang thép, luyện kim.

Một số ngành công nghiệp khác như công nghiệp dệt, nhuộm, sản xuất giấy, nhựa hoặc sản xuất thuốc trừ sâu cũng là những nguồn phát thải phenol ra môi trường. Hàm lượng của phenol trong một số nguồn nước thải từ quá trình công nghiệp được thể hiện trong bảng 1.

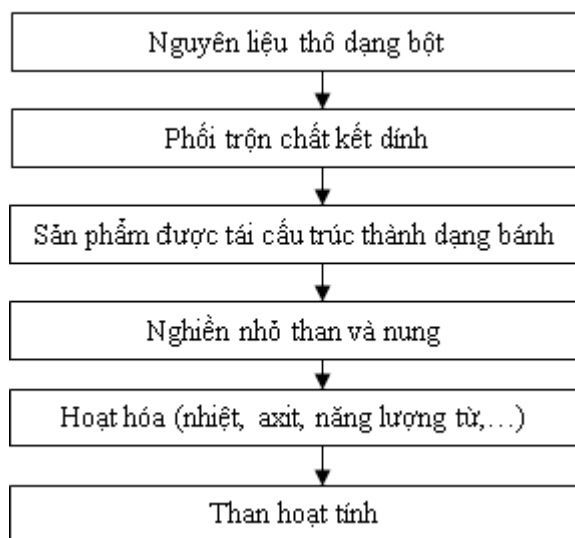
Phenol và các dẫn xuất của chúng khó phân

Bảng 1. Hàm lượng phenol trong một số nguồn nước thải công nghiệp

Nguồn nước thải công nghiệp	Hàm lượng phenol (mg/l)
Nhà máy lọc dầu	40 – 185
Hóa dầu	200 – 1220
Dệt may	100 – 150
Thuộc da	4,4 – 5,5
Luyện coke	600 – 3900
Chế biến than và sản phẩm từ than	1700 – 7000
Công nghiệp sắt	5,6 – 9,1
Công nghiệp cao su	3 – 10
Công nghiệp bột giấy và giấy	22
Công nghiệp bảo quản gỗ	50 – 953
Sản xuất nhựa phenolic	1600
Nhựa phenolic	1270 – 1345
Sản xuất sợi thủy tinh	40 – 2564
Sản xuất sơn	1,1

hủy trong môi trường và đều được coi là các chất độc đến rất độc, có khả năng làm ô nhiễm môi trường đất, nước và ảnh hưởng trực tiếp tới sự sinh trưởng và phát triển của các loài sinh vật và cả con người [20,21]. Có nhiều phương pháp xử lý phenol trong nước đã được nghiên cứu và áp dụng bao gồm sử dụng các tác nhân oxy hóa mạnh (H_2O_2 , ozone, chlorine, hệ Fenton...), phân hủy bằng phương pháp sinh học nhờ hệ vi sinh vật trong bùn thải, xử lý bằng vật liệu hấp phụ....

Trong khi đó, than hoạt tính ra đời và nhanh chóng trở thành một trong những vật liệu được ứng dụng vào nhiều lĩnh vực khác nhau do chúng có những ưu điểm như giá thành rẻ, thân thiện với môi trường, có tính ứng dụng cao như lọc bụi, lọc khí, xử lý mùi và xử lý chất ô nhiễm trong nước. Hơn nữa, than hoạt tính có cấu trúc lỗ xốp với diện tích bề mặt riêng rất lớn nên chúng có khả năng hấp phụ nhiều loại chất hữu cơ, vô cơ khác nhau. Quy trình sản xuất than hoạt tính được thể hiện trong sơ đồ sau (Hình 1).



Hình 1. Quy trình sản xuất than hoạt tính

Trong nghiên cứu này, than hoạt tính được kiểm tra và đánh giá đặc tính thông qua một số kỹ thuật hiện đại. Mặt khác, nghiên cứu tập trung khảo sát khả năng xử lý phenol trong nước ở các điều kiện khác nhau như thời gian, pH, nồng độ phenol đầu vào, nồng độ của than hoạt tính và đưa ra dạng mô hình hấp phụ của than hoạt tính với phenol.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Mẫu than hoạt tính, NH_4OH 25%, phenol,

$K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$, KH_2PO_4 , 4-aminoantipyrine, $K_3[Fe(CN)_6]$, axit hydrochloric (HCl, 37%), natri hydroxide (NaOH, > 96%).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp nghiên cứu một số đặc điểm của vật liệu than hoạt tính

Trong nghiên cứu này, than hoạt tính được kiểm tra đặc tính thông qua phương pháp phân tích phổ EDS, phương pháp phổ hồng ngoại (FTIR) và ứng dụng kỹ thuật phân tích thể điện động để xác định mật độ điện tích bề mặt.

2.2.2. Ảnh hưởng của thời gian đến quá trình hấp phụ phenol của than hoạt tính

Cho 200 ml dung dịch phenol có nồng độ 20 mg/l vào bình tam giác 250 ml, điều chỉnh dung dịch về pH = 7 thêm 0.5 g than hoạt tính đã nghiền nhỏ (nồng độ chất hấp phụ 2,5 g/l) và khuấy trên máy khuấy từ với tốc độ 800 vòng/phút trong 30, 60, 90, 120, 150 phút, ly tâm với tốc độ 2.500 vòng/phút và lọc để tách thành phần rắn trong dung dịch. Dung dịch được đem đi phân tích lượng phenol còn lại.

2.2.3. Ảnh hưởng của pH đến hiệu quả hấp phụ phenol của than hoạt tính

Cho 200 ml dung dịch phenol có nồng độ 20 mg/l vào các bình tam giác 250 ml, điều chỉnh pH đến 5,6,7,8,9 và 10 bằng HCl 1M và NaOH 1M, thêm 0.5 g than hoạt tính đã nghiền nhỏ cho vào mỗi bình (nồng độ chất hấp phụ 2,5 g/l), khuấy trên máy khuấy từ với tốc độ 800 vòng/phút. Sau 120 phút, ly tâm với tốc độ 2500 vòng/phút và lọc để tách thành phần rắn trong dung dịch. Dung dịch được đem đi phân tích lượng phenol còn lại.

2.2.4. Ảnh hưởng của nồng độ phenol ban đầu đến hiệu quả hấp phụ phenol của than hoạt tính

Cho 200 ml dung dịch phenol có nồng độ 10 mg/L, 20, 30, 50, 60 mg/l vào các bình tam giác 250 ml, điều chỉnh pH = 7, thêm 0.5 g than hoạt tính đã nghiền nhỏ (nồng độ chất hấp phụ 2.5 g/l) và khuấy trên máy khuấy từ với tốc độ 800 vòng/phút. Sau 120 phút, ly tâm với tốc độ 2500 vòng/phút và lọc để tách thành phần rắn trong dung dịch. Dung dịch được đem đi phân tích lượng phenol còn lại.

Hiệu suất hấp phụ H(%) và dung lượng hấp phụ Q_e (mg/g) của than hoạt tính trong các thí nghiệm trên được xác định theo các công thức sau:

$$H = \frac{C_0 - C_b}{C_0} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

$$q = \frac{(C_0 - C_b) \cdot V}{m} \quad (\text{mg/g}) \quad (2)$$

Trong đó

C_0 : nồng độ phenol ban đầu (mg/l)

C_b : nồng độ phenol còn lại sau hấp phụ tại thời điểm cân bằng (mg/l)

V: thể tích dung dịch chất bị hấp phụ (l)

M: khối lượng than hoạt tính được sử dụng (g)

2.2.5. Nghiên cứu đường đẳng nhiệt hấp phụ phenol của than hoạt theo mô hình Langmuir

Phương trình Langmuir và dạng tuyến tính của nó được thể hiện qua công thức (4) và (5).

$$q = q_{\max} \frac{K_L C_b}{1 + K_L C_b} \quad (3)$$

$$\frac{C_b}{q} = \frac{1}{q_{\max}} C_b + \frac{1}{q_{\max} K_L} \quad (4)$$

Trong đó

C_b : nồng độ dung dịch tại thời điểm cân bằng (mg/l)

$q_{\max}$: dung lượng hấp phụ cực đại của vật liệu (mg/g)

K_L : hằng số Langmuir, đặc trưng cho ái lực của tâm hấp phụ

Xây dựng đồ thị sự phụ thuộc của C_b/q với C_b sẽ xác định được các giá trị $q_{\max}$ và K_L . Tham số cân bằng R_L được xác định bởi công thức (6):

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_0} \quad (5)$$

Trong đó

R_L : tham số cân bằng

K_L : hằng số Langmuir

C_0 : nồng độ dung dịch ban đầu (mg/l)

Mức độ phù hợp của mô hình Langmuir được đánh giá dựa vào tham số R_L như bảng 2.

2.2.6. Nghiên cứu đường đẳng nhiệt hấp phụ phenol của than hoạt theo mô hình Freundlich

Phương trình Freundlich và dạng tuyến tính của nó thể hiện qua công thức (7) và (8):

$$q = K_F C_b^{\frac{1}{n}} \quad (6)$$

Bảng 2. Mức độ phù hợp của mô hình Langmuir dựa trên giá trị tham số R_L [6]

Giá trị R_L	Mức độ phù hợp
$R_L > 1$	Không phù hợp
$R_L = 1$	Tuyến tính
$0 < R_L < 1$	Phù hợp
$R_L = 0$	Thuận nghịch

$$\lg q = \lg K_F + \frac{1}{n} \cdot \lg C_b \quad (7)$$

Trong đó

C_b : nồng độ cân bằng của dung dịch (mg/l)

q: dung lượng cân bằng hấp phụ của chất bị hấp phụ (mg/g)

K_F : hằng số Freundlich đặc trưng dung lượng hấp phụ, n là cường độ hấp phụ

Xây dựng đồ thị sự phụ thuộc của $\lg q$ với $\lg C_b$ sẽ xác định được các giá trị n và K_F , giá trị n đo mức độ tương tác trên chất hấp phụ khi có sự thay đổi nồng độ dung dịch từ sự đồng nhất, chỉ ra mức độ tuyến tính:

Bảng 3. Mức độ phù hợp của mô hình Freundlich dựa trên giá trị tham số n

Giá trị n	Mức độ tuyến tính
$n = 1$	Tuyến tính
$n < 1$	Hấp phụ hóa học
$n > 1$	Hấp phụ vật lý
$1 < n < 10$	Thuận lợi cho quá trình hấp phụ

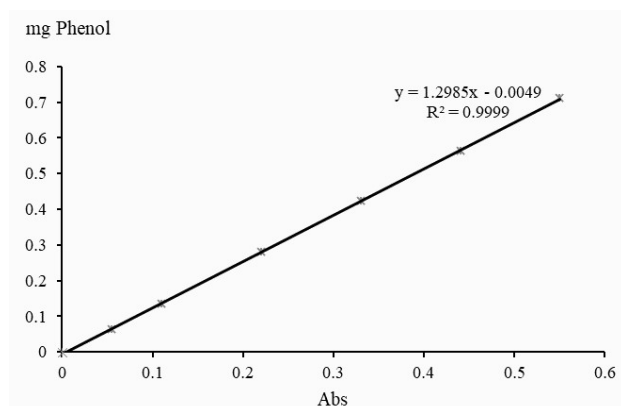
2.2.7. Phương pháp xác định phenol trong nước.

Trong nghiên cứu này, nồng độ phenol trong nước được xác định bằng phương pháp đo mật độ quang theo quy chuẩn 5530D, Standard Methods, xuất bản lần thứ 20.

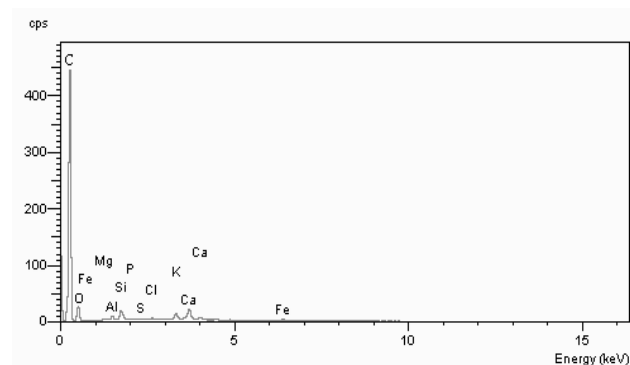
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả xây dựng đường chuẩn phenol

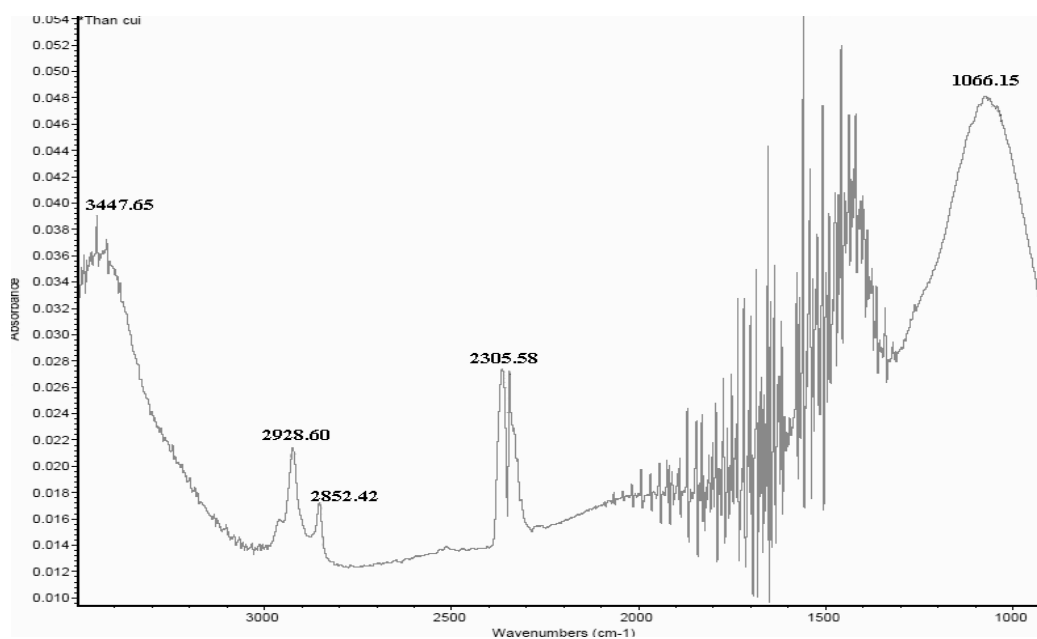
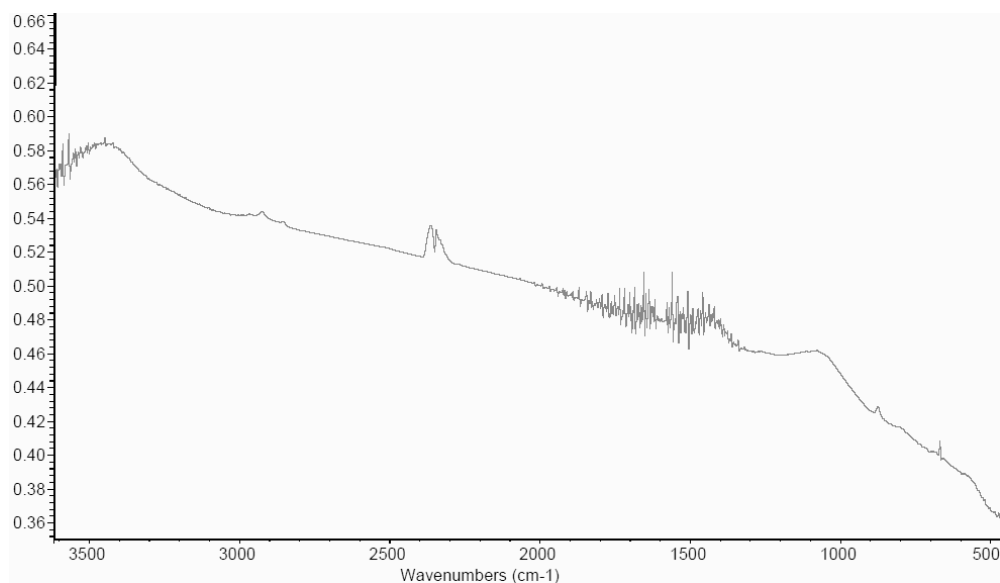
Hình 2 thể hiện mối tương quan giữa nồng độ (hàm lượng) phenol với mật độ quang (độ hấp thụ quang) được xây dựng trên dung dịch phenol đã biết trước nồng độ là 0,055 mg/ml. Hệ số tương quan $R^2=0,9999$ thể hiện mối tương quan chặt chẽ giữa hàm lượng và mật độ quang Abs.

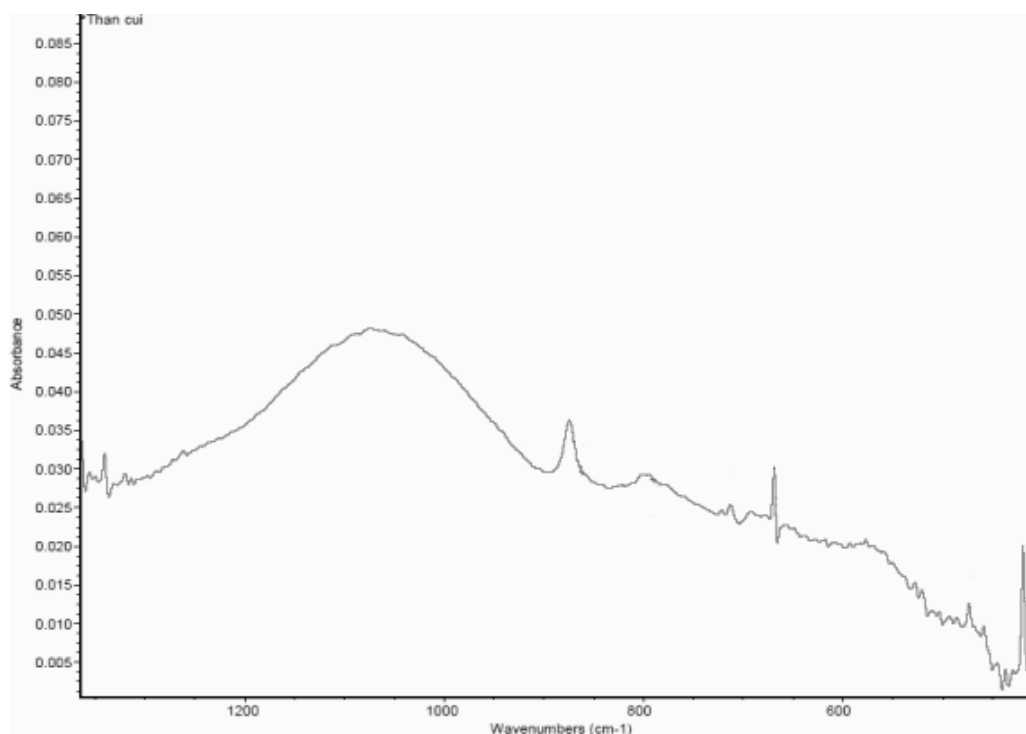


Hình 2. Đồ thị biểu diễn đường chuẩn xác định hàm lượng phenol



Hình 3. Phổ EDS của mẫu than nghiền cừu





Hình 4. Phổ hồng ngoại FTIR của mẫu than trước xử lý

3.2. Một số đặc điểm của loại than hoạt tính được sử dụng

3.2.1. Kết quả nghiên cứu thành phần vật chất của than hoạt tính bằng phổ tán sắc năng lượng tia X

Ảnh chụp phổ EDS (Hình 3) cho thấy rằng than hoạt tính chứa hàm lượng nguyên tố C cao, chiếm 96,05% về khối lượng. Với hàm lượng cacbon cao trong than giúp chúng có khả năng chịu được hóa chất và ổn định trong các môi trường axit và bazơ. Hàm lượng cacbon cao tạo nhiều tính xốp cho than, do đó khả năng hấp thụ của than tăng cao.

3.2.2. Kết quả nghiên cứu thông qua phổ hồng ngoại FTIR

Ảnh chụp phổ hồng ngoại (FTIR) (Hình 4) của mẫu than hoạt tính cho thấy các peak đặc trưng nhất cho các nhóm chức có thể kể đến như peak rộng ở 2928,60 và 2852,42 cm^{-1} tương ứng với dao động hóa trị của nhóm $-\text{OH}$ và H_2O . Các peak ở 2928,60 và 2852,42 cm^{-1} đặc trưng cho dao động bất đối xứng của $-\text{CH}_3$. Peak xuất hiện ở số sóng khoảng 2300 – 2400 cm^{-1} thể hiện cho các liên kết $-\text{P}-\text{H}$ và $-\text{C}=\text{N}-$ của nhóm nitrite. Peak rộng ở khoảng 1400 - 1700 cm^{-1} đặc trưng cho các liên kết $\text{C}=\text{C}$, $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{N}$ và nhóm chức este. Ở khoảng 1200 – 1300 cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị $\text{S}-\text{O}$ của nhóm $>\text{SiO}_2$. Ngoài ra

còn có các peak xuất hiện ở khoảng 300 – 1000 cm^{-1} đặc trưng cho các liên kết $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ và các nhóm chức với halogen (Cl, Br, I). Có thể thấy kết quả phân tích phổ hồng ngoại FTIR hoàn toàn phù hợp với kết quả phân tích phổ EDS khi cho biết các liên kết và nhóm chức của các nguyên tố đã xác định được nhờ phương pháp phân tích phổ EDS.

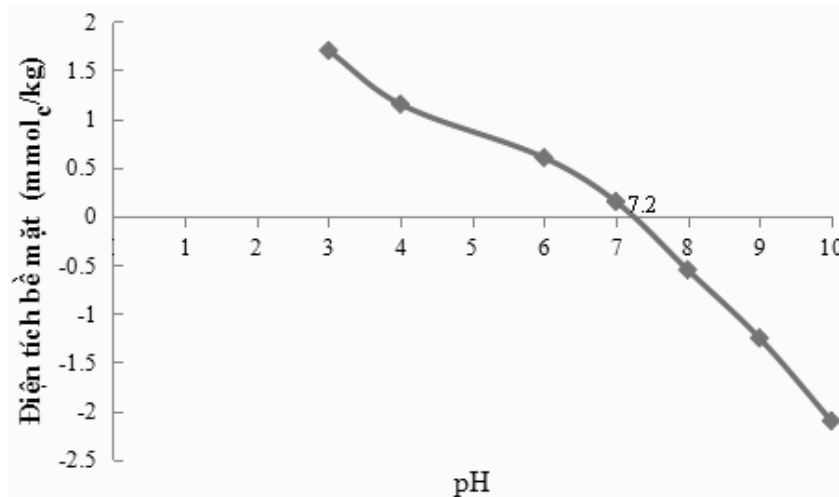
3.2.3. Kết quả xác định sự biến thiên giá trị mật độ điện tích bề mặt theo pH

Sự ảnh hưởng của pH đến sự biến thiên điện tích bề mặt của than hoạt tính được thể hiện trong hình 5. Từ biểu đồ có thể thấy, trong khoảng pH từ 3 – 10, điện tích bề mặt của than dao động từ $-2,1 \div 1,7$ và điện tích bề mặt vật liệu theo xu hướng âm điện hơn trong môi trường có pH $> 7,2$. Điều này có nghĩa là trong môi trường pH $< 7,2$ bề mặt vật liệu tích điện dương, các liên kết với điện tích âm sẽ được ưu tiên. Ngược lại, trong môi trường pH $> 7,2$ thì bề mặt vật liệu ưu tiên tạo liên kết với các điện tích dương.

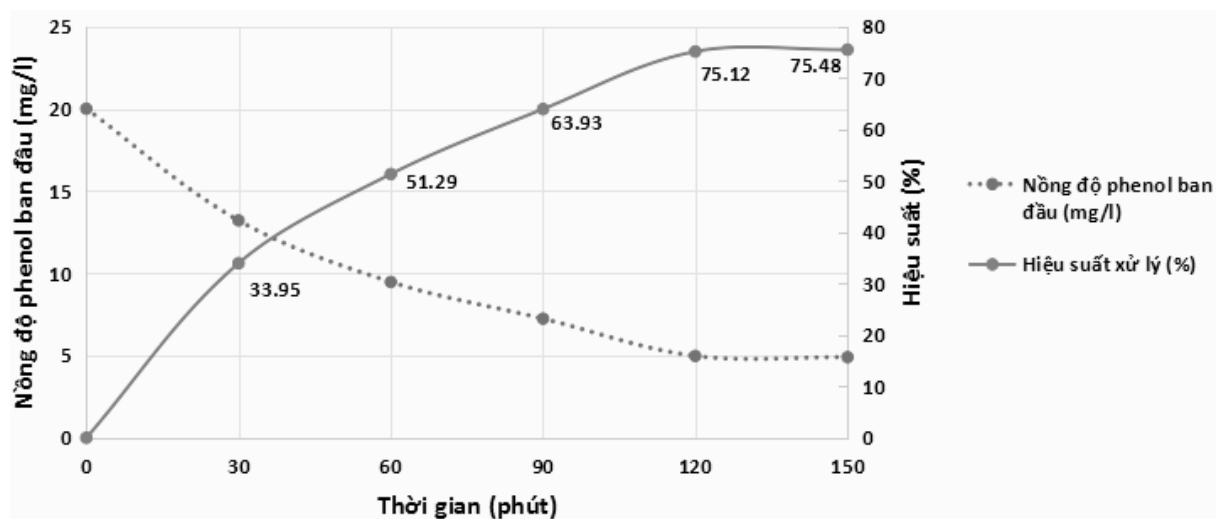
3.3. Kết quả khảo sát hiệu suất hấp phụ phenol của than hoạt tính

3.3.1. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu quả xử lý phenol bằng than hoạt tính

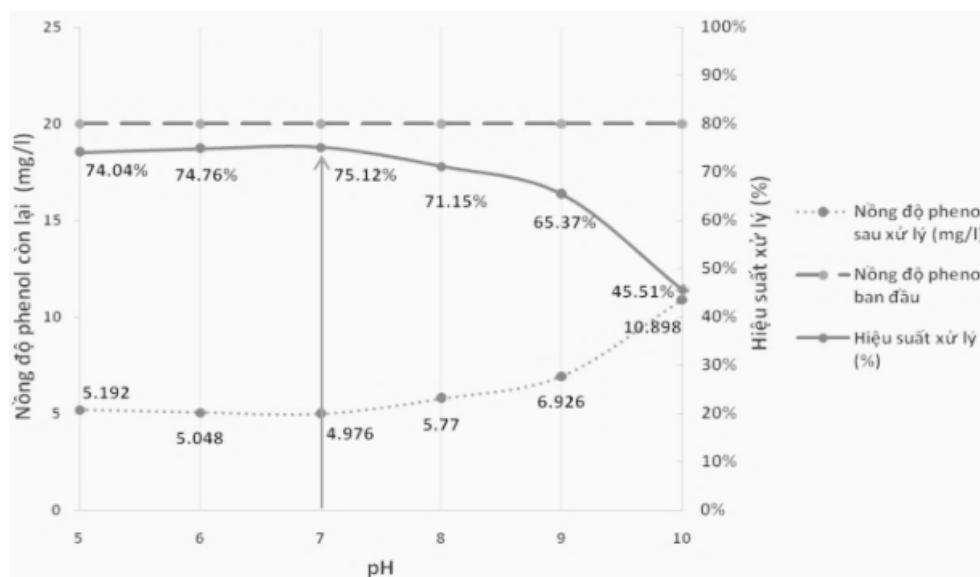
Kết quả xử lý phenol bằng than hoạt tính ở các thời gian 30; 60; 90; 120 và 150 phút ở điều kiện pH = 7, dung dịch phenol có nồng độ ban



Hình 5. Ảnh hưởng của pH đến sự biến thiên điện tích bề mặt của than hoạt tính



Hình 6. Nồng độ phenol sau xử lý và hiệu suất xử lý ở các thời gian khác nhau



Hình 7. Nồng độ phenol sau xử lý và hiệu suất xử lý ở các pH khác nhau

đầu là 20 mg/l được trình bày trong Hình 6.

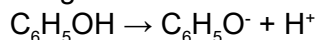
Hiệu suất hấp phụ phenol bởi than hoạt tính tăng dần theo thời gian. Trong 30 phút đầu tiên sau xử lý, hiệu suất tăng nhanh nhất và đạt 33,95%. Trong 30 phút tiếp theo, nồng độ phenol giảm còn 9,472 mg/l, hiệu suất xử lý đạt 51,29%. Sau 90 phút, hiệu suất xử lý tăng lên 63,93%. Sau khoảng thời gian là 120 và 150 phút, hiệu suất đạt 75,12% và 75,48%. Như vậy, sau 120 phút, lượng phenol được than hoạt tính hấp phụ tăng lên không đáng kể, điều này có thể được giải thích là do sau thời gian đủ lớn (trên 120 phút), các mao quản bị lấp đầy, diện tích bề mặt than hoạt tính đã bị chiếm đủ lớn nên tốc độ hấp phụ tăng không nhiều.

3.3.2. Ảnh hưởng của pH đến hiệu quả xử lý phenol bằng than hoạt tính

Kết quả xử lý phenol với nồng độ chất hấp phụ là 2,5 g/l ở pH = 5; 6; 7; 8; 9 và 10, dung dịch phenol có nồng độ ban đầu là 20 mg/l trong thời gian 120 phút được trình bày trong hình 7.

Kết quả chỉ ra rằng, hiệu quả xử lý phenol của than hoạt tính hầu như thay đổi không đáng kể trong khoảng pH từ 5 đến 7 và giảm tương đối mạnh khi pH > 7. Tại pH = 7, hiệu suất xử lý cao nhất đạt 75,12%, nồng độ phenol ban đầu từ 20 mg/l giảm còn 4,976 mg/l. Tại pH = 8, hiệu suất xử lý đạt 71,15%, nồng độ phenol ban đầu từ 20 mg/l giảm còn 5,77 mg/l. Tại pH = 9 và 10, khả năng hấp phụ của than hoạt tính giảm nhanh còn 65,37% và 45,51% ứng với lượng phenol còn lại là 6,926 mg/l và 10,898 mg/l. Để lý giải với pH > 7 hiệu suất hấp phụ của than giảm, có thể giải thích rằng với hằng số $pK_a \approx 10$ thì trong môi

trường pH > 7, phenol có xu hướng phân ly theo phương trình:



Trong khi đó, tại pH > 7,2 bề mặt vật liệu có xu hướng tích điện âm (theo kết quả phần 3.2.2) tạo nên lực đẩy tĩnh điện giữa ion phenolat và bề mặt vật liệu, cường độ phụ thuộc vào mức độ phân ly của phenol và điện tích bề mặt vật liệu, thậm chí không những ngăn cản quá trình hấp phụ phenol lên bề mặt vật liệu mà còn có thể đẩy các ion phenolat trong mao quản ra. Vì vậy, môi trường pH = 7 được chọn là tối ưu cho các thí nghiệm xử lý.

3.3.3. Ảnh hưởng của nồng độ phenol ban đầu đến hiệu quả xử lý phenol bằng than hoạt tính

Kết quả xử lý phenol với nồng độ chất hấp phụ là 2,5 g/l ở các nồng độ phenol ban đầu khác nhau, với thời gian khảo sát 120 phút, dung dịch có pH = 7 thu được kết quả được thể hiện trên bảng 4.

Từ bảng 4 cho thấy, đối với dung dịch có nồng độ phenol ban đầu dưới 30 mg/l thì hiệu suất hấp phụ cao và dung lượng hấp phụ tăng nhanh. Điều này có thể giải thích là do ban đầu bề mặt và mao quản đang còn trống, diện tích bề mặt bị chiếm rất nhỏ, các phân tử phenol dễ dàng xâm nhập và hình thành các liên kết. Ngược lại, khi nồng độ phenol trên 30 mg/l, hiệu suất xử lý và dung lượng hấp phụ giảm dần. Giải thích cho điều này có thể là do khi diện tích bề mặt bị chiếm đủ lớn thì quá trình hấp phụ diễn ra chậm và tương đối ổn định. Những nhận xét này là phù hợp với thuyết hấp phụ Langmuir khi tốc

Bảng 4. Số liệu khảo sát ảnh hưởng của nồng độ phenol ban đầu đến hiệu suất xử lý và thiết lập phương trình đẳng nhiệt hấp phụ theo mô hình Langmuir

Nồng độ phenol ban đầu (mg/l)	Nồng độ phenol sau xử lý C_{cb} (mg/l)	Dung lượng hấp phụ q (mg/g)	C_{cb}/q (g/l)	Hiệu suất xử lý (%)	$\lg C_{cb}$	$\lg q$
10	1,296	3,4816	0,372	87,04	0,113	0,542
20	4,976	6,0096	0,828	75,12	0,697	0,779
30	7,626	8,9496	0,852	74,58	0,882	0,952
40	15,088	9,9648	1,514	62,28	1,179	0,998
60	29,22	12,312	2,373	51,30	1,466	1,09

độ hấp phụ (V_{hp}) tỉ lệ thuận với nồng độ (C) và tỉ lệ nghịch với diện tích bề mặt bị chiếm (θ) theo công thức sau:

$$V_{hp} = k \cdot C \cdot (1 - \theta) \quad (8)$$

3.4. Đường đẳng nhiệt hấp phụ phenol của than hoạt tính

3.4.1. Nghiên cứu mô hình đẳng nhiệt hấp phụ theo mô hình Langmuir

Từ kết quả thể hiện trên bảng 4, đồ thị đẳng nhiệt hấp phụ phenol theo mô hình Langmuir được xây dựng và trình bày trong hình 8.

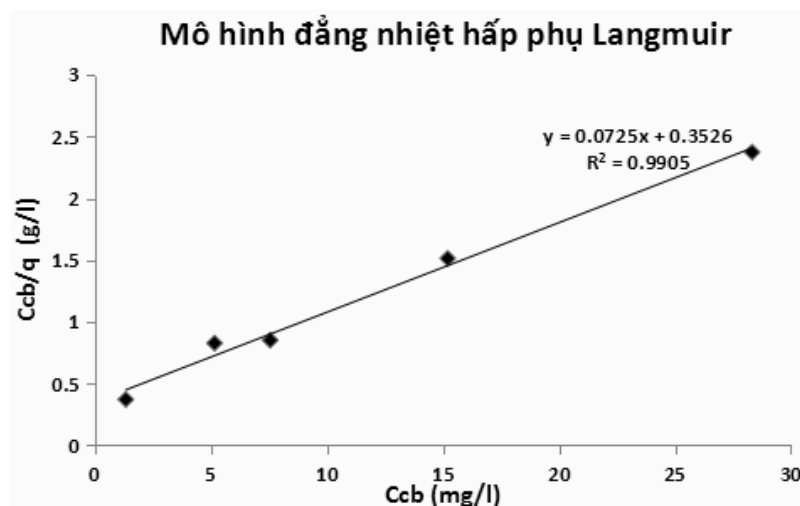
Các thông số động học hấp phụ theo mô hình Langmuir được xác định và trình bày trong bảng 5. Kết quả nghiên cứu đường đẳng nhiệt hấp phụ theo mô hình Langmuir cho thấy, dung lượng hấp phụ cực đại đạt 13,79 mg/g với mức độ tuyến tính $R^2 = 0,9905$, hằng số đặc trưng cho tương tác giữa chất bị hấp phụ và chất hấp phụ là $K_L = 0,205$ l/mg, tham số R_L nằm trong khoảng 0-1. Giá trị của các thông số động học than hoạt

tính hấp phụ phenol cho thấy mô hình Langmuir là hoàn toàn phù hợp. Ngoài ra, tham số R_L phụ thuộc vào nồng độ phenol ban đầu C_0 , C_0 càng tăng thì R_L càng dần đến 0, tức là khi nồng độ ban đầu chất bị hấp phụ càng tăng thì mô hình càng có xu thế tiến dần đến mô hình không thuận lợi. Điều này hoàn toàn phù hợp với kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ ban đầu chất bị hấp phụ (phần 3.3.3), khi nồng độ ban đầu của chất bị hấp phụ tăng thì dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng có xu hướng giảm dần.

3.4.2. Nghiên cứu mô hình đẳng nhiệt hấp phụ theo mô hình Freundlich

Từ kết quả ảnh hưởng của nồng độ phenol ban đầu tới khả năng hấp phụ của than hoạt tính (bảng 5), xây dựng phương trình đường đẳng nhiệt hấp phụ phenol theo mô hình Freundlich được thể hiện trong hình 9.

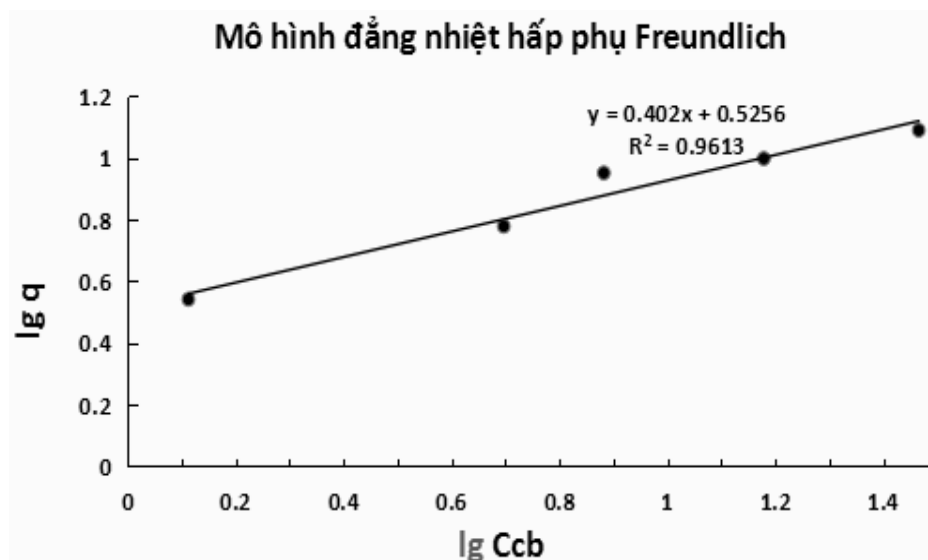
Các thông số động học hấp phụ theo mô hình Freundlich được xác định và trình bày trong bảng 6. Kết quả tính toán hằng số Freundlich $K_F = 3,35$, cường độ hấp phụ $n=2,487$ với $R^2=0,9613$



Hình 8. Đường đẳng nhiệt hấp phụ phenol của than hoạt tính theo Langmuir

Bảng 5. Các thông số động học hấp phụ phenol theo mô hình Langmuir

K_L (l/mg)	q_{max} (mg/g)	R^2	C_0 (mg/l)	R_L
0,205	13,79	0,9905	10	0,327
			20	0,195
			30	0,139
			40	0,108
			60	0,075



Hình 9. Đường đẳng nhiệt hấp phụ phenol của than hoạt tính theo Freundlich

Bảng 6. Các thông số động học hấp phụ theo mô hình Freundlich

N	K _F	R ²
2,487	3,35	0,9613

và được coi là không phù hợp bằng mô hình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir do hệ số tương quan R² của mô hình Freundlich thấp hơn mô hình Langmuir.

4. Kết luận

Kết quả phân tích mẫu than hoạt tính có hàm lượng cacbon cao (96,05% về khối lượng), với pH < 7,2 bề mặt vật liệu tích điện dương.

Hiệu suất hấp phụ phenol tăng dần theo thời gian và tăng nhanh nhất trong 30 phút đầu tiên, sau đó chậm dần và đạt giá trị cao ở thời điểm 120 phút. Sau thời gian 120 phút, hiệu suất hấp phụ tăng không đáng kể. Trong điều kiện nhiệt độ phòng (25 – 30°C), pH = 7, nồng độ chất hấp phụ là 2,5 g/l và nồng độ phenol ban đầu là 20 mg/l. Sau 120 phút, hiệu suất hấp phụ đạt 75,12%.

Than hoạt tính có khả năng xử lý phenol cao nhất trong môi trường axit.

Với nồng độ phenol ban đầu < 30 mg/l thì hiệu suất xử lý > 70%. Quá trình hấp phụ phenol tuân theo mô hình hấp phụ Langmuir với hệ số R² = 0,9905 dung lượng hấp phụ cực đại là 13,79 mg/g. Kết quả nghiên cứu này cho thấy, mẫu than hoạt tính hoàn toàn có khả năng loại bỏ phenol khỏi nguồn nước bị ô nhiễm.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Phan Ngọc Hòa, Nguyễn Thanh Hồng, Nguyễn Văn Phong (2007), *Nghiên cứu sử dụng than hoạt tính dạng sợi từ xơ đay để hấp phụ phenol và p-nitrophenol trong nước*, Tạp chí Hóa học, tập 45(1), tr. 52 – 56.

[2]. Lê Văn Thủy, Vũ Hoàng Phương (2018), *Nghiên cứu khả năng hấp phụ của phenol trong nước bằng than hoạt tính điều chế từ mùn cưa gỗ thông*, Trường Đại học Sao Đỏ.

[3]. Arlie W. T., P. H. Lane, C. Arbogast and W. R. Smith, Ralph Pete (1961), *Charcoal production, marketing, and use*, Defense Technical Information Center.

[4]. C. Syred, A.J. Griffiths, N. Syred, D. Beedie and D. James (2005), "A clean, efficient system for producing Charcoal, Heat and Power (CHaP)", *Fuel*, 85(10), pp.1566-1578.

[5]. K. Sunil and J. P. Kaware (2013), "Adsorption for Phenol Removal-A Review", *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, 1, pp. 1-96.

[6]. M. Barczak, P. Podkościelny, Z. Hubicki and A. Dąbrowski (2005), "Adsorption of phenolic compounds on activated carbons", *Chemosphere*, 58(8), p.p 1049-1070.

[7]. Peter J F Harris (1999), "On Charcoal", *Interdisciplinary Science Reviews*, 24(4), pp.301-306.

[8]. American Water Works Association (1999), *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition*.

[9]. Sunil J. Kulkarni and Dr. Jayant P. Kaware

(2013), "Review on Research for Removal of Phenol from Wastewater", *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(4), pp. 1-5.

[10]. Wada S., H.Ichikawa and K.Tatsumi (1993), "Removal of phenols from wastewater by soluble and immobilized tyrosinase",

Biotechnology Bioengineering, 42(720), pp. 854-858.

[11]. Yun-Hwei Shen (2002), "Removal of phenol from water by adsorption-flocculation using organobentonite". *Water Research*, 36(5), pp. 1107-1114.

Research on the possibility of handling phenol in water by activated carbon

Eng. Tran Nam Anh - Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Phenols are generated in the wastewater of industrial processes and are extremely poisonous when entering the human body through the mouth. This study was conducted to determine the characteristic of activated carbon and the treatment ability of activated carbon in water containing phenol. Activated carbon sample is identified characteristics by some modern techniques such as Energy – dispersive spectroscopy (EDS) , Fourier Transformation Infrared (FTIR) and application of electrodynamic potential analysis techniques to determine surface charge density. The results showed that activated carbon has the high carbon content (96,05% about weight), with a pH < 7,2 surfaces of the material charge positive electricity. The ability of phenol treatment of activated carbon achieved best in acid condition with optimal efficiency at pH = 7, the initial phenol concentration 20 mg/l, the reaction time of 120 minutes, adsorption concentration of 2,5 g/l, the processing efficiency was 75,12 %. Phenol adsorption process follows the Langmuir adsorption model with coefficient R2 = 0,9905, the maximum adsorption concentration is 13,79 mg/g. The results of this study showed that activated carbon samples were completely capable of removing phenols from polluted water.

XÂY DỰNG HỆ THỐNG GIÁM SÁT, ĐIỀU KHIỂN VÀ CẢNH BÁO SỰ CỐ CHO HỆ THỐNG TRẠM, MẠNG CUNG CẤP ĐIỆN CỦA CÁC ĐƠN VỊ SẢN XUẤT THAN – KHOÁNG SẢN

NCS. Vũ Thế Nam

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Đào Đức Tạo

Tóm tắt:

Bài báo đánh giá hiện trạng cung cấp điện của các mỏ và đề xuất giải pháp xây dựng hệ thống tự động giám sát, điều khiển và cảnh báo sự cố cho hệ thống trạm, mạng cung cấp điện ở các đơn vị sản xuất than – khoáng sản. Hệ thống đáp ứng tính mở khi mở rộng sản xuất, ứng dụng điện toán đám mây trong quản lý điều hành, sử dụng truyền thông tốc độ cao, phù hợp với xu hướng của cuộc Cách mạng Công nghiệp 4.0.

Theo Quy hoạch phát triển ngành Than Việt Nam đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt, để đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia và bảo vệ môi trường, sản lượng than chủ yếu sẽ được khai thác từ các mỏ than hầm lò và giảm khai thác than lộ thiên. Để đáp ứng nhu cầu đó, ngành Than phải mở rộng, nâng công suất các lò chợ, tăng cường khai thác xuống sâu... Các thiết bị cơ giới hóa, tự động hóa, được đưa vào sản xuất ngày càng nhiều đòi hỏi hệ thống cung cấp điện phải đảm bảo an toàn và ổn định. Vì mỏ hầm lò có nhiều phụ tải loại I, không cho phép mất điện trong thời gian dài nên việc phát hiện, khắc phục các sự cố mất điện cũng như các thao tác đóng điện trở lại cần phải nhanh chóng để đảm bảo an toàn cho sản xuất. Đánh giá hiện trạng cung cấp điện của các mỏ trong Tập đoàn Vinacomin và đề xuất xây dựng hệ thống tự động giám sát, điều khiển và cảnh báo sự cố cho hệ thống trạm, mạng cung cấp điện cho các đơn vị sản xuất than – khoáng sản trong Tập đoàn là việc àm cấp thiết. Hệ thống ứng dụng điện toán đám mây trong quản lý điều hành, đáp ứng tính mở khi mở rộng sản xuất, sử dụng truyền thông tốc độ cao, phù hợp với xu hướng của cuộc Cách mạng Công nghiệp 4.0.

1. Thực trạng công tác quản lý, vận hành mạng cung cấp điện tại các đơn vị khai thác mỏ của Tập đoàn TKV

Hiện nay, hệ thống trạm mạng cung cấp điện cho các Công ty khai thác than (khoáng sản) hầm lò và lộ thiên (bao gồm các cấp điện áp 35kV, 22kV, 6kV và hạ áp 0,69kV, 0,4kV) được bao phủ trên một diện tích rộng với địa hình phức tạp

gồm cả trên mặt bằng và trong hầm lò.

Các tuyến đường dây trên không (ĐDK) 35kV và 6kV từ trạm 35/6 kV đến các trạm phân phối tại khu vực cửa lò nhiều tuyến dài cả chục kilômét, băng qua suối, rừng, đồi núi hiểm trở....

Các tuyến cáp cung cấp điện trong hầm lò chia nhiều nhánh, cách xa nhau. Khi có sự cố, việc xác định nguyên nhân cũng như xác định các vị trí xảy ra sự cố để khắc phục gặp rất nhiều khó khăn. Càng khó khăn hơn cho các cán bộ cơ điện trong việc khắc phục, thủ tiêu sự cố khi vào mùa mưa bão và sự cố vào ban đêm.

Phần nguồn cấp phía 35kV, hiện tại khi mất điện việc thao tác chuyển đổi nguồn dự phòng đang được vận hành thủ công cũng gây khó khăn trong đảm bảo an toàn lúc mưa bão, cũng như yêu cầu đóng điện nhanh phục vụ sản xuất. Công tác quản lý các thông số trạm, mạng điện trong lò và ngoài mặt bằng, các sự cố... cũng đang được thực hiện thủ công bằng cách ghi chép vào sổ nhật ký.

Tiêu hao năng lượng điện cho sản xuất tại các đơn vị trong Tập đoàn chiếm tỷ trọng lớn trong giá thành sản phẩm, đặc biệt đối với khai thác than hầm lò nhưng còn nhiều đơn vị chưa quản lý được điện năng tự động trong các khâu khai thác than, dẫn đến việc quản lý giao khoán điện năng phức tạp và chưa chính xác.

2. Xây dựng hệ thống giám sát, điều khiển và cảnh báo sự cố cho hệ thống trạm mạng cung cấp điện tại các mỏ của Tập đoàn TKV

Hệ thống giám sát, điều khiển và cảnh báo sự cố được xây dựng có nhiệm vụ: Giám sát, điều khiển trạm biến áp (TBA) 35kV; Giám sát trạm

phân phối cửa lò; Giám sát hoạt động của TBA trong lò; Giám sát tình trạng của ĐDK.

Hệ thống giúp việc vận hành TBA trung gian 35/6 kV theo hướng tự động hóa, cảnh báo sớm sự cố cho các ĐDK (35kV, 6kV), các tuyến cáp 6kV, mạng hạ áp 0,69 kV. Các thông số giám sát thu được giúp người vận hành nắm được tổng quan hệ thống cung cấp điện, quản lý chi phí điện năng, đưa ra phương án sản xuất tối ưu nhằm tiết kiệm năng lượng, giảm thiểu sự cố, ổn định mạng điện sản xuất, nâng cao năng suất lao động.

2.1. Thành phần của hệ thống

Hệ thống bao gồm các thành phần chính sau:

- Phòng điều độ trung tâm;
- Hệ thống giám sát, điều khiển TBA 35kV;
- Hệ thống giám sát ĐDK;
- Hệ thống giám sát trạm phân phối cửa lò;
- Hệ thống giám sát TBA trong lò;

+ *Phòng điều độ trung tâm*: Gồm các thiết bị chính: Máy chủ cài đặt phần mềm quản lý, giám sát; Ma trận HMI+bộ màn hình ghép; Tủ giám sát, điều khiển TBA 35kV; Tủ giám sát ĐDK; Tủ giám sát trong lò; Tủ giám sát trạm phân phối cửa lò;

+ *Hệ thống giám sát, điều khiển TBA 35kV*: Gồm các thiết bị chính: Tủ điều khiển đóng cắt tự động 6kV; Thiết bị đóng cắt tự động 6kV; Cầu dao cách ly có điều khiển; Máy cắt có điều khiển; Hệ thống Camera.

+ *Hệ thống giám sát ĐDK*: Gồm các thiết bị chính: Tủ tập hợp tín hiệu giám sát quản lý cảnh báo sự cố ĐDK; Bộ cảnh báo sự cố ĐDK; Bộ chống sét ĐDK; Bộ thu phát tín hiệu gắn trên đầu lộ đường dây 6kV và các phụ kiện lắp đặt kèm theo.

+ *Hệ thống giám sát tủ phân phối cửa lò*: Gồm các thiết bị chính: Tủ giám sát trạm phân phối cửa lò; Thiết bị giám sát quản lý cảnh báo sự cố đầu cấp 6kV; Thiết bị giám sát trạng thái máy cắt.

+ *Hệ thống giám sát TBA trong lò*: Gồm các thiết bị chính: Bộ truyền tín hiệu; Bộ công tơ phòng nổ. (các thiết bị được kiểm định đảm bảo tính phòng nổ và được phép sử dụng trong hầm lò).

2.2. Chức năng của hệ thống

- Nâng cấp Hệ thống cung cấp và phân phối điện tại lên mức tự động hóa giám sát điều khiển TBA trung tâm 35/6kV;

- Điều khiển từ xa đóng/cắt các máy cắt đầu vào phía 35kV, đóng/cắt các máy cắt phía 6kV. Tự động đưa nguồn điện dự phòng (máy phát

Diesel) vào làm việc và hòa đồng bộ vào các phân đoạn phía 6kV khi xảy ra sự cố mất nguồn điện lưới.

- Giám sát các thông số khi vận hành phía 35kV của TBA trung gian, hiển thị trạng thái đóng cắt các máy cắt đầu vào phía 35kV.

- Giám sát trạng thái các lộ xuất tuyến 6kV, các thông số vận hành lộ xuất tuyến 6kV của các tủ phân phối bao gồm: U, I, cosφ, P, Q, S, kWh, kvarh, kVAh...

- Giám sát, quản lý, cảnh báo sự cố đường dây trên không và chống sét cho các tuyến ĐDK 35kV, 6kV;

- Giám sát, quản lý, cảnh báo sự cố tuyến cáp 6kV trong hầm lò;

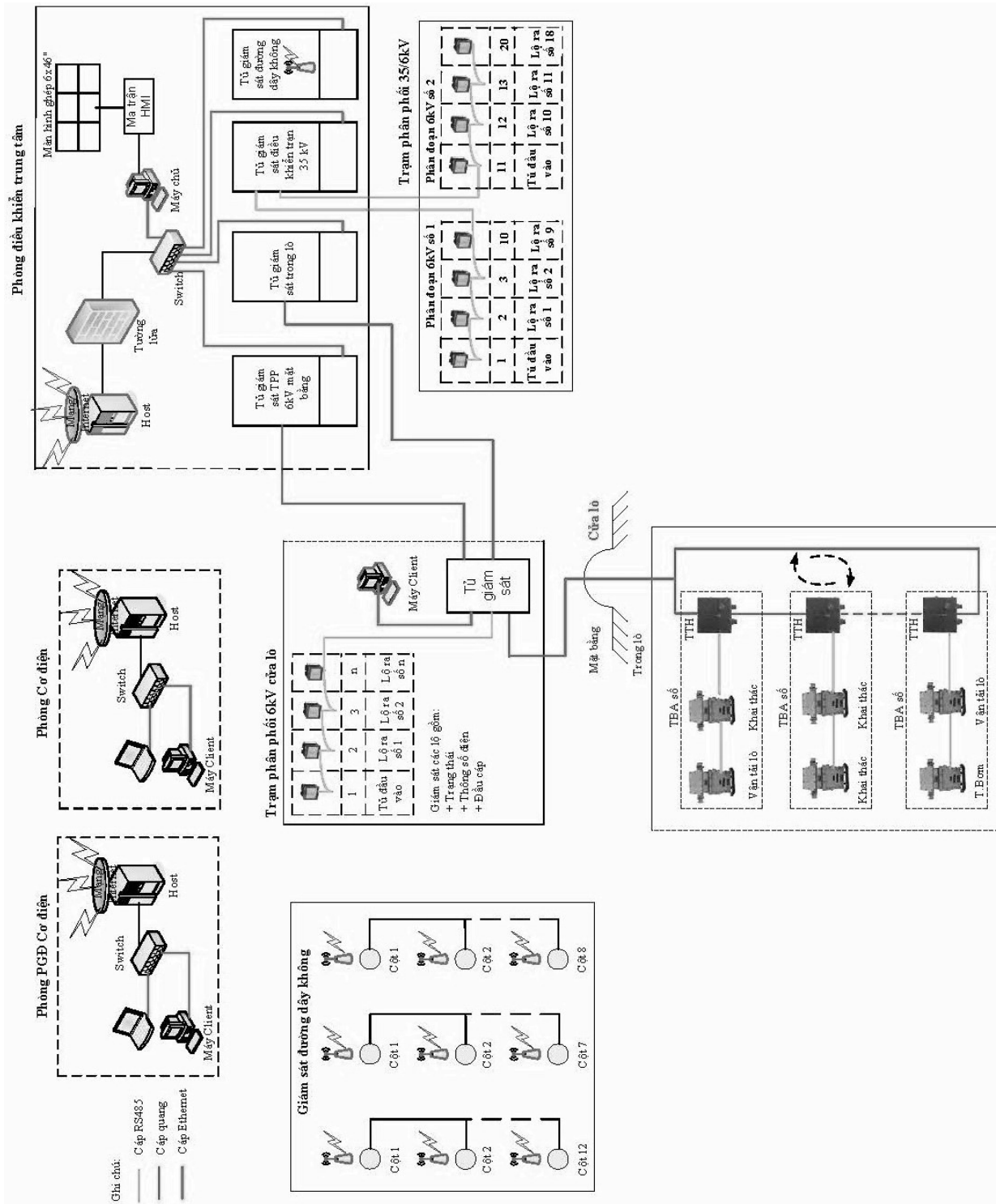
- Giám sát các lộ ra của máy biến áp trong lò 6/0,69 kV, bao gồm các thông số điện như điện áp, dòng điện, công suất hoạt động, hệ số công suất, điện năng tiêu thụ, điện trở mạng...

3. Xây dựng hệ thống giám sát, điều khiển và cảnh báo sự cố cho hệ thống trạm mạng cung cấp điện của Công ty than Quang Hanh

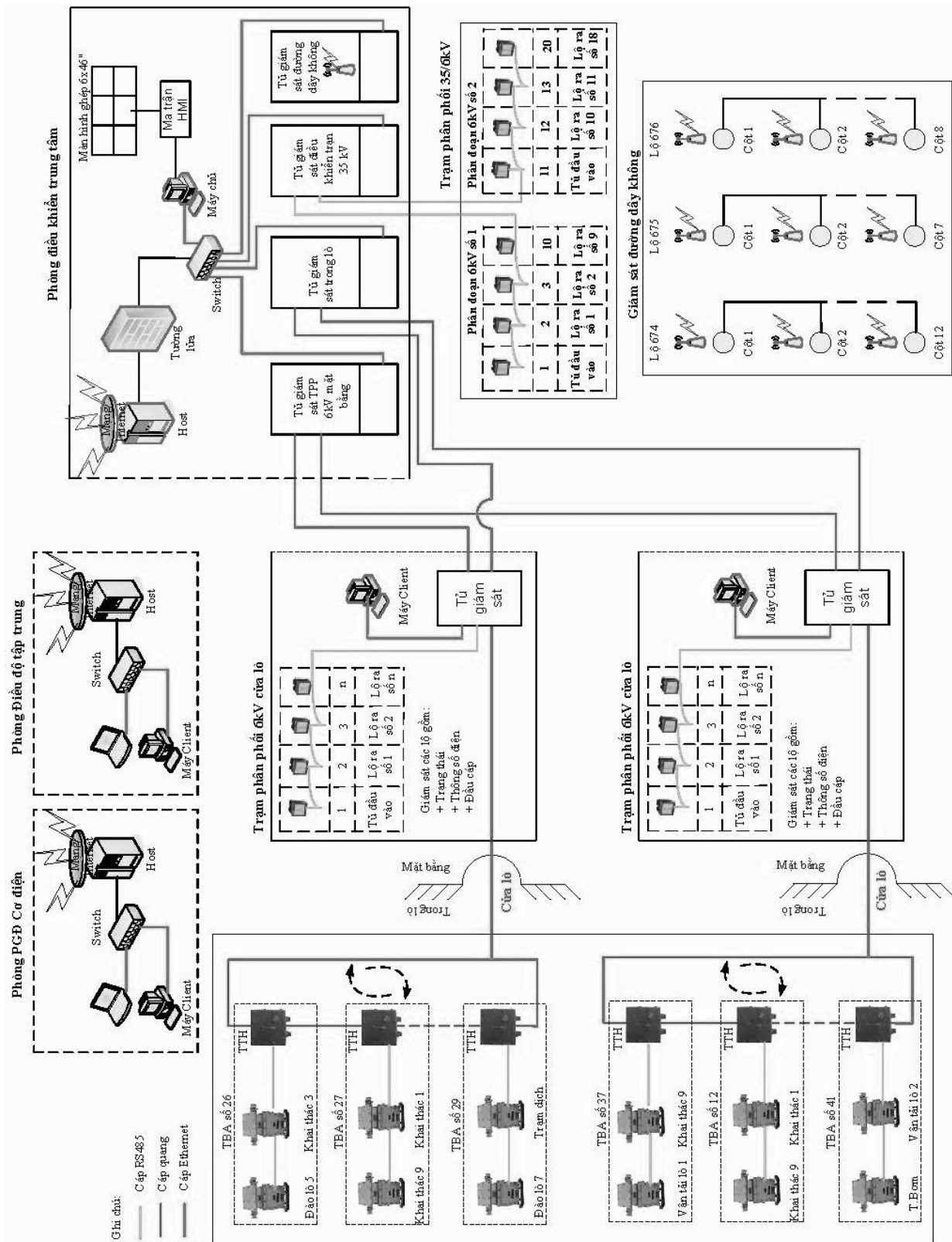
TBA của Công ty than Quang Hanh đang vận hành 02 máy biến áp công suất 7.500kVA hoạt động song song, cấp điện cho toàn mỏ, bao gồm các phụ tải trong lò, các phụ tải lộ thiên và khu vực sàng tuyển than Lép Mỹ và 01 máy biến áp dự phòng nguội công suất 5.000 kVA. Trạm được cấp điện từ 03 nguồn 35kV với chiều dài hàng chục kilômét và máy phát điện dự phòng trong hệ thống với 19 tủ đóng cắt 6kV của hãng Siemens. Hiện tại, việc vận hành TBA 35/6 kV được thực hiện hoàn toàn thủ công. Công nhân vận hành căn cứ vào tình hình sản xuất thực tế để đóng cắt các cầu dao, máy cắt phía nguồn 35kV; đóng cắt các tủ phân phối phía 6kV; đóng cắt và hòa đồng bộ nguồn dự phòng. Việc thực hiện như vậy tốn rất nhiều công sức, nhân lực, thời gian xử lý sự cố rất lâu, ảnh hưởng đến sản xuất của Công ty.

Hệ thống cung cấp điện của Công ty có 4 trạm phân phối 6kV đặt tại 4 cửa lò các MB +30, MB +27, MB +20 và MB +18 cấp điện 6kV cho các phụ tải trong hầm lò. Ngoài ra, có 1 lộ tuyến ĐDK 6kV cấp điện cho các trạm này với chiều dài vài km, đi qua các điều kiện địa chất phức tạp. Trong hầm lò, Công ty đang sử dụng trên 10 TBA phân bố tại các mức khác nhau cung cấp điện cho các khu vực khai thác.

Với thực trạng như vậy, Công ty gặp rất nhiều khó khăn trong việc quản lý, giám sát, vận hành hệ thống trạm mạng cung cấp điện. Vì vậy, áp



Hình 1 Sơ đồ cấu trúc của hệ thống giám sát, điều khiển và cảnh báo sự cố



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hệ thống giám sát, điều khiển và cảnh báo sự cố cho Công ty than Quang Hanh

dụng Hệ thống đề xuất sẽ giải quyết được các vấn đề khó khăn nêu trên, cụ thể là:

- Kiểm soát tất cả các thông số mạng cung cấp điện, tự động chuyển nguồn dự phòng khi mất điện đảm bảo cung cấp điện nhanh cho sản xuất và vận hành an toàn mùa mưa bão;

- Phát hiện các sự cố trên các tuyến ĐDK giúp khắc phục nhanh sự cố, giảm thiểu thời gian tìm và phát hiện sự cố (đặc biệt với mùa mưa bão, sự cố ban đêm, các vị trí đồi núi, khe suối khó đi lại);

- Cảnh báo sớm nguy cơ sự cố tại các đầu cáp 6kV trạm phân phối cấp vào lò, các nhánh cung cấp trong lò đến các phân xưởng (0,69kV) nhằm xử lý nhanh, phân loại để giảm thời gian khắc phục cũng như chọn lọc để đưa mạng vận hành trở lại;

- Tiêu sét trên các đường dây trên không bằng thiết bị chống sét không dùng tiếp địa (khắc phục khó khăn trong khai trường lộ thiên về trị số điện trở tiếp địa).

Hệ thống phần mềm tính toán quản lý các sự cố, hiển thị các vị trí sự cố, cảnh báo sử dụng năng lượng tiết kiệm hiệu quả, tính toán chi phí điện năng... Hệ thống đáp ứng tính mở khi mở rộng sản xuất, ứng dụng điện toán đám mây trong quản lý điều hành, sử dụng truyền thông tốc độ cao, ổn định phù hợp với xu hướng của

cuộc Cách mạng Công nghiệp 4.0.

4. Kết luận

Cuộc Cách mạng Công nghiệp 4.0 mang lại sự đột phá về công nghệ thông minh trong quản lý điều hành sản xuất. Các giải pháp tiên tiến sẽ mang lại hiệu quả trong sản xuất kinh doanh, giảm thiểu rủi ro về nguy cơ mất an toàn điện, cải thiện môi trường làm việc trong hầm lò. Xây dựng hệ thống giám sát, điều khiển và cảnh báo sự cố cho các trạm mạng và hệ thống cung cấp điện cho các Công ty sản xuất than sẽ giúp cho công tác quản lý cơ điện của mỏ thuận tiện, mang lại hiệu quả trong sản xuất, phát hiện và khắc phục nhanh các sự cố đưa hệ thống điện hoạt động ổn định.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Nghiên cứu xây dựng hệ thống tự động kiểm soát tình trạng cách điện mạng điện hạ áp mỏ than hầm lò. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, 2018.

[2]. Phương án kỹ thuật "Hệ thống giám sát tập trung, điều khiển tự động trạm 35/6 kV và mạng cung cấp điện Công ty than Quang Hanh – TKV". Viện KHCN Mỏ - Vinacomin, 2019.

[3]. Nguồn Internet.

Development of the monitoring, control system and incident warning for the system of stations and electricity supply networks of coal - mineral production units

Fellow Ph.D. Vu The Nam - Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

The paper assesses the current status of electricity supply of mines and proposes solutions to build the automatic monitoring, control and incident warning systems for power station system and electrical supply networks in coal, minerals production units. The system meets the openness when production is expanded and the cloud computing is applied in the operation management, high-speed communication is used in accordance with the trend of Industrial Revolution 4.0.

NGHIÊN CỨU THIẾT LẬP HỆ THỐNG THÔNG TIN, ĐO LƯỜNG VÀ ĐIỀU KHIỂN CHO TỔ HỢP ĐÀO LÒ

NCS. Hà Thị Chúc

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

NCS. Phạm Thanh Liêm

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Đào Đức Tạo

Tóm tắt:

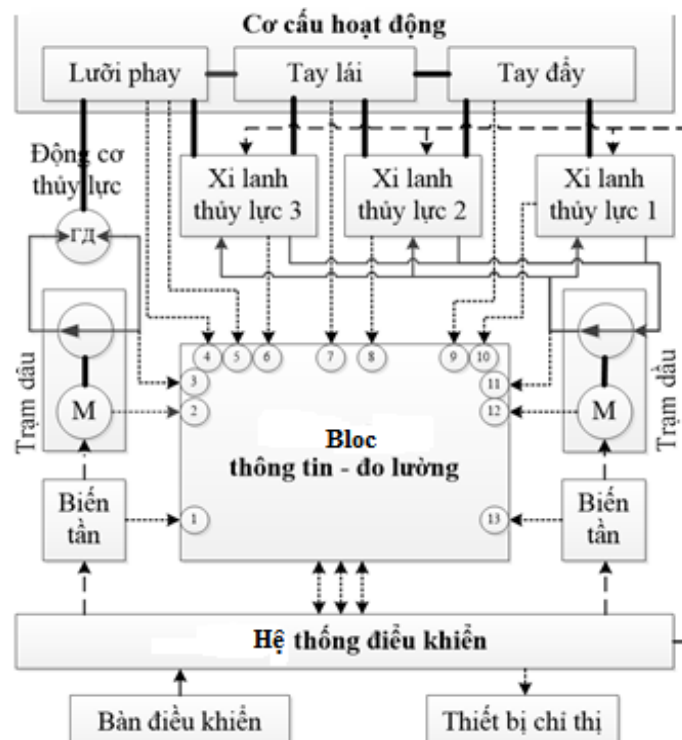
Các tổ hợp đào lò đang được sử dụng nhiều hơn trong Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. Tuy nhiên, muốn nâng cao năng suất đào lò thì phải tự động hóa các tổ hợp này bằng hệ thống thông tin - đo lường và điều khiển. Đó là việc làm cấp thiết. Bài báo trình bày tổng quan hệ thống thông tin - đo lường và điều khiển các cơ cấu chấp hành của tổ hợp máy đào lò ở các mỏ hầm lò và đề xuất định hướng phát triển hệ thống này.

1. Cấu trúc cơ cấu vận hành của tổ hợp máy đào lò

Tổ hợp máy đào lò [1-3] là máy chuyên dùng được sản xuất để thực hiện việc đào các đường lò chuẩn bị có hình dạng và tiết diện nhất định. Chúng bao gồm cơ cấu chấp hành để phá hủy

đất đá trên diện tích gương lò, cơ cấu di chuyển của tổ hợp, cơ cấu chuyển tải, các cơ cấu động lực, thiết bị khử bụi và hệ thống điều khiển.

Trong hình 1 mô tả sơ đồ cấu trúc của cơ cấu chấp hành cùng các thành phần của nó nhằm đáp ứng các chức năng của chế độ vận hành.



Hình. 1. Sơ đồ cấu trúc cơ cấu chấp hành và các hệ thống phụ trợ

Bloc thông tin-đo lường: 1, 13 - trạng thái; 2, 12 - nhiệt độ; 3, 11 - áp suất trong thiết bị dẫn động thủy lực; 4 - tốc độ quay; 5 - mô-men trên trục; 6, 8, 10 - chuyển vị tuyến tính; 7 - góc mở tay lái; 9 - góc mở tay đẩy;

M - động cơ điện; ΓM - bơm thủy lực; - bơm thủy lực; -----> - thông tin; —> - điều khiển;

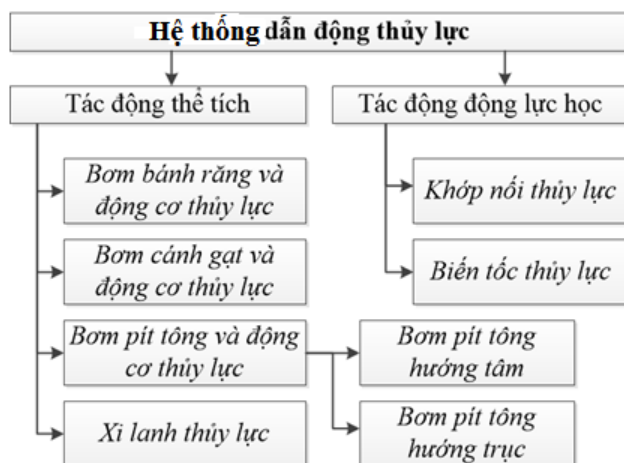
— - liên kết cơ khí.

Cơ cấu chấp hành của tổ hợp máy đào lò bao gồm lưỡi phay, hoạt động nhờ hệ thống dẫn động thủy lực. Để di chuyển lưỡi phay sử dụng tay đẩy, cung cấp chuyển động tròn của lưỡi phay, liên hợp với tay quay của nó, xác định bán kính làm việc thường xuyên. Lưỡi phay với trục quay ngang của tay lái và trục quay dọc của tay đẩy cho phép điều chỉnh quá trình làm việc theo độ dày của lớp cắt đất đá. Tốc độ quay của tay đẩy được cung cấp bởi xi lanh thủy lực (1), còn lựa chọn bán kính làm việc cung cấp bởi xi lanh thủy lực (2) và (3).

Để đảm bảo điều khiển hiệu quả quá trình phá hủy đá mở bloc thông tin-đo lường với sự giúp đỡ của các cảm biến phù hợp có chức năng tiếp nhận thông tin về các thông số cần thiết của tổ hợp máy đào lò. Thành phần của các tín hiệu, được ghi lại và xử lý trong bloc thông tin-đo lường, có thể được mở rộng. Mặt khác, để đánh giá trạng thái của lưỡi phay phá hủy đất đá cần bổ sung tín hiệu về độ cứng đất đá đang phá hủy.

2. Phân loại hệ thống truyền động của các tổ hợp máy đào lò

Trong các tổ hợp máy đào lò ở thời điểm hiện tại, người ta sử dụng rộng rãi các hệ thống truyền động thủy lực. Theo nguyên lý hoạt động, các hệ thống truyền động này được chia thành hai loại: Tác động thể tích và tác động động lực học, trong đó truyền năng lượng thực hiện do tính toán áp suất thủy tĩnh và động lực - truyền năng lượng được thực hiện do tính toán động năng của dòng chất lỏng làm việc (Hình 2).



Hình 2. Các hệ thống điều khiển tổ hợp máy đào lò

Khi nghiên cứu [4;5] về hệ thống dẫn động thủy lực người ta thấy rằng:

- * Bơm bánh răng và động cơ thủy lực là loại có kết cấu đơn giản, áp lực nén thấp nhưng lưu lượng cao, nó thường được sử dụng để môi chất lỏng có độ nhớt cao;

- * Bơm cánh gạt và động cơ thủy lực là loại có kết cấu khá phức tạp, áp lực nén trung bình, lưu lượng cao;

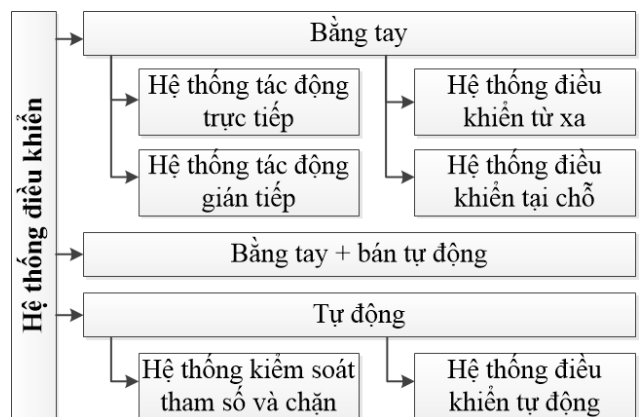
- * Bơm pít-tông và động cơ thủy lực là loại có kết cấu phức tạp nhất, áp lực nén rất cao nhưng lưu lượng lại thấp, nó thường được sử dụng trong các hệ thống yêu cầu áp lực cao và ổn định;

Xi-lanh thủy lực đơn giản trong sản xuất, tin cậy trong hoạt động, nhờ chúng có thể nhận được lực đáng kể, vị trí của chúng không phụ thuộc vào việc lắp đặt bơm của thiết bị phân phối và điều chỉnh.

3. Đặc điểm các hệ thống thông tin-đo lường và điều khiển của tổ hợp máy đào lò

3.1. Phân loại các hệ thống điều khiển theo mức độ tham gia của con người

Để thực hiện chức năng và duy trì chế độ công tác của các cơ cấu chấp hành trong tổ hợp máy đào lò, phù hợp với công nghệ và điều kiện làm việc, các hệ thống điều khiển chia ra [6-8] (Hình 3):



Hình 3. Phân loại hệ thống dẫn động thủy lực theo nguyên lý tác động

3.2. Các hệ thống điều khiển bằng tay

Điều khiển bằng tay tổ hợp máy đào lò phải có mặt người vận hành, người giám sát các chế độ vận hành của máy và thay đổi chúng cho phù hợp điều kiện làm việc.

Trong điều kiện vận hành nguy hiểm, khi điều

kiện làm việc đe dọa đến tính mạng hoặc sức khỏe của người vận hành, hệ thống điều khiển từ xa được sử dụng. Trong trường hợp này, trong tổ hợp có chứa bảng điều khiển từ xa và bloc truyền thông, cung cấp các tín hiệu điều khiển và giám sát-đo lường thông tin từ tổ hợp máy đào lò.

3.3. Các hệ thống điều khiển tự động hóa

Các hệ thống điều khiển tự động hóa cho phép thực hiện việc điều khiển tổ hợp máy đào lò mà không cần có người vận hành.

Trong trường hợp đơn giản nhất, hệ thống có chức năng kiểm soát sự phối hợp của lực và mô-men trong cơ cấu chấp hành phù hợp với đặc tính kỹ thuật của tổ hợp máy đào lò và dừng máy trong trường hợp khẩn cấp.

Trong trường hợp phức tạp hơn, hệ thống điều khiển chứa bloc điều chỉnh tự động duy trì các thông số làm việc ở mức độ nhất định hoặc tự động thay đổi một vài thông số theo một chương trình nhất định. Trong hệ thống cũng có những cảm biến giám sát để theo dõi liên tục tín hiệu điều khiển.

Trong trường hợp tự động hóa ở mức cao, hệ thống điều khiển tự động chứa các cơ cấu phát triển để trích xuất thông tin cảm nhận được trạng thái của các thông số khác nhau của hệ thống điều khiển, cũng như tài nguyên tính toán mạnh

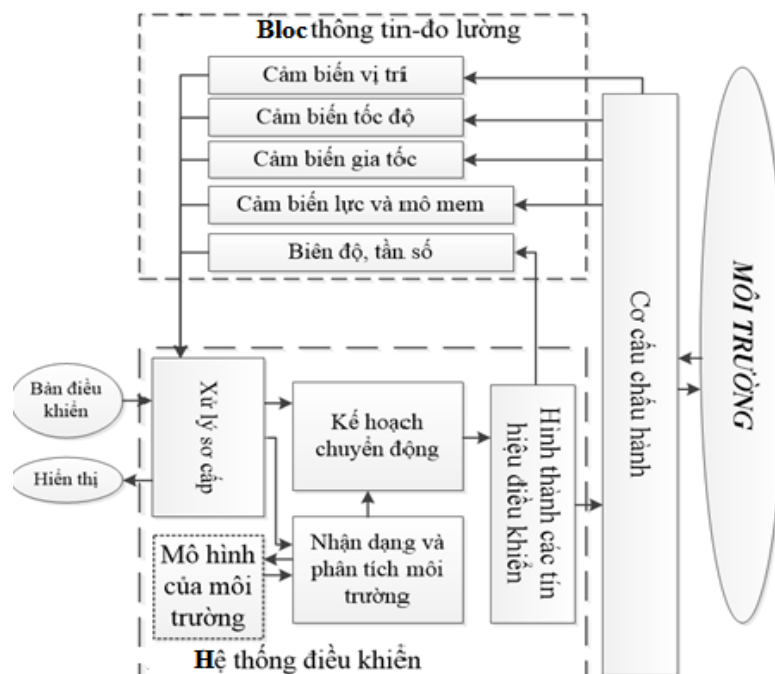
mẽ và thuật toán hiệu quả cùng phần mềm hỗ trợ, thực hiện chức năng của tổ hợp máy đào lò mà không cần có sự tham gia của người vận hành.

Trong Hình 4 và các tài liệu [9;10], một đánh giá trực tiếp về trạng thái môi trường trong các tổ hợp máy đào lò được sử dụng, tác động lên cơ cấu chấp hành của tổ hợp máy đào lò. Trạng thái vận hành của nó có thể ước tính gián tiếp thông qua các thông số đo được của các cảm biến đo lường. Về nguyên lý, điều này cho phép ta có thể xây dựng một mô hình về môi trường bên ngoài và tự động điều chỉnh, điều khiển máy theo mô hình này để thực hiện các nhiệm vụ chức năng của nó.

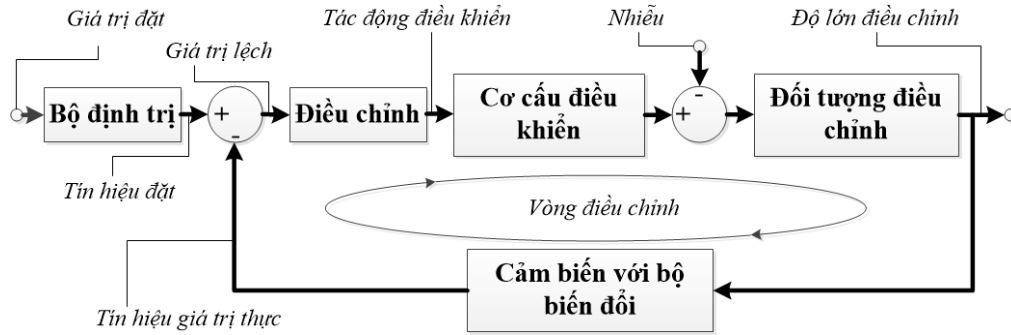
4. Cấu trúc của hệ thống điều khiển tổ hợp máy đào lò

Trong hệ thống điều khiển tổ hợp máy đào lò (Hình 5) người ta thực hiện đo thống số tức thời của đối tượng điều khiển, so sánh nó với giá trị (đã cho) tham chiếu, tính toán thông số điều chỉnh và đưa nó đến cơ cấu tác động lên đối tượng điều khiển.

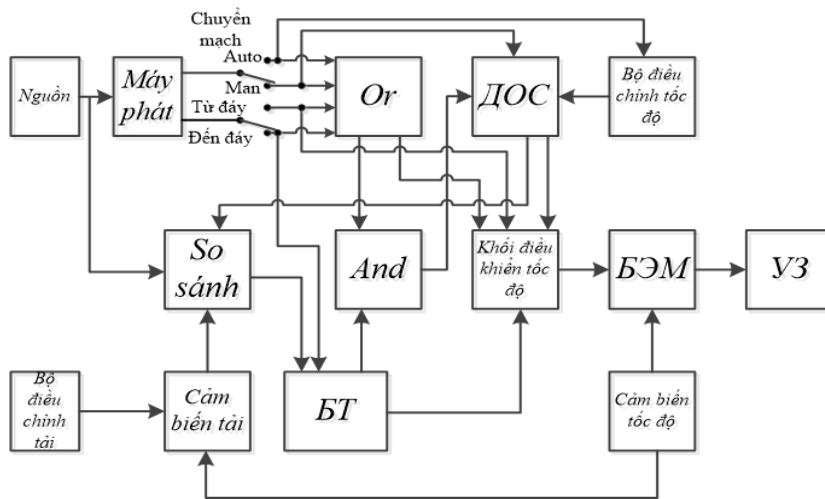
Hệ thống tự động điều khiển bao gồm các bloc đo lường, khuếch đại và chuyển đổi tín hiệu của sai lệch, so sánh với giá trị điều khiển đã cho và đưa ra tín hiệu tác động lên đối tượng điều chỉnh với mục đích duy trì đại lượng điều chỉnh, hoặc



Hình 4. Sơ đồ cấu trúc của luồng thông tin trong hệ thống điều khiển tổ hợp máy đào lò



Hình 5. Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển tổ hợp máy đào lò



Hình 6. Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều khiển tự động của tổ hợp máy đào lò

БП - khối nguồn; Г - máy phát điện; БС - khối so sánh; ЗН - bộ điều chỉnh tải; ДН - cảm biến tải; ЗС - bộ điều chỉnh tốc độ; ДС - cảm biến tốc độ; БУС - khối điều khiển tốc độ

thay đổi nó theo một quy luật đã định. Trong hình 6 mô tả sơ đồ cấu trúc chi tiết của một hệ thống điều khiển tự động như thế [10-15].

Căn cứ theo tính chất tác động của hệ thống tự động, người ta chia ra thành các hệ thống điều khiển tuyến tính và phi tuyến. Hệ thống điều khiển tuyến tính là điều khiển theo hàm tỷ lệ, tích phân, vi phân, cũng như sự kết hợp của chúng.

Hàm điều chỉnh tỷ lệ-tích phân-vi phân – ảnh hưởng đến đối tượng điều chỉnh với sai lệch tuyến tính ε của giá trị điều chỉnh, tích phân từ độ lệch này và tốc độ thay đổi của giá trị điều chỉnh:

$$\mu(s) = \left(k_p + \frac{1}{T_{is}} + T_{ds} \right) \varepsilon(s)$$

Cài đặt cho bộ điều chỉnh PID là hệ số tỷ lệ của điều chỉnh K_p , hằng số thời gian của tích phân T_i và hằng số thời gian của vi phân T_d .

Nghiên cứu ứng dụng thuật toán điều chỉnh PID vào khâu điều chỉnh được coi là mục tiêu

khi thiết lập hệ thống điều khiển của tổ hợp máy đào lò.

Từ phương trình

$$y = k_p \left(x + \frac{1}{T_{is}} \int_0^t x dt + T_{ds} \frac{dx}{dt} \right)$$

và hàm truyền

$$k_p \left(1 + \frac{1}{T_{is}p} + T_{ds}p \right)$$

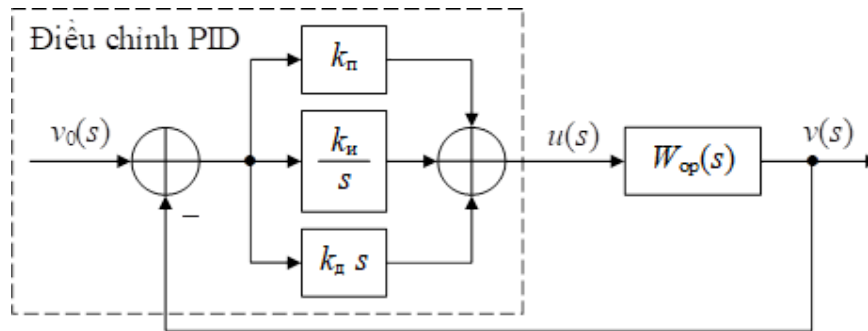
mô hình đưa điều chỉnh PID vào vòng điều khiển được thể hiện trong hình 7.

5. Kết luận

Nghiên cứu thiết lập hệ thống thông tin - đo lường và điều khiển của tổ hợp máy đào lò có thể đưa ra các kết luận sau đây:

- * Muốn nâng cao năng suất cho các tổ hợp đào lò, nhất thiết phải xem xét thiết lập các hệ thống điều khiển tự động hóa cho chúng;

- * Để điều khiển có hiệu quả quá trình phá hủy đất đá của tổ hợp máy đào lò cần xem xét



Hình 7. Đưa điều chỉnh PID vào vòng điều khiển trong hệ thống điều khiển

đưa vào cấu trúc của hệ thống tự động điều khiển các cảm biến đo lường trạng thái các thông số của cơ cấu chấp hành và các hàm điều chỉnh PID;

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Берман В.М. Системы гидропривода выемочных и проходческих машин / В.М. Берман, В.Н. Верескунов, И.А. Цетнарский. – М.: Недра, 1982 – 206 с.
- [2]. Красников Ю.Д. Оптимизация привода выемочных и проходческих машин / Ю.Д. Красников [и др.]. – М.: Недра, 1983. – 264 с.
- [3]. Солод В.И. Горные машины и автоматизированные комплексы: учебник для вузов / В.И. Солод, В.И. Зайков, К.М. Первов. – М.: Недра, 1981 – 503 с.
- [4]. Башта Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для вузов / Т.М. Башта [и др.]. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
- [5]. Марутов В.А. Гидроцилиндры / В.А. Марутов, С.А. Павловский. – М.: Машиностроение, 1966. – 169 с.
- [6]. Зубков Л.А. Аппаратура автоматизации очистных комбайнов / Л.А. Зубков, В.И. Силаев, Б.И. Ененков. – М.: Недра, 1979. – 112 с.
- [7]. Изерман Р. Цифровые системы управления: пер. с англ. / Р. Изерман. – М., Мир, 1984. – 541 с.
- [8]. Воронова А.А. Теория автоматического управления. Теория линейных систем автоматического управления: учеб. пособие для вузов. / Под ред. А.А. Воронова. – М.: Высш. школа, 1986. – 303 с.
- [9]. Калашников В.И. Информационно-измерительная техника и технологии: учеб. для вузов / В.И. Калашников [и др.]; под ред. Г.Г. Раннева. – М.: Высш. шк., 2002. – 454 с.
- [10]. Новоселов О.Н. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем / О.Н. Новоселов, А.Ф. Фомин. – М.: Машиностроение, 1991. – 336 с.

Research and development of the information-measuring and control system of the roadheader

Fellow Ph.D. Ha Thi Chuc - Hanoi University of Mining and Geology

Fellow Ph.D. Pham Thanh Liem - Vinacomin - Institute of Mining Science & Technology

Abstract:

The heading complexes are being used more in Vietnam National Coal Minerals Holding Corporation Limited. However, in order to improve the productivity of drifting, it is necessary to automatize these complexes with the information, measurement and control system. It is the urgent work. The paper presents an overview of the information, measurement and control system of the actuators of the excavator complex in underground mines and proposals for the development direction of this system.

NGHIÊN CỨU, ĐỀ XUẤT VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG LÀM MÁT KHÔNG KHÍ MỎ PHÙ HỢP VỚI ĐIỀU KIỆN KỸ THUẬT CÁC MỎ THAN HÀM LÒ THUỘC TKV

TS. Nguyễn Minh Phiên, ThS. Hồ Đình Tuệ

KS. Vũ Ngọc Hoàn

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

KS. Vũ Đức Trọng, KS. Lê Trọng Hiếu

KS. Phạm Văn Duyệt

Công ty Than Mạo Khê – TKV

Biên tập: ThS. Phạm Chân Chính

Tóm tắt:

Các mỏ than hầm lò tại Việt Nam ngày càng khai thác xuống sâu, do đó nhiệt độ ngày càng tăng do các nguyên nhân như địa nhiệt, tỏa nhiệt từ các thiết bị khấu than, chiều dài thông gió lớn... Nhiệt độ tiệm cận hoặc vượt ngưỡng 30 độ C thường xuyên xảy ra. Để giải quyết vấn đề trên cần nghiên cứu giải pháp làm mát không khí mỏ cho các khu vực sản xuất. Bài báo tổng quan các phương pháp làm mát trên thế giới, tính toán tổng hợp các nguồn nhiệt và đề xuất các hệ thống làm mát phù hợp với điều kiện địa – kỹ thuật các mỏ than hầm lò tại Việt Nam.

1. Đặt vấn đề

Các mỏ than hầm lò trong thời gian tới sẽ ngày càng mở rộng về diện và chiều sâu khai thác, nhiệt độ tại nơi làm việc ngày càng tăng theo chiều sâu. Mặt khác, hệ thống thông gió hiện nay gần như đã đạt mức giới hạn và khó có thể làm mát khu vực sản xuất theo phương pháp truyền thống. Trong thực tế, việc duy trì và đảm bảo điều kiện nhiệt độ tại các khu vực làm việc trong mỏ hầm lò hiện nay gặp nhiều khó khăn và bị hạn chế, đặc biệt là tại các đường lò có chiều dài thông gió lớn. Nguyên nhân một phần do hệ thống thông gió của mỏ chưa được điều tiết hợp lý, mặt khác cũng có những nguyên nhân khách quan như lưu lượng gió cung cấp bị giới hạn bởi điều kiện về tốc độ gió, luồng gió sạch có nhiệt độ tiệm cận giá trị giới hạn 30°C, khu vực làm việc là lò chợ cơ giới hóa có nhiều nguồn nhiệt phát sinh... Hiện nay, tại Việt Nam các báo cáo thông gió mỏ nói chung mới chỉ dừng ở mức điều tiết lưu lượng gió và lập kế hoạch cho những năm tiếp theo mà chưa có các giải pháp làm mát cụ thể để giải quyết triệt để vấn đề nêu trên. Vì vậy, việc nghiên cứu giải pháp làm mát không khí mỏ phù hợp với điều kiện kỹ thuật các mỏ than hầm lò mang tính chất cấp bách, giải quyết vấn đề nhiệt độ tăng cao trong hoạt động khai thác mỏ.

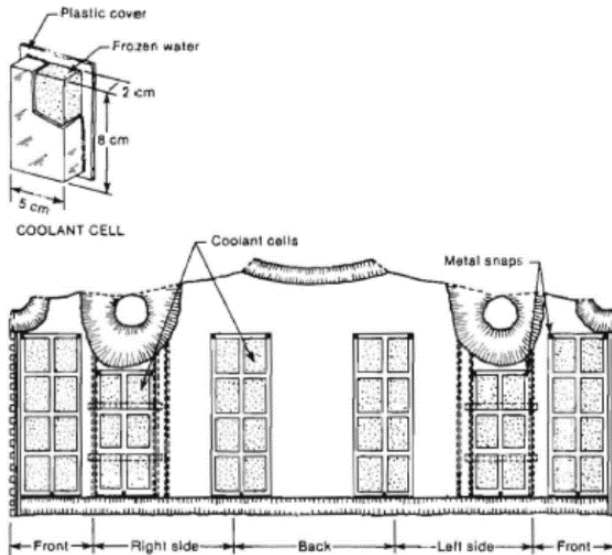
2. Các phương pháp làm mát không khí

mỏ hiện nay

Các nước có nền công nghiệp khai thác mỏ hầm lò phát triển trên Thế giới đã áp dụng nhiều giải pháp để làm mát không khí khu vực có công nhân làm việc trong mỏ hầm lò, có thể kể đến như: Hệ thống làm mát vi khí hậu; hệ thống làm mát cục bộ; hệ thống làm mát nhóm và hệ thống làm mát trung tâm.

Hệ thống làm mát vi khí hậu: Hệ thống làm mát vi khí hậu ít được phổ biến đó là việc sử dụng trang phục làm mát cho công nhân mỏ mặc trong suốt quá trình làm việc. Vào năm 1970, Cục mỏ Hoa Kỳ đã nghiên cứu và thiết kế các bộ trang phục làm mát sử dụng băng đá và làm mát bằng chất lỏng cho công nhân mỏ. Bộ quần áo bảo hộ làm mát bằng băng, bao gồm các túi băng có thể được cấp lại sau khi sử dụng [4]. Quần áo làm mát bằng chất lỏng bao gồm áo, mũ trùm đầu và tản nhiệt bơm chất làm mát chất lỏng qua quần áo để làm mát cho công nhân (Hình 1).

Hệ thống làm mát cục bộ: Hệ thống này được sử dụng tại các khu vực có vấn đề về nhiệt độ cục bộ và thường cách xa đường gió chính [5]. Các khu vực này thường là các gương đào lò hoặc khai thác vì nhiệt được tạo ra từ sự hoạt động của máy móc thiết bị và từ khoáng sản được khai thác. Nếu các khu vực này không hoạt động trong một thời gian dài thì hệ thống làm mát

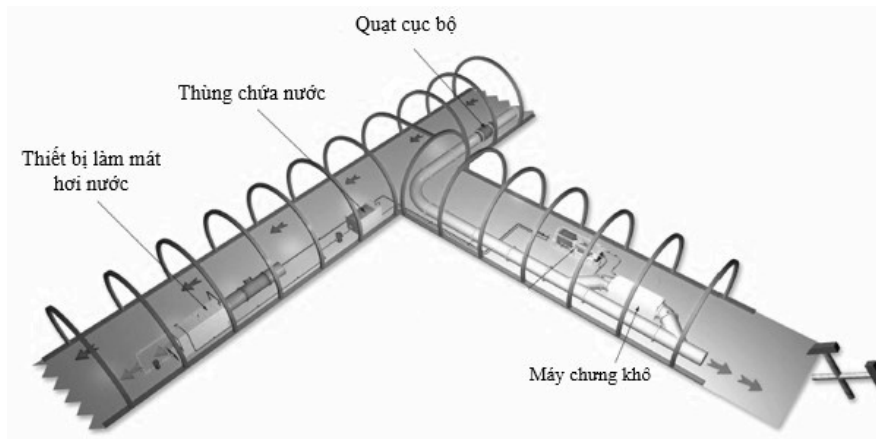


Hình 1. Mẫu áo điều hòa (Mỹ)

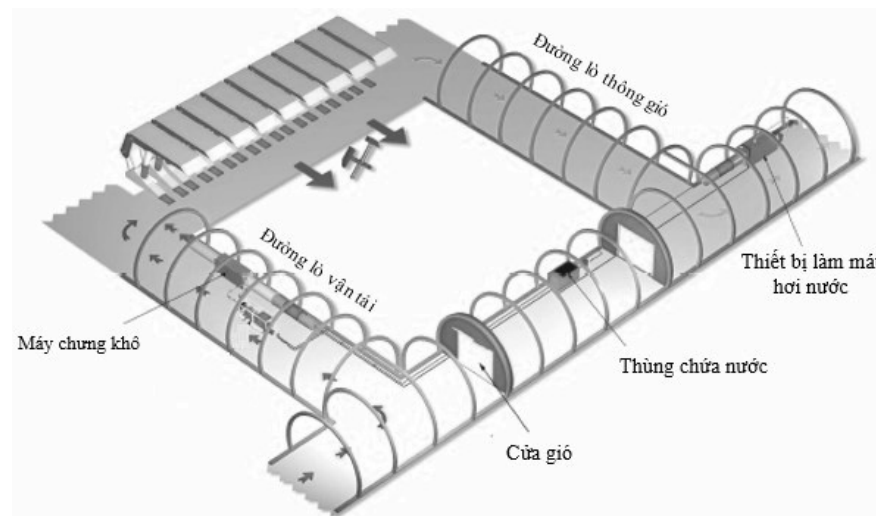
cục bộ là lý tưởng. Tính cơ động của hệ thống làm mát tại chỗ và vị trí gần khu vực cần phục vụ mang lại cho sự hiệu quả của hệ thống (Hình 2).

Hệ thống làm mát không khí theo nhóm: Các hệ thống làm mát nhóm dựa trên hệ thống thiết bị làm lạnh gián tiếp, làm mát bằng nước có công suất 0,5÷2,0 MW. Ưu điểm của các giải pháp này là tính linh hoạt cao của hệ thống, đặc biệt là trong phạm vi điều chỉnh công suất cũng như bảo vệ trong trường hợp hỏng hóc hoặc sửa chữa công trình. Hệ thống điều hòa không khí nhóm làm mát bằng nước có thể được mở rộng hoặc ngừng hoạt động tùy thuộc vào nhu cầu về công suất làm mát (Hình 3).

Hệ thống làm mát trung tâm: Hệ thống làm mát trung tâm có thể chia thành hai loại dựa trên vị trí của BAC (Bulk Air Cooler) Trên bề mặt hoặc dưới lòng đất. Nhiều tính năng thiết kế BAC bề

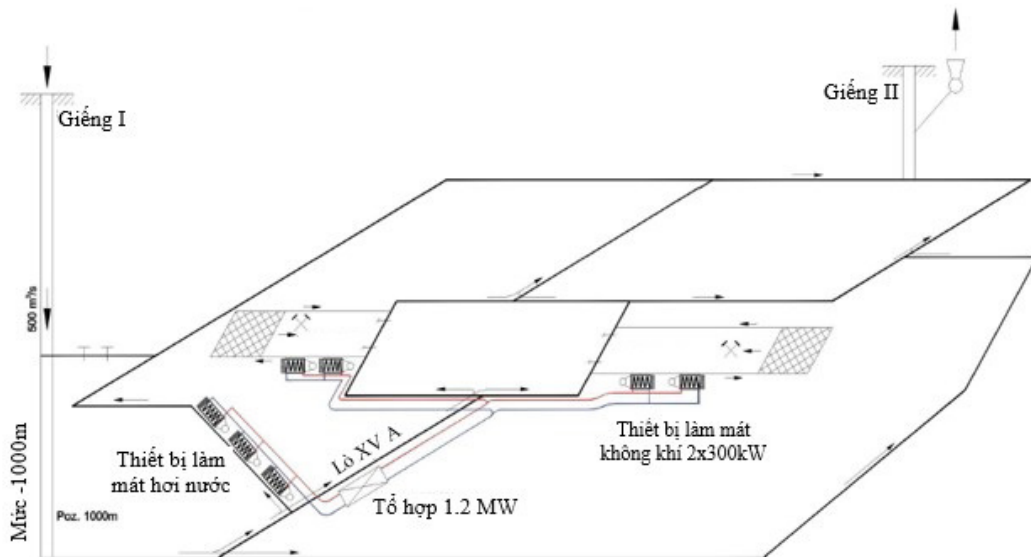


a) Làm mát cho các lò cắt



b) Làm mát cho lò chợ

Hình 2. Hệ thống làm mát cục bộ (Ba Lan)



Hình 3. Sơ đồ làm mát không khí theo nhóm(Ba Lan)



Hình 4. Hệ thống làm mát trung tâm trên mặt đất Aggreko tại mỏ Cobar (Australia)



Hình 5. Hệ thống BAC dưới hầm lò tại mỏ Agnico-Eagle (Nam Phi)

mặt và BAC ngầm là tương tự nhau, tuy nhiên cấu hình của hệ thống khác nhau dựa trên nhiều yếu tố [6].

Hệ thống BAC dưới lòng đất được lắp đặt tại nơi có lưu lượng không khí lớn có thể truyền trực tiếp qua BAC. Điều này được hỗ trợ bởi các cửa gió và quạt phụ. Hệ thống BAC chính thường được đặt tại đường lò cái. Hệ thống BAC phụ có thể được đặt sâu hơn tại các nhánh và được sử dụng để làm mát luồng gió sạch vào vị trí làm việc hoặc luồng gió tuần hoàn (gió bẩn). Đây được gọi là làm mát thứ cấp [7]. Bộ trao đổi nhiệt cuộn làm mát có thể được sử dụng thay cho BAC để làm mát thứ cấp nếu yêu cầu làm mát thấp (dưới 1,5 MW). Không giống như BAC, một bộ trao đổi nhiệt cuộn làm mát có thể di chuyển được nhưng cần phải có hệ thống đánh rửa vì các cuộn dây có thể bị làm bẩn và trở nên kém hiệu quả.

Ứng với mỗi đặc điểm điều kiện khác nhau, các phương pháp làm mát phù hợp tương ứng

sẽ được áp dụng. Những phân tích sau đây sẽ làm nổi bật sự ảnh hưởng của các yếu tố kỹ thuật đến phương pháp làm mát không khí mỏ.

Công nghệ khấu than: Công nghệ khấu than và sản lượng khai thác có mối liên quan trực tiếp tới khả năng áp dụng hệ thống làm mát. Một lò chợ hoặc khu vực đào lò áp dụng cơ giới hóa để khấu than, việc sử dụng một tổ hợp với rất nhiều thiết bị khác nhau sẽ tạo ra một lượng nhiệt tỏa vào không gian khu vực sản xuất. Sản lượng lớn, đồng nghĩa với việc lưu lượng gió yêu cầu tăng, việc này dẫn tới vận tốc gió vượt quá giới hạn cho phép, ảnh hưởng đến người lao động. Kết hợp các yếu tố nêu trên có thể nhận định, công nghệ khấu than là yếu tố quan trọng để cân nhắc đến khả năng áp dụng hệ thống làm mát.

Dẫn nhiệt và độ khuếch tán nhiệt của đất đá: Những đường lò dài vượt quá 3 km thì nhiệt độ

ướt tăng lên đến 4,5°C dọc theo chiều dài đường lò. Đây là các thông số khá quan trọng để tính toán các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật liên quan đến khoảng cách đặt bộ giàn trao đổi nhiệt cho tới gương lò khai thác.

Chiều dài hệ thống đường lò và chiều sâu của tầng khu vực áp dụng hệ thống: Chiều sâu và chiều dài tầng dần liên quan đến rất nhiều vấn đề như: Khả năng áp dụng hệ thống bơm đẩy, bài toán kinh tế khi phải sử dụng quá nhiều đường ống dẫn, chi phí cho lớp vỏ bảo ôn giữ nhiệt (với hệ thống làm mát trung tâm)... Do vậy, cần phân tích kỹ điều kiện địa chất mỏ, chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật để lựa chọn hệ thống phù hợp với từng giai đoạn sản xuất của mỏ.

Nhiệt độ: Là yếu tố quan trọng nhất để cân nhắc việc áp dụng hệ thống làm mát không khí mỏ. Tại các mỏ hầm lò sâu và nóng, việc giảm nhiệt là ưu tiên hàng đầu trong công tác điều hành mỏ vì người lao động có nguy cơ mắc các bệnh liên quan đến nhiệt độ. Phương pháp truyền thống để loại bỏ nhiệt, đảm bảo môi trường làm việc an toàn trong hầm lò là sử dụng hệ thống thông gió. Tuy nhiên, khi hệ thống thông gió không còn khả năng đảm bảo các điều kiện vi khí hậu thích hợp cho người lao động thì việc trang bị một hệ thống làm mát là cần thiết.

Thực tế tại Việt Nam, nhiệt độ khu vực Quảng Ninh với nhiệt độ trung bình thấp là 29°C, nhiệt độ trung bình cao vào khoảng 37÷38°C [2], vì vậy theo chiều sâu khai thác, xu hướng gia tăng nhiệt độ theo quy luật chung, nhưng giá trị nhiệt độ ban đầu là khác nhau do ảnh hưởng của vùng khí hậu. Với những lý do nêu trên, điều kiện áp dụng hệ thống làm mát không khí mỏ hầm lò tại Việt Nam có sự khác biệt về chiều sâu khai thác.

Đặc điểm điều kiện về địa chất, kỹ thuật tại Việt Nam là sử dụng phương pháp khoan nổ

mìn để khai thác than là chủ yếu; công nghệ khai thác than lò chợ cơ giới hóa được áp dụng giới hạn tại một số mỏ và một số vị trí. Đặc điểm chung của các lò chợ cơ giới hóa tính đến thời điểm hiện tại tại Việt Nam thường có nhiệt độ vượt quá giới hạn cho phép (>30 °C [1]), đối với lò chợ sử dụng công nghệ khai thác bằng khoan nổ mìn, phương pháp làm mát bằng thông gió truyền thống vẫn đảm bảo điều kiện vi khí hậu cho công nhân làm việc.

3. Thiết kế thí điểm hệ thống làm mát không khí mỏ

Khu vực áp dụng, thiết kế thí điểm yêu cầu hội tụ đầy đủ các yếu tố: Khu vực sản xuất có điều kiện vi khí hậu bị ảnh hưởng lớn của nhiệt độ, nhiệt độ >30°C (vi phạm quy định về nhiệt độ khu vực sản xuất trong mỏ hầm lò [1]); khu vực khai thác có tuổi thọ còn lớn; phương pháp thông gió phù hợp (Thông gió bằng hạ áp chung của mỏ; khu vực sản xuất không nhận gió thải từ khu vực khác). Với những tiêu chí nêu trên, tác giả đã phân loại, đánh giá một số khu vực sản xuất là lò chợ khai thác bằng hình thức lò chợ dài, thông gió bằng hạ áp chung của mỏ.

Xét trên yếu tố phức tạp về công tác quản lý khí mỏ và có nhiều diễn biến về yếu tố khí cháy/nổ, yếu tố cháy mỏ do than tự cháy, tác giả đề xuất lựa chọn các khu vực sản xuất tại Công ty than Mạo Khê - TKV để đánh giá, thiết kế, áp dụng thí điểm. Kết hợp các yếu tố nêu trên và sự tư vấn của các cán bộ kỹ thuật tại Công ty than Mạo Khê - TKV, đề tài đã khảo sát, đánh giá điều kiện vi khí hậu, đặc biệt là yếu tố nhiệt độ lò chợ vỉa 6ĐMR tầng -150/-80, phân xưởng khai thác 1; lò chợ vỉa 10T tầng -150/-80, phân xưởng khai thác 11. Sơ lược đặc điểm công nghệ các khu vực nêu trên được thể hiện tại Bảng 1.

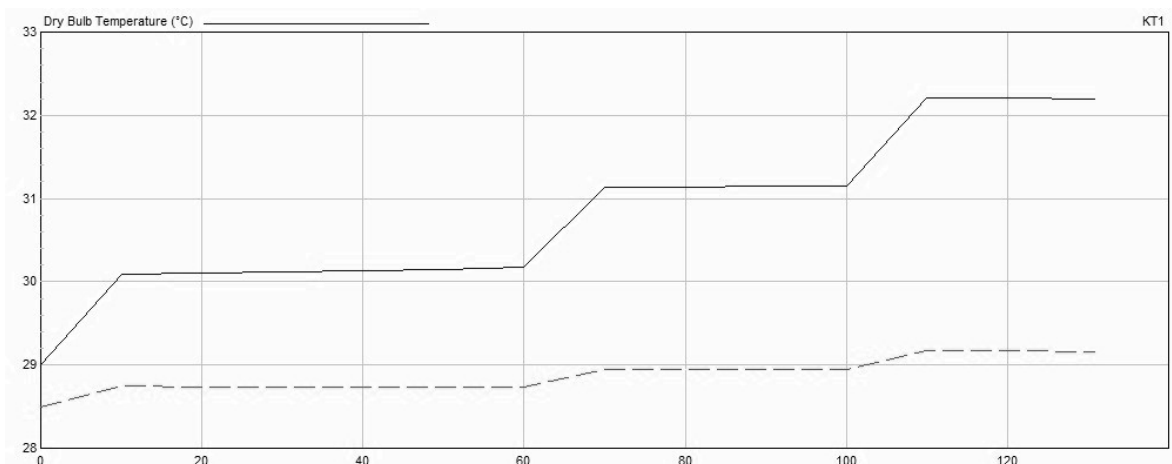
Để có thể đề xuất được phương án làm mát

Bảng 1. Đặc điểm kỹ thuật khu vực đề xuất áp dụng tại Công ty than Mạo Khê

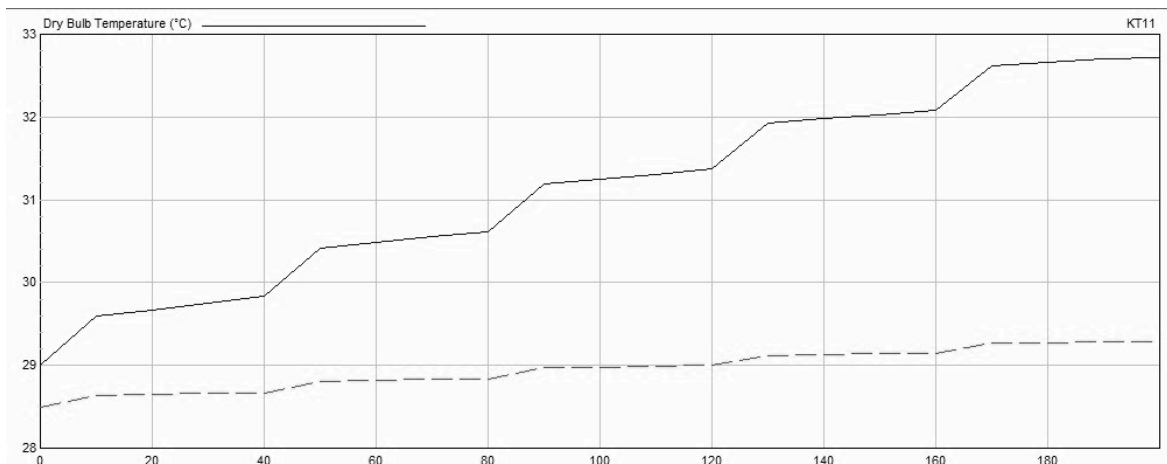
Stt	Đặc điểm		Đơn vị	Vỉa 6ĐMR, KT1	Vỉa 10T, KT11
1	Tầng khai thác		m	-150/-80	-150/-80
2	Chiều dài lò chợ		m	131	200
3	Tiết diện		m ²	4,4	4,5
4	Công nghệ lò chợ		-	Khoan nổ mìn, ZHF	Khoan nổ mìn, ZHF
5	Sản lượng lò chợ	Lớn nhất	tấn/ngày	590	460
		Nhỏ nhất		460	322

Bảng 2. Tổng lượng nhiệt phát thải vào không gian lò chợ

Stt	Nhiệt thành phần	ĐVT	Giá trị	
			Vĩa 6ĐMR tầng -150/-80, KT1	Vĩa 10T tầng -150/-80, KT11
1	Địa nhiệt	kW	1,08	1,66
2	Oxy hóa than	kW	264,7	267,24
3	Thiết bị điện	kW	0,00	9,25
4	Tổng	kW	265,8	278,1



Hình 6. Biểu đồ gia tăng nhiệt độ khô và nhiệt độ ướt lò chợ vĩa 6ĐMR tầng -150/-80, KT1



Hình 7. Biểu đồ gia tăng nhiệt độ khô và nhiệt độ ướt lò chợ vĩa 10T tầng -150/-80, KT11

phù hợp, điều kiện cần là phải tính toán được tổng lượng nhiệt phát thải. Tổng lượng nhiệt phát thải vào không gian lò chợ và mô phỏng sự gia tăng nhiệt độ trên phần mềm Climsim (Bảng 2, Hình 6, Hình 7) như sau:

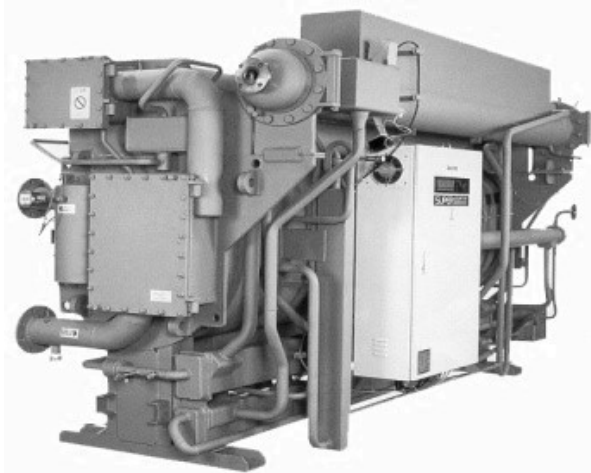
Với đặc điểm điều kiện kỹ thuật và kết quả tính toán tổng lượng nhiệt phát thải nêu trên, các tác giả đã đánh giá và xác định được 02 phương án làm mát phù hợp, cụ thể là:

Phương án 1: Sử dụng hệ thống làm mát trung tâm mặt đất tại mặt bằng sân công nghiệp mức +25

Nhiệt lượng phát thải được tính toán qua đó xác định công suất thiết bị làm mát gồm: Tổng lượng nhiệt phát thải các khu vực đường lò có nhiệt độ lớn hơn 30°C là 553 kW; tổng lượng nhiệt phát thải vào lò chợ vĩa 6ĐMR tầng -150/-80, KT1 là 265,8 kW; tổng lượng nhiệt phát thải vào lò chợ

vía 10T tăng -150/-80, KT11 là 278,1 Kw. Tổng phụ tải lạnh không khí được xác định với hệ số dự phòng là 20%: $Q = (553+265,8+278,1) \times 120\% = 1.316,3$ (kW). Căn cứ vào yêu cầu phụ tải lạnh, đề tài đề xuất lựa chọn công suất tổ hợp làm lạnh là 1.400 kW sử dụng tổ hợp máy làm lạnh hấp thụ lithium bromide loại G của hãng Panasonic (Hình 8).

Với mục tiêu đảm bảo ổn định hoạt động của hệ thống và nâng cao hiệu quả làm mát, tác giả đề xuất đồng bộ thiết bị và các khuyến cáo vận hành của hãng chi tiết: Bơm làm lạnh sử dụng loại SLS150-315A (3 chiếc); tháp làm lạnh loại DX-M2542-D (2 chiếc); bơm nước lạnh sử dụng loại SLS80-350 (3 chiếc); đường ống chính vận



Hình 8. Máy làm lạnh hấp thụ lithium bromide

chuyển nước lạnh sử dụng ống thép liên ỷ đường ống có bảo ôn tổng chiều dài 3.500x2 m; thiết bị trao đổi nhiệt sử dụng thiết bị WK300 (Hình 9) và nước sạch (nước khử lon) được khuyến cáo sử dụng. Nguyên lý làm việc của hệ thống được thể hiện tại Hình 10.

Phương án 2: Sử dụng hệ thống làm mát cục bộ

Xét trên yếu tố những tổ hợp thiết bị đã được sử dụng tại Việt Nam và bước đầu đem lại hiệu quả, tác giả đề xuất sử dụng tổ hợp thiết bị MK-300 (Hình 11) của Ba Lan. Tuy nhiên, các đơn vị



Hình 9. Bộ trao đổi nhiệt WK

đã và đang sử dụng tổ hợp nêu trên chưa có sự đầu tư, nghiên cứu đồng bộ hóa tổ hợp thiết bị dẫn đến nhiều vấn đề tồn tại trong quá trình vận hành, sửa chữa và bảo dưỡng. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của tổ hợp được thể hiện tại Hình 12.

Hiệu quả của tổ hợp thiết bị được quyết định bởi hệ thống làm mát bình ngưng, hệ thống nước tản nhiệt tuần hoàn bằng các tháp giải nhiệt đặt trong hầm lò. Nhận thức được vấn đề nêu trên, các tác giả đã phân tích sự phù hợp của các loại hình tháp làm mát với điều kiện sản xuất mỏ hầm lò, và tháp làm mát dạng buồng ngang với 02 tầng phun được đánh giá là phù hợp. Qua đó đề xuất sử dụng dạng tháp làm mát nêu trên áp dụng tại Công ty than Mạo Khê nói riêng và các đơn vị khai thác mỏ hầm lò tại Việt Nam nói chung để làm mát nước làm mát đối với hệ thống làm mát cục bộ.

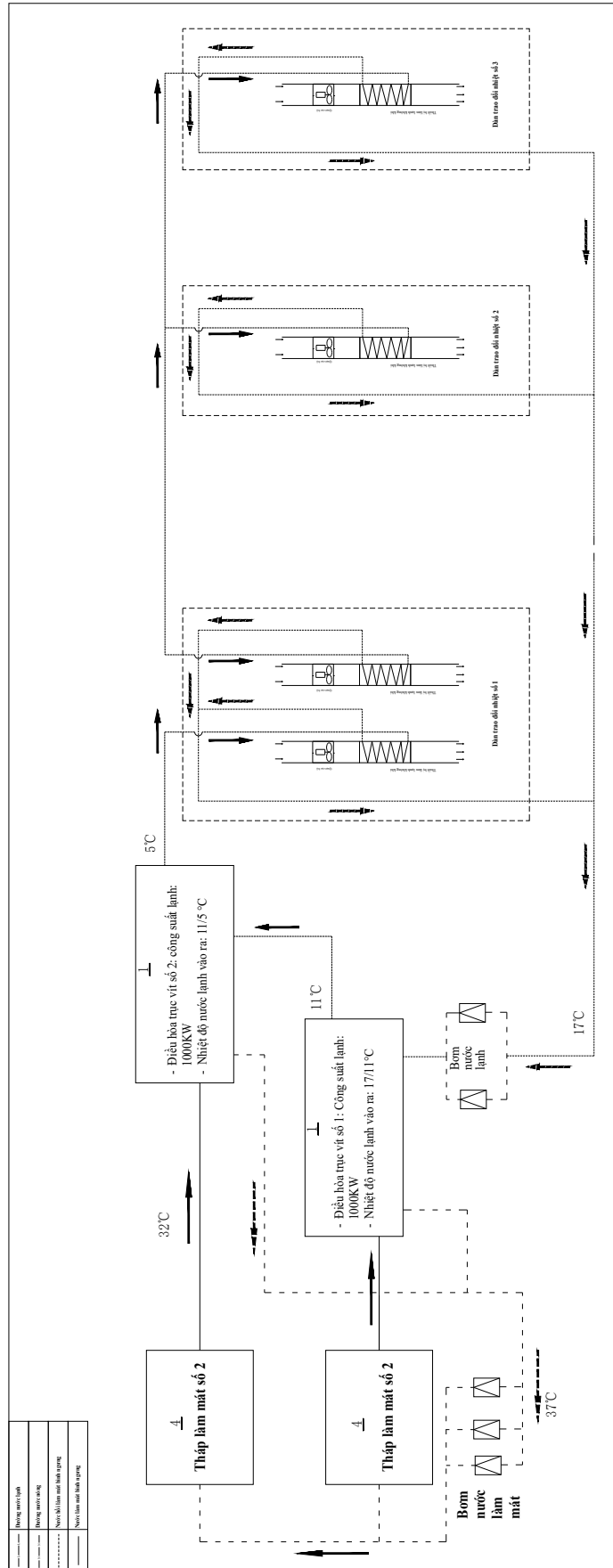
Với những ưu điểm nội bật như: Chi phí đầu tư ban đầu nhỏ, hiệu quả của tổ hợp đã được chứng minh... phương án 2 được đánh giá là tối ưu, phù hợp với điều kiện khu vực thiết kế.

4. Kết luận

Những vấn đề cốt lõi, trọng tâm trong công tác tính toán, thiết kế hệ thống làm mát gồm: Xác định các nguồn nhiệt phát thải trong mỏ hầm lò; tính toán lượng nhiệt phát thải theo từng yếu tố; nguyên lý hoạt động và điều kiện áp dụng của các phương pháp làm mát đang áp dụng trên Thế giới; tính toán, đề xuất công suất làm mát của các tổ hợp thiết bị dựa trên tổng lượng nhiệt phát thải trong mỏ hầm lò... đã được nghiên cứu cụ thể. Qua đây có thể nhận định kết quả ban đầu nghiên cứu, đề xuất và thiết kế hệ thống làm mát không khí mỏ phù hợp với điều kiện kỹ thuật các mỏ than hầm lò là tiền đề, cơ sở khoa học giải quyết các vấn đề về nhiệt độ trong hoạt động khai thác mỏ tại Việt Nam.

Tài liệu tham khảo:

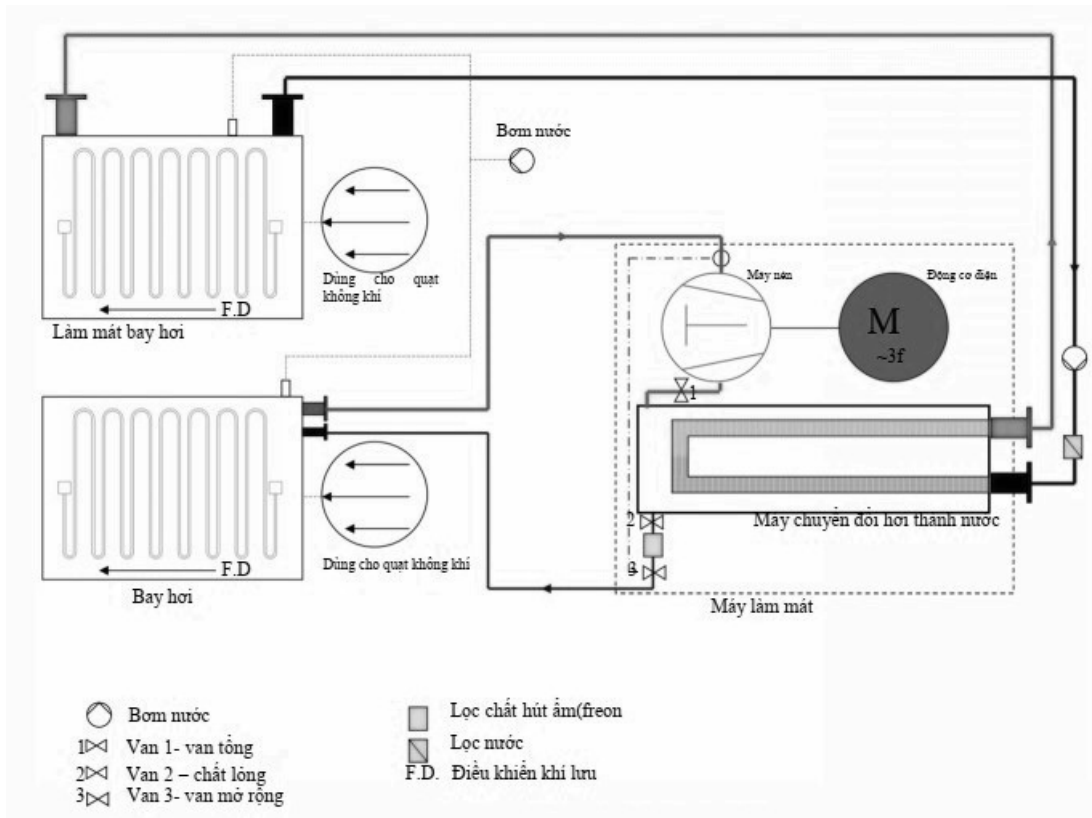
- [1]. Bộ Công Thương (2011), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 01: 2011/BCT về an toàn trong khai thác than hầm lò*, Hà Nội.
- [2]. <http://www.webdulich.com/thong-tin-thoi-tiet/thoi-tiet-quang-ninh-thang-6.html>
- [3]. M. Hooman*, R.C.W. Webber-Youngman*, J.J.L. du Plessis*, and W.M. Marx "A decision analysis guideline for underground bulk air heat exchanger design specifications".
- [4]. U.S. Bureau of Mines, "Ice-cooled vest for work in hot mines," Technology News, 66, 1979.



Hình 10. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống làm mát trung tâm trên mặt đất



Hình 11. Tổ hợp thiết bị MK-300



Hình 12. Sơ đồ nguyên lý hoạt động hệ thống làm mát MK-300



Hình 13. Tháp làm mát dạng buồng ngang được thiết kế đặt trong cúp lò đá

[5]. Malcolm J. McPherson *, B.Sc., Ph.D., C.Eng., FIMinE, FIMM, Mem.AIME, Mem. ASHRAE “*Subsurface Ventilation Engineering*”, <http://www.mvsengineering.com/>

[6]. M. Hooman, R. C. W. Webber-Youngman, J. J. L. du Plessis, & W. M. Marx, “*A decision analysis guideline for underground bulk air*

heat exchanger design specifications,” Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 115(2): pp 125-129, 2015.

[7]. W. N. Roman, F. H. von Glehn, & W. M. Marx, “*Status of ventilation and cooling in South African mines*,” Proceedings of the World Mining Congress, Montreal, Canada, 2013.

Research, proposal and design on the mine air cooling system in accordance with technical conditions of underground coal mines of Vinacomin

Dr. Nguyen Minh Phien, MSc. Ho Dinh Tue, Eng. Vu Ngoc Hoan

Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

Eng. Vu Duc Trong, Eng. Le Trong Hieu, Eng. Pham Van Duy

Vinacomin – Mao Khe Coal Company

Abstract:

Underground coal mines in Vietnam have been increasingly under deeper exploitation, therefore the temperature is under increase day by day due to reasons such as geothermal, heat from coal mining equipment, large ventilation length, etc... The proximity or off-limit temperature of 30 degrees Celsius is frequently present. To solve this problem, it is necessary to study on solutions of mine air cooling for production areas. The paper reviews the cooling methods in the world, calculates the heat sources and proposes cooling systems suitable for the geotechnical conditions of underground coal mines in Vietnam.

Hội thảo nghiên cứu, lựa chọn giải pháp công nghệ nâng cao chất lượng đường mỏ lộ thiên

Nghiên cứu lựa chọn giải pháp công nghệ, thiết bị tối ưu nhằm nâng cao chất lượng đường Mỏ lộ thiên tại các đơn vị lộ thiên trong TKV. Đó là nội dung chính của Hội thảo Khoa học Công nghệ diễn ra vào sáng ngày 21/5/2020 tại Hạ Long. TGD Tập đoàn Đặng Thanh Hải chủ trì Hội thảo. Tham gia hội thảo còn có các đồng chí TV HĐTV Phạm Văn Mật, TV HĐTV Vũ Thành Lâm, các Phó TGD Tập đoàn và Giám đốc các đơn vị khai thác lộ thiên.



Hội thảo đã nghe Báo cáo “Nghiên cứu lựa chọn giải pháp công nghệ, thiết bị nâng cao chất lượng đường mỏ lộ thiên trong TKV và phương án thử nghiệm do Viện KH-CN Mỏ phối hợp với Công ty TNHH INFRASOL nghiên cứu xây dựng. Báo cáo khảo sát nêu rõ thực tế đường mỏ lộ thiên của từng đơn vị lộ thiên trong TKV, hiện trạng điều kiện các thiết bị vận tải mà các mỏ lộ thiên TKV đang sử dụng, thực tế chất lượng mặt đường, các yếu tố đang ảnh hưởng đến chất lượng mặt đường như sức cản lăn, ảnh hưởng của sức cản lăn đến thời gian vận chuyển, hiệu quả chuyển tải, tuổi thọ của linh kiện thiết bị vận tải. Từ đó, đưa ra giải pháp gia cố vật liệu xi măng kết hợp với công nghệ phụ gia Polime. Kết quả nghiên cứu cho thấy, với công nghệ này, vận tốc vận tải tăng 7,7%; số chuyến vận tải tăng 10%; số m3/ca tăng 3,7%. Bên cạnh đó, nguyên liệu tiêu hao giảm, chất lượng môi trường trên các đường mỏ được cải thiện

Đại diện Công ty CP Xuất nhập khẩu ASE Việt Nam và các đơn vị khai thác lộ thiên trong Tập đoàn đã cùng thảo luận nhằm xem xét lựa chọn công nghệ.

Phát biểu kết luận, TGD Tập đoàn Đặng



Thanh Hải nhấn mạnh ý nghĩa của Hội thảo, khẳng định đây là chủ trương lớn của Tập đoàn nhằm nâng cao hạ tầng phục vụ sản xuất. TGD yêu cầu thành lập Tổ công tác về áp dụng giải pháp Công nghệ, thiết bị nâng cao chất lượng đường mỏ lộ thiên để tiếp tục nghiên cứu, thử nghiệm và lựa chọn được công nghệ tối ưu nhất, phù hợp nhất, thể hiện quyết tâm của Tập đoàn trong việc thực hiện cuộc cách mạng nâng cao chất lượng đường mỏ lộ thiên, nâng cao năng suất, cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động.

Truyền thông TKV

Giải pháp thu hút tuyển sinh thợ lò

Với chủ đề công tác năm 2020 là “Tuyển sinh và đào tạo thợ lò”, ngay từ đầu năm, Trường Cao đẳng Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã tăng cường triển khai các giải pháp đồng bộ, hiệu quả nhằm hoàn thành chỉ tiêu, chất lượng tuyển sinh đầu vào.



Sinh viên nghề khai thác mỏ tại Phân hiệu Cẩm Phả (Trường Cao đẳng Than - Khoáng sản Việt Nam) thực hành kỹ năng chống xén lò

Năm 2020, theo kế hoạch TKV giao Trường Cao đẳng Than - Khoáng sản Việt Nam tuyển sinh 4.500 học sinh nghề mỏ hầm lò (hệ A). Tuy

nhien, để đáp ứng nhu cầu thợ lò cho các doanh nghiệp trong điều kiện tăng sản lượng than sản xuất, Nhà trường phấn đấu tuyển 4.984 học sinh, tăng hơn 500 chỉ tiêu so với năm 2019.

Để hoàn thành mục tiêu này, Nhà trường đã phối hợp chặt chẽ với doanh nghiệp và chính quyền địa phương triển khai đồng bộ giải pháp tuyển dụng thợ lò. Đồng thời mở rộng địa bàn tuyển sinh đến các tỉnh Bắc Trung Bộ; tổ chức tuyên truyền, kết nối tuyển sinh tại địa bàn nhiều tiềm năng.

Mới đây, ngày 9/5, Nhà trường đã tổ chức lễ khai giảng lớp đào tạo kỹ thuật khai thác mỏ hầm lò tại khu vực miền Đông của tỉnh, với sự tham gia của 115 học viên. Hầu hết các học viên đăng ký lớp học này qua chương trình ký kết quy chế phối hợp về công tác đào tạo nghề và giải quyết việc làm cho lao động giai đoạn năm 2020- 2023, giữa Nhà trường với các địa phương khu vực miền Đông.

Theo số liệu tổng hợp của Nhà trường, trong hơn 4 tháng qua, Nhà trường đã phối hợp với doanh nghiệp tuyển được 2.074 chỉ tiêu đào tạo kỹ thuật khai thác mỏ hầm lò (đạt 46% kế hoạch năm).

Ông Vũ Văn Thịnh, Phó Hiệu trưởng, Giám đốc Trung tâm Tuyển sinh và Giới thiệu việc làm Trường Cao đẳng Than - Khoáng sản Việt Nam cho biết: Trong tuyển sinh thợ lò hiện nay, Nhà trường đang mở rộng thị trường tuyển dụng đến nhiều tỉnh thông qua ký quy chế phối hợp tuyển sinh và đào tạo thợ lò với các địa phương.

Tính đến nay, Trường đã ký Quy chế phối hợp tuyển sinh và đào tạo thợ lò với 25 đơn vị cấp huyện. Dự kiến đầu tháng 6/2020, sẽ tiếp tục ký Quy chế phối hợp với 2 địa phương: Huyện Văn Bàn và Bắc Hà của tỉnh Lào Cai. Việc mở rộng ký quy chế phối hợp với các địa phương là chiến lược quan trọng tạo ra nguồn tuyển sinh thợ lò bền vững trong thời gian tới.

Phạm Tăng (baoquangninh.com.vn)

Lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ ở Than Mông Dương

Công ty CP Than Mông Dương hiện đang khai thác và mở diện ở mức sâu -400m, bán kính khai trường khu vực hầm lò lên tới 3km, cấu tạo địa chất hết sức phức tạp, khó có thể áp dụng đồng bộ những thiết bị, máy móc cơ giới hóa hạng

nặng để tăng năng suất, sản lượng than. Trong khi đó, những lò chợ đang khai thác bằng công nghệ cũ của mỏ này chỉ cho năng suất từ 130.000 đến 140.000 tấn than/năm, không đáp ứng yêu cầu sản xuất.



Giàn chống tự hành của dự án Lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ ở Than Mông Dương

Trước thực tiễn đó, cơ giới hóa hạng nhẹ với những thiết bị, công nghệ khai thác gọn nhẹ, chi phí đầu tư thấp, được xem là giải pháp phù hợp cho Than Mông Dương, giúp mỏ này tăng năng suất khai thác than và cải thiện điều kiện làm việc cho người thợ.

Theo ông Hoàng Trọng Hiệp, Phó Giám đốc Công ty CP Than Mông Dương, phân biệt cơ giới hóa hạng nhẹ, hạng trung và hạng nặng dựa trên chỉ số chịu lực của thiết bị. Theo đó, cơ giới hóa hạng nhẹ trong khai thác than là hệ thống thiết bị có trọng lực dưới 3.900 kilonewton/m². Ở Than Mông Dương, điều kiện địa chất khá phức tạp, manh mún, độ ổn định của đất đá, vỉa vách không cao, trọng lực thiết bị như vậy được xem là phù hợp với một số vị trí sản xuất của mỏ.

Dự án đầu tư lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ được Công ty CP Than Mông Dương triển khai từ đầu năm 2019. Quy mô dự án gồm 96 giàn chống thủy lực, hệ thống máy khâu, máng cào, băng tải vận chuyển than. Theo thiết kế, công suất khai thác của lò chợ áp dụng cơ giới hóa hạng nhẹ là 300.000 tấn than/năm, thời gian khai thác từ 7-10 năm.

Ông Vũ Thành Trung, Quản đốc Phân xưởng Khai thác 5, Công ty CP Than Mông Dương - đơn vị trực tiếp triển khai thi công dự án lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ cho biết: Giai đoạn đầu, việc triển khai dự án gặp nhiều bất lợi. Khu vực triển khai là vỉa có điều kiện địa chất phức tạp, độ dốc trung bình từ 26-28 độ khiến việc vận chuyển hệ thống thiết bị như tời trục, trạm dịch,

cầu chuyển tải, trạm nghiền... gặp nhiều khó khăn, ảnh hưởng đến tiến độ thi công của dự án.

Khắc phục mọi trở ngại, ngày 16/3, Phân xưởng Khai thác 5 đã triển khai lắp đặt bộ giàn chống đầu tiên của dự án. Sau hơn 1 tháng thi công khẩn trương, liên tục với năng suất bình quân từ 5-6 bộ giàn/ca, đến nay, đơn vị này đã hoàn thành công tác lắp đặt 96 bộ giàn chống. Từ nay đến hết tháng 5, Phân xưởng Khai thác 5 sẽ hoàn thiện hệ thống vận tải và dây chuyền thiết bị liên quan của dự án.

Phó Giám đốc Công ty CP Than Mông Dương, Hoàng Trọng Hiệp cho biết: Dự kiến, đầu tháng 5/2020, dự án lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ này sẽ đi vào hoạt động, thực hiện kế hoạch sản xuất 250.000 tấn than đầu tiên của năm 2020, góp phần giúp Than Mông Dương nâng công suất khai thác toàn mỏ lên 1.500.000 tấn than/năm

trong năm nay.

Những năm qua, cơ giới hóa đã mang lại cho Than Mông Dương bước tiến đáng kể trong sản xuất. Nếu như giai đoạn trước, với hơn 4.000 người, sản lượng khai thác than hầm lò từ mức -97,5m cho đến +9,8m của Than Mông Dương chỉ đạt gần 1.000.000 tấn than/năm; thì nay, với tầng khai thác từ mức -250m đến -97,5m và số lao động hơn 3.000 người, sản lượng than của mỏ đã đạt xấp xỉ 1.200.000 tấn than/năm. Điều đó minh chứng cho hiệu quả áp dụng cơ giới hóa trong sản xuất của Than Mông Dương.

Chính vì vậy, việc triển khai dự án lò chợ cơ giới hóa hạng nhẹ ở mỏ này được xem là hướng đi đúng đắn của TKV nói chung và Than Mông Dương nói riêng trong chủ trương thực hiện cơ giới hóa, tự động hóa khai thác than hầm lò.

Hoàng Yến (baoquangninh.com.vn)

Contents	Page
MSc. Nguyen Ngoc Giang, Dr. Song Wei Hua - <i>Application of PFC2D software to study the reasonable parameters in the flow chart on the mining mechanization for slice drifts of thick and inclined- to- steep coal seams.</i>	1
MSc. Dinh Van Cuong, Dr. Trinh Dang Hung, Eng. Hoang Phuong Thao - <i>Assessment on the status of occupational accidents at underground coal mines and proposals on some solutions to limit the risk of unsafety.</i>	10
MSc. Phi Van Long, MSc. Doan Ngoc Canh, Dr. Trinh Dang Hung - <i>Research on development of the standards for cable anchors used in underground mines of Vietnam National Coal Minerals Industries Holding Corporation Limited.</i>	16
Eng. Nguyen Van Nghia - <i>Introduction on the technology of imported coal mixing with coal produced domestically and the coal mixing technology at the Arch coal mine in Virginia state, USA.</i>	23
Eng. Tran Nam Anh - <i>Research on the possibility of handling phenol in water by activated carbon.</i>	29
Fellow Ph.D. Vu The Nam - <i>Development of the monitoring, control system and incident warning for the system of stations and electricity supply networks of coal - mineral production units.</i>	39
MSc. Ha Thi Chuc, MSc. Pham Thanh Liem - <i>Study on establishment of information, measurement and control systems for the drifting complex.</i>	44
Dr. Nguyen Minh Phien, MSc. Ho Dinh Tue, Eng. Vu Ngoc Hoan, Eng. Vu Duc Trong, Eng. Le Trong Hieu, Eng. Pham Van Duy - <i>Research, proposal and design on the mine air cooling system in accordance with technical conditions of underground coal mines of Vinacomin.</i>	49

Thủ tướng Nguyễn Xuân Phúc thăm, tặng quà công nhân lao động TKV nhân dịp Tháng Công nhân

Trong chương trình làm việc với tỉnh Quảng Ninh, chiều 24/05/2020, đồng chí Nguyễn Xuân Phúc, Ủy viên Bộ Chính trị, Thủ tướng Chính phủ đã đến thăm và tặng quà cán bộ, công nhân lao động Công ty CP Than Hà Lâm - đơn vị sản xuất than hầm lò có công nghệ hiện đại nhất của TKV, nhân dịp Tháng Công nhân năm 2020.



Cùng dự có đại diện lãnh đạo một số Bộ, ngành Trung ương, Tổng LĐLĐ Việt Nam. Về phía tỉnh Quảng Ninh có các đồng chí: Nguyễn Xuân Ký, Bí thư Tỉnh ủy, Chủ tịch HĐND tỉnh; Ngô Hoàng Ngân, Phó Bí thư Thường trực Tỉnh ủy; Nguyễn Văn Thắng, Chủ tịch UBND tỉnh và các đồng chí trong Thường trực Tỉnh ủy, HĐND, UBND tỉnh; lãnh đạo thành phố Hạ Long...

Lãnh đạo TKV có các đồng chí: Lê Minh Chuẩn, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV Tập đoàn; Đặng Thanh Hải, Phó Bí thư Đảng ủy, Tổng Giám đốc; Lê Thanh Xuân, Chủ tịch Công đoàn TKV; Vũ Anh Tuấn, Ủy viên Ban Thường vụ Tỉnh ủy QN; Bí thư Đảng ủy TQN, Phó TGĐ Tập đoàn... và cán bộ, CNLĐ Công ty CP than Hà Lâm.

Tại buổi làm việc với TKV và gặp mặt CNLĐ Công ty CP than Hà Lâm, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV Tập đoàn Lê Minh Chuẩn đã báo cáo Thủ tướng và Đoàn công tác của Chính phủ về tình hình SXKD của TKV. Theo đó, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam hiện có hơn 96.500 cán bộ, CNLĐ, phạm vi hoạt động trên địa bàn 42 tỉnh, thành trên cả nước. Với các lĩnh vực SXKD chính như than, điện, khoáng sản, vật liệu nổ công nghiệp, cơ khí, dịch vụ... trong đó doanh thu sản xuất than chiếm 58% tổng doanh thu của TKV.

Đối với Công ty CP than Hà Lâm, với 60 năm xây dựng và phát triển, Than Hà Lâm là đơn vị có

công nghệ sản xuất than hầm lò hiện đại, sức tăng trưởng nhanh và sản lượng lớn của TKV. Hiện nay, Công ty đang thực hiện dự án khai thác ở mức -300 với công suất 2,4 triệu tấn than/năm. Trong đó, có 2 lò chợ cơ giới hóa đồng bộ hiện đại công suất 600.000 tấn than/năm và 1,2 triệu tấn than/năm.

Thủ tướng Chính phủ Nguyễn Xuân Phúc đánh giá cao và bày tỏ sự vui mừng trước những kết quả đạt được của TKV nói chung và Công ty CP than Hà Lâm nói riêng trong việc thực hiện mục tiêu phát triển SXKD, đóng góp cho sự phát triển chung của tỉnh và cả nước. Thủ tướng cũng ghi nhận những nỗ lực của TKV và Than Hà Lâm trong việc cải thiện điều kiện làm việc, chăm lo đời sống người lao động, đặc biệt là nâng cao thu nhập cho CNLĐ; đồng thời chia sẻ với CNLĐ về những khó khăn đặc thù của ngành sản xuất than. Thủ tướng đề nghị tỉnh Quảng Ninh và Tập đoàn cần tiếp tục tập trung làm tốt hơn nữa việc xây dựng nhà ở cho công nhân, để người lao động ổn định đời sống, yên tâm làm việc.

Thủ tướng Nguyễn Xuân Phúc đã dành thời gian



thăm hỏi, trao đổi với CNLĐ Công ty CP than Hà Lâm, và lắng nghe những đề xuất của thợ lò về chế độ chính sách, về nhà ở cho công nhân...

Nhân dịp này, Thủ tướng đã khen thưởng cán



bộ, công nhân có thành tích xuất sắc trong lao động sản xuất và trao tặng 200 suất quà cho CNLĐ có hoàn cảnh khó khăn của Công ty CP than Hà Lâm.

Truyền thông TKV



Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

**Đảng bộ Viện Khoa học Công nghệ Mỏ
nhiệm kỳ 2020-2025**
Đoàn kết - Đổi mới - Sáng tạo - Phát triển
*Ngày 11 tháng 05 năm 2020, Đảng bộ Viện Khoa
học Công nghệ Mỏ đã long trọng tổ chức Đại hội
đại biểu Đảng bộ Viện lần thứ XX, nhiệm kỳ 2020
- 2025.*



Tới dự, Đại hội có các đồng chí: Lê Minh Chuẩn, Bí thư Đảng ủy - Chủ tịch HĐQT Tập đoàn TKV; Vũ Thành Lâm, Ủy viên BTV - Thành viên HĐQT Tập đoàn TKV; Trịnh Huy Thành, Bí thư Đảng ủy Khối Doanh nghiệp Hà Nội cùng 118 đại biểu chính thức đại diện cho 198 đảng viên của 14 chi bộ và 01 Đảng bộ Bộ phận trong toàn Đảng bộ Viện.

Theo báo cáo chính trị trình bày tại Đại hội, trong nhiệm kỳ 2015 - 2020, mặc dù gặp rất nhiều khó khăn, song Đảng bộ Viện Khoa học Công nghệ Mỏ đã, lãnh đạo hệ thống chính trị hoàn thành tốt nhiệm vụ, bao gồm: Hoàn thành cơ bản các mục tiêu, nhiệm vụ chính trị đề ra; Đầu tư cơ sở vật chất, trang thiết bị, công trình phục vụ nghiên cứu và đào tạo nâng cao chất lượng nguồn nhân lực. Đảng bộ đã lãnh đạo thực hiện tốt công tác giáo dục chính trị tư tưởng, tuyên truyền, học tập, các nghị quyết, chỉ thị của Đảng; kiểm tra, giám sát, thực hiện nghiêm kỷ luật của Đảng đối với cán bộ, đảng viên và các tổ chức cơ sở đảng; quan tâm thực hiện tốt công tác phát triển Đảng. Đảng bộ Viện luôn coi trọng, đánh giá cao và đã lãnh đạo tốt các tổ chức đoàn thể từ đó động viên các phong trào thi đua, phát huy trí tuệ tập thể, xây dựng sức mạnh khối đại đoàn kết để thực hiện, hoàn thành các nhiệm vụ chính trị của Viện.

Đại hội đã tiến hành bỏ phiếu bầu Ban chấp hành Đảng ủy Viện khóa XX, nhiệm kỳ 2020 - 2025 gồm 09 đồng chí, bầu đoàn đại biểu đi dự Đại hội cấp trên gồm 8 đại biểu chính thức và 1 đại biểu dự khuyết. Đồng chí Đào Hồng Quảng - Viện trưởng đã tái đắc cử chức danh Bí thư Đảng ủy Viện, nhiệm



kỳ 2020 2025.

Bước vào nhiệm kỳ 2020-2025, Đảng bộ Viện đề ra mục tiêu Phát huy **“Đoàn kết - Đổi mới - Sáng tạo - Phát triển”** nhằm tập trung sức mạnh, nâng cao tiềm lực khoa học công nghệ, từng bước hoàn thiện mô hình và cơ chế hoạt động hướng tới xây dựng Đảng bộ Viện trong sạch, vững mạnh, chỉ đạo



thực hiện thắng lợi các nhiệm vụ được giao.

Phát biểu chỉ đạo tại Đại hội đồng chí Lê Minh Chuẩn - Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn ghi nhận, biểu dương những thành tích mà Đảng bộ Viện đã đạt được trong thời gian vừa qua. Tuy nhiên, đồng chí cũng nhấn mạnh, trong nhiệm kỳ mới Viện cần phát huy hơn nữa vai trò của mình. Đồng chí Lê Minh Chuẩn tin tưởng BCH Đảng ủy Viện Khóa mới có đủ bản lĩnh, sự kiên định để lãnh đạo Viện phát triển mạnh mẽ.



Đ.L