



ISSN 1859 - 0063

SỐ 6/2021

BẢN TIN

THÔNG TIN

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ

MINING TECHNOLOGY BULLETIN

VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ - VINACOMIN



BẢN TIN

THÔNG TIN

KHOA HỌC

CÔNG NGHỆ MỎ

SỐ 6/2021
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 TỬ BA
TS. NHỮ VIỆT TUẤN
ThS. HOÀNG MINH HÙNG
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
TS. TẠ NGỌC HẢI
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 40/GP-XBBT ngày 01/07/2021
của Cục Báo chí Bộ Thông tin
và Truyền thông

In tại Công ty Cổ phần in Ngọc Trâm



MỤC LỤC

CÔNG NGHỆ KHAI THÁC HÀM LÒ

Nghiên cứu lựa chọn các tham số phù hợp của hệ thống khai thác buồng - cột khi khai thác các vỉa than nằm dưới công trình cần bảo vệ trên bề mặt tại vùng Quảng Ninh	TS. Lê Văn Hậu ThS. Trần Đức Dậu	1
Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp nhằm ngăn ngừa sự cố cháy nội sinh khi khai thác vỉa 10 than có tính tự cháy tại khu mỏ Tràng Bạch - Công ty than Uông Bí - TKV	TS. Phan Văn Việt TS. Lê Văn Hậu ThS. Phùng Việt Bắc	11

CÔNG NGHỆ KHAI THÁC LỘ THIÊN

Xác định chiều dài luồng xúc tối ưu cho các mỏ than lộ thiên của Việt Nam	TS. Đoàn Văn Thanh ThS. Bùi Thế Nam	17
---	--	----

TUYỂN, CHẾ BIẾN THAN - KHOÁNG SẢN

Nghiên cứu định hướng chiến lược phát triển khoáng sản bauxit thuộc TKV đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050	ThS. Nguyễn Văn Minh KS. Nguyễn Văn Hậu	25
---	--	----

MÁY VÀ THIẾT BỊ MỎ

Lựa chọn và tối ưu hóa thông số phần tử hấp thụ năng lượng với cấu trúc mạng cho vỉ chống thủy lực chống xung kích	ThS. Phạm Trung Hải GS. TS. Xu Ping GS. TS. Yu Yinghua TS. Shen Jiaxing	34
--	--	----

DIỆN, TỰ ĐỘNG HÓA

Nghiên cứu thiết kế mạch phát hiện pha chạm đất nhằm nâng cao độ tin cậy cung cấp điện mạng 6kV mỏ lộ thiên vùng Quảng Ninh	ThS. Trần Quốc Hoàn PGS. TS. Nguyễn Anh Nghĩa TS. Hồ Việt Bun	42
---	---	----

ĐỊA CƠ MỎ

Ứng dụng mô hình số địa chất thủy văn GMS trong đánh giá hướng vận động các nguồn nước chảy vào mỏ và dự tính lưu lượng nước chảy vào mỏ than hầm lò	ThS. Trần Tuấn Anh ThS. Nguyễn Hữu Huân	48
--	--	----

TIN TRONG NGÀNH

Phó Thủ tướng Chính phủ Lê Văn Thành kiểm tra sản xuất hầm lò và làm việc với TKV; Đầu tư đổi mới công nghệ - chìa khóa thành công ở Than Nam Mẫu	KS. Đào Anh Tuấn	58
---	------------------	----

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN CÁC THAM SỐ PHÙ HỢP CỦA HỆ THỐNG KHAI THÁC BUỒNG - CỘT KHI KHAI THÁC CÁC VỈA THAN NẴM DƯỚI CÔNG TRÌNH CẦN BẢO VỆ TRÊN BỀ MẶT TẠI VÙNG QUẢNG NINH

TS. Lê Văn Hậu

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

ThS. Trần Đức Đậu

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hồ Chí Minh

Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn

Tóm tắt:

Kết quả đánh giá tổng hợp trữ lượng bể than Đông Bắc cho thấy, trong tổng số 6,3 tỷ tấn trữ lượng, tài nguyên có khoảng 2,1 tỷ tấn (chiếm %30,9) nằm dưới các công trình, đối tượng cần bảo vệ trên bề mặt. Khai thác hiệu quả phần trữ lượng, tài nguyên này, trong khi vẫn đảm bảo an toàn cho các công trình trên bề mặt rất có ý nghĩa, cần thiết. Bài báo phân tích, xác định các tham số phù hợp của hệ thống khai thác buồng - cột cho một điều kiện cụ thể, điển hình của bể than Đông Bắc đáp ứng yêu cầu an toàn cho các công trình cần bảo vệ trên bề mặt khi khai thác phía dưới.

1. Đặt vấn đề

Theo kết quả đánh giá tổng hợp trữ lượng bể than Đông Bắc cho thấy, trong tổng số 6,3 tỷ tấn trữ lượng, tài nguyên địa chất có khoảng 2,1 tỷ tấn (chiếm 30,9%) nằm phía dưới các công trình, đối tượng cần bảo vệ trên bề mặt như: ao, hồ, sông, suối, diện tích đất quy hoạch sử dụng rừng, vùng cấm, hạn chế khai thác khoáng sản. Phần trữ lượng, tài nguyên dưới các đối tượng cần bảo vệ và nằm trong ranh giới trụ bảo vệ thuộc các dự án mỏ đã được phê duyệt khoảng 582,4 triệu tấn và ngoài các dự án được phê duyệt khoảng 1,5 tỷ tấn. Nhằm đảm bảo phát triển bền vững ngành than, trong những năm tới, cần thiết phải huy động phần trữ lượng, tài nguyên nằm dưới các công trình cần bảo vệ trên bề mặt vào khai thác.

Tại các nước có nền công nghiệp khai khoáng phát triển trên thế giới đã áp dụng các hệ thống khai thác sử dụng phương pháp điều khiển vách bằng chèn lò hoặc hệ thống khai thác buồng - cột sử dụng giải pháp điều khiển vách bằng các trụ than để khai thác phần trữ lượng, tài nguyên này nhằm giảm tổn thất tài nguyên, nâng cao hiệu quả kinh tế.

Ở trong nước, trong những năm qua, đã có công trình nghiên cứu về công nghệ chèn lò và đã áp dụng thử nghiệm trong một thời gian ngắn tại mỏ Mạo Khê [1]. Quy mô, thời gian thử nghiệm không nhiều, nên chưa phản ánh được tính phù

hợp của giải pháp được nghiên cứu, đề xuất. Cho tới nay, chưa có công trình nghiên cứu chuyên sâu được thực hiện đối với hệ thống khai thác buồng - cột cho điều kiện của bể than Đông Bắc. Do vậy, trong phạm vi nội dung của bài báo, nhóm tác giả sẽ tập trung nghiên cứu hệ thống khai thác buồng - cột sử dụng giải pháp điều khiển đá vách bằng các trụ than cho điều kiện các vỉa than nằm dưới công trình cần bảo vệ trên bề mặt tại vùng Quảng Ninh.

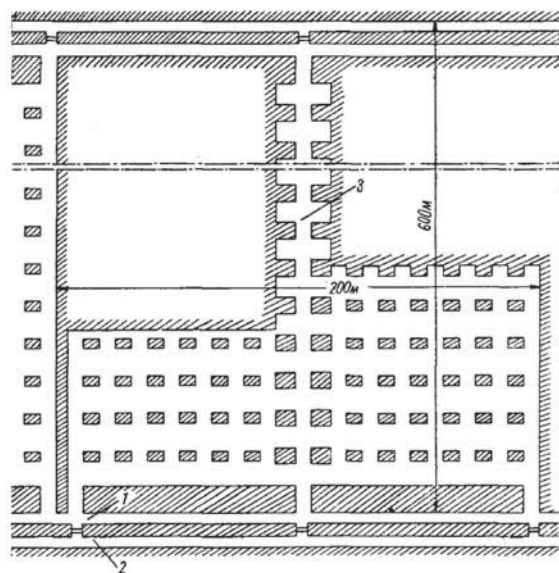
2. Nghiên cứu lựa chọn hệ thống khai thác buồng - cột điều khiển đá vách bằng các trụ than cho điều kiện địa chất vùng Quảng Ninh

Mục đích của việc áp dụng giải pháp điều khiển đá vách bằng chèn lò nhằm hạn chế mức độ sụt lún cực đại trên bề mặt địa hình, đảm bảo không vượt quá giá trị giới hạn cho phép. Tùy thuộc vào loại công trình và yêu cầu mức độ cần bảo vệ, có thể sử dụng giải pháp chèn lò toàn phần hoặc từng phần và các phương pháp thi công khối chèn khác nhau như bằng: thủy lực, khí nén, tự chảy hoặc bằng cơ giới. Giải pháp điều khiển đá vách bằng chèn lò đã được áp dụng khá rộng rãi trên thế giới, một số đã đáp ứng yêu cầu bảo vệ các công trình trên mặt, đồng thời góp phần giảm tổn thất tài nguyên. Ví dụ, để bảo vệ khu vực dân cư trên bề mặt địa hình, mỏ Wujieck thuộc thành phố Katowice của Ba Lan đã khai thác những vỉa than ở độ sâu 360m, áp dụng giải pháp điều khiển đá

vách bằng chèn lò toàn phần, phương pháp thi công khối chèn bằng thủy lực, khấu than bằng đồng bộ thiết bị cơ giới hóa, sản lượng khai thác của lò chợ đạt khá cao, khoảng 400.000 T/năm. Tại các mỏ than vùng Donbass của Liên Bang Nga, nhiều mỏ đã áp dụng giải pháp điều khiển đá vách bằng chèn lò toàn phần, thi công khối chèn bằng phương pháp tự chảy trên nền lò và đạt các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật tốt, đảm bảo yêu cầu bảo vệ những công trình trên bề mặt [2]. Bên cạnh những kết quả đạt được, giải pháp điều khiển đá vách bằng chèn lò vẫn còn tồn tại một số nhược điểm như: công tác chuẩn bị vật liệu, vật tư, thiết bị thi công tương đối phức tạp; quy trình thi công khối chèn đòi hỏi cao về yêu cầu kỹ thuật, mức độ chính xác; chi phí cho công tác gia công, vận chuyển vật liệu và thi công khối chèn lớn, dẫn đến sản lượng và năng suất lao động giảm, giá thành sản xuất cao, hiệu quả kinh tế đem lại chưa được như kỳ vọng. Theo kinh nghiệm của các nước, để đáp ứng các yêu cầu về quản lý và hiệu quả sản xuất, cần ban hành hệ thống các tiêu chuẩn, quy chuẩn, hướng dẫn kỹ thuật về công nghệ thi công chèn lò và chủ động vật liệu, thiết bị thi công và đội ngũ chuyên gia, nhân lực về vấn đề này. Trong điều kiện hiện nay, đối với các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, đáp ứng được các yêu cầu trên rất khó khăn; do đó, việc áp dụng giải pháp điều khiển đá vách bằng chèn lò khi khai thác dưới các công trình cần bảo vệ trên bề mặt thực sự chưa phù hợp ở thời điểm hiện nay và phải cần thêm thời gian.

Hệ thống khai thác buồng - cột sử dụng giải pháp điều khiển đá vách bằng các trụ than (Hình 1) để khai thác các vỉa than nằm dưới các công trình cần bảo vệ trên bề mặt được áp dụng rộng rãi trên thế giới, nhất là tại Mỹ, Úc, Nam Phi, Trung Quốc.

Hệ thống khai thác này được áp dụng cho điều kiện vỉa than có chiều dày từ 0,9 ÷ 6,0m (thậm chí lớn hơn), góc dốc vỉa từ thoải đến nghiêng (nhỏ hơn 250), vỉa có cấu tạo phức tạp, mức độ biến động về chiều dày và góc dốc từ không ổn định đến ổn định, vách và trụ vỉa thuộc loại ổn định trung bình đến ổn định. Với điều kiện vỉa như trên, khu vực được chuẩn bị theo hệ thống khai thác cột dài theo phương bằng các đường lò dọc vỉa mức thông gió và vận tải. Các đường lò dọc vỉa được đào từ cặp thượng trung tâm đến biên giới khai trường, với chiều dài theo phương khoảng 600m

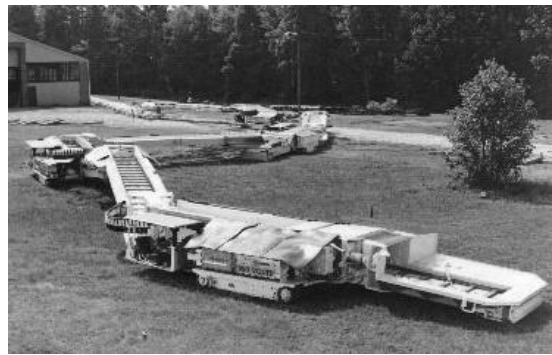


Hình 1. Hệ thống khai thác buồng - cột

(phụ thuộc vào điều kiện vỉa). Theo hướng dốc vỉa, chia khu vực thành những khoảng khai thác có chiều dài theo hướng dốc từ 80 ÷ 200m (theo phương 600m), tiến hành khai thác lần lượt từng khoảng với trình tự từ trên xuống dưới (từ lò dọc vỉa thông gió xuống lò vận tải), giữa các khoảng để lại dải trụ than bảo vệ. Trong mỗi khoảng, để tạo diện khẩu và tuyến vận tải than, tại trung tâm của mỗi khoảng, đào lò cắt số 3 từ cặp thượng thông gió - vận tải số 1 và 2 nối với cặp thượng trung tâm của khai trường. Lò cắt số 3 sẽ được lắp đặt bằng tải để vận tải than cho lò chợ. Công tác khai thác được thực hiện theo hướng từ lò cắt số 3 về phía lò dọc vỉa thông gió và vận tải (có thể khai thác đồng thời hai hướng) và từ biên giới về trung tâm khai trường, than khai thác sẽ được vận chuyển bằng toa xe tự hành ra đổ lên tuyến băng tải tại lò cắt số 3. Chiều rộng của dải khẩu thông thường được lựa chọn từ 5 ÷ 10m và chống tăng cường cho các dải khẩu bằng vì neo, kích thước trụ bảo vệ giữa các dải khẩu từ 6 ÷ 20m (trụ hình vuông). Khẩu gương được thực hiện bằng các loại máy liên hợp đào lò - khai thác (tích hợp đầu khẩu than và bộ phận cào vơ để xúc bốc than gương); vận tải than trong lò chợ sử dụng toa xe dạng tự hành hoặc hệ thống vận chuyển liên tục (máng cào, cầu chuyển tải và băng tải); thiết bị khoan neo có thể thực hiện bằng máy hoặc thủ công; vận tải than cho khu vực khai thác sử dụng băng tải kết hợp máy nghiền cấp liệu. Tổ hợp thiết bị cơ giới hóa phù hợp với công nghệ khai thác buồng - cột



a) Máy liên hợp đào lò - khai thác



b) Hệ thống vận chuyển liên tục

Hình 2. Tổ hợp thiết bị cơ giới hóa áp dụng trong hệ thống khai thác buồng - cột

xem Hình 2.

Ưu điểm của hệ thống khai thác buồng - cột là: có độ linh hoạt cao đối với các loại kích thước khoáng sàng và mức độ biến động chiều dày và góc dốc khác nhau; công tác chuẩn bị, quy trình công nghệ khai thác đơn giản, có thể áp dụng thủ công hoặc cơ giới hóa; chi phí đầu tư cho dây chuyền thiết bị khai thác nhỏ, chỉ bằng 30% so với tổ hợp thiết bị cho lò chợ dài trong cùng điều kiện; sản lượng khai thác cao, các mỏ hầm lò của Trung Quốc sử dụng tổ hợp thiết bị của Công ty JOY đạt khoảng 200 nghìn tấn/tháng, tương ứng công suất khai thác 2 triệu tấn/năm.

Hạn chế của hệ thống khai thác buồng - cột là: không phù hợp với những vỉa nguy hiểm về cú đầm mỏ và có tính tự cháy, tổn thất than theo công nghệ lớn do phải để lại các trụ bảo vệ (trụ điều khiển đá vách).

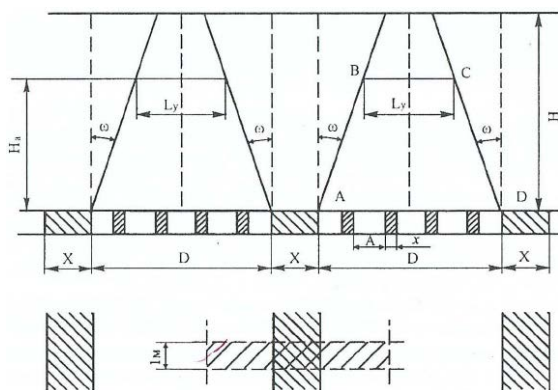
Trên cơ sở phân tích trên và đặc điểm điều kiện địa chất, kỹ thuật và khả năng đáp ứng hiện có, có thể xem xét áp dụng hệ thống khai thác buồng - cột, sử dụng công nghệ khai thác thủ công, khâu gương bằng khoan nổ mìn, chống giữ tăng cường cho dài khâu bằng vì neo hoặc xếp cũi lợn gỗ cho điều kiện các vỉa than có chiều dày từ trung bình đến dày (đến 6m), dốc thoải đến nghiêng (dưới 25°), nằm dưới những công trình, đối tượng có yêu cầu về mức độ bảo vệ thấp (suối, rừng,...) tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, nhằm tận thu, giảm tổn thất tài nguyên.

3. Nghiên cứu, tính toán, xác định các tham số của hệ thống khai thác buồng - cột cho một điều kiện cụ thể, đặc trưng tại vùng Quảng Ninh

Nhóm tác giả lựa chọn điều kiện của vỉa 7T mỏ than Nam Mầu để tiến hành nghiên cứu trạng thái ứng suất biến dạng và dịch chuyển bề mặt của

khối đá mỏ khi áp dụng hệ thống khai thác buồng - cột. Vỉa 7T mỏ than Nam Mầu có một phần trữ lượng, khoảng 5,2 triệu tấn, nằm dưới suối trên bề mặt địa hình cần bảo vệ. Khu vực này được giới hạn theo phương từ tuyến thăm dò địa chất T.ID ÷ T.IIIA và từ mức -50 ÷ +125 (Hình 4). Trong phạm vi này, vỉa có chiều dày từ 2,8 ÷ 3,59m, trung bình 3,1m, trong vỉa có 02 lớp đá kẹp với chiều dày mỗi lớp từ 0,1 ÷ 0,6m, thành phần chủ yếu là sét than, sét kết đôi chỗ bột kết, cường độ kháng nén từ 5 ÷ 12 MPa, góc dốc vỉa từ 3 ÷ 7°, trung bình 6°. Vách trực tiếp là sét kết có chiều dày trung bình 2,5m, cường độ kháng nén 47,9 MPa; vách cơ bản là cát kết, bột kết có chiều dày trung bình 14,9m, cường độ kháng nén 56,3 MPa; tiếp sau là các tập vỉa than và lớp đá sét kết, bột kết hoặc cát kết. Chiều sâu vỉa than nhỏ nhất (gần với mặt địa hình nhất) khoảng 152m. Để xác định các tham số dịch chuyển, biến dạng bề mặt khi khai thác vỉa 7T bằng hệ thống khai thác buồng - cột (điều khiển đá vách bằng các trụ than), nhóm tác giả sử dụng phần mềm PC "NEDRA" của Trường Đại học Mỏ - St.Petersburg - Liên Bang Nga. Phần mềm PC "NEDRA" thể hiện chi tiết quá trình biến dạng của đất đá trong giai đoạn giới hạn chất tải. Quá trình đó được mô tả trên cơ sở mô hình cơ học của đường biến dạng tuyến tính, trong đó giải phương trình theo thuyết đàn hồi. Để thực hiện thuật toán trên, nhóm tác giả sử dụng công nghệ máy tính chuyên ngành (PC "NEDRA") mô phỏng mô hình trạng thái ứng suất biến dạng của khối đá mỏ.

Số liệu đầu vào để xây dựng mô hình là các tham số của hệ thống khai thác. Các tham số này được tính toán theo lý thuyết về hệ thống khai thác gương lò chợ ngắn, được xác định bằng các công thức giải tích [7]. Sơ đồ xác định các tham số của hệ thống khai thác buồng - cột xem hình 3.

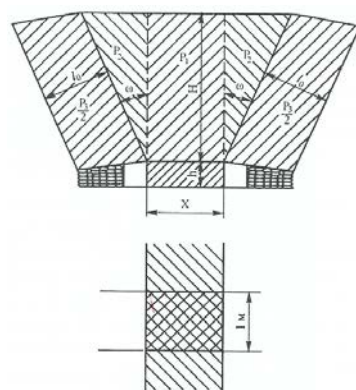


Hình 3. Sơ đồ xác định các tham số của hệ thống khai thác buồng - cột

Theo sơ đồ hình 3, tải trọng tác động lên các trụ than được xác định dựa trên đặc tính dịch chuyển của khối đất đá dưới ảnh hưởng của quá trình khai thác hầm lò. Tùy thuộc vào phương pháp điều khiển đá vách (bằng phá hỏa toàn phần, chèn lò, trụ than,...) mức độ dịch chuyển và phá hủy của khối đá, cũng như phạm vi vùng ảnh hưởng trên bề mặt khác nhau. Bán kính của vùng ảnh hưởng trên bề mặt địa hình được xác định bởi góc sập đổ ω , giá trị góc này ở thời điểm bước sập đổ của đá vách trực tiếp đầu tiên từ $30 \div 35^\circ$, các bước gãy tiếp theo, giá trị giảm xuống còn 25° . Đối với tất cả các lớp đất đá phía trên vách trực tiếp, giá trị góc ω từ $12 \div 19^\circ$. Điều đó cho thấy, góc giới hạn của đá vách giảm dần theo hướng từ gương khai thác đến bề mặt địa hình. Khi đó, tải trọng của đất đá vách tác động lên trụ than được xác định trên chiều dài bước gãy của dầm consol lớp đất đá vách l_o . Kinh nghiệm khai thác tại vỉa 7T cho thấy, chiều dài bước sập đổ của đá vách thông thường từ $l_o = 8 \div 20\text{m}$, trung bình $l_o = 12\text{m}$. Chiều cao trụ bảo vệ (bằng chiều dày vỉa than khai thác) $h = 3,1\text{m}$. Chiều sâu khai thác $H = 152\text{m}$ (tính trong trường hợp nguy hiểm nhất). Độ bền của lớp đá không đồng nhất trong vỉa R_o được xác định theo công thức:

$$R_o = \frac{h}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{R_i}} = \frac{3,1}{\frac{2,4}{3} + \frac{0,1}{5} + \frac{0,6}{12}} = 3,6 \text{ (MPa)} \quad (1)$$

Vỉa 7T có cấu tạo 03 phân lớp, trong đó lớp thứ nhất (lớp than) có chiều dày $h_1 = 2,4\text{m}$, độ bền nén $R_1 = 3,0 \text{ MPa}$; lớp thứ hai (lớp kẹp thứ nhất) có chiều dày $h_2 = 0,1\text{m}$, độ bền nén $R_2 = 5 \text{ MPa}$ và lớp thứ ba (lớp kẹp thứ hai) có chiều dày $h_3 = 0,6\text{m}$, độ bền nén $R_3 = 12 \text{ MPa}$. Thay các giá trị vào công



thức (1), xác định được độ bền nén của vỉa 7T là $R_o = 3,6 \text{ MPa} = 36 \text{ kg/cm}^2$. Khi đó, chiều rộng của dải khâu (A) và trụ bảo vệ giữa dải khâu (x) trong block khai thác (buồng khâu) được xác định theo phương trình sau:

$$n_o \times \gamma \times H_a \times (A + x) = k_s \times k_t \times R_o \times x \times \left(u + v \times \frac{x}{h} \right) \quad (2)$$

Trong đó, n_u - Hệ số dự trữ độ bền của các trụ bảo vệ giữa dải khâu (lấy theo kinh nghiệm), $n_u = 1,2$; γ - Khối lượng thể tích trung bình của các lớp đất đá tác động lên trụ than, $\gamma = 0,0027 \text{ kg/cm}^3$; H_a - Chiều cao vùng phá hủy của đá vách (lấy theo kinh nghiệm), $H_a = 27\text{m}$; k_s - Hệ số giảm độ bền của trụ than, $k_s = 0,9$; k_t - Hệ số độ bền của các trụ than, $k_t = 0,6$; u và v - Hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm trụ, đối với trụ bằng than, $u = 0,65$ và $v = 0,35$. Thay các giá trị trên vào (2), ta nhận được phương trình có 2 ẩn số A và x.

$$1,2 \times 2,7 \times 10^{-3} \times 27 \times (A + x) = 0,9 \times 0,6 \times 36 \times x \times \left(0,65 + 0,35 \times \frac{x}{3,6} \right) \quad (3)$$

Trong đó, ẩn số (A) - Chiều rộng dải khâu được xác định dựa trên kinh nghiệm khai thác các vỉa than áp dụng hệ thống khai thác gương lò chợ ngắn trên thế giới. Trên cơ sở đó, kết hợp với điều kiện địa chất vỉa 7T, nhóm tác giả lựa chọn các giá trị chiều rộng dải khâu như sau: Trường hợp A = 6m, thay vào (3) xác định được kích thước trụ bảo vệ giữa các dải khâu $x \approx 7\text{m}$; A = 9m $\Rightarrow x \approx 8\text{m}$; A = 12m $\Rightarrow x \approx 9\text{m}$; A = 15m $\Rightarrow x \approx 10\text{m}$.

Chiều rộng của block khai thác (D) và chiều rộng trụ bảo vệ giữa các block (X) được xác định

theo phương trình sau:

$$n_y \times P_\phi = P_n \quad (4)$$

Trong đó P_ϕ - Tải trọng tác động lên trụ than, được xác định theo công thức:

$$P_\phi = \gamma \times [H_a \times (X + l_o + H_a \times \tan \omega) + (H - H_a) \times (X + D)], \quad (\text{MPa}) \quad (5)$$

P_n - Khả năng chịu tải của các trụ than, được xác định theo công thức:

$$D_i = k_s \times k_t \times R_o \times X \times e^{r \times \left(\frac{X}{h} - 1\right)}, \quad (\text{MPa}) \quad (6)$$

Thay (5) và (6) vào (4) nhận được phương trình:

$$n_o \times \gamma \times [H_a \times (X + l_o + H_a \times \tan \omega) + (H - H_a) \times (X + D)] = k_s \times k_t \times R_o \times X \times e^{r \times \left(\frac{X}{h} - 1\right)} \quad (7)$$

r - Hệ số phụ thuộc vào tính chất của vật liệu làm trụ (trụ bằng than), $r = 0,17$.

Thay các ẩn số đã biết vào (6) nhận được phương trình gồm 2 ẩn số D và X như sau:

$$1,2 \times 2,7 \times 10^{-3} \times [27 \times (X + 12 + 27 \times \tan 15^\circ) + (152 - 27) \times (X + D)] = 0,9 \times 0,6 \times 36 \times X \times e^{0,17 \times \left(\frac{X}{3,1} - 1\right)} \quad (8)$$

Trong đó, ẩn số (D) - Chiều rộng block khai thác cũng được xác định dựa trên kinh nghiệm khai thác các vỉa than bằng gương lò chợ ngắn trên thế giới. Trên cơ sở đó, kết hợp với điều kiện địa chất của vỉa 7T, nhóm tác giả lựa chọn các giá trị chiều rộng block khai thác như sau: Trường hợp $D = 80\text{m}$ thay vào (8) xác định được chiều rộng trụ bảo vệ giữa các block $X \approx 42\text{m}$; $D = 120\text{m} \Rightarrow X \approx 45\text{m}$; $D = 160\text{m} \Rightarrow X \approx 48\text{m}$; $D = 200\text{m} \Rightarrow X \approx 51\text{m}$.

Để đánh sự ảnh hưởng của quá trình khai thác vỉa 7T khi áp dụng hệ thống khai thác buồng - cột đến bề mặt địa hình, nhóm tác giả đề xuất 03 phương án theo chiều rộng block khai thác (buồng khấu) và chiều rộng dài khấu cũng như kích thước của các trụ bảo vệ. Chi tiết các giá trị xem tại bảng 1.

Với các tham số của hệ thống khai thác buồng - cột như trên, khu vực dự kiến áp dụng thử nghiệm thuộc vỉa 7T mỏ than Nam Mẫu được chuẩn bị như hình 4.

Trên cơ sở, đặc điểm điều kiện địa chất kỹ thuật của vỉa 7T và các tham số của hệ thống khai thác buồng - cột lựa chọn như bảng 1, nhóm tác giả đã lựa chọn các tham số để mô phỏng trạng thái ứng suất biến dạng của của khối đá mỏ như sau: Mô đun đàn hồi của đất đá E (MPa); số lớp đất đá từ 3 ÷ 5, lớp than 1 (E_y); hệ số Poisson cho tất cả đất đá áp dụng bằng 0,3; dung trọng của đất đá từ 2,7 T/m³; lực dính kết của đất đá C (MPa); góc nội ma sát trong thông thường 30°; độ bền kéo của đất đá không vượt quá 1/3C. Kích thước của mô hình được thiết kế với chiều dài 600m, chiều cao 240m, vỉa nằm ở độ sâu khoảng 152m. Kết quả xây dựng mô hình bằng phần mềm PC "NEDRA" xem từ hình 5.1 ÷ hình 5.9 dưới đây.

Phương án 1: $D = 80\text{m}$ (hình 5.1 - 5.4)

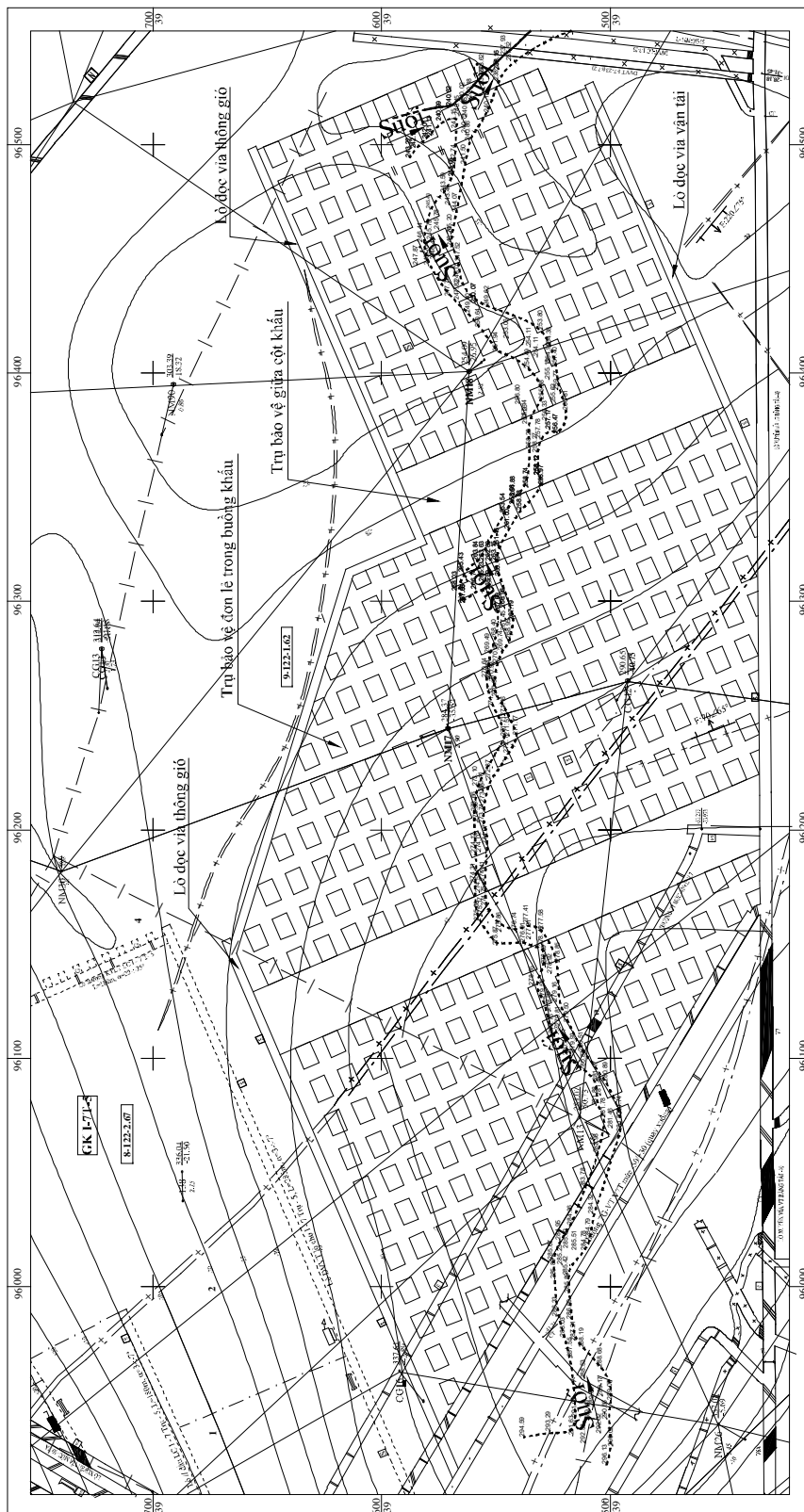
Phương án 2: $D = 120\text{m}$ (hình 5.5 - 5.7)

Phương án 3: $D = 200\text{m}$ (hình 5.8, 5.9)

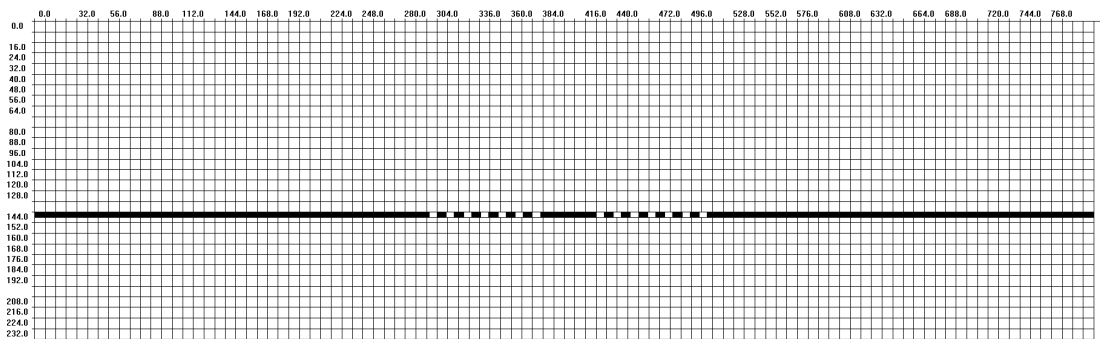
Phân tích biểu đồ hình 6 (kết quả xây dựng mô hình) cho thấy, giá trị biến dạng ngang bề mặt địa hình tỷ lệ thuận (tuyến tính) với chiều rộng block khai thác (buồng khấu). Giá trị biến dạng ngang lớn nhất đạt 0,012 khi chiều rộng block khai thác $D = 80\text{m}$ (Hình 5.4) và lên đến 0,045 khi $D = 200\text{m}$ (Hình 5.9), tiệm cận với giá trị biến dạng ngang giới hạn cho phép là 0,05. Như vậy, trong điều kiện vỉa 7T mỏ than Nam Mẫu, khi áp dụng hệ

Bảng 1. Các tham số của hệ thống khai thác buồng - cột (03 phương án)

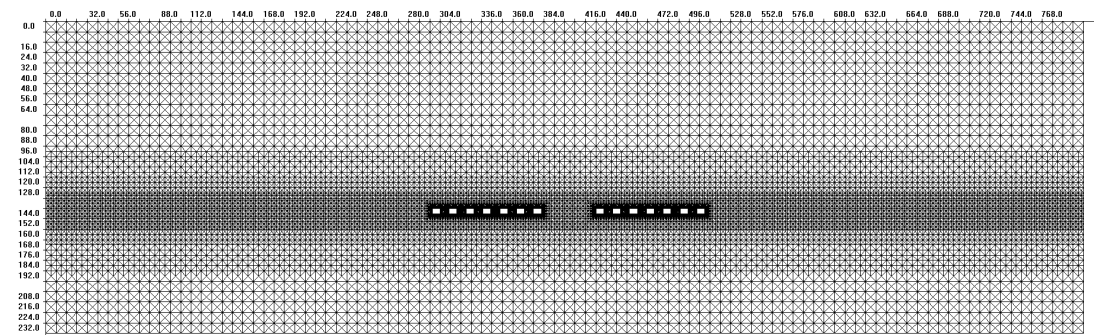
TT	Tham số của công nghệ	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
1	D	80m	120m	200m
2	A	6 m	9m	6m
3	X	42m	45m	51m
4	x	7m	8m	7m
5	Tổn thất than theo công nghệ, %	58	43	44



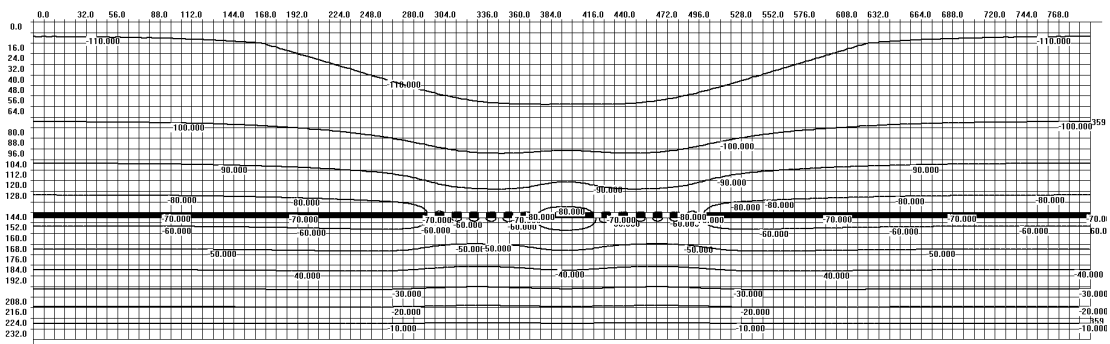
Hình 4. Sơ đồ chuẩn bị Vĩa 7T mô than Nam Mẫu theo hệ thống khai thác hầm lò



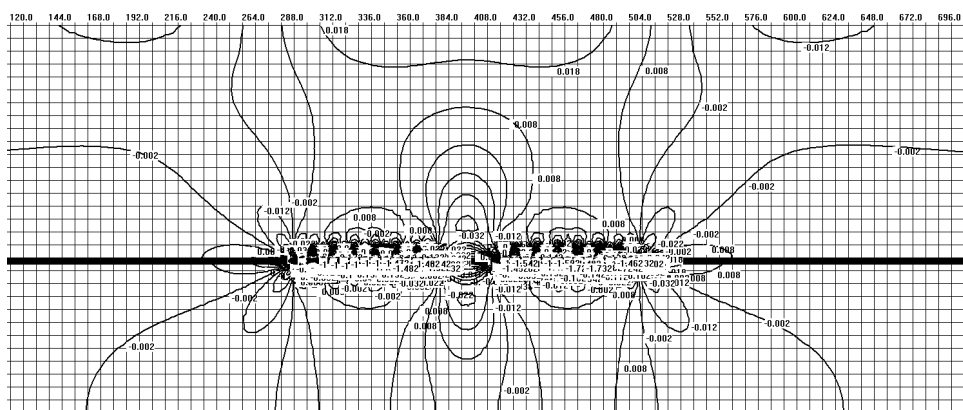
Hình 5.1. Mô hình đánh giá trạng thái ứng suất, biến dạng của khối đá



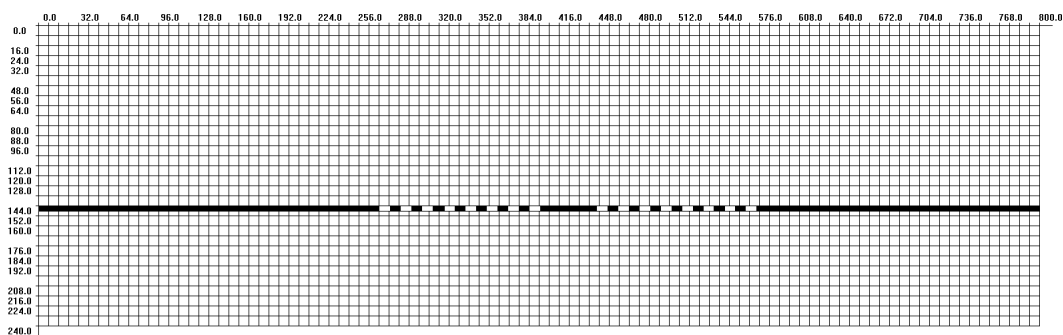
Hình 5.2. Mô hình phần tử hữu hạn, bao gồm từ 35.000 phần tử



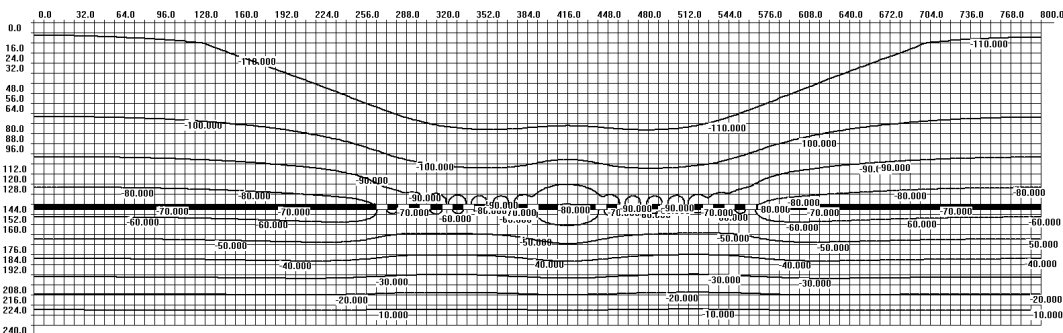
Hình 5.3. Sự dịch chuyển thẳng đứng (mm)



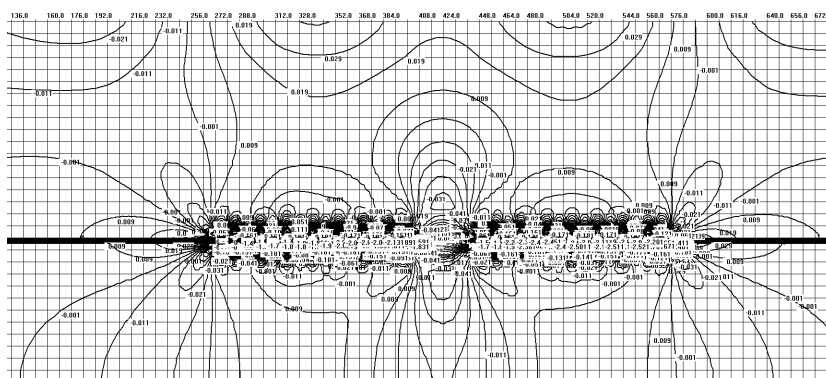
Hình 5.4. Giá trị biến dạng ngang (tương đối, chuẩn hóa đến 1000)



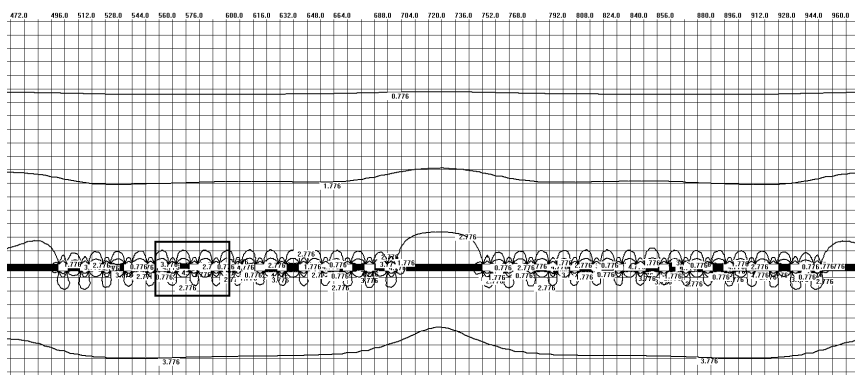
Hình 5.5. Mô hình đánh giá trạng thái ứng suất, biến dạng của khối đá

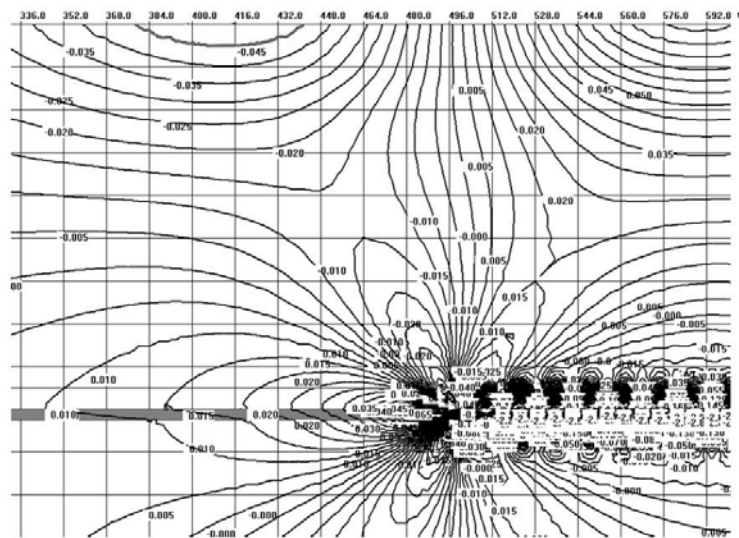


Hình 5.6. Sự dịch chuyển thẳng đứng (mm)

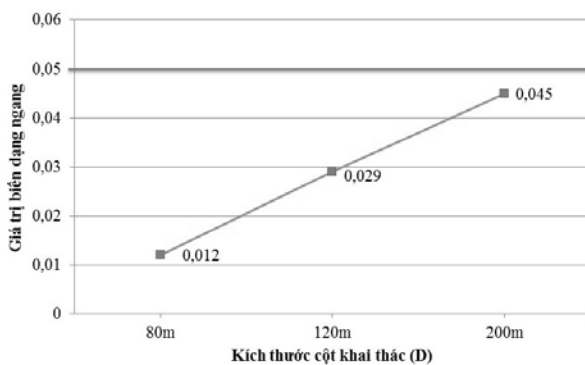


Hình 5.7. Giá trị biến dạng ngang (tương đối, chuẩn hóa đến 1000)





Hình 5.9. Giá trị biến dạng ngang (tương đối, chuẩn hóa đến 1000)



Hình 6. Mối tương quan giữa kích thước khu vực khai thác với giá trị biến dạng bề mặt địa hình

thống khai thác buồng - cột, để đảm bảo an toàn cho các công trình trên bề mặt, kích thước của một block khai thác (buồng khấu) không được lớn hơn 200m. Cùng với đó, các tham số của hệ thống khai thác phải đảm bảo như: chiều rộng dải khấu $A = 6\text{m}$; kích thước trụ bảo vệ giữa các dải khấu $x = 7\text{m}$ và kích thước trụ bảo vệ giữa các block $X = 51\text{m}$.

4. Kết luận

Trong điều kiện hiện nay, tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, cần xem xét huy động, khai thác phần trữ lượng, tài nguyên than nằm dưới các công trình cần bảo vệ trên bề mặt bằng hệ thống khai thác buồng - cột sử dụng giải pháp điều khiển đá vách bằng các trụ than. Nhóm tác giả đã phân tích, tính toán, mô phỏng và xác định, lựa chọn được các tham số của hệ thống khai thác buồng - cột, áp dụng cho điều kiện của vỉa Y/T mỏ

than Nam Mẫu, đảm bảo khai thác an toàn dưới đối tượng chứa nước cần bảo vệ, dòng suối trên bề mặt địa hình. Các kết quả tính toán, lựa chọn có cơ sở khoa học chắc chắn, cách tiếp cận phù hợp, phương pháp nghiên cứu tiên tiến, nên có mức độ tin cậy được đảm bảo. Trên cơ sở đó, các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh có thể xem xét áp dụng phương pháp nghiên cứu, tính toán các tham số của hệ thống khai thác buồng - cột như đã thực hiện ở trên cho các vỉa than có điều kiện tương đồng với vỉa 7T mỏ than Nam Mẫu và đưa hệ thống khai này vào thực tế sản xuất nhằm giảm tổn thất tài nguyên, nâng cao an toàn, hiệu quả sản xuất, góp phần phát triển bền vững ngành than.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Anh Tuấn, (2006). Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu áp dụng công nghệ khai thác chèn lò phục vụ công tác điều khiển đá vách và bảo vệ các đối tượng công trình bề mặt trong điều kiện các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh", Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Viancomin.
- [2]. Đào Hồng Quảng, (2015). Báo cáo tổng kết: Đề tài trọng điểm cấp Bộ Công Thương: "Nghiên cứu áp dụng công nghệ chèn lò khai thác than trong các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh", Viện KHCN Mỏ-Vinacomin.
- [3]. Vũ Văn Hội, (2021). Báo cáo tổng kết: Đề tài cấp Tập đoàn "Nghiên cứu giải pháp khai thác trữ lượng than trong các trụ bảo vệ đối tượng chứa nước tại các mỏ hầm lò thuộc TKV", Viện KHCN Mỏ-Vinacomin.

[4]. ИГД им. А.А. Скочинского, (1991). *Технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. Часть I: технологические схем. -208с. Часть II: набор модулей и пояснительная записка.* – 413с. Институт горного дела Москва.

[5]. Гребенкина С.С., Мельник В.В., (2013). *Прогрессивные технологии подземной отработки запасов месторождений полезных ископаемых с закладкой выработанных пространств.* Донецк «ВИК». - 749с.

[6]. *Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях.* - СПб.: ВНИМИ, 1998. - 291с.

[7]. *Методическое руководство по выбору геомеханических параметров технологии разработки угольных пластов короткими забоями.* - СПб., 2003. - с. (М-во энергетики РФ. РАН. ФГУП «Гос. [1]. НИИ горн, геомех. пмаркшейд. дела - М11Ц ВНИМИ»). - 89с.

[8]. Мустафин М.Г., Петухов И.М., (2002). *Об основных факторах, обуславливающих возникновение горных ударов с разрушением*

почвы выработок. Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГГУ. - № 11. -С. 17 - 22.

[9]. Мустафин М.Г., Наумов А.С., (2012). *Контроль допустимых деформаций земной поверхности при строительстве вертикальных выработок в условиях застроенных территорий.* Записки Горного института, том 198, СПб, - С. 194 - 197.

[10]. Казанин О.И., Мустафин М.Г., Ле Ван Хау (2015). *Выбор технологии отработки пластов на шахте Наммау (Вьетнам), обеспечивающей безопасность подрабатываемых объектов* // Горный информационно-аналитический бюллетень. Специальный выпуск №7 «Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке». - С. 545 - 554.

[11]. Ле Ван Хау, (2016). *Обоснование параметров подземной разработки наклонных пластов бассейна Куангнинь под охраняемыми объектами на поверхности* // Диссертация. Национальный минерально-сырьевой университет (Горный.) - С.124.

Research on and selection of suitable parameters of the room and pillar mining system in the exploitation of coal seams located under works to be protected on the surface in Quang Ninh region

Dr. Le Van Hau - Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

MSc. Tran Duc Dau - Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment

Abstract:

The results of the general assessment on reserves of the North East coal basin show that there are about 2.1 billion tons of natural resources in total of 6.3 billion tons of reserves (accounting for 30.9%) located under constructions and objects need to be protected on the surface. The effective exploitation of the reserves and resources, while ensuring the safety of surface works is very meaningful and necessary. The article analyzes and determines the appropriate parameters of the room and pillar mining system for a specific, typical condition of the North East coal basin to meet the safety requirements for works that need to be protected on the surface in the underground exploitation.

NGHIÊN CỨU, ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP NHẸM NGĂN NGỪA SỰ CỐ CHÁY NỘI SINH KHI KHAI THÁC VỈA 10 THAN CÓ TÍNH TỰ CHÁY TẠI KHU MỎ TRĂNG BẠCH - CÔNG TY THAN UÔNG BÍ - TKV

TS. Phan Văn Việt, TS. Lê Văn Hậu

ThS. Phùng Việt Bắc

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn

Tóm tắt:

Để khai thác phần trữ lượng vỉa dốc, than có tính tự cháy thuộc vỉa 10 khu mỏ Trăng Bạch, Công ty than Uông Bí đã và đang áp dụng công nghệ khai thác buồng - thượng chéo. Kết quả áp dụng cho sản lượng và năng suất lao động chưa được như kỳ vọng, chi phí vật tư và mét lò chuẩn bị lớn, dẫn đến giá thành khai thác cao, hiệu quả thấp. Đặc biệt, thông gió cho các gương khai thác bằng phương pháp thông gió cục bộ, nên điều kiện làm việc của công nhân còn khó khăn, tỷ lệ rò gió vào trong vùng phá hóa lớn, tăng nguy cơ cháy nội sinh. Trong khi đó, phần trữ lượng còn lại của vỉa 10 mức -150/+280 có thể huy động vào khai thác trong thời gian tới là tương đối lớn khoảng 873.960 tấn. Bài báo nghiên cứu, đề xuất các giải pháp ngăn ngừa sự cố cháy nội sinh khi khai thác phần trữ lượng còn lại của vỉa 10 nhằm nâng cao hơn nữa mức độ an toàn và hiệu quả kinh tế.

1. Đặt vấn đề

Vĩa 10 có chiều dày toàn vỉa từ $1,07 \div 6,5\text{m}$, trung bình $2,6\text{m}$, mức độ biến động chiều dày từ ổn định đến không ổn định. Góc dốc vỉa thay đổi từ $36 \div 55^\circ$, trung bình 46° , thuộc loại tương đối ổn định về góc dốc. Vách trực tiếp là tập sét kết màu xám đen, phân lớp mỏng với chiều dày từ $0,2 \div 1,3\text{m}$, đôi chỗ là bột kết dày từ $1,3 \div 6,6\text{m}$, thuộc loại dễ sập đổ. Trụ trực tiếp là tập sét kết màu xám đen có chiều dày từ $0,3 \div 2,2\text{m}$, thuộc loại bền vững trung bình. Than trong vỉa là loại bán antraxit có tính tự cháy. Để khai thác vỉa 10 có điều kiện như trên, Công ty than Uông Bí đã và đang áp dụng **“Công nghệ khai thác (CNKT) buồng thượng - chéo”**. Kết quả áp dụng cho các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật (KT-KT) thấp. Cụ thể: sản lượng khai thác đạt 56.000 tấn/năm, năng suất lao động (NSLĐ) từ $2,1 \div 3,5$ tấn/công; các chi phí gỗ, mét lò chuẩn bị, thuốc nổ, kíp nổ và tổn thất than lớn, dẫn đến giá thành khai thác cao, hiệu quả thấp. Đặc biệt thông gió cho các gương khai thác bằng phương pháp thông gió cục bộ, nên điều kiện làm việc của công nhân còn khó khăn, tỷ lệ rò gió vào vùng phá hóa lớn. Đồng thời, quá trình khai thác, khi chưa đến bước gẫy của đá vách, phía sau lò chợ hình thành khoảng trống tích tụ khí, tăng nguy cơ cháy nội sinh (từ năm 2016 đến nay tại vỉa 10 đã ghi nhận 04 vụ cháy nội sinh). Trong khi

đó, phần trữ lượng còn lại của vỉa 10 có thể huy động vào khai thác trong thời gian tới là tương đối lớn khoảng 873.960 tấn [1], phân bố từ mức -150/+280 khu mỏ Trăng Bạch. Để khai thác hiệu quả và an toàn phần trữ lượng trên, việc nghiên cứu, lựa chọn CNKT và giải pháp ngăn ngừa cháy nội sinh phù hợp với điều kiện vỉa 10 khu mỏ Trăng Bạch là cần thiết.

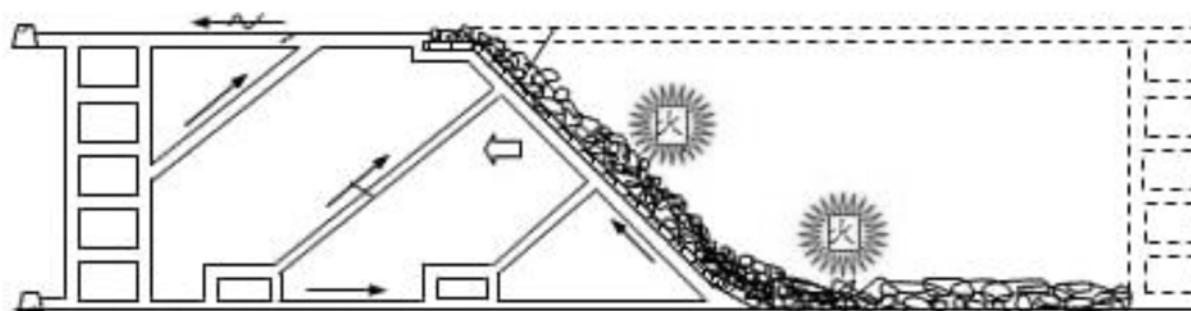
2. Nghiên cứu lựa chọn CNKT phù hợp với điều kiện vỉa 10 khu mỏ Trăng Bạch

Ngoài CNKT buồng - thượng chéo đang được áp dụng tại vỉa 10, năm 2015 Công ty còn áp dụng CNKT lò chợ xiên chéo, chống giữ bằng giàn mềm để khai thác các khu vực vỉa dốc thuộc vỉa 9b có điều kiện địa chất tương tự như vỉa 10 và than có tính tự cháy. Kết quả áp dụng cho các chỉ tiêu KT-KT vượt trội so với CNKT gương lò chợ ngắn (buồng - thượng, dọc vỉa phân tầng, ngang nghiêng,...), như: sản lượng khai thác đạt từ 80.000 ÷ 130.000 tấn/năm, NSLĐ trung bình 5,6 tấn/công, chi phí gỗ 5,3 m³/1000 tấn, chi phí mét lò chuẩn bị từ 13,9 ÷ 17,3 m/1000 tấn, tỷ lệ tổn thất giảm xuống còn 17,6%. Thông gió cho lò chợ bằng hạ áp chung của mỏ, nên điều kiện làm việc của công nhân được cải thiện đáng kể. Công tác khoan nổ mìn phá vỡ đá vách để chất tải ban đầu cho các giàn chống được thực hiện ngay sau khi lắp đặt giàn chống và đồng thời với quá trình lắp

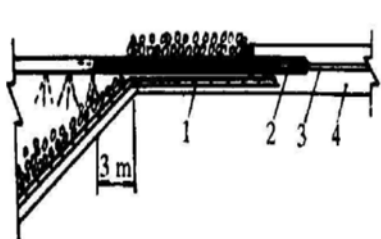
đặt giàn chống trên lò dọc vỉa thông gió, nhằm tạo lớp đệm phía trên nóc giàn, hỗ trợ di chuyển giàn chống. Lớp đệm này được duy trì theo tiến độ khai thác lò chợ, tạo lớp ngăn cách không gian lò chợ với khu vực đã khai thác, hạn chế rò rỉ khí về phía sau lò chợ. Ngoài ra, để phát hiện sớm hiện tượng cháy nội sinh, Công ty còn áp dụng một số giải pháp như: (1) Kiểm soát khí bằng các đầu đo cảm biến nhiệt, súng bắn nhiệt, nhiệt kế thông qua các lỗ khoan vào vỉa than; (2) Lắp đặt hệ thống đường ống về phía sau lò chợ để kiểm soát khí và bơm khí nitơ khi có độ xuất khí cao; (3) Xây tường chắn cách ly khu vực đã khai thác. Các giải pháp trên đã giúp cho lò chợ khai thác ổn định và đảm bảo an toàn, giảm đáng kể số lần cháy nội sinh (từ năm 2015 đến nay đã ghi nhận 02 vụ cháy nội sinh).

Cũng tương tự như tại vỉa 5 mỏ than Hồ Thiên - Khe Chuối - Công ty TNHH MTV 91 - Tổng Công ty Đông Bắc, từ năm 2007 đến năm 2012 đã xảy ra 05 vụ cháy nội sinh khi khai thác bằng CNKT gương lò chợ ngắn. Tuy nhiên, từ năm 2016 đến nay, các khu vực vỉa dốc được Công ty khai thác bằng CNKT lò chợ sử dụng giàn chống mềm và áp dụng giải pháp ngăn ngừa cháy nội sinh như tại Uông Bí, nên chưa xảy ra sự cố cháy nội sinh trong lò chợ.

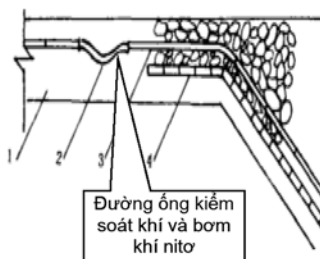
Tại nước ngoài, đặc biệt là Trung Quốc đã và đang áp dụng phổ biến CNKT lò chợ xiên chéo, chống giữ bằng giàn mềm để khai thác các khu vực vỉa dốc, than có tính tự cháy. Những vị trí thường xuyên xảy ra cháy nội sinh ở các lò chợ giàn chống mềm tại Trung Quốc là phạm vi giữa và chân chợ. Để khắc phục sự cố cháy nội sinh, các mỏ áp dụng một số giải pháp như: (1) Áp dụng sơ đồ CNKT không để lại trụ bảo vệ (Hình 1a); (2) Trên lò dọc vỉa thông gió và vận tải, khoan các lỗ khoan để kiểm soát nhiệt độ trong vỉa than, phát hiện sớm sự ỉn nhiệt (Hình 1b). Khi nhiệt độ trong lỗ khoan tăng, vượt quá giá trị giới hạn cho phép, tiến hành khoan ép nước giảm nhiệt độ; (3) Theo tiến độ khai thác của lò chợ, trên lò dọc vỉa thông gió và vận tải lắp đặt hệ thống đường ống (Hình 1c) và khoan các lỗ khoan (Hình 1d) về phía sau lò chợ nhằm kiểm soát khí bên trong luồng phá hỏa. Thông qua hệ thống đường ống và lỗ khoan lấy mẫu khí phục vụ công tác thí nghiệm, phân tích, đánh giá và dự báo khả năng xảy ra tự cháy, chủ động bơm xả khí nitơ hoặc hóa chất vào khu vực phá hỏa để ngăn ngừa quá trình ôxy hóa than xảy ra. Các giải pháp đã giảm đáng kể số vụ cháy nội sinh, giúp cho lò chợ khai thác đảm bảo an toàn và đạt hiệu quả cao.



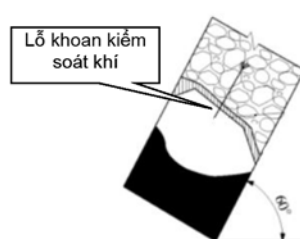
a. Giải pháp khấu không để lại trụ bảo vệ



b. Giải pháp kiểm soát khí và sự ỉn nhiệt của vỉa than



c. Giải pháp đặt đường ống kiểm soát khí



d. Giải pháp khoan lỗ khoan lên nóc kiểm soát khí

Hình 1. Các giải pháp được các mỏ hầm lò của Trung Quốc áp dụng phổ biến để khai thác các vỉa than có tính tự cháy

Từ những phân tích, đánh giá kinh nghiệm khai thác các khu vực vỉa dốc, than có tính tự cháy ở trong và ngoài nước, với điều kiện vỉa 10 khu mỏ Tràng Bạch có thể áp dụng CNKT như: (1) CNKT buồng - thượng chéo; (2) CNKT lò chợ xiên chéo, chống giữ bằng giàn mềm. Các CNKT trên đã và đang được Công ty áp dụng để khai thác các khu vực vỉa dốc, than có tính tự cháy. Kết quả áp dụng cho thấy, CNKT lò chợ sử dụng giàn chống mềm không những nâng cao mức độ an toàn và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động, còn cho các chỉ tiêu KT-KT vượt trội so với CNKT buồng - thượng chéo như: Công suất khai thác và NSLĐ tăng từ 1,5 ÷ 2,5 lần; các chi phí thuốc nổ, kíp nổ, gỗ, mét lò chuẩn bị,... giảm đáng kể, nên cho phép giảm giá thành khai thác, đặc biệt tổn thất than còn 17,6%. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất và lựa chọn “CNKT lò chợ xiên chéo, chống giữ bằng giàn mềm” để khai thác phần trữ lượng vỉa dốc, than có tính tự cháy thuộc vỉa 10 khu mỏ Tràng Bạch.

3. Lựa chọn giải pháp kỹ thuật để hạn chế, ngăn ngừa sự cố cháy nội sinh khi khai thác vỉa 10 khu mỏ Tràng Bạch

Kinh nghiệm khai thác các vỉa than có tính tự cháy trong và ngoài nước cho thấy, ngoài việc lựa chọn CNKT phù hợp, cần thiết phải áp dụng các giải pháp kỹ thuật nhằm hạn chế, ngăn ngừa sự cố cháy nội sinh của các vỉa than. Trong điều kiện vỉa 10 khu mỏ Tràng Bạch, có thể áp dụng một số giải pháp để phát hiện sớm sự cố cháy nội sinh như:

3.1. Giải pháp về thông gió

Nguyên cơ tự cháy tại các lò chợ phụ thuộc chủ yếu vào lượng gió rò về phía sau lò chợ. Nguyên nhân dẫn đến rò gió do: (1) Sự khác biệt về tiết diện giữa đường lò thông gió và vận tải dẫn đến sự chênh lệch về áp suất giữa khu vực đầu và chân chợ; (2) Các tường chắn cách ly vùng đã khai thác trên các đường lò dọc vỉa không kín; (3) Quá trình khai thác và kiến tạo địa chất đã hình thành các khe nứt phát triển từ khu vực đã khai thác lên bề mặt địa hình; (4) Đá vách sập đổ không triệt để, hình thành khoảng trống phía sau lò chợ; (5) Lưu lượng gió đi qua lò chợ lớn; (6) Áp dụng hệ thống khai thác khâu đuôi hoặc có thượng thông gió phía sau lò chợ. Để giải quyết các vấn đề trên, việc cân bằng áp suất khu vực lò chợ là cần thiết và có thể thực hiện theo hướng như sau:

- Xây dựng các công trình (cửa gió) điều chỉnh lưu lượng gió trên các đường lò nhằm giảm chênh

lệch áp suất giữa đầu và chân chợ, giữa không khí ngoài trời với đường lò dọc vỉa thông gió.

- Tổ chức kiểm tra bề mặt địa hình theo định kỳ hàng tháng, quý để có phương án san lấp khi có hiện tượng sụt lún bề mặt địa hình do quá trình khai thác gây ra.

- Các đường lò xuyên vỉa, dọc vỉa, các cúp,... khi lò chợ khẩu vượt qua (không sử dụng các đường lò trên) cần triển khai thi công xây các tường chắn đặc biệt bằng xỉ tro hoặc bao cát để cách ly khu vực khai thác.

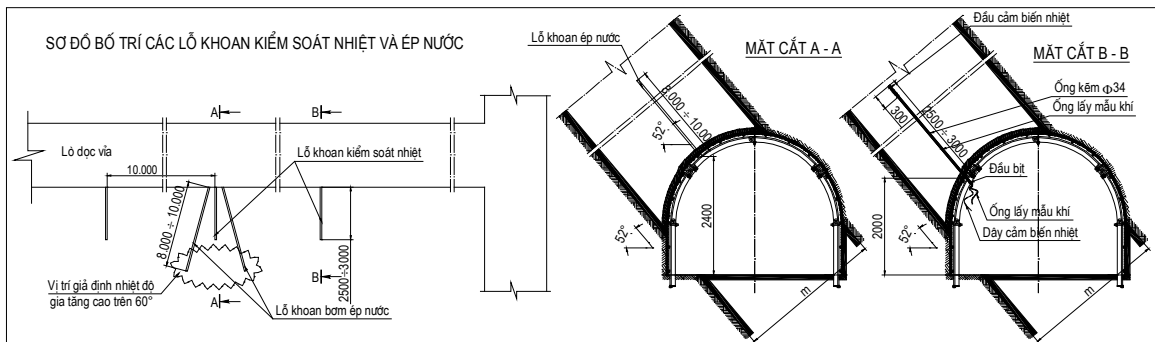
- Làm các tường chắn cách ly bằng bao cát, đất + xỉ tro tại các đường lò dọc vỉa thông gió và vận tải với chu kỳ 5 ÷ 10m/tường chắn.

3.2. Giải pháp kiểm soát khí và ủ nhiệt của vỉa than

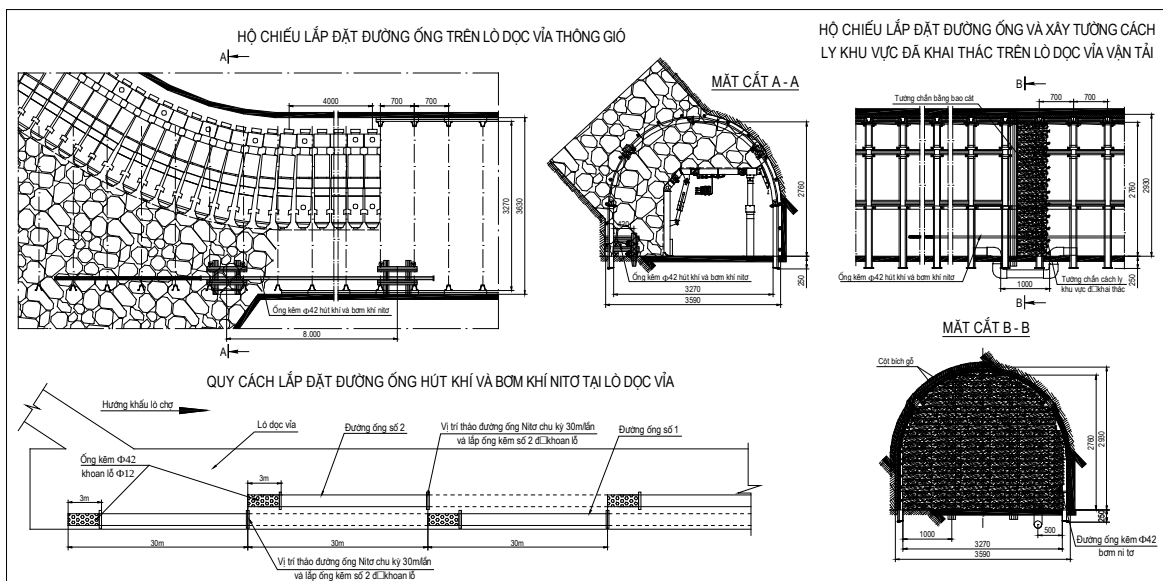
Hiện tượng than tự cháy xảy ra kèm theo các hiện tượng thay đổi về thành phần không khí, nhiệt độ, mùi,... Trong đó, thông số nhiệt độ được coi là giải pháp hiệu quả để dự báo hiện tượng tự cháy trong các vỉa than. Để có thể dự báo sớm, cũng như triển khai kịp thời nhóm giải pháp khắc phục sự cố cháy nội sinh khi khai thác vỉa 10, cần thiết phải thực hiện kiểm soát khí và ủ nhiệt của vỉa than bằng các phương pháp như:

- Trong quá trình đào các đường lò chuẩn bị để khép kín lò chợ, trên mỗi đường lò hình thành vòm cân bằng áp lực với chiều cao của vòm phụ thuộc vào đá xung quanh đường lò. Đá đá và than trong giới hạn vòm cân bằng áp lực bị phá hủy, vòm nhàu, hình thành các khe nứt để không khí xâm nhập vào khối than, gây ra sự cố cháy nội sinh. Để giải quyết vấn đề trên, tại các đường lò dọc vỉa, thượng thông gió và vận tải,... khoan các lỗ khoan và đóng ống nhựa PVC Φ34 để kiểm soát nhiệt độ vỉa than, phát hiện sớm sự ủ nhiệt. Mỗi vị trí quan trắc khoan 01 lỗ theo hướng dốc vỉa, khoảng cách giữa các lỗ khoan theo phương vỉa 10 m/lỗ. Thực hiện đo kiểm tra nhiệt bằng các đầu cảm biến nhiệt độ với tần suất 01 lần/ca, khi nhiệt độ trong lỗ khoan tăng, vượt quá 60°C, thực hiện khoan ép nước xung quanh lỗ khoan quan trắc nhiệt (Hình 2).

- Theo tiến độ khai thác của lò chợ, trên lò dọc vỉa thông gió và vận tải lắp đặt sole hệ thống đường ống kẽm Φ₄₂ về phía sau lò chợ để kiểm soát khí bên trong luồng phá hóa. Thông qua hệ thống đường ống kẽm, lấy mẫu khí với tần suất 01 lần/tuần để phân tích, đánh giá và dự báo khả năng xảy ra tự cháy của vỉa than, chủ động bơm



Hình 2. Hệ chiếu khoan các lỗ khoan để kiểm soát khí và sự ủ nhiệt của vỉa than



Hình 3. Hệ chiếu lắp đặt đường ống và xây dựng tường chắn cách ly trên lò dọc vỉa thông gió và vận tải

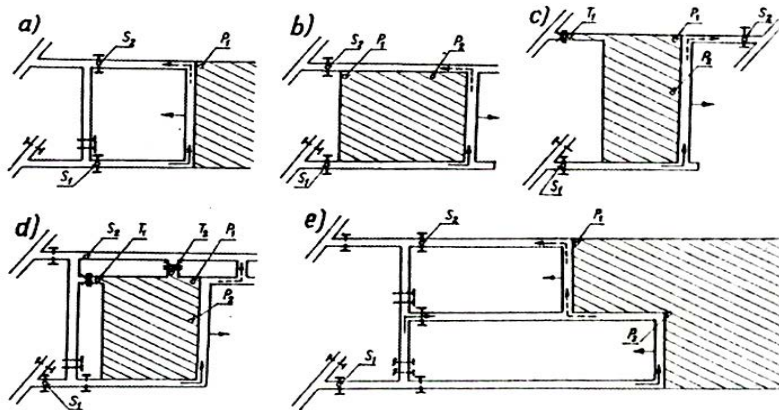
xả khí nitơ vào khu vực phá hỏa, ngăn ngừa sự cố cháy nội sinh. Đồng thời, với bản chất của sơ đồ CNKT để lại trụ than bảo vệ đường lò dọc vỉa vận tải làm lò thông gió khi khai thác phân tầng dưới. Khi đó, để hạn chế gió đi theo lò dọc vỉa vận tải về phía sau lò chợ, xây dựng các tường chắn bằng bao cát hoặc xỉ tro trên lò dọc vỉa vận tải theo tiến độ khai thác của lò chợ, nhằm cách ly khu vực đã khai thác, khoảng cách giữa các tường chắn phải đảm bảo 10m/tường (Hình 3).

3.3. Giải pháp kiểm soát tự cháy từ thiết lập vị trí các trạm đo, lấy mẫu khí

Giải pháp kiểm soát tự cháy của than dựa trên kết quả đo khí cũng như số liệu thu thập được từ hệ thống quan trắc khí mỏ. Công tác quan trắc hàm lượng và lấy mẫu khí tại khu vực có khả năng tự cháy được thực hiện thường xuyên để kiểm

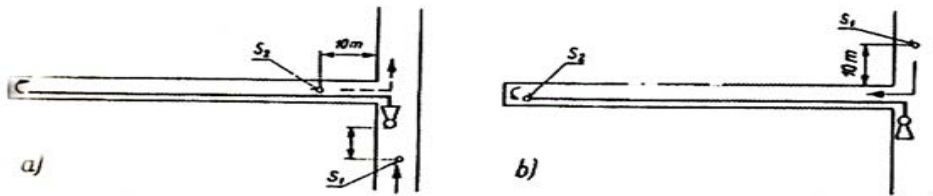
soát tính tự cháy của than. Vị trí lấy mẫu khí thể hiện chi tiết trên sơ đồ hình 4 và hình 5.

Các trạm đo khí được bố trí tại các vị trí sau: (1) Trong luồng gió sạch và luồng gió thải của từng lò chợ; (2) Trong luồng gió sạch và gió thải của các đường lò chuẩn bị đào trong than sử dụng thông gió cục bộ; (3) Trong các đường lò dẫn gió thải hoặc các đường ống được khoan vào thành lò phục vụ cho việc lấy mẫu; (4) Bên trong các tường chắn cách ly. Tại các trạm đo, hàm lượng khí CO không vượt quá 10 ppm thì không cần phải lấy mẫu khí để phân tích. Trường hợp, hàm lượng khí CO đột ngột tăng vượt 10ppm (0,001%) không liên quan đến các hoạt động sản xuất như bắn mìn, hàn cắt thì cần phải lấy mẫu khí và tiến hành đánh giá khả năng cháy nội sinh, dựa trên các kết quả phân tích mẫu khí và mức độ biến thiên của chúng để xác



a) Lò chợ phá hỏa khai thác khâu dật và thông gió Trung tâm; b) Lò chợ phá hỏa khai thác khâu đuôi và thông gió Trung tâm; c) Lò chợ phá hỏa khai thác khâu đuôi phá bỏ lò đầu dùng để thông gió và áp dụng thông gió chéo; d) Lò chợ phá hỏa khai thác khâu đuôi để lại lò thông gió và áp dụng thông gió chéo; e) Hai lò chợ phá hỏa khai thác khâu dật thông gió nối tiếp có gió bổ sung

Hình 4. Vị trí đặt trạm đo kiểm soát cháy nội sinh trong luồng gió chung (S_1 , S_2), trong khu vực đã khai thác (P_1 , P_2) và phía trong tường ngăn (T_1 , T_3)



a) Lò chuẩn bị thông gió bằng quạt cục bộ đẩy; b) Lò chuẩn bị thông gió bằng quạt cục bộ hút

Hình 5. Vị trí đặt trạm đo kiểm soát cháy nội sinh trong các đường lò

định khu vực có nguy cơ xảy ra cháy nội sinh.

3.4. Giải pháp sử dụng hệ thống quan trắc khí mỏ tập trung tự động

Hiện nay, tại Công ty than Uông Bí nói riêng và các mỏ than hầm lò của TKV nói chung đã được trang bị hệ thống quan trắc khí tự động. Việc sử dụng hệ thống quan trắc khí là giải pháp hiệu quả để phát hiện sớm tính tự cháy của than. Thông qua hệ thống quan trắc với các loại đầu đo khí đặc trưng để phát hiện những vị trí bất thường và xác định thời điểm áp dụng giải pháp kiểm soát cháy như: dùng nước, dùng bột, hóa chất, phun khí nitơ,... Ngoài ra, hệ thống quan trắc không chỉ tập trung vào việc đo đặc hàm lượng các khí trong mỏ mà còn được trang bị các thiết bị khác như đo nhiệt độ, mùi được tích hợp vào hệ thống để phản ánh toàn cảnh hiện tượng tự cháy. Như vậy, để có thể sử dụng hệ thống quan trắc khí mỏ kiểm soát tính tự cháy của than, cần phải đảm bảo các yêu cầu như: (1) Lắp đặt các đầu đo khí CO có độ nhạy

cao tại các điểm có nguy cơ tự cháy; (2) Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu về hàm lượng khí CO của hệ thống quan trắc để lập các ngưỡng cảnh báo theo tình hình sản xuất như: hàm lượng khí CO khi nổ mìn, hàm lượng khí CO khi xảy ra cháy,...; (3) Sử dụng các phần mềm thống kê để xử lý số liệu khí quan trắc được trong những lần xảy ra tự cháy để đưa ra các thông tin; (4) Tăng cường mức độ tin cậy để phát hiện sớm hiện tượng tự cháy thông qua việc kết hợp đo đặc qua hệ thống quan trắc với việc đo đặc tại hiện trường và phân tích các mẫu khí.

3.5. Giải pháp kỹ thuật công nghệ khai thác

Thông thường các lò chợ giàn mềm có tốc độ tiến gương khá chậm, do không thể bố trí được nhiều cặp khâu đồng thời, điều này tiềm ẩn nhiều rủi ro cho công tác phòng ngừa sự cố cháy nội sinh. Để giải quyết vấn đề trên, có thể áp dụng giải pháp như: (1) Đẩy nhanh tốc độ tiến gương lò chợ, nhằm giảm thời gian tiếp xúc của than với

không khí, ngăn ngừa nguy cơ ủ nhiệt của than. Để thực hiện điều đó, ngoài việc duy trì 02 cúp phía dưới chân chợ để phục vụ thông gió, vận tải và đi lại, đào bổ sung các thượng vận tải - thông gió ở phía trước lò chợ, chia đoạn lò chợ xiên chéo thành 2 ÷ 3 đoạn (tạo lối vận tải than riêng biệt cho các cặp khẩu), nhằm có thể bố trí được nhiều cặp khẩu đồng thời, từ đó cho phép đẩy nhanh tốc tiến gương của lò chợ; (2) Không để than tồn ở phía sau lò chợ. Đối với giải pháp này, lựa chọn giàn chống có miền làm việc phù hợp với miền chiều dày vỉa của khu vực áp dụng, để đảm bảo khai thác được toàn bộ chiều dày vỉa, từ đó cho phép giảm tổn thất than và nguy cơ cháy nội sinh. Một số vị trí lò chợ có chiều dày vỉa cục bộ lớn hơn miền làm việc của giàn chống, lò chợ khẩu bám vách và thu hồi triệt để phần than phía sau lò chợ.

4. Kết luận

Trên cơ sở kết quả đánh giá điều kiện địa chất vỉa 10 mức -150/+280 khu mỏ Trảng Bạch, kết hợp với kinh nghiệm khai thác các khu vực vỉa dốc, than có tính tự cháy trong và ngoài nước, nhóm tác giả đã lựa chọn CNKT lò chợ xiên chéo, chống giữ bằng giàn mềm để khai thác phần trữ lượng còn lại của vỉa 10. Công nghệ lựa chọn đã khắc phục được những nhược điểm của CNKT gương lò chợ ngắn. Ngoài ra, để phát hiện sớm

nguy cơ cháy nội sinh, trong quá trình khai thác áp dụng một số giải pháp như: (1) Giải pháp về thông gió bằng cách cân bằng áp suất khu vực lò chợ; (2) Giải pháp kiểm soát khí và ủ nhiệt thông qua các lỗ khoan vào vỉa than; (3) Lắp đặt hệ thống đường ống kiểm soát khí ở trong luồng phá hỏa tại đầu và chân chợ; (4) Giải pháp kiểm soát tự cháy từ thiết lập vị trí các trạm đo, lấy mẫu khí; (5) Giải pháp sử dụng hệ thống quan trắc khí mỏ tập trung tự động,... Các giải pháp trên đã và đang được các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh áp dụng để khai thác các vỉa than có tính tự cháy, do vậy giải pháp lựa chọn cho điều kiện vỉa 10 khu mỏ Trảng Bạch có mức độ tin cậy và thành công cao khi triển khai vào trong thực tế sản xuất.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Lê Văn Hậu, (2021). Báo cáo tổng hợp kết quả “Nghiên cứu lựa chọn CNKT phù hợp với điều kiện vỉa dày trung bình, dốc (vỉa 10) khu Trảng Khê II, khu Trảng Bạch - Công ty than Uông Bí”, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Viancomin.

[2]. Phạm Trung Nguyên (2015). Báo cáo “Nghiên cứu đánh giá mức độ tự cháy của than vỉa 10 mức +30/+280 khu Trảng Khê II - Công ty than Hồng Thái và đề xuất phương án CNKT phù hợp”, Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin.

Research on and proposal of solutions to prevent spontaneous combustion incidents under the spontaneous capacity during the exploitation of no.10 coal seam at Trang Bach mine of Vinacomin - Uong Bi Coal Company

Dr. Phan Van Viet, Dr. Le Van Hau, MSc. Phung Viet Bac

Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

In order to exploit the reserves of sloped seams with spontaneous combustion coal in the no.10 seam of Trang Bach mine, Uong Bi Coal Company has been applying the mining technology of the sublevel drift. The results showed that the output and labor productivity are not as expected, the cost of materials and metre of preparation roadway are high, which resulted in the high mining costs and the low efficiency. In particular, ventilation for the mining walls by the method of local ventilation, so the working conditions of the workers are still difficult, the rate of air leakage into the callapsed zone is high, which increases the risk of the spontaneous combustion. Meanwhile, the remaining reserves of no.10 seam at level of -150/+280 can be mobilized for the exploitation in the coming time are relatively large, about 873,960 tons. The article studies and proposes solutions to prevent the spontaneous combustion in the exploitation of the remaining reserves of the no.10 seam in order to further improve the safety and economic efficiency.

XÁC ĐỊNH CHIỀU DÀI LUỒNG XÚC TỐI ƯU CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN CỦA VIỆT NAM

TS. Đoàn Văn Thanh, ThS. Bùi Thế Nam

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Lưu Văn Thực

Tóm tắt:

Các mỏ than lộ thiên của Việt Nam hiện nay đều khai thác trong điều kiện dưới mức thoát nước tự chảy, hệ số bóc lớn, cung độ vận tải xa, điều kiện khoan - nổ mìn và xúc bốc ngày càng khó khăn. Trong những năm gần đây, các mỏ đã tiến hành đầu tư một số thiết bị như: MXTLGN có $E=6,7-12m^3$ và MXTG có $E=10m^3$ kết hợp ô tô có tải trọng $q=55-130$ tấn, gồm nhiều chủng loại với các thông số làm việc khác nhau. Tuy nhiên, các thông số của HTKT không đồng bộ với dây chuyền thiết bị có công suất lớn hiện có, dẫn đến chưa phát huy được năng suất của chúng. Chiều dài luồng xúc là một thông số quan trọng của HTKT mỏ, ảnh hưởng tới năng suất thiết bị cũng như sản lượng mỏ. Bài báo phân tích các yếu tố ảnh hưởng tới chiều dài luồng xúc, thiết lập mối quan hệ giữ chiều dài luồng xúc với các thiết bị xúc bốc, vận tải sử dụng và chi phí khai thác, qua đó xác định L_x tối ưu trên cơ sở tính là chi phí vận tải là nhỏ nhất, qua đó tính toán chiều dài luồng xúc tối ưu cho các mỏ than Việt Nam.

1. Đặc điểm các mỏ than lộ thiên Việt Nam

Hiện tại, khai thác lộ thiên (KTLT) đã, đang và vẫn sẽ giữ một vai trò quan trọng trong tổng sản lượng than – khoáng sản khai thác được của TKV, chiếm khoảng 40÷ 45% (hình 1). Theo Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét triển vọng đến năm 2030, các mỏ than lộ thiên tiếp tục khai thác xuống sâu và kết thúc ở các mức: Cọc Sáu (-300 m), Khánh Hoà (-400 m), Cao Sơn (-325 m), Đèo Nai (-225 m), Đèo Nai – Cọc Sáu (-350 m), Hà Tu (-225 m), Na Dương (+18 m) [2].

Các mỏ than lộ thiên Việt Nam có các đặc điểm cơ bản như sau:

- Đặc điểm địa chất mỏ:

+ Các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam có điều kiện địa chất phức tạp theo cả diện phân bố (chiều rộng và chiều sâu với nhiều nếp uốn, đứt gãy, phay phá,...). Đất đá dạng trầm tích, phân lớp có chiều dày biến động mạnh (phổ biến từ hàng chục cm đến vài mét). Các lớp đá xen kẽ nhau có tính chất không đồng nhất, góc cắm của các phân lớp thay đổi cả theo đường phương và theo hướng dốc.

+ Về kiến tạo và đứt gãy: Cấu tạo uốn nếp khá đặc trưng ở các khoáng sàng (Hà Tu, Đèo Nai, Cao Sơn, Núi Béo), chủ yếu là các nếp lồi phân chia thành các cánh có độ dốc khác nhau. Các đứt gãy khá phổ biến làm cho khoáng sàng bị chia cắt và dao động mạnh.

+ Về độ phân lớp và nứt nẻ: Cuội sạn kết phân

lớp dày và trung bình là chủ yếu, cuội kết phong hoá và nứt nẻ mạnh, sạn kết ít nứt nẻ hơn. Cát kết, bột kết phân lớp mỏng đến trung bình, nứt nẻ trung bình. Tuy nhiên, ở mỗi mỏ mức độ nứt nẻ và phân lớp khác nhau: hai mỏ gần nhau như ở Đèo Nai, Cọc Sáu thể hiện rất khác nhau. Ở mỏ Đèo Nai hầu hết nham thạch cuội sạn kết và thậm chí cả cát kết phân lớp trung bình đến dày thì ở Cọc Sáu đa số các lớp mỏng đến trung bình.

- Đặc điểm địa chất thủy văn:

+ Các mỏ nằm trong miền khí hậu nhiệt đới có gió mùa đặc trưng bởi hai mùa: mùa mưa và mùa khô. Mùa khô bắt đầu từ tháng 11 ÷ 4 năm sau; lượng mưa trung bình hàng tháng từ 30 ÷ 40 mm. Lượng bốc hơi lớn nhất xảy ra vào mùa khô từ tháng 12 đến tháng 3 năm sau. Trong đó lớn nhất là 11 mm (ngày 7/3/2004). Mùa mưa bắt đầu từ tháng 5 ÷ 10 hàng năm. Các trận mưa lớn thường tập trung vào tháng 8. Trong đó lượng mưa lớn nhất trong ngày đạt 437 mm (ngày 26/7/2015). Lượng mưa bình quân hàng tháng từ 400 ÷ 600 mm; hàng năm đạt xấp xỉ 2500 mm. Đặc biệt năm 2015, năm xảy ra trận mưa lịch sử tại Quảng Ninh, lượng mưa tháng lên đến 1.412 mm, lượng mưa năm 3.040 mm.

- Đặc điểm địa chất công trình:

Các loại đá trong địa tầng trầm tích chứa than gồm: Cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết, sét than và các vỉa than. Khi khai thác xuống sâu, độ cứng đất đá tăng lên, độ khối tăng và độ nứt nẻ

Bảng 1. Các thông số hình học mỏ cơ bản tại một số mỏ than lộ thiên Việt Nam

TT	Tên mỏ	Chiều dài trên mặt, m	Chiều rộng trên mặt, m	Cao độ đáy mỏ, m	Chiều cao bờ mỏ, m
1	Đèo Nai	3370	1620	-225	497
2	Cọc Sáu	2220	1680	-300	615
3	Cao Sơn	3220	2350	-325	695
4	Đèo Nai - Cọc Sáu	2200	1900	-350	715
5	Tây Nam Đá Mài	1277	850	-300	360
6	Hà Tu	2585	1315	-250	420
7	Na Dương	2898	1840	+18	320
8	Khánh Hòa	1550	1140	-400	440

Bảng 2. Các thông số HTKT hiện đang áp dụng tại các mỏ lộ thiên lớn thuộc TKV

TT	Các thông số	Đơn vị	Cao Sơn	Cọc Sáu	Đèo Nai	Khe Châm II (LT)	Hà Tu	Na Dương
1	Chiều cao tầng đất bóc	m	8÷16	5÷16	10÷15	10÷15	10÷15	12
2	Chiều cao phân tầng khai thác than	m	5÷7,5	5÷7,5	5÷7,5	5÷7,5	5÷7,5	6
3	Chiều rộng mặt tầng công tác B _{min}	m	25÷45	26÷50	25÷45	25÷50	25÷45	30÷50
4	Chiều rộng mặt tầng tạm dừng	m	15÷20	5÷15	5÷15	18÷20	5÷20	15÷20
5	Số tầng trong 1 nhóm tầng	tầng	2÷4	2÷3	2÷3	3÷4	3÷4	2÷4
6	Góc nghiêng bờ công tác	độ	20÷26	21÷25	13÷15	20÷25	15÷25	15÷17
7	Góc dốc sườn tầng	độ	55÷65	50÷65	55÷65	55÷65	55÷65	55÷65

giảm. Từ đó, độ khó nổ tăng, làm tăng chi phí nổ mìn do phải tăng chỉ tiêu thuốc nổ. Độ nứt nẻ giảm và chính là yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới mức độ đập vỡ đất đá.

- Đặc điểm chung về hình học mỏ:

Các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam có dạng: «trên sườn núi, dưới moong sâu»; đất bóc tập trung phía trên, than nằm phía dưới sâu; chiều cao bờ công tác lớn, khối lượng mỏ trên từng tầng lớn với yêu cầu ngày càng cao về công suất mỏ thì cường độ bóc đất trên từng tầng tăng. Các thông số hình học mỏ cơ bản tại các mỏ thể hiện ở bảng 1 [2].

- Đặc điểm hệ thống và đồng bộ thiết bị khai thác:

Trong quá trình khai thác, các mỏ than lộ thiên sử dụng hệ thống khai thác (HTKT) dọc, một hoặc hai bờ công tác có vận tải, đổ thải bãi thải ngoài hoặc trong, khẩu theo lớp dốc. Các thông số HTKT như: Chiều cao tầng H = 5÷16 m; chiều rộng mặt tầng công tác nhỏ nhất B_{min} = 25÷50 m; góc nghiêng bờ công tác ϕ = 13÷26°. Các thông số HTKT hiện đang áp dụng tại các mỏ than lộ thiên

lớn thuộc TKV thể hiện trong Bảng 2 [2].

Đồng bộ thiết bị (ĐBTB) gồm:

+ Thiết bị khoan lỗ mìn: Sử dụng các loại máy khoan xoay cầu CBL-250 có đường kính d = 250 mm, các loại máy khoan xoay CBM, d = 165 mm và máy khoan thủy lực DM/DML có đường kính 200÷230 mm. Công tác khoan nổ mìn phá đá quá cỡ được thực hiện bằng máy khoan thủy lực Diesel có đường kính 89÷127 mm;

+ Thiết bị xúc đất đá: sử dụng các loại máy xúc tay gầu ЭКГ-4,6, 5A, 8I, 10U do Liên Xô chế tạo có dung tích gầu xúc từ 4,6÷10 m³ và các máy xúc TLGN: PC1250, PC1800, CAT5020B,... có dung tích gầu từ 3,5÷12,0 m³;

+ Thiết bị xúc than và đào sâu đáy mỏ: Đối với công tác đào sâu đáy mỏ sử dụng máy xúc TLGN có dung tích gầu từ 2,5÷4,5 m³;

+ Thiết bị vận tải: Sử dụng các loại ô tô khung động như Volvo A40D, HM 400-R có tải trọng 37÷42 tấn để vận chuyển tại khu vực đáy mỏ, các loại ô tô khung cứng như CAT 773E, BelAZ 7555; HD 465-7, HD 785-7,... có tải trọng từ 55÷96 tấn để vận chuyển đất đá ra bãi thải. Đặc biệt, năm



a) Băng tải đá



b) Hệ thống dỡ tải

Hình 1. Hệ thống tuyến băng tải đá mỏ than Cao Sơn

Bảng 3. Kế hoạch khai thác của các mỏ than lộ thiên TKV

Tên mỏ		Khối lượng	Đến 2025	2026 ÷ 2030	Sau 2030	Tổng
Cao Sơn	Đất	10 ³ m ³	332.480	325.000	325.000	982.480
	Than	10 ³ tấn	25.250	22.500	30.530	78.280
Cọc Sáu	Đất	10 ³ m ³	118.693			118.693
	Than	10 ³ tấn	8.900			8.900
Đèo Nai	Đất	10 ³ m ³	51.629			51.629
	Than	10 ³ tấn	4.996			4.996
Cọc Sáu-Đèo Nai	Đất	10 ³ m ³	99.000	142.900	108.591	350.491
	Than	10 ³ tấn	8.341	13.450	12.468	34.259
Khe Chàm II (lộ thiên)	Đất	10 ³ m ³	58.800			58.800
	Than	10 ³ tấn	2.947			2.947
Đông Đá Mài	Đất	10 ³ m ³	50.985			50.985
	Than	10 ³ tấn	4.008			4.008
Hà Tu	Đất	10 ³ m ³	325.500	38.500	38.500	402.500
	Than	10 ³ tấn	19.600	2.452	2.452	24.504
Na Dương	Đất	10 ³ m ³	75.000	92.000	247.832	414.832
	Than	10 ³ tấn	6.258	6.000	16.800	29.058
Khánh Hòa	Đất	10 ³ m ³	48.000	40.000	38.000	126.000
	Than	10 ³ tấn	4.800	4.000	4.023	12.823

2016, mỏ Cao Sơn đã đưa 02 xe Benlaz 75581 trọng tải 90 tấn chạy bằng động cơ điện vào hoạt động thử nghiệm tại khai trường của mỏ. Ngoài ra, hiện nay mỏ than Cao Sơn đang vận hành tuyến băng tải ra bãi thải Bàng Nâu có bề rộng băng 2 m, công suất 20 triệu m³/năm. Đây là hệ thống băng tải có quy mô, công suất lớn và hiện đại nhất tại Việt Nam cũng như trong khu vực. Đồng bộ của hệ thống băng tải đá bao gồm: Trạm nghiền, băng tải đá và thiết bị dỡ tải (Hình 1).

Theo Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét đến triển vọng năm 2030 với các quan điểm: (i) sử dụng có hiệu quả

và tiết kiệm nguồn tài nguyên than của đất nước; (ii) phát triển ngành than hiệu quả, đồng bộ và phù hợp với sự phát triển chung của các ngành kinh tế; (iii) Phát triển ngành than gắn liền với bảo vệ, cải thiện môi trường sinh thái vùng than, hài hòa với phát triển du lịch, hạn chế tối đa ảnh hưởng đến các khu vực bảo tồn văn hóa; đóng góp tích cực vào sự nghiệp phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo an toàn trong sản xuất. Kế hoạch khai thác tại các mỏ than lộ thiên lớn thuộc TKV thể hiện trong bảng 3.

2. Chiều dài luồng xúc khi khai thác khoáng sản có ích bằng phương pháp khai thác lộ

thiên

2.1. Khái niệm

Chiều dài của tuyến công tác là một thông số quan trọng khi tiến hành khai thác khoáng sản có ích bằng phương pháp khai thác lộ thiên. Chiều dài tuyến công tác phụ thuộc vào các yếu tố tự nhiên như hình dạng và kích thước khai trường, thường bằng chiều dài theo đường phương của khai trường L_m , nhưng cũng có thể nhỏ hơn hoặc đôi khi lớn hơn, tùy theo phương thức phát triển của công trình mỏ và bị ảnh hưởng bởi các yếu tố kỹ thuật như sản lượng mỏ, năng suất máy xúc, chiều cao tầng, chiều dài luồng xúc, loại hình vận tải và điều kiện hoạt động của các thiết bị vận chuyển [1].

Chiều dài của tuyến công tác nhỏ nhất được coi là hợp lý trong những điều kiện tự nhiên, kỹ thuật cụ thể khi nó đảm bảo sản lượng cho kế hoạch của mỏ, tốc độ phát triển bình thường của tuyến công tác và chi phí cho xúc bốc và vận chuyển là nhỏ nhất. Theo các tài liệu hướng dẫn thì, chiều dài tuyến công tác được chọn theo chiều sâu mỏ:

Khi vận chuyển bằng ô tô, chiều dài tuyến công tác hợp lý theo điều kiện kinh tế và kỹ thuật là [1]:

Chiều sâu mỏ, m	Chiều dài tuyến công tác, m
50 ÷ 150	800 ÷ 1500
150 ÷ 250	1100 ÷ 1800
250 ÷ 350	1300 ÷ 3000

Chiều dài luồng xúc là chiều dài tuyến do một máy xúc đảm nhiệm việc xúc bốc. Chiều dài luồng xúc phụ thuộc vào năng suất làm việc của máy xúc, hình thức vận chuyển sử dụng trên tầng. Khi vận chuyển bằng đường sắt thì chiều dài luồng L_x có thể lấy 1200÷1600 m, tức là không nhỏ hơn 2÷3 lần chiều dài toàn bộ của đoàn tàu. Khi vận chuyển bằng ô tô, chiều dài $L_x = 300 \div 400$ m (Hình 4) [2].

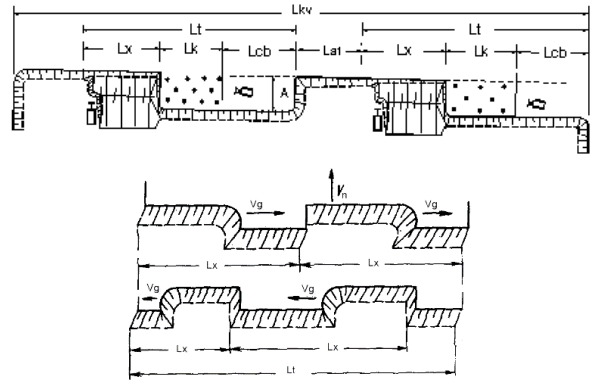
2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến chiều dài luồng xúc

Như đã nêu ra ở trên, chiều dài luồng xúc phụ thuộc vào sản lượng mỏ, năng suất máy xúc, chiều cao tầng, phương pháp vận tải áp dụng,...

- Ảnh hưởng của sản lượng mỏ:

Trong trường hợp tổng quát sản lượng mỏ khi tính theo điều kiện kỹ thuật, có tính đến tổn thất và làm bản được xác định theo biểu thức [1]:

$$A_m = n_x \cdot h \cdot v_g \cdot L_x (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \beta) \frac{1 - \eta}{1 - \rho}, \text{ m}^3/\text{năm} \quad (1)$$



Hình 4. Sơ đồ xác định chiều dài chiều dài tuyến công tác và luồng xúc

L_x - chiều dài khu vực xúc, m; L_k - chiều dài khu vực khoan, m; L_{cb} - chiều dài khu vực chuyển bị, m; (thông thường thì $L_k = L_{cb} = L_k$); L_t - chiều dài tuyến công tác, m; L_{kv} - chiều dài của khu vực công tác ($L_{kv} = L_m$), m; V_g - tốc độ dịch chuyển của gương xúc; V_n - tốc độ dịch chuyển ngang của tuyến công tác, m.

Trong đó: n_x - số lượng máy xúc, máy; h - chiều cao tầng, m; v_g - tốc độ dịch chuyển của gương xúc, m/năm; L_x - chiều dài luồng xúc, m; ϕ - góc nghiêng bờ mỏ, độ; β - góc xuống sâu, độ; η , ρ - hệ số tổn thất và pha loãng khoáng sản có ích.

Tiến hành thống kê, phân tích chiều dài luồng xúc theo các tài liệu thực tế của các mỏ than đang khai thác bằng phương pháp khai thác lộ thiên ở Việt Nam và trên thế giới, bằng phương pháp nội suy ta thấy đại lượng chiều dài luồng xúc phụ thuộc vào chiều cao tầng, dung tích gầu xúc và sản lượng mỏ, các kết quả phân tích được thể hiện trong bảng 4, 5 và hình 5, 6, 7, 8 [1, 2, 3].

Qua bảng 6 và biểu đồ hình 7 có thể thấy rằng giữa dung tích gầu xúc và chiều dài luồng xúc có quan hệ tỷ lệ thuận, chiều dài luồng xúc càng lớn khi sử dụng máy xúc có dung tích gầu càng lớn.

Như vậy, chiều dài luồng xúc là một yếu tố quan trọng trong khai thác mỏ, nó phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố tự nhiên, kinh tế và kỹ thuật mỏ, việc xác định chiều dài luồng xúc tối ưu là một nhiệm vụ quan trọng trong quá trình thiết kế khai thác mỏ.

- Ảnh hưởng của năng suất máy xúc:

Hiện nay, trên các mỏ than lộ thiên Việt Nam sử dụng phổ biến các loại máy xúc tay gầu chạy bằng điện của Nga và máy xúc thủy lực có dung tích gầu thay đổi từ 3÷12 m³ chất tải lên phương tiện vận tải là ô tô có tải trọng thay đổi từ 27÷96 tấn

Bảng 4. Chiều dài tuyến công tác tính toán khi sản lượng mỏ khác nhau

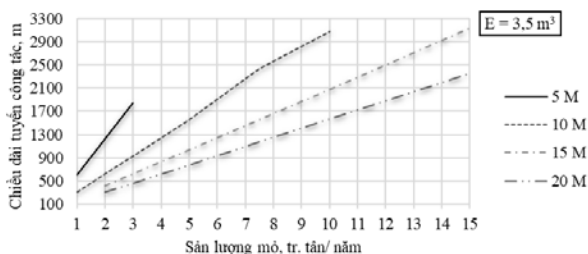
Dung tích gầu xúc, m ³	Chiều cao tầng, m	Chiều dài tuyến công tác, m Sản lượng mỏ lộ thiên, tr. T/năm						
		1	2	3	5	7.5	10	15
E = 3,5 m ³	5	611	1225	1845	-	-	-	-
	10	305	617	929	1550	2428	3080	-
	15	-	414	620	1037	1559	2081	3128
	20	-	302	465	780	1177	1569	2355
E = 5 m ³	5	603	1213	1823	3043	-	-	-
	10	307	610	920	1533	2307	3080	-
	15	-	410	617	1033	1553	2073	3117
	20	-	-	457	767	1150	1540	2310
E = 8 m ³	5	600	1200	1800	3004	-	-	-
	10	296	600	900	1520	2280	3040	-
	15	-	404	608	1016	1532	2044	3064
	20	-	300	456	764	1160	1540	2320

Bảng 5. Chiều dài luồng xúc hợp lý khi sử dụng các loại máy xúc có dung tích gầu khác nhau

Dung tích gầu xúc, m ³	Chiều dài luồng xúc hợp lý, m Chiều cao tầng, m			
	5	10	15	20
E = 3,5 m ³	312	337	344	363
E = 5 m ³	393	413	440	453
E = 8 m ³	488	512	536	560
E = 10 m ³	520	540	560	580
E = 12 m ³	405	420	435	450

để hoàn thành khối lượng mỏ.

Ảnh hưởng của năng suất máy xúc đến chiều



Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữ chiều dài tuyến công tác với sản lượng mỏ khi sử dụng máy xúc có E=3,5 m³

dài tuyến luồng xúc được thể hiện thông qua số máy xúc cần thiết đảm bảo hoàn thành khối lượng bóc đá hoặc khai thác hàng năm. Năng suất của một máy xúc lại phụ thuộc chủ yếu vào dung tích gầu xúc, loại ô tô phục vụ, chất lượng đồng đá nổ mìn, trình độ tay nghề của công nhân vận hành

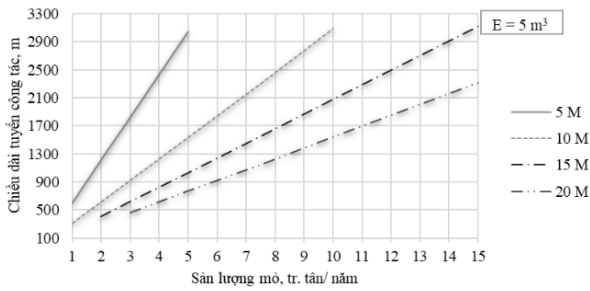
thiết bị và công tác tổ chức lao động ca.[8] Xét trong trường hợp sử dụng ô tô 58 tấn, chiều rộng dài khẩu A = 20 m, chiều cao tầng H=15 m chiều dài bóc xúc phụ thuộc vào máy xúc thể hiện trong bảng 6 và hình 9.

3. Xác định chiều dài luồng xúc tối ưu cho các mỏ than lộ thiên Việt Nam

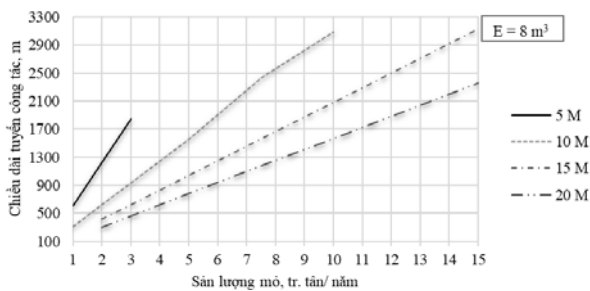
Chiều dài luồng xúc được xác định theo điều kiện đảm bảo khối lượng đất đá nổ mìn cho máy xúc làm việc trong thời hạn quy định và dự trữ cần thiết, tính theo công thức [3]:

$$L_{\text{xmin}} = \frac{60 \cdot t \cdot L}{h \cdot A} E \cdot n_b \cdot K_x \cdot \eta_o, \text{ m} \quad (2)$$

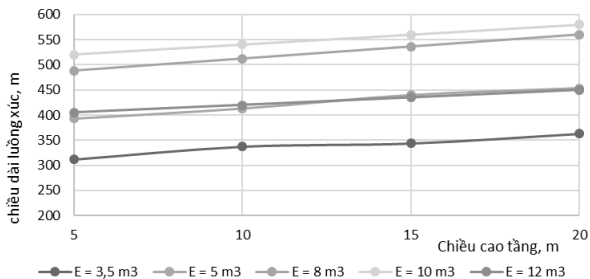
Trong đó: t - số giờ làm việc trong ngày đêm của máy xúc, h; h - chiều cao tầng, m; A - chiều rộng dài khẩu, m; E - dung tích gầu xúc, m³; n_b - số bóc làm việc trên luồng xúc (khoan nổ, dự trữ, xúc); K_x - hệ số xúc; η_o - hệ số đảm bảo gương xúc.



Hình 6. Biểu đồ quan hệ giữ chiều dài tuyến công tác với sản lượng mỏ khi sử dụng máy xúc có $E=5 \text{ m}^3$



Hình 7. Biểu đồ quan hệ giữ chiều dài tuyến công tác với sản lượng mỏ khi sử dụng máy xúc có $E=8 \text{ m}^3$



Hình 8. Biểu đồ quan hệ giữ chiều dài luồng xúc với chiều tầng

Hay xác định theo điều kiện phối hợp làm việc giữa thiết bị xúc bốc và vận chuyển thì giá trị đó là [3]:

$$L_x = \sqrt{\frac{c \cdot v_g}{2}} \left(t_n + \frac{2L_c}{v_c} + \tau \right), \text{ m} \quad (3)$$

Trong đó: c - hệ số tương đương, xác định từ biểu thức:

$$\frac{T_o - T_p}{T_o} = \frac{1_x}{c + 1_x} \quad (4)$$

Trong đó: 1_x - chiều dài luồng xúc chọn gần đúng m; T_o - thời gian làm việc kế hoạch của máy xúc,

h ; T_p - thời gian phụ trợ dùng cho sửa chữa nhỏ và dọn sạch công tác, h ; L_c - khoảng cách từ ga tránh đến mặt tầng, m; v_g , v_c - tốc độ xe chạy tương ứng trên các đoạn l_x , l_c , m/min; t_n - thời gian chất tải cho đoàn tàu, min; τ - thời gian chờ đợi ở hai đầu đường, min.

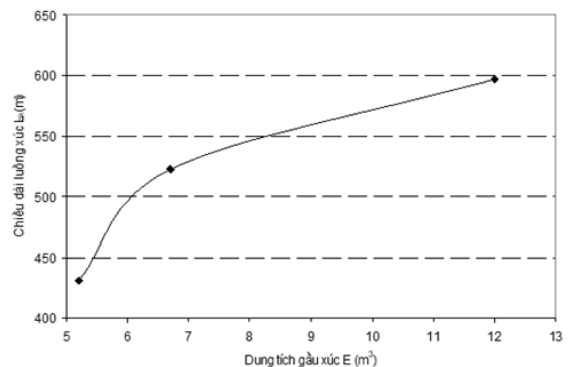
Khi vận chuyển bằng ô tô, chiều dài luồng theo điều kiện đảm bảo đưa ô tô đến gương công tác xác định theo biểu thức [3]:

$$L_{x\min} \geq \frac{1000h}{i_o} + 2R, \text{ m} \quad (5)$$

Trong đó: i_o - độ dốc không chế của đường hào, %; R - bán kính vòng nhỏ nhất của ô tô, m.

Bảng 6: Chiều dài luồng xúc phụ thuộc vào dung tích máy xúc

TT	Dung tích gầu xúc $E \text{ (m}^3\text{)}$	Chiều dài luồng xúc $L_{bk} \text{ (m)}$
1	5,2	432
2	6,7	523
3	12,0	597



Hình 9. Biểu đồ chiều dài luồng xúc phụ thuộc vào dung tích gầu máy xúc khi $A=20 \text{ m}$, $H=15 \text{ m}$

Như vậy, đã có rất nhiều phương pháp và công trình nghiên cứu của các nhà khoa học trong và ngoài nước nhằm xác định chiều dài luồng xúc tối ưu, tuy nhiên các phương pháp này mới chỉ chú ý đến ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên cũng như kỹ thuật tới chiều dài luồng xúc hợp lý, cho tới nay chưa có phương pháp nghiên cứu nào quan tâm tới ảnh hưởng của chỉ tiêu kinh tế cụ thể hơn là chi phí khai thác tới chiều dài luồng xúc. Do đó, việc xác định giá trị kinh tế hợp lý của chiều dài luồng xúc, đối với từng loại hình vận tải mỏ có tính đến loại thiết bị xúc bốc là yêu cầu cấp thiết hiện nay. Việc xác định giá trị tối ưu của chiều dài luồng xúc

cần phải tiến hành xem xét tới năng suất của thiết bị xúc bốc của mỏ, và tuân theo công nghệ khai mỏ và đảm bảo chi phí khai thác là nhỏ nhất.

Trên cơ sở phân tích các yếu tố ảnh hưởng tới chiều dài luồng xúc, phân tích các chi phí cấu thành nên chi phí khai thác khoáng sản có ích, xét mối quan hệ giữa chi phí công tác vận tải (C_{vt}) với chiều dài luồng xúc do một máy xúc đảm nhiệm, tác giả tiến hành lập hàm mục tiêu là chi phí khai thác với biến số là chiều dài luồng xúc, qua đó tiến hành tính chiều dài luồng xúc tối ưu đảm bảo chi phí cho công tác vận tải là nhỏ nhất, góp phần giảm chi phí khai thác chung.

Các mỏ lộ thiên vùng Quảng Ninh đều sử dụng hệ thống vận tải ô tô, vì vậy tổng chi phí khai thác tính riêng cho khâu vận tải ô tô phụ thuộc vào chiều dài tuyến công tác tính trên một tấn được xác định như sau: [3]

$$C_{vt} = C_1 + C_2 + C_3, \text{ đồng/tấn} \quad (6)$$

Trong đó: C_1 – chi phí thuần túy cho việc vận tải bằng ô tô, đồng/tấn; C_2 – chi phí xây dựng đường ô tô, đồng/tấn; C_3 – chi phí duy trì đường ô tô, đồng/tấn.

Khoảng cách vận tải trung bình:

$$L_{vt} = \left(\frac{L_x + v_{nam}}{2} \right) + l_{kc}, m \quad (7)$$

Trong đó: L_x – chiều dài luồng xúc, m; v_g – khoảng dịch chuyển của gương trong năm, m; L_{kc} – khoảng cách từ vị trí dỡ tải đến dải khẩu xúc bốc đầu tiên, m.

Năng suất ca của ô tô tấn/ca, được tính theo công thức [2]:

$$Q_o = \frac{k_{tt} \cdot k_{cn} \cdot \eta_o \cdot q_o \cdot v_{tb} \cdot T_{ca}}{L_x + v_{nam} + 2l_{kc}}, \text{ tấn/ca} \quad (8)$$

Trong đó: q_o – tải trọng ô tô, tấn; v_{tb} – vận tốc trung bình của ô tô, m/giờ; T_{ca} – thời gian làm việc của ô tô trong một ca làm việc, giờ; K_{tt} – hệ số sử dụng tải trọng của ô tô; k_{cn} – hệ số công nghệ kể tới thời gian hao phí cho các công việc phụ trợ khi kết hợp với máy xúc ở gương, xác định bằng theo dõi thực nghiệm; η_o – hệ số sử dụng thời gian ca xe ô tô, xác định bằng thống kê thực nghiệm.

Chi phí thuần túy cho việc vận tải bằng ô tô [3]

$$C_1 = \frac{C_{c.o}(L_x + v_{nam} + 2l_{kc})}{k_{tt} \cdot k_{cn} \cdot \eta_o \cdot q_o \cdot v_{tb} \cdot T_{ca}}, \text{ đồng/tấn} \quad (9)$$

Trong đó: $C_{c.o}$ – đơn giá của 1 ca ô tô, đồng/ca.

Chi phí xây dựng đường vận tải:

$$C_2 = \frac{C'_2 \cdot v_{nam}}{Q_x \cdot n_x}, \text{ đồng/tấn} \quad (10)$$

Trong đó: C'_2 – đơn giá thực tế để xây dựng 1 m mặt đường vận tải, đồng; Q_x – năng suất năm của máy xúc, tấn/năm.

Chi phí để duy trì đường ô tô [3]:

$$C_3 = \frac{C'_3 \cdot v_{nam}}{2Q_x \cdot n_x}, \text{ đồng/tấn} \quad (11)$$

Trong đó: C'_3 – chi phí để duy trì 1m phần chính của đường ô tô, đồng.

Theo (6, 9, 10, 11) thì tổng chi phí tính riêng cho việc vận tải khoáng sản có ích bằng ô tô, phụ thuộc vào chiều dài tuyến công tác:

$$C_{vt} = \frac{C_{c.o}(L_x + v_{nam} + 2l_{kc})}{k_{tt} \cdot k_{cn} \cdot \eta_o \cdot q_o \cdot v_{tb} \cdot T_{ca}} + \frac{C'_2 \cdot v_{nam}}{Q_x \cdot n_x} + \frac{C'_3 \cdot v_{nam}}{2Q_x \cdot n_x}, \quad (12)$$

$$\text{Với } v_{nam} = \frac{Q_x}{L_x \cdot h \cdot \gamma_{ksci}}, m/năm \quad (13)$$

Sau khi sử dụng các phép toán học, xác định được chiều dài luồng xúc tối ưu có giá trị như sau:

$$L_x = \sqrt{\frac{C_{c.o} \cdot Q_x \cdot n_x + k_{tt} \cdot k_{cn} \cdot \eta_o \cdot q_o \cdot v_{tb} \cdot T_{ca} (C'_2 + 0.5C'_3)}{C_{c.o} \cdot n_x \cdot h \cdot \gamma_{ksci}}} m \quad (14)$$

Trên cơ sở đó, tác giả tiến hành xác định chiều dài luồng xúc tối ưu đối với các mỏ khai thác than lộ thiên Việt Nam, kết quả tính như sau:

- Mỏ Cao Sơn: L_x lựa chọn phù hợp từ 300÷380 m.

- Mỏ Cọc Sáu, Đèo Nai, Tây Nam Đá Mài: L_x lựa chọn phù hợp từ 300÷350 m.

- Na Dương, Khánh Hoà: Với các loại máy xúc có dung tích gầu < 6,7 m³, chiều dài luồng xúc lựa chọn < 300 m.

Như vậy, thông qua việc phân tích các yếu tố ảnh hưởng tới chiều dài luồng xúc, tác giả xây dựng biểu thức tính chiều dài luồng xúc tối ưu thông qua hàm chi phí vận tải của mỏ, qua đó tác giả tính toán được các giá trị chiều dài luồng xúc tối ưu cho các mỏ than lộ thiên Việt Nam, các kết quả này phù hợp với điều kiện địa chất, thiết bị của mỏ, góp phần nâng cao hiệu quả của thiết bị xúc bốc – vận tải và giảm giá thành cho khâu vận tải, qua đó giảm giá thành khai thác chung cho mỏ.

4. Kết luận

- Chiều dài luồng xúc là một thông số quan trọng của hệ thống khai thác mỏ lộ thiên, nó không chỉ phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên, kỹ thuật mà

còn phụ thuộc rất lớn vào chỉ tiêu kinh tế mỏ cụ thể hơn là chi phí vận tải mỏ.

- Trên cơ sở tối ưu hóa hàm chi phí vận tải, xác định chiều dài luồng xúc hợp lý cho các mỏ than lộ thiên là cơ sở để các nhà quản lý mỏ tham khảo, điều chỉnh thông số của mỏ mình, góp phần nâng cao năng suất thiết bị và giảm chi phí khai thác cho mỏ.

Tài liệu tham khảo:

[1] Hồ Sĩ Giao (2009), *Khai thác khoáng sản*

rắn bằng phương pháp lộ thiên. Hà Nội.

[2] Đỗ Ngọc Tước (2020), *Nghiên cứu giải pháp công nghệ phù hợp khi khai thác các tầng sâu ở các mỏ than lộ thiên Việt Nam*. Đề tài cấp Quốc Gia, Hà Nội.

[3] Арсентьев А.И. *Горные работы в карьерах (основы теории)*. СПб, 2006, 121 с.

Determination of the optimized excavation length for open pit coal mines of Vietnam

Dr. Doan Van Thanh, MSc. Bui The Nam

Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Currently, Vietnam's open-pit coal mines are all mining in conditions under the self-flowing drainage level, high overburden coefficients, long transport distances, and increasingly difficult conditions for drilling – blasting, loading and unloading. In recent years, the mines have invested in some equipment such as: MXTLGN with $E = 6.7 \div 12 \text{ m}^3$ and MXTG with $E = 10 \text{ m}^3$ combined with trucks with load of $q = 55 \div 130$ tons, including many types with different working parameters. However, the parameters of the technical system are not synchronized with the current high-capacity equipment lines, which result in not optimization of their productivity. The excavation length is an important parameter of mine technical system, which affects the equipment productivity as well as the mine output. The article analyzes the factors affecting the length of the excavation and establishes the relationship between the excavation length and the loading, unloading equipment, the transport method and the mining cost, thereby determining the optimal L_x on the basis of calculation of the smallest transportation cost and the optimal excavation length for the coal mines of Vietnam.

NGHIÊN CỨU ĐỊNH HƯỚNG CHIẾN LƯỢC PHÁT TRIỂN KHOÁNG SẢN BAUXIT THUỘC TKV ĐẾN NĂM 2030, TẦM NHÌN ĐẾN NĂM 2050

ThS. Nguyễn Văn Minh, KS. Nguyễn Văn Hậu

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin

KS. Bùi Thị Diễm

Công ty Nhôm Đắk Nông - TKV

Biên tập : ThS. Hoàng Minh Hùng

Tóm tắt:

Bài báo đánh giá tổng thể trữ lượng tài nguyên, định hướng chiến lược phát triển thị trường và công tác thăm dò, khai thác, chế biến khoáng sản bauxit của Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

1. Tính cấp thiết

Khoáng sản bauxit là tài nguyên không tái tạo, thuộc tài sản quan trọng của quốc gia phải được quản lý, bảo vệ, khai thác, sử dụng hợp lý, tiết kiệm, có hiệu quả nhằm đáp ứng yêu cầu công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, phát triển bền vững kinh tế - xã hội trước mắt, lâu dài và bảo đảm quốc phòng, an ninh, bảo vệ môi trường. Ngày 22/12/2011 Chính phủ đã ban hành Quyết định số 2427/QĐ-TTg về chiến lược và quy hoạch các khoáng sản trên cả nước giai đoạn đến 2020, tầm nhìn đến năm 2030 làm cơ sở để các doanh

nh nghiệp đầu tư công nghệ, xây dựng cơ sở hạ tầng phục vụ công tác thăm dò, khai thác, chế biến khoáng sản, trong đó đã định hướng cơ bản phát triển khai thác chế biến khoáng sản bauxit của Việt Nam. Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng Sản Việt Nam (TKV) được chính phủ giao quản lý khai thác chế biến khoáng sản bauxit (chiếm 80% tài nguyên khoáng sản bauxit của cả nước). Hiện nay trên 95% sản lượng alumina, hydrat sản xuất được xuất khẩu đi các nước trên thế giới, theo dự báo nhu cầu tiêu thụ alumina - nhôm trong những năm tới là rất lớn, tỉ lệ cung/cầu sản

Bảng 1. Sản lượng sản xuất, tiêu thụ, giá alumina thế giới từ 2011-2021 [2]

Năm	Tổng sản lượng alumina (tr. t)	Alumina cho ngành CN khác (tr.t)	Alumina cấp cho điện phân nhôm				
			Sản lượng (tr.t)	Tiêu thụ (tr.t)	Cân bằng cung cầu (tr.t)	Giá danh nghĩa (USD/tấn)	Giá qui về 2021 (USD/tấn)
2011	97,86	5,86	91,99	90,05	0,94	374	437
2012	102,20	5,98	96,21	93,91	2,30	319	364
2013	105,30	6,40	98,90	98,54	0,36	327	368
2014	109,62	6,46	103,16	104,25	- 1,09	330	336
2015	117,59	6,42	111,18	110,59	+ 0,57	301	308
2016	120,43	6,96	113,47	114,31	- 0,84	254	285
2017	129,70	7,70	122,00	122,13	- 0,13	334	335
2018	129,90	8,31	121,59	123,54	- 1,95	474	464
2019	132,39	9,36	123,03	122,33	+ 0,70	332	327
2020	133,43	8,37	125,06	125,56	- 0,50	270	264
2021	141,89	8,54	133,36	133,84	-0,48	319	319

Bảng 2. Sản lượng SX, tiêu thụ, giá nhôm thế giới từ 2011-2021 [2]

Năm	Sản lượng (triệu tấn)	Tiêu thụ (triệu tấn)	Cân bằng cung cầu (triệu T)	Giá bán danh nghĩa (USD/T)	Giá bán qui về 2021 (USD/T)
2011	46,25	44,09	2,16	2.395	2.795
2012	48,27	46,98	1,29	2.019	2.309
2013	50,71	50,09	0,62	1.864	2.079
2014	53,76	53,76	0	1.866	2.068
2015	57,20	56,82	+ 0,38	1.663	1.842
2016	59,15	59,61	- 0,46	1.604	1.753
2017	63,20	63,09	+ 0,11	1.958	2.017
2018	64,00	65,33	- 1,33	2.110	2.206
2019	63,40	65,73	- 2,34	1.791	1.840
2020	65,13	64,09	+ 1,04	1.702	1.727
2021	69,48	67,48	2,0	2.058	2.058

Bảng 3. Dự báo sản xuất, tiêu thụ nhôm, alumina trên thế giới đến năm 2040 [2]

Năm sản xuất	Nhôm từ điện phân (triệu tấn)				Alumina (triệu tấn)				Giá danh nghĩa dài hạn (USD/t)	
	Công suất	Sản lượng	Tiêu thụ	Cung- cầu	Công suất	Sản lượng	Tiêu thụ	Cung- cầu	Nhôm	Alumina
2021	81,77	69,48	67,49	1,99	174,18	141,89	142,38	-0,49	2.058	319
2022	82,78	71,94	70,27	1,67	178,36	147,14	146,96	0,18	1.955	320
2023	83,25	73,26	72,75	0,51	179,9	150,33	149,58	0,75	1.886	320
2024	84,25	75,03	75,11	-0,08	180,1	153,68	153,12	0,56	1.856	330
2025	84,31	76,63	77,18	-0,55	180,1	156,98	156,23	0,75	1.904	340
2030	84,32	80,93	81,12	-0,19	180,1	163,98	165,19	-1,21	2.402	342
2035	84,32	80,93	80,89	0,04	180,1	165,48	165,49	-0,01	2.652	464
2040	84,32	80,93	80,87	0,06	180,1	165,48	166,14	-0,66	2.928	512

phẩm alumina, hydrat, nhôm kim loại có xu hướng giảm, giá bán tăng trung bình 4-5%/năm. Do đó, để đáp ứng thị trường tiêu thụ, công tác phát triển bền vững thăm dò, khai thác và chế biến khoáng sản bauxit phải phù hợp với quy hoạch phát triển kinh tế xã hội tại các địa phương, phù hợp với thị trường và xu thế công nghệ hiện đại trong dài hạn, cần thiết phải xây dựng chiến lược phát triển về thị trường tiêu thụ, công tác thăm dò, khai thác, chế biến, cơ sở hạ tầng mỏ, nhà máy, thiết bị và nhân lực... khoáng sản bauxit đến năm 2030, tầm nhìn 2050 cho Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam.

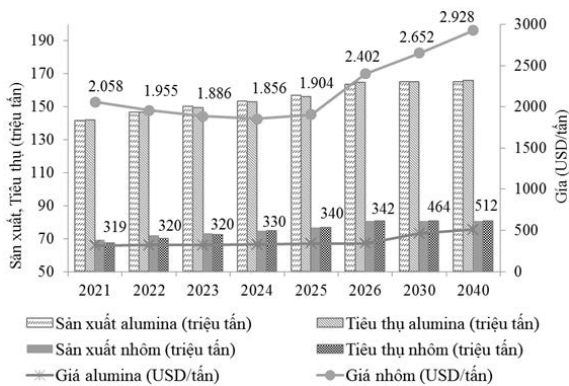
2. Hiện trạng tình hình sản xuất, tiêu thụ và

dự báo nhu cầu khoáng sản bauxit

2.1. Trên thế giới

** Tình hình sản xuất, tiêu thụ, giá alumin, nhôm:*

Tài nguyên trữ lượng bauxit thế giới khoảng 55-75 tỷ tấn, trong đó Châu Phi chiếm 32%, Châu Úc chiếm 23%, Nam Mỹ và Caribbean chiếm 21%, Châu Á chiếm 18%, các nước khác là 6%. Năm 2020, toàn thế giới khai thác khoảng 371 triệu tấn quặng bôxít (tương đương quặng tinh). Trong đó, Australia là nước khai thác và xuất khẩu bôxít lớn nhất thế giới với sản lượng khoảng 110 triệu tấn; Guinea 82 triệu tấn; Trung Quốc 60 triệu tấn..., Việt Nam 4 triệu tấn [1]. Nhìn chung sản lượng sản xuất và tiêu thụ alumin, nhôm đều tăng và dự báo



Hình 1. Biểu đồ dự báo công suất, sản xuất, tiêu thụ alumina và nhôm đến 2040

xu hướng sẽ tiếp tục tăng trong những năm tới.

* Dự báo sản lượng sản xuất, tiêu thụ và giá bán alumin, nhôm

- Về sản xuất và tiêu thụ nhôm và alumin: Trong giai đoạn 2021-2025 sản xuất và tiêu thụ kim loại nhôm và alumin hằng năm sẽ tăng nhẹ 1,02-1,03 lần sau đó giữ ổn định tiêu thụ 80,8 triệu tấn nhôm/năm và 165 triệu tấn alumina/năm cho đến năm 2040. Trong khi đó từ năm 2022 thế giới sẽ không xây dựng thêm nhà máy mới.

- Dự báo về giá alumin và nhôm [2]: Theo Wood Mackenzie dự báo: (i) Giai đoạn đến năm 2025: Giá alumin sẽ đứng giá ở mức 320 -340 USD/t; Giá nhôm sẽ đứng giá ở mức 1.850 -1900 USD/t; (ii) Giai đoạn từ năm 2030 trở đi: Giá alumina sẽ tăng dần từ mức 420 USD/tấn đến 460 USD/tấn

Bảng 4. Sản lượng sản xuất, tiêu thụ alumina và nhu cầu nhôm trong nước [2] [10]

TT	Nội dung	ĐVT	Thực hiện giai đoạn 2011-2020					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
I	Cả nước		303	344	359	377	371	390
1	Tiêu thụ nhôm từ tái chế	1000 tấn	114	118	126	138	143	152
2	Tiêu thụ nhôm từ điện phân	1000 tấn	189	226	233	239	228	238
II	TKV							
1	Sản xuất alumina	1000 tấn	546,4	631	1.143	1.331,3	1.3723	1.422
2	Tiêu thụ alumina							
-	Trong nước	tấn	4.154	4.306	8.427	13.955	12.098	10.243
-	Xuất khẩu	1000 tấn	461	583	999	1.186	1.295	1.327
3	Tiêu thụ hydrat							
-	Trong nước	tấn	25.693	24.764	28.940	28.542	22.906	19.044
-	Xuất khẩu	1000 tấn	9	72	127	151	158	127

vào năm 2035 và đạt 510 USD/tấn vào năm 2040; Giá nhôm sẽ tăng dần từ mức 2.400 USD/tấn đến 2.650 USD/tấn vào năm 2035 và đạt 2.930 USD/tấn vào năm 2040.

2.2. Trong nước

* Tình hình sản xuất tiêu thụ trong nước

Cho đến nay Việt Nam chưa có nhà máy điện phân nên toàn bộ đang nhôm kim loại đang sản xuất và tiêu thụ ở trong nước đều là từ nhập khẩu và tái chế. Sản lượng sản xuất, tiêu thụ alumina và nhu cầu nhôm kim loại trong nước đến 2020 được thể hiện ở bảng sau:

* Dự báo nhu cầu thị trường trong nước

Theo Báo cáo triển vọng thị trường nhôm dài hạn quý 1/2021 của Wood Mackenzie đã dự báo nhu cầu nhôm kim loại của Việt Nam đến năm 2040 sẽ là khoảng 4-5%/năm, đến 2030 sẽ là 1,12 triệu tấn và năm 2040 sẽ đạt hơn 1,5 triệu tấn/năm.

3. Hiện trạng trữ lượng, tài nguyên khoáng sản bauxit

Theo báo cáo quy hoạch Quảng Bauxit số: 167/2007/QĐ-TTg ngày 01/11/2007. Tổng tài nguyên, trữ lượng quặng xác định và tài nguyên dự báo khoảng 5,5 tỷ tấn trong đó miền bắc khoảng 91 triệu tấn, khu vực miền nam khoảng 5,4 tỷ tấn phần lớn tập trung tại vùng Đắk Nông và Lâm Đồng. Tính đến ngày 31/12/2020 tổng trữ lượng các mỏ TKV đã khảo sát thăm dò tại các mỏ vùng Đắk Nông và Lâm Đồng: 1.169.721 nghìn



THÔNG TIN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ

Bảng 5. Thông tin các mỏ khai thác khoáng sản bauxit thuộc TKV

STT	Tên mỏ	Giấy phép khai thác	Trữ lượng, 10 ³ tấn QNK	Công suất khai thác, chế biến khoáng sản	Thời gian khai thác, năm	TL đã khai thác, 10 ³ tấn QNK	TL còn lại, 10 ³ tấn QNK	Dự kiến thời gian khai thác còn lại
1	Tây Tân Rai	1804/GP-BTNMT, 21/6/2010	119.361	4.318.000 tấn QNK/năm	đến 2039	25.928	93.433	18 năm (từ 1/1/2021)
2	Nhân Cơ	2624/GP-BTNMT, 11/11/2016	152.365	88.0000 - 1.466.500 tấn tinh quặng khô gió/năm	đến 2046	15.228	137.137	26 năm (từ 1/1/2021)

Bảng 6. Sản lượng, chất lượng nhà máy tuyển quặng bauxit

TT	Các chỉ tiêu	ĐVT	NMT Tân Rai				NMT Nhân Cơ			
			2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
1	Quặng NK	1000 tấn	3.513,2	3.557,6	3.603,2	3.752,2	2.988	3.933,8	4.125,6	4.141,4
-	Hàm lượng Al ₂ O ₃	%	39,86	39,72	40,59	40,04	39,55	41,11	40,21	41,72
-	Hàm lượng SiO ₂	%	3,94	3,85	4,96	3,99	7,51	6,09	6,19	6,83
2	Quặng tinh	1000 tấn	1.617,8	1.731,4	1.791	1.812,7	1.214,6	1.741,5	1.778,2	1.836,3
-	Hàm lượng Al ₂ O ₃	%	48,15	47,6	48,16	48,15	48,4	48,93	49,52	50,83
-	Hàm lượng SiO ₂	%	1,77	1,52	1,66	1,57	2,79	2,46	2,56	2,70

Bảng 7. Sản lượng sản xuất alumina năm 2015-2020

TT	Tên nhà máy	ĐVT	Sản lượng alumina					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Tân Rai	1000 tấn	546,4	599,1	642,6	675,7	686,1	707,27
2	Nhân Cơ	1000 tấn	-	31,9	500,3	655,6	686,6	715,27
	Tổng cộng	1000 tấn	546,4	631	1.142,9	1.331,3	1.372,7	1.422,54

tấn tinh quặng tương ứng với 3.295.182 nghìn tấn quặng bauxit nguyên khai.

4. Hiện trạng công tác khai thác, chế biến

4.1. Hiện trạng công tác khai thác

Hiện tại TKV đang tiến hành khai thác Bauxit tại 2 mỏ Tây Tân Rai và Nhân Cơ. Tính đến thời điểm 31/12/2019, mỏ Tây Tân Rai đã khai thác 21,017 tr tấn quặng NK, mỏ Nhân Cơ đã khai thác 10,19 tr tấn để cung cấp cho các nhà máy tuyển.

Trong công nghệ đã áp dụng hệ thống khai thác cuốn chiếu theo khoảng, có vận tải, đất phủ được sử dụng để phục hồi môi trường tại các khoảng kết thúc khai thác (bảng 5).

4.2. Hiện trạng công tác chế biến khoáng sản

* Công tác tuyển quặng bauxit:

- Hiện tại có 02 nhà máy tuyển: NMT quặng bauxit Tân Rai công suất 1.779.050 tấn quặng

ting/năm độ ẩm 10%. NMT quặng bauxit Nhân Cơ công suất 1.569.750 tấn quặng ting/năm độ ẩm 10%. Công nghệ tuyển quặng bauxit Tân Rai, Nhân Cơ chủ yếu gồm các khâu tuyển rửa, đánh toir và phân cấp, sàng phân loại để thu hồi quặng ting +1mm cấp cho nhà máy alumin, cấp hạt -1mm được bơm ra hồ thải quặng đuôi. Kết quả vận hành sản thể hiện ở bảng 6:

*** Công tác sản xuất alumin:**

Nhà máy sản xuất alumin Tân Rai và Nhân Cơ có công suất thiết kế 650.000 tấn alumina/năm. Công nghệ sản xuất alumin được thiết kế theo công nghệ Bayer châu Mỹ. Kết quả vận hành sản xuất alumin trong những năm qua được thể hiện trong bảng 7.

5. Định hướng chiến lược thăm dò, khai thác, chế biến khoáng sản bauxit của TKV đến năm 2030 tầm nhìn đến năm 2050

5.1. Quan điểm phát triển

- Phát triển lĩnh vực alumina-nhôm của TKV trên cơ sở thăm dò, khai thác, sử dụng hợp lý, có hiệu quả và tiết kiệm nguồn tài nguyên khoáng sản của đất nước nhằm đáp ứng yêu cầu công nghiệp hóa, hiện đại hóa, phát triển bền vững kinh tế đất nước trước mắt, lâu dài và bảo đảm quốc phòng, an ninh, bảo vệ môi trường; phù hợp với quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội các địa phương Lâm Đồng và Đắk Nông;

- Đa dạng hóa sản phẩm, đa dạng hóa phương thức đầu tư và kinh doanh; tối ưu hóa chuỗi giá trị, tuần hoàn từ khâu khai thác → chế biến → luyện → tạo ra sản phẩm cuối cùng cung cấp cho thị trường.

- Đáp ứng tối đa nhu cầu tiêu thụ trong nước.

Bảng 8. Tổng hợp trữ lượng tài nguyên khoáng sản bauxit sau khi thực hiện các đề án thăm dò

Tên mỏ	Đơn vị	Tài nguyên, trữ lượng hiện đã thăm dò (quặng ting)			Thăm dò bổ sung, nâng cấp (quặng ting)			Tổng tài nguyên, trữ lượng sau khi thăm dò (quặng ting)		
		Trong ranh giới thiết kế	Ngoài ranh giới thiết kế	Tổng	Trong ranh giới T. kế	Ngoài ranh giới thiết kế	Tổng	Trong ranh giới thiết kế	Ngoài ranh giới thiết kế	Tổng
Trữ lượng	10 ³ t	89.262	786.808	876.069	0	166.483	166.483	89.262	953.291	1.042.552
Tài nguyên	10 ³ t	0	287.651	287.651	0	37.020	37.020	0	210.177	210.177
Trữ lượng + tài nguyên	10 ³ t	89.262	1.074.458	1.163.720	0	203.503	203.503	89.262	1.163.468	1.252.729

Xây dựng, phát triển mở rộng thị trường thế giới và quảng bá thương hiệu của Việt Nam về alumin, nhôm kim loại và các sản phẩm khác.

- Đưa khai thác chế biến khoáng sản bau xit trở thành lĩnh vực sản xuất chính, mũi nhọn của Tập đoàn công nghiệp than khoáng sản Việt Nam.

5.2 Mục tiêu phát triển

5.2.1 Về sản xuất alumin

Giai đoạn đến năm 2030 đạt sản lượng 4 triệu tấn alumin/năm

Giai đoạn đến năm 2035 đạt sản lượng 7 triệu tấn alumin/năm

Giai đoạn sau năm 2035 đạt sản lượng 9 triệu tấn alumin/năm

5.2.2 Về phát triển sản phẩm mới

Nghiên cứu đầu tư sản xuất sản phẩm mới sau alumin: nhôm thỏi, boehmite (AlOOH), nhôm hoạt tính (γ -Al₂O₃), hydrat siêu mịn...

5.3. Về công tác thăm dò, bổ sung nâng cấp trữ lượng

* Giai đoạn đến 2025: Hoàn thành đề án thăm dò mỏ bauxit Bảo Lâm, mục tiêu trữ lượng là: 68.000 nghìn tấn quặng ting và thăm dò bổ sung đánh giá lại trữ lượng mỏ Tây Tân Rai tỉnh Lâm Đồng.

* Giai đoạn 2026-2030: Thăm dò BSNCTL mỏ Nhân Cơ (Ngoài ranh giới GPKT) mục tiêu trữ lượng là: 24.100 nghìn tấn quặng ting; mỏ Gia Nghĩa mục tiêu trữ lượng là 11.200 nghìn tấn quặng ting; mỏ Gia Nghĩa 2 mục tiêu trữ lượng là 24.100 nghìn tấn quặng ting; mỏ Tân Thượng, Lâm Đồng mục tiêu trữ lượng là: 39.000 nghìn tấn quặng ting.

Tổng trữ lượng dự kiến thực hiện các đề án

thăm dò được thể hiện ở bảng 8.

5.4. Về công tác khai thác chế biến alumin

* Giai đoạn đến năm 2025

- Tỉnh Lâm Đồng: Khai thác phục vụ nhu cầu nâng công suất nhà máy alumin Tân Rai đạt 0,80 triệu tấn/năm; thời điểm nâng công suất khai thác (dự kiến) năm 2024, Nhu cầu quặng được huy động từ mỏ Tây Tân Rai với sản lượng 25,497 triệu tấn QNK.

- Tỉnh Đắk Nông: Khai thác phục vụ nhu cầu nâng công suất nhà máy alumin Nhân Cơ đạt 0,80 triệu tấn/năm; thời điểm nâng công suất khai thác (dự kiến) năm 2024, Nhu cầu quặng được huy động từ mỏ Nhân Cơ với sản lượng 27,491 triệu tấn QNK.

* Giai đoạn 2026-2030

- Tỉnh Lâm Đồng: (i) Duy trì công suất các mỏ khai thác cung cấp quặng cho nhà máy tuyển, alumin Tân Rai đáp ứng công suất 0,80 triệu tấn Alumin/năm. Nhu cầu quặng được huy động từ mỏ Tây Tân Rai với sản lượng 25,331 triệu tấn QNK. (ii) Xây dựng mỏ mới cung cấp quặng cho dây chuyền sản xuất thứ 2, công suất 1,2 triệu tấn Alumin/năm tại tổ hợp Tân Rai (đảm bảo tổng công suất 2 dây chuyền là 2,0 triệu tấn Alumin/năm), thời điểm khai thác (dự kiến) năm 2030. Nhu cầu quặng được huy động từ khu Tân Rai với sản lượng 7,395 triệu tấn QNK.

- Tỉnh Đắk Nông: (i) Duy trì công suất các mỏ khai thác cung cấp quặng cho dây chuyền sản xuất Alumin đã đầu tư với công suất 0,80 triệu tấn Alumin/năm tại tổ hợp Nhân Cơ. Nhu cầu quặng được huy động từ mỏ Nhân Cơ với sản lượng 27,357 triệu tấn QNK. (ii) Xây dựng mỏ mới cung cấp quặng cho dây chuyền sản xuất thứ 2, công

suất 1,2 triệu tấn Alumin/năm tại tổ hợp Nhân Cơ (đảm bảo tổng công suất 2 dây chuyền là 2,0 tr tấn Alumin/năm). Thời điểm khai thác (dự kiến) năm 2030. Nhu cầu quặng được huy động từ khu Gia Nghĩa với sản lượng 7,269 triệu tấn QNK.

* Giai đoạn 2031-2050

- Tỉnh Lâm Đồng: Mục tiêu duy trì sản xuất alumin công suất 2 triệu tấn/năm nên tại vùng Lâm đồng chỉ thực hiện duy trì công suất các mỏ Tây Tân Rai, Tân Rai và Bảo Lộc khai thác cung cấp quặng cho toàn bộ Nhà máy Alumin Tân Rai, Lâm Đồng với công suất 2 triệu tấn/năm.

- Tỉnh Đắk Nông: Mục tiêu phát triển từng bước, bền vững nâng sản lượng alumin đạt công suất 7 triệu tấn/năm. Định hướng khai thác chế biến alumina-nhôm tại vùng Đắk Nông như sau:

(i) Duy trì công suất mỏ Nhân Cơ, xây dựng mỏ mới Gia Nghĩa và Gia Nghĩa 2 cung cấp cho Nhà máy alumin Nhân Cơ công suất 2 triệu tấn/năm.

(ii) Xây dựng mỏ mới Bắc Gia Nghĩa, Đăksong và Tuy Đức khai thác quặng cung cấp cho nhà máy alumin Đắk Nông số 2 công suất 3 triệu tấn Alumin/năm.

(iii) Xây dựng mỏ mới "1-5", Quảng Sơn khai thác bauxit cung cấp cho nhà máy alumin số 3 công suất 1,5-2 triệu tấn/năm.

Chi tiết xem các bảng 9, 10, 11.

5.5. Định hướng công tác phát triển cơ sở hạ tầng và bảo vệ môi trường

- Định hướng cung cấp điện:

Giai đoạn đến năm 2025: Gia cường bổ sung hệ thống cung cấp điện hiện có đảm bảo cho các Nhà máy vận hành đạt công suất 0,8 triệu tấn alumin/năm.

Giai đoạn 2026-2030: Xây dựng mới hệ thống

Bảng 9. Định hướng kế hoạch khai thác bauxit

Đvt: 1000 tấn

TT	Mỏ	Năm khai thác	Đến 2025	2026-2030	2031-2050	Sau 2050	Tổng
1	Lâm Đồng	Quặng NK (độ ẩm 21,1%)	25.497	32.726	249.233	124.617	432.073
		Tinh quặng (độ ẩm 10%)	9.280	12.191	101.043	50.521	173.035
			3,18	3,12	3,08	3,18	3,11
			46,55	46,99	47,65	47,74	47,56
2	Đắk Nông	Quặng NK (độ ẩm 25,4%)	27.941	34.626	643.733	404.654	1.110.954
		Tinh quặng (độ ẩm 10%)	11.201	13.602	262.932	165.398	453.133
			3,23	3,29	3,41	3,48	3,42
			49,36	49,41	49,36	49,01	49,23

Bảng 10. Định hướng chiến lược phát triển công suất các nhà máy tuyển quặng bauxit

TT	Tên nhà máy	Công suất thiết kế quặng tinh độ ẩm 10%(tr.tấn/năm)				
		Năm 2020	Năm 2024	Năm 2030	Năm 2035	Sau 2035
I	Tỉnh Lâm Đồng	1,84	2,2	5,5	5,5	5,5
1	Nhà máy tuyển Tân Rai	1,84	2,2	2,2	2,2	2,2
2	Nhà máy tuyển số 2			3,3	3,3	3,3
II	Tỉnh Đắk Nông	1,76	2,1	5,3	13,3	18,3
1	Nhà máy tuyển Nhân Cơ	1,76	2,1	2,1	2,1	2,1
2	Nhà máy tuyển số 2			3,2	3,2	3,2
3	Nhà máy tuyển số 3				4,0	4,0
4	Nhà máy tuyển số 4				4,0	4,0
5	Nhà máy tuyển số 4					5,0
	Tổng cộng	3,6	4,3	10,8	18,8	23,8

Bảng 11. Định hướng chiến lược phát triển công suất các nhà máy nhôm

TT	Tên nhà máy	Công suất thiết kế (tấn nhôm/năm)				
		Năm 2020	Năm 2024	Năm 2030	Năm 2035	Sau 2035
I	Tỉnh Lâm Đồng	650.000	800.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
1	Nhà máy nhôm Tân Rai	650.000	800.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
II	Tỉnh Đắk Nông	650.000	800.000	2.000.000	5.000.000	7.000.000
1	Nhà máy nhôm Nhân Cơ	650.000	800.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
2	Nhà máy nhôm số 2				3.000.000	3.000.000
3	Nhà máy nhôm số 3					2.000.000
	Tổng cộng	1.300.000	1.600.000	4.000.000	7.000.000	9.000.000

cung cấp điện (trạm biến áp 110/6 kV gồm 2 máy biến áp công suất 25 MVA và phân xưởng nhiệt điện gồm 2 tổ hợp máy phát công suất 25 MVA) cung cấp điện cho từng Nhà máy nhôm Tân Rai và Nhân Cơ mở rộng lên 2,0 triệu tấn/năm.

Giai đoạn 2031-2050: Xây dựng mới hệ thống cung cấp điện cung cấp cho các tổ hợp nhôm Đắk Nông số 2 đạt công suất 3 triệu tấn nhôm/năm và số 3 đạt công suất 2 triệu tấn nhôm/năm.

- **Định hướng cung cấp nước:**

+ Tại khu vực Lâm đồng nước cấp cho khai thác, tuyển quặng bauxit và luyện nhôm được lấy từ hồ Cai Bàng.

+ Tại khu vực Đắk Nông nước cấp cho khai thác, tuyển quặng bauxit và luyện nhôm Nhân Cơ được lấy từ hồ Cầu Tư và Hồ Nhân Cơ. Khi xây dựng các tổ hợp nhôm số 2 và số 3 sẽ xây dựng các hồ chứa nước đảm bảo dự trữ cho sản

xuất nhôm khi có nhu cầu.

- **Định hướng tự động hóa:**

Giai đoạn đến năm 2025: (i) Cải tạo, nâng cấp thiết bị phần cứng, phần mềm HTĐK nhà máy tuyển nhằm đáp ứng TĐH các khâu công nghệ; (ii) Nghiên cứu, làm chủ và nâng cấp thiết bị phần cứng, phần mềm HTĐK cho các nhà máy luyện nhằm nâng cao mức độ TĐH các khâu công nghệ; (iii) Xây dựng hạ tầng thông tin tốc độ cao đồng bộ đáp ứng các nhu cầu truyền số liệu âm thanh, hình ảnh, dữ liệu của toàn nhà máy; Xây dựng trạm cục bộ mạng vòng bằng cáp quang chuẩn truyền thông công nghiệp Ethernet để giám sát, vận hành tập trung từ xa toàn bộ quá trình sản xuất của nhà máy tại phòng điều khiển trung tâm.

Giai đoạn 2026-2030: (i) Xây dựng một số trạm vận hành giám tối đa người trực hoặc không người trực nhằm tăng năng xuất lao động, giảm

giá thành sản phẩm; (ii) Xây dựng được một số công đoạn sản xuất tại các nhà máy theo mô hình áp dụng tự động hóa gắn với sản xuất thông minh nhằm tối ưu hóa quá trình sản xuất.

Tầm nhìn đến năm 2050: (i) Xây dựng được hệ thống tự động hóa kết nối đồng bộ các hệ thống, các khâu công nghệ với nhau theo mô hình kết nối vạn vật IOT; (ii) Xây dựng và quản lý vận hành các nhà máy tuyển, luyện thông minh và số hóa

- **Định hướng xây dựng và giao thông vận tải ngoài:**

Tiếp tục duy trì, bảo trì, sử dụng cơ sở hạ tầng, giao thông vận tải hiện có của các mỏ, nhà máy tuyển, nhà máy luyện đang sản xuất.

Đối với các mỏ mới, nhà máy tuyển, luyện mới đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng, giao thông vận tải như sau: vận chuyển QNK từ khai trường về nhà máy tuyển bằng hình thức kết hợp ô tô-băng tải.

Vận chuyển quặng tinh từ nhà máy tuyển bằng băng tải;

Phối hợp với Bộ Giao thông vận tải, chính quyền sở tại đầu tư, nâng cấp các tuyến đường và cảng biển phục vụ công tác tiêu thụ sản phẩm alumina.

5.6. Định hướng về vốn đầu tư, hiệu quả kinh tế xã hội

- **Vốn đầu tư:**

+ Nhu cầu vốn phục vụ thăm dò, nâng cấp trữ lượng các khu vực dự kiến khoảng 136,97 tỷ đồng.

+ Dự kiến tổng nhu cầu vốn để triển khai các dự án đầu tư mới, đầu tư cải tạo nâng công suất và đầu tư duy trì dự kiến 248.600 tỷ đồng: (i) Vốn đầu tư đã thực hiện+phê duyệt: 33.098 tỷ đồng; (ii) Vốn đầu tư xây dựng cơ bản mới là 147.423 tỷ đồng; (iii) Đầu tư duy trì là 55.523 tỷ đồng.

- **Giải pháp nguồn vốn đầu tư:** Đa dạng hóa các hình thức huy động vốn, vay vốn từ nguồn vốn tín dụng đầu tư phát triển của Nhà nước, vốn ODA, trái phiếu do doanh nghiệp phát hành; vay vốn của các ngân hàng thương mại, vốn liên doanh, liên kết và các nguồn vốn hợp pháp khác để đầu tư phát triển

- **Hiệu quả kinh tế - xã hội:** Khi thực hiện các dự án đầu tư và các dự án đầu tư mới, hiệu quả kinh tế đạt được như sau:

+ Tổng doanh thu: 743.117 tỷ đồng;

+ Chi phí sản xuất: 699.058 tỷ đồng;

+ Tổng lợi nhuận trước thuế: 44.059 tỷ đồng;

+ Tổng lợi nhuận sau thuế: 35.247 tỷ đồng;

+ Nộp ngân sách (bao gồm các khoản thuế,

phí, tiền cấp quyền khai thác khoáng sản...): 75.735 tỷ đồng.

+ Tạo việc làm lao động tại địa phương; nâng cao đời sống, phát triển dân trí; phát triển, hoàn thiện hệ thống giao thông, cơ sở hạ tầng trong khu vực, thúc đẩy sự phát triển của các ngành dịch vụ khác.

5.7. Công tác an toàn và bảo vệ môi trường

- Đẩy mạnh cải thiện điều kiện lao động và kiểm soát các nguy cơ rủi ro về an toàn, vệ sinh lao động tại nơi làm việc; giảm thiểu số vụ tai nạn lao động và sự cố do chủ quan gây nên;

- Nâng cao hiệu lực, hiệu quả đánh giá môi trường, bảo đảm quy hoạch, kế hoạch thực hiện dự án đầu tư đáp ứng các yêu cầu về bảo vệ môi trường từ khâu lập, phê duyệt và trong quá trình triển khai. Không nhập khẩu hoặc triển khai các dự án đầu tư mới sử dụng công nghệ lạc hậu, gây ô nhiễm môi trường, hiệu quả thấp.

- Khuyến khích sử dụng các công nghệ mới ở các nhà máy tuyển quặng bauxit, luyện nhôm có năng suất, hiệu suất cao, tiêu thụ năng lượng thấp.

5.8. Công tác đào tạo và phát triển nguồn nhân lực

- Đào tạo nâng cao chất lượng nguồn nhân lực hiện có, bổ sung cho những khâu còn thiếu, còn yếu nhằm nâng cao trình độ đáp ứng yêu cầu ngày càng cao về chất lượng sản phẩm, công nghệ mới trong quá trình hiện đại hoá, hội nhập quốc tế;

- Phát triển đội ngũ chuyên gia, nhà khoa học đầu ngành, chú trọng đội ngũ nhân lực kỹ thuật, nhân lực quản trị công nghệ, nhân lực quản lý, quản trị doanh nghiệp; nhân lực chất lượng cao đáp ứng yêu cầu của cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 và hội nhập quốc tế.

- Đào tạo đội ngũ cán bộ công nghệ và công nhân kỹ thuật cho luyện alumina và nhôm

- Bố trí sử dụng hợp lý đội ngũ cán bộ công nhân kỹ thuật; có cơ chế chính sách để động viên, khuyến khích kịp thời, phát huy năng lực sở trường sáng tạo nhằm trọng dụng nhân tài, thu hút nguồn nhân lực trong các lĩnh vực khai thác, chế biến alumina - nhôm.

- Ưu tiên phát triển nguồn nhân lực tại chỗ, nhằm từng bước nâng cao trình độ, kinh tế, đời sống văn hoá vùng miền nơi triển khai các dự án khai thác chế biến bauxit, alumina – nhôm.

- Chú trọng phát triển nguồn nhân lực về trình độ chuyên môn và quản lý đáp ứng yêu cầu sản

xuất kinh doanh và đảm bảo nguồn kế cận theo từng giai đoạn phát triển trong lĩnh vực khai thác chế biến bauxit của TKV

5.9. Công tác nghiên cứu, ứng dụng khoa học công nghệ

- Đầu tư nghiên cứu đổi mới và hiện đại hóa công nghệ khai thác chế biến alumina nhôm, nâng cao mức độ cơ giới hóa và tự động hóa nhằm nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm, an toàn lao động và bảo vệ môi trường.

- Nâng cao tiềm lực khoa học công nghệ của TKV trong lĩnh vực khai thác chế biến khoáng sản, tiếp nhận nghiên cứu chuyển giao công nghệ tiên tiến, chú trọng nâng cao hiệu suất, tiết kiệm năng lượng, đảm bảo an toàn, môi trường. Các định hướng cụ thể như sau:

+ Đối với các đơn vị sản xuất hiện hữu: Đẩy mạnh đổi mới, hiện đại hóa công nghệ khai thác, tuyển quặng bauxit và luyện alumina nhằm tận thu tài nguyên; giảm tiêu hao vật tư năng lượng, giảm thiểu ô nhiễm môi trường; nâng cao mức độ an toàn, năng suất, chất lượng; giảm giá thành sản phẩm và tăng năng lực cạnh tranh trên thị trường.

+ Đối với các cơ sở sản xuất đầu tư mới: Áp dụng ngay từ đầu công nghệ hiện đại thân thiện với môi trường

5.10. Hợp tác và hội nhập quốc tế

Hội nhập hợp tác sâu rộng và toàn diện với các đối tác truyền thống của TKV, đồng thời tìm kiếm các đối tác mới trên thế giới trong các lĩnh vực liên quan đến chế biến sâu alumina - nhôm, tìm kiếm cơ hội hợp tác đầu tư chế biến sâu, tiêu thụ các sản phẩm alumina, nhôm và các sản phẩm mới khác.

6. Kết luận

Tài nguyên khoáng sản bauxit của Việt Nam là rất lớn dự báo là 5,5 tỷ tấn (xếp thứ 3 trên thế giới) trong đó TKV đã thăm dò 80% tài nguyên khoáng

sản bauxit của cả nước. Nhu cầu nhôm trên thế giới tăng trung bình 2-3 triệu tấn/năm, giá nhôm tăng trung bình 4-5%/năm; nhu cầu tiêu thụ trong nước cũng tăng trung bình 5-7%/năm. Trong khi xu hướng thế giới không đầu tư xây dựng Nhà máy nhôm mới là cơ hội để Việt Nam đầu tư mở rộng nâng công suất sản xuất nhôm trong những năm tới đạt 8-10 triệu tấn/năm nhằm thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội vùng Tây Nguyên..

Tài liệu tham khảo:

- [1] Wood Mackenzie
- [2] Quyết định số 167/2007/QĐ-TTg ngày 01/11/2007 về việc: Phê duyệt phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến, sử dụng quặng bauxit giai đoạn 2007-2015, có xét đến năm 2025.
- [3] Kết luận của Bộ Chính trị tại thông báo số 245-TB/TW ngày 24/4/2009 về Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến sử dụng bauxit giai đoạn 2007-2015 có xét đến 2025 và triển khai một số dự án khai thác bauxit, sản xuất nhôm-nhôm tại khu vực Tây Nguyên.
- [4] Nghị quyết số 775/NQ-UBTVQH13 ngày 23/6/2014 về kết quả giám sát "Hiệu quả tổng kết về kinh tế-xã hội gắn với đảm bảo an ninh-quốc phòng của 02 dự án Tân Rai và Nhân Cơ do TKV làm chủ đầu tư.
- [5] Báo cáo của Bộ Công Thương trình Chính phủ về Tổng hợp tổng kết đánh giá thực hiện đầu tư thí điểm 2 Dự án khai thác bauxit và sản xuất nhôm Tân Rai và Nhân Cơ năm 2019.
- [6] Báo cáo đề xuất Dự án đầu tư cải tiến hiệu suất, nâng công suất Tổ hợp bauxit-nhôm Lâm Đồng và Nhân Cơ, Viện KHCN Mỏ-Vinacomin, năm 2021.
- [7] Báo cáo thực hiện các năm 2011-2020 và kế hoạch 2021-2025 của các đơn vị khoáng sản: Công ty TNHH MTV Nhôm Lâm Đồng, Công ty Nhôm Đắk Nông.

The strategy orientation for development of bauxite mineral of Vinacomin by 2030, vision to 2050

MSc. Nguyen Van Minh, Eng. Nguyen Van Hau, Eng. Bui Thi Dien
Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

The article evaluates the overall resource reserves, the strategy orientation of market development and the exploration, exploitation and processing of bauxite minerals of Vinacomin by 2030, with a vision to 2050.

LỰA CHỌN VÀ TỐI ƯU HÓA THÔNG SỐ PHẦN TỬ HẤP THỤ NĂNG LƯỢNG VỚI CẤU TRÚC MẠNG CHO VÍ CHỐNG THỦY LỰC CHỐNG XUNG KÍCH

Ths. Phạm Trung Hải

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

GS. TS. Xu Ping, GS. TS. Yu Yinghua

TS. Shen Jiaying

Trường ĐH Kỹ thuật Công trình Liêu Ninh

Biên tập: TS. Tạ Ngọc Hải

Tóm tắt:

Phần tử hấp thụ năng lượng (HTNL) sử dụng cấu trúc mạng vi phần tử được thiết kế sử dụng cho dàn chống thủy lực nhằm tăng khả năng hấp thụ năng lượng và nâng cao độ an toàn cho dàn chống. Phương pháp mô phỏng phần tử hữu hạn được sử dụng để nghiên cứu sự hấp thụ năng lượng và phản lực cụ thể của ba dạng vi phần tử điển hình, và dạng vi phần tử hình tháp được xác định là cấu trúc phù hợp nhất. Phương pháp quy hoạch thực nghiệm trực giao được sử dụng để phân tích nhằm khảo sát sự ảnh hưởng của các tham số kích thước tới khả năng hấp thụ năng lượng cũng như phản lực của kết cấu vi phần tử, từ đó xác định các giá trị tham số tối ưu. Qua phân tích mô phỏng, tổng năng lượng hấp thụ của thiết bị hấp thụ năng lượng mạng vi phần tử hình tháp có thông số cấu tạo tốt nhất là 1470kJ, lực đỡ là 4699,76kN, và phản lực tương đối ổn định. Nó chứng minh rằng thiết bị hấp thụ năng lượng mạng của cấu trúc hình tháp có khả năng hấp thụ năng lượng vượt trội và có thể cải thiện độ an toàn của dàn chống thủy lực HTNL.

1. Đặt vấn đề

Nổ đá (còn gọi là “cú đấm mỏ” [1]), khi xảy ra, một năng lượng cực lớn sẽ được giải phóng và tác động vào các đường lò khiến cho tải trọng tác động lên các thiết bị chống giữ tăng lên một cách nhanh chóng. Với sự phát triển của công nghiệp khai thác than hầm lò, các lò khai thác than xuống sâu hơn, dẫn đến nguy cơ xảy ra nổ đá ngày một tăng, đồng thời mức độ thiệt hại khi xảy ra cũng sẽ lớn hơn. Với tình hình đó, nhiều nghiên cứu đã được tiến hành nhằm đưa ra những giải pháp để tăng mức độ an toàn, đối phó với những tình huống xảy ra nổ đá. Một trong những nghiên cứu đó là làm cho các thiết bị chống có khả năng hấp thụ năng lượng, chống va đập bằng cách trang bị bộ xung bộ hấp thụ năng lượng (HTNL) - còn gọi là bộ giảm chấn.

Cho tới nay đã có rất nhiều nghiên cứu về bộ HTNL được tiến hành và nhiều kết quả nghiên cứu đã được thử nghiệm cũng như áp dụng vào thực tiễn. Tuy nhiên vẫn tồn tại những vấn đề như khả năng chống va đập và hấp thụ năng lượng cần được cải thiện, phản lực trong quá trình biến dạng hấp thụ năng lượng có dao động lớn. Trong [2] đã

giới thiệu về kết cấu các bộ HTNL, tuy nhiên, phần tử HTNL của các bộ HTNL này có cấu trúc đơn giản như sử dụng ống lượn sóng, ống nếp gấp, có các gân (chữ I, Y, chữ thập, ...)

Để nâng cao tính năng kỹ thuật của bộ HTNL, cần phải nghiên cứu các cấu trúc mới cho phần tử HTNL. Bài báo giới thiệu các phần tử HTNL có cấu trúc mô phỏng mạng tinh thể vật liệu (cấu trúc mạng vi phần tử), kết quả tối ưu hóa các thông số của chúng.

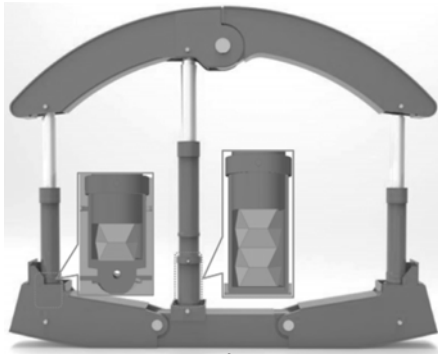
2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Kết cấu và bố trí bộ hấp thụ năng lượng

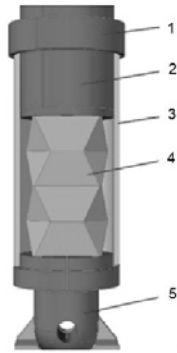
Bộ HTNL thường được lắp đặt dưới chân cột chống thủy lực như trên Hình 1.

Ở điều kiện làm việc bình thường, phần tử HTNL đảm bảo đủ cứng vững để chịu tải trọng truyền đến từ đầu cột chống. Khi tải trọng vượt quá tải trọng làm việc đến một giá trị nhất định, cột chống nén phần tử HTNL biến dạng xẹp xuống. Quá trình biến dạng của phần tử HTNL sẽ hấp thụ bớt năng lượng từ vụ nổ đá, đồng thời tạo thời gian cho van an toàn trên thân cột chống kịp thời mở để xả bớt áp lực cho cột chống.

2.2. Lựa chọn cấu trúc phần tử hấp thụ



a)



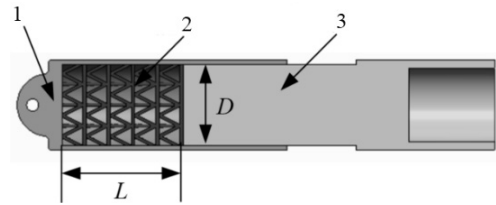
b)

a) Vị trí lắp bộ hấp thụ năng lượng; b) Kết cấu bộ hấp thụ năng lượng: 1. Vòng tăng cứng; 2. Đầu cột chống; 3. Ống dẫn hướng; 4. Phần tử hấp thụ năng lượng loại ống nếp gấp; 5. Đầu liên kết

Hình 1. Bố trí và kết cấu bộ hấp thụ năng lượng

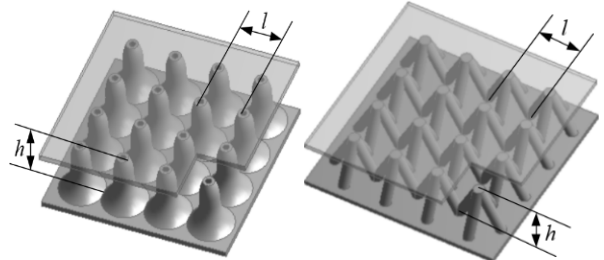
năng lượng
Tính chất của nhiều vật liệu quyết định bởi cấu trúc mạng tinh thể (kim loại, quặng, ...). Để nâng cao tính năng HTNL của phần tử HTNL, cần thiết kế phần tử HTNL tạo thành từ nhiều vi phần tử HTNL được bố trí mô phỏng cấu trúc mạng tinh thể. Mạng cấu trúc này khác với mạng cấu trúc thông thường ở chỗ nó có các lỗ rỗng hoặc khoang được sắp xếp lặp lại theo chu kỳ [3,4]. Các vi phần tử có nhiều dạng: hình nón rỗng, hình tháp, hình chữ X và các cấu trúc khác [5], như trong Hình 2, Hình 3.

Để xác định cấu trúc mạng tối ưu cho phần tử HTNL, tiến hành nghiên cứu các đặc tính cơ học khi chịu nén của 3 dạng vi phần tử cơ bản là: hình chóp, hình chữ X và hình tháp. Để so sánh, giả sử chiều cao h của mỗi vi phần tử và khoảng cách giữa các vi phần tử l trong Hình 1 đều là 20mm., Kích thước các vi phần tử như sau: vi phần tử hình chóp (Hình 3a)- chiều dày thành hình chóp là 1mm; vi phần tử hình tháp (Hình 3b)- đường



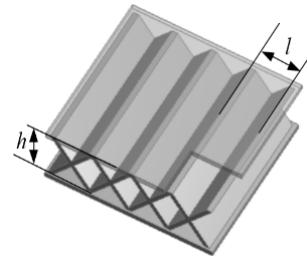
1. Đế; 2. Phần tử hấp thụ năng lượng; 3. Chân cột chống thủy lực

Hình 2. Bộ hấp thụ năng lượng với phần tử hấp thụ năng lượng có cấu trúc mạng



a)

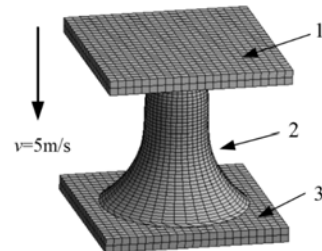
b)



c)

a) Dạng hình chóp; b) Dạng hình tháp; c) Dạng hình chữ X

Hình 3. Bố trí vi phần tử hấp thụ năng lượng

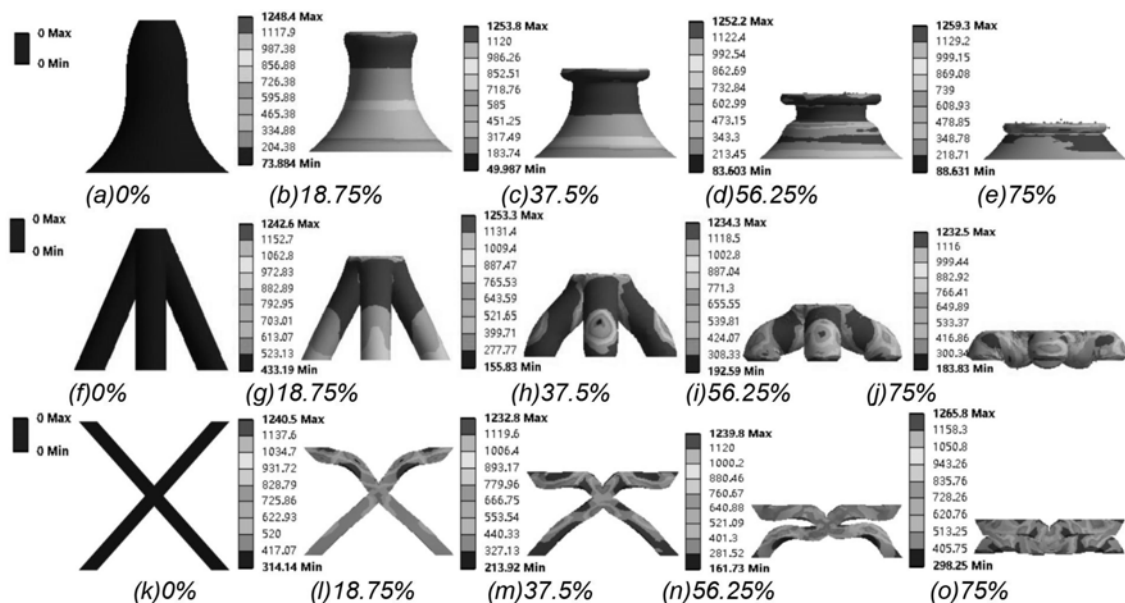


1-Tấm nén; 2-Vi phần tử; 3-Tấm đế

Hình 4. Kiểm nghiệm nén vi phần tử

kính thanh tròn 5mm; vi phần tử chữ X (Hình 3c)- tấm dày 2mm. Sử dụng phần mềm thiết kế 3D tính được khối lượng của các vi phần tử: hình chóp là 5,25g, hình tháp là 10,7g và hình X là 17,1g.

Lấy phần tử HTNL của vi chống thủy lực chống xung kích ZHDF4150 / 31/40 làm đối tượng nghiên cứu. Lực chống làm việc của cột chống



Hình 5. Kết quả mô phỏng nén 3 dạng-vi phần tử hấp thụ năng lượng

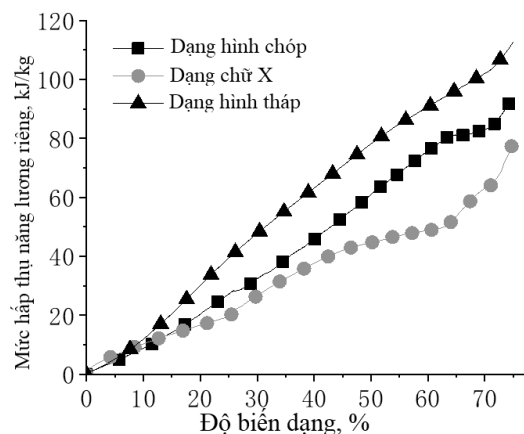
$F_r=4150\text{kN}$, đường kính trong xi lanh của cột thủy lực $D = 230\text{mm}$, và chiều dài tối đa của thiết bị hấp thụ năng lượng $L = 350\text{mm}$.

Sử dụng phần mềm ANSYS Workbench để mô phỏng và phân tích quá trình nén vi phần tử. Thân vi phần tử được gán vật liệu thép Steel 4340 trong thư viện vật liệu phần mềm. Theo [6], khi xảy ra nổ đá, vận tốc va đập của đá là $0,1\sim 5\text{m/s}$, do đó, cài đặt tốc độ nén của tấm nén là 5m/s , chân vi phần tử được tiếp xúc với tấm đế, được thiết lập là gờ cố định. Cả tấm nén và tấm đế được thiết lập có độ cứng tuyệt đối. (Hình 4). Lần lượt tiến hành nén vi phần tử cho đến khi các vi phần tử bị biến dạng bằng 75% chiều cao ban đầu. Quá trình biến dạng của 3 dạng vi phần tử thể hiện ở Hình 5.

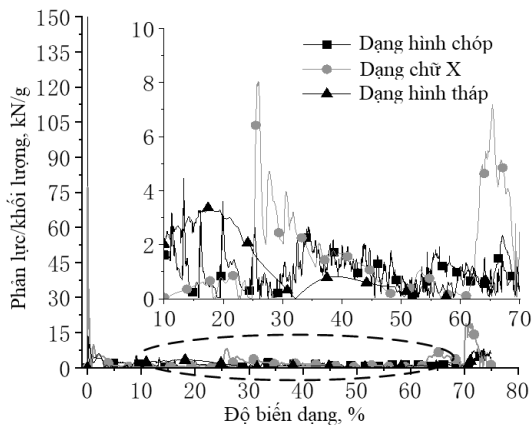
Từ Hình 5 ta thấy, khi bắt đầu nén, đỉnh nón bị biến dạng dẹt xuống và nở rộng đường kính, năng lượng được hấp thụ bởi sự giãn nở đường kính và vênh bên trong của vật liệu. Khi tiếp tục nén đến một mức độ nhất định, vị trí giữa của thân vi phần tử bắt đầu biến dạng và cuối cùng bị tụt vào bên trong (hình (d)). Biến dạng của thân vi phần tử hình tháp chủ yếu là biến dạng cong vênh hình sóng sin của bốn chân trụ. Đối với vi phần tử hình chữ X biến dạng ban đầu chủ yếu ở 2 cánh phía trên, khi 2 cánh trên biến dạng trở nên nằm ngang (hình (m)), thì cánh dưới tế bào mới bắt đầu biến dạng cho đến khi nén chặt (hình (o)).

Trích xuất dữ liệu năng lượng biến dạng của từng dạng vi phần tử khi bị nén và chia nó cho

khối lượng bản thân vi phần tử tương ứng thu được mức hấp thụ năng lượng riêng. Mức hấp thụ năng lượng riêng có thể phản ánh mức hấp thụ năng lượng trên một đơn vị khối lượng của các loại vi phần tử khác nhau. Kết quả được hiển thị trong Hình 6. Qua Hình 6 có thể thấy rằng: khi tỷ số nén của ba dạng vi phần tử là 10% thì sự chênh lệch về độ hấp thụ năng lượng riêng là nhỏ, nhưng khi tỷ số nén vượt quá 10% thì độ hấp thụ năng lượng riêng của vi phần tử hình tháp tăng lên nhanh chóng và lớn nhất trong 3 dạng vi phần tử. Do đó có thể xác định được cấu trúc hình tháp có khả năng hấp thụ năng lượng tốt hơn so với hai cấu trúc còn lại.



Hình 6. So sánh về năng lượng hấp thụ



Hình 7. So sánh về phản lực

Phần tử HTNL không chỉ cần có khả năng hấp thụ năng lượng tốt mà còn phải có phản lực ổn định và phù hợp, nếu phản lực quá lớn sẽ khó đạt được hiệu quả hấp thụ năng lượng, dễ gây hư hỏng các liên kết yếu của vi chống. Nếu phản lực quá nhỏ sẽ không hấp thụ được nhiều năng lượng, không phát huy được tác dụng giảm chấn. Vì vậy, việc nghiên cứu phản lực của các dạng vi phần tử khác nhau là rất cần thiết. Trên cơ sở kết quả phân tích mô phỏng nén ở trên, các đường cong thể hiện độ biến thiên phản lực của ba dạng vi phần tử trong quá trình nén được thể hiện trong Hình 7. Từ hình vẽ có thể thấy rằng, trong quá trình nén ban đầu, phản lực tăng nhanh và sau đó giảm nhanh. Nhưng đối với vi phần tử hình chữ X, trong quá trình nén phản lực có sự dao động lớn. Điều này có tác động bất lợi lớn đến các cấu trúc khác của vi chống. Phản lực của vi phần tử hình nón và vi phần tử hình tháp thay đổi tương đối thuận lợi, và đủ lớn để làm tiêu tán bớt năng lượng từ vụ nổ đá.

Tổng hợp lại cho thấy, sự hấp thụ năng lượng riêng của vi phần tử hình tháp là lớn nhất, phản lực đủ lớn và ổn định. Do đó, cấu trúc vi phần tử hình tháp được chọn làm cấu trúc vi phần tử chế tạo phần tử HTNL của vi chống thủy lực chống xung kích.

1.3. Tối ưu hóa tham số phần tử hấp thụ năng lượng với cấu trúc mạng các vi phần tử

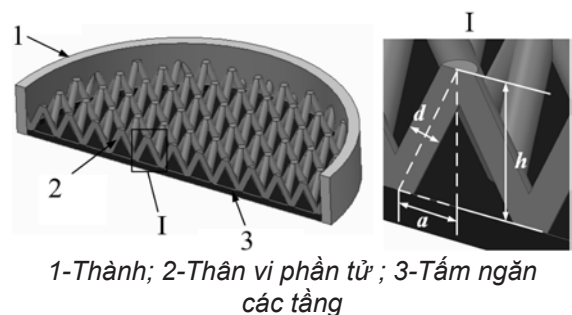
Nhóm nghiên cứu đã sử dụng quy hoạch thực nghiệm trực giao trong nghiên cứu ảnh hưởng của các tham số cấu trúc vi phần tử hình tháp đến sự hấp thụ năng lượng và phản lực, từ đó tìm ra tham số tối ưu cho phần tử HTNL. Phần tử HTNL bao gồm nhiều tầng, mỗi tầng bố trí nhiều vi phần tử và được đặt dưới chân cột thủy lực. Cấu trúc 1

tầng phần tử HTNL được thể hiện trong Hình 8a. Ngăn cách giữa các tầng là một lớp kim loại. Các tham số cấu trúc của vi phần tử: chiều cao thân h , chiều rộng chân a , đường kính chân d được thể hiện như trong Hình 8 b. Vì không gian để lắp đặt phần tử HTNL dưới chân cột thủy lực bị hạn chế, như trong Hình 1, $D = 230\text{mm}$, và chiều dài giới hạn của L là 350mm . Khi a lớn hơn, số lượng vi phần tử hình tháp trong một phần tử sẽ ít đi, và khi h lớn hơn sẽ khiến số lượng tầng bị giảm đi. Do đó, các biến a và h không thể lớn vô hạn. Vì lý do này, phạm vi nghiên cứu của ba yếu tố (h , a , d) được đặt lần lượt là $10 \sim 90\text{mm}$, $10 \sim 50\text{mm}$ và $4 \sim 8\text{mm}$. Ba yếu tố được chia thành 5 cấp độ và phương pháp phân chia cụ thể được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Các tham số kết cấu vi phần tử

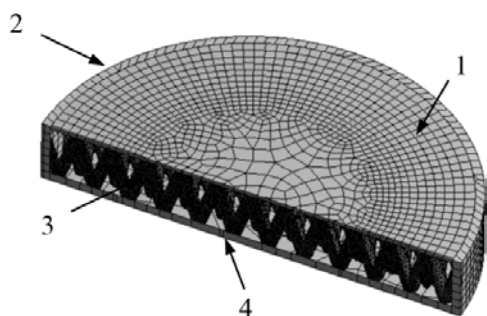
Tên	K1	K2	K3	K4	K5
h/mm	10	30	50	70	90
a/mm	10	20	30	40	50
d/mm	4	5	6	7	8

Nghiên cứu này xem xét hai chỉ số hấp thụ năng lượng và phản lực. Theo quy hoạch thực nghiệm trực giao, các mẫu (phương án phối hợp thông số) nghiên cứu của quy hoạch thực nghiệm trực giao được thể hiện trong Bảng 2. Bởi vì việc phân tích mô phỏng mất rất nhiều thời gian và vì mỗi tầng của phần tử HTNL có cấu trúc giống nhau, nên để nâng cao hiệu quả mô phỏng, chỉ nghiên cứu sự hấp thụ năng lượng và phản lực của một tầng phần tử HTNL, sau đó sẽ đem lượng năng lượng hấp thụ được của 01 tầng nhân với số tầng sẽ thu được tổng mức hấp thụ năng lượng của phần tử HTNL.



Hình 8. Kết cấu 1 tầng phần tử HTNL

Sử dụng phần mềm Creo2.0 để thiết lập mô hình 3D một tầng của phần tử HTNL và nhập nó vào mô-đun Explicit Dynamics của ANSYS Workbench. Sử dụng mô-đun Explicit Dynamics



1. Tấm nén; 2. Thành; 3. Vi phần tử; 4. Tấm ngăn các tầng

Hình 9. Mô hình phân tích 3 D kết cấu 1 tầng phần tử hấp thụ năng lượng

để phân tích các đặc điểm HTNL của phần tử HTNL tại mỗi điểm mẫu. Trong quá trình phân tích, thiết lập vật liệu của các thành phần của phần tử HTNL đều là thép Steel 4340, tấm nén và tấm để được thiết lập có độ cứng tuyệt đối. Đặt kích thước thành và tấm ngăn các tầng của phần tử HTNL 2mm và các thông số còn lại được thiết lập lần lượt tương ứng như trong Bảng 2. Mô hình xây dựng xong có tổng cộng 124789 nút và 508598 đơn vị, như thể hiện trong Hình 9. Đặt tiếp xúc giữa phần tử HTNL với các tấm ngăn là tiếp xúc liên kết. Tiếp xúc giữa phần tử với thành, giữa tấm nén và tấm ngăn là tiếp xúc ma sát và có hệ số ma sát 0,1. Tốc độ nén được áp dụng cho tấm nén là

Bảng 2. Tổ hợp tham số và kết quả mô phỏng

TT	Cấp độ của h	Cấp độ của a	Cấp độ của d	Năng lượng hấp thụ, kJ	Phản lực, kN
1	5	1	2	896.8	26116.0
2	3	3	5	189.1	4114.2
3	1	2	4	137.6	4330.1
4	4	2	1	233.6	3599.4
5	5	2	5	751.0	18548.5
6	4	1	3	960.0	26212.4
7	3	1	4	766.7	28276.0
8	5	4	1	261.3	1262.3
9	3	4	3	78.5	1488.3
10	3	5	1	145.7	1287.7
11	1	4	5	100.6	9913.8
12	4	4	2	87.9	1607.4
13	1	5	3	38.5	1560.6
14	2	5	2	12.4	508.5
15	4	5	5	163.1	2632.2
16	4	3	4	267.3	4525.1
17	5	3	3	217.3	4598.8
18	2	4	4	106.6	1474.9
19	2	3	1	111.1	514.1
20	5	5	4	226.8	3259.7
21	2	1	5	496.3	28670.9
22	1	3	2	14.8	321.8
23	1	1	1	152.6	3617.1
24	2	2	3	197.4	3040.1
25	3	2	2	293.8	5027.3

Bảng 3. Bình quân hấp thụ năng lượng từng cấp độ và sai lệch lớn nhất ứng với từng tham số

	h	a	d
K_1	88.82	654.48	180.86
K_2	184.76	322.68	261.14
K_3	294.76	159.92	298.34
K_4	342.38	126.98	301.00
K_5	470.64	117.30	340.02
Sai lệch lớn nhất	381.82	537.18	159.16

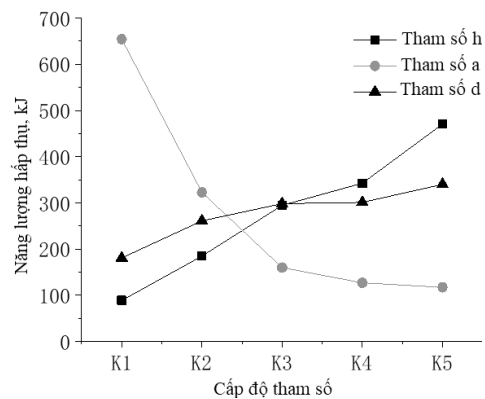
5m/s, mặt dưới của phần tử HTNL được gán giới cố định. Kết quả tính toán của mỗi mẫu được thể hiện trong Bảng 2.

Dựa vào Bảng 2, tiến hành phân tích mức độ ảnh hưởng của từng tham số đến các chỉ tiêu kiểm tra, kết quả phân tích được thể hiện trong Bảng 3 và Bảng 4. Từ sự chênh lệch cực đại giá trị các chỉ tiêu ứng với từng tham số của hai bảng, có thể thấy rằng, yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất đến sự hấp thụ năng lượng là chiều rộng chân a của thân vi phần tử, chiều cao h của thân vi phần tử có tác dụng thứ hai và đường kính chân d có ảnh hưởng nhỏ nhất. Các yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất đến lực chống đỡ là chiều rộng chân a . Đường kính chân d và chiều cao h của thân vi phần tử có ảnh hưởng ít hơn. Có thể thấy rằng việc lựa chọn chiều rộng chân vi phần tử phù hợp a là yếu tố then chốt trong việc thiết kế phần tử HTNL với cấu trúc mạng các vi phần tử.

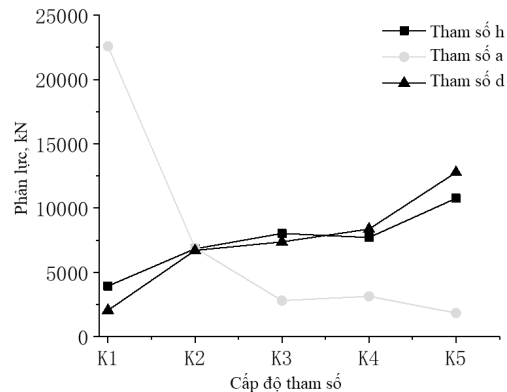
Để xác định sự kết hợp tốt nhất của các yếu tố khác nhau, quy luật phân bố từng cấp độ của từng tham số được vẽ bằng phương pháp đồ thị như trong Hình 10 và Hình 11. Trên Hình 10 có thể thấy rằng thiết kế tối ưu theo quan điểm nâng cao khả năng hấp thụ năng lượng của thiết bị là $h5a1d5$, nghĩa là tham số h lấy giá trị cấp độ 5 ($h=90\text{mm}$); tham số a lấy giá trị cấp độ 1 ($a=10\text{mm}$); tham số d lấy giá trị cấp độ 5 ($d=8\text{mm}$). Tuy nhiên, xét rằng lực chống làm việc của cột chống là $F_r = 4150\text{kN}$ thì lực đỡ của thiết bị HTNL tối thiểu phải lớn hơn 4150kN , nhưng cũng không được quá lớn (nếu quá lớn các chi tiết của vi chống sẽ hỏng trước khi bộ HTNL phát huy tác dụng giảm chấn). Lực đỡ của bộ HTNL tốt nhất nằm trong phạm vi $1.2F_r < F_p < 1.4F_r$. Căn cứ Hình 10 và Hình 11, có thể xác định được ba phương án sơ bộ, kích thước cụ thể được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 4. Bình quân phản lực từng cấp độ và sai lệch lớn nhất ứng với từng tham số

	h	a	d
K_1	3948.68	22578.48	2056.12
K_2	6841.70	6909.08	6716.20
K_3	8038.70	2814.80	7380.04
K_4	7715.30	3149.34	8373.16
K_5	10757.06	1849.74	12775.92
Sai lệch lớn nhất	6808.38	20728.74	10719.80



Hình 10. Quy luật ảnh hưởng của các tham số đến mức hấp thụ năng lượng

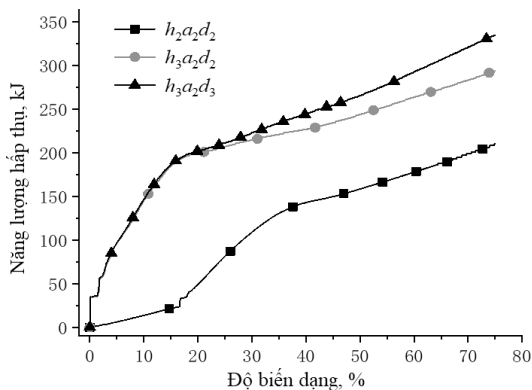


Hình 11. Quy luật ảnh hưởng của các tham số đến phản lực

Bảng 5. Các phương án lựa chọn lựa chọn sơ bộ

Tên	h (mm)	a (mm)	d (mm)
PA1 : $h_2a_2d_2$	30	20	5
PA2 : $h_3a_2d_2$	50	20	5
PA3 : $h_3a_2d_3$	50	20	6

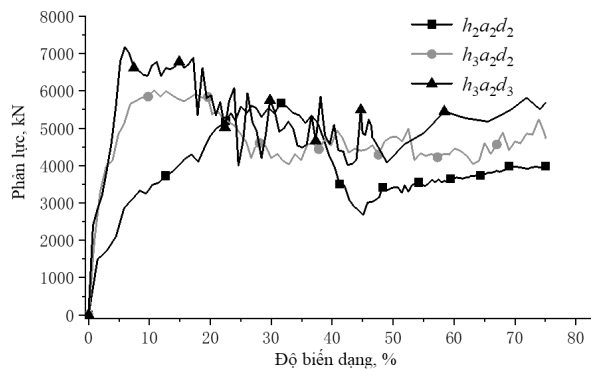
Căn cứ số liệu Bảng 5, tiến hành phân tích sự biến dạng của 3 phương án một lần nữa. Đường cong hấp thụ năng lượng thu được của các phương án như thể hiện trong Hình 12. Mức hấp thụ năng lượng cực đại của phương án h2a2d2 là 210kJ, mức hấp thụ năng lượng lớn nhất của phương án h3a2d2 là 294kJ và mức hấp thụ năng lượng cực đại của phương án h3a2d3 là 335kJ. Các thay đổi của lược đồ h3a2d2 và h3a2d3 về cơ bản giống nhau khi độ biến dạng nhỏ hơn hoặc bằng 20%. Khi tiếp tục tăng mức độ biến dạng thì sự hấp thụ năng lượng của h3a2d3 tăng mạnh.



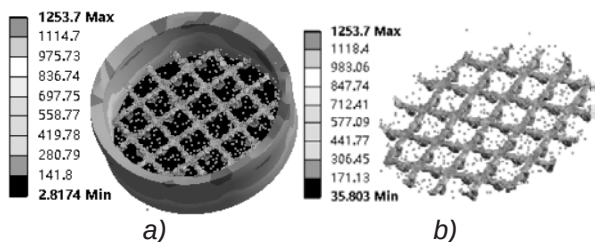
Hình 12. Đường cong năng lượng hấp thụ của các phương án

Các đường cong phản lực của các phương án được thể hiện trong Hình 13. Từ hình vẽ, có thể thấy rằng phản lực của phương án h3a2d3 là lớn nhất, tiếp theo là h3a2d2 và h2a2d2 là nhỏ nhất. Khi độ biến dạng đạt khoảng 35%, sự dao động của phản lực phương án h3a2d2 giảm nhanh và sự biến thiên trong giai đoạn sau của quá trình biến dạng là tương đối ổn định. Đối với phương án h2a2d2, khi độ biến dạng đạt khoảng 45%, dao động của phản lực giảm nhanh chóng và giá trị phản lực tăng lên xấp xỉ tuyến tính. Giá trị phản lực phương án h3a2d3 trong suốt quá trình nén đều dao động rất lớn. Giá trị phản lực bình quân của phương án h2a2d2 là 3881,01 kN, của h3a2d2 là 4699,76 kN và của h3a2d3 là 5251,54kN. Mặc dù sự hấp thụ năng lượng của phương án h3a2d3 là lớn nhất nhưng phản lực dao động quá lớn, đồng thời giá trị cực đại của phản lực có lúc đạt rất cao (~7000 kN), khó biến dạng để kịp thời hấp thụ năng lượng và có thể gây hư hỏng các cấu trúc khác của thiết bị chống giữ. Do đó h3a2d2 được xác định là giải pháp tốt nhất.

Biểu đồ phân bố ứng suất của phương án



Hình 13. Biến thiên của phản lực theo độ biến dạng



a – Phân bố ứng suất trên 1 tầng phần tử HTNL;
b- Ứng suất trên mạng cấu trúc

Hình 14. Phân bố ứng suất theo phương án h3a2d2

h3a2d2 được thể hiện trong Hình 14. Theo hình vẽ, có thể thấy rằng thành của phần tử HTNL cũng bị biến dạng và có ứng suất khi phần tử HTNL bị nén, và ứng suất tối đa là 1253,7 MPa.

Chiều cao của vi phần tử HTNL của phương án h3a2d2 là 50mm và tấm ngăn giữa các tầng (như trong Hình 9) dày 10mm. Do đó, tổng chiều cao của phần tử HTNL một lớp là 60mm, xem xét phần tử HTNL có chiều dài lắp đặt tối đa L là 350mm, do đó có thể lắp đặt 5 tầng vi phần tử HTNL bên trong. Vì mỗi lớp vi phần tử HTNL có cấu trúc và thông số giống nhau nên lượng hấp thụ năng lượng cũng là như nhau, do đó mức hấp thụ năng lượng của phần tử HTNL là $294 \times 5 = 1470\text{kJ}$, tức là lớn hơn khoảng 2 ~ 4 lần mức hấp thụ năng lượng của phần tử HTNL hiện có [7], do đó phần tử HTNL với cấu trúc mạng vi phần tử có khả năng hấp thụ năng lượng cao và có thể chống lại tác động của năng lượng vụ nổ đá lớn hơn. Nó có thể nâng cao độ an toàn của thiết bị chống giữ.

3. Kết luận

1. Phân tích hiệu suất hấp thụ năng lượng khi biến dạng của vi phần tử hình nón, hình tháp và hình X-cho thấy, hấp thụ năng lượng riêng của vi

phần tử hình tháp là lớn nhất và đường cong giá trị phản lực tương đối ổn định. Vì phần tử hình tháp được xác định là cấu trúc phù hợp nhất cho phần tử hấp thụ năng lượng với cấu trúc mạng vi phần tử.

2. Qua áp dụng quy hoạch thực nghiệm trực giao để nghiên cứu sự hấp thụ năng lượng của phần tử hấp thụ năng lượng với cấu trúc mạng vi phần tử hình tháp, cho thấy, bề rộng chân a có ảnh hưởng lớn nhất đến sự hấp thụ năng lượng và phản lực.

3. Thông số hình học tối ưu của vi phần tử là phương án h3a2d2, nghĩa là chiều cao thân $h=50\text{mm}$, chiều rộng $a = 20\text{mm}$ và đường kính chân $d = 5\text{mm}$. Tổng năng lượng hấp thụ của phần tử hấp thụ năng lượng với cấu trúc mạng vi phần tử 5 tầng là 1470kJ , gấp khoảng 2 ~ 4 lần mức hấp thụ năng lượng của phần tử hấp thụ năng lượng hiện tại, và lực cản bình quân là $4699,76\text{ kN}$. Điều này chứng tỏ phần tử hấp thụ năng lượng với cấu trúc mạng vi phần tử có khả năng hấp thụ năng lượng rất tốt và có thể tăng tính an toàn cho thiết bị chống giữ khi được áp dụng.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đức. *Cơ học*

đã ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và mỏ. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội-2005.

[2]. Phạm Trung Hải, Xu Ping, Yu Yinghua, Shen Jiaying, *Áp dụng bộ hấp thụ năng lượng cho vi chống dưng trong mỏ than hầm lò để nâng cao an toàn trong khi sử dụng*. Tạp chí Công nghiệp mỏ số 2-2021, Hà Nội, tr.42-tr.49.

[3]. Chen Xueyan, Moughames Johnny, Ji Qingxiang et al, *Optimal isotropic, reusable truss lattice material with near-zero Poisson's ratio*[J]. Extreme Mechanics Letters, 2020, 41.

[4]. 元昌, 郝鹏程, 舒剑, 等. 金字塔型点阵材料夹芯板抗爆性能仿真与优化[J]. 振动与冲击, 2019, 38(16):245-252.

[5]. 刘培生. 多孔金属格子材料(点阵材料)的制造方法[J]. 稀有金属材料与工程, 2007(S3):535-538.

[6]. 潘一山, 肖永惠, 李国臻. 巷道防冲液压支架研究及应用[J]. 煤炭学报, 2020, 45(01):90-99.

[7]. 马箫, 潘一山, 张建卓, 等. 防冲支架的核心吸能构件设计与吸能性能研究[J]. 煤炭学报, 2018, 43(04):1171-1178.

Selection and optimization of energy-absorbent particle parameters with network structure for resistance of hydraulic resistant

MSc. Pham Trung Hai - Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Dr. Xu Ping, Dr. Yu Yinghua, Prof. Shen Jiaying - Liaoning Technical University – China

Abstract:

The energy-absorbing element uses a micro-element network structure designed to be used for hydraulic shield supports to increase the energy absorption and improve the safety of the shield supports. The finite element simulation method was used to study the specific energy and reaction absorptions of three typical micro particle forms, and the pyramidal micro particle form, which was determined to be the most suitable structure. The orthogonal experimental planning method is used for the analysis to investigate the influence of the size parameters on the energy absorption capacity as well as the reaction of the micro-element structure, thereby determining the optimal parameter value. Through simulation analysis, the total absorbed energy of the pyramidal microelement lattice energy absorber with the best structural parameters is 1470kJ , the supporting force is 4699.76kN , and the reaction force is relatively stable. It proves that the network energy absorber of the pyramidal structure has the outstanding energy absorption and can improve the safety of the HTNL hydraulic shield supports.

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ MẠCH PHÁT HIỆN PHA CHẠM ĐẤT NHẢM NÂNG CAO ĐỘ TIN CẬY CUNG CẤP ĐIỆN MẠNG 6kV MỎ LỘ THIÊN VÙNG QUẢNG NINH

ThS. Trần Quốc Hoàn

Trường Cao đẳng Công nghiệp và Thương mại

PGS. TS. Nguyễn Anh Nghĩa, TS. Hồ Việt Bun

Trường Đại học Mở- Địa chất

Biên tập: TS. Đào Đức Tạo

Tóm tắt:

Thiết bị nối ngắn mạch pha sự cố khi xảy ra chạm đất chập chờn có thể nâng cao độ tin cậy cung cấp điện, làm giảm số lần ngắt sự cố đường dây, tăng điện áp dư trên thanh cái trạm phân phối, giảm điện áp quá độ và quá áp ở các pha không sự cố, đảm bảo cho cách điện bền vững, không bị phá hủy và làm giảm dòng sự cố. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế mạch phát hiện pha chạm đất theo nguyên lý hiệu trị tuyệt đối của pha vượt trước và pha sự cố. Kết quả mô phỏng cho thấy mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha sự cố đảm bảo tác động nhanh, nhạy và tin cậy.

1. Mở đầu

Sự cố chạm đất một pha là dạng hư hỏng chủ yếu xảy ra ở các mạng điện mỏ 6kV vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh, thường chiếm 70%÷80% tổng số các sự cố xảy ra trong mạng điện. Các số liệu thống kê cho thấy, ở các mỏ khai thác lộ thiên, tần suất xảy ra sự cố chạm đất một pha lưới 6kV dao động trong khoảng 60-70 lần/tháng, nghĩa là khoảng 700÷800 lần/năm.

Khi xảy ra sự cố chạm đất một pha trên lưới điện sẽ xuất hiện hiện tượng quá độ và quá điện áp ở các pha không bị sự cố, ảnh hưởng lớn đến chất lượng điện năng cũng như độ tin cậy cung cấp điện, gây ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng làm việc và tuổi thọ của các thiết bị điện, đồng thời gây mất đối xứng lưới điện [1][5].

Thiết bị nối ngắn mạch pha sự cố khi xảy ra chạm đất chập chờn và có thể tự khắc phục, nâng cao độ tin cậy cung cấp điện, làm giảm số lần ngắt sự cố đường dây, tăng điện áp dư trên thanh cái trạm phân phối, giảm điện áp quá độ và quá áp ở các pha không sự cố, đảm bảo cho cách điện bền vững, không bị phá hủy và làm giảm dòng sự cố [3][4].

Nghiên cứu lựa chọn nguyên lý xác định pha chạm đất làm cơ sở thiết kế và mô phỏng mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha sự cố đảm bảo tác động nhanh, nhạy và tin cậy là rất cần thiết.

2. Nội dung và kết quả nghiên cứu

2.1. Các nguyên lý xây dựng thiết bị xác định pha sự cố [2]

Các nguyên lý xác định pha chạm đất mạng 6kV có thể được phân loại như sau:

- Theo sự giảm điện áp pha sự cố (trong khi điện áp hai pha không bị sự cố tăng);
- Theo góc lệch pha giữa điện áp pha sự cố và điện áp thứ tự không;
- Theo hiệu số trị tuyệt đối giữa hai đại lượng điện, một là điện áp pha vượt trước, thành phần còn lại là tổ hợp điện áp của pha sự cố pha chậm sau và điện áp thứ tự không;
- Theo hiệu trị tuyệt đối của pha vượt trước và pha sự cố.

Phân tích các nguyên lý như đã nêu ở trên có thể nhận thấy rằng, nguyên lý a) có nhược điểm là độ nhạy không cao ($1+2k\Omega$ /pha trong mạng có $C=1\mu F$); Nguyên lý b và c cho phép lựa chọn pha sự cố với độ nhạy cao hơn nhưng có cấu trúc phức tạp; Nguyên lý d có cấu trúc đơn giản hơn với số phần tử ít nhất mà vẫn đảm bảo độ nhạy cao. Nội dung của nguyên lý d như sau:

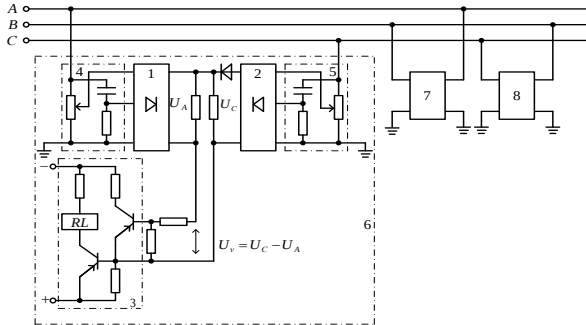
$$U_V(A) = |U_C| - |U_A| \quad (1)$$

$$U_V(B) = |U_A| - |U_B| \quad (2)$$

$$U_V(C) = |U_B| - |U_C| \quad (3)$$

Trên hình 1 là sơ đồ khối của thiết bị thực hiện theo các biểu thức (1), (2), (3). Thiết bị bao gồm

cầu chỉnh lưu 1, 2; khuếch đại một chiều 3 có chứa role RL và các bộ tách pha 4,5 tách thành 3 điện áp lệch pha nằm trong khối 6. Các khối 7,8 cũng tương tự.



Hình 1. Sơ đồ khối thiết bị xác định pha sự cố dựa trên hiệu trị số tuyệt đối giữa điện áp pha vượt trước và pha sự cố

Khi làm việc bình thường trên các cửa vào của cầu chỉnh lưu 1 và 2 (đối với pha A) là các điện áp đối xứng, được chỉnh lưu và so sánh về trị tuyệt đối, điện áp vào $U_v(A) = U_C - U_A = 0$. Đối với các khối 7 và 8, tương tự cũng có: $U_v(B) = U_A - U_B = 0$ $U_v(C) = U_B - U_C = 0$.

Khi chạm đất một pha, ví dụ pha A, sự đối xứng của điện áp các pha bị phá vỡ, điện áp vào cầu chỉnh lưu 1 sẽ giảm trong khi điện áp vào chỉnh lưu

2 sẽ tăng, kết quả là $U_v(A) = U_C - U_A > 0$, nếu đủ điện áp sẽ làm role RL tác động. Trong khi đó trên cửa vào bộ khuếch đại một chiều của khối 7 và 8 (ứng với hai pha B và C) sẽ có giá trị âm do $U_B > U_A$, $U_C > U_B$, nên role tương ứng không tác động.

2.2. Mô phỏng mạch tự động phát hiện và ngắt mạch pha bị chạm đất

a) Trước khi xảy ra chạm đất

Sơ đồ tách pha với chỉnh lưu điện áp pha gồm 3 điện trở và điện dung tạo điện áp một chiều tỉ lệ với biên độ điện áp pha.

$$U_A = U_m \sin(\omega t + \psi + 120^\circ);$$

$$U_B = U_m \sin(\omega t + \psi);$$

$$U_C = U_m \sin(\omega t + \psi - 120^\circ);$$

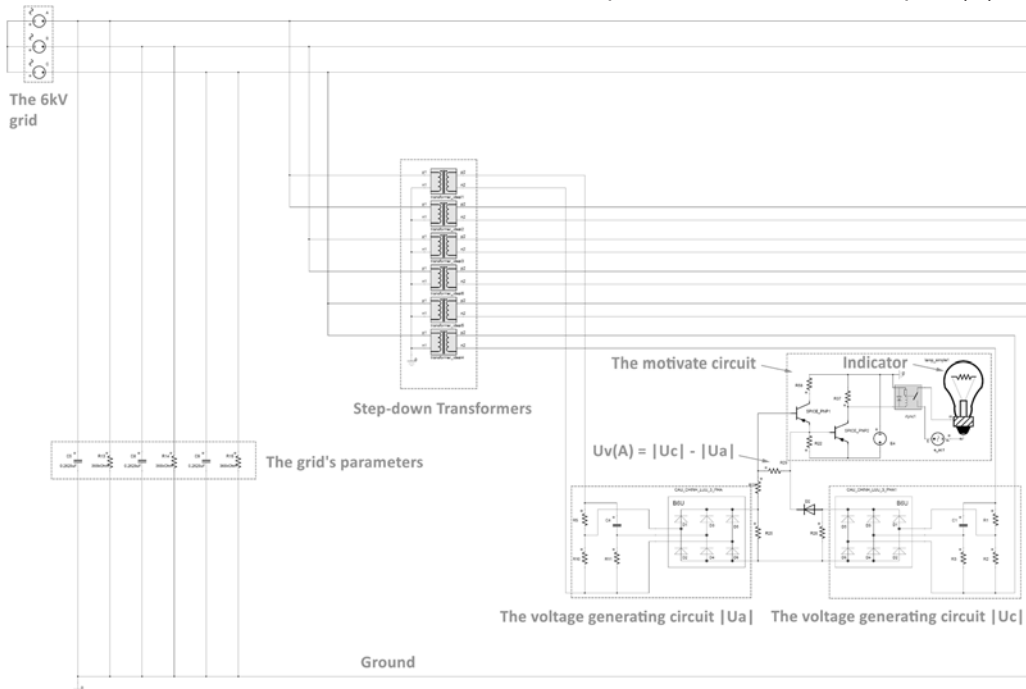
Thông số mạng điện 6kV:

- Điện trở cách điện: 365 kΩ/pha

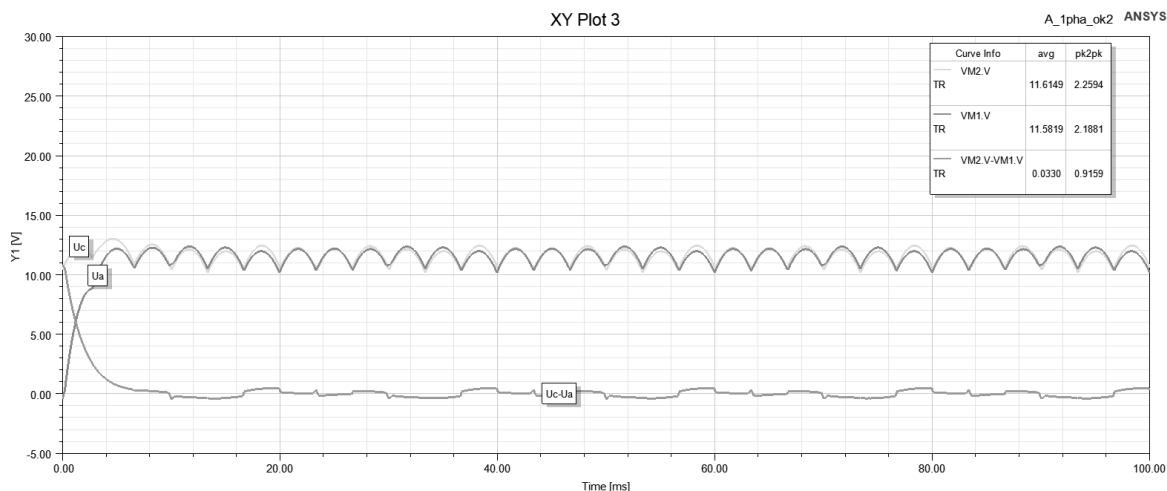
- Điện dung: C = 0,2629 μF/pha

Điện áp 6kV qua biến áp hạ áp với hệ số tỷ lệ N=300 tạo điện áp 20VAC trên mỗi pha. Biến áp có 1 cuộn sơ cấp và 2 cuộn thứ cấp cho ra 2 điện áp độc lập. Pha A là A1, A2; Pha B là B1, B2; Pha C là C1, C2.

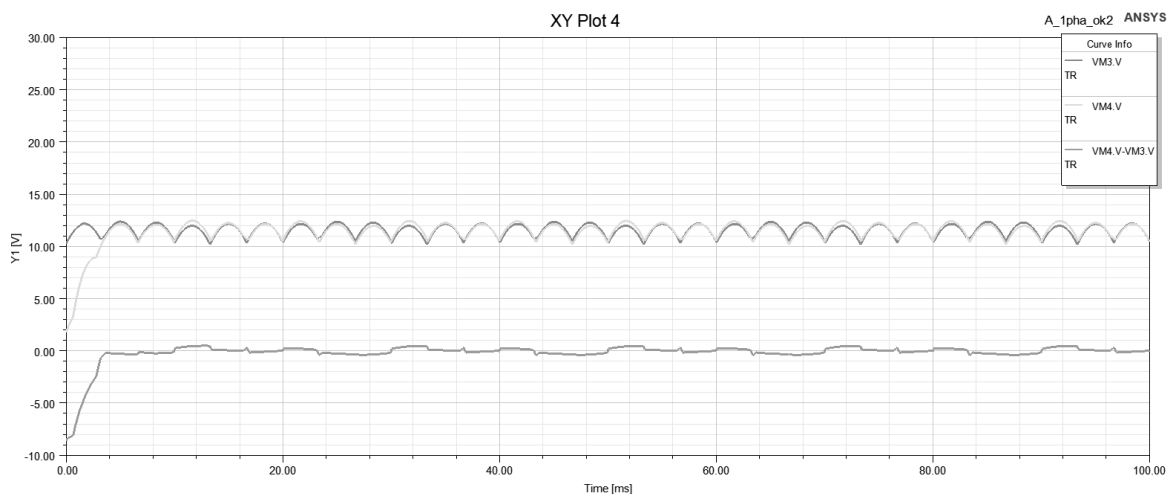
Điện áp A1 và C2 là điện áp vào cho khối tạo điện áp $U_v(A)$; Điện áp B1 và A2 là điện áp vào cho khối tạo điện áp $U_v(B)$; Điện áp C1 và B2 là điện áp vào cho khối tạo điện áp $U_v(C)$.



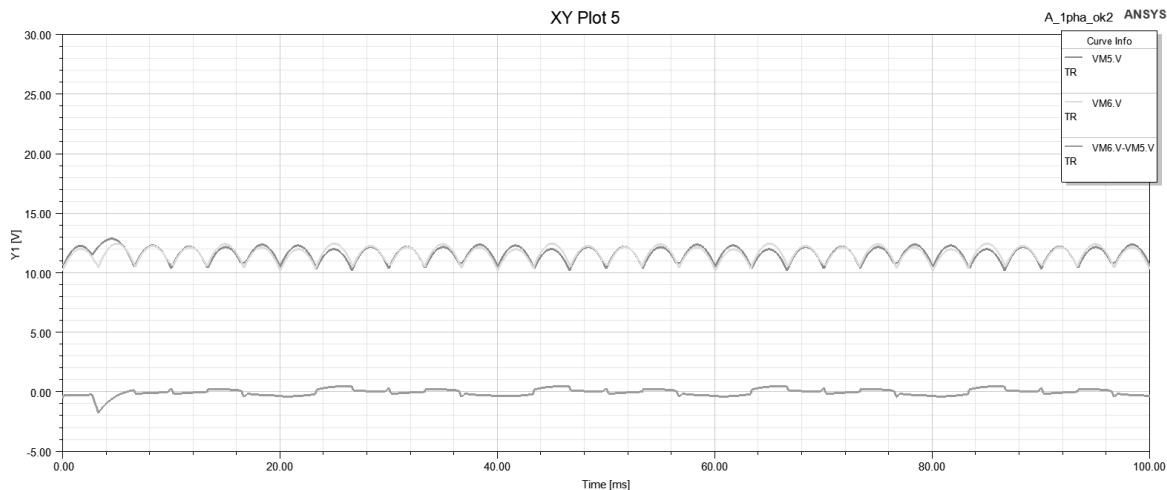
Hình 2. Sơ đồ nguyên lý mạch tạo điện áp $U_v(A)$



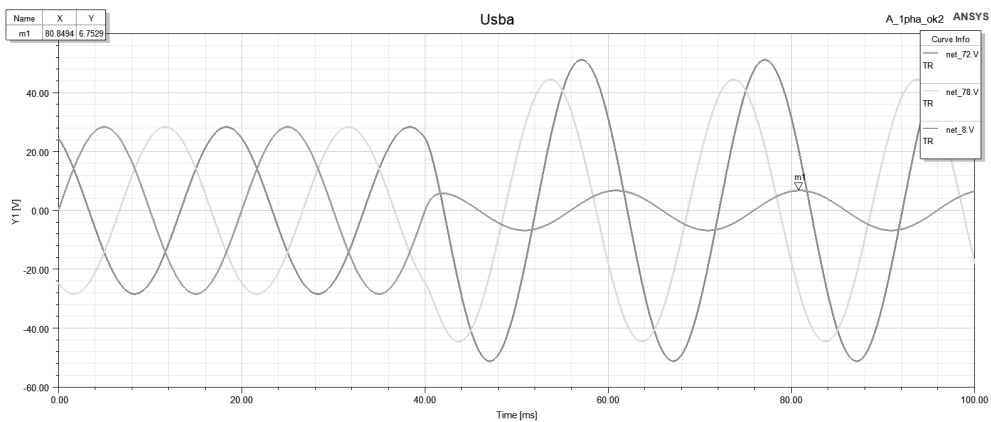
Hình 3. Dạng điện áp pha A, pha C sau chỉnh lưu cầu 3 pha



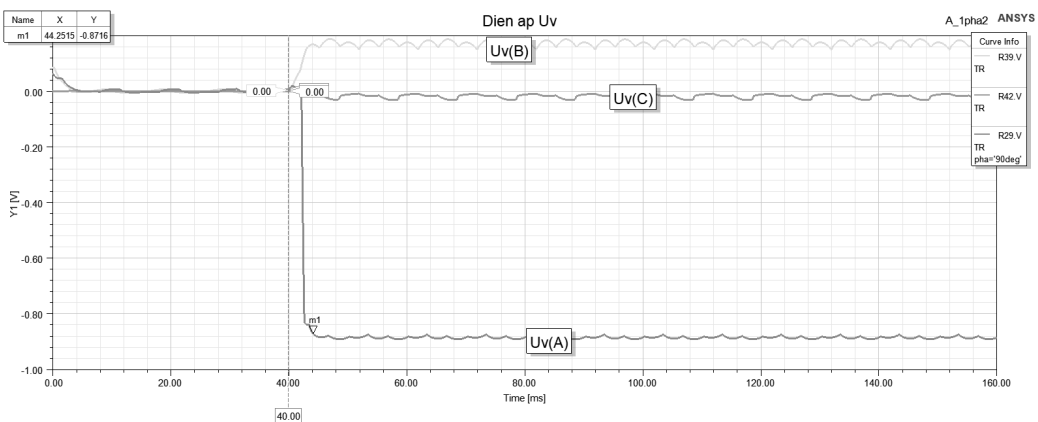
Hình 4. Dạng điện áp pha A, pha B sau chỉnh lưu cầu 3 pha



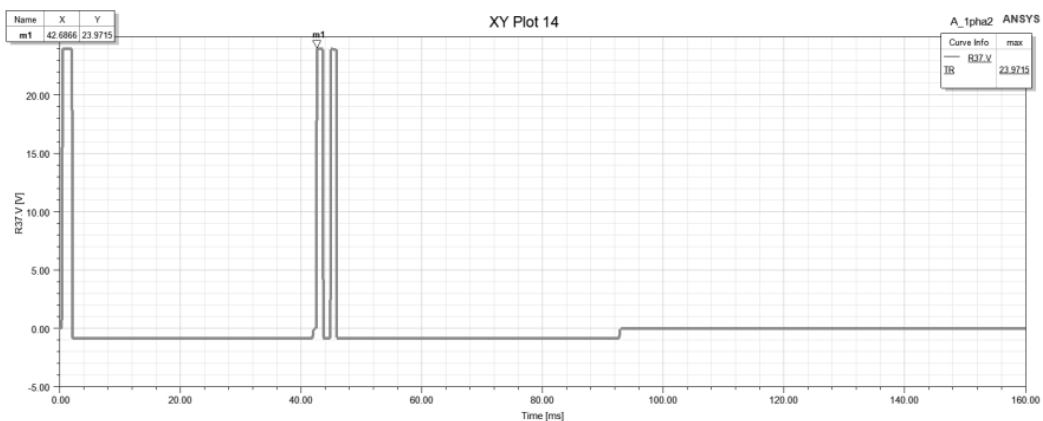
Hình 5. Dạng điện áp pha B, pha C sau chỉnh lưu cầu 3 pha



Hình 6. Điện áp pha 3 pha sau biến áp khi xảy ra sự cố chạm đất pha A (U_{rms} pha A giảm từ 20V xuống 4.7V)



Hình 7. Đồ thị hiệu điện áp pha vượt trước và pha chạm đất ($= 90^\circ$, $t < 4 \text{ ms}$)



Hình 8. Đồ thị hiệu điện áp pha vượt trước và pha chạm đất ($R = 11.46 \text{ k}\Omega$; $t = 2.68 \text{ ms}$)

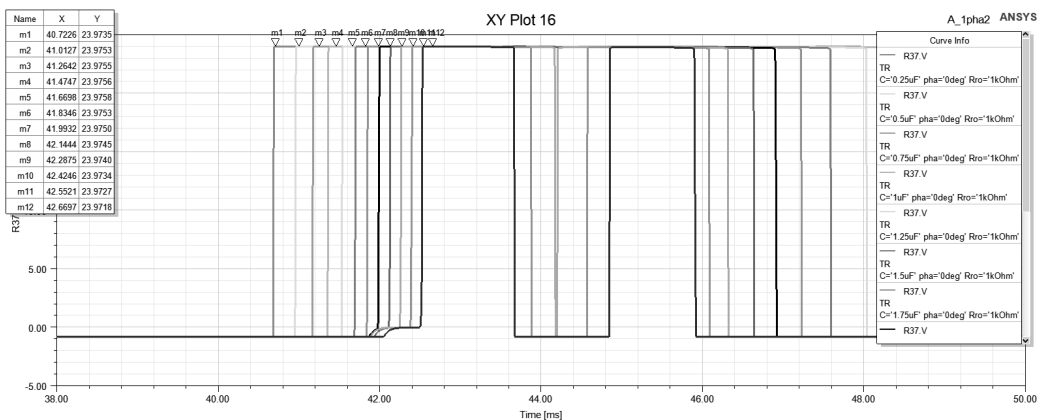
Các điện áp $U_v(A)$, $U_v(B)$, $U_v(C)$ qua mạch động lực gồm 2 transistor PNP để đưa tín hiệu đóng role (khởi số 3 trên sơ đồ khối).

Sơ đồ nguyên lý mạch tạo điện áp, điện áp 3 pha lưới điện 6kV và điện áp 3 pha sau biến áp hạ áp thể hiện trên các hình 3, hình 4 và hình 5.

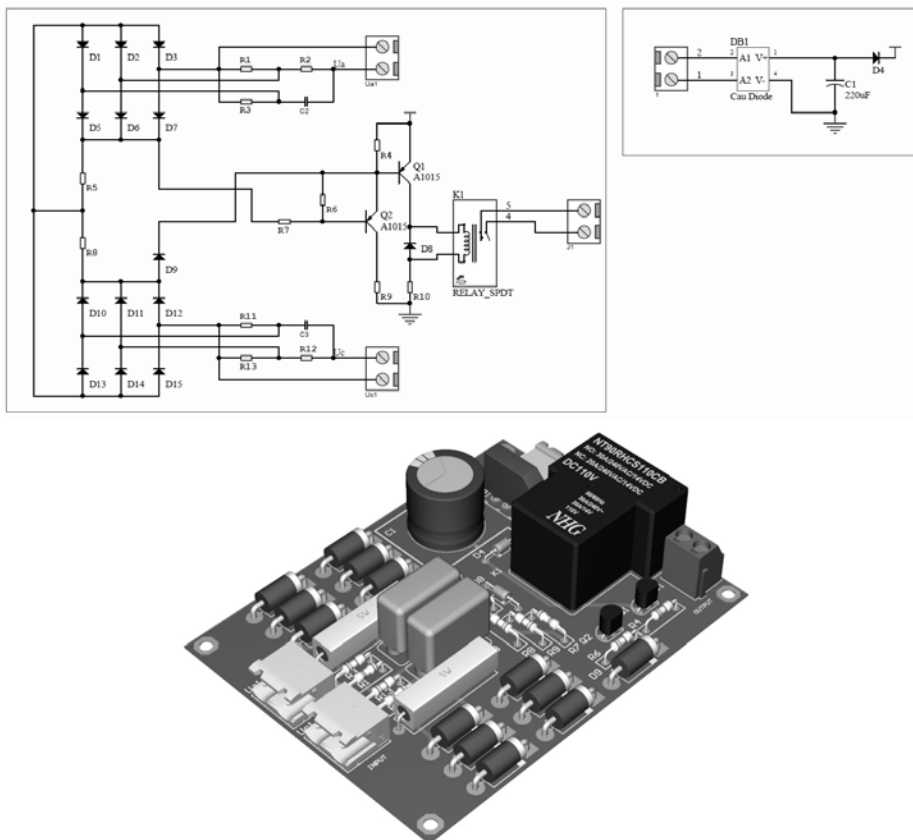
Dạng điện áp pha A, pha B và pha C sau chỉnh lưu cầu 3 pha thể hiện trên các hình 3, 4, 5.

b) Sau khi xảy ra sự cố chạm đất pha A
Điện áp 3 pha sau biến áp khi xảy ra sự cố chạm đất pha A, biểu diễn trên hình 6.

Tiến hành mô phỏng với các trường hợp: Thay



Hình 9. Đồ thị điện áp ra trên tải cực C của PNP2 khi điện dung của mạng thay đổi từ 0.25 đến 3 μF /1 pha



Hình 10. Sơ đồ nguyên lý và hình ảnh 3D mạch phát hiện pha chạm đất

đổi góc pha đầu của điện áp lưới, thay đổi điện trở rò, thay đổi điện dung của mạng, kết quả thể hiện trên các hình 7, 8, 9.

Nhận xét:

Khi điện dung và điện trở cách điện của mạng so với đất tương ứng là $C=0,263 \mu\text{F}/\text{pha}$, $R=364 \text{ k}\Omega/\text{pha}$, với điện trở chạm đất có giá trị nhỏ hơn

11.46 $\text{k}\Omega$ sẽ đảm bảo độ nhạy cần thiết - thiết bị sẽ tác động tin cậy và chắc chắn.

Thời gian phát hiện pha chạm đất khi chạm đất một pha qua điện trở 1 $\text{k}\Omega$ là $t < 3 \text{ ms}$.

Thời gian tác động nối ngắn mạch pha chạm đất là $t < 10 \text{ ms}$.

2.3. Thiết kế mạch tự động phát hiện và nối

ngắn mạch pha chạm đất

Ứng dụng phần mềm thiết kế mạch tự động Altium Designer 18, theo quy trình thiết kế và chế tạo sản phẩm, kết quả thể hiện trên hình 10.

3. Kết luận

Dựa trên kết quả mô phỏng có thể rút ra những kết luận như sau:

Thiết bị phát hiện pha chạm đất 6kV dựa trên nguyên lý theo hiệu trị tuyệt đối của pha vượt trước và pha sự cố có cấu trúc đơn giản nhưng vẫn đảm bảo nhạy, tin cậy và tác động nhanh là phù hợp.

Khi điện dung và điện trở cách điện của mạng so với đất tương ứng là $C=0,263 \mu\text{F}/\text{pha}$, $R=364 \text{ k}\Omega/\text{pha}$, với điện trở chạm đất có giá trị nhỏ hơn $11.46 \text{ k}\Omega$ sẽ đảm bảo độ nhạy cần thiết - thiết bị sẽ tác động tin cậy và chắc chắn.

Thời gian phát hiện pha chạm đất khi chạm đất một pha qua điện trở $1 \text{ k}\Omega$ là $t < 3 \text{ ms}$.

Thời gian tác động nối ngắn mạch pha chạm đất là $t < 10 \text{ ms}$.

Kết quả mô phỏng cho thấy mạch tự động phát hiện và nối ngắn mạch pha chạm đất đảm bảo được các yêu cầu đặt ra: nhạy, tin cậy và tác động nhanh.

Thiết bị bảo vệ tự động nối ngắn mạch là phương tiện nâng cao độ tin cậy cung cấp điện khi xảy ra chạm đất thay cho thiết bị tự động đóng dự phòng. Mặc dù điện áp dư tại vị trí chạm đất, có thể dao động trong giới hạn 20-225V, việc ứng dụng

thiết bị bảo vệ tự động mắc sơ tác động nhanh để hạn chế dòng sự cố, đảm bảo khả năng phục hồi nhanh điện áp trên pha sự cố, không đánh bực cách điện ở các pha còn lại, làm giảm quá điện áp tại thời điểm chạm đất (từ 3-4 lần xuống 2,08 lần), dập tắt các tia lửa tại vị trí hỏng hóc, không làm gián đoạn cung cấp điện.

Tài liệu tham khảo:

[1]. Hồ Việt Bun (2016). *Nghiên cứu quá trình quá độ và đề xuất giải pháp giảm quá điện áp khi xảy ra chạm đất một pha trong mạng trung tính cách ly 6kV ở các mỏ vùng Cẩm Phả - Quảng Ninh*. Luận án Tiến Sĩ kỹ thuật, Trường đại học Mỏ - Địa Chất.

[2]. Серов В.И., Щуцкий В.И., Ягудаев Б.М. *Методы и средства борьбы с замыканиями на землю в высоковольтных системах горных предприятий*, Москва "Наука" 1985.

[3]. Цапенко Е. Ф. *Замыкания на землю в сетях 6—35 кВ*. М.: Энергоатомиздат, 1986. 128 с.

[4]. Сирота, И.М., Кисленко, С.Н., Михайлов, А.М. *Режимы нейтрали электрических сетей* – Киев: Наук. думка, 1985. – 264 с.

[5]. Гуревич, В.И. *Некоторые технические аспекты проблемы защиты от замыканий на землю распределительных сетей среднего напряжения* / - журнал «Промышленная энергетика», № 1 – 2001.

Research on and design of the earthing phase detecting circuit to improve the reliability of power supply for 6kV network at open pits in Quang Ninh

MSc. Tran Quoc Hoan - College of Industry and Commerce

Assoc. Prof. Dr. Nguyen Anh Nghia, Dr. Ho Viet Bun - Hanoi University of Mining and Geology

Abstract:

Fault phase short circuit connection device in case of transient ground fault can improve the power supply reliability, which reduces the number of line fault breaks and increases the residual voltage on distribution station busbar; reduces voltage transients and overvoltages in fault-free phases, ensuring stable, non-destructive insulation and reducing fault currents. This paper presents the results of research on and design of the ground fault detection circuit according to the principle of absolute validity of the over- phase and the fault phase. The simulation results show that the circuit automatically detects and connects the fault phase short circuit to ensure fast, sensitive and reliable operation.

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SỐ ĐỊA CHẤT THỦY VĂN GMS TRONG ĐÁNH GIÁ HƯỚNG VẬN ĐỘNG CÁC NGUỒN NƯỚC CHẢY VÀO MỎ VÀ DỰ TÍNH LƯU LƯỢNG NƯỚC CHẢY VÀO MỎ THAN HÀM LÒ

ThS. Trần Tuấn Anh, ThS. Nguyễn Hữu Huân
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn

Tóm tắt:

Hiện nay một số nước trên thế giới; Mỹ, Canada, Úc... đã sử dụng mô hình số (GMS) vào việc tính trữ lượng và hướng vận động của nước ngầm phục vụ cho việc đánh giá và khai thác nước ngầm. Tại Việt Nam, Trung tâm Quan trắc Quốc gia đã sử dụng mô hình số (GMS) vào việc nghiên cứu động thái và trữ lượng nước ngầm phục vụ cho việc khai thác nước tại một số tỉnh như Nghệ An, Hưng Yên và một số tỉnh miền trung. Trong lĩnh vực khai thác mỏ, việc tính toán lưu lượng nước chảy vào mỏ hầm lò phục vụ tính toán, thiết kế bơm thoát nước, hiện chủ yếu áp dụng công thức tính toán như; giếng lớn; công trình thu nước nằm ngang (Theis Giacop, Dupuy). Vì vậy bài báo đề xuất áp dụng mô hình số (GMS) vào việc đánh giá hướng vận động, tính toán lưu lượng nước chảy vào mỏ hầm lò.

1. Đặt vấn đề

Trong thiết kế và khai thác mỏ thì việc tính toán, thiết kế hầm bơm phục vụ thoát nước mỏ là rất quan trọng. Nó chiếm một phần lớn giá trị kinh tế trong dự án đầu tư. Từ trước đến nay, trong tất cả các báo cáo Địa chất hay Dự án, việc tính toán lưu lượng nước chảy vào hầm bơm thì chỉ áp dụng công thức tính toán như; Giếng lớn có áp (không áp); địa cấp... Công thức tính toán dựa trên các thông số đầu vào như (k - hệ số thấm, H - mực nước tĩnh, m - chiều dày tầng chứa nước...). Do quá trình khai thác đã phá vỡ cấu trúc địa chất, làm cho các thông số như hệ số thấm (K) mực nước tĩnh (H), hệ số nhả nước (μ) thay đổi rất nhiều, nên việc tính toán gặp rất nhiều hạn chế. Các quy luật; hướng vận động của nước giữa các tầng chứa nước; các nguồn nước chảy xuống hầm lò. Đã không còn tuân theo định luật Darcy. Đặc biệt đối với mỏ có đặc thù phía trên khai thác lộ thiên, phía dưới khai thác hầm lò. Thì việc mô phỏng hướng vận động của nước trong tầng bãi thải chảy xuống khu vực khai thác hầm lò phía dưới là rất quan trọng. Vì vậy, việc ứng dụng mô hình số (GMS) vào tính toán lưu lượng nước chảy xuống hầm lò cho ta nhìn thấy một cách tổng quát hơn. Mô hình, mô phỏng hướng vận động dòng chảy qua lại giữa các địa tầng như; đất đá thái; lớp đất đá nứt nẻ do hoạt động khai thác hầm lò và lộ thiên gây ra. Đây là một hướng đi mới trong việc đánh giá động thái nước dưới đất, trữ lượng nước

trong địa tầng chứa nước và dự tính lưu lượng nước chảy vào mỏ hầm lò.

2. Cơ sở lý thuyết xây dựng mô hình GMS (Ground water Modeling System)

2.1. Mô hình toán học

Mô hình được xây dựng dựa trên nguyên tắc: Chia khối không gian và thời gian thành các ô mạng lưới nhỏ và được coi là đồng nhất. Nghĩa là ở đó tất cả các giá trị tham gia vào phương trình được coi là không đổi và được xây dựng trên phương trình:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1.1)$$

Trong đó:

Kxx, Kyy, Kzz: là các hệ số thấm theo phương x, y và z.

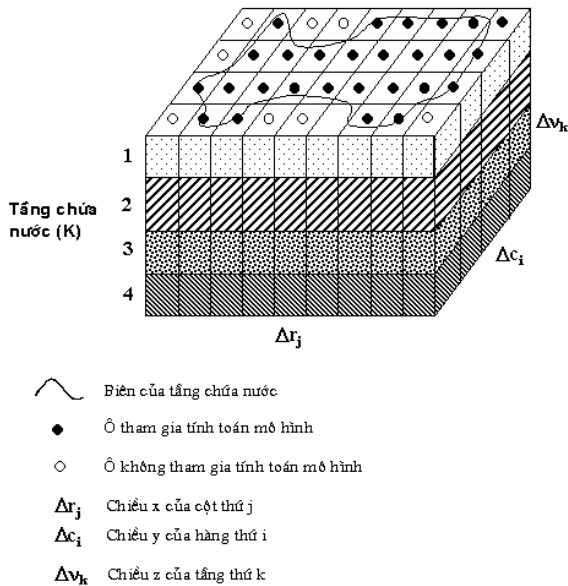
h: là cốt cao mực nước tại vị trí (x,y,z) ở thời điểm t.

W: là mô đun dòng ngầm, hay là các giá trị bổ cập, giá trị thoát đi của NDĐ tính tại vị trí (x,y,z) ở thời điểm t.

$W = W(x,y,z,t)$: là hàm số phụ thuộc thời gian t và không gian (x,y,z).

S_s : là hệ số nhả nước.

$S_s = S_s(x,y,z)$, $K_{xx} = K_{xx}(x,y,z)$, $K_{yy} = K_{yy}(x,y,z)$, $K_{zz} = K_{zz}(x,y,z)$: (các hàm này phụ thuộc vào vị trí



Hình 1. Mô tả quá trình rời rạc hóa không gian, khu vực ĐCTV được phân chia theo chiều thẳng đứng thành các lớp chứa nước

không gian x, y, z).

Để giải phương trình trên, người ta phải tìm hàm số $h(x, y, z, t)$, thỏa mãn (1.1) và thỏa mãn các điều kiện biên. Do đó người ta buộc phải giải bằng phương pháp gần đúng. Một trong các phương pháp giải gần đúng ở đây được áp dụng cho bài toán này là phương pháp sai phân hữu hạn.

Mỗi lớp chứa nước lại được chia thành các ô nhỏ hơn. Để tiện cho việc tính toán, người ta lấy x, y làm chiều của lưới. Vùng hoạt động của nước ngầm trong mỗi tầng chứa nước sẽ được đánh dấu “hoạt động”, ở đó mực nước biến thiên và nó sẽ tham gia vào tính toán trong phương trình. Những ô nào thuộc vùng không có nước hoặc nước không thể thấm qua được thì được đánh dấu là “không hoạt động”.

+ Phương trình vi phân

Hệ phương trình sai phân nhận được từ phương trình (1.1), được thành lập trên cơ sở các qui tắc cân bằng: Tổng tất cả dòng chảy vào và chảy ra từ một ô phải bằng nhau và bằng sự thay đổi thể tích nước có trong ô đó. Giả thiết rằng mật độ nước ngầm là không đổi thì cân bằng dòng chảy cho một ô được thể hiện bằng phương trình sau:

$$\sum_i Q_i = S_s \frac{\Delta h}{\Delta t} \Delta V \quad (1.2)$$

Trong đó:

Q_i : là lượng nước chảy vào ô (nếu chảy ra thì Q_i lấy giá trị âm và ngược lại);

S_s : là giá trị của hệ số nhả nước, nó chính là giá trị $S_s(x, y, z)$;

ΔV : là thể tích ô;

Δh : là giá trị biến thiên của h trong thời gian Δt tại ô lưới đang xét.

Khi có n nguồn nước chảy vào các ô mạng lưới theo thời gian, thì mực nước sẽ thay đổi theo. Như vậy, ta sẽ lập được một hệ phương trình có số phương trình tương ứng với số ô lưới. Giải hệ phương trình này với điều kiện biết được mực nước $h_{m-1, i, j, k}$ (điều kiện ban đầu) ta sẽ xác định được mực nước $h_{m, i, j, k}$. Hệ phương trình trên được giải bằng phương pháp lặp, người ta tiến hành chia nhỏ khoảng thời gian (t_{m-1}, t_m), kết quả nhận được là lời giải gần đúng của hệ phương trình.

Khi thời gian tăng lên thì h (mực nước) sẽ thay đổi. Khi h đạt được sự ổn định (chênh lệch tính được giữa 2 bước thời gian kế cận nhau sẽ nhỏ hơn một giá trị cho phép) thì mực nước đạt được sự cân bằng động và tại đây kết thúc quá trình tính toán.

2.2. Các điều kiện đầu vào của mô hình

Khi chạy mô hình thì các yếu tố đầu vào rất quan trọng. Nó sẽ làm cho mô hình có thể chạy xuyên suốt hoặc bị gián đoạn. Các thông số đầu vào càng chi tiết và đầy đủ thì độ chính xác mô hình càng cao.

Các thông số đầu vào; Biên; Hệ số thấm, Mực nước tĩnh; lỗ khoan bơm hút; kênh dẫn...

* Có 3 loại điều kiện biên chính như sau:

- Điều kiện biên loại I: Là điều kiện biên mực nước được xác định trước (còn gọi là điều kiện biên Dirichlet).

- Điều kiện biên loại II: Là điều kiện biên dòng chảy được xác định trước (còn gọi là điều kiện biên Neumann).

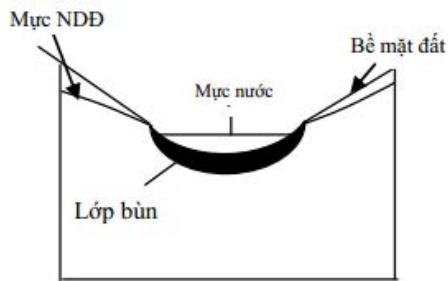
- Điều kiện biên loại III: Là điều kiện biên lưu lượng trên biên phụ thuộc vào mực nước (điều kiện biên Cauchy hoặc biên hỗn hợp).

+ Biên sông (River)

Biên loại này được mô phỏng cho dòng chảy giữa tầng chứa nước và nguồn chứa nước thường là sông hay hồ... Nó cho phép dòng chảy từ tầng chứa vào trong nguồn chứa.

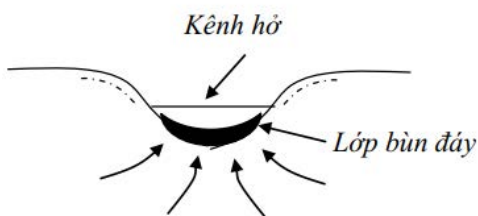
+ Biên kênh thoát (Drain)

Cơ chế hoạt động của loại biên này không khác mấy so với biên sông, ngoại trừ không cho phép



Hình 2. Điều kiện biên sông (River)

nguồn thấm từ kênh vào tầng chứa nước (Hình 3) Điều này cũng có nghĩa rằng lượng nước thoát ra kênh QD sẽ bằng 0 khi mực nước trong ô lưới nhỏ hơn hoặc cốt cao đáy kênh:



Hình 3. Điều kiện biên kênh thoát (Drain)

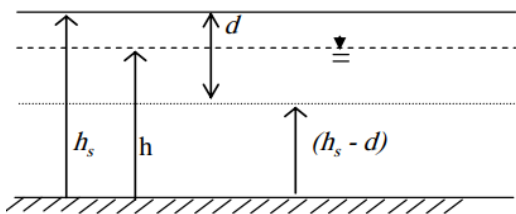
$$QD = 0 \text{ khi } h \leq d \quad (1.3)$$

Khi mực nước nằm cao hơn đáy kênh thì lưu lượng dòng thoát ra kênh QD sẽ được tính theo công thức:

$$QD = CD(h - d) \text{ khi } h > d \quad (1.4)$$

+ Biên bốc hơi (Evapotranspiration - ET)

Biên loại này đòi hỏi phải gán giá trị mô đun bốc hơi lớn nhất R_{ETM} cho các ô xảy ra quá trình bốc hơi. Giá trị này đạt được khi mực nước trong ô bằng với bề mặt địa hình (h_s). Quá trình bốc hơi sẽ không xảy ra khi mực nước trong ô nằm dưới mực nước bốc hơi cho phép



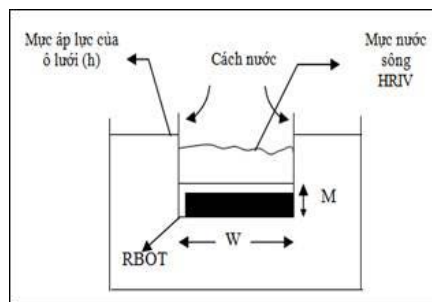
Hình 4. Điều kiện biên bốc hơi trong mô hình (ET)

$$Q_{ET} = Q_{ETM} \text{ khi } h > h_s \quad (1.5)$$

Trong đó:

$$Q_{ETM} = R_{ETM} \cdot \Delta x \cdot \Delta y$$

$$Q_{ET} = 0 \text{ khi } h < (h_s - d)$$



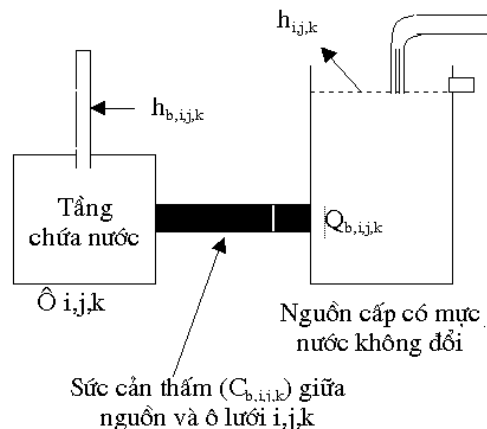
$$Q_{ET} = Q_{ETM} \frac{h - (h_s - d)}{d} \quad (1.6)$$

* Điều kiện biên tổng hợp (General head boundary - GHB)

Điều kiện biên loại này cũng tương tự như điều kiện biên sông (Hình 2). Lưu lượng dòng thấm qua biên được tính theo công thức:

$$Q_b = C_b(h_b - h) \quad (1.7)$$

Sức cản thấm C_b cũng tương tự như sức cản thấm đáy lòng biểu thị sức cản dòng chảy giữa biên và tầng chứa nước.



Hình 5. Điều kiện biên tổng hợp (GHB) trong mô hình

* Lỗ khoan hút nước hoặc ép nước (Well)

Để mô phỏng các lỗ khoan hút nước hoặc ép nước trên mô hình, lưu lượng của các lỗ khoan trong ô lưới được đặt là lưu lượng tổng cộng Q_{WT} chính là bằng tổng lưu lượng của các lỗ khoan hoặc các đoạn ống lọc của các lỗ khoan đặt trong các tầng chứa nước ($\Sigma Q_{i,j,k}$). Lưu lượng đơn lẻ cho các tầng chứa nước khác nhau đó được tính như sau:

$$Q_{i,j,k} = T_{i,j,k} \frac{Q_{WT}}{\Sigma T_{i,j,k}} \quad (1.8)$$

Trong đó :

$T_{i,j,k}$: là hệ số dẫn nước của tầng chứa nước,

$\Sigma T_{i,j,k}$: là hệ số dẫn nước tổng cộng cho tất cả các lớp mà lỗ khoan khoan qua.

Bán kính của lỗ khoan được mô phỏng trên mô hình lúc này sẽ là bán kính hiệu dụng.

Độ lớn của nó phụ thuộc vào kích thước của ô lưới và xác định theo công thức:

$$r_e = 0.208a \quad \text{khi bước lưới đều } a = \Delta x = \Delta y$$

2.3. Đánh giá kết quả bài toán ngược

Để chính xác hóa trường thấm (K, S_s) và điều kiện biên thường phải giải bài toán ngược ổn định và không ổn định. Mục đích của bài toán ngược ổn định là sơ bộ chỉnh lý hệ số thấm và các điều kiện biên. Sau đó dùng kết quả bài toán ngược không ổn định để chính xác lại điều kiện biên và hệ số thấm nước.

Kết quả giải bài toán ngược cần phải được đánh giá một cách định lượng. Mức độ tin cậy của bài toán ngược được xác định qua sai số mực nước giữa mô hình và quan trắc thực tế. Mục đích cuối cùng của bài toán chỉnh lý là cực tiểu hóa giá trị sai số. Có 3 loại sai số để đánh giá sự sai khác mực nước giữa quan trắc và mô hình là :

Sai số trung bình (ME) là sai số trung bình giữa mực nước quan trắc (hm) và mực nước mô hình (hs).

$$ME = \frac{1}{n \sum (h_m - h_s)} \quad (1.9)$$

Trong đó : n là số điểm chỉnh lý

Đại lượng này không được sử dụng rộng rãi để đánh giá sai số bởi vì, khi giá trị sai khác mang dấu âm và dương sẽ loại trừ nhau, dẫn đến trị số ME cực tiểu có thể đạt.

Sai số tuyệt đối trung bình (MAE) là giá trị trung bình tuyệt đối giữa hiệu số mực nước quan trắc và mực nước mô hình:

$$MAE = \frac{1}{n \sum |h_m - h_s|} \quad (1.10)$$

Sai số trung bình quân phương (RMS) - độ lệch chuẩn được tính theo công thức:

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n \sum (h_m - h_s)^2}} \quad (1.11)$$

Sai số MAE và RMS là chỉ tiêu tốt để đánh giá chất lượng của mô hình. Chỉ số càng nhỏ thì mô hình càng đáng tin cậy.

3. Xây dựng mô hình GMS cho mỏ Núi Béo

Mỏ Núi Béo là mỏ điển hình về khai thác kết hợp: Trên mặt bằng khai thác lộ thiên hai moong; khu cánh Đông; khu cánh Tây. Hai khu này đã kết thúc khai thác, đang tiến hành đổ thải trong. Phía dưới đang khai thác hầm lò ở mức -140 và -350. Đối với moong đổ thải trong, có khả năng tích nước rất lớn như một moong nước nằm trên đầu của khu vực khai thác hầm lò phía dưới. Nước trong bãi thải do nước mưa cung cấp và nó ngấm xuống khu vực khai thác phía dưới qua các đới phá hủy do khai thác phía dưới gây lên. Trữ lượng cũng như động thái của nước trong bãi thải luôn luôn thay đổi theo mùa mưa. Sự thay đổi này cần được định lượng hoá và mô tả chính xác trên mô hình, để làm cơ sở cho các bài toán tính toán trữ lượng và động thái của nó hoạt động ngấm xuống các tầng bên dưới.

Vì vậy, việc tính toán, dự báo lưu lượng nước chảy xuống khu vực khai thác hầm lò phía dưới. Đánh giá có những nguồn nào cung cấp nước và hướng vận động nước trong bãi thải và trong địa tầng như thế nào thì mô hình GMS sẽ giải quyết được vấn đề trên. Toàn bộ khu mỏ được mô phỏng 3D thể hiện được hướng vận động của nước giữa các tầng địa chất với nhau và đưa ra các thông số lưu lượng nước chảy từ tầng trên xuống tầng dưới.

Ranh giới xây dựng mô hình được giới hạn như sau:

- Phía Đông là đứt gãy Hà Tu thì áp dụng cho biên Tổng hợp GHB.
- Phía Nam là đứt gãy FN áp dụng cho biên Tổng hợp GHB.
- Phía Bắc là khoanh ranh giới phía chân bãi thải Chính Bắc. Là biên General heat.
- Phía Tây là ranh giới nếp lồi phân chia giữa mỏ Hà Lâm và mỏ Núi Béo.

Diện tích khu vực xây dựng mô hình là 9,24 Km²

* Bước thời gian

Tác giả chia bước thời gian của mô hình ra làm 36 bước chạy/1năm. Mô hình được chạy với thời gian tính toán 1 năm (số liệu quan trắc tính toán đầy đủ cho năm 2020).

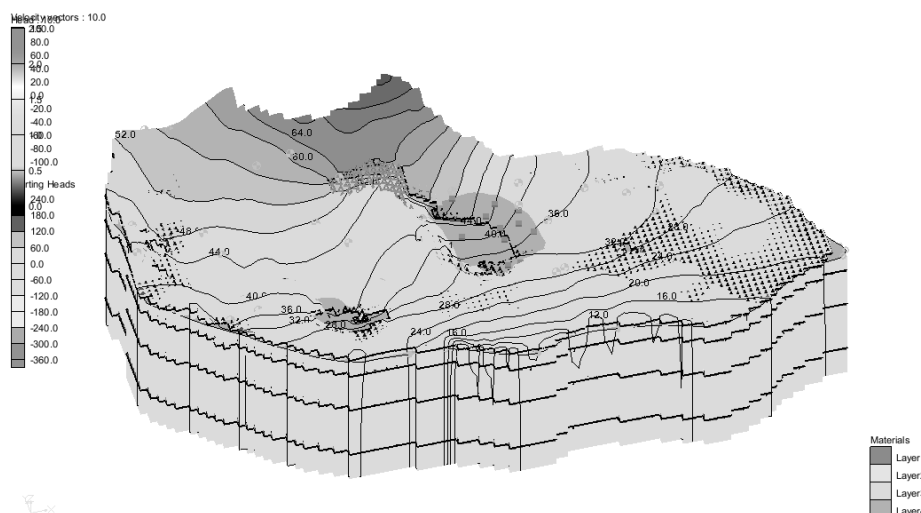
Số bước chạy 10 ngày/1bước.

* Bước không gian mô hình

Khu vực mỏ Núi Béo có chiều dài trung bình: 3,1km; chiều rộng: 2,4km. Căn cứ điều kiện thực tế của khu vực mỏ chia lưới sai phân hữu hạn để



Hình 6. Sơ đồ khu mỏ Núi Béo



Hình 7. Sơ đồ cấu trúc 3D mô hình khu vực mỏ Núi Béo

tính toán mô hình: 35.424 ô. Diện tích: mỗi ô là 50m². Số ô hoạt động 14.770, số ô không hoạt động 20.654. Số ô ngập nước: 14.770.

*** Nhập dữ liệu cho mô hình**

Căn cứ vào đặc điểm, bề mặt khu mỏ Núi Béo hoàn toàn là đất đá thải và có hai moong đang tiến hành đổ thải trong, chia toàn bộ khu mỏ theo mặt cắt thẳng đứng thành 4 lớp, tương ứng với các độ sâu cụ thể như sau:

Lớp 1: Tính từ bề mặt địa hình đổ thải đến đáy kết thúc khai thác lộ thiên của mỏ;

Lớp 2: tính từ đáy lớp 1 đến đáy lớp 2 mức -140m khai thác;

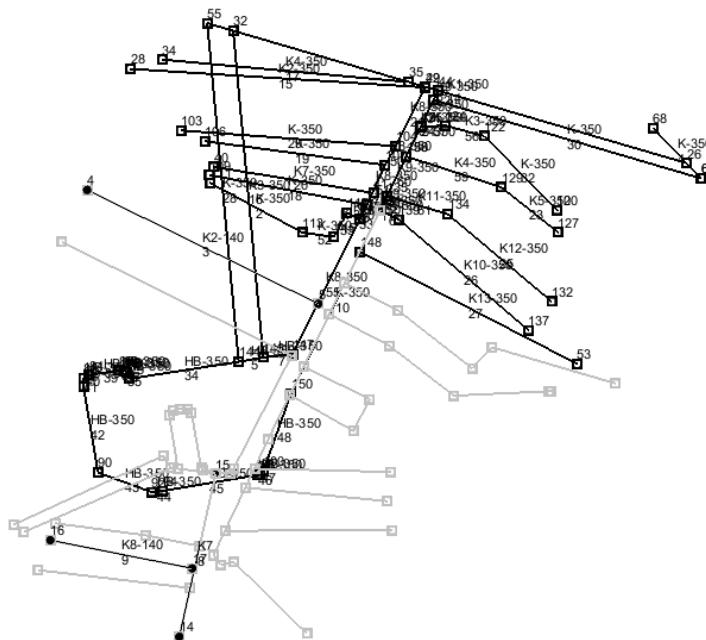
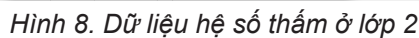
Lớp 3: Tính từ đáy lớp 2 đến -350m mức khai thác;

Lớp 4: Tính từ mức -350m đến hết tầng chứa than.

*** Nhập các lỗ khoan địa chất thủy văn có bơm hút thí nghiệm**

Các thông số ĐCTV cần nhập cho từng lớp gồm: hệ số thấm thẳng theo phương ngang Kh và hệ số thấm theo phương đứng Kv hoặc tỷ số giữa hệ số thấm thẳng đứng trên hệ số thấm ngang (Kh/Kv), hệ số nhả nước đàn hồi μ^* và hệ số nhả nước trọng lực μ .

* Hệ số thấm (Conductivity).



Biên phía Bắc là biên gend heat phụ thuộc vào mực nước trong lỗ khoan;

Biên phía Nam là đứt gãy F_N là biên CHD gần như là biên tường, (giáp ranh giới với khu dân cư).

* Biên kênh (*Drain boundaries*).

Việc thoát nước mỏ chủ yếu bằng các con kênh (rãnh) dẫn nước ra điểm tập trung, sau đó chảy vào hầm bơm (đó là các hầm chứa nước) hoặc tự chảy ra cửa lò. Nên việc mô phỏng điều kiện biên của khu vực sẽ được tiến hành trên các rãnh thoát nước trong đường lò, và ta coi các rãnh này là những kênh.

Việc mô phỏng biên kênh được tiến hành từ các mức khai thác $+20 \div -140$ và $+28 \div -350$.

4. Kết quả chạy mô hình GMS mỏ Núi Béo

4.1. Chạy chỉnh lý mô hình

Mô hình được chạy chỉnh lý cho các điều kiện biên, hiện trạng khai thác hầm lò, hiện trạng khai thác lộ thiên, hiện trạng đổ thải... đã được mô hình hóa trên mô hình mỏ Núi Béo đến 31/12/2020.

Các thông số chỉnh lý chủ yếu là lượng mưa, mực nước trong các biên kênh, hệ số dẫn nước, hệ số thấm của đất đá trong lòng kênh, và mực nước tĩnh trong khu mỏ.

Kết quả kiểm định sau các bước chỉnh lý trên cho thấy độ lệch giữa mực nước tính toán trên mô hình và mực nước tại các điểm quan trắc đã đạt sai số cho phép. Sự chính xác của mô hình được phản ánh tại các điểm quan trắc theo từng bước thời gian. Sai số giữa lưu lượng nước chảy vào các mức (Zone) và thực tế đo ở các mức lò đạt sai số cho phép của mô hình $<10\%$.

4.2. Kết quả chạy mô hình

+ Kết quả chạy ổn định mô hình cho ra kết quả sau:

Tổng lượng chảy vào Zone 1: 23.228 m³/ng

Constant head (Mực nước trong bãi thải) cấp cho Zone 1 (Lớp 1) là: 22.824 m³/ng.

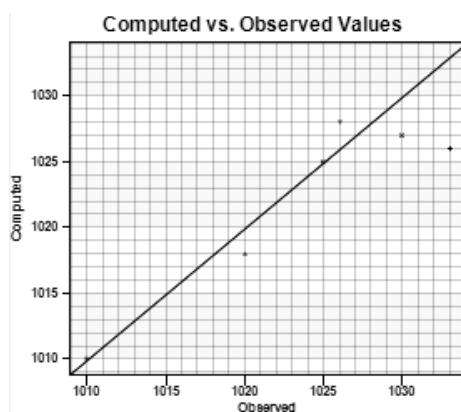
- Cho mức lò -140 (Drain -140) Zone 2 là: Lưu lượng = 1720,34 (m³/ngày). Trong đó Zone 1 (lớp 1) xuống Zone 2: 1504 (m³/ng).

- Cho mức lò -350 (Drain -350) Zone 3 là: Lưu lượng = 1.295 (m³/ng).

Lượng nước bổ cập giữa các tầng (Zone) với nhau; Zone 2 cho Zone 3 là 1098,9 (m³/ngày); Zone 4 cho Zone 3 là 43,99 (m³/ngày).

Sau khi chạy thành công bằng giải bài toán ổn định, đưa ra mực nước tính toán sơ bộ ban đầu toàn bộ khu vực mô hình như hình 10:

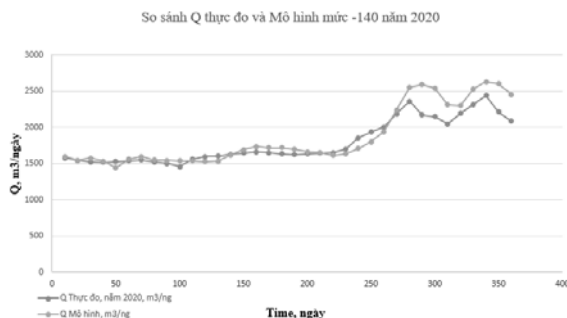
+ Chạy bài toán không ổn định (Mực nước thay đổi theo thời gian): Mực nước trong lỗ khoan thay đổi theo các bước thời gian (theo mùa). Kết quả



Hình 10. Tương quan Mực nước quan trắc và mực nước Mô hình

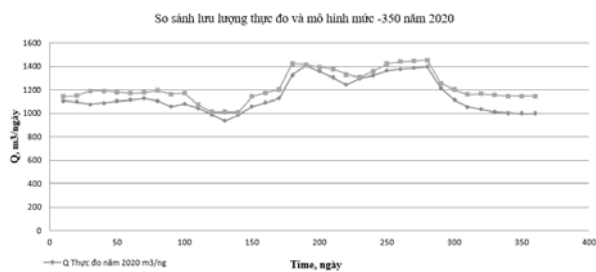
cho ra lưu lượng nước chảy vào từng mức cũng theo thời gian tương ứng, cụ thể ở đây cho hai mức -140 và -350.

- Mức -140: Kết quả mô hình chạy ra được lưu lượng nước chảy vào Zone 2 (mức -140) so sánh với lưu lượng quan trắc thực đo tại mỏ, xem hình 11.

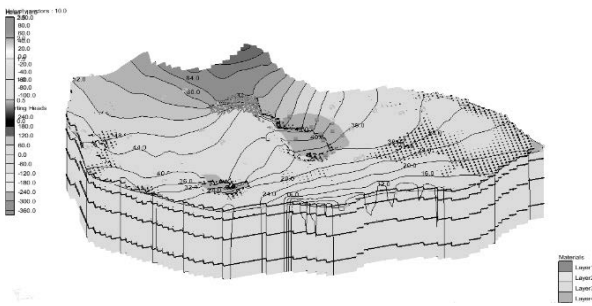


Hình 11. Biểu đồ so sánh lưu lượng nước đo thực tế và mô hình mức -140 năm 2020

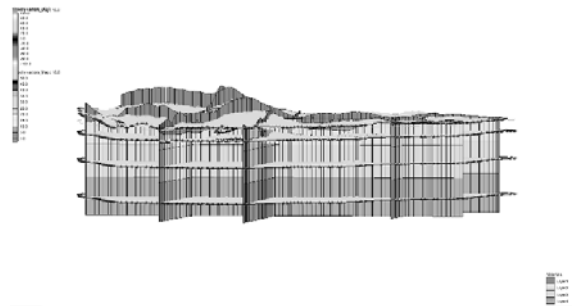
- Mức -350: Kết quả mô hình chạy ra được lưu lượng nước chảy vào Zone 3 (mức -350) so sánh với lưu lượng quan trắc thực đo tại mỏ, xem hình 12.



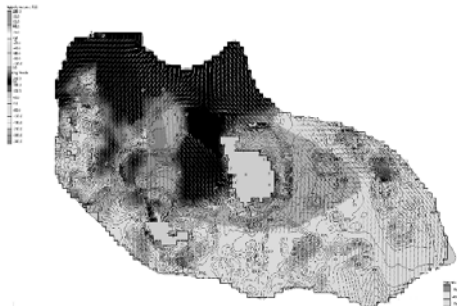
Hình 12. Biểu đồ so sánh lưu lượng nước đo thực tế và mô hình mức -350 năm 2020



Hình 13. Sơ đồ cấu trúc 3D mô hình khu vực mỏ Núi Béo



Hình 14. Các lát cắt thể hiện cấu trúc địa chất của khu vực mỏ Núi Béo



Hình 15. Hướng vận động của nước Zone 1

Độ sai số lưu lượng thực đo và kết quả chạy mô hình không vượt quá 10%. Như vậy, kết quả chạy mô hình nằm trong sai số cho phép và tin cậy để tiếp tục chạy dự báo lưu lượng nước chảy vào mỏ cho các năm tiếp theo.

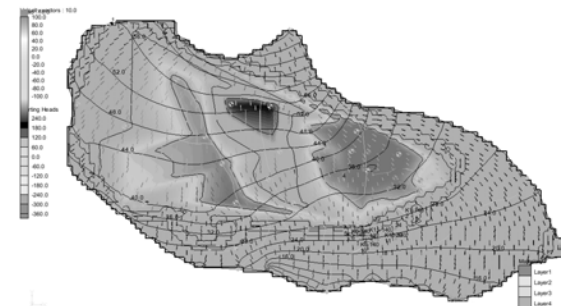
Một số hình ảnh mô phỏng kết quả chạy mô hình (Hình 13-16):

4.3. Kết quả chạy dự báo

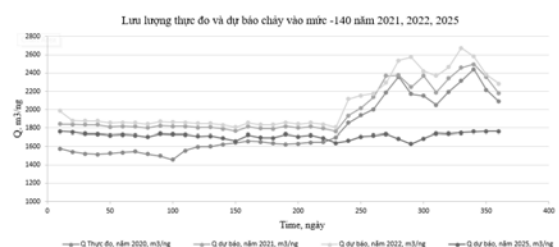
Tiến hành chạy mô hình dự báo mỏ Núi Béo cho các năm 2021, 2022, 2025. Đến cuối năm 2021 và đến năm 2022, năm 2025 mỏ hầm lò Núi Béo mở rộng khai thác và đào lò ở khu II mức -140 và -230 xuống sâu đến mức -400. Như vậy, để chạy mô hình dự báo cho mỏ Núi Béo, cập nhật bổ sung các hệ thống các đường lò theo kế hoạch cho các năm dự báo 2021, 2022, 2025, còn lại các thông số đầu vào khác vẫn được giữ nguyên như: mưa, bốc hơi các biên bờ cập...

Kết quả dự báo lưu lượng nước chảy vào mỏ Núi Béo theo mức -140 và -350 cho các năm 2021, 2022 và 2025 được tổng hợp trong bảng 1+2, biểu đồ hình 17+18.

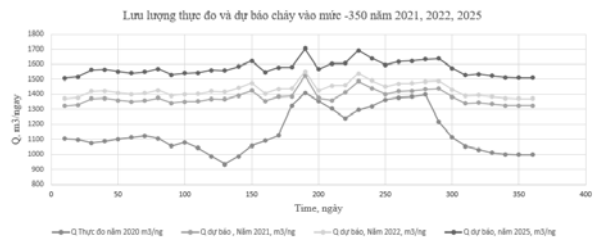
Kết quả chạy mô hình, cho thấy lưu lượng nước tính toán và lưu lượng thực tế quan trắc của mỏ có độ sai lệch không quá 10%. Như vậy, việc sử dụng mô hình đưa vào tính toán lưu lượng nước chảy vào mỏ có độ chính xác cao, có thể áp



Hình 16. Hướng vận động của nước Zone 2



Hình 17. Biểu đồ so sánh lưu lượng dự báo năm 2021 với năm 2020 mức -140



Hình 18. Biểu đồ so sánh lưu lượng dự báo năm 2021 với năm 2020 mức -350

dụng cho các mỏ khai thác hầm lò.

Chạy dự báo lưu lượng nước chảy vào mỏ cho các năm khai thác tiếp theo. Thì thấy lưu lượng nước của các năm sau cao hơn các năm trước. Năm 2021, lưu lượng nước chảy vào mức -140 tăng: 1+1,3 lần so với năm 2020; lưu lượng nước chảy vào mức -350 tăng: 1,0+1,5 lần. Do năm

Bảng 1. Tổng hợp kết quả dự báo Q nước chảy vào mỏ mức -140

TT	Thời gian	Q thực đo, m ³ /ng	Q dự báo, m ³ /ng			
		Năm 2020	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2025	
1	Tháng 1	4645	5516	5741	5256	
2	Tháng 2	4579	5464	5591	5188	
3	Tháng 3	4565	5439	5565	5169	
4	Tháng 4	4612	5441	5568	5172	
5	Tháng 5	4871	5362	5490	5068	
6	Tháng 6	4947	5400	5527	5118	
7	Tháng 7	4905	5432	5558	5160	
8	Tháng 8	5208	5492	5761	4993	
9	Tháng 9	6128	6519	6620	5161	
10	Tháng 10	6679	6991	7536	4998	
11	Tháng 11	6563	6988	7510	5228	
12	Tháng 12	6746	7031	7251	5283	
Tổng (Năm)		64.448	71.074	73.716	61.794	

Bảng 2. Tổng hợp kết quả dự báo Q nước chảy vào mỏ mức -350

TT	Thời gian	Q thực đo, m ³ /ng	Q dự báo, m ³ /ng			
		Năm 2020	Năm 2021	Năm 2022	Năm 2025	
1	Tháng 1	3276	4023	4169	4586	
2	Tháng 2	3302	4085	4233	4656	
3	Tháng 3	3285	4078	4225	4647	
4	Tháng 4	3109	4074	4221	4643	
5	Tháng 5	2977	4183	4333	4766	
6	Tháng 6	3542	4129	4277	4705	
7	Tháng 7	4071	4258	4434	4877	
8	Tháng 8	3857	4337	4492	4941	
9	Tháng 9	4128	4243	4395	4834	
10	Tháng 10	3725	4253	4404	4845	
11	Tháng 11	3096	4020	4166	4582	
12	Tháng 12	2995	3972	4117	4528	
Tổng (Năm)		41.360	49.655	51.464	56.611	

2022 trở đi không gian khai thác mở rộng hơn và xuống sâu hơn, đến năm 2025 diện mở rộng chủ yếu tập trung cho mức -350, mức -140 không phát triển thêm không gian khai thác (dừng khai thác). Khi đó lượng bổ cấp từ các nguồn nước chảy vào mỏ tập trung xuống mức -350 là chính, làm cho

lượng nước chảy vào mức -140 giảm đi so với các năm trước.

5. Kết luận

Kết quả thành lập mô hình ĐCTV mỏ than Núi Béo cho thấy, mô phỏng đầy đủ các yếu tố điều kiện ĐCTV; hướng vận động của các nguồn nước

đến công trình khai thác hầm lò được mô phỏng trực quan, sinh động và đúng với bản chất vận động của dòng chảy; lưu lượng nước chảy xuống các lớp đất đá. Kết quả chạy mô hình cho thấy độ lệch sai số lưu lượng nước chảy vào mỏ năm 2020 thực đo và mô hình nhỏ hơn 10%. Kết quả thành lập mô hình ĐCTV mỏ than Núi Béo cho thấy đây là giải pháp tối ưu về việc dự báo lưu lượng nước chảy vào mỏ. Có thể đưa ra các dự báo cho những năm tiếp theo, phục vụ cho sản xuất. Áp dụng được cho nhiều điều kiện ĐCTV mỏ khác nhau nhất là trong điều kiện khai thác ngày càng xuống sâu và sự biến đổi khí hậu như hiện nay, cho kết quả tin cậy.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Hướng dẫn phần mềm GMS 10.5, 2020. Tutorial Getting Started An introduction to GMS.
- [2]. Nguyễn Hữu Huân, 2021. *Nghiên cứu lựa*

chọn giải pháp thoát nước phù hợp nhằm nâng cao mức độ an toàn cho các mỏ than hầm lò khai thác phía dưới moong lộ thiên của TKV. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin.

[3]. Nguyễn Bách Thảo, 2007. *Nghiên cứu sự dịch chuyển của chất hòa tan trong nước dưới đất khu vực bãi thí nghiệm Đan Phượng Hà Tây*. Luận văn thạc sĩ Địa chất Thủy văn, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

[4]. Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, 2020. *Thiết kế kỹ thuật "Công trình khai thác hầm lò mỏ than Núi Béo điều chỉnh"*.

[5]. Bach Thao Nguyen, (2016). *Coupling geophysical and isotope approaches to better simulate salt water intrusion into coastal aquifer. Apply to the Crau aquifer*. Doctor Thesis, France.

Application of groundwater modeling system (GMS) in assessment of movement directions of water sources into mines and estimate of water flow to underground coal mines

MSc. Tran Tuan Anh, MSc. Nguyen Huu Huan
Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

Abstract:

Currently, a number of countries in the world: the US, Canada, Australia, etc... have used Groundwater Modeling System (GMS) to calculate the reserve and movement direction of groundwater for the assessment and exploitation of groundwater in Vietnam, the National Monitoring Center has used the GMS to study the dynamics and reserves of groundwater for the water exploitation in some provinces such as Nghe An, Hung Yen and some central provinces. In the field of mining, the calculation of water flow into underground mines is for the calculation and design of drainage pumps, currently mainly applies the calculation formulas as the big shaft and the horizontal water collection works (Theis Giacop, Duyppuy). Therefore, the article proposes to apply the GMS to evaluate the movement direction, calculate the water flow into the underground mines.

Phó Thủ tướng Chính phủ Lê Văn Thành kiểm tra sản xuất hầm lò và làm việc với TKV

Sáng ngày 24/10, đồng chí Lê Văn Thành, Ủy viên BCH Trung ương Đảng, Phó Thủ tướng Chính phủ đã đi kiểm tra sản xuất than hầm lò, thăm động viên thợ lò Công ty CP than Núi Béo và làm việc với Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) và tỉnh Quảng Ninh.

Cùng đi và dự làm việc có các đồng chí: Nguyễn Hoàng Anh, Ủy viên BCH Trung ương Đảng, Chủ tịch Ủy ban Quản lý vốn Nhà nước tại doanh nghiệp và lãnh đạo các Bộ, ban, ngành Trung ương; Nguyễn Xuân Ký, Ủy viên BCH Trung ương Đảng, Bí thư Tỉnh ủy Quảng Ninh; Nguyễn Tường Văn, Chủ tịch UBND tỉnh Quảng Ninh... Về phía lãnh đạo TKV có các đồng chí: Lê Minh Chuẩn, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn; Đặng Thanh Hải, Tổng Giám đốc Tập đoàn; Lê Thanh Xuân, Chủ tịch Công đoàn TKV; Vũ Anh Tuấn, Phó TGD Tập đoàn, Bí thư Đảng ủy TQN; lãnh đạo Đảng ủy, HĐQT, Ban lãnh đạo điều hành, Công đoàn TKV, Đảng ủy TQN, Đoàn TQN, Đoàn TN TKV; lãnh đạo các đơn vị thành viên TKV...



Phó Thủ tướng kiểm tra hệ thống giám sát, điều hành sản xuất hầm lò tại Trung tâm điều hành sản xuất của Than Núi Béo

Phó Thủ tướng Chính phủ Lê Văn Thành cùng đoàn công tác đã kiểm tra Trung tâm điều hành sản xuất, trực tiếp xuống lò kiểm tra sản xuất tại mức -240m lò chợ cơ giới hóa đồng bộ 41104 của Công ty CP than Núi Béo; thăm hỏi, tặng quà động viên công nhân. Lò chợ 41004 áp dụng công nghệ CGH đồng bộ công suất 600.000 tấn/năm - công nghệ hiện đại nhất hiện nay trong khai thác mỏ hầm lò. Theo báo cáo của Giám đốc Công ty

CP than Núi Béo Ngô Thế Phiệt, năm 2021, Công ty phấn đấu sản xuất 1,1 triệu tấn than, trong đó riêng lò chợ CGH đóng góp tới 400.000 tấn/năm, tương đương 35% sản lượng của cả mỏ.

TKV cũng đề nghị với Chính phủ và các Bộ, ngành một số nội dung như: Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050, tạo điều kiện để TKV triển khai thực hiện Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/02/2020 của Bộ Chính trị về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam; Bổ sung ngành nghề kinh doanh cho TKV và cho phép TKV để lại lợi nhuận sau thuế để đầu tư xây dựng nhà ở cho gia đình công nhân, thu hút nguồn nhân lực thợ lò; Điều chỉnh tiến độ CPH Công ty mẹ - TKV sang giai đoạn 2021 - 2025 cho phù hợp với tình hình thực tế; Có chính sách ưu tiên sử dụng nguồn than Antraxit sản xuất trong nước, hạn chế nhập khẩu loại than này và cơ chế xuất, nhập khẩu than để TKV chủ động sản xuất...

Phát biểu tại buổi làm việc, Phó Thủ tướng Chính phủ Lê Văn Thành ghi nhận và biểu dương những kết quả đạt được của TKV trong công tác phòng, chống dịch, đồng thời giữ vững nhịp độ sản xuất với khí thế sôi nổi, thể hiện rất rõ qua các chỉ số sản xuất, kinh doanh mà TKV đạt được trong năm 2020 và 9 tháng năm 2021. Phó Thủ tướng Chính phủ đồng tình, ủng hộ với các đề xuất, kiến nghị của TKV và tỉnh Quảng Ninh tại buổi làm việc; đồng thời đề nghị các Bộ, ngành liên quan tích cực nghiên cứu, tham mưu với Chính phủ tháo gỡ, tạo điều kiện cho TKV, đặc biệt là giải pháp cấp đủ than cho điện bằng nguồn than trong nước, giảm nhập khẩu, về xuất khẩu than...

Phó Thủ tướng cho rằng, trữ lượng than tại Quảng Ninh là rất lớn, là nguồn tài nguyên quý giá do vậy cần có chiến lược sản xuất lâu dài, quy hoạch, bảo vệ, khai thác, sử dụng hiệu quả tài nguyên phục vụ cho đất nước và đề nghị, trong thời gian tới, TKV tiếp tục thực hiện tốt công tác phòng chống dịch, cùng với địa phương giữ vững địa bàn an toàn để đẩy mạnh SXKD, đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia và góp phần vào tăng trưởng kinh tế của cả nước năm 2021. TKV cần tiếp tục quan tâm hơn nữa tới ứng dụng KHCN, nâng cao năng suất lao động, hiệu quả SXKD của doanh nghiệp, làm tốt hơn nữa công tác an toàn, môi trường trong quá trình sản xuất. Phó Thủ tướng chúc mừng cán bộ, CNLĐ Tập đoàn nhân kỷ niệm 85 ngày Truyền thống công nhân vùng Mỏ

- Truyền thống ngành Than 12/11 (1936-2021), và tin tưởng với những kết quả, thành công đạt được, TKV tiếp tục phát huy truyền thống, hoàn thành xuất sắc kế hoạch năm 2021 và những năm tiếp theo, xây dựng TKV ngày càng phát triển bền vững.

Truyền thông TKV

Đầu tư đổi mới công nghệ - chìa khóa thành công ở Than Nam Mẫu

Song song với việc đầu tư vào các công trình chăm sóc sức khỏe người lao động thì công tác đầu tư đổi mới công nghệ được Công ty than Nam Mẫu đặc biệt quan tâm. Mỗi lần đổi mới công nghệ là mỗi lần điều kiện làm việc của người lao động được cải thiện, năng suất lao động tăng và niềm tin cũng như tình yêu của người thợ mỏ với nghề cũng trở nên vững vàng hơn.

Đối với các đường lò có tiết diện lớn, Công ty áp dụng phối hợp hai loại máy xúc là máy xúc gầu ngược và máy xúc lật hông. Máy xúc gầu ngược đổ tải trực tiếp lên hệ thống băng tải vận tải than đá ra ngoài còn máy xúc lật hông sẽ đánh tải sang cho máy xúc gầu ngược. Nhờ áp dụng song song hai loại máy xúc này mà tốc độ bốc xúc vận tải sau nổ mìn tại các gương lò được nhân lên gấp đôi, từ đó đẩy nhanh tiến độ thi công các đường lò.



Kết hợp máy xúc gầu ngược và máy xúc lật hông

Máy khoan hai chòong do Công ty vừa tự sửa chữa phục hồi từ hệ thống máy khoan đã cũ hỏng, đang được áp dụng tại phân xưởng KT12.

Máy xúc Rulo trục xoắn phục vụ bốc xúc than tại lò chợ phân xưởng KT3, Công ty than Nam Mẫu. Đây là máy xúc rulo được áp dụng đầu tiên trong TKV do chính Công ty cải tạo chế tạo.

Máy xúc lật hông mini cũng là một trong những bước tiến cải tiến công tác bốc xúc trong lò chợ, nâng cao năng suất lao động đồng thời tiết kiệm nhân lực cho các phân xưởng khai thác.



Máy khoan hai chòong



Máy xúc Rulo trục xoắn



Máy xúc lật hông mini trong lò chợ



Hệ thống xe khoan ZCY-60

Hệ thống xe khoan ZCY-60 được Công ty than Nam Mẫu cải tiến chế tạo từ máy xúc cũ, nhằm hạ giá thành sản xuất, chủ động nguồn vật tư sẵn có đồng thời nâng cao năng suất lao động và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động.

Hệ thống dàn chống mềm ZRY được đưa vào sử dụng chống giữ trong lò chợ cho các đường



Hệ thống dàn chống mềm ZRY
lò có độ dốc lớn, phương pháp này nâng cao an toàn và hạn chế tối đa tổn thất than trong quá trình khai thác.

Hiện nay Than Nam Mầu đã cơ bản áp dụng cơ giới hóa các khâu khoan, bốc xúc phục vụ khai thác và đào lò. Thời gian tới Công ty sẽ tiếp tục



Công nhân vận hành xe khoan đa năng tại Phân xưởng KT12 Công ty than Nam Mầu
nghiên cứu và áp dụng cơ giới hóa cho tất cả các khâu còn lại, tiến tới xây dựng đơn vị khai thác thông minh theo chỉ đạo của TKV.

CTV: Quốc Khương

Contents	Page
Dr. Le Van Hau, MSc. Tran Duc Dau - <i>Research on and selection of suitable parameters of the room and pillar mining system in the exploitation of coal seams located under works to be protected on the surface in Quang Ninh region</i>	1
Dr. Phan Van Viet, Dr. Le Van Hau, MSc. Phung Viet Bac - <i>Research on and proposal of solutions to prevent spontaneous combustion incidents under the spontaneous capacity during the exploitation of no.10 coal seam at Trang Bach mine of Vinacomin - Uong Bi Coal Company</i>	11
Dr. Doan Van Thanh, Dr. Bui The Nam - <i>Determination of the optimized excavation length for open pit coal mines of Vietnam</i>	17
MSc. Nguyen Van Minh, Eng. Nguyen Van Hau - <i>The strategy orientation for development of bauxite mineral of Vinacomin by 2030, vision to 2050</i>	25
MSc. Pham Trung Hai, Dr. Xu Ping, Dr. Yu Yinghua, Prof. Shen Jiaxing - <i>Selection and optimization of energy-absorbent particle parameters with network structure for resistance of hydraulic resistant</i>	34
MSc. Tran Quoc Hoan, Assoc. Prof. Dr. Nguyen Anh Nghia, Dr. Ho Viet Buu - <i>Research on and design of the earthing phase detecting circuit to improve the reliability of power supply for 6kV network at open pits in Quang Ninh</i>	42
MSc. Tran Tuan Anh, MSc. Nguyen Huu Huan - <i>Application of groundwater modeling system (GMS) in assessment of movement directions of water sources into mines and estimate of water flow to underground coal mines</i>	48

Hội nghị nghiệm thu đề tài cấp Tập đoàn do Viện Khoa học Công nghệ Mỏ – Vinacomin thực hiện

Ngày 02/11/2021, Hội đồng Khoa học công nghệ cấp Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam đã tổ chức Hội nghị trực tuyến nghiệm thu đề tài “Nghiên cứu giải pháp công nghệ xuống sâu mức -300 cho mỏ Cọc Sáu và các mỏ lộ thiên xuống sâu có điều kiện tương tự thuộc TKV” do Viện Khoa học Công nghệ Mỏ – Vinacomin thực hiện



Hội đồng KHCN của đề tài được thành lập theo Quyết định số 1556/QĐ-TKV ngày 17/9/2020, gồm 09 thành viên: Ông Phan Xuân Thủy (Phó Tổng giám đốc Tập đoàn TKV) - Chủ tịch; Ông Đỗ Hồng Nguyên (Trưởng ban Khoa học – công nghệ thông tin và chiến lược Tập đoàn) - Phó chủ tịch; Ông Trần Quang Hiếu (Phó trưởng bộ môn Khai thác Lộ thiên Trường Đại học Mỏ – Địa chất) - Ủy viên, Phản biện; Ông Mai Quảng Thái (Phó trưởng ban Kỹ thuật công nghệ mỏ Tập đoàn TKV) - Ủy viên, Phản biện. Cơ quan quản lý: Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam, cơ quan thực hiện: Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, Chủ nhiệm đề tài: TS. Đỗ Ngọc Tước.

Mỏ Cọc Sáu hiện là mỏ lộ thiên sâu nhất Việt Nam, đáy mỏ đã đạt đến -285 (hồ bơm tháng 02/2020), điều kiện về khai thác mỏ sẽ ngày càng khó khăn và phức tạp, chi phí sản xuất tăng cao khi mỏ tiếp tục khai thác xuống sâu. Hội đồng KHCN, về cơ bản đánh giá cao kết quả thực hiện của đề tài. Đề tài đã hoàn thành đầy đủ các nội dung nghiên cứu theo đề cương đã đăng ký. Nội dung nghiên cứu của đề tài là cơ sở để triển khai áp dụng tại mỏ than Cọc Sáu và tiến tới mở rộng áp dụng cho các mỏ lộ thiên khai thác xuống sâu có điều kiện tương tự tại Quảng Ninh. Hội đồng đã thống nhất nghiệm thu và đánh giá đề tài đạt loại khá./.

Đ. L.

Hội nghị nghiệm thu đề tài TKV cấp cơ sở

Ngày 25/11/2021, Viện KHCN Mỏ đã tổ chức Hội nghị trực tuyến nghiệm thu đề tài TKV cấp cơ sở “Nghiên cứu xây dựng quy trình, chuẩn hoá các dữ liệu, hệ thống hoá các chỉ tiêu, biểu mẫu trong công tác nhật lệnh, giao – nhận ca sản xuất theo từng mô hình công trường phân xưởng thuộc các lĩnh vực sản xuất kinh doanh của TKV”



Hội đồng KHCN của đề tài được thành lập theo Quyết định số 672/QĐ-VKHCNM, ngày 02/11/2021 gồm 7 thành viên: TS. Đào Hồng Quảng (Viện trưởng – Viện KHCN Mỏ) - Chủ tịch; TS. Nhữ Việt Tuấn (Phó Viện trưởng – Viện KHCN Mỏ) - Phó Chủ tịch; TS. Trương Đức Dư (Hội KHCN mỏ Việt Nam) - Phản biện 1; ThS. Nguyễn Tuấn Anh (Phó Giám đốc Trung tâm An toàn Mỏ) - Phản biện 2. Cơ quan quản lý: Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Cơ quan chủ trì: Viện Khoa học Công nghệ Mỏ – Vinacomin, Chủ nhiệm đề tài - TS. Phan Văn Việt.

Mục tiêu nghiên cứu của đề tài là xây dựng quy trình, chuẩn hoá các dữ liệu, hệ thống hoá các chỉ tiêu, biểu mẫu theo từng lĩnh vực sản xuất kinh doanh đáp ứng yêu cầu tin học hoá quy trình giao – nhận ca trong điều hành sản xuất cấp công trường phân xưởng tại các đơn vị sản xuất kinh doanh thuộc TKV.

Mặc dù một số đơn vị trong Tập đoàn TKV đã áp dụng thử nghiệm hình thức sổ nhật lệnh, giao – nhận ca trên phần mềm, tuy nhiên do việc chưa đồng bộ được với các phần mềm quản lý khác nên một số công đoạn vẫn phải thực hiện thủ công.

Chủ tịch Hội đồng nghiệm thu Đào Hồng Quảng đã tổng hợp những ý kiến đóng góp của các thành viên trong Hội đồng, đồng thời yêu cầu nhóm thực hiện chỉnh sửa hoàn thiện để trình Tập đoàn TKV phê duyệt đúng tiến độ./.

Đ.L.



Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

TKV và HUST ký kết thỏa thuận hợp tác

Chiều ngày 15/10, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) và Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội (HUST) tổ chức Lễ ký kết thỏa thuận hợp tác

Tham dự lễ ký kết, về phía TKV có Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải; Phó TGD Lê Quang Dũng, Phó TGD Nguyễn Tiến Mạnh, các ban chuyên môn và các cán bộ của cơ quan TKV làm việc tại Hà Nội đã từng tốt nghiệp tại nhà trường... Phía HUST có PGS Huỳnh Quyết Thắng - Hiệu trưởng Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội cùng tập thể lãnh đạo nhà trường.



Trong thời gian qua, TKV thực hiện liên kết, hợp tác giữa 3 nhà: “Nghiên cứu - Chế tạo - Sản xuất” và vận dụng các nguồn tri thức để nâng cao trình độ kiến thức tạo ra các sản phẩm, dịch vụ công nghệ mới phục vụ quá trình chuyển đổi số của doanh nghiệp. TKV đã và đang tăng cường hợp tác với các Hiệp hội, tổ chức KH&CN trong và ngoài nước, trong đó việc hợp tác với Trường ĐH Bách Khoa Hà Nội là một trong những hợp tác thành công nhất trong chiến lược phát triển của TKV. Đến nay sự hợp tác đã đóng góp quan trọng cho Tập đoàn. Cụ thể, TKV đã hợp tác trực tiếp với một số chuyên gia, phòng thí nghiệm thuộc Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội trong thực hiện đề tài nghiên cứu KH&CN và trong công tác đào tạo nhân lực hơn 60 năm qua.

Hiện nay, yêu cầu đặt ra cho TKV là phải phát triển đội ngũ nhân lực có trình độ cao, đẩy mạnh công tác nghiên cứu, ứng dụng KH&CN gắn với nhiều ngành nghề đào tạo. Công tác nghiên cứu KH&CN là thế mạnh của Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội nhất là các lĩnh vực: công nghệ thông tin, tự động hoá, kỹ thuật hóa học, luyện kim, chế tạo máy... Với tiềm năng, thế mạnh của Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội và môi trường ứng dụng rộng rãi của TKV cho thấy hai bên còn nhiều

tiềm năng cơ hội để hợp tác trong thời gian tới.

Theo thỏa thuận, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội sẽ xây dựng các chương trình đào tạo ngắn hạn, đào tạo đại học và sau đại học để đáp ứng yêu cầu nhân lực của TKV. Trong khi đó, TKV cam kết cấp học bổng cho sinh viên và học viên sau đại học của Trường trong các lĩnh vực như kỹ thuật hóa học, khoa học và công nghệ vật liệu, môi trường, điện, nhiệt, điều khiển tự động hóa và cơ khí.



Phát biểu tại sự kiện, PGS Huỳnh Quyết Thắng, Hiệu trưởng Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đánh giá cao kết quả đạt được trong 9 tháng năm 2021 của

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, đặc biệt là việc TKV đã thực hiện thành công chỉ đạo của Chính Phủ là chống dịch đi đôi với phát triển kinh tế, thực hiện thành công mục tiêu kép, ổn định việc làm, đời sống, thu nhập cho người lao động. PGS Huỳnh Quyết Thắng tin tưởng với sự đồng thuận cao của lãnh đạo hai đơn vị, với thế mạnh của hai bên đang có, sự hợp tác này sẽ ngày càng phát triển và đạt được nhiều thành tựu trong tương lai.

Với bề dày truyền thống lịch sử “Kỷ luật và Đồng tâm” trong 85 năm xây dựng và phát triển của người thợ mỏ, TKV đã vượt qua nhiều giai đoạn khó



khẩn thử thách, luôn hoàn thành nhiệm vụ Đảng và Nhà nước giao; đang từng bước làm chủ công nghệ, tiến tới mục tiêu hiện đại hoá, chuyển đổi số thành công ngành Than- Khoáng sản. Và cùng với truyền thống, uy tín, bề dày kinh nghiệm đào tạo, nghiên cứu KH&CN trong 65 năm qua của Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải tin tưởng hai bên sẽ triển khai thành công hợp tác quan trọng này, góp phần tích cực vào sự phát triển của TKV và HUST trong thời gian tới.

Truyền thông TKV