



ISSN 1859 - 0063

SỐ 6/2023

**BẢN TIN**

**THÔNG TIN**

# **KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ**

**MINING TECHNOLOGY BULLETIN**

**VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ - VINACOMIN**



**VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ - VINACOMIN ĐÓN NHẬN  
HUÂN CHƯƠNG LẠO ĐỘNG HẠNG NHẤT NĂM 2023**

## **HỘI NGHỊ**

**TUYÊN DƯƠNG CÁC ĐIỂN HÌNH TIÊN TIẾN TRONG CÁC PHONG TRÀO THI ĐUA CỦA TKV NĂM 2022 - 2023  
VÀ VINH DANH THỢ GIỎI XUẤT SẮC CẤP TẬP ĐOÀN LẦN THỨ 12 NĂM 2023**

Quảng Ninh, ngày 11 tháng 11 năm 2023



BẢN TIN

THÔNG TIN

KHOA HỌC  
CÔNG NGHỆ MỎ

SỐ 6/2023

ISSN 1859 - 0063

BAN BIÊN TẬP

Tổng biên tập

TS. ĐÀO HỒNG QUẢNG

Phó Tổng biên tập

TS. LƯU VĂN THỰC

Thư ký thường trực

KS. ĐÀO ANH TUẤN

Các ủy viên

TS. NHỮ VIỆT TUẤN

TS. PHAN VĂN VIỆT

ThS. PHẠM CHÂN CHÍNH

ThS. NGUYỄN VĂN MINH

ThS. NGUYỄN ĐÌNH THỐNG

Trình bày bìa

KS. ĐÀO ANH TUẤN

TÒA SOẠN

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ  
Số 3 Phan Đình Giót - Phương Liệt

Thanh Xuân - Hà Nội

Điện thoại: 84-024-38647675

Fax: 84-024-38641564

Email: [tkhcnm@gmail.com](mailto:tkhcnm@gmail.com)

Website: [www.imsat.vn](http://www.imsat.vn)

GIẤY PHÉP XUẤT BẢN

số 42/GP-XBBT ngày 16/08/2023  
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

Đánh giá kết quả áp dụng cơ giới hóa khai thác tại các mỏ hàm lò vùng Quảng Ninh và một số định hướng phát triển trong thời gian tới	TS. Trần Minh Tiến TS. Nguyễn Ngọc Giang KS. Phạm Tiến Dương	1
Nghiên cứu xác định nguyên nhân hiện tượng nổ than và đề xuất áp dụng giải pháp kỹ thuật đảm bảo an toàn, hiệu quả trong đào lò, khai thác tại mỏ Nam Khe Tam - Công ty 35	TS. Dương Đức Hải TS. Nguyễn Ngọc Giang KS. Nguyễn Đức Quân KS. Nguyễn Ngọc Bình	8

CÔNG NGHỆ KHAI THÁC LỘ THIÊN

Các giải pháp giảm phát thải bụi và khả năng ứng dụng đối với đường vận tải tại các mỏ lộ thiên Việt Nam	ThS. Đàm Công Khoa	19
Kết quả thử nghiệm công nghệ nạp thuốc nổ không chịu nước trong túi nilon tại khu vực đất đá ngầm nước	TS. Đoàn Văn Thanh KS. Đỗ Văn Triều TS. Trần Đình Bảo	27

AN TOÀN MỎ

Nghiên cứu thực nghiệm độ ổn định của than có cường độ thấp sau khi làm ẩm và các tính chất của nó	TS. Thân Văn Duy ThS. Phạm Văn Quân TS. Lê Quang Phục	34
--	---	----

ĐỊA CƠ MỎ

Nghiên cứu điều chế hệ dung dịch khoan Bentonit - Gypsum để nâng cao hiệu quả khoan thăm dò ở bể than Quảng Ninh	ThS. Nguyễn Tử Vinh	42
--	---------------------	----

CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG

Sử dụng hợp lý các công trường mỏ sau khai thác theo quan điểm khai thác mỏ xanh (blue mining) - kinh nghiệm thế giới	GS-TS. Nguyễn Quang Phích TS. Nguyễn Viết Định PGS-TS. Nguyễn Quang Minh	50
---	--	----

TIN TRONG NGÀNH

Đánh giá nhanh thị trường than thế giới thời điểm 30 tháng 10 năm 2023; Hội nghị quán triệt Đề án cơ cấu lại TKV đến năm 2025	KS. Đào Anh Tuấn	58
---	------------------	----

## ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ÁP DỤNG CƠ GIỚI HÓA KHAI THÁC TẠI CÁC MỎ HÀM LÒ VÙNG QUẢNG NINH VÀ MỘT SỐ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN TRONG THỜI GIAN TỚI

**TS. Trần Minh Tiến, TS. Nguyễn Ngọc Giang**

**KS. Phạm Tiên Dương**

*Viện Khoa học Công nghệ Mỏ-Vinacomin*

***Biên tập: TS. Phan Văn Việt***

### **Tóm tắt:**

Trong thời gian qua, sản lượng than khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh đã có sự tăng trưởng liên tục, từ 6,1 triệu tấn năm 2002 lên 26,3 triệu tấn năm 2022. Để đạt được kết quả như trên, việc áp dụng cơ giới hóa trong khai thác đóng vai trò rất quan trọng. Cơ giới hóa khai thác đã tạo ra đột phá về sản lượng tại các mỏ hầm lò với công suất lò chợ phổ biến từ 300.000 ÷ 600.000 tấn/năm, thậm chí đã có lò chợ đạt công suất trên 1,0 triệu tấn/năm, cao gấp từ 3 ÷ 5 lần lò chợ thủ công. Công nghệ này còn góp phần làm tăng năng suất lao động, nâng cao mức độ an toàn và cải thiện điều kiện làm việc do các công đoạn sản xuất chính đã được cơ giới hóa. Ngoài ra cơ giới hóa khai thác còn giải quyết được một số vấn đề khác như giảm từ 10 ÷ 20% nhân lực và từ 5 ÷ 20% giá thành khai thác so với các lò chợ thủ công. Với các ưu điểm trên, cơ giới hóa khai thác vẫn là xu hướng tất yếu tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh trong giai đoạn phát triển tiếp theo. Bài viết sẽ tiến hành đánh giá kết quả triển khai áp dụng cơ giới hóa khai thác trong giai đoạn vừa qua, xác định các tồn tại làm cơ sở cho việc đề xuất một số định hướng, giải pháp phát triển cơ giới hóa khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh trong thời gian tới.

### **1. Đánh giá kết quả nghiên cứu, áp dụng cơ giới hóa khai thác tại các mỏ hầm lò**

#### **1.1. Tổng hợp quá trình triển khai áp dụng cơ giới hóa khai thác tại các mỏ hầm lò**

Cơ giới hóa khai thác đã được nghiên cứu và triển khai áp dụng thử nghiệm tại mỏ Vàng Danh từ năm 1977, tuy nhiên do một số nguyên nhân nên công nghệ chưa thành công. Tiếp đó, từ năm 2002 đến nay, thông qua hàng loạt các đề tài, dự án sản xuất thực nghiệm các cấp do Viện KHCN Mỏ thực hiện, nhiều sơ đồ công nghệ cơ giới hóa khai thác đã được nghiên cứu và triển khai áp dụng tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh.

Via dày trung bình, thoải đến nghiêng là đối tượng đầu tiên được nghiên cứu, áp dụng cơ giới hóa khai thác. Theo đó, giai đoạn từ năm 2002 ÷ 2005<sup>[1, 6]</sup>, công nghệ khai thác bán cơ giới hóa bằng máy khâu than kết hợp giá thủy lực di động và cơ giới hóa đồng bộ sử dụng máy khâu than kết hợp giàn chống tự hành đã được triển khai áp dụng thành công trong các lò chợ khâu hết chiều dày vỉa tại mỏ Khe Châm.

Giai đoạn từ năm 2007 ÷ 2012, công nghệ cơ

giới hóa khai thác đã được tiếp tục nghiên cứu, áp dụng thử nghiệm cho nhiều đối tượng vỉa khác như: (i) Cơ giới hóa đồng bộ hạ trần thu hồi than nóc sử dụng máy khâu than kết hợp giàn tự hành có kết cấu hạ trần kiểu một máng cào cho điều kiện vỉa dày thoải đến nghiêng tại các mỏ Vàng Danh, Nam Mẫu<sup>[2, 6]</sup>; (ii) Cơ giới hóa khai thác lò chợ chia lớp bằng, lò dọc vỉa phân tầng cho điều kiện vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng tại các mỏ Vàng Danh, Hà Ráng<sup>[2, 5]</sup> và (iii) Cơ giới hóa bằng tổ hợp 2ANSH cho điều kiện vỉa dày trung bình, dốc nghiêng đến dốc đứng tại các mỏ Mạo Khê, Uông Bí<sup>[4, 6]</sup>. Một số thử nghiệm trong giai đoạn này đã dừng lại hoặc không mở rộng áp dụng được do lò chợ chưa đạt công suất như mục tiêu đề ra, tuy nhiên kinh nghiệm thu được là cơ sở để đánh giá, lựa chọn được các loại hình công nghệ khai thác cơ giới hóa có tính ưu việt, phù hợp hơn với các vỉa thoải đến nghiêng ở giai đoạn tiếp theo.

Từ năm 2015 đến nay, việc nghiên cứu và áp dụng cơ giới hóa trong điều kiện vỉa thoải đến nghiêng có bước phát triển mạnh mẽ. Đối với các vỉa dày trung bình, ngành than đã triển khai mở





a) Lò chợ cơ giới hoá tại Vàng Danh



b) Lò chợ cơ giới hoá tại Uông Bí

Hình 1. Hình ảnh một số lò chợ cơ giới hoá tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh

rộng áp dụng thêm được 03 dây chuyền lò chợ cơ giới hóa đồng bộ khấu hết chiều dày vỉa tại các mỏ Dương Huy, Quang Hanh và Hạ Long. Đối với các vỉa dày, đã có thêm 07 dây chuyền lò chợ cơ giới hóa đồng bộ hạ trần than nóc được triển khai áp dụng tại các mỏ Hà Lâm (02 dây chuyền), Khe Chàm, Vàng Danh, Núi Béo, Mông Dương, Dương Huy (mỗi đơn vị 01 dây chuyền). Tính đến hết năm 2022 toàn ngành than có 12 dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ trong đó có 04 dây chuyền lò chợ cơ giới hóa đồng bộ khấu hết chiều dày vỉa, 07 dây chuyền lò chợ cơ giới hóa đồng bộ hạ trần than nóc và 01 dây chuyền cơ giới hóa sử dụng tổ hợp 2ANSH. Theo mô hình các dây chuyền này được phân ra: 01 mô hình cơ giới hóa đồng bộ hạng nặng (Hà Lâm); 06 mô hình cơ giới hóa đồng bộ hạng trung và 04 mô hình cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ (Mông Dương, Hạ Long, Dương Huy, Uông Bí).

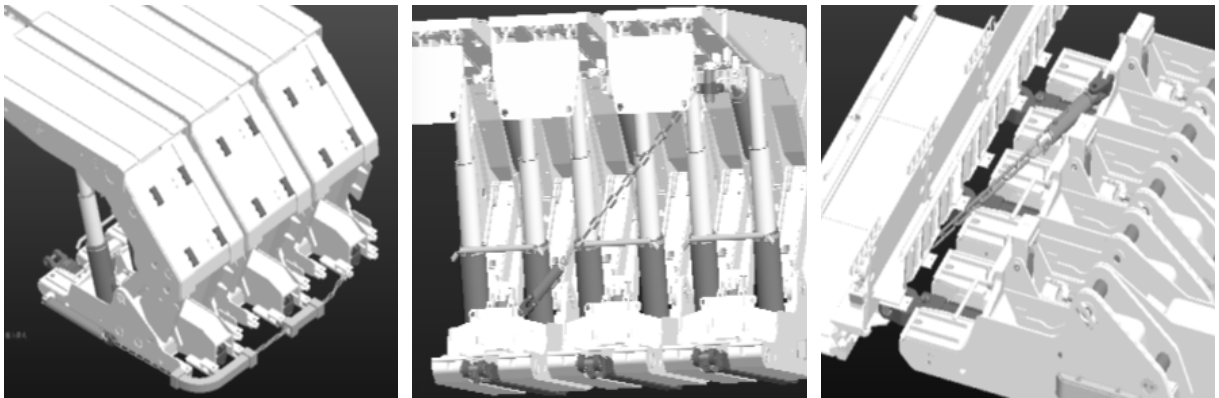
## 1.2. Một số thành tựu đạt được trong quá trình triển khai áp dụng cơ giới hóa khai thác

Sau 20 năm triển khai nghiên cứu áp dụng

công nghệ cơ giới hóa khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh, các thành tựu cơ bản nhất đã đạt được là:

Về công tác nghiên cứu điều kiện địa chất - kỹ thuật mỏ: Thông qua các công trình nghiên cứu và kinh nghiệm đúc rút từ thực tế sản xuất, Viện KHCN Mỏ đã hoàn thiện xây dựng được các tiêu chí áp dụng cơ giới hóa khai thác<sup>[1, 4, 6, 8]</sup>. Các tiêu chí này đề cập đến nhiều yếu tố ảnh hưởng như chiều dày, góc dốc vỉa, đặc điểm cấu tạo vỉa, tính chất cơ lý của than, mức độ phá hủy kiến tạo, độ chứa khí, chiều dài lò chợ; kích thước theo phương của khu vực khai thác, quy mô trữ lượng, v.v.... Trên cơ sở đó, Viện đã xây dựng được bộ cơ sở dữ liệu về trữ lượng than và điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ các khu vực có khả năng áp dụng cơ giới hóa tại các khoáng sàng than khai thác bằng phương pháp hầm lò ở vùng Quảng Ninh. Đây là cơ sở dữ liệu quan trọng phục vụ cho việc lựa chọn các sơ đồ công nghệ cơ giới hóa phù hợp với điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ vùng Quảng Ninh trong thời gian qua và định hướng,





Hình 2. Các kết cấu chống trôi, chống đổ giàn chống và máng cào

phát triển công nghệ trong thời gian tiếp theo.

**Về công tác nghiên cứu lựa chọn thiết bị:** Bên cạnh điều kiện địa chất - kỹ thuật mỏ, đồng bộ thiết bị cơ giới hóa cũng có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả áp dụng công nghệ. Thông qua nghiên cứu chuyên sâu về thiết bị trong các đề tài, dự án sản xuất thực nghiệm về cơ giới hóa, nhiều tính năng, kết cấu của đồng bộ thiết bị cơ giới hóa đã được áp dụng trong quá trình đầu tư để đặt hàng chế tạo theo yêu cầu phù hợp với điều kiện địa chất kỹ thuật của từng mỏ, cụ thể như sau: (i) Sử dụng cột thủy lực hai cấp hành trình trong giàn chống để phù hợp với chiều dày vỉa thay đổi trong phạm vi lớn giữa các lò chợ áp dụng (Dương Huy, Quang Hanh, Hạ Long); (ii) Sử dụng các kết cấu chống trôi chống đổ giàn trong điều kiện góc vỉa trên  $25^\circ$  (Quang Hanh, Mông Dương); (iii) Sử dụng kết cấu dịch chuyển giàn chống, máng cào theo kiểu kích đẩy ngược kết hợp thanh đẩy dài khi lò chợ phải khấu lên, xuống dốc theo phương hoặc khấu vê (Vàng Danh, Hà Lâm, Núi Béo, Quang Hanh); (iv) Sử dụng đế giàn chỉnh thể tăng khả năng kháng lún (Mông Dương); (v) Nhiệt đới hóa một số chi tiết của máy khấu dẫn động điện để phù hợp với điều kiện nóng ẩm trong các mỏ hầm lò (Mông Dương, Hạ Long) và (vi) Đơn giản hóa kết cấu một số chi tiết để nhẹ hóa giàn chống (Mông Dương, Hạ Long). Với các thay đổi trên, hầu hết các đồng bộ thiết bị cơ giới hóa khai thác hoạt động tốt, ít xảy ra sự cố. Đặc biệt việc nhẹ hóa giàn chống<sup>[9]</sup> trong các dây chuyền cơ giới hóa ở Mông Dương và Hạ Long đã cho phép giảm chi phí đầu tư và giảm thời gian vận chuyển, lắp đặt từ 30% ÷ 40% so với các giàn chống hạng nặng và hạng trung. Tuy nhiên các giàn chống này vẫn có đầy đủ tính năng, hoạt động tốt và đảm bảo độ tin cậy cao ngay cả trong điều kiện địa chất

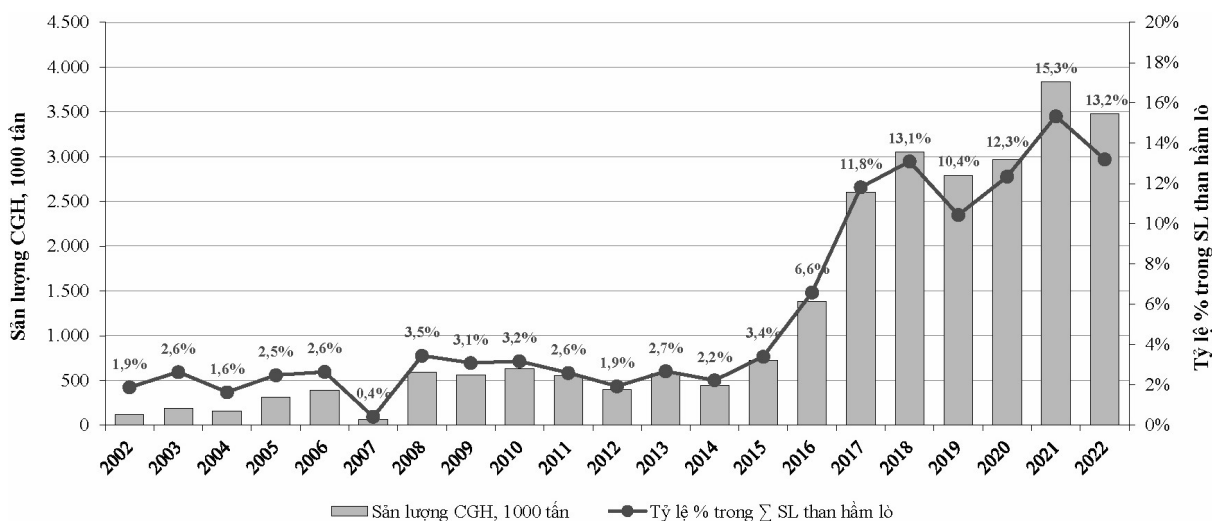
không thuận lợi như lò chợ dốc cục bộ lên tới  $28 \div 30^\circ$ .

**Về các giải pháp nâng cao hiệu quả áp dụng cơ giới hóa:** Trong thời gian gần đây, nhiều giải pháp kỹ thuật mới trong lò chợ cơ giới hóa đã được nghiên cứu áp dụng thành công và đem lại hiệu quả cao, trong đó: (i) Nhóm giải pháp liên quan đến công tác vận chuyển, lắp đặt, tháo dỡ thiết bị lò chợ như đào chống thượng khởi điểm và khám thu hồi bằng neo, khấu lặn cáp và trải lưới thép tạo diện thu hồi, vận chuyển thiết bị bằng monorail, v.v... đã góp phần giảm khoảng 30% thời gian thi công, khoảng 38% nhân lực và khoảng 40% chi phí so với các giải pháp truyền thống trước đây; (ii) Nhóm giải pháp giảm thiểu, hạn chế các ảnh hưởng bất lợi của điều kiện địa chất như khấu vượt phay, khấu vê, khấu cắt đá vách trụ vỉa tại những vị trí vỉa mỏng, bơm ép nước tăng độ liên kết của than mềm yếu, v.v... cũng đã được triển khai tại các lò chợ cơ giới hóa. Đặc biệt là giải pháp khấu gương lò chợ bán xiên, chân lò chợ vượt trước kết hợp với việc sử dụng các kết cấu chống trôi, chống đổ đã hạn chế được sự trôi trượt của thiết bị theo hướng dốc trong điều kiện lò chợ có góc dốc từ  $20^\circ$  trở lên và đảm bảo cho lò chợ hoạt động ổn định, hiệu quả.

**Về các chỉ tiêu đạt được của lò chợ cơ giới hóa:** 05 năm trở lại đây, hầu hết các lò chợ cơ giới hóa đều đã đạt sản lượng và năng suất cao. Trong điều kiện vỉa dày trung bình, thoải đến nghiêng, sản lượng các lò chợ cơ giới hóa khấu hết chiều dày vỉa tại Quang Hanh, Dương Huy, Hạ Long, Khe Chàm, Uông Bí đạt bình quân từ 150.000 ÷ 360.000 tấn/năm, năng suất lao động đạt từ 8,5 ÷ 22,8 tấn/công, tương đương 1,5 ÷ 3,0 lần so với các lò chợ thủ công trong cùng điều kiện. Trong điều kiện vỉa dày, thoải đến nghiêng, sản lượng



Hình 3. Giải pháp khâu lẫn cáp và trải lưới thép tạo diện thu hồi giàn chống



Hình 4. Sản lượng khai thác bằng cơ giới hóa và tỷ lệ trong tổng sản lượng hầm lò

các lò chợ cơ giới hóa hạ trần than nóc đạt bình quân từ 312.000 ÷ 848.000 tấn/năm, năng suất lao động tại các lò chợ này đạt từ 11,7 ÷ 41,3 tấn/công, tương đương 2 ÷ 5 lần lò chợ thủ công trong cùng điều kiện. Đối với tổ hợp 2ANSH khai thác vỉa dốc, dày trung bình tại Uông Bí, tuy chưa đạt công suất thiết kế nhưng sản lượng khai thác trong những năm gần đây đạt từ 100.000 ÷ 113.000 tấn/năm, tăng 1,4 ÷ 1,6 lần so với giai đoạn trước và tương đương 2 lần lò chợ khác trong cùng điều kiện. Với các kết quả đạt được như trên cho thấy việc áp dụng cơ giới hóa đã nâng cao sản lượng khai thác, giảm số lượng lò chợ hoạt động đồng thời, giảm số lượng lao động trực tiếp từ 10 ÷ 20% so với lò chợ thủ công trong cùng điều kiện.

Từ việc mở rộng áp dụng cơ giới hóa khai thác, tổng sản lượng khai thác bằng công nghệ này tại các mỏ hầm lò đã có sự tăng trưởng lớn trong giai đoạn vừa qua. Nếu như giai đoạn từ năm 2002 ÷

2015, tổng sản lượng than khai thác bằng công nghệ cơ giới hóa tại các mỏ mới đạt 5,7 triệu tấn, bình quân khoảng 410.000 tấn/năm và chiếm từ 0,4 ÷ 3,5% tổng sản lượng than hầm lò, đến giai đoạn 2016 ÷ 2022, tổng sản lượng cơ giới hóa đã đạt 20,1 triệu tấn, bình quân 2,9 triệu tấn/năm, chiếm từ 10,4 ÷ 15,3% tổng sản lượng than hầm lò và tương đương mức tăng trưởng gần 7 lần so với giai đoạn trước.

### 1.3. Một số khó khăn, tồn tại trong quá trình triển khai áp dụng cơ giới hóa khai thác

Ngoài những thành tựu nêu trên, việc áp dụng cơ giới hóa khai thác trong thời gian qua cũng đã cho thấy một số khó khăn, tồn tại, cụ thể như sau:

(1) Hầu hết các lò chợ cơ giới hóa vỉa thoải đến nghiêng đều chưa đạt công suất thiết kế với nguyên nhân chủ yếu: (i) Điều kiện địa chất khi thi công phức tạp hơn so với tài liệu thăm dò phục vụ thiết kế; (ii) Hạ tầng kỹ thuật tại một số đơn vị chưa



đồng bộ để đáp ứng các điều kiện của lò chợ áp dụng công nghệ cơ giới hóa; (iii) Chưa chủ động sản xuất được thiết bị, vật tư thay thế, chủ yếu phải nhập khẩu.

(2) Cơ giới hóa vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng chưa áp dụng thành công với các nguyên nhân chủ yếu: (i) Hộ chiếu chống lò dọc vỉa phân tầng chưa phù hợp, lò bị biến dạng lớn, phải tiến hành chống xén nên đã làm phức tạp hóa quá trình sản xuất và tăng các công đoạn thủ công và thời gian hoàn thành chu kỳ khai thác; (ii) Giàn chống sử dụng trong công nghệ có kết cấu, kích thước chưa hợp lý gây khó khăn cho công tác lựa chọn vật liệu chống giữ, duy trì lò dọc vỉa phân tầng; (iii) Giải pháp khoan, nạp, nổ mìn trong lỗ khoan dài còn một số vướng mắc như việc giữ độ ổn định của thành lỗ khoan trong điều kiện than mềm yếu rất khó khăn, công tác nạp mìn thủ công còn tốn nhiều thời gian<sup>[7]</sup>.

(3) Cơ giới hóa khai thác vỉa dày trung bình, dốc nghiêng đến dốc đứng bằng tổ hợp 2ANSH không mở rộng áp dụng được với các nguyên nhân chủ yếu: (i) Điều kiện áp dụng khắt khe; (ii) Đào và duy trì lò thượng vận tải, thông gió khó khăn, chi phí gỗ lớn; (iii) Vật tư thay thế khó cung ứng<sup>[4, 6]</sup>.

(4) Cơ giới hóa gương lò chợ dài mới áp dụng thành công trong điều kiện thuận lợi (góc dốc vỉa đến 35°, vỉa ít biến động, vách trụ từ ổn định trung bình trở lên, quy mô trữ lượng lớn, v.v...), trong điều kiện kém thuận lợi hơn (đá vách, đá trụ mềm yếu, góc dốc lớn, trữ lượng nhỏ lẻ, phân tán) chưa áp dụng được. Do đó khả năng nhân rộng quy mô số lượng dây chuyền lò chợ cơ giới hóa để tăng tỉ trọng tham gia sản lượng hàng năm tại các mỏ hầm lò còn gặp nhiều khó khăn.

## **2. Một số định hướng và giải pháp phát triển cơ giới hóa khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh**

Theo kế hoạch sản xuất than giai đoạn từ nay đến năm 2030 tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh cho thấy, sản lượng than hầm lò sẽ tăng từ 25,0 triệu tấn năm 2021 lên 31,4 triệu tấn vào năm 2030. Để đáp ứng nhu cầu sản lượng như trên cần tăng cường áp dụng cơ giới hóa trong khai thác nhằm tăng sản lượng, năng suất lao động, nâng cao mức độ an toàn, cải thiện điều kiện làm việc. Trên cơ sở đó bài viết đề xuất một số định hướng phát triển công nghệ cơ giới hóa khai thác than hầm lò giai đoạn đến năm 2025 và các năm tiếp

theo như sau:

(1) Đối với các vỉa dày trung bình đến dày, thoải đến nghiêng:

Tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện và mở rộng áp dụng các mô hình cơ giới hóa đồng bộ khai thác hạng trung, hạng nhẹ đã áp dụng thành công tại các mỏ hầm lò trong thời gian vừa qua cho các khu vực lò chợ có điều kiện phù hợp. Theo các đánh giá, trong giai đoạn từ nay đến năm 2025, phần trữ lượng có thể áp dụng công nghệ trên tại các mỏ hầm lò đủ để phát triển, nhân rộng thêm được 02 dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ hạng trung và 08 dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ và cho phép tăng sản lượng từ các lò chợ cơ giới hóa vỉa thoải đến nghiêng từ 3,7 triệu tấn năm 2021 lên 6,6 triệu tấn/năm vào năm 2025. Giai đoạn tiếp theo sẽ duy trì và phát triển thêm một số dây chuyền cơ giới hóa cho điều kiện này.

(2) Đối với các vỉa dày trung bình, dốc nghiêng đến dốc đứng:

Trong điều kiện vỉa dày trung bình, dốc nghiêng đến dốc đứng, công nghệ khai thác lò chợ xiên chéo, chống giữ bằng giàn chống mềm có nhiều ưu điểm vượt trội về mặt kỹ thuật, an toàn so với các công nghệ khác khác trong cùng điều kiện do đó công nghệ hiện đang được áp dụng phổ biến để khai thác vỉa dốc tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. Việc tiếp tục nghiên cứu áp dụng cơ giới hóa khấu than bằng máy thay cho khấu than bằng khoan nổ mìn sẽ cho phép cơ giới hóa hoàn toàn các công đoạn trong lò chợ chống giữ bằng giàn mềm và nâng cao hơn nữa hiệu quả khai thác vỉa dốc. Theo đánh giá sơ bộ, trữ lượng các vỉa dày trung bình, dốc nghiêng đến dốc đứng tại các mỏ hầm lò có thể áp dụng công nghệ này khoảng 30 triệu tấn. Trong giai đoạn từ nay đến năm 2025 cần triển khai áp dụng thử nghiệm để nắm bắt, làm chủ công nghệ (xem xét áp dụng tại các khu vực có trữ lượng vỉa dốc lớn như Uông Bí, Vàng Danh, v.v...) và tiến tới triển khai nhân rộng áp dụng công nghệ cho điều kiện phù hợp.

(3) Đối với các vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng:

Cơ giới hóa vỉa dày, dốc nghiêng đến dốc đứng cần được nghiên cứu trên nền tảng của các sơ đồ công nghệ khai thác đang áp dụng cho điều kiện này là lò dọc vỉa phân tầng và chia lớp bằng hoặc ngang nghiêng. Để công nghệ có thể áp dụng thành công cần tập trung nghiên cứu hoàn thiện các vấn đề còn tồn tại, hạn chế trong quá trình thử

nghiệm trước đây như: (i) Lựa chọn giàn chống có kích thước, khối lượng và kết cấu thu hồi hợp lý; (ii) Tối ưu hóa tiết diện và kết cấu chống lò dọc vỉa phân tầng và (iii) Hoàn thiện giải pháp nẹp, nổ mìn trong các lỗ khoan dài. Theo đánh giá, trữ lượng vỉa dày dốc có khả năng áp dụng cơ giới hóa tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh khoảng 30 triệu tấn. Trong giai đoạn từ nay đến năm 2025 cần tiến hành áp dụng thử nghiệm công nghệ Hà Lâm và tiến tới triển khai nhân rộng áp dụng công nghệ trong giai đoạn tiếp theo.

(4) Đối với các vỉa có điều kiện địa chất phức tạp:

Để mở rộng phạm vi áp dụng cơ giới ở cả những điều kiện phức tạp hơn cần tập trung vào ba nhóm vỉa có điều kiện phức tạp tại vùng than Quảng Ninh là: (i) Đá vách, đá trụ mềm yếu khó điều khiển; (ii) Góc dốc vỉa lớn và (iii) Khu vực có trữ lượng nhỏ lẻ, phân tán. Theo đánh giá, tổng trữ lượng than có khả năng áp dụng cơ giới hóa trong điều kiện như trên tại vùng Quảng Ninh là khoảng 69,1 triệu tấn, trong đó 32,8 triệu tấn phân bố ở các khu vực có vách trụ yếu hoặc góc dốc lớn và 36,3 triệu tấn phân bố ở các khu vực có trữ lượng nhỏ lẻ, phân tán. Trong đó, công nghệ cơ giới hóa khai thác trong điều kiện địa chất phức tạp, vách trụ mềm yếu, khó điều khiển đang được triển khai áp dụng tại vỉa 7(42) mỏ Tràng Bạch (Uông Bí).

Bên cạnh việc đề xuất định hướng phát triển công nghệ, để việc áp dụng cơ giới hóa thời gian tới đạt kết quả tốt hơn cần thực hiện một số giải pháp sau:

(1) Đối với công tác thăm dò địa chất: nâng cao chất lượng và mật độ thăm dò để đảm bảo mức độ tin cậy của tài liệu địa chất và giảm thiểu các rủi ro xuất phát từ vấn đề địa chất.

(2) Các đơn vị nghiên cứu, tư vấn trong ngành cần tiếp tục nghiên cứu tiến trước về cơ giới hóa khai thác, định hướng đến việc mở rộng phạm vi áp dụng. Trong công tác tư vấn, thiết kế, việc xây dựng quy mô công suất cho các lò chợ cơ giới hóa cụ thể cần tính đến ảnh hưởng của các yếu tố bất lợi, phù hợp với đặc thù điều kiện địa chất phức tạp vùng Quảng Ninh để tăng mức độ khả thi và đảm bảo ổn định sản lượng than hầm lò tham gia từ công nghệ cơ giới hóa.

(3) Các đơn vị cơ khí trong ngành than cần đẩy mạnh nghiên cứu nắm bắt việc sửa chữa dây chuyền, thiết bị cơ giới hóa khai thác. Từng bước làm chủ việc sản xuất thiết bị cơ giới hóa từ lắp ráp

trong nước, đến nội địa hóa từng phần, toàn phần, trên cơ sở xem xét đến nhu cầu thị trường và hiệu quả kinh tế của việc nội địa hóa.

(4) Để đảm bảo sản xuất ổn định, cần có kế hoạch, cơ chế đào tạo nguồn nhân lực, nâng cao toàn diện cho đội ngũ quản lý kỹ thuật, chỉ đạo sản xuất và trực tiếp sản xuất về: ý thức, trình độ vận hành, trình độ bảo dưỡng, sửa chữa, bảo vệ thiết bị.

(5) Các cơ quan quản lý cần tiếp tục khuyến khích, hỗ trợ các đơn vị nghiên cứu, tư vấn, đào tạo, các đơn vị sản xuất trong triển khai áp dụng cơ giới hóa.

### **3. Kết luận**

Trải qua chặng đường dài nghiên cứu và phát triển, công nghệ cơ giới hóa khai thác đã được áp dụng thành công trong điều kiện vỉa dày trung bình đến dày, thoải đến nghiêng tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh. Các sơ đồ công nghệ cơ giới hóa cho các điều kiện vỉa còn lại chưa đạt kết quả như kỳ vọng, nhưng cũng đã giải quyết tốt vấn đề năng suất, tổn thất và an toàn lao động. Để đảm bảo kế hoạch gia tăng sản lượng tại các mỏ hầm lò trong thời gian tới, cần mở rộng áp dụng các công nghệ đã thành công, tiếp tục áp dụng thử nghiệm các công nghệ cơ giới hóa khai thác vỉa dốc, vỉa có điều kiện địa chất phức tạp đồng thời mạnh dạn áp dụng thử nghiệm các công nghệ, đồng bộ thiết bị cơ giới hóa mới, có tính khả thi cao trên cơ sở kinh nghiệm của các nước có nền công nghiệp khai thác than phát triển. Ngoài ra, cần đẩy mạnh thực hiện các giải pháp đồng bộ trên cơ sở các tồn tại đã đúc rút, đi cùng với đó là sự tiếp tục ủng hộ và khuyến khích hơn nữa của các cơ quan quản lý cho các đơn vị tư vấn, sản xuất than trong việc nghiên cứu và áp dụng cơ giới hóa./.

### **Tài liệu tham khảo:**

[1]. TS Nguyễn Anh Tuấn, *Nghiên cứu lựa chọn và áp dụng giàn chống tự hành với máy khâu tại Công ty than Khe Châm*, Viện KHCN Mỏ 2005.

[2]. TS. Nguyễn Anh Tuấn, *Nghiên cứu lựa chọn công nghệ cơ giới hóa khai thác các vỉa dày, dốc trên 45° tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh*, Viện KHCN Mỏ 2007.

[3]. KS Đoàn Văn Kiển, *Nghiên cứu lựa chọn công nghệ cơ giới hóa khai thác và thiết kế, chế tạo loại giàn chống tự hành phù hợp áp dụng đối với điều kiện địa chất các vỉa dày, độ dốc đến 35° tại vùng Quảng Ninh*, Viện KHCN Mỏ, 2008.

[4]. TS. Trương Đức Dư, *Nghiên cứu lựa chọn*



công nghệ cơ giới hóa khai thác các vỉa than dốc chiều dày mỏng và trung bình tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, Viện KHCN Mỏ 2010.

[5]. TS. Nhữ Việt Tuấn, Áp dụng thử nghiệm công nghệ cơ giới hóa khai thác các vỉa dày, dốc trên  $\pm 30^\circ$  bằng giàn chống tự hành chế tạo tại Việt Nam ở các mỏ than Quảng Ninh, Viện KHCN Mỏ 2012

[6]. ThS. Đặng Thanh Hải, *Phát triển áp dụng cơ giới hóa đào lò và khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh giai đoạn 2013 ÷ 2015, lộ trình đến năm 2020*, Viện KHCN Mỏ 2016.

[7]. TS. Trương Đức Dư, *Các giải pháp cần thiết để duy trì và phát triển mở rộng áp dụng hệ thống khai thác lò dọc vỉa phân tầng với công nghệ cơ giới hóa*, Hội nghị KHKT Mỏ toàn quốc lần thứ XXVI - 2018.

[8]. Lê Đức Nguyên, *Nghiên cứu áp dụng dây chuyền công nghệ cơ giới hóa khâu than lò chợ phù hợp với điều kiện địa chất kỹ thuật các vỉa than thoải và nghiêng ở các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh*, Viện KHCN Mỏ 2020.

## Evaluation of the results of applying mechanized mining in underground mines in Quang Ninh region and some development directions in the coming time

**Dr. Tran Minh Tien, Dr. Nguyen Ngoc Giang, Eng. Pham Tien Duong**  
*Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology*

### Abstract:

*In recent times, coal production at underground mines in Quang Ninh region has grown continuously, from 6.1 million tons in 2002 to 26.3 million tons in 2022. To achieve the above results, the application of the mechanized mining plays a very important role. The mechanized mining has created a breakthrough in output at underground mines with common longwall capacity ranging from 300,000 ÷ 600,000 tons/year, and even a longwall reached the capacity of over 1.0 million tons/year, three to five times higher than a manual longwall. This technology also contributes to increase the labor productivity, improve safety levels and improve working conditions because the main production stages have been mechanized. In addition, the mechanized mining also solves a number of other problems such as reduction of 10 ÷ 20% of manpower and 5 ÷ 20% of mining costs compared to manual longwalls. With the above advantages, the mechanized mining is still an inevitable trend in underground mines in Quang Ninh region in the next stage of development. This article will evaluate the results of implementation of the mechanized mining in the recent period, identify shortcomings as a basis for proposing a number of directions and solutions to develop the mining mechanization at underground mines in Quang Ninh region in the coming time.*

## **NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH NGUYÊN NHÂN HIỆN TƯỢNG NỔ THAN VÀ ĐỀ XUẤT ÁP DỤNG GIẢI PHÁP KỸ THUẬT ĐẢM BẢO AN TOÀN, HIỆU QUẢ TRONG ĐÀO LÒ, KHAI THÁC TẠI MỎ NAM KHE TAM - CÔNG TY 35**

**TS. Dương Đức Hải, TS. Nguyễn Ngọc Giang**

**KS. Nguyễn Đức Quân**

*Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin*

**KS. Nguyễn Ngọc Bình**

*Công ty 35 - Chi nhánh Tổng Công ty Đông Bắc*

***Biên tập: TS. Phan Văn Việt***

### **Tóm tắt:**

*Hiện tượng nổ than đã và đang xảy ra với tần suất lớn tại mỏ Nam Khe Tam, Công ty 35 - Tổng Công ty Đông Bắc, tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn trong quá trình sản xuất, trong khi đến nay chưa có giải pháp ứng xử phù hợp đối với hiện tượng nguy hiểm này. Trên cơ sở tham khảo kinh nghiệm trên thế giới, khảo sát, thu thập tài liệu thực tế, khoan lấy mẫu và thí nghiệm xác định tính chất cơ lý than (đá) của địa tầng khu mỏ, nhóm nghiên cứu đã xác định nguyên nhân xảy ra hiện tượng nổ than tại mỏ Nam Khe Tam trong thời gian qua, đồng thời đề xuất và áp dụng thử nghiệm giải pháp kỹ thuật đảm bảo an toàn, hiệu quả trong đào lò, khai thác tại đơn vị.*

### **1. Đặt vấn đề**

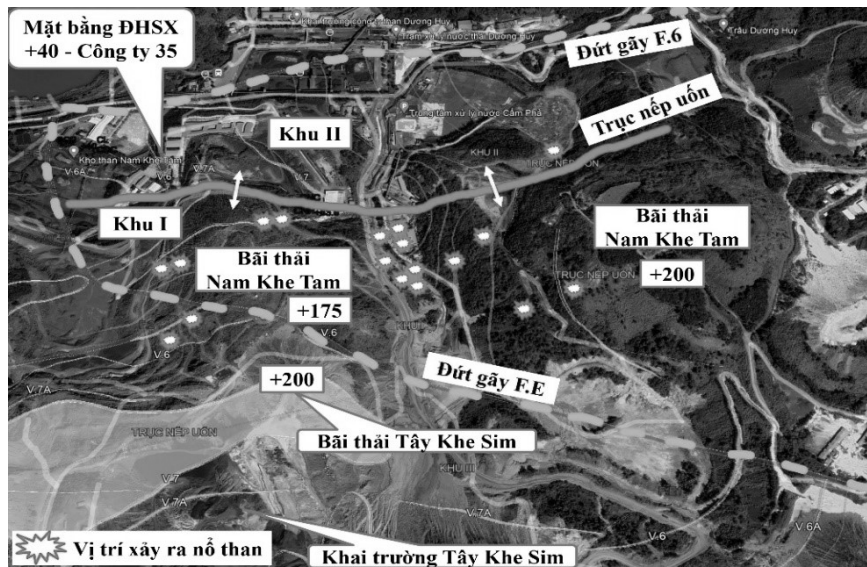
Mỏ than Nam Khe Tam thuộc địa phận xã Dương Huy, TP. Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh, hiện đang được quản lý, bảo vệ, thăm dò và khai thác bởi Công ty 35, Tổng công ty Đông Bắc - Bộ Quốc phòng với 06 vỉa than huy động (V.7, V.7a, V.6, V.6a, V.5 và V.4) từ LV đến -350, công suất khai thác 500.000 tấn/năm<sup>[1]</sup>. Từ năm 2013 đến nay, trong quá trình đào lò, khai thác đã xảy ra các vụ nổ than tại các gương đào lò chuẩn bị thuộc vỉa 6 và vỉa 7 - hai vỉa than khai thác chính của đơn vị. Mặc dù mức độ xảy ra còn nhẹ và chưa gây ra các thiệt hại lớn về con người, thiết bị, song tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn, gây tâm lý hoang mang, lo lắng trong quá trình thi công và tốn kém chi phí do phải dừng sản xuất để khắc phục, sửa chữa. Đối với ngành mỏ Việt Nam, đây là hiện tượng hoàn toàn mới, nên đơn vị gặp nhiều khó khăn, vướng mắc trong việc lựa chọn giải pháp kỹ thuật ứng xử phù hợp khi xảy ra nổ than, gây ảnh hưởng trực tiếp đến tiến độ sản xuất. Các giải pháp hiện đang được áp dụng chủ yếu là tăng cường công tác chống giữ như cọc gương, giảm bước chống, bố trí người giám sát chặt chẽ từng bước thi công để đưa ra các cảnh báo an toàn kịp thời; hoặc tạm dừng sản xuất và thay đổi hướng thi công. Các

giải pháp áp dụng về cơ bản đảm bảo an toàn sản xuất, song vẫn mang tính bị động, chưa giải quyết triệt để vấn đề kiểm soát và phòng tránh hiệu quả việc xảy ra nổ than, dẫn đến có thể tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn cho các cán bộ, công nhân trực tiếp tham gia sản xuất. Để giải quyết các vấn đề nêu trên, Tổng Công ty Đông Bắc đã phối hợp với Viện KHCN Mỏ - Vinacomin tiến hành nghiên cứu phân tích, xác định nguyên nhân, cơ chế hình thành hiện tượng nổ than trong điều kiện mỏ Nam Khe Tam, trên cơ sở đó đề xuất các giải pháp kỹ thuật đảm bảo an toàn, hiệu quả trong đào lò, khai thác.

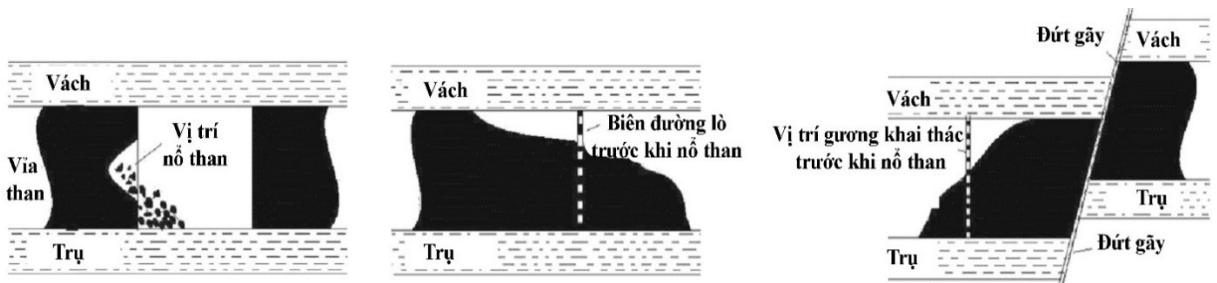
### **2. Tổng hợp các vụ nổ than đã xảy ra tại mỏ hầm lò Nam Khe Tam, Công ty 35**

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát thực tế, kết hợp thu thập các tài liệu liên quan đến công tác đào lò, khai thác tại mỏ Nam Khe Tam trong hơn 10 năm qua. Kết quả, đã tổng hợp các vị trí xảy ra nổ than tại đơn vị như minh họa tại hình 1. Theo đó, các vụ nổ than đều có đặc điểm chung như sau: (i) về dạng nổ, đều xảy ra trong vỉa than, lượng than giải phóng ngay tại mặt gương đường lò thi công (tại phần tiếp xúc giữa vỉa than và đá vách cứng hoặc ngay giữa gương lò như minh họa tại hình 2); (ii) về cơ chế xảy ra, đột ngột, bất





Hình 1. Bản đồ địa hình và các vị trí xảy ra nổ than (đá) tại mỏ Nam Khe Tam



Hình 2. Các dạng phá huỷ gương than do nổ than tại mỏ Nam Khe Tam

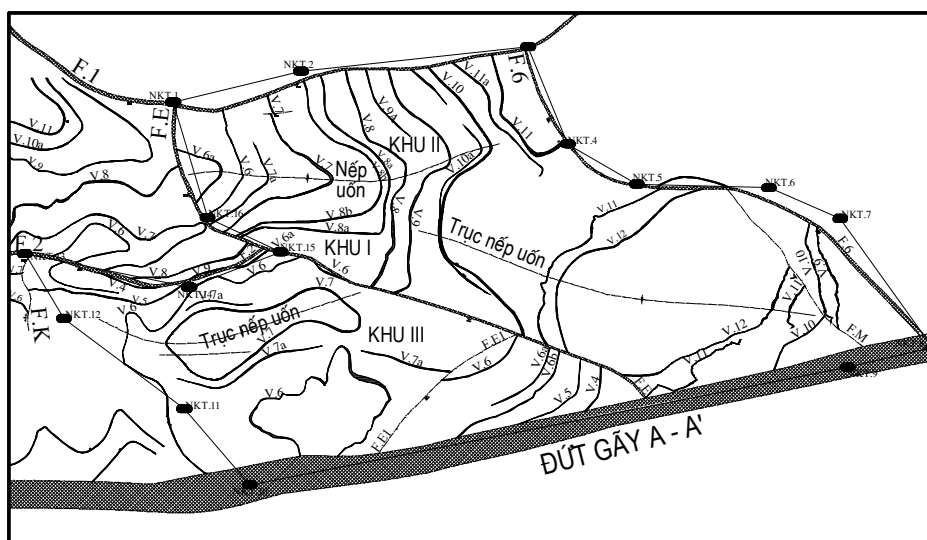
ngờ, không có dấu hiệu dự báo trước, gây rung chấn nhẹ kèm âm thanh như tiếng nổ mìn phía trước gương hoặc có thể làm bụi khối than vào khu vực thi công với phạm vi từ 5 ÷ 15m; khi đã hoàn thành công tác đào lò khép kín diện khai thác, tiến hành khai thác thường kỳ không còn xảy ra nổ than trong khu vực lò chợ; (iii) về vị trí xảy ra, tập trung chủ yếu tại khu I (cánh Nam) và khu II (cánh Bắc) từ mức -175/-320 thuộc vỉa 6 và vỉa 7, bên trên địa hình là hai bãi thải Nam Khe Tam (phía Đông và phía Tây) có chiều cao đổ thải trung bình từ 170 ÷ 200m, tần suất xảy ra các vụ nổ than có xu hướng gia tăng theo chiều sâu khai thác. Các vụ nổ thường xảy ra tại các gương đào lò gần trục đỉnh nếp lồi Nam Khe Tam (phân chia khu I và khu II), các khu vực đứt gãy lớn F.E, F.6, F.2, trục nếp lồi, nếp lõm phía Đông Nam hoặc tại các lò thượng thông gió - vận tải có góc dốc lớn...; (iv) về đặc điểm điều kiện địa chất khu vực, địa tầng bên trên các khu vực xảy ra nổ than là các lớp đất đá cứng, chiều dày ổn định như ngay bên trên vỉa

than là bột kết dày trung bình từ 4 ÷ 8m, tiếp theo là lớp cát kết dày trung bình từ 12 ÷ 20m. Các vỉa than 6 và vỉa 7 là các vỉa than có chiều dày tương đối ổn định theo phương từ 3,0 ÷ 4,0m, chất lượng than tốt, độ cứng trung bình 2,5 và giòn, dễ vỡ vụn.

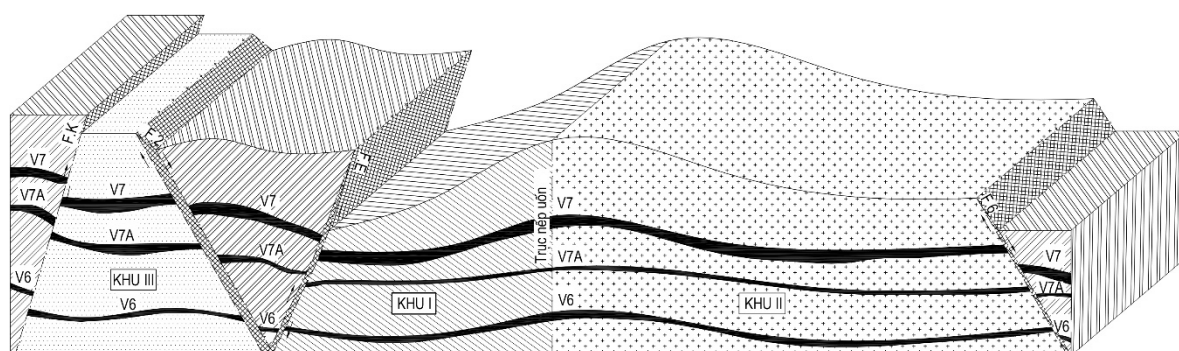
### 3. Phân tích xác định nguyên nhân hình thành hiện tượng nổ than trong quá trình đào lò, khai thác tại mỏ hầm lò Nam Khe Tam

Trên cơ sở tham khảo kinh nghiệm trên thế giới, kết hợp khảo sát thực tế, thu thập số liệu và thí nghiệm mẫu than (đá) trong phòng thí nghiệm, nhóm nghiên cứu đã đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hình thành hiện tượng và xác định nguyên nhân xảy ra nổ than tại mỏ Nam Khe Tam, Công ty 35 như sau:

(1) Đặc điểm kiến tạo phức tạp gồm nhiều đứt gãy, nếp uốn lớn hoạt động trong phạm vi diện tích khai trường nhỏ hẹp làm gia tăng đột biến trường ứng suất thứ sinh trong địa tầng mỏ hầm lò Nam Khe Tam: Tại mỏ Nam Khe Tam, chiều sâu khai thác chỉ từ 350 ÷ 520m so với bề mặt địa



Hình 3. Đặc điểm kiến tạo tại khu mỏ Nam Khe Tam, Công ty 35



Hình 4. Mô phỏng quá trình chuyển dịch địa tầng tại mỏ Nam Khe Tam

hình. Kinh nghiệm trên thế giới cho thấy, đây chưa phải là chiều sâu đủ lớn để tạo ra giá trị ứng suất trong địa tầng có thể gây ra hiện tượng nổ than. Tuy nhiên, cấu trúc địa chất mỏ Nam Khe Tam rất phức tạp, gồm các nếp uốn liên tiếp nhau và hầu hết bị các đứt gãy cắt qua. Trong phạm vi chưa đầy 1km<sup>2</sup>, đã tồn tại 04 đứt gãy lớn (F.E ở phía tây, F.6 ở phía đông, F.1 ở phía Bắc và F.A-A' ở phía Nam đều có biên độ dịch chuyển từ 150 ÷ 200m) và nếp lồi lớn Nam Khe Tam, chia mỏ thành 03 khu vực khai thác (hình 3, 4). Trong đó, khu I (diện tích 0,3km<sup>2</sup>) và khu II (diện tích 0,4km<sup>2</sup>) là hai khu khai thác chính với trữ lượng địa chất tập trung chủ yếu tại vỉa 6 và vỉa 7. Điều đó cho thấy mật độ đứt gãy tại khu vực tương đối lớn, ngoài ra chưa kể đến các đứt gãy nhỏ được phát hiện bổ sung trong quá trình đào lò, khai thác. Đặc biệt ranh giới giữa khu I và khu II là trục nếp lồi lớn Trung tâm, các vỉa than và địa tầng bị uốn cong,

chia thành hai cánh Bắc và Nam. Do sự phân bố ứng suất không cân bằng trong vành đai cấu trúc địa chất nói trên, mức độ tập trung ứng suất cục bộ được tích lũy, tạo điều kiện thuận lợi cho thể năng dần hồi trong địa tầng tăng lên. Như vậy, trong địa tầng khu mỏ Nam Khe Tam luôn chịu các lực nén ép mạnh của hiện tượng cộng hưởng ứng suất (bao gồm ứng suất theo phương thẳng đứng do địa tầng, bãi thải trên mặt và ứng suất theo phương ngang - tập trung tại khu vực các đứt gãy, nếp uốn lớn). Kết quả tính toán cho thấy, ứng suất theo phương ngang tác dụng lên địa tầng lớn hơn từ 3 ÷ 4 lần so với phương thẳng đứng.

(2) Địa tầng Nam Khe Tam gồm nhiều lớp đất đá cứng (bột kết, cát kết) dày và ổn định, là môi trường lý tưởng cho việc truyền và tập trung ứng suất

Việc xác định rõ tính chất cơ lý của than (đá), đặc biệt độ cứng và độ dòn, tại các vỉa than 6 và

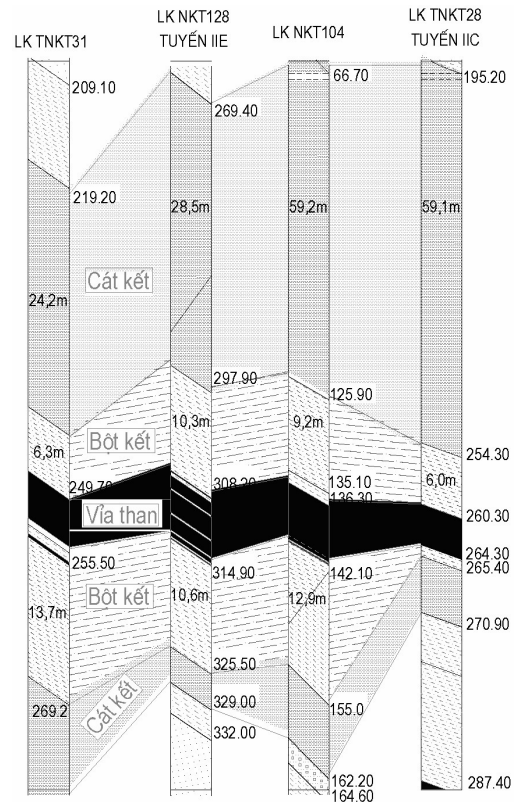




a) Mẫu khoan đá vách tại vỉa 6



b) Mẫu khoan đá vách tại vỉa 7



c) Cột địa tầng đặc trưng

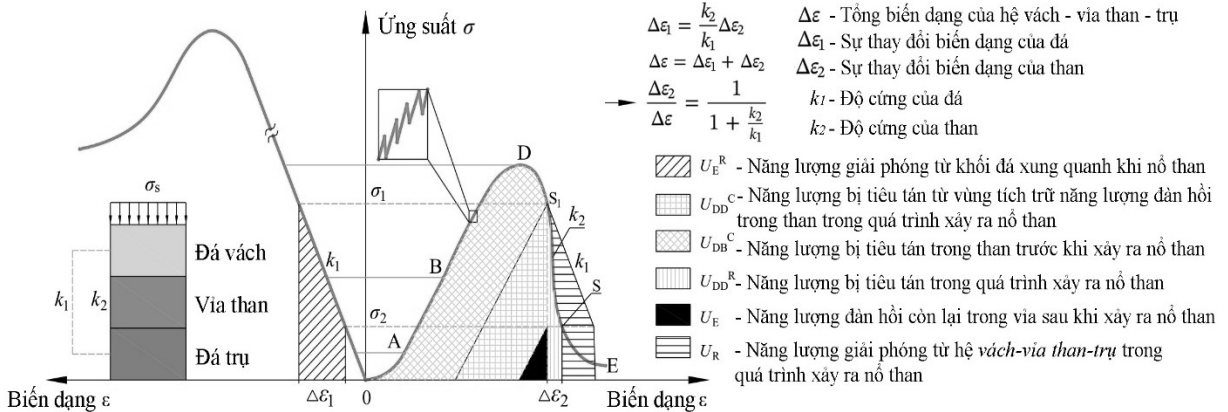
Hình 5. Xác định đặc điểm cấu trúc địa tầng tại mỏ Nam Khe Tam

7, mỏ Nam Khe Tam là hết sức quan trọng. Để thu thập các tài liệu địa chất phục vụ nghiên cứu nguyên nhân xảy ra hiện tượng nổ than, nhóm nghiên cứu đã phối hợp với Công ty than 35 lấy các mẫu than tại thượng thông gió - vận tải mức -260/-220 và lò chợ 6-I-1 thuộc vỉa 6 cánh Nam; tại lò chợ vỉa 7 cánh Nam mức -115/-110 và lò đầu mức -120 cánh Bắc. Ngoài ra, tiến hành thi công khoan các lỗ khoan lấy mẫu đá vách tại các mức khai thác -260 và -320, bao gồm: 02 lỗ khoan lấy mẫu được thi công tại vỉa 6 (chiều dài lỗ khoan 10m và 15,5m) và 02 lỗ khoan tại vỉa 7 (chiều dài lỗ khoan 10m và 16m), đều thuộc khu I cánh Nam - nơi hay xảy ra hiện tượng nổ than trong thời gian qua. Sau khi khoan, lấy mẫu tại các khay mẫu (hình 5a,b) để tiến hành thí nghiệm tại các phòng thí nghiệm của Viện KHCN Mỏ. Theo kết quả tổng hợp phân tích từ các tài liệu địa chất và thí nghiệm tính chất cơ lý các mẫu đất đá lấy trực tiếp tại mỏ Nam Khe Tam cho thấy, địa tầng bên trên các khu vực xảy ra nổ than là các lớp đất đá cứng, chiều dày ổn định bao gồm bột kết dày trung bình từ 4 ÷ 8m cường độ kháng nén trung bình 800 kG/cm<sup>2</sup>,

tiếp theo là lớp cát kết dày trung bình từ 12 ÷ 20m (hình 5c), cường độ kháng nén trung bình 1200 kG/cm<sup>2</sup>. Cùng với đó, trực tiếp của vỉa than là lớp bột kết dày, ổn định và cứng vững. Theo kinh nghiệm tại các mỏ than hầm lò trên thế giới, đây là môi trường đất đá thuận lợi cho việc truyền áp lực và gia tăng thêm tải trọng từ địa tầng và địa hình bên trên, cũng như tập trung các thành phần ứng suất theo phương thẳng đứng và nằm ngang.

(3) Than vỉa 6 và vỉa 7 tại mỏ Nam Khe Tam có khả năng tích lũy và giải phóng năng lượng đàn hồi cao

Toàn bộ áp lực địa tầng và trọng lượng bản thân của các lớp đất đá cứng nén ép vỉa than, kết hợp với các ứng suất cộng hưởng do kiến tạo như phân tích ở trên tạo ra giá trị áp lực rất lớn theo hai chiều trên và dưới lên vỉa than. Mặt khác, than tại mỏ Nam Khe Tam có đặc điểm cứng, màu đen, ánh kim, phân lớp từ mỏng, trung bình đến phân lớp dày và cấu tạo khối, dòn, dễ vỡ, có khả năng tích lũy và giải phóng năng lượng đàn hồi cao. Lúc này vỉa than như một "chiếc lò xo khổng lồ" chịu lực và tích lũy năng lượng đàn hồi từ ngoại lực tác



Hình 6. Quá trình nén ép và biến dạng của than [2]

dụng. Khi năng lượng đàn hồi được tích lũy đủ lớn trong vỉa than và dần dần vượt qua giới hạn bền khi chịu tải trọng, sẽ xảy ra hiện tượng biến dạng và phá hủy khối than ngay bên trong vỉa (tự phát nổ) hoặc bộc ra ngoài (khi có mặt thoáng được tạo ra do quá trình đào lò, khai thác). Để hiểu rõ quá trình biến dạng, phá hủy của khối than khi xảy ra hiện tượng nổ than, xét hệ cơ học **vách - vỉa than - trụ**. Quá trình thay đổi ứng suất của đá dưới tác dụng của tải trọng được thể hiện ở bên trái và của than thể hiện ở bên phải đồ thị tại hình 6.

Quá trình thay đổi từ ổn định sang mất ổn định của than có thể được xác định theo 04 trạng thái: (i) trạng thái AB, cả  $k_1$  - độ cứng của đá và  $k_2$  - độ cứng của than đều lớn hơn 0. Đất đá xung quanh công trình ngầm và than đều đang ở trạng thái tích lũy năng lượng đàn hồi, trước khi than bị phá hủy; (ii) trạng thái BD, đường cong ứng suất biến dạng bắt đầu dốc hơn từ đoạn tuyến tính chuyển sang biến dạng không đàn hồi và đạt đỉnh ở điểm D. Trong trạng thái này,  $k_2$  giảm dần về 0 và  $k_1$  không đổi. Do đó, đất đá xung quanh đường lò vẫn đang ở trạng thái tích lũy năng lượng đàn hồi, trong khi đó khối than bắt đầu chuyển từ biến dạng đàn hồi sang biến dạng dẻo. Các dấu hiệu thay đổi từ việc xuất hiện nứt tách và mở rộng tăng dần trong khối than, kèm theo hiện tượng rung chấn âm thanh. Đây được gọi là giai đoạn trước khi phá hủy; (iii) giai đoạn DS, ứng suất trong than tiếp tục giảm và mất dần khả năng chịu tải và  $k_2$  chuyển dần về giá trị âm. Trong giai đoạn này, hệ cơ học vách - vỉa than - trụ có thể đạt tới trạng thái mất cân bằng tới hạn, các hiện tượng động lực học sẽ hình thành và gây ra vụ nổ than; (iv) giai đoạn SE, quá trình phá hủy than dần dần giảm xuống và toàn bộ hệ cơ học chuyển sang trạng thái cân bằng mới.

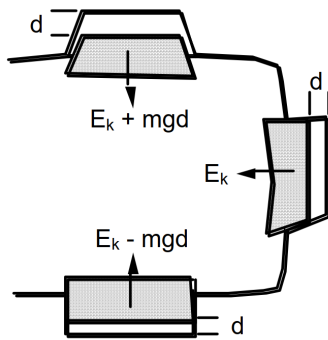
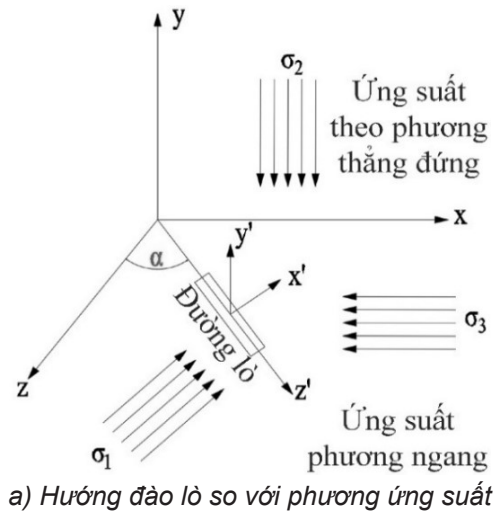
Trong trạng thái này,  $k_2$  tăng nhưng vẫn nhỏ hơn tương ứng với thời gian yên tĩnh sau vụ nổ than.

(4) **Vị trí, hướng thi công của đường lò quyết định kiểu dạng phá hủy gương lò đào:** Trong thực tế tại mỏ Nam Khe Tam, các đường lò có thể được đào bám vách, bám trụ hoặc nằm trọn trong vỉa; đào theo phương nằm ngang (các đường lò dọc vỉa) hoặc đào với góc dốc lớn (các đường lò dọc vỉa) hoặc đào với góc dốc lớn (các đường lò dọc vỉa) hoặc đào với góc dốc lớn (các đường lò dọc vỉa). Các yếu tố này sẽ quyết định dạng phá hủy tại gương lò khi xảy ra nổ than. Trong khối than bị nén ép và có giá trị tích lũy năng lượng đàn hồi cao, phương và hướng tiếp xúc giữa đường lò và ứng suất tập trung trong địa tầng sẽ tạo ra các vị trí và mức độ nổ than khác nhau tại gương đào lò (hình 7a). Do đó, có trường hợp chỉ xuất hiện tiếng nổ phía trước gương với khoảng cách từ 50 ÷ 100m, nhưng ở mức độ nặng hơn xảy ra hiện tượng than văng từ giữa mặt gương, bên hông lò hoặc khu vực nóc lò vào không gian thi công.

Khi góc dốc đường lò thi công tăng, mức độ xảy ra nổ than cũng tăng theo như trong trường hợp đào các lò thượng thông gió - vận tải có góc dốc lớn. Điều này được giải thích là do sự kết hợp ảnh hưởng của lực trọng trường ( $g$ ), theo đó tổng năng lượng giải phóng tại mặt gương đường lò khi xảy ra nổ than được tính theo công thức sau:

$$E_k = \frac{1}{2} m v_e^2 + q m g d$$

Trong đó:  $E_k$  - năng lượng giải phóng từ khối than;  $v_e$  - vận tốc của than văng, m/s;  $m$  - khối lượng than văng, kg;  $d$  - khoảng cách di chuyển của khối than, m. Với  $q = 1, 0, -1$  tương ứng với mỗi trường hợp đào lò: thượng thông gió - vận tải (hướng thi công từ dưới lên trên), lò dọc vỉa và lò ngầm (hướng thi công từ trên xuống dưới) như



Hình 7. Hướng thi công của đường lỗ đào

minh hoạ tại hình 7b. Như vậy trong trường hợp thi công đường lỗ từ trên xuống năng lượng giải phóng của khối than sẽ nhỏ hơn nhiều so với khi thi công lỗ thường từ dưới lên, do đó mức độ xảy ra nổ than cũng nhẹ hơn. Khi thi công các đường lỗ dọc vỉa ( $q = 0$ ), sẽ hạn chế sự ảnh hưởng của lực trọng trường, giúp giảm bớt nguy cơ xảy ra nổ than.

#### 4. Nghiên cứu đề xuất giải pháp kỹ thuật đảm bảo an toàn, hiệu quả trong đào lỗ và khai thác tại mỏ Nam Khe Tam

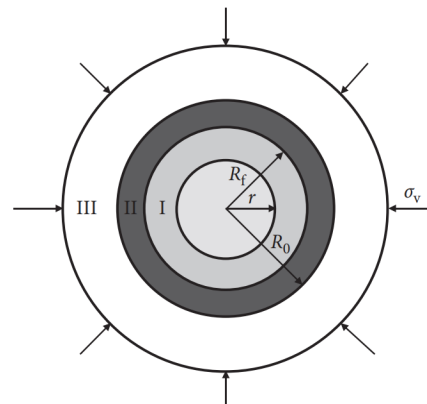
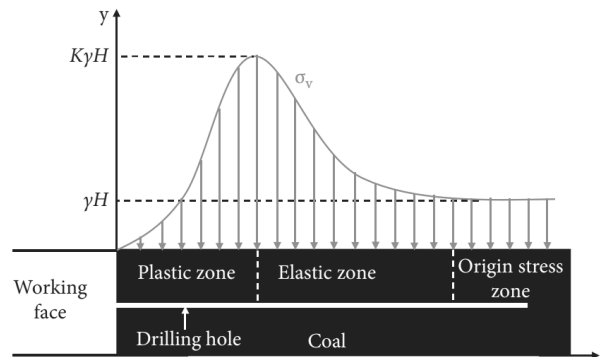
Theo kết quả đánh giá cho điểm 16 yếu tố địa chất - kỹ thuật mỏ ảnh hưởng chính đến việc xảy ra nổ than, mỏ Nam Khe Tam, Công ty 35 được xếp vào loại trung bình về mức độ nổ than. Để đảm bảo an toàn trong quá trình đào lỗ và khai thác, các giải pháp kỹ thuật đề xuất áp dụng cho mỏ Nam Khe Tam bao gồm: (1) giải pháp khoan nổ mìn dỡ tải đá vách; (2) giải pháp khoan nổ mìn giảm ứng suất trong vỉa than; (3) giải pháp khoan các lỗ khoan đường kính lớn giảm áp; (4) giải

pháp nâng cao khả năng chống giữ đường lỗ và (5) các giải pháp khác như lựa chọn hợp lý vị trí, hướng thi công đường lỗ. Trong đó, nhóm nghiên cứu đã phối hợp với Công ty 35 lựa chọn áp dụng thử nghiệm phương pháp dự báo vùng tập trung ứng suất dựa trên đo đặc lượng phơi khoan và giải pháp khoan lỗ mìn giảm ứng suất trong quá trình thi công thượng thông gió - vận tải. Chi tiết như sau:

#### 4.1. Phương pháp dự báo, phát hiện sớm khu vực có nguy cơ xảy ra hiện tượng nổ than tại mỏ hầm lò Nam Khe Tam

Do ảnh hưởng của các vùng tập trung ứng suất trước gương lỗ, các lỗ khoan thăm dò lần lượt đi qua vùng biến dạng dẻo, biến dạng đàn hồi và ứng suất thứ sinh ( $\gamma H$ ) như minh hoạ tại hình 8. Lúc này, lượng phơi khoan thực tế thu được từ các lỗ khoan thăm dò được xác định theo công thức [3]:

$$S_2 = 2\pi r_0^2 \rho \sigma_v \frac{1 + \mu}{E}$$



I-vùng nứt nẻ; II-vùng biến dạng dẻo; III-vùng biến dạng đàn hồi

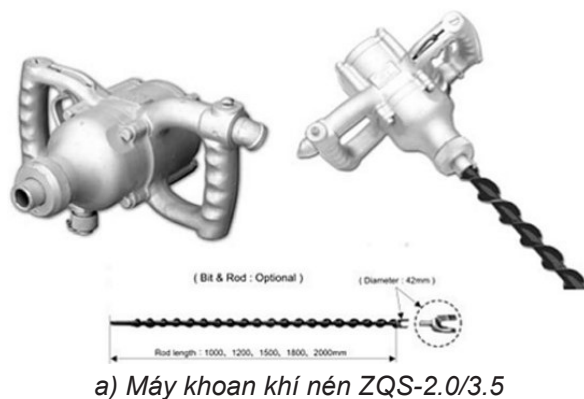
Hình 8. Vùng tập trung ứng suất trước gương lỗ [3]



Trong đó:  $E$  - mô đun Young của than,  $\mu$  - hệ số Poisson,  $\sigma_v$  - giá trị ứng suất trung bình theo phương thẳng đứng trong địa tầng.

Theo công thức nêu trên, lỗ khoan thăm dò đi qua khu vực có sự tập trung ứng suất càng lớn thì lượng phoi khoan thu được thực tế càng nhiều, điều này phụ thuộc vào đặc tính cơ lý của than cũng như đặc điểm điều kiện địa chất kỹ thuật mỏ của từng khu vực mỏ cụ thể.

Căn cứ thiết bị hiện có của mỏ, đề xuất sử dụng các máy khoan khí nén mã hiệu ZQS-3.5/2.0 với chông khoan xoắn ruột gà với mũi khoan có đường kính khoan  $\phi 42\text{mm}$  để khoan thăm dò trước gương trong quá trình đào lò/khai thác (hình 9).



b) Chông khoan xoắn ruột gà

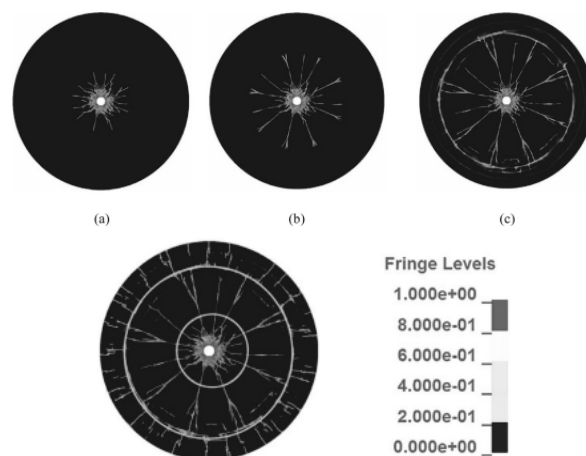
Hình 9. Thiết bị khoan thăm dò trước gương

Đối với các gương đào lò: tiến hành khoan tối thiểu 02 lỗ khoan trước gương với chiều dài 06m. Đối với gương lò chợ khai thác: tiến hành khoan các lỗ khoan trước gương với khoảng cách  $5 \div 10\text{m}$  theo chiều dốc lò chợ. Mức độ nguy cơ xảy ra hiện tượng nổ than (đá) khu vực thi công được dự báo dựa trên kết quả so sánh lượng phoi khoan thoát ra từ các lỗ khoan thăm dò ( $Q$ ,  $\text{kg/m}$ ) với

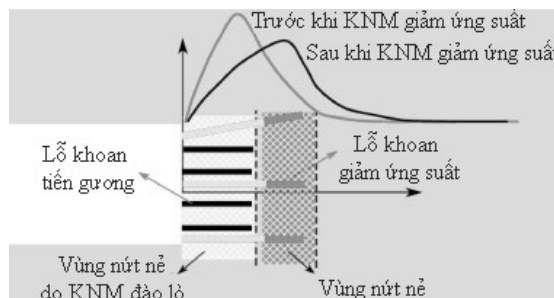
lượng phoi khoan thoát ra cho phép ( $Q_{kr}$ ,  $\text{kg/m}$ ) được xác định tùy thuộc vào điều kiện từng khu vực. Chiều dài lỗ khoan thăm dò ( $L$ ) được thi công từ  $1,5 \div 3,4\text{M}$  với  $M$  là chiều dày vỉa than khai thác. Lượng phoi khoan thoát ra trong quá trình khoan thăm dò trước gương được thu theo tiến độ khoan từng mét. Các mức độ nhận biết nguy cơ xảy ra hiện tượng nổ than (đá) bằng phương pháp khoan thăm dò trước gương như sau: mức độ rất nhẹ và nhẹ khi  $L > 3,4\text{M}$  và  $M_0 < M_{0kr}$ ,  $Q < Q_{kr}$ ; mức độ trung bình khi  $1,5\text{M} < L < 3,4\text{M}$  và  $M_0 > M_{0kr}$ ,  $Q > Q_{kr}$ ; mức độ mạnh khi  $L < 1,5\text{M}$  và  $M_0 > M_{0kr}$ ,  $Q > Q_{kr}$  [4].

## 4.2. Giải pháp khoan nổ mìn giảm ứng suất trong vỉa than

Nguyên lý của giải pháp này là chủ động tạo ra các "khe nứt" trong khối than nguyên nhằm giải phóng ứng suất tập trung trước gương lò bằng khoan nổ mìn trong lỗ khoan dài. Các lỗ khoan được thi công từ gương lò, sau đó tiến hành "nổ mìn om" tạo ra các vùng nứt nẻ, dập vỡ (hình 10), đủ không gian cần thiết để giải phóng một lượng



Hình 10. Sự phát triển của các hệ khe nứt xung quanh lỗ khoan giảm ứng suất [5]



Hình 11. Sơ đồ nguyên lý khoan nổ mìn giảm ứng suất tập trung trong vỉa than

lớn năng lượng đàn hồi đã được tích lũy trước khu vực thi công. Trong trường hợp này, áp lực tựa tác dụng lên biên công trình ngầm sẽ được “dịch chuyển” vào sâu phía trong khối đá (hình 11).

#### 4.3. Triển khai áp dụng thử nghiệm giải pháp tại mỏ Nam Khe Tam, Công ty 35

Nhóm thực hiện đề tài đã phối hợp với Công ty 35 - Tổng Công ty Đông Bắc triển khai áp dụng thử nghiệm phương pháp dự báo vùng tập trung ứng suất và giải pháp khoan lỗ mìn giảm ứng suất tại thượng thông gió - vận tải mức -320/-175 thuộc khu I vỉa 7, đây là đường lò chính phục vụ công tác thông gió, đi lại và vận chuyển vật liệu. Lò được đào bám vách với tiết diện hình vòm  $S_d = 9,3m^2$ , chống giữ bằng vi thép SVP-22, bước chống 0,8m/vi, góc dốc trung bình  $27^\circ$ ; đã thi công được 30m (tính từ vị trí điểm mở trên lò dọc vỉa vận tải mức -320). Đặc điểm điều kiện địa chất tại khu vực áp dụng: vỉa than có chiều dày từ 3,0 ÷ 4,0m, góc dốc từ  $45 \div 55^\circ$ . Vách trực tiếp là bột kết có chiều dày từ 4 ÷ 6m; vách cơ bản là cát kết có chiều dày từ 10 ÷ 15m; trụ vỉa là lớp bột kết hoặc cát kết màu xám sáng đến xám đen.

##### (1) Xác định vùng tập trung ứng suất trước gương đào lò

- Công tác khoan thăm dò trước gương (được tiến hành đầu mỗi chu kỳ đào lò): Trên cơ sở xem xét thiết bị khoan hiện có của đơn vị, lựa chọn máy khoan khí nén cầm tay ZQS-3.5/2.0 có khả năng khoan sâu đến 6m và choòng khoan xoắn ruột gà đường kính  $\phi 42mm$ . Tiến hành khoan 02 lỗ khoan thăm dò có chiều dài 5m/lỗ. Các lỗ khoan thăm dò được khoan nghiêng từ  $40 \div 45^\circ$  so với mặt phẳng

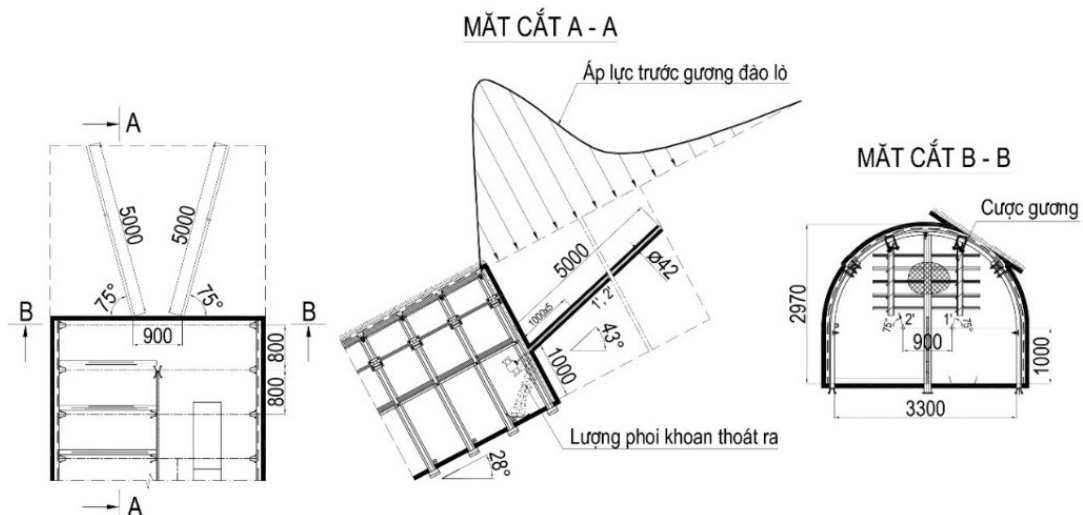
nằm ngang và theo hướng thi công của thượng thông gió - vận tải để thăm dò mức độ tập trung ứng suất trước gương như minh họa tại hình 12.

- Công tác thu và đo lường phoi khoan: với mỗi hiệp khoan 01m, tiến hành thu và đo lường phoi khoan thoát ra, đồng thời theo dõi bấm giờ và ghi kết quả thu được vào bảng tổng hợp.

Kết quả áp dụng thực tế cho thấy, khi khoan thăm dò - thu phoi đầu chu kỳ đào lò, tại phạm vi 02 mét đầu lượng phoi khoan thoát ra trung bình 3,5 kg/m, thời gian khoan nhanh chỉ từ 1 ÷ 2 phút/m. Tuy nhiên, từ mét thứ 2 ÷ 3, đặc biệt mét thứ 3 ÷ 4 lượng phoi khoan thu được tăng đột biến, gấp 4 ÷ 5 lần so với các hiệp khoan trước, ngoài ra xảy ra hiện tượng đất choòng khoan hoặc choòng khoan bị hút chặt vào lỗ khoan, đồng thời lượng phoi than thoát ra có hạt mịn. Ở mét khoan thứ 4 ÷ 5, lượng phoi khoan giảm, than thoát ra có hạt to và thô hơn so với hiệp khoan trước.

##### (2) Nổ mìn giảm ứng suất trong vỉa than

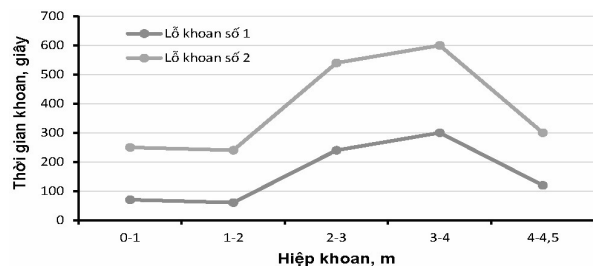
Sau khi hoàn thành công tác khoan - thu phoi đầu chu kỳ, nạp nổ mìn giảm ứng suất tập trung trước gương cùng với quá trình nạp nổ mìn tiến gương, với lượng thuốc mìn 0,4kg/lỗ. Để đánh giá hiệu quả của công tác khoan nổ mìn giảm ứng suất, sau 01 chu kỳ tiến độ 4,2m, tiến hành kiểm tra tình trạng khu vực gương lò đã nổ mìn tiến trước và tiếp tục đánh giá mức độ tập trung ứng suất trước gương. Kết quả cho thấy, các lỗ mìn giảm ứng suất chỉ tạo ra các vùng nứt nẻ cục bộ xung quanh lỗ khoan, không làm ảnh hưởng mất ổn định đến đường lò. Bên cạnh đó, lượng phoi khoan thu được theo mỗi mét khoan ổn định từ



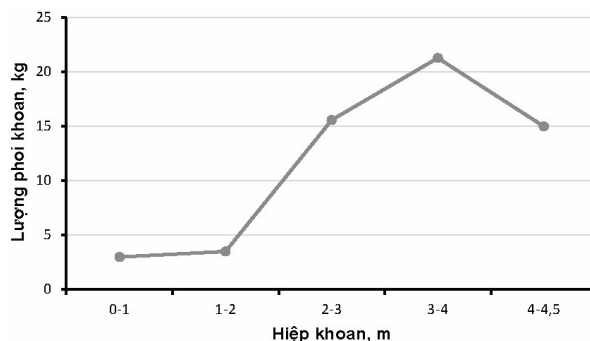
Hình 12. Hệ chiếu khoan 02 lỗ khoan thăm dò

3,5 ÷ 6,0kg/m, thời gian khoan nhanh và không còn xảy ra tình trạng kẹt chèo khoan. Điều đó cho thấy, vùng tập trung ứng suất trước gương đã được giải phóng một phần so với trước khi áp dụng giải pháp. Chi tiết kết quả khoan - thu phoi khoan đầu chu kỳ thứ nhất và thứ hai xem tại hình 13 ÷ 14 và bảng 1.

Kết quả áp dụng ban đầu đối với giải pháp

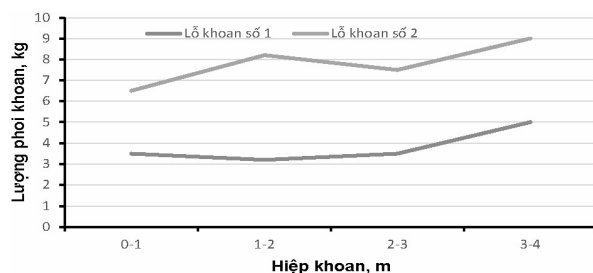


a) Thời gian khoan, giây

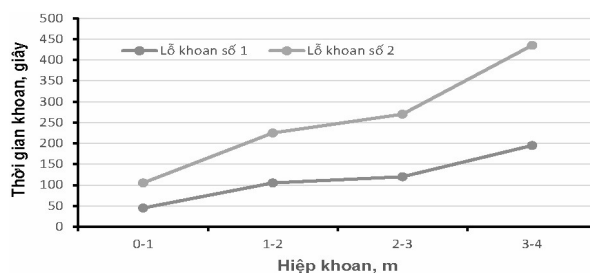


b) Lượng phoi khoan, kg

Hình 13. Kết quả khoan thu phoi đầu chu kỳ thứ nhất (trước khi áp dụng)



a) Thời gian khoan, giây



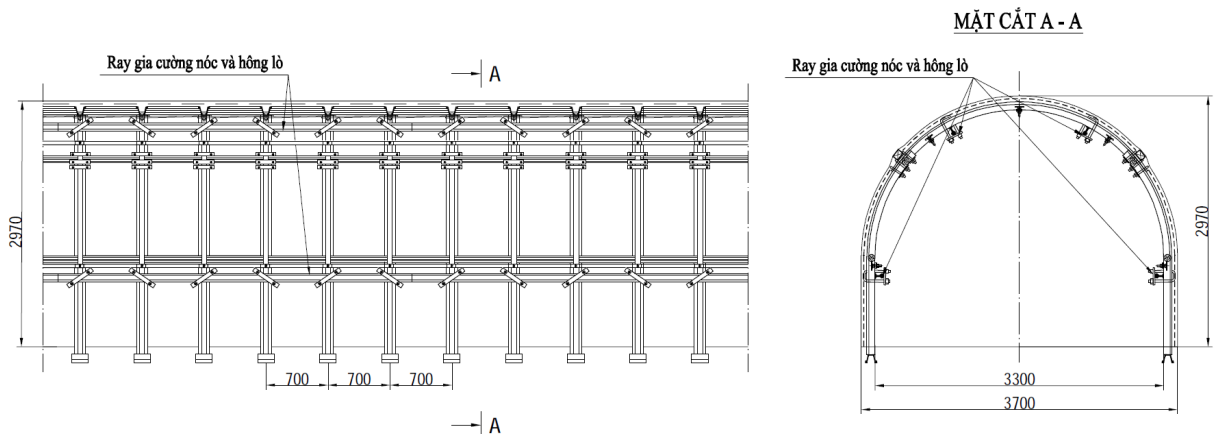
b) Lượng phoi khoan, kg

Hình 14. Kết quả khoan thu phoi đầu chu kỳ thứ hai (sau khi áp dụng)

Bảng 1. Tổng hợp kết quả khoan thăm dò thu phoi

TT	Hiệp khoan	Thời gian khoan, phút		Lượng phoi khoan thoát ra, kg	
		Lỗ khoan số 1	Lỗ khoan số 2	Lỗ khoan số 1	Lỗ khoan số 2
I	Trước khi áp dụng giải pháp				
1	0 ÷ 1	1,17	3	3	3
2	1 ÷ 2	1	3	3,5	3,5
3	2 ÷ 3	4	5	15,6	12
4	3 ÷ 4	5	5	21,3	18
5	4 ÷ 5	2	3	15	10
II	Sau khi áp dụng giải pháp				
1	0 ÷ 1	0,75	1	3,5	3
2	1 ÷ 2	1,75	2	3,2	5
3	2 ÷ 3	2	2,5	3,5	4
4	3 ÷ 4	3,25	4	5	4
5	4 ÷ 5	-	-	-	-





Hình 15. Giải pháp nâng cao khả năng chống giữ đường lò

không đáng kể, vì mỗi lỗ khoan chỉ sử dụng từ 0,2 ÷ 0,8 kg thuốc nổ/lỗ. Tuy nhiên, thời gian triển khai áp dụng thực tế chưa được nhiều, do đó, cần tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện giải pháp phù hợp hơn với điều kiện mỏ Nam Khe Tam. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu cũng đã phối hợp với Công ty 35 áp dụng thử nghiệm một số giải pháp tăng cường chống giữ cho đường lò thượng thông gió - vận tải gồm: giảm bước chống của các vỉ chống đường lò, từ bước chống 0,8m/vỉ chỉ còn 0,7m/vỉ; tăng cường sự liên kết giữa các vỉ chống bằng cách treo ray gia cường nóc, hông lò đường lò (hình 15) nhằm tăng mật độ chống giữ và khả năng chịu áp lực của vỉ chống.

### 5. Kết luận

Đối với ngành mỏ Việt Nam, hiện tượng nổ than là vấn đề hoàn toàn mới trong nghiên cứu lý thuyết và thực tế sản xuất, tuy nhiên những năm gần đây đã chính thức xảy ra với tần suất cao tại mỏ Nam Khe Tam, Công ty 35. Mặc dù mức độ xảy ra nhẹ, nhưng đã làm tăng chi phí cho việc gia cố, sửa chữa đường lò, gây ách tắc sản xuất và có thể tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn. Trên cơ sở tham khảo kinh nghiệm trên thế giới và khảo sát thực tế kết hợp thu thập các tài liệu liên quan, nhóm nghiên cứu đã đánh giá tổng hợp các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hình thành hiện tượng nổ than tại mỏ Nam Khe Tam bao gồm đặc điểm địa hình, địa mạo, cấu trúc địa tầng đất đá, đặc điểm kiến tạo và khí mỏ. Trên cơ sở đó, xác định nguyên nhân hình thành và xảy ra hiện tượng nổ than tại mỏ Nam Khe Tam trong thời gian qua. Bên cạnh đó, đã phối hợp với Công ty 35 triển khai áp dụng thử nghiệm phương pháp dự báo vùng tập trung ứng suất trước gương và giải pháp khoan lỗ

mìn giảm ứng suất tại thượng thông gió - vận tải mức -320/-175 thuộc khu I vỉa 7. Kết quả áp dụng ban đầu cho thấy, giải pháp kỹ thuật tương đối hiệu quả trong việc giảm ứng suất tập trung trước gương lò đào, đảm bảo an toàn. Trong thời gian tới, ngoài việc tiếp tục áp dụng và hoàn thiện giải pháp nói trên, đơn vị có thể áp dụng các giải pháp khác như tăng cường chống giữ, bổ sung giải pháp khoan nổ mìn dỡ tải đá vách hoặc khoan các lỗ khoan đường kính lớn giảm áp trong vỉa than.

### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Quyết định số 2769/QĐ-ĐB ngày 10/5/2021 của Chủ tịch Tổng Công ty Đông Bắc về việc phê duyệt dự án đầu tư xây dựng Dự án Khai thác hầm lò mở rộng, xuống sâu mỏ Nam Khe Tam.
- [2]. W. Cai and others. A new seismic-based strain energy methodology for coal burst forecasting in underground coal mines. Page. 1-11, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 123 (2019) 104086.
- [3]. Z.H. Wang and others. Theoretical study and experiment validation on drilling cutting weight during the whole process of drilling. Page. 1-9, Volume 2021, Article ID 4487280. Hindawi Shock and Vibration.
- [4]. Instrukcja nr 22. Zasady stosowania "Metody kompleksowej i metod szczegółowych oceny stanu zagrożenia tąpnięmami w kopalniach węgla kamiennego". Central Mining Institute (GIG), Katowice, 2012.
- [5]. Xia Ting Feng. Rockburst Mechanisms, Monitoring, Warning and Mitigation. 2018. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK. ISBN 978-0-12-805054-5.



### **Research on, determination of the cause of coal explosion and proposal of applying technical solutions to ensure safety and efficiency in excavation and mining at Nam Khe Tam mine - Company 35**

**Dr. Duong Duc Hai, Dr. Nguyen Ngoc Giang, Eng. Nguyen Duc Quan**

*Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology*

**Eng. Nguyen Ngoc Binh - Company 35 - Dong Bac Corporation**

#### **Abstract:**

*The phenomenon of coal explosion has been occurring with a high frequency at Nam Khe Tam mine, Company 35 – Dong Bac Corporation, which poses a potential risk of unsafety during the production process, while up to now there has been not a appropriate solution to this dangerous phenomenon. On the basis of consulting world experience, surveying, collecting actual documents, drilling to take samples and experimenting to determine the physical and mechanical properties of coal (rock) of the strata, the research team has determined the cause which made the coal explosion phenomenon at Nam Khe Tam mine in recent times, and at the same time proposed and tested technical solutions to ensure safety and efficiency in excavation and mining at the unit.*

## CÁC GIẢI PHÁP GIẢM PHÁT THẢI BỤI VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG ĐỐI VỚI ĐƯỜNG VẬN TẢI TẠI CÁC MỎ LỘ THIÊN VIỆT NAM

**ThS. Đàm Công Khoa**

*Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin*

**Biên tập: TS. Lưu Văn Thực**

### Tóm tắt:

Bụi nói chung và bụi trên đường mỏ nói riêng là chất phát thải không mong muốn. Bụi thường gây ra bệnh về hô hấp và thần kinh. Theo các báo cáo đánh giá tác động môi trường, tại các mỏ khai thác lộ thiên, bụi phát thải tại hầu hết các khâu công đoạn, mức độ lớn nhất tại khâu vận tải (trên 90 %). Khi thời tiết khô hanh và đường không được tưới nước, nồng độ bụi khi ô tô chạy với tốc độ trung bình 15 km/h có thể đạt tới giá trị 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  và có khả năng lan ra các công trình dọc tuyến đường ô tô với bán kính 10÷200 m. Để giảm phát thải bụi tại các mỏ khai thác lộ thiên, Bài báo tổng hợp các giải pháp giảm bụi trong khâu vận tải mỏ đã ứng dụng thành công tại các mỏ lộ thiên trên thế giới và đề xuất một số giải pháp phù hợp cho các mỏ lộ thiên tại Việt Nam.

### 1. Cơ chế phát sinh bụi và các yếu tố ảnh hưởng đến lượng phát thải bụi trên đường vận tải mỏ

Mặt đường vận tải mỏ thường cấu tạo từ vật liệu tại chỗ, không trải nhựa. Phát thải bụi từ các con đường này là quá trình các hạt vật chất kích thước nhỏ do lực tác động của các phương tiện vận tải lên mặt đường và gió làm bụi bay vào không khí. Lượng bụi phát thải từ một mặt đường mỏ phụ thuộc vào hai yếu tố cơ bản:

- Khả năng bị xói mòn của lớp mặt đường trong quá trình hoạt động;
- Tính ăn mòn của các tác động mà lớp mặt đường phải chịu.

Do đó, hiệu quả của các biện pháp kiểm soát được áp dụng để giảm bụi phát thải từ đường vận tải mỏ phụ thuộc vào việc thay đổi một hoặc cả hai yếu tố này.

Khả năng một hoạt động tạo ra bụi phụ thuộc vào một số yếu tố, bao gồm:

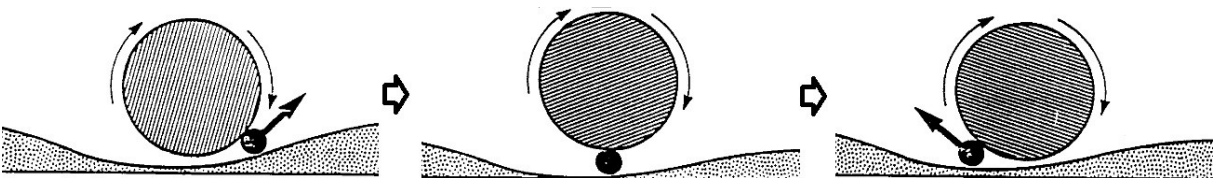
- Các hoạt động cơ học liên quan;
- Lượng năng lượng truyền vào vật liệu;
- Quy mô và thời lượng (tần suất) của hoạt động.

Các tác động cơ học do lực tác động và ma sát làm giảm kích thước hạt và phóng vào không khí. Trong quá trình di chuyển của các phương tiện vận tải tạo ra các dòng xoáy rối cục bộ có vận tốc lớn, cuốn bụi phát tán ra môi trường. Các cơ chế này được mô tả như sau: Lực tác động của các bánh xe làm bong bật các hạt có kích thước nhỏ kém liên kết (Hình 1) đẩy các hạt ra khỏi bề mặt đường (Hình 2).

Các yếu tố chính ảnh hưởng đến lượng phát thải bụi do hoạt động vận tải tạo ra trên đường vận tải mỏ bao gồm: Vận tốc xe, số bánh xe trên mỗi



Hình 1. Bong bật mặt đường do lực tác động của hoạt động vận tải



Hình 2. Phát thải bụi do lực tác động của bánh xe



xe, phân bố kích thước hạt, độ ẩm mặt đường, chiều rộng lớp, chiều dài đường không trải nhựa và lưu lượng giao thông. Ảnh hưởng cụ thể của những yếu tố này như sau [3]:

- Tốc độ xe: Sự phát thải của các hạt có kích thước nhỏ hơn 2 micron tỷ lệ thuận với tốc độ xe, trong khi những hạt có đường kính nhỏ hơn 10 micron tỷ lệ thuận với bình phương tốc độ xe.

- Số lượng bánh xe: Bụi tạo ra do phương tiện di chuyển trên đường cấp phối tỷ lệ thuận với số lượng bánh xe.

- Phân bố kích thước hạt mặt đường: Tỷ lệ các hạt ở trạng thái lơ lửng xấp xỉ bằng tỷ lệ các hạt có kích thước < 100 micron có trong đất mặt đường.

- Độ ẩm bề mặt: Khi độ ẩm của cốt liệu mặt đường tăng lên, lực kết dính giữa các hạt đất tăng lên và tốc độ tạo bụi giảm.

- Chiều rộng lớp: Xe có lớp rộng hơn gây ra lượng khí thải bụi lớn hơn trên mỗi lớp. Dưới cùng một tải trọng, lớp kép làm bong bật mặt đường cao hơn trên đoạn đường thẳng và thấp hơn trên đoạn đường cong so với lớp đơn rộng.

- Lưu lượng giao thông: Lượng phát thải bụi tăng khi lưu lượng giao thông tăng.

## **2. Ảnh hưởng của bụi và hiện trạng mức độ phát thải bụi trên đường vận tải tại các mỏ lộ thiên**

### **2.1. Ảnh hưởng của bụi**

#### **a) Ảnh hưởng tới sức khỏe:**

Bụi trong không khí là một nguy cơ đáng kể đối với sức khỏe con người. Các bệnh phổ biến do bụi mỏ là: Phổi nhiễm bụi (silico, antraco, ...), bệnh đường hô hấp, bệnh ngoài da, bệnh đường tiêu hoá.

- Bệnh phổi nhiễm bụi là do hít thở phải bụi mỏ (bụi đá, bụi than, bụi khoáng, bụi amiăng, bụi kim loại, ...) trong một khoảng thời gian tương đối dài, dẫn đến phổi bị xơ, suy giảm chức năng hô hấp.

- Bệnh đường hô hấp là do các bụi đá và bụi khoáng sản có góc cạnh sắc nhọn làm rách niêm mạc, gây viêm mũi, tiết nhiều niêm dịch, hít thở khó, dẫn đến viêm teo mũi, giảm chức năng lọc và giữ bụi của mũi, gây ra bệnh phổi nhiễm bụi. Bụi crom, asen gây viêm loét, thủng vách mũi vùng trước sụn lá mía. Bụi mangan, photphat, bicromat kali, sắt, gây bệnh viêm phổi, làm thay đổi tính miễn dịch sinh hoá của phổi. Bụi uran, coban, crom, ... có tính phóng xạ gây ung thư phổi.

- Bệnh ngoài da gây ra do một số loại bụi (như đồng, ...) tác động vào các tuyến nhờn, làm cho da

bị khô, gây ra các chứng nhiễm trùng da, trứng cá, ... dẫn đến viêm da khó chữa.

- Bệnh đường tiêu hóa do các bụi đá, bụi khoáng sắc nhọn, khi trôi xuống dạ dày thì gây viêm loét, và làm rối loạn tiêu hoá.

#### **b) Ảnh hưởng tới sự an toàn:**

Khi lượng phát thải bụi quá lớn, các phương tiện tham gia lưu thông trên đường sẽ bị giảm tầm nhìn gây nguy hiểm về an toàn. Bụi tích đọng trên mặt đường làm giảm lực ma sát, tăng mức độ trơn trượt, tăng độ mài mòn lốp xe và đường. Trong các hoạt động khai thác mỏ, sự hiện diện của các hạt mịn có thể là một mối nguy hiểm đáng kể về an toàn với các sự cố như tự cháy do bụi than và cháy kho dự trữ.

#### **c) Ảnh hưởng tới kinh tế:**

Sử dụng biện pháp kiểm soát bụi thích hợp có thể mang lại lợi ích về mặt kinh tế. Việc gia cố mặt đường tốt hơn sẽ giảm hao mòn cốt liệu mặt đường, do đó, giảm chi phí bảo trì và thay thế vật liệu đường. Ngoài ra, vận tải trên đường ít bụi sẽ tăng năng suất, giảm mức tiêu thụ nhiên liệu. Giảm lượng bụi phát thải cũng làm giảm hao mòn thiết bị và máy móc.

#### **d) Ảnh hưởng đến cảnh quan môi trường:**

Bụi phát thải làm bẩn nhà cửa, các phương tiện lưu thông, thực vật và con người, tạo hình ảnh xấu cho môi trường. Các sản phẩm kiểm soát bụi bền vững và thân thiện với môi trường thường được đánh giá cao.

## **2.2. Mức độ phát thải bụi trên đường vận tải tại các mỏ lộ thiên**

Mỏ lộ thiên với đặc thù là phải vận tải một lượng lớn đất đá thải và khoáng sản từ moong khai thác ra bãi thải và về khu chế biến. Cung đường vận tải khối lượng này từ vài km đến vài chục km, phần lớn là trên những con đường xây dựng bằng vật liệu tại chỗ không trải nhựa. Khi thời tiết khô hanh và không được tưới nước kịp thời, lượng bụi phát thải sẽ rất lớn (Hình 3), vượt mức cho phép nhiều lần.

## **3. Các giải pháp giảm phát thải bụi trên đường vận tải mỏ và khả năng ứng dụng cho các mỏ lộ thiên tại Việt Nam**

### **3.1. Các giải pháp giảm phát thải bụi phổ biến tại các mỏ lộ thiên trên thế giới**

Để giảm phát thải bụi, tại các mỏ lộ thiên trên thế giới thường áp dụng một vài hoặc đồng bộ các nhóm giải pháp sau:

- Nhóm giải pháp giải quyết căn nguyên nguồn



Hình 3. Bụi phát thải trong quá trình vận tải mỏ

tạo bụi bao gồm việc thay đổi vật liệu, kết cấu lớp mặt tạo ra mặt đường có tỷ lệ hạt mịn thấp hơn, liên kết chặt chẽ hơn, giảm mức độ mài mòn trong quá trình vận chuyển;

- Nhóm giải pháp truyền thống đó là tưới nước: Sử dụng xe phun tưới thường xuyên (10÷15 phút/chuyến) hoặc bất cứ khi nào lượng bụi phát thải quá mức.

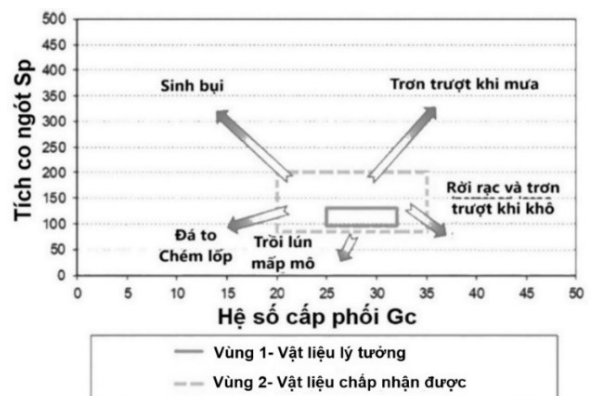
- Nhóm giải pháp hỗ trợ bao gồm việc tạo các tường chắn gió, giảm bụi bằng cây xanh hoặc các vật liệu nhân tạo.

Ngoài ra, thời gian gần đây trên thế giới đã nghiên cứu, chế tạo và sử dụng các loại phụ gia theo hướng giữ ẩm và tăng khả năng dính kết các hạt vật liệu trên đường cấp phối. Kết quả áp dụng thực tế đã mang lại hiệu quả đáng kể cả về mặt kỹ thuật (giảm phát thải bụi) và tiết kiệm chi phí so với chỉ sử dụng nước.

#### a) Cải tiến vật liệu mặt đường mỏ:

Các hạt lơ lửng trong không khí một khoảng thời gian tương đối dài thường có đường kính < 30 μm và lượng thành phần hạt này tỷ lệ thuận với mức độ mài mòn của vật liệu mặt đường. Thành phần hạt mịn trong cốt liệu (sét, cát mịn 2÷75 μm) quyết định khả năng bị mài mòn của mặt đường. Tuy nhiên, thành phần hạt này cũng đóng vai trò để liên kết các phần kích thước lớn hơn trong cốt liệu, nếu không có vật liệu này, mặt đường sẽ nhanh bị bong bật làm tăng khả năng làm hỏng lớp và lực cản lăn cao.

Bản chất và sự phân bố kích thước hạt của vật liệu mặt đường vận tải mỏ có ảnh hưởng cơ bản, không chỉ đến xu hướng hình thành bụi mà còn đến một số hư hỏng quan trọng khác. Theo R.J. Thompson vật liệu lớp mặt được lựa chọn như minh họa trong hình 4, dựa trên các thông số của sản phẩm co ngót (Sp) và hệ số phân loại (Gc) được xác định trong các Công thức [4]:



Hình 4. Yêu cầu kỹ thuật của Sp và Gc

$$\text{Tích co ngót: } Sp = LS \times P_{0,425} \quad (1)$$

Hệ số cấp phối:

$$Gc = \frac{(P_{26,5} - P_2) \times P_{4,75}}{100} \quad (2)$$

Trong đó: LS- độ co tuyến tính, %;  $P_{0,425}$ ,  $P_{26,5}$ ,  $P_2$ ,  $P_{4,75}$ - lần lượt là phần trăm mẫu lọt qua sàng 0,425 mm, 26,5 mm, 2 mm và 4,75 mm.

Ngoài 02 đặc tính Gc và Sp, vật liệu làm lớp mặt phải đồng thời thỏa mãn các tính chất khác đáp ứng yêu cầu kỹ thuật như trình bày tại bảng 1.

#### b) Sử dụng nước để giảm bụi:

Nước hoạt động bằng cách bao quanh và kết dính các hạt liên kết, khiến các hạt trở nên khó tách rời hơn. Thời gian hiệu quả từ 10 phút đến 3 giờ tùy thuộc vào thời tiết, vật liệu mặt đường và lưu

*Bảng 1. Các cân nhắc lựa chọn vật liệu lớp mặt đường*

Tác động đến chức năng dưới phạm vi đề xuất	Thông số vật liệu	Phạm vi cho phép	Tác động đến chức năng trên phạm vi đề xuất
Giảm độ trơn trượt nhưng dễ bị rạn và hỏng	Tích co ngót	85÷200	Tăng độ bền và khả năng chống trượt ướt kém
Tăng đá rời, nếp gấp và khả năng hư hỏng lớp	Hệ số cấp phối	20÷35	Tăng khả năng làm lộn xộn và khả năng chống trượt khô kém
Giảm độ bền nhưng vật liệu rời sẽ bị bong tróc	Tỷ lệ bụi *	0,4÷0,6	Tăng phát sinh bụi
Tăng độ lỏng lẻo	Giới hạn chảy (%)	17÷24	Dễ bị bụi bắn, giảm xáo trộn
Tăng độ lỏng lẻo	Giới hạn dẻo (%)	12÷17	Dễ bị bụi bắn, giảm xáo trộn
Gia tăng xu hướng bong tróc, lỏng lẻo	Chỉ số dẻo	4÷8	Dễ bị bám bụi và khả năng chống trượt ướt kém
Khả năng giao thông trong thời tiết ẩm ướt kém, xáo trộn, biến dạng quá mức và xói mòn chéo. Bảo trì chuyên sâu	CBR ngâm ở 98 % Mod AASHTO	80	Tăng khả năng chống xói mòn, hằn lún và cải thiện khả năng giao thông
Dễ bảo trì, thân thiện với xe và không bị hỏng lớp	Kích thước hạt tối đa (mm)	40	Bề mặt hoàn thiện kém sau khi bảo dưỡng, nhiều ổ gà và lớp có thể bị hư hại

lượng giao thông.

Giải pháp này đơn giản và thuận tiện nhất để giảm bụi. Tuy nhiên, trong thời tiết nóng hoặc khô hanh, nước có thể nhanh chóng bốc hơi chỉ trong vòng 10 phút. Vì vậy, phương pháp này chỉ có tác dụng trong thời gian ngắn, bụi lại bốc lên gần như ngay lập tức, đòi hỏi phải tưới lặp lại thường xuyên với mật độ dày. Ngoài ra, phương pháp kiểm soát bụi này tốn nhiều công sức, nhiên liệu, bảo trì thiết bị tưới và gây ra tình trạng thiếu nước ngầm cho con người.

Hơn nữa, việc tưới nước quá nhiều làm tăng chi phí vận hành và làm chảy nhão vật liệu mềm, thậm chí tạo dòng chảy tràn trên mặt đường, tạo bùn và rửa trôi các phần liên kết mịn hơn của mặt đường, góp phần làm tăng nguy cơ trơn trượt khi tham gia giao thông. Các vị trí vật liệu mặt đường có Sp cao, tưới nhiều có thể tạo thành các ổ gà nhỏ (đường kính 3-7 cm) làm mặt đường bị mài mòn nhanh hơn. Vì vậy, tưới thường xuyên ở khoảng 0,3÷0,5 L/m<sup>2</sup> hiệu quả hơn so với tưới nhiều nước không thường xuyên.

c) Một số giải pháp tăng hiệu quả tưới nước giảm bụi:

- Sử dụng thanh phun và vòi phun được gắn gần mặt đường, để tưới đường đều hơn, nhẹ hơn. Sử dụng vòi phun dạng sương để tăng độ phủ, giảm ngấm nước. Áp dụng hệ thống kiểm soát liều

lượng và kiểu phun (cần có máy bơm tích hợp bộ điều khiển tốc độ) để duy trì mật độ khoảng 0,25-0,5 lít/m<sup>2</sup>/lần phun.

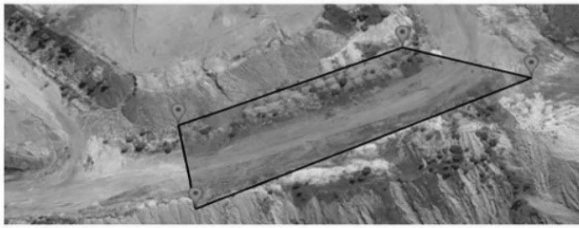
- Áp dụng kiểu phun ngắt quãng, đảo nhau - tức là phun nước trên một đoạn với chiều dài nhất định (15÷20 m) sau đó ngắt quãng một đoạn không phun với chiều dài tương tự (Hình 5). Lướt sau sẽ phun tại các đoạn này, ngắt tại các đoạn đã phun lướt trước.



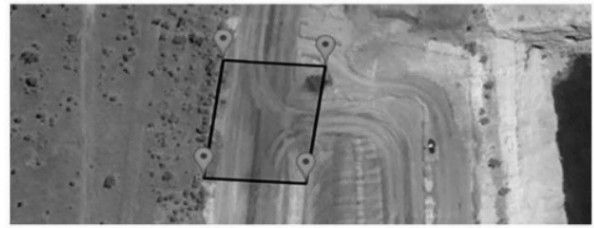
*Hình 5. Sơ đồ phun nước kiểu ngắt quãng*

- Áp dụng các phần mềm quản lý, hệ thống điều khiển tự động công tác tưới nước dập bụi, giúp giảm tưới chồng lấn, tối ưu hóa việc sử dụng phương tiện (thời gian phun). Hình 6 mô tả giao diện một hệ thống quản lý như vậy, trong đó thể





**Khu vực đường dốc, vật liệu mặt đường kém ma sát**  
**Tự động giảm lưu lượng phun**



**Khu vực đường bằng, độ nguy hiểm cao, mặt đường ma sát tốt**  
**Tự động tăng lưu lượng phun**



Hình 6. Giao diện phần mềm quản lý công tác phun nước ADE EcoSpray của Úc

Bảng 2. Các sản phẩm hạn chế phát thải bụi đường

Nhóm sản phẩm	Các sản phẩm, phụ gia kiểm soát bụi
Nước	Nước thải mỏ hoặc bổ sung nước mặt tự nhiên
Sản phẩm hút nước	Dung dịch muối canxi clorua, nước muối magiê clorua, natri clorua
Sản phẩm từ dầu mỏ	Nhũ tương nhựa đường, nhựa đường cutback (nhựa đường lỏng), dầu bụi, nhũ tương nhựa đường cải tiến
Sản phẩm hữu cơ phi dầu mỏ	Polyme sinh học dựa trên lignin nhựa, nhũ tương dầu cao, mặt đường, mỡ động vật, dầu thực vật
Sản phẩm điện hóa	Enzyme, sản phẩm ion, dầu sulfon hóa
Sản phẩm Polyme tổng hợp	Polyvinyl axetat, vinyl acrylic
Phụ gia đất sét	Bentonit, montmorillonit

hiện vị địa lý và lịch sử lưu lượng phun nước.

#### d) Các giải pháp hỗ trợ:

Phương pháp lựa chọn vật liệu lớp như trình bày ở mục a cho mặt đường tối ưu về chức năng. Tuy nhiên, không thể loại bỏ hoàn toàn thành phần hạt mịn vì yêu cầu là chất gắn kết các thành phần hạt lớn hơn. Hơn nữa, vẫn tồn tại một lượng vật liệu rơi vãi trên các đường trong quá trình vận tải mỏ. Vì vậy, mặt đường vận tải mỏ luôn tồn tại khả năng phát thải bụi ra môi trường. Để giảm lượng phát thải bụi, một số mỏ lộ thiên trên thế giới đã áp dụng các giải pháp hỗ trợ sau:

- Phủ mặt đường bằng lớp mỏng có chất lượng

cao hơn trên vật liệu hiện có hoặc gia cố mặt đường bằng cách trộn các phụ gia gắn kết và xi măng;

- Trộn phụ gia, hóa chất vào nước tưới làm tăng khả năng giữ ẩm (chậm bay hơi nước) của vật liệu mặt đường nhằm kéo dài thời gian chu kỳ tưới. Một số sản phẩm hạn chế phát thải bụi đường được tổng hợp tại bảng 2.

Tác dụng, điều kiện sử dụng các phụ gia khác ở Bảng 2 được mô tả tóm tắt trong Bảng 3.

### 3.2. Các giải pháp giảm phát thải bụi tại các mỏ lộ thiên ở Việt Nam

Để giảm phát thải bụi, hiện các mỏ lộ thiên ở

Bảng 3. Khả năng sử dụng các loại phụ gia giảm bụi

Nội dung	Các sản phẩm			
	Muối hút ẩm	Lignosulphonates	Sản phẩm gốc dầu mỏ và nhựa đường	Các sản phẩm khác (dầu mỏ sulphonate hóa, sản phẩm ion, polymer và enzyme)
Điều kiện khí hậu	Phụ thuộc vào độ ẩm tương đối và khả năng thoát nước của mặt đường. Trong thời kỳ khô hạn liên tục với độ ẩm tương đối thấp muối ít tác dụng.	Duy trì hiệu quả trong thời gian khô kéo dài với độ ẩm thấp.	Nhìn chung có hiệu quả, bất kể khí hậu nhưng sẽ có ổ gà (đường kính nhỏ) trong thời tiết ẩm ướt nơi hàm lượng hạt mịn cao.	Nói chung có hiệu quả, bất kể khí hậu.
Điều kiện về vật liệu lớp mặt	Được khuyến nghị sử dụng với độ mịn bề mặt vừa phải (tối đa 10-20 % thành phần hạt < 0,075 mm). Không phù hợp với vật liệu có độ mịn thấp hoặc sản phẩm có độ co ngót cao (PI cao CBR thấp).	Được khuyến nghị sử dụng ở những nơi có hạt mịn cao (đến 30 % hạt < 0,075 mm) trong cốt liệu đầm chặt và không có vật liệu rời.	Hoạt động tốt nhất với hàm lượng hạt mịn thấp (< 10 % hạt < 0,075 mm). Sử dụng các sản phẩm có độ nhớt thấp trên vật liệu hạt mịn đặc, các sản phẩm có độ nhớt cao hơn trên vật liệu rời, liên kết kém.	Sử dụng đối với vật liệu có PI 8-35, giới hạn độ mịn 15-55 % hạt < 0,075 mm. Hiệu suất có thể phụ thuộc vào khoáng vật đất sét (enzyme).
Khả năng bảo trì và tự sửa chữa	Chảy nhão trong điều kiện ẩm ướt. $CaCl_2$ dễ phun hơn. Sử dụng trên vật liệu có độ co thấp có thể bị nứt, lõm khi phương tiện vận tải lưu thông với tốc độ cao. Hiện tượng nứt có thể tự sửa chữa.	Tốt nhất nên trộn với cốt liệu khi xây dựng đường. Vật liệu sản phẩm có độ co thấp có thể bị nứt và uốn khi phương tiện vận tải lưu thông với tốc độ cao. Có xu hướng xô lệch khi thời tiết khô - không tự phục hồi.	Yêu cầu nền móng chắc chắn và chú ý đến độ ẩm khi lu lèn. Tốc độ chậm, bán kính quay vòng hẹp sẽ gây ra hiện tượng trượt - không tự sửa chữa mà có thể sửa chữa tại chỗ.	Sản phẩm trộn cùng với cốt liệu khi xây dựng. Khó bảo trì-làm lại.
Khả năng rò rỉ ra môi trường hoặc tồn dư trong đất	Tràn ra mương khi tưới quá mức hoặc nước mưa. Tưới lặp lại nhiều lần có khả năng tồn dư trong đất.	Rò rỉ khi mưa nếu không được xử lý tốt. Dần dần oxy hóa và thải ra môi trường. Tưới lặp lại nhiều lần có khả năng tồn dư trong đất.	Ít rò rỉ ra bên ngoài mà tồn dư lâu dài trong nền đường.	Hiệu quả phụ thuộc vào khả năng trao đổi cation của vật liệu mặt. Tồn dư lâu dài trong nền đường.

Nội dung	Các sản phẩm			
	Muối hút ẩm	Lignosulphonates	Sản phẩm gốc dầu mỏ và nhựa đường	Các sản phẩm khác (dầu mỏ sulphonate hóa, sản phẩm ion, polymer và enzyme)
Bình luận	Hàm lượng hạt mịn cao có thể trở nên trơn trượt khi ướt. Có thể xảy ra vấn đề ăn mòn.	Ít hoặc không hiệu quả nếu mặt đường có ít vật liệu mịn hoặc có quá nhiều sỏi ròi trên đường.	Lâu dài - hiệu quả hơn ở vùng khí hậu khô. Có thể gây ra hiện tượng phân lớp sau nhiều lần phun lại, đặc biệt là ở những nơi chứa nhiều hạt mịn ( $> 15\%$ hạt $< 0,075\text{ mm}$ )	Ít hoặc không hiệu quả nếu vật liệu có hàm lượng hạt mịn thấp hoặc có sỏi ròi trên bề mặt. Yêu cầu thời gian bảo dưỡng.
Ghi chú: PI (Plasticity index) - Chỉ số dẻo; CBR (California bearing ratio) - Sức chịu tải California, %				

Việt Nam vẫn sử dụng phương pháp truyền thống là tưới nước trên khai trường, bãi thải và đường vận tải trong mỏ. Các mỏ than lớn vùng Cẩm phả hiện trong biên chế có từ 7÷15 xe chuyên dụng chở nước tưới đường. Vào mùa khô hanh, lượng xe nước thường hoạt động hết công suất, tưới với tần suất dày đặc (45÷60 phút/lượt). Vì vậy, có thể thấy Công tác tưới đường dập bụi trên các mỏ lộ thiên Việt Nam là một việc tốn nhiều thời gian, nhân lực và chi phí. Ngoài ra, các mỏ còn áp dụng các giải pháp hỗ trợ như: Trồng cây xanh tại các vị trí cho phép hai bên đường vào khai trường để giảm phát tán bụi; Rửa và che chắn (bằng bạt) các xe ra khỏi khu vực ranh giới quản lý mỏ. Các giải pháp này đã đem lại hiệu quả rất nhất định việc hạn chế bụi phát thải ra môi trường [1].

### 3.3. Khả năng ứng dụng của các giải pháp giảm bụi đối với đường vận tải mỏ tại Việt Nam

Các giải pháp giảm phát thải bụi bằng các loại phụ gia đã được nghiên cứu và ứng dụng thành công mang lại hiệu quả tại một số mỏ ở các nước có nền công nghiệp mỏ phát triển trên thế giới. Trong điều kiện các mỏ lộ thiên tại Việt Nam, ngoài các giải pháp đã và đang ứng dụng, đề xuất một số giải pháp giảm phát thải bụi khả thi như sau:

1) Lựa chọn và tối ưu hóa thành phần hạt vật liệu xây dựng lớp mặt: Đây là giải pháp cốt lõi, không chỉ giảm phát thải bụi từ nguồn gốc gây bụi mà còn mang lại một mặt đường êm thuận hơn, giảm tiêu hao lốp, nhiên liệu, vật tư, nhân công, phụ tùng thay thế, góp phần tăng năng suất, giảm giá thành khai thác mỏ. Giải pháp này có ưu điểm là sử dụng vật liệu tại chỗ là các loại đất đá thải của mỏ, nghiền và phối trộn thành cấp phối với thành phần cỡ hạt mong muốn. Tuy nhiên, việc tối ưu thành phần cỡ hạt mặt đường chỉ nâng

cao chất lượng mặt đường chứ chưa giải quyết được triệt để vấn đề phát thải bụi và các hư hỏng mặt đường. Để thực hiện giải pháp cần đầu tư hệ thống nghiền đập tập trung hoặc di động và các máy lu để lu lèn mặt đường;

2) Phối trộn phụ gia và các chất gắn kết như vôi, xi măng với cốt liệu để gia cố mặt đường tại các tuyến đường cố định: Giải pháp này có ưu điểm là làm tăng khả năng liên kết cốt liệu lớp mặt đường bằng các chất kết dính khi việc lựa chọn thành phần hạt vật liệu đã tối ưu nhưng bản chất vẫn là các hạt rời rạc xếp liên khít với nhau, dễ bị bong bật khi có lực tác động. Nhưng, để thực hiện giải pháp cần đầu tư hệ thống thiết bị cào bóc, phối trộn. Đồng thời, phải nhập phụ gia gắn kết với giá thành tương đối cao;

3) Phối trộn phụ gia với nước tưới đường: Dưới các tác dụng của phụ gia như: Hút ẩm từ không khí, giữ ẩm trong lớp mặt, liên kết các hạt mịn sẽ kéo dài thời gian tác dụng của nước. Từ đó, giảm mức độ phát thải bụi và mật độ tưới trên các đường vận tải mỏ. Tuy nhiên, giải pháp này có nhược điểm là phải nhập các loại phụ gia có giá thành cao do hiện nay trong nước chưa có đơn vị chuyên sản xuất phụ gia phục vụ cho ngành mỏ.

### 4. Kết luận kiến nghị

Để giảm phát thải bụi, tại một số mỏ lộ thiên trên thế giới đã áp dụng đồng bộ các giải pháp bao gồm việc lựa chọn, tối ưu hóa thành phần hạt và gia cố lớp vật liệu mặt đường; bổ sung phụ gia phối trộn với vật liệu lớp mặt trong quá trình xây dựng đường và pha trộn phụ gia vào nước để tưới đường định kỳ nhằm kéo dài thời gian tác dụng của nước... Việc áp dụng các giải pháp này đã cho thấy hiệu quả rõ rệt cả về mặt kỹ thuật, an toàn, môi trường và chi phí khai thác mỏ.



Trong điều kiện khai thác ở tại Việt Nam, hoàn toàn có thể ứng dụng các giải pháp này để giảm phát thải bụi do quá trình khai thác để tăng năng suất, tăng mức độ an toàn, giảm tác động xấu đến môi trường và giảm giá thành khai thác.

Ở Việt Nam hiện chưa có các đơn vị chuyên sản xuất phụ gia cho xây dựng và bảo trì đường mỏ, khi nhập khẩu sẽ có giá thành cao do chi phí khâu nhập và vận chuyển, do đó làm giảm hiệu quả, thậm trí tăng giá thành khai thác mỏ. Vì vậy, cần tiếp tục nghiên cứu theo hướng nội địa hóa, tự sản xuất các loại phụ gia phù hợp có giá thành thấp sử dụng cho công tác giảm phát thải bụi đường vận tải mỏ.

**Tài liệu tham khảo:**

- [1] Đỗ Ngọc. Tước, *Nghiên cứu hoàn thiện các giải pháp công nghệ, thiết bị nâng cao chất lượng đường mỏ trong TKV*, Hà Nội: Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, 2023.
- [2] P.E. Michael Davies, *Unpaved road dust management - A successful practitioner's Handbook*, No. FHWA-CFL/TD-13-001, 2103.
- [3] Mohamad Succarieh, *Control of dust emissions from unpaved roads, Alaska*, 1992.
- [4] R.J. Thompson, A.T. Visser and R. Peroni, *Mining haul roads: theory and practice*, London, UK: Leiden, The Netherlands: CRC Press/Balkema, 2019.

---

## **Solutions on reduction of dust emission and applicability to transportation roads at open pits in Vietnam**

**MSc. Dam Cong Khoa - Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology**

**Abstract:**

*Dust in general and dust on mine roads in particular are unwanted emissions. Dust often causes respiratory and neurological diseases. According to environmental impact assessment reports, in open pits, dust is emitted at almost all stages of the process, with the greatest level occurring at the transportation stage (over 90%). When the weather is dry and the road is not watered, the dust concentration can reach a value of 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  when a car runs at an average speed of 15 km/h and it is likely to spread to structures along the road with a radius of  $10 \div 200$  m. To reduce dust emissions in open pits, this article summarizes solutions to reduce dust in the mine transportation that have been successfully applied in open pits around the world and proposes some suitable solutions for open pits in Vietnam.*

# KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM CÔNG NGHỆ NỔ MÌN SỬ DỤNG THUỐC NỔ KHÔNG CHỊU NƯỚC TRONG TÚI NILON TẠI KHU VỰC ĐẤT ĐÁ NGẬM NƯỚC

**TS. Đoàn Văn Thanh, KS. Đỗ Văn Triều**

*Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin*

**TS. Trần Đình Bão**

*Trường đại học Mỏ - Địa chất*

***Biên tập: TS. Lưu Văn Thục***

## Tóm tắt:

Để đánh giá hiệu quả của công nghệ nạp thuốc nổ không chịu nước trong túi nilon tại khu vực đất đá ngậm nước, thực hiện nổ thử nghiệm tại các bãi nổ với tính chất đất đá, điều kiện thủy văn khác nhau trên khai trường mỏ than Cao Sơn. Kết quả thử nghiệm là cơ sở xây dựng quy trình công nghệ nổ mìn khu vực đất đá ngậm nước, từng bước ứng dụng rộng rãi kết quả nghiên cứu trên các mỏ than lộ thiên.

## 1. Đặt vấn đề

Theo Quy hoạch tổng thể về năng lượng quốc gia thời kỳ 2021 ÷ 2030, tầm nhìn đến năm 2050 của Thủ tướng chính phủ. Sản lượng than nguyên khai khai thác được tại các mỏ than lộ thiên từ nay đến năm 2030 đạt sản lượng từ 16,5 ÷ 19,5 triệu tấn, tương ứng khối lượng đất bóc khoảng 145 ÷ 175 triệu m<sup>3</sup>/năm, tập trung chủ yếu tại các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh.

Để đạt được sản lượng theo kế hoạch, các mỏ phải tiếp tục mở rộng và khai thác xuống sâu, kéo theo lượng nước mặt và nước ngầm chảy vào mỏ lớn, sẽ làm gia tăng tỷ lệ thuốc nổ chịu nước. Theo số liệu thống kê tại các mỏ than lộ thiên trong những năm qua cho thấy: Tỷ lệ thuốc nổ chịu nước (TNCN) sử dụng hiện nay của các mỏ than vùng Quảng Ninh từ 40 ÷ 60 % và có xu thế gia tăng với tốc độ hàng năm 8 ÷ 15 %. Đa số các bãi mìn có tỷ lệ TNCN trung bình 30 ÷ 50%. Những khu vực tầng khai thác gần đáy mỏ thường có điều kiện địa chất thủy văn phức tạp, tỷ lệ TNCN có thể lên đến 70 ÷ 100 %. Hiện tại, giá thành TNCN khoảng 29.000 đ/kg, cao gấp 1,6 lần thuốc nổ không chịu

nước (TNKCN) có giá thành 17.360 đ/kg.

Với công nghệ sử dụng TNKCN trong túi nilon sẽ giảm một phần chi phí vật liệu nổ tại khu vực đất đá ngậm nước. Tuy nhiên, công nghệ trên sẽ tiềm ẩn các nguy cơ về nước xâm nhập vào lượng TNKCN do đục, rách túi nilon, làm mất tác dụng của thuốc nổ. Do đó, việc thực hiện nổ thử nghiệm là cần thiết để đánh giá hiệu quả của công nghệ đề xuất, làm cơ sở để xây dựng quy trình nổ mìn khu vực đất đá ngậm nước.

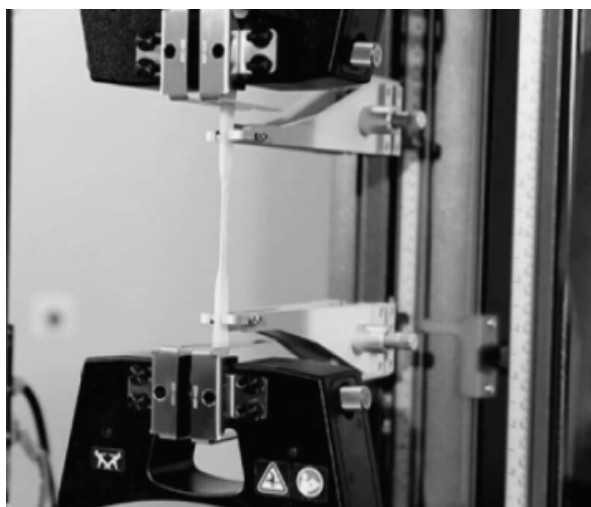
## 2. Giải pháp thiết kế túi nilon độ bền cơ học cao

Túi nilon sử dụng nạp TNKCN trong lỗ khoan chứa nước cần phải đáp ứng 03 tiêu chí sau: (1) Giữ trạng thái ống khi chứa lượng thuốc nạp trong lỗ khoan; (2) Hạn chế đục thành túi sau hình thành cột thuốc dựa vào thành lỗ khoan; (3) Ngăn nước ngấm từ đáy túi sau nạp thuốc trong túi nilon.

Theo đó, một số nghiên cứu đã lựa chọn  $d_{túi} = 0,8 ÷ 0,85d_{lk}$  [4] để đảm bảo an toàn cho công tác nạp. Sản phẩm thiết kế túi nilon của Công ty MTI [3] cung cấp sản phẩm túi nilon dạng ống dài dùng cho công tác nạp thuốc có đặc tính như bảng 1.

**Bảng 1. Thiết kế túi nilon theo thông số sản phẩm của công ty MTI**

TT	Đường kính lỗ khoan, mm	Đường kính túi nilon, mm	Độ dày túi, mm
1	165	135	0,15
2	250	200	0,15÷0,3
3	270	240	0,15÷0,3
4	310	280	0,15÷0,3



Hình 1. Thiết bị kiểm tra độ bền kéo



Hình 2. Thiết bị kiểm tra độ bền xé

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm cơ học của túi nilon 2 lớp

Loại túi nilon	Kiểm tra độ bền kéo, MPa		Dãn dài của túi trong kiểm tra độ bền kéo, %		Độ bền xé của theo thí nghiệm Elmendorf, g		Kiểm tra khả năng chống đâm thủng, g
	MD	TD	MD	TD	MD	TD	
Nilon 2 lớp	13,61	14,73	95	190	2.150	1.960	1.150

(\*Ghi chú: MD- Hướng kéo dọc theo hướng máy; TD- Hướng vuông góc với máy)

Độ bền cơ học các chuyên gia MTI khuyến cáo với túi nilon dạng ống để đảm bảo an toàn cho công tác nạo như sau: (1) Độ bền kéo:  $13,0 \div 15,0$  Mpa; (2) độ bền xé:  $1.900 \div 2.200$  g; (3) độ dãn dài:  $90 \div 200$  % [3].

Do đó, kế thừa kinh nghiệm thiết kế túi nilon dạng ống sử dụng cho công tác nạo thuốc trên, lựa chọn túi nilon có đường kính đầu = 200 mm cho lỗ khoan sản xuất đường kính  $d = 250$  mm. Để đảm bảo độ bền cơ học và 03 tiêu chí đặt ra, túi nilon 2 lớp với độ dày mỗi lớp  $m = 0,15$  mm được lựa chọn và kiểm độ bền kéo, độ bền xé bằng thiết bị chuyên dụng (hình 1, 2).

Kết quả thí nghiệm trên túi nilon 2 lớp xem bảng 2.

Kết quả thí nghiệm trên túi nilon 2 lớp phù hợp với thông số độ bền cơ học được khuyến cáo của MTI. Cho nên, thiết kế túi nilon 2 lớp, độ dày mỗi lớp  $m = 0,15$  mm là thiết kế túi nilon được áp dụng cho các bãi nổ thử nghiệm.

### 3. Thử nghiệm các công nghệ nổ mìn tại khu vực đất đá ngầm nước

#### 3.1. Vị trí thử nghiệm

Mỏ than Cao Sơn là một trong những mỏ than

lộ thiên lớn của tập đoàn TKV. Tính đến thời điểm 31/12/2022, mỏ đạt công suất khai thác đạt trên 3,76 triệu tấn than nguyên khai, tương ứng với khối lượng đất bóc trên 38,6 triệu  $m^3$ , đáy sâu nhất ở mức -140 m tại moong Trung tâm Cao Sơn.

Theo kế hoạch khai thác của mỏ than Cao Sơn, bước sang giai đoạn II của dự án, mỏ tập trung bóc đất khu vực Đông Cao Sơn, Trung Tâm Cao Sơn và một phần Nam Cao Sơn.

Đất đá khu vực bóc thuộc nhóm khó nổ và rất khó nổ ( $f = 10 \div 13$ ), chiều cao mực nước thay đổi từ 1 ÷ 15 m. Trên cơ sở đó, lựa chọn 09 khu vực nổ thử nghiệm như hình 3.

#### 3.2. Kết quả thử nghiệm

##### a) Công tác khoan tại bãi nổ thử nghiệm:

Công tác khoan được thực hiện bởi máy khoan xoay cầu СБЩ 250 theo thông số mạng khoan được lập trên cơ sở phương án khoan nổ mìn kết quả nghiên cứu của Đề tài “Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ nổ mìn tại khu vực đất đá ngầm nước tại các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh”.

Kết quả theo dõi khoan tại khu vực đất đá ngầm nước (hình 4) với độ kiên cố đất đá  $f = 10 \div 12,5$  trên 09 bãi nổ thử nghiệm như sau:





Hình 3. Vị trí thử nghiệm 09 bãi nổ tại mỏ than Cao Sơn



Hình 4. Theo dõi công tác khoan tại bãi nổ thử nghiệm



Hình 5. Công tác khảo sát điều kiện nước trong lỗ khoan



- Thời gian cho 1 mét khoan từ 4,59 ÷ 5,47 phút;

- Năng suất kỹ thuật khoan đạt 55 ÷ 60 m/ca.

Có thể thấy việc áp dụng máy khoan xoay cầu tại khu vực đất đá ngậm nước đảm bảo năng suất khoan theo định mức của TKV [1].

Một yếu tố quan trọng để xác định phạm vi áp dụng công nghệ là chiều cao mực nước, điều kiện thành lỗ khoan và cường độ trao đổi của nước trong lỗ khoan ( $0,5 \leq v \leq 2$  m/ng.đêm).

Với phương pháp dự báo tương đối cường độ trao đổi của nước trong lỗ khoan của Hiscock [2], thực hiện đo chiều cao mực nước tại 2 thời điểm cách nhau từ 12 ÷ 16 giờ, xác định được 91 lỗ có điều kiện phù hợp để thực hiện nạp thử nghiệm TNKCN trong túi nilon (hình 5).

## b) Công tác nạp thử nghiệm:

Dựa trên phương án nạp được lựa chọn với công nghệ nạp TNKCN trong túi nilon, công tác thực hiện nạp như hình 6.



a)



b)



c)

Hình 6. Thực hiện nạp với công nghệ nạp TNKCN trong túi nilon

a) Chuẩn bị vật nặng đáy túi; b) Chia phần phía trên của túi; c) Nạp thuốc, mìn, dây nổ

Kết quả công tác nạp TNKCN trong túi nilon cho thấy:

- Việc áp dụng nạp theo phương án nạp lựa chọn không phát sinh sự cố vận, xoắn và bục túi;
- Thời gian thi công với công nghệ nạp TNKCN trong túi nilon đảm bảo thời gian thi công của các bãi nổ, thời gian nạp trung bình 3 phút 38 giây;
- Mật độ nạp bình quân đạt 30 kg/m.

## c) Đánh giá chất lượng bãi nổ thử nghiệm:

Chất lượng bãi nổ thử nghiệm trên công nghệ nạp TNKCN trong túi nilon cùng các công nghệ đề xuất nạp thử nghiệm xem hình 7.

Chất lượng đồng đá nổ mìn thử nghiệm như sau:

- Công tác nạp nổ, nổ mìn được thực hiện đúng quy trình kỹ thuật, đảm bảo an toàn cho các bãi nổ, không có hiện tượng mìn cầm;
- Đồng đá sau nổ có kích thước gọn, chiều cao đồng đá thay đổi từ 1÷2 m so với địa hình ban đầu;
- Cỡ hạt trên bề mặt đồng đều; cỡ hạt trung bình phù hợp với ĐBTB xúc bốc - vận tải tại bãi nổ thử nghiệm, tỉ lệ đá quá cỡ đảm bảo theo quy định của TKV.

Tổng hợp các Chỉ tiêu chủ yếu của bãi nổ thử nghiệm xem bảng 3, 4.

## 4. Xây dựng quy trình nổ mìn khu vực đất đá ngậm nước

Qua việc triển khai thực tế thi công tại 09 bãi nổ thử nghiệm, quy trình công nghệ nổ mìn khu vực đất đá ngậm nước như sơ đồ hình 8.



a) Bãi nổ thử nghiệm 07

b) Bãi nổ thử nghiệm 08

Hình 7. Chất lượng đồng đá tại bãi nổ thử nghiệm

Bảng 3. Chỉ tiêu chủ yếu của bãi nổ thử nghiệm 01 ÷ 05

TT	Chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị				
				Bãi TN 01	Bãi TN 02	Bãi TN 03	Bãi TN 04	Bãi TN 05
1	Mục đích nổ			CBĐĐ MXTLGN E = 12 m <sup>3</sup> khi vận tải ô tô đơn thuần	CBĐĐ MXTLGN E = 6,7 m <sup>3</sup> khi vận tải liên hợp ô tô – băng tải	CBĐĐ MXTLGN E = 6,7 m <sup>3</sup> khi vận tải liên hợp ô tô – băng tải	CBĐĐ MXTLGN E = 12 m <sup>3</sup> khi vận tải liên hợp ô tô – băng tải	CBĐĐ MXEKG E = 10 m <sup>3</sup> khi vận tải liên hợp ô tô – băng tải
2	Thời gian nổ mìn			15/9/2023	16/9/2023	20/9/2023	22/9/2023	22/9/2023
3	Chiều cao cột nước trong lỗ khoan	L <sub>n</sub>	m	3 ÷ 8 m	3 ÷ 10 m	3 ÷ 12 m	3 ÷ 9 m	5 ÷ 12 m
4	Chỉ tiêu thuốc nổ	q	kg/m <sup>3</sup>	0,37	0,48	0,49	0,39	0,41
5	Độ kiên cố đất đá, f	f		11	12,5	12,5	12	12
6	Suất phá đá bình quân	S	m <sup>3</sup> /m	45,1	41,4	41,3	39,5	42,0
7	Đường kính cỡ hạt trung bình, m	d <sub>tb</sub>	m	0,51	0,38	0,38	0,45	0,43



*Bảng 4. Chỉ tiêu chủ yếu của bãi nổ thử nghiệm 06 ÷ 09*

TT	Chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị			
				Bãi TN 06	Bãi TN 07	Bãi TN 08	Bãi TN 09
1	Mục đích nổ			CBĐĐ MXTLGN E = 6,7 m <sup>3</sup> khi vận tải liên hợp ô tô - băng tải	CBĐĐ MXEKG E = 10 m <sup>3</sup> khi vận tải liên hợp ô tô - băng tải	CBĐĐ MXEKG E = 10 m <sup>3</sup> khi vận tải liên hợp ô tô - băng tải	CBĐĐ MXTLGN E = 6,7 m <sup>3</sup> khi vận tải ô tô đơn thuần
2	Thời gian nổ mìn			03/10/2023	04/10/2023	05/10/2023	06/10/2023
3	Chiều cao cột nước trong lỗ khoan	L <sub>n</sub>	m	3 ÷ 14	3 ÷ 9	3 ÷ 8	3 ÷ 8
4	Chỉ tiêu thuốc nổ	q	kg/m <sup>3</sup>	0,53	0,36	0,36	0,46
5	Độ kiên cố đất đá, f	f		12,5	10,5	10,5	12
6	Suất phá đá bình quân	S	m <sup>3</sup> /m	42,6	36,2	35,77	47,23
7	Đường kính cỡ hạt trung bình, m	d <sub>tb</sub>	m	0,38	0,39	0,38	0,44

Quy trình công nghệ nổ mìn khu vực đất đá ngầm nước gồm 6 bước chính sau:

Bước 1: Khảo sát ĐCCT, ĐCTV, lập hộ chiếu khoan;

Bước 2: Kiểm tra đặc tính của nước trong lỗ khoan;

Bước 3: Lập hộ chiếu nổ mìn;

Bước 4: Chuẩn bị vật tư, thiết bị phục vụ công tác nổ mìn;

Bước 5: Thi công nạp nổ với các loại hình công nghệ áp dụng trên bãi nổ;

Bước 6: Kiểm tra chất lượng đồng đá sau nổ mìn.

Việc xây dựng quy trình công nghệ là bước quan trọng trong việc đánh giá, áp dụng công nghệ phù hợp với điều kiện nước trong từng lỗ khoan cụ thể, để nâng cao hiệu quả nổ mìn tại các khu vực đất đá ngầm nước khi các mỏ khai thác xuống sâu.

### 5. Kết luận

Kết quả thu thập được từ quá trình thực hiện công nghệ nổ mìn sử dụng TNKCN nạp trong túi nilon tại các bãi nổ thử nghiệm, cho thấy: Công nghệ nạp đảm bảo thời gian thi công trên bãi nổ,

phương án nạp được lựa chọn không phát sinh sự cố vận, xoắn và bực túi, đảm bảo an toàn trong việc sử dụng TNKCN khu vực đất đá ngầm nước. Chất lượng nổ mìn chung tại các bãi nổ thử nghiệm phù hợp với ĐBTB xúc bốc - vận tải, tỉ lệ đá quá cỡ đảm bảo theo quy định của TKV. Với kết quả thử nghiệm trên là cơ sở cần thiết để hoàn thiện và ứng dụng công nghệ trong thực tế sản xuất.

### Tài liệu tham khảo:

[1]. *Định mức lao động và năng suất một số thiết bị chủ yếu khai thác than lộ thiên* (Tổng giám đốc Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam ban hành theo quyết định số 2798/QĐTKV ngày 31/12/2015), Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam, 2015;

[2]. Kevin M. Hiscock, Victor F.Bense (2021), *Hydrogeology: Principle and Practice*, Bleckwell Science Ltd (1e, 2005); John Wiley & Sons Ltd (2e, 2014);

[3]. Mtigroup (2018), *The cost savings, productivity gains and safety benefits delivered by the blastshield™ system provide a valuable reduction in drill and blast costs*;

[4]. Анисимов О.А (2015), *Технология*



строительства и разработки глубоких карьеров. Днепрпетровск.

[5]. *Drilling and blasting of rocks* (1995), Deominngning technological institute of spain.

[6]. Hesam Dehghani (2019), *Blast-Induced Rock Fragmentation in Wet Holes*.

[7]. Hyongdoo Jang, David Handel, Younghun Ko, Hyung-Sik Yang and James Miedecke (2018), *Effects of Water Deck on Rock Blasting Performance*. Western Australian School of Mines, Curtin University, Australia.

[8]. J. Woodrow Eldred (1993). *Bulk Explosive Charger*. United States Patent.

[9]. Jing Gao, Shizhen Xie, Xiantang Zhang, Hongli Wang, Wenle Gao and Hongmin Zhou (2020). *Study on the 2D optimization simulation of complex five-hole cutting blasting under different lateral pressure coefficients*. Hindawi Complexity. Volume 2020, Article ID 4639518, 12 pages.

---

## **Results on testing the water-resistant explosives loading technology in plastic bags in hydrated rock areas**

**Dr. Doan Van Thanh, Eng. Do Van Trieu** - Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology

**Dr. Tran Dinh Bao** - Hanoi University of Mining and Geology

### **Abstract:**

*To evaluate the effectiveness of the technology of loading water-resistant explosives in plastic bags in hydrated rock areas, test explosions were performed at blasting sites with different rock properties and hydrated conditions on site at Cao Son centre area, East of Cao Son and South of Cao Son areas of Cao Son coal mine. The test explosion results are the basis for evaluating the effectiveness of the proposed technology, gradually wide application of the research results in open pits.*



## NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM ĐỘ ỔN ĐỊNH CỦA THAN CÓ CƯỜNG ĐỘ THẤP SAU KHI LÀM ẨM VÀ CÁC TÍNH CHẤT CỦA NÓ

**TS. Thân Văn Duy, ThS. Phạm Văn Quân**

*Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin*

**TS. Lê Quang Phục**

*Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

**Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn**

### Tóm tắt:

Tính chất cơ lý của than là một trong các yếu tố quan trọng gây ra hiện tượng trượt lở gương than trong quá trình đào lò và khai thác làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến an toàn sản xuất. Vỉa than số 14-5 mỏ than Khe Chàm là vỉa than có đặc tính cường độ thấp, “than mềm” điển hình. Các kết quả nghiên cứu thực nghiệm độ ổn định của than có cường độ thấp sau khi làm ẩm và các tính chất của nó cho thấy lực dính kết và độ ổn định của khối than tăng dần từ độ ẩm 1,1 % (độ ẩm tự nhiên) đến độ ẩm 15% (độ ẩm tối ưu), sau đó giảm xuống khi độ ẩm 20 ÷ 25% (độ ẩm bão hòa). Khi sử dụng nước có cho phụ gia NaCl, giá trị cường độ dính kết của than tăng 1,3 ÷ 1,9 lần so với kết quả thu được khi sử dụng nước thông thường. Như vậy, có thể tăng độ ổn định của than mềm bằng cách tăng độ ẩm trong nó đến độ ẩm tối ưu. Bằng cách này, có thể giảm chiều rộng của vùng phá hủy dẻo trên mặt gương khai thác, hạn chế sự cố lở gương và tụt nóc lò, tăng tính hiệu quả khai thác và an toàn lao động.

### 1. Đặt vấn đề

Trượt lở gương than và đá vách (hoặc trần than) vào không gian lò chợ thường không có sự cảnh báo rõ ràng, sập lở trong thời gian ngắn, ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu quả khai thác, gây hỏng hóc thiết bị, thiệt hại về kinh tế và đe dọa an toàn lao động của công nhân. Theo thống kê, gần một nửa số vụ tai nạn lao động trong năm 2012 ở các mỏ than hầm lò của Trung Quốc là do sập đổ lò với 459 người thương vong [1]; ở Hoa Kỳ giai đoạn năm 1999 ÷ 2008 có hơn 5.940 người bị thương, 75 người tử vong và 13.774 vụ không gây thương tích [2]; ở Việt Nam giai đoạn 1995 ÷ 2019 sập đổ lò chiếm hơn 35% [3] các vụ tai nạn. Để xử lý hậu quả của sự cố, lò chợ cơ giới hóa ở vỉa số 11 mỏ than Hà Lâm đã ngừng hoạt động lên đến 2 tuần (năm 2019). Ước tính thiệt hại kinh tế khoảng 140.000 USD mỗi ngày ở lò chợ cơ giới hóa [4].

Theo các nghiên cứu [5-6], các yếu tố chính ảnh hưởng đến sập đổ than vào không gian lò chợ là: điều kiện địa chất (cấu tạo vỉa than, tính chất đá bao quanh, độ sâu khai thác v.v.); tính chất cơ lý của than; áp lực mỏ; tốc độ di chuyển của lò chợ; cấu trúc vỉ chống; chiều cao khẩu và chiều dày thu hồi lớp than nóc. Để kiểm soát sự ổn định của khối than trên gương lò chợ và khu vực khai thác, rất nhiều nghiên cứu về đặc điểm và kỹ thuật

kiểm soát sự mất ổn định của vỉa than đã được thực hiện. Một số tác giả đã nhận thấy rằng vùng phá hủy dẻo ở phía trước của gương than khi tăng chiều cao khẩu gương lò chợ rõ ràng là lớn hơn rất nhiều so với lò chợ có chiều cao gương khẩu nhỏ [7]. Tính chất phân mảnh, giảm dính kết và lở gương than cũng đã được nghiên cứu bởi Wu và cộng sự [8]. Mô hình phân tích lực tác động lên gương than và cơ chế phá hủy nó cũng đã được nghiên cứu [9]. Trên cơ sở đó họ phát hiện: dưới tác dụng của áp lực tựa, gương than bị biến dạng và ép trôi về phía không gian lò chợ. Tại vị trí khối than nằm trong vùng ứng suất cực đại, các vết nứt xảy ra ở phần trên của gương than ở độ cao 0,35 lần chiều cao gương khai thác và sau đó tất cả gương than bị vỡ ra.

Trên cơ sở làm rõ các yếu tố ảnh hưởng đến sự mất ổn định của gương than thông qua các kết quả nghiên cứu, nhiều giải pháp kỹ thuật được đề xuất nhằm tăng cường sự ổn định của gương than trong quá trình khai thác lò chợ đã được thực hiện như: phun ép hóa chất, phun ép nước, xử lý sự cố tụt lở bằng thanh nhồi và xếp củi gỗ. Kỹ thuật hiện trường cho thấy việc phun nước và hóa chất vào vỉa than có thể cải thiện một số tính chất cơ lý của than và ngăn ngừa tai nạn. Điều này đã được áp dụng thành công ở nhiều mỏ than trên thế giới [10]

cũng như ở Việt Nam tại mỏ than Khe Chàm, Hà Lâm, v.v. Như vậy, tính chất cơ lý của than mềm cũng là một trong những yếu tố rất quan trọng gây ra hiện tượng trượt lở gương than trong đào lò và khai thác.

Để nghiên cứu đặc tính cơ học của than có đặc tính cường độ thấp “than mềm”, nhiều tác giả đã thực hiện nghiên cứu thực nghiệm về độ bền và biến dạng của than với các hàm lượng nước khác nhau. Thử nghiệm nén mẫu than của Mỏ than Luling ở Hoài Bắc, Trung Quốc dưới các độ ẩm khác nhau được thực hiện bằng thiết bị ba trục TSZ10. Và người ta nhận thấy rằng độ kết dính và độ bền cắt của than có thể được cải thiện bằng cách bơm nước hợp lý vào than [11]. Các thử nghiệm nén một trục và ba trục của mẫu than tại Mỏ than Tân Trang Tử ở Hoài Nam, Trung Quốc trong các điều kiện hàm lượng nước khác nhau cũng đã được thực hiện. Kết quả cho thấy đặc tính cường độ và biến dạng của than có liên quan đến hàm lượng nước và cường độ của than tăng lên sau khi bơm nước hợp lý [12]. Các nghiên cứu, xác định góc nội ma sát của than và hàm lượng nước khác nhau cũng đã được thực hiện [13]. Mối quan hệ giữa góc nghỉ và tính lưu động của bột than cũng như sự gắn kết giữa các hạt đã được thảo luận. Người ta cũng nhận thấy rằng các tính chất cơ lý của than mềm có thể được cải thiện đáng kể sau khi phun nước, điều này có tác động tích cực đến việc kiểm soát độ ổn định của khối than. Tuy nhiên, cơ chế phun nước để tăng độ ổn định của khối than vẫn chưa rõ ràng. Đặc biệt đối với các vỉa than mềm tại bể than Quảng Ninh - Việt Nam vẫn chưa được nghiên cứu thỏa đáng. Vì vậy, trong nghiên cứu này đã tiến hành thí nghiệm và phân tích ảnh hưởng độ ổn định của khối than sau khi làm ẩm trên mô hình; xác định độ bền nén đơn trục và lực dính kết thông qua cường độ kháng cắt ở các độ ẩm khác nhau của than.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Vỉa than số 14-5 ở mỏ than Khe Chàm là vỉa than có đặc tính cường độ thấp “than mềm” điển hình được đánh giá có đặc điểm hình thái - cấu trúc rất phức tạp. Vỉa có nhiều nếp uốn, đứt gãy và biến động lớn về chiều dày (từ 0,2 ÷ 38,8 m, trung bình 5,7 m) và góc dốc vỉa (từ 3 ÷ 60°, trung bình 27°). Trong quá trình khai thác và đào lò tại vỉa than số 14-5, thường xuyên xảy ra các sự cố trượt lở gương và nóc lò với quy mô lớn, ảnh hưởng nghiêm trọng đến an toàn sản xuất. Vì vậy,

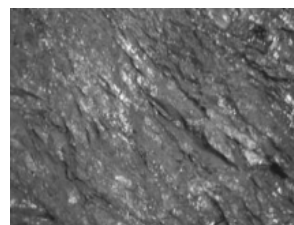
than tại vỉa 14-5 của mỏ than Khe Chàm được chọn để nghiên cứu trong công trình này.

Các mẫu than được lấy ở độ sâu 260 ÷ 300 m. Để duy trì độ ẩm tự nhiên, mẫu than được cho vào túi chống ẩm ngay sau khi lấy ra khỏi vỉa.

Các nghiên cứu được thực hiện trong phòng thí nghiệm về các tính chất cơ lý và sự phá hủy đá tại Đại học Mỏ Sankt-Peterburg, LB Nga và theo các phương pháp của họ.



a) Than sau khi lấy ra khỏi mẫu



b) Gương than

Hình 1. Hình dạng tổng quát của than được lấy ra từ vỉa than số 14-5, mỏ than Khe Chàm

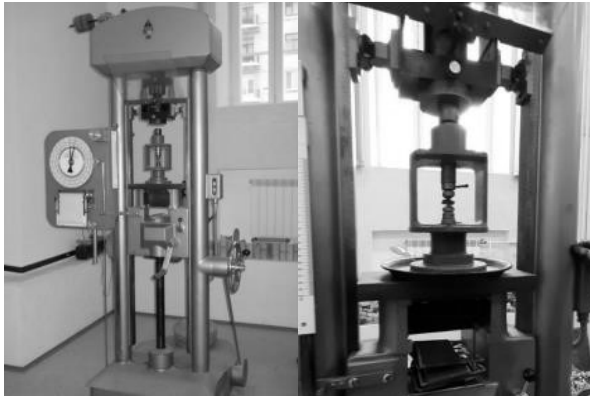
## 3. Kết quả nghiên cứu một số tính chất cơ lý của than trước và sau khi làm ẩm

### 3.1. Xác định một số tính chất cơ lý của than

Khi quan sát bằng mắt thường, than có màu xám đen, khối than có số lượng lớn các lớp mỏng, hầu như không có sự kết dính trong than nên nó cực kỳ dễ vỡ. Than có đặc điểm giòn, nhẹ, kích thước trung bình của từng hạt dao động từ 0,2 đến 35 mm. Kích thước tối đa của từng hạt than riêng lẻ không vượt quá 30 ÷ 35 mm, tỷ lệ các hạt như vậy trong tổng khối lượng mẫu không vượt quá 2% (hình 1).

Các tính chất cơ lý phức tạp của than đã được xác định theo tiêu chuẩn của Nga như: độ ẩm của than theo phương pháp sấy khô đến trọng lượng không đổi (GOST 5180-2015); mật độ của than (GOST 5180-2015); các thông số về cường độ bám dính, góc nội ma sát xác định theo bằng sáng chế số 2521116 của Liên bang Nga “Phương pháp xác định tính chất cơ học của đá và vật liệu”.

Các mẫu than được thực hiện thí nghiệm nén, kéo và uốn một trục trên máy thí nghiệm nén và



Hình 2. Máy thí nghiệm nén và kéo một trục SDM2.5 (Đức)

kéo SDM 2.5 (Đức). Lực tối đa là 2,5T (hình 2).

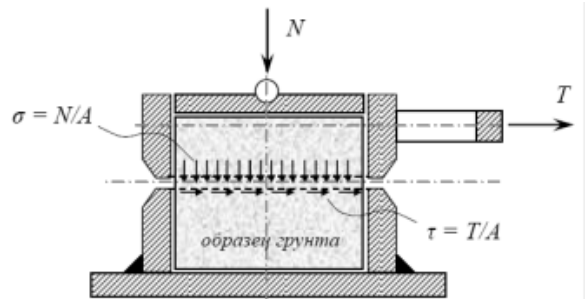
Kết quả thí nghiệm xác định tính chất cơ lý của mẫu than: độ bền nén một trục thay đổi từ  $11 \div 48$  kG/cm<sup>2</sup>; độ bền kéo một trục từ  $3,4 \div 18,7$  kG/cm<sup>2</sup>; lực bám dính  $6,8 \div 20$  kG/cm<sup>2</sup>; tỷ trọng than  $1,31 \div 1,38$  g/cm<sup>3</sup>; góc ma sát trong từ  $8,5 \div 16,8^\circ$ ; độ ẩm tự nhiên của than thay đổi từ  $0,8 \div 1,3\%$  và tỷ trọng than  $1,31 \div 1,38$  g/cm<sup>3</sup> [18,19].

### 3.2. Xác định lực dính kết của than sau khi làm ẩm

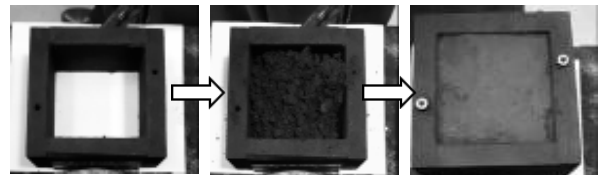
Lực dính kết của than được xác định thông qua giới hạn lực cắt theo định luật Coulomb [15]. Thiết bị cắt gồm hai hộp gỗ hình vuông có cạnh 100 mm, cao 50 mm (hình 3). Hộp phía dưới được cố định trên bàn bằng kẹp vít, hộp phía trên có thể di chuyển theo phương ngang dưới tác dụng của tải trọng cắt ngang. Để loại bỏ ma sát giữa hai hộp, người ta sử dụng miếng đệm nhựa dày 1 mm trong quá trình tạo mẫu và nó được tháo ra trước khi tiến hành thí nghiệm cắt. Than đổ vào thiết bị cắt và được nén chặt thành từng lớp dày 5 mm để đạt mật độ  $1,31$  g/cm<sup>3</sup> (hình 4).

Để thực hiện nghiên cứu, 09 thử nghiệm cắt được thực hiện cho mỗi mẫu than ở các giá trị khác nhau của tải trọng nén thẳng đứng  $N$ . Từ đó, với mỗi cấp tải  $\sigma$ , người ta tìm thấy giá trị cường độ cắt tương ứng  $\tau$  (hình 5).

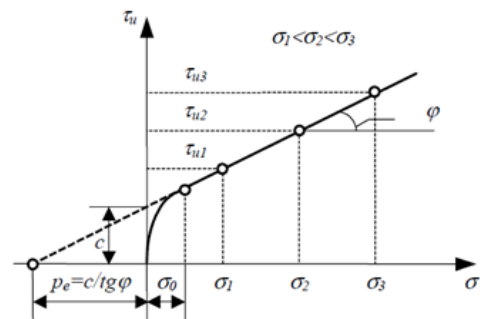
**Quá trình nghiên cứu:** Ở mỗi giá trị độ ẩm của than (1,1%; 5%; 7%; 10%; 15%; 20% và 25%), 09 lần thử độ bền cắt được thực hiện ở các giá trị tải trọng thẳng đứng là 100 kPa, 200 kPa và 300 kPa. Tại mỗi giá trị của tải trọng thẳng đứng, 03 thử nghiệm đã được thực hiện. Trên cơ sở giá trị trung bình của 03 lần thử nghiệm, xây dựng đồ thị về sự phụ thuộc của khả năng chống dịch chuyển tối đa vào ứng suất nén tiêu chuẩn theo phương thẳng



Hình 3. Thiết bị xác định lực dính kết của than  $N$  – lực nén;  $T$  – lực cắt;  $A$  – Diện tích mặt cắt ngang của mẫu



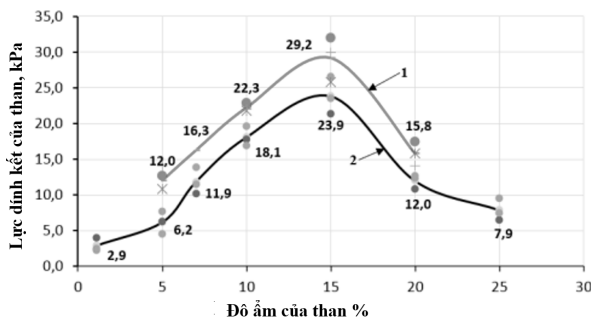
Hình 4. Quá trình thực hiện thí nghiệm xác định độ bền cắt của than



Hình 5. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của sức kháng cắt vào độ lớn ứng suất nén thẳng đứng  $\sigma$  – ứng suất pháp;  $\tau$  – ứng suất cắt;  $\phi$  – góc ma sát trong;  $c$  – lực dính kết

đứng, từ đó xác định lực dính kết  $C$  ở các giá trị độ ẩm của than (hình 5).

Trong các thí nghiệm, hai loại nước đã được sử dụng làm ẩm than: làm ẩm than bằng nước thông thường và nước có thêm phụ gia NaCl.



Hình 6. Ảnh hưởng của độ ẩm than đến lực dính kết của “than mềm” [14].

1- đối với nước có phụ gia; 2- đối với nước thông thường

Kết quả thí nghiệm xác định cường độ bám dính của than thông qua khả năng kháng cắt cho thấy, lực dính kết của than tăng dần từ độ ẩm 1,1% (độ ẩm tự nhiên) lên 15% sau đó giảm xuống khi độ ẩm 20 - 25% (độ ẩm bão hòa).

Từ biểu đồ hình 6, về mặt tuyệt đối lực dính kết của than tăng từ 2,9 kPa ở độ ẩm 1,1% lên 23,9 ÷ 29,2 kPa ở độ ẩm 15% và giảm xuống 7,9 kPa ở độ ẩm 25%. Khi sử dụng nước có cho phụ gia NaCl giá trị cường độ dính kết của than tăng 1,3 ÷ 1,9 lần so với kết quả thu được khi sử dụng nước thông thường [14].

Kết quả thí nghiệm nghiên cứu lực dính kết của than phụ thuộc vào độ ẩm của nó phù hợp với các nghiên cứu lý thuyết về vấn đề này. Khi bơm nước vào vỉa than, lực dính kết tăng lên do nước bao

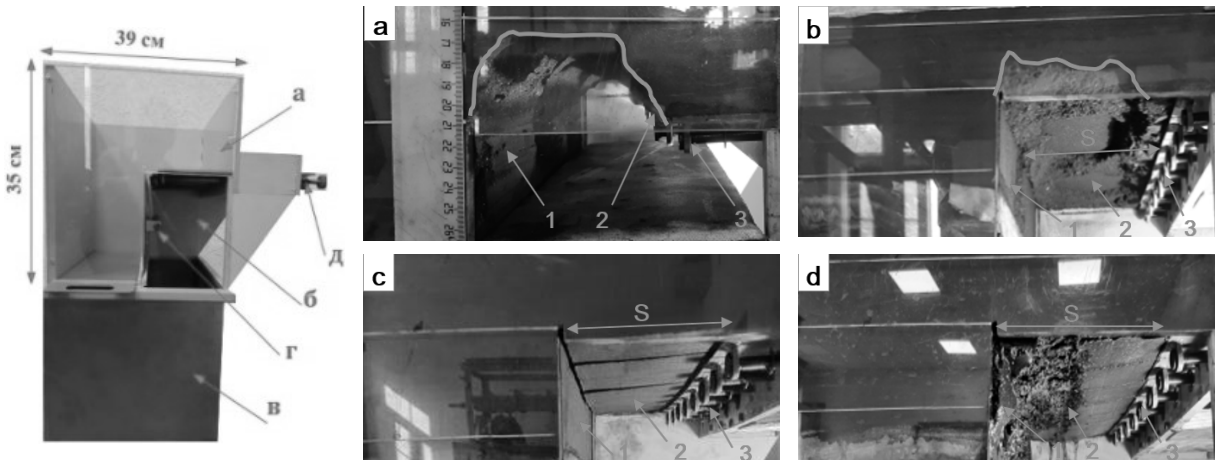
phủ xung quanh các hạt than dưới dạng một màng mỏng tiếp xúc gần, đủ để biểu hiện lực phân tử dẫn đến sự liên kết của từng hạt riêng lẻ thành một khối than ổn định. Khi lớp chất lỏng bao bọc các hạt than càng mỏng thì khoảng cách giữa chúng càng nhỏ và tác dụng của lực bám dính phân tử càng mạnh. Vì vậy, khi độ ẩm của than tăng lên 20 - 25% (độ ẩm bão hòa) dẫn đến độ dày màng nước tăng lên, lực bám dính giảm.

### 3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng độ ổn định của khối than sau khi làm ẩm trên mô hình

Các nghiên cứu về ảnh hưởng độ ẩm của than đến độ ổn định của nó phía trước lò chợ (gương và trần than) được thực hiện trên mô hình có dạng hộp hình chữ nhật, kích thước 390 x 680 cm (hình 7), cho phép tái tạo các tình huống điển hình phát sinh ở các giai đoạn khác nhau trong quá trình lò chợ khai thác: khi khấu than; khi lộ trần; khi di chuyển giá chống. Tỷ lệ mô hình 1:40.

Việc thử nghiệm mô hình ở mỗi độ ẩm của than (1,1%; 5 %; 7%; 10%; 15%; 20% và 25%) được thực hiện qua 06 giai đoạn. Tại mỗi giai đoạn, bước di chuyển van điều tiết trần than thu lại 2 cm, tương ứng với điều kiện thực tế 0,8 m bằng với chiều rộng khẩu gương (hình 7). Trình tự thực hiện như sau:

(1) Công tác chuẩn bị: Cấp than vào mô hình và nén chặt thành từng lớp dày 5 mm đảm bảo mật độ 1,31 g/cm<sup>3</sup> đến hết chiều cao của buồng làm việc. Sau đó chất tải lên bề mặt của than bằng các tấm sắt có tổng trọng lượng 86 kg.



Hình 7. Tổng quan về mô hình và tình trạng của gương và trần than lò chợ khi khai thác than trên mô hình ở các độ ẩm than khác nhau [14]

a, b, c, d tương ứng than có độ ẩm than 1%; 5-7%; 15%; 20-25%; 1 – gương lò chợ; 2 – trần than; 3 – van điều tiết trần than (giá chống); a – trần than; b – không gian lò chợ; c – thùng chứa than; d – van điều tiết gương lò chợ; đ – van điều tiết trần than, kích thước: 28 cm x 5 cm (giá chống)



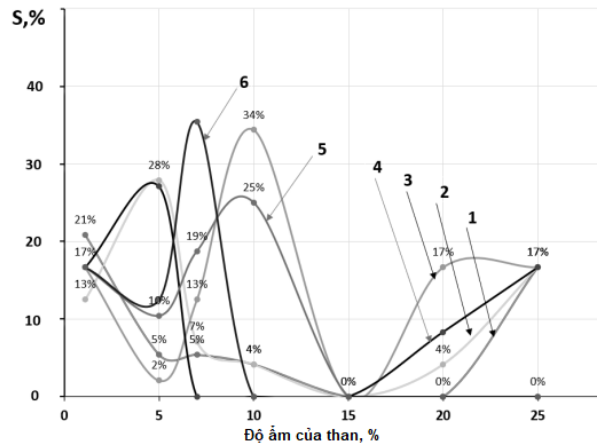
(2) Công tác khai thác: Giai đoạn 1, di chuyển lần lượt van điều tiết gương lò chợ và trần than đến hết chiều dài mô hình (40 cm). Sau đó, thực hiện lần lượt từ giai đoạn 2 đến giai đoạn 6, di chuyển van điều tiết trần than (giá chống), mỗi giai đoạn 2 cm. Tổng diện tích lộ trần của 06 giai đoạn là 12 cm theo chiều rộng (tương ứng với điều kiện thực tế là 4,8 m – chiều dài giá chống) và 40 cm theo chiều dài (tương ứng với chiều dài lò chợ thực tế là 16 m).

Kết quả thí nghiệm cho thấy, khi độ ẩm của than lên tới  $7 \div 8\%$ , gương lò chợ tự sập đổ ngay sau khi di chuyển van điều tiết gương. Chiều dài lò gương lò chợ trung bình một lần là  $5 \div 10$  m với chiều sâu xấp xỉ bằng chiều cao khẩu ( $2,2 \div 2,5$  m). Đối với trần than, khi độ ẩm của than tăng từ  $1 \div 2\%$  lên  $14 \div 16\%$ , tổng diện tích sập đổ S (tính theo phần trăm bề mặt lộ trần) trần than liên tục giảm, đạt mức tối thiểu ở độ ẩm  $14 \div 16\%$ . Khi độ ẩm của than tăng lên  $20 \div 25\%$ , than trở nên bão hòa nước, bằng chứng là xuất hiện nước chảy từ gương và nóc lò vào không gian lò chợ. Đồng thời, độ ổn định của trần than giảm đáng kể, tổng diện tích sập của khối than này đạt từ  $30 \div 67\%$  trở lên [14]. Trong một số trường hợp, trần than sập đổ hoàn toàn (hình 8).

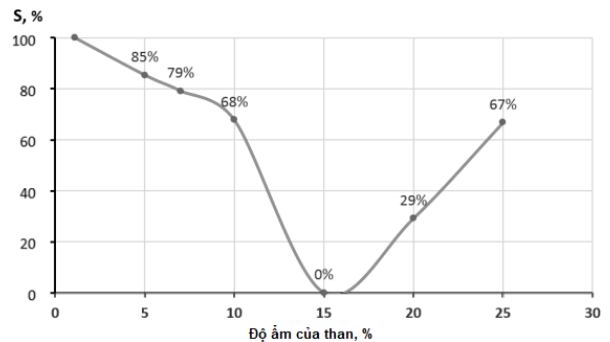
Như vậy, kết quả nghiên cứu về ảnh hưởng độ ẩm của than đến độ ổn định của khối than phía trước lò chợ trên mô hình phù hợp với kết quả nghiên cứu về lực dính kết của than đạt giá trị cao nhất khu than có độ ẩm 15%. Có thể khẳng định, độ ẩm tối ưu của than vĩa 14-5 mỏ Khe Chàm là 15%. Việc xác định độ ẩm tối ưu của than có ý nghĩa rất quan trọng trong quá trình khai thác các vỉa than có đặc điểm cường độ thấp. Khi độ ẩm bước vào giai đoạn bão hòa và hệ tầng bị nén bởi áp lực mỏ, nước chảy ra khỏi bề mặt gương than và có thể dẫn đến các sự cố làm nhão lớp đá nền lò, ảnh hưởng đến công tác di chuyển giá chống và vận tải than trong lò chợ.

### 3.4. Nghiên cứu ảnh hưởng độ ẩm của than theo thời gian

Trong quá trình khai thác, công tác làm ẩm khối than phía trước gương lò chợ luôn được thực hiện tiến trước với một tiến độ nhất định. Vì vậy, ảnh hưởng của thời gian đến sự thay đổi lực bám dính, những như độ bền nén của than sau khi được làm ẩm là yếu tố quan trọng phải được tính đến khi sử dụng kết quả nghiên cứu trong điều kiện sản xuất mỏ thực tế. Trong quá trình thực hiện, số liệu với



a) than sập lở các khoảng cách khác nhau từ giá chống đến gương lò chợ



b) tổng diện tích sập lở trần than theo độ ẩm Hình 8. Ảnh hưởng độ ẩm của than đến diện tích sập lở trần than (S) [14]

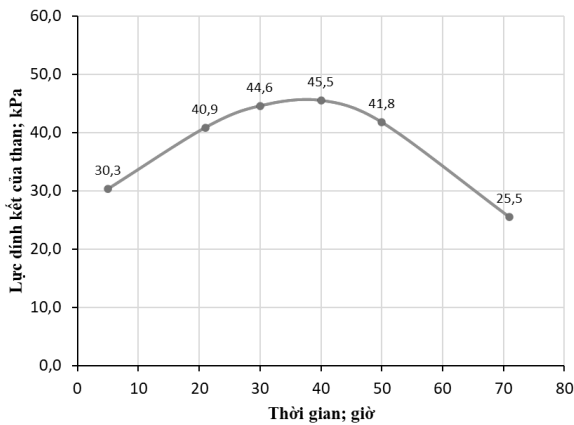
1, 2, 3, 4, 5, 6 – tương ứng với các giai đoạn dịch chuyển giá chống lần lượt bằng 0,8 m, 1,6 m, 2,4 m, 3,2 m, 4,0 m, 4,8 m

thời gian làm ẩm than từ 5 đến 70 giờ đã được sử dụng. Độ ẩm của than trong mọi trường hợp là 15%.

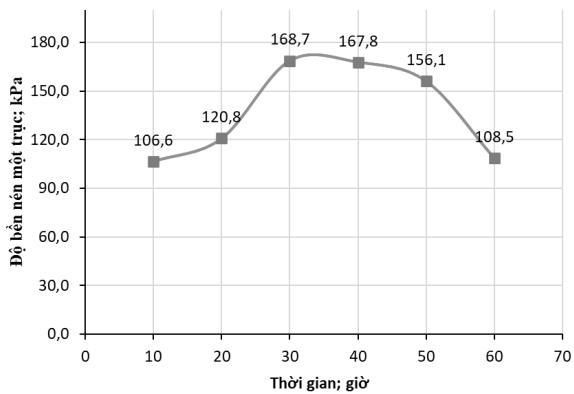
Các thí nghiệm xác định cường độ nén một trục của các mẫu than được thực hiện bằng máy thí nghiệm đa năng MTS Insight tại Đại học Mỏ St. Petersburg. Mẫu than hình trụ dài 100 mm, đường kính 46 mm. Tổng cộng có 12 mẫu được thực hiện nghiên cứu.

Kết quả nghiên cứu giá trị lực dính kết (từ  $40 \div 45$  kPa) và độ bền nén đơn trục (từ  $156 \div 168,7$  kPa) của than cao nhất được quan sát thấy sau 30 đến 45 giờ làm ẩm, sau đó giảm xuống dần xuống theo thời gian [14]. Điều này được giải thích là do sau 50 giờ, nước bốc hơi đáng kể dẫn đến độ ẩm của than giảm (hình 9 và 10).

Kết quả nghiên cứu cường độ nén đơn trục theo



Hình 9. Ảnh hưởng của thời gian đến lực dính kết của mẫu than có độ ẩm 15% [14]



Hình 10. Ảnh hưởng của thời gian đến độ bền nén đơn trục của mẫu than có độ ẩm 15%

thời gian phù hợp với kết quả nghiên cứu cường độ lực dính kết.

#### 4. Kết luận

Quá trình nghiên cứu thực nghiệm độ ổn định của than có cường độ thấp sau khi làm ẩm và các tính chất của nó có thể rút ra một số kết luận sau:

- Vía than số 14-5 ở mỏ than Khe Chàm là vía than có đặc tính cường độ thấp “than mềm” điển hình, giá trị cường độ nén một trục ( $11 \div 48$  kG/cm<sup>2</sup>), và lực dính kết ( $6,8 \div 20$  kG/cm<sup>2</sup>) và độ ẩm tự nhiên thấp hơn khoảng  $3 \div 4$  lần so với than bán antraxit thông thường.

- Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng độ ổn định của khối than sau khi làm ẩm trên mô hình ở các giai đoạn khác nhau trong quá trình lò chợ khai thác phù hợp với các kết quả nghiên cứu thí nghiệm về lực dính kết và cường độ nén một trục. Theo đó, lực dính kết và độ ổn định của khối than tăng dần từ độ ẩm 1,1% (độ ẩm tự nhiên) đến độ ẩm 15% (độ ẩm tối ưu), sau đó giảm xuống khi độ ẩm  $20 \div$

25% (độ ẩm bão hòa). Như vậy, có thể tăng độ ổn định của than mềm bằng cách tăng độ ẩm trong nó đến độ ẩm tối ưu.

- Cường độ lực dính kết và cường độ nén của mẫu than có độ ẩm 15% tăng dần theo thời gian và đạt giá trị tốt nhất trong khoảng thời gian  $30 \div 45$  giờ và sau đó giảm dần. Nguyên nhân làm giảm cường độ nén và độ bám dính sau 50 giờ là do nước bay hơi làm thay đổi độ ẩm của than. Tuy nhiên, độ ẩm tương đối trong môi trường mỏ hầm lò thường rất cao, kèm theo đó còn có sự ngưng tụ hơi nước hay còn gọi là điểm sương, nên sự bốc hơi nước trong vỉa than là khó xảy ra. Vì vậy, việc làm ẩm kịp thời khối than phía trước mặt luôn được thực hiện trước khi khấu gương từ  $30 \div 50$  giờ là phù hợp.

- Khi sử dụng nước có cho phụ gia NaCl, giá trị cường độ dính kết của than tăng  $1,3 \div 1,9$  lần so với kết quả thu được khi sử dụng nước thông thường. Đây sẽ là chủ đề nghiên cứu tiếp theo trong lĩnh vực này.

Kết quả nghiên cứu trên là cơ sở để luận giải các thông số bơm ép nước vào vỉa than, nhằm nâng cao độ ổn định của khối than, giúp giảm cường độ sụp đổ tự phát của than vào không gian lò chợ khi khai thác vỉa than có đặc tính cường độ thấp.

#### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Bai Q., et al. (2016). *Numerical modeling of coal wall spall in a longwall face*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 88, 242-253.
- [2]. Pappas D., Mark C. (2011). *Roof and rib fall incident trends: a 10-year profile*. In: WORTMAN-WUNDER, E. (ed.) SME Transactions Volume 330. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.
- [3]. Đinh Văn Cường và nnk (2020). *Đánh giá thực trạng tai nạn lao động tại các mỏ than hầm lò và đề xuất một số giải pháp nhằm hạn chế nguy cơ gây mất an toàn*. Thông tin KHCN mỏ, Viện KHCN Mỏ - Vinacomin, số 3, trang. 10-15.
- [4]. Le, T. D. (2020, October). *Analytical Study on the Stability of Longwall Top Coal Caving Face*. In Proceedings of the International Conference on Innovations for Sustainable and Responsible Mining: ISRM 2020-Volume 1 (pp. 308-319). Cham: Springer International Publishing
- [5]. Le Tien, D., & Dao, H. Q. (2021). *Field investigation of face spall in moderate strength coal seam at Vang Danh coal mine, Vietnam*. VNU

Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, 37(2).

[6] Yang, S., Song, G., & Kong, D. (2019). *An evaluation of longwall face stability in thick coal seams through a basic understanding of shield-strata interaction*. Journal of Geophysics and Engineering, 16(1), 125-135.

[7]. Y. Pang, G. Wang, and H. Ren (2019). *Multiple influence factor sensitivity analysis on coal wall spalling of workplace with large mining height*. Journal of Mining and Safety Engineering, vol. 36, no. 4, pp. 736–745.

[8]. Y. Wu, D. Lang, and P. Xie (2016). *Mechanism of disaster due to rib spalling at fully-mechanized top coal caving face in soft steeply dipping seam*. Journal of China Coal Society, vol. 41, no. 8, pp. 1878–1884.

[9]. Y. Ning (2009). *Mechanism and control technique of the rib spalling in fully mechanized mining face with great mining height*. Coal Science and Technology, vol. 34, no. 1, pp. 50–52, 2009

[10]. J. Guo, Y., et al. (2018). *Effect and application of water injecting technology in coal seam of Zhenxing No. 2 coal mine*. Coal Mining

Technology, vol. 23, no. 6, pp. 122–124+107, 2018.

[11]. J. Wang (2007). *Mechanism of the rib spalling and the controlling in the very soft coal seam*. Journal of China Coal Society, vol. 32, no. 8, pp. 785–788, 2007.

[12]. L. Wang, et al. (2016). *Research on soft coal mechanics characteristic test for moisture content effect*. Journal of Mining and Safety Engineering, vol. 33, no. 6, pp. 1145–1151, 2016.

[13]. W. Wang, et al. (2010). *Experimental study on the angle of repose of pulverized coal*. Particulate, vol. 8, no. 5, pp. 482–485.

[14]. Зубов, В.П., Тхан Ван Зуи, Федоров А.С (2023). *Технология подземной разработки мощных пластов угля с низкими прочностными характеристиками*. Уголь. – 2023. – № 5. – С. 41–49.

[15]. Бабаскин, Ю.Г., Леоновича И.И (2002). *Укрепление грунтов инъектированием при ремонте автомобильных дорог*. Минск: Технопринт. –2002. – 176 с;

## Experimental study on the stability of low-strength coal after humidification and its properties

**Dr. Than Van Duy, MSc. Pham Van Quan - Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology**  
**Dr. Le Quang Phuc - Hanoi University of Mining and Geology**

### Abstract:

*The physical and mechanical properties of coal are one of the important factors that cause coal landslides during the excavation and mining process, which have a serious impact on the production safety. Coal seam No. 14-5 of Khe Cham coal mine is a coal seam with low intensity characteristics, typically “soft coal”. The results of experimental research on the stability of low-strength coal after moistening and its properties show that the cohesive force and stability of coal mass gradually increase from a moisture content of 1.1% (humidity natural) to 15% humidity (optimal humidity), then reduced to 20 ÷ 25% humidity (saturated humidity). When water used with NaCl additive, the bond strength value of coal increases 1.3 ÷ 1.9 times compared to the results obtained when normal water used. Thus, it is possible to increase the stability of soft coal by increasing the moisture content in it to the optimal moisture content. In this way, it is possible to reduce the width of the plastic failure zone on the surface of the mining face and limit the incident of face erosion and roof collapse, and increase mining efficiency and labor safety.*

## **NGHIÊN CỨU ĐIỀU CHẾ HỆ DUNG DỊCH KHOAN BENTONIT - GYPSUM ĐỂ NÂNG CAO HIỆU QUẢ KHOAN THĂM DÒ Ở BỂ THAN QUẢNG NINH**

**ThS. Nguyễn Tử Vinh**

*Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Viacomín*

**Biên tập: TS. Nhữ Việt Tuấn**

### **Tóm tắt:**

*Trong công tác khoan thăm dò khoáng sản rắn, công nghệ khoan ống mẫu luôn luôn thể hiện được nhiều ưu điểm như gia tăng năng suất khoan, nâng cao tỷ lệ và chất lượng mẫu lõi. Tuy nhiên, bên cạnh những ưu điểm đó thì luôn tồn tại những khó khăn khi áp dụng công nghệ dẫn tới cần khoan hay bị kẹt mủt vào thành hệ. Một trong những nguyên nhân chính gây ra hiện tượng này là bởi hệ dung dịch được lựa chọn để khoan qua các địa tầng sét và sét than vẫn chưa hợp lý khiến thành lỗ khoan có thể bị trương nở hay chảy sệ. Trong phạm vi bài báo, tác giả trình bày một số kết quả nghiên cứu về đặc điểm và khó khăn khi khoan thăm dò ở khu vực Cẩm Phả có sử dụng bộ ống mẫu luôn; đồng thời cũng đề xuất công thức và đơn pha chế hệ dung dịch Bentonit - Gypsum có khả năng ức chế tốt sự trương nở của sét, nâng cao khả năng vận chuyển các hạt mùn khoan lên mặt đất, giảm thiểu đáng kể các sự cố kẹt cần không mong muốn mang lại.*

### **1. Đặt vấn đề**

Hiện tại công tác khoan thăm dò xuống sâu ở Việt Nam nói chung và ở vùng than Quảng Ninh nói riêng đang phải đối mặt với nhiều thách thức bởi nhiều yếu tố từ khách quan đến chủ quan mang lại như: điều kiện địa tầng địa chất phức tạp (sét trương nở, phong hóa bờ rời...), thiết bị không đồng bộ, lạc hậu... Phương pháp khoan ống mẫu luôn được áp dụng trong lĩnh vực thăm dò khoáng sản rắn ở Việt Nam từ cuối thập niên 90, bước đầu đã thể hiện được tính ưu việt và cho kết quả vượt trội so với phương pháp khoan kéo thả truyền thống (năng suất khoan > 600m/tháng-máy, tỷ lệ mẫu > 97%). Tuy nhiên, phương pháp này được áp dụng vẫn còn nhiều hạn chế do trình độ kỹ thuật chưa đáp ứng, công nghệ khoan chưa phù hợp dẫn đến các công trình khoan liên tiếp gặp nhiều sự cố, có công trình phải hủy bỏ khi chưa kết thúc chiều sâu.

Cấu trúc bộ dụng cụ khoan ống mẫu luôn hoàn toàn khác biệt so với bộ dụng cụ khoan kéo thả truyền thống. Cần khoan là loại cần phẳng, ta có thể coi đó chính là ống ngoài (trong cấu trúc ống mẫu nòng đôi), do đó khoảng không vành xuyên giữa cột cần khoan và thành lỗ khoan là hạn chế khiến việc tuần hoàn nước rửa gặp nhiều khó khăn và sự cố kẹt cần cũng gia tăng trong quá trình khoan nếu không có biện pháp kỹ thuật, công nghệ phù hợp [4]. Vì vậy, việc nghiên cứu hoàn

thiện, đề xuất công thức và đơn pha chế dung dịch Bentonit - Gypsum có khả năng ức chế tốt sự trương nở của sét, nâng cao khả năng vận chuyển các hạt mùn lên mặt đất, giảm thiểu đáng kể các sự cố kẹt cần là rất cần thiết.

### **2. Nghiên cứu hoàn thiện, điều chế hệ dung dịch Bentonit - Gypsum phù hợp với điều kiện địa chất vùng Cẩm Phả**

#### **2.1. Hiện trạng sử dụng dung dịch trong công nghệ khoan ống mẫu luôn**

Hiện nay, công tác khoan thăm dò than ở khu vực Cẩm Phả đang sử dụng loại dung dịch khoan phổ biến được điều chế từ sét tươi hoặc sét bột bentonit. Những loại dung dịch khoan này thường được điều chế dựa theo kinh nghiệm của người thợ khoan nên chất lượng dung dịch chưa đáp ứng được như mong muốn. Qua đánh giá chất lượng hệ dung dịch sét đang sử dụng trong khoan ống mẫu luôn tại vùng than Quảng Ninh nhận thấy: các thông số hệ dung dịch sét hầu hết chưa phù hợp, tính chất lưu biến không đáp ứng được yêu cầu của công nghệ khoan ống mẫu luôn (không gian vành xuyên hẹp). Mặt khác, do độ thải nước lớn gây trương nở mạnh làm mất ổn định thành lỗ khoan, độ dày vỏ sét lớn gây "bí, tắc" trong quá trình tuần hoàn và thường làm bó mủt, gây kẹt cố nghiêm trọng.

#### **2.2. Những khó khăn, tồn tại**

Trong quá trình khoan các lỗ khoan thăm dò, một trong các yếu tố cơ bản làm giảm hiệu quả khoan là sự phức tạp do nguyên nhân địa chất gây



ra như: trương nở, sập lở và thu hẹp đường kính thành lỗ khoan; mất nước hoặc nước ngầm xâm nhập vào lỗ khoan. Các kết quả nghiên cứu đều khẳng định các sự phức tạp trên một phần do đặc điểm cấu tạo, kiến tạo địa chất khu mỏ, do phương pháp và công nghệ khoan kết hợp với quá trình tác dụng hoá lý của dung dịch sử dụng khoan với đất đá thành lỗ khoan. Khi khoan các lỗ khoan sâu thăm dò vùng Quảng Ninh bằng phương pháp kim cương tốc độ vòng quay lớn, bằng phương pháp khoan ống mẫu luôn thường gặp các hiện tượng sập thành, trương nở và thu hẹp thành lỗ khoan hoặc tạo thành các hang hốc xung quanh thành lỗ khoan ở các tầng sét kết, sét than, các vỉa than, các tầng bột kết liên kết yếu, các cát kết, sạn kết mà thành phần xi măng gắn kết chủ yếu là sét xêrít, sét silic và cacbonát cùng các vật chất hữu cơ dễ bị bở ròi khi gặp nước.

Các trầm tích sét kết, sét than và vỉa than Quảng Ninh có độ ẩm khá cao, dao động từ 0,5% đến 3,56% dễ bị phá hủy và hóa dẻo khi tiếp xúc với pha nước của dung dịch khoan, từ đó dẫn tới biến dạng chảy hoặc phân tán các phần tử sét. Vì vậy gây ra các hiện tượng sập, trương nở thành lỗ khoan, tạo thành các đoạn đường kính lỗ khoan bị co hẹp và gây hiện tượng mất dòng tuần hoàn dung dịch, tạo thành “Piđông” trong lỗ khoan.

Chỉ số trương nở của trầm tích sét kết, sét than thay đổi trong giới hạn rộng và phụ thuộc vào nhiều yếu tố: Thành phần khoáng vật; mức độ phân tán; thành phần trao đổi hoá học và các yếu tố môi trường xúc tác như thành phần hoá học của hệ dung dịch dùng khoan, môi trường nhiệt độ và áp suất thuỷ tĩnh, v.v.

Theo quan điểm của một số các chuyên gia; chỉ số độ bền vững của trầm tích sét kết, sét than bao quanh thành lỗ khoan phụ thuộc vào các giá trị trị số trương nở của trầm tích sét.

Sự trương nở thành lỗ khoan là khả năng tăng thể tích khi tăng độ ẩm của đất đá. Chỉ số trương nở của trầm tích sét nói riêng, của đất đá nói chung được xác định bằng 3 chỉ tiêu:

+ Mức độ trương nở hay sự biến dạng trương nở được xác định theo hiện trạng thể tích  $R_v$ ; trọng lượng  $R_G$  và chiều dài mẫu trương nở.

+ Độ ẩm trương nở xác định theo trọng lượng mẫu sau khi hoàn toàn trương nở và trọng lượng mẫu khô tuyệt đối.

+ Áp suất trương nở là áp suất xảy ra khi mẫu không còn khả năng biến dạng thể tích trong quá

trình trương nở.

Thực tế cho thấy các sự phức tạp như trương nở, sập thành lỗ khoan dẫn tới kẹt bó, kẹt nút bộ dụng cụ khoan khi khoan ống mẫu luôn ở các lỗ khoan thăm dò sâu từ 700 m đến 1200 m ở vùng than Quảng Ninh thường xảy ra ở trầm tích sét kết, sét than hoặc tầng than asginít. Các hiện tượng này đều liên quan tới sự thay đổi trạng thái ban đầu của tầng chứa sét do tác dụng của môi trường nước rửa, do tác động của dòng chảy trong hệ tuần hoàn dung dịch, do ảnh hưởng của chế độ công nghệ khoan và xung lực khi kéo thả bộ dụng cụ khoan. Đồng thời các hiện tượng này cũng liên quan tới tính chất cơ lý, hóa lý của trầm tích chứa sét và các tính chất, thông số công nghệ của dung dịch sử dụng khoan. Cho tới thời gian hiện nay, chưa có tài liệu nào được công bố về việc nghiên cứu đầy đủ các tính chất của trầm tích sét kết và sét than; cũng như phân loại các loại hoá phẩm điều chế dung dịch và các biện pháp công nghệ để giữ ổn định thành lỗ khoan.

Trong thực tế khi khoan các trầm tích chứa sét kết, sét than thành lỗ khoan đều có xu hướng sập nở, trương nở thành và thu hẹp đường kính lỗ khoan. Hiện tượng này có thể xảy ra ngay hoặc không xảy ra ngay mà qua một khoảng thời gian nào đó. Quá trình này có tính chu kỳ; thời gian đầu khi khoan vào tầng sét kết, sét than thì chưa xảy ra ngay mà sau khoảng từ 3 đến 4 ca khoan thì xảy ra hiện tượng trương nở hoặc sập thành lỗ khoan. Sau khi thay đổi chất lượng dung dịch thì không thấy xảy ra. Hiện tượng trương nở, sập thành lỗ khoan hoặc thu hẹp đường kính thành lỗ khoan có thể phát hiện khi kéo thả bộ dụng cụ khoan và sự tăng áp suất máy bơm trong quá trình bơm rửa mùn khoan. Điều này được giải thích như sau: Sự ổn định thành lỗ khoan trong tầng sét kết, sét than phụ thuộc vào tính chất hoá lý của dung dịch và chế độ dòng chảy. Nhiều lỗ khoan sau khi thay đổi chất lượng dung dịch đã giữ được thành ổn định trong quá trình khoan; song không ít lỗ khoan không thể sử lý bằng dung dịch mà phải chuyển sang trám xi măng tạo thành nhân tạo.

Trong quá trình thi công lỗ khoan hiện tượng thành lỗ khoan mất độ ổn định còn do tác dụng của áp suất mỏ. Dưới tác dụng của áp suất mỏ chiều trục, các tầng sét bị biến dạng, từ đó xuất hiện hiện tượng chảy rêu, thành lỗ khoan bị sệ, hậu quả đường kính lỗ khoan bị thu hẹp.

Các kết quả nghiên cứu của các chuyên gia

nước ngoài cho thấy sử dụng dung dịch có tỷ trọng  $> 1,8 \text{ g/cm}^3$  thường dẫn tới hai mâu thuẫn:

- + Hình thành được áp suất thủy tĩnh tác dụng lên tầng trương nở, sập lở giữ thành lỗ khoan ổn định;

- + Tạo lên sự chênh lệch áp trong hệ lỗ khoan - Vĩa, đây là một trong các nguyên nhân kích thích hoạt động thẩm thấu của quá trình hoá lý dẫn tới sự thay đổi độ bền cơ lý của tầng sét và sự mất ổn định của thành lỗ khoan.

Theo điều kiện của tầng sét và trạng thái vật lý (mức độ ẩm) các chuyên gia chia tầng sét thành 03 dạng: dạng ẩm ít; dạng ẩm trung bình; dạng ẩm mạnh. Chỉ số tương đối của độ ẩm theo tác giả: loại độ ẩm thấp: 0 - 0,2; loại độ ẩm trung bình: 0,2 - 0,5; loại độ ẩm cao: 0,5 - 1,0. Đối chiếu với các chỉ số phân loại độ ẩm, ta thấy độ ẩm của trầm tích sét kết, bột kết ở vùng mỏ Quảng Ninh thuộc loại độ ẩm cao.

Để nghiên cứu đặc điểm đất đá ở các khoảng hay trương sệ, sập thành lỗ khoan; các tác giả đã tiến hành lấy mẫu ở các khoảng khoan khác nhau trong lỗ khoan và nghiên cứu dưới kính hiển vi phóng đại (hình 1 và hình 2).

Kết quả cho thấy: Các tinh thể của mẫu không liên kết thành mạng bền vững mà liên kết với nhau thành từng nhóm dẫn tới sự hình thành các hốc làm giảm độ bền của khối đá, giảm lực liên kết. Vì

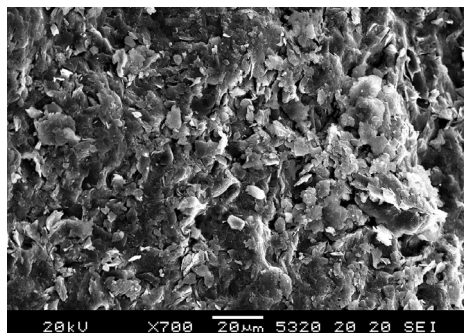
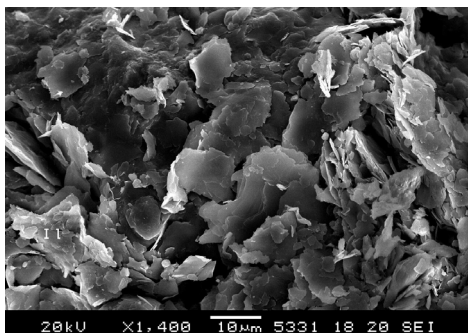
vậy, khi có tác động của ngoại lực và môi trường hoá lý, các tinh thể dễ bị phá huỷ.

Mỗi nhịp trầm tích đầy đủ bao gồm cuội kết, cát kết, bột kết, sét kết và sét than, than, tầng cuội kết, cát kết, bột kết thường cứng, ổn định (độ cứng theo độ khoan từ cấp VI-XII), tầng sét kết và sét than thường mềm yếu (độ cứng theo độ khoan từ cấp III -V).

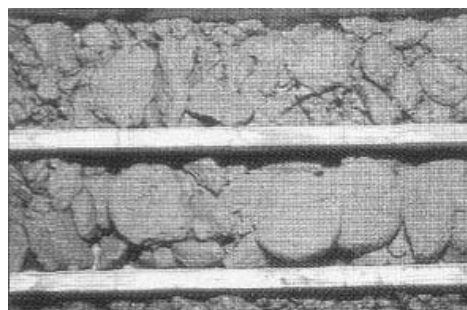
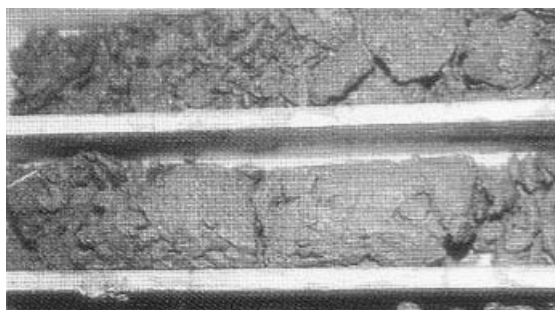
Sét kết và sét than màu xám đến xám đen, chiếm tỷ lệ thấp trong cột địa tầng. Thành phần sét và xêrít chiếm từ 60% , 70%, còn lại là silic, than và vật chất than. Ngoài ra, còn có muscovit, thạch cao và xác thực vật; giới hạn bền nén của sét kết và sét than dao động từ  $75,410 \text{ kG/cm}^2$ , độ cứng theo Protodiakonov:  $f = 1, 4$ , đá phân lớp mỏng, dễ bị phá huỷ, vò nhàu khi có tác động ngoại lực; khi bão hoà nước trở nên dẻo, giới hạn bền kéo không lớn hơn  $55 \text{ kG/cm}^2$ . Sét kết và sét than thường nằm sát vĩa than và tạo thành vách, trụ hoặc nằm kẹp giữa vĩa than, đôi khi còn gặp ở các mặt phân lớp giữa các lớp đá. Sét kết và sét than thường phân bố không đều, có nơi chiều dày khoảng 1,5m; ở khu vực Đông Triều sét than còn phân bố dạng thấu kính dày tới 7m; tuy nhiên, ở khu vực Cẩm Phả, chiều dày lớp sét than chỉ khoảng vài chục centimet [1].

## 2.3. Nguyên nhân

Sự phức tạp thường xảy ra khi khoan sâu bằng



Hình 1. Các mẫu sét trầm tích than dưới kính hiển vi phóng to



Hình 2. Đặc điểm trầm tích sét kết và sét than vùng mỏ Quảng Ninh

Bảng 1 Các dạng phức tạp đặc trưng khi khoan ống mẫu luồn ở vùng Quảng Ninh

TT	Các dạng phức tạp	Dạng đất đá và điều kiện xuất hiện phức tạp	Hậu quả có thể xảy ra
1	Kế nứt nguyên sinh và kế nứt mới tạo thành do hậu quả tác động của quá trình khoan	Khoan vào tầng đá cuội- sạn kết, cát kết, bột kết nứt nẻ; vùng phá huỷ kiến tạo.	Mất nước rửa; mất tuần hoàn nước rửa và thành lỗ khoan mất ổn định dẫn tới sập lở.
2	Tạo hang hốc và rãnh xói	Khoan vào tầng bột kết kẹp các tập sét kết, sét kết, asgilit, sét than lực dính liên kết yếu, dễ bở rời, dễ bị xói do dòng chảy của nước rửa và do tác dụng hoá lý khi tiếp xúc với nước rửa lỗ khoan. Do tác động lâu dài của cột cần khoan khi làm việc và kéo thả bộ dụng cụ khoan lên thành lỗ khoan.	Giảm tốc độ dòng chảy lên của hệ tuần hoàn; tạo vùng lắng mùn khoan; tạo hang hốc và mất hình dáng thân lỗ khoan. Kẹt nút bộ dụng cụ khoan hoặc khi kéo thả hay bị vướng mắc.
3	Trương nở, chảy sệ và thu hẹp đường kính thành lỗ khoan	Khoan vào tầng sét kết, sét asgilit, sét than dễ biến dạng dẻo, chảy sệ; thấm thấu mạnh làm tăng độ dày vỏ bùn do tác động hoá lý với các thông số nước rửa mùn khoan (Độ thải nước). Chất lượng dung dịch không phù hợp.	Gây sập lở thành lỗ khoan; thu hẹp đường kính thành lỗ khoan, dẫn tới tăng áp suất bơm rửa; giảm tốc độ và lưu lượng dòng tuần hoàn. Kẹt khoan cụ,
4	Sập lở thành lỗ khoan	Khoan vào tầng sét kết, asgilit phân lớp thấm nước mạnh, dễ phá huỷ do tác dụng hoá lý với dung dịch; do tác dụng của dòng chảy dung dịch và tác dụng của cột cần khoan khi làm việc. Khoan vào tầng có khả năng xuất hiện nước ngầm và vỉa có áp suất cao.	Thành lỗ khoan bị phá huỷ mạnh; gây hiện tượng mất tuần hoàn nước rửa. Kẹt bộ dụng cụ khoan cụ.

bộ ống mẫu luồn ở vùng than Quảng Ninh do các nguyên nhân cơ bản sau:

- + Ảnh hưởng của sự thay đổi ứng suất áp lực vỉa;
- + Thay đổi hình dáng và thể tích trầm tích sét do trương nở khi tiếp xúc với nước trong dung dịch và các tác động hoá lý của trầm tích sét với dung dịch.
- + Tăng độ ngậm nước của đất đá ở thành lỗ khoan do pha nước thấm thấu của dung dịch rửa.
- + Do tác động đồng thời của các nguyên nhân trên.

Bảng 1 liệt kê một số dạng phức tạp đặc trưng khi khoan ống mẫu luồn ở vùng than Quảng Ninh cùng với các điều kiện, dấu hiệu và hậu quả của chúng.

Từ các kết quả ở bảng 1, có thể rút ra kết luận: Hầu hết các phức tạp xảy ra trong quá trình khoan đều liên quan tới yếu tố khách quan không phụ thuộc vào sự điều khiển của con người như điều kiện tự nhiên của địa chất, tính chất cơ lý đá; và

các yếu tố chủ quan do con người điều khiển như sử dụng các hoá phẩm điều chế chất lượng nước rửa và công nghệ khoan.

*Trương nở, chảy sệ và thu hẹp đường kính thành lỗ khoan* là hiện tượng thường xuyên xảy ra trong quá trình khoan. Hiện tượng này thường làm tăng áp suất máy bơm do đường kính tiết diện dòng chảy trong không gian vành xuyên giữa thành lỗ khoan và cột cần khoan bị thu hẹp; tăng momen xoắn khi cột cần quay; bộ dụng cụ khoan bị kẹt nút; khi kéo bộ dụng cụ khoan có hiện tượng tăng tải, khi thả bị vướng. Hiện tượng này thường gọi là “hiện tượng piston”.

Sự trương nở, chảy sệ cũng như sập thành lỗ khoan liên quan tới nhiều yếu tố như độ bền vững, tính chất cơ lý, hoá lý thành phần khoáng vật của trầm tích sét, áp suất vỉa và chất lượng nước rửa dùng trong khoan.

*Hiện tượng sập lở thành lỗ khoan* thường kèm theo các phần tử đất đá dạng mùn, dạng cục kích thước nhỏ rơi ra từ thành lỗ khoan xâm nhập vào



lỗ khoan. Trong trường hợp này nếu sử dụng dung dịch có các thông số như độ thải nước, tỷ trọng, độ nhớt phù hợp và chế độ tuần hoàn hợp lý thì có thể khắc phục. Nếu tuần hoàn dung dịch trong lỗ khoan không liên tục thì sẽ xảy ra hiện tượng tạo nút “mùn khoan” trong lỗ khoan. Hiện tượng sập lở sẽ làm tăng mùn khoan trong hệ thống tuần hoàn lỗ khoan, dẫn tới dung dịch bị tăng tỷ trọng, tăng hàm lượng cát, tăng độ nhớt và độ thải nước.

**Thu hẹp thành lỗ khoan.** Hiện tượng co thắt thành lỗ khoan trùng lập với hiện tượng thu hẹp đường kính dọc thành lỗ khoan trong vùng phức tạp do hậu quả đất đá bị tăng độ ẩm dẫn tới tăng thể tích hoặc biến dạng chảy dẻo. Dấu hiệu của hiện tượng co thắt thành lỗ khoan: tăng lực kháng thủy lực trong lỗ khoan; xuất hiện hiện tượng kẹt bó, kẹt nút bộ dụng cụ khi kéo hoặc thả.

Theo kết quả nghiên cứu của các chuyên gia trong lĩnh vực khoan thăm dò thì một trong các nguyên nhân chủ yếu gây ra hiện tượng sập và trương nở thành lỗ khoan là do sử dụng dung dịch rửa không đảm bảo chất lượng, không phù hợp với tính chất cơ lý, hoá lý địa tầng trầm tích sét trong lỗ khoan; đồng thời các tác giả cũng đề xuất sử dụng hệ dung dịch có chỉ số độ thải nước nhỏ nhất và có khả năng tạo thành lớp vỏ bùn mỏng chặt xít ngăn ngừa sự thẩm thấu nước từ hệ dung dịch bơm rửa lỗ khoan vào trầm tích sét không bền vững.

Đặc thù khi áp dụng phương pháp khoan ống mẫu luôn là yếu tố kỹ thuật - công nghệ được lựa chọn là rất phức tạp. Bộ ống mẫu luôn được cấu thành bởi nhiều chi tiết (hình 4), đòi hỏi người thợ khoan sử dụng phải có hiểu biết và trình độ

kỹ thuật nhất định. Công nghệ khoan ống mẫu luôn đòi hỏi tốc độ quay cột cần lớn (300 - 400 vòng/phút), lưu lượng bơm thay đổi liên tục theo địa tầng, chất lượng dung dịch đòi hỏi tiêu chuẩn cao [4].

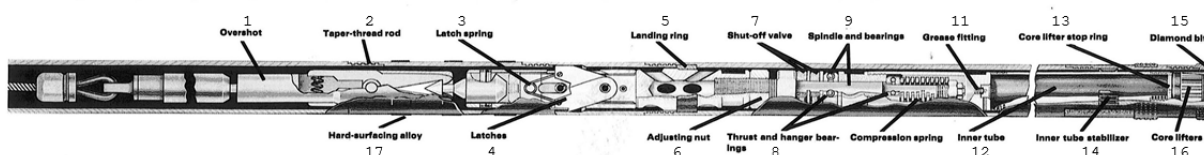
Đặc điểm của công nghệ khoan ống mẫu luôn là sử dụng cột cần phẳng, khe hở giữa thành lỗ khoan và cột cần khoan nhỏ, dao động từ  $1,0 \pm 3,0\text{mm}$  tùy theo kích thước của từng loại ống [1], [4], khoan với tốc độ vòng quay lớn từ 300 ÷ 400 vòng/ph. Các yếu tố này đã ảnh hưởng lớn tới khả năng tuần hoàn nước rửa trong lỗ khoan và dễ xảy ra hiện tượng kẹt nút cần khoan khi kéo thả. Yêu cầu đặt ra trong trường hợp này là cần có một hệ dung dịch khoan có khả năng vận chuyển tốt các hạt mùn khoan lên mặt đất đồng thời ức chế sự trương nở của sét, đặc biệt ở chiều sâu lớn.

Bên cạnh công nghệ khoan ống mẫu luôn phức tạp, việc đòi hỏi trình độ kỹ thuật và kinh nghiệm của người thợ khoan cũng rất quan trọng. Mỗi hiệp khoan, đòi hỏi người thợ khoan phải có những quyết định hết sức hợp lý và đúng quy trình như: xác định chính xác chiều sâu, dự đoán địa tầng, lựa chọn loại dung dịch khoan, điều chỉnh khe hở giữa ống trong và ống ngoài...

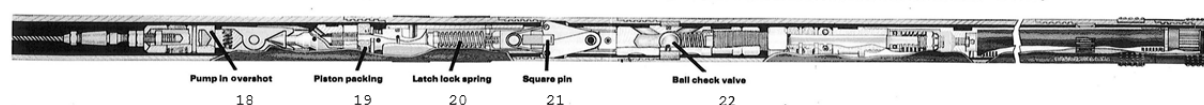
Nguyên nhân cơ bản của các hiện tượng phức tạp trong quá trình khoan thăm dò vùng than Quảng Ninh là sự phá huỷ độ bền vững của trầm tích sét ở thành lỗ khoan do sự xuất hiện các ứng suất lớn hơn độ bền vững của các tầng sét kết, sét than... và sự ảnh hưởng thẩm thấu của pha nước trong dung dịch tới tính chất cơ lý của các tầng sét.

Đặc tính của sự phức tạp trong quá trình thi

## AQ, BQ, NQ, HQ, PQ Wire Line Core Barrels. (Vertical and inclination holes)



## EQ-U, AQ-U, BQ-U, NQ-U, HQ-U Wire Line Core Barrels. (Horizontal and inclination holes)



Hình 3. Cấu trúc Bộ ống mẫu luôn và bộ chụp vớt - Boart Longyear

- 1- Thân bộ chụp vớt; 2- Ren chuyển tiếp (Cần-Ống mẫu); 3- Chốt lò so; 4- Lẫy hãm; 5-Vòng tiếp đất (vòng đỡ); 6- Ê cu điều chỉnh; 7- Van tín hiệu; 8- Vòng bi tì; 9-Trục chính; 10- Lò so nén; 11-Vú mỡ; 12 - Ống trong; 13- Vòng chặn hom chèn; 14- Định tâm ống trong; 15- Mũi khoan; 16- Hom chèn; 17- Ống định tâm; 18- Vòng găng bộ chụp vớt; 19- Piston; 20- Lò so hãm; 21- Chốt ngang; 22- Van báo tín hiệu.



Bảng 2. Yêu cầu cho hệ dung dịch khoan ống mẫu luồn khu vực Cẩm Phả Quảng Ninh

TT	Các thông số kỹ thuật	Đơn vị	Yêu cầu
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	1,1 ÷ 1,15
2	Độ nhớt phổ Marsh (Phổ Nga)	Giây	35-45 (21-26)
3	pH		9 ÷ 10,5
4	Nồng độ Ca <sup>2++</sup>	mg/l	600 ÷ 1200
5	Ứng lực cắt tĩnh	mG/cm <sup>2</sup>	40÷50
6	Độ thải nước	cm <sup>3</sup> /30'	≤ 10
7	Độ dày vỏ sét	mm	< 2
8	Hàm lượng cát	%	< 2%

công các lỗ khoan thăm dò than vùng Quảng Ninh là do sự biến dạng dẻo của trầm tích sét dẫn tới trương nở, chảy sệ và thu hẹp đường kính lỗ khoan.

#### 2.4. Nghiên cứu hoàn thiện điều chế hệ dung dịch khoan Bentonit - Gypsum nâng cao hiệu quả khoan thăm dò sâu ở khu vực Cẩm Phả, Quảng Ninh

Hiện nay, tại vùng than Quảng Ninh hầu hết dùng các hệ dung dịch đều không phù hợp, các tính chất dung dịch không đạt yêu cầu của công nghệ khoan ống mẫu luồn và địa tầng than vùng Quảng Ninh. Qua tổng kết, đánh giá các hệ dung dịch đã nghiên cứu áp dụng, từ tình hình thực tế khoan ống mẫu luồn tại khu vực Cẩm Phả, Quảng Ninh nhận thấy: để ổn định thành lỗ khoan cần nghiên cứu, điều chế một hệ dung dịch tương thích hơn. Mục tiêu của hệ dung dịch này về cơ bản phải đạt được một số chỉ tiêu như sau: có trọng lượng riêng đủ lớn để tạo áp suất thủy tĩnh trong lỗ khoan cân bằng áp suất vỉa, có độ thải nước tối thiểu nhằm ức chế sét trương nở, vỏ sét mỏng và bền chắc để gia cố thành lỗ khoan, không chế sự xâm nhập của nước vào thành lỗ khoan, độ nhớt dễ điều chỉnh để phù hợp với đặc tính công nghệ khoan ống mẫu luồn (khe hở hẹp)...

Từ mục tiêu cụ thể đặt ra cho hệ dung dịch, trên cơ sở lý thuyết và kinh nghiệm thực tế, kết hợp các chỉ tiêu khi thiết kế chế độ khoan ống mẫu luồn cho các lỗ khoan vùng than Quảng Ninh [1], [3], tác giả lựa chọn đề xuất điều chế hệ dung dịch ức chế sét Bentonit - Gypsum với các thông số kỹ thuật như bảng 2.

Căn cứ vào những yêu cầu trên, dung dịch khoan trước khi đưa vào sử dụng thực tế cần thiết phải được điều chế trong phòng thí nghiệm. Công việc này phải theo trình tự như sau: Lựa chọn các nguyên liệu (Sét bentonite, CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O,

Lignosunphonat, Polyanionic Xenlulô, NaOH, Lignite biến tính, Barit, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) đạt tiêu chuẩn [1], [3]; tiến hành điều chế hệ dung dịch cơ sở (dung dịch nền); phân tích, đo các thông số dung dịch của hệ dung dịch nền; khảo sát sự thay đổi của các thông số dung dịch theo nồng độ các phụ gia (hóa phẩm) để lựa chọn ra nồng độ thích hợp.

#### 3. Kết quả nghiên cứu hoàn thiện điều chế, áp dụng hệ dung dịch khoan Bentonit - Gypsum ở khu vực Cẩm Phả, Quảng Ninh

Sau khi đã lựa chọn được nồng độ hóa phẩm theo phương pháp lựa chọn độc lập, tiến hành điều chế, cân chỉnh hệ dung dịch một cách tổng hợp để cho ra đơn pha chế một hệ dung dịch với các tính chất đáp ứng tốt nhất theo yêu cầu. Công thức hệ dung dịch Bentonit- gypsum ở mức  $\rho=1,1\text{g/cm}^3$  được thể hiện trong bảng 3 và tính chất được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 3. Công thức hệ dung dịch Bentonit - gypsum khi  $\rho=1,1\text{g/cm}^3$ 

TT	Các chất điều chế	Khối lượng (g/l)
1	Bentonit	50
2	NaOH	0,2
3	Barit	120
4	Gyp	6
5	RFL	10
6	PAC	4,8
7	TANATHIN	9

Căn cứ vào kết quả đánh giá hệ dung dịch ở bảng 4, đối chiếu với các chỉ tiêu yêu cầu cho hệ dung dịch nghiên cứu ở Bảng 2, nhận thấy: các tính chất dung dịch đều đạt trong giới hạn yêu cầu của hệ dung dịch cho khoan ống mẫu luồn tại vùng than Quảng Ninh. Do đó có thể chọn đơn pha chế cho hệ dung dịch Bentonit - Gypsum như trên để áp

*Bảng 4. Kết quả đánh giá hệ dung dịch Bentonit- gypsum*

TT	Các tính chất	Đơn vị	Kết quả
1	Khối lượng riêng	g/cm <sup>3</sup>	1,1
2	Độ nhớt phểu ( Nga)	Giây	21,05
3	Số đọc V600/V300		26/18
4	Độ nhớt dẻo PV	cP	8
5	YP	lb/100ft <sup>2</sup>	10
6	Gel 10 giây	lb/100ft <sup>2</sup>	1
7	Gel 10 phút	lb/100ft <sup>2</sup>	10
8	pH	9	9
9	P <sub>m</sub>	số ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,02N	0,4
10	P <sub>f</sub>	số ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,02N	-
11	Nồng độ Ca <sup>2+</sup>	mg/l	600
12	FL (B)	cm <sup>3</sup> /30'	5,8
13	K	Mm	1,5
14	Hàm lượng cát	%	0,25

dụng sản xuất thử nghiệm.

Trong quá trình thi công lỗ khoan TN179 tại mỏ than Thống Nhất ở Cẩm Phả năm 2023, lỗ khoan thường xuyên gặp hiện tượng trương nở và thu hẹp đường kính ở độ sâu 492m đến 498m. Địa tầng đoạn này là sét kết, sét than (hình 4) nên dẫn tới hiện tượng trương nở và thu hẹp đường kính khi sử dụng hệ dung dịch truyền thống.



*Hình 4. Mẫu lỗ khoan TN179. Cẩm Phả 2023 (491.5m - 497.5m)*

Do đó, nhóm nghiên cứu đã sử dụng công thức pha chế dung dịch Bentonit - Gypsum theo bảng 3 tại lỗ khoan TN179 đã đem lại kết quả như mong muốn. Hệ dung dịch sử dụng đã khống chế được hiện tượng trương nở và thu hẹp đường kính trong lỗ khoan. Lỗ khoan TN179 đã thi công thuận lợi sau khi sử dụng hệ dung dịch Bentonit - Gypsum đảm bảo tiến độ thi công của đề án.

Khi khoan qua các địa tầng khác nhau, một trong những yêu cầu quan trọng của hệ dung dịch nghiên cứu đó là có khối lượng riêng đủ lớn để cân bằng áp suất vỉa. Vì vậy, từ hệ dung dịch theo công thức trên, thay đổi khối lượng riêng của dung dịch bằng cách thay đổi nồng độ Barit để phù hợp với từng điều kiện địa tầng.

## 4. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu, ta có thể rút ra một số kết luận sau:

- Hiện tượng sập, trương nở thành lỗ khoan, thu hẹp đường kính tạo thành nút “pistong” gây ra hiện tượng kẹt bó, kẹt nút bộ dụng cụ khoan và cản trở dòng tuần hoàn dung dịch ở các tầng chứa sét trong lỗ khoan là do giảm độ bền, giảm lực liên kết của khối đá do tác động của ngoại lực trong quá trình khoan, kéo thả bộ dụng cụ khoan; đồng thời cũng do sự tác động tương hỗ của quá trình hoá lý và sự thêm thau của các trầm tích sét với môi trường nước rửa. Các tác động đó đã làm mất độ ổn định của thành lỗ khoan.

- Nguyên nhân cơ bản của các hiện tượng phức tạp trong quá trình khoan thăm dò vùng than Quảng Ninh là sự phá huỷ độ bền vững của trầm tích sét ở thành lỗ khoan do sự xuất hiện các ứng suất lớn hơn độ bền vững của các tầng sét kết, sét than..và sự ảnh hưởng thẩm thấu của pha nước trong dung dịch tới tính chất cơ lý của các tầng sét.

- Đặc tính của sự phức tạp trong quá trình thi công các lỗ khoan thăm dò than vùng Quảng

Ninh là do sự biến dạng dẻo của trầm tích sét dẫn tới trương nở, chảy sệ và thu hẹp đường kính lỗ khoan.

- Khoan thăm dò sâu ở khu vực Cẩm Phả, Quảng Ninh luôn đối mặt với nhiều thách thức như: địa chất phức tạp, Kỹ thuật - Công nghệ không đồng bộ, dung dịch khoan chưa hợp lý...

- Để giảm thiểu sự cố trong quá trình thi công khoan thăm dò sâu bằng phương pháp khoan ống mẫu luồn thì cần thiết phải cải thiện chất lượng dung dịch khoan so với các hệ dung dịch khoan truyền thống đang được sử dụng.

- Hệ dung dịch khoan Bentonit - Gypsum đã cho các thông số kỹ thuật dựa vào kết quả thí nghiệm đạt yêu cầu sử dụng cho khoan thăm dò sâu bằng phương pháp khoan ống mẫu luồn. Khi sử dụng hệ dung dịch này sẽ giảm thiểu sự cố do kẹt cần, đặc biệt là khi khoan qua các địa tầng sét

phức tạp.

#### **Tài liệu tham khảo:**

[1]. Phạm Văn Nhâm và nnk (2015). *Nghiên cứu tính phức tạp của tầng sét kết và sét than vùng Quảng Ninh khi áp dụng công nghệ khoan bằng bộ ống mẫu luồn*. Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất.

[2]. Nguyễn Xuân Thảo và nnk (2012). *Công nghệ khoan ống mẫu luồn*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.

[3]. Nguyễn Xuân Thảo và nnk (2020). *Công nghệ khoan thăm dò*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.

[4]. Heinz W. F. (2000). *Diamond Drilling handbook*. SADA.

## **Research on preparation of Bentonite - Gypsum drilling fluid system to improve exploration drilling efficiency in Quang Ninh coal basin**

**MSc. Nguyen Tu Vinh - Vinacomin - Institute of Mining Science and Technology**

#### **Abstract:**

*In solid mineral exploration drilling, the threaded tube drilling technology always demonstrates many advantages such as increase on drilling productivity, improvement of the rate and quality of core samples. However, besides those advantages, there are always difficulties in applying the technology, which makes the drilling rod stuck in the wall. One of the main causes of this phenomenon is that the fluid system chosen to drill through clay and coal clay strata is not appropriate, causing the borehole wall to swelled or sagged. Within the scope of the article, the author presents some research results on the characteristics and difficulties of exploratory drilling in the Cam Pha area using a set of sample tubes; At the same time, a formula and recipe for the Bentonite - Gypsum solution system are also proposed, which have the ability to limit the expansion of clay, improve the ability to transport drilling mud particles to the ground, and significant reduction of the unwanted stuck drilling rod.*

## **SỬ DỤNG HỢP LÝ CÁC CÔNG TRƯỜNG MỎ SAU KHAI THÁC THEO QUAN ĐIỂM KHAI THÁC MỎ XANH (BLUE MINING) - KINH NGHIỆM THẾ GIỚI**

**GS-TS. Nguyễn Quang Phích**

*Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

**TS. Nguyễn Viết Định**

*Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam*

**PGS-TS. Nguyễn Quang Minh**

*Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

### **Tóm tắt:**

*Tương lai của ngành khai khoáng được đặc trưng không chỉ bởi việc áp dụng công nghệ hiện đại, mà còn phải đáp ứng hài hòa các vấn đề về kinh tế, môi trường và xã hội. Yêu cầu này vừa đặt ra những thách thức lớn, phức tạp trong tương lai, vừa tạo ra cơ hội kết hợp các kiến thức từ các lĩnh vực khác vào ngành mỏ một cách hiệu quả. Ngoài các yêu cầu hiện tại về kinh tế, môi trường và xã hội, liên quan tới khai thác mỏ, thì cần chú ý đặc biệt đến yêu cầu cần tạo ra các tác động tích cực được tối đa hóa cho các thể hệ hiện tại và tương lai. Do vậy một trong các mục tiêu cần chú ý là phải tạo ra và sử dụng các không gian khai thác một cách tối ưu, bền vững cả trong và sau thời gian khai thác, với ý nghĩa của kinh tế tuần hoàn. Một trong các hướng phát triển là sử dụng tiếp các hầm lò sử dụng các không gian khác thác cũ phục vụ giải quyết các vấn đề về “phát triển” và “tích trữ” năng lượng, cũng như các vấn đề về sinh thái học, theo ý nghĩa của KHAI THÁC MỎ XANH (BLUE MINING). Bài viết tổng hợp và giới thiệu các kinh nghiệm trên thế giới trong xu hướng này với mong muốn định hướng cho việc sử dụng hợp lý các không gian đã khai thác khoáng sản ở nước ta.*

### **1. Đặt vấn đề**

Thông thường một đời mỏ trải qua các công đoạn khảo sát, thiết kế, chuẩn bị, hoạt động khai thác và rồi đóng cửa mỏ. Đóng cửa mỏ không thuần túy là dừng hoạt động khai thác mà thực sự thường phải đối mặt với một loạt vấn đề do hậu quả khai thác để lại.

Cũng vì vậy, một xu hướng khác là cần tận dụng các không gian khai thác cũ phục vụ các mục tiêu khác nhau như:

1. Chôn vùi các chất thải công nghiệp, đặc biệt là các chất thải nguy hại như phế liệu phóng xạ;
2. Chôn, lưu giữ khí CO<sub>2</sub>;
3. Làm kho lưu giữ hay tàng trữ các nguyên, nhiên liệu như dầu, khí...;
4. Làm các cơ sở sản xuất ngầm, như các khu công nghiệp đặc biệt, các cơ sở nuôi trồng nấm và nông sản thích hợp;
5. Làm cơ sở của các hoạt động quân sự, phòng vệ dân sự;
6. Làm cơ sở tích trữ năng lượng, ở dạng nhà máy điện bơm tích năng...

Các hoạt động kể đến có nghĩa sẽ sử dụng

không gian đã khai thác phục vụ cho phát triển kinh tế xã hội tiếp tục, góp phần phát triển kinh tế, xã hội, bảo vệ môi trường và tăng khả năng đáp ứng các nhu cầu của thể hệ sau. Các mục tiêu đó, được hiểu theo nghĩa KHAI THÁC MỎ XANH (Blue Mining).

Ở nước ta, khai thác mỏ đã và đang được thực hiện trên mọi miền của đất nước, có nhiều chỗ phân tán, nhưng cũng có nhiều nơi mang tính tập trung như vùng mỏ Quảng Ninh. Nếu phát huy được các kinh nghiệm thế giới, chắc chắn sẽ góp phần ổn định kinh tế, xã hội trong tương lai.

Trong khuôn khổ bài viết này, chỉ tổng hợp và giới thiệu kinh nghiệm trên thế giới trong phạm vi phát triển các nhà máy điện bơm tích năng sử dụng không gian khác thác cũ hay dự định đóng cửa.

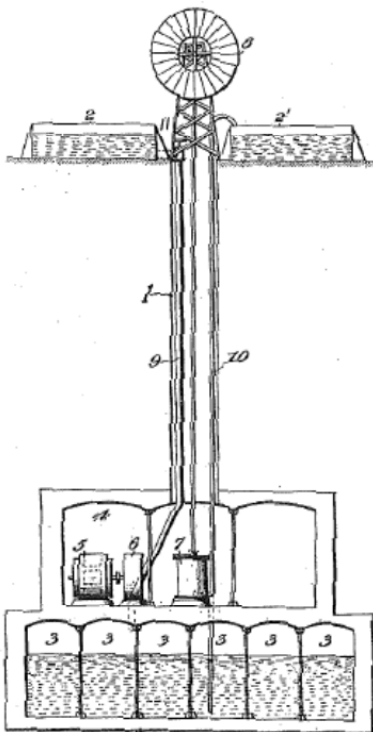
### **2. Nhà máy điện bơm tích năng và vấn đề sử dụng không gian mỏ cũ trên thế giới**

Thủy điện bơm tích năng là loại công trình thủy điện, được sử dụng với các hồ chứa nước ở các mức cao khác nhau; khi hệ thống điện quốc gia hay cục bộ đang ở trạng thái “thừa điện”, thì nước

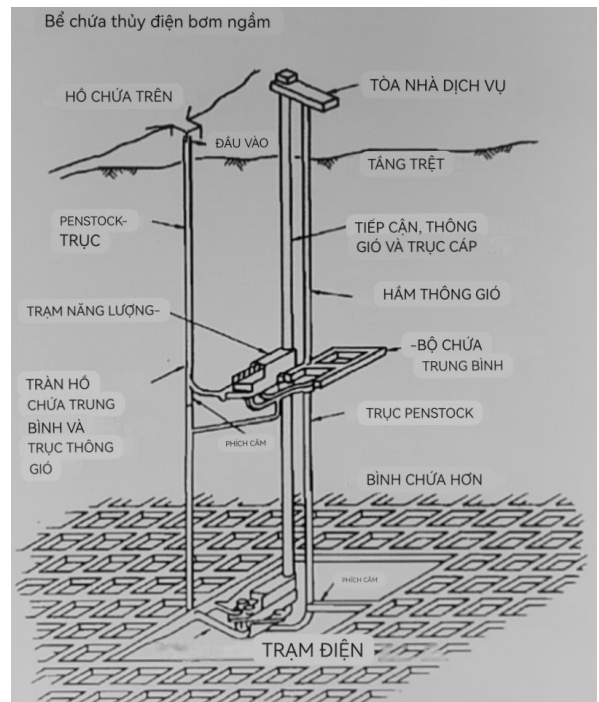


được bơm từ hồ chứa thấp lên hồ chứa ở mức cao hơn; khi hệ thống điện quốc gia hay cục bộ “thiếu điện”, thì nước từ hồ mức cao được xả qua tuốc bin của nhà máy điện, xuống hồ chứa mức thấp và phát sinh điện năng. Thủy điện tích năng đến nay đã được sử dụng nhiều nơi trên thế giới. Các ý tưởng sử dụng không gian khai thác mỏ cũ để phát điện tích năng đã hình thành từ nguyên lý này.

Vào đầu thế kỷ 20, khi các nhà máy bơm tích năng trên mặt đất đầu tiên được lên kế hoạch và xây dựng (nhà máy bơm tích năng Engeweiher gần Schaffhausen ở Thụy Sĩ năm 1909 hoặc nhà máy bơm tích năng Rudolf-Fettweis ở Baden-Württemberg năm 1914), một bằng sáng chế đã được cấp ở Hoa Kỳ, Massachusetts (nộp năm 1901, được cấp bằng sáng chế năm 1917) cho một hệ thống bơm tích năng ngầm kết hợp với một tuabin gió, Hình 1 [1]. Tuy nhiên, Tam, Blomquist và Kartsounes từ Phòng thí nghiệm quốc gia Argonne (Illinois) cũng đã đi đến kết luận vào năm 1979 trong bài báo “Dự trữ thủy điện bằng bơm ngầm - Tổng quan” [2] rằng việc tích trữ bằng bơm ngầm có thể được thực hiện, nhưng vẫn không có động lực kinh tế nào (Hình 2).



Hình 1. Phác họa một nhà máy bơm tích năng ngầm, mô tả trong đăng ký sáng chế ở Mỹ [1]

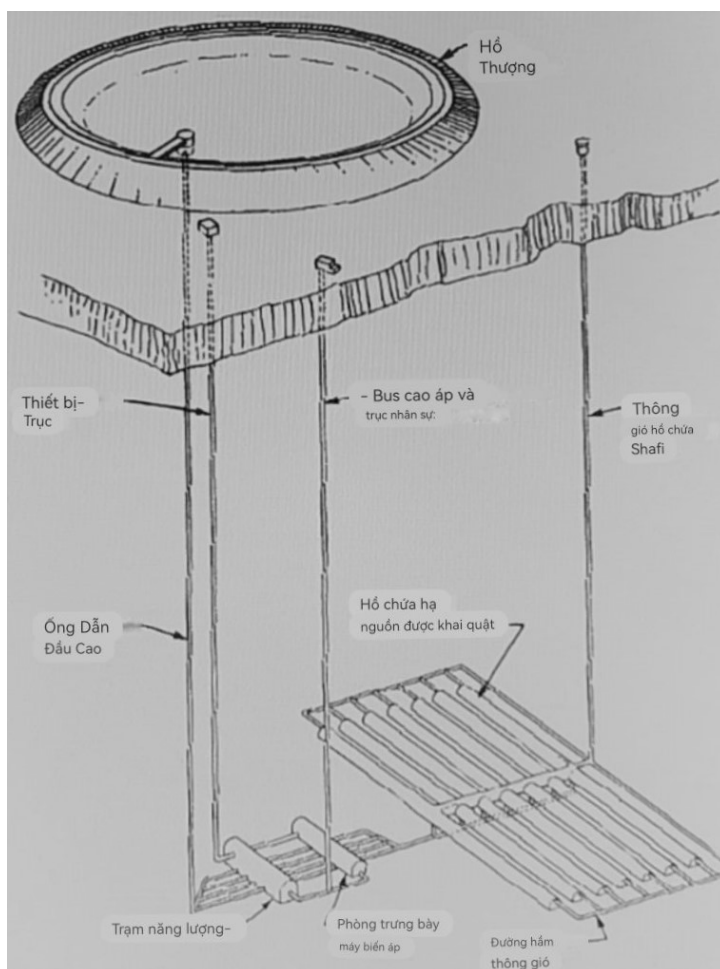


Hình 2. Nhà máy bơm tích năng ngầm 2 bậc do độ sâu lớn theo [2]

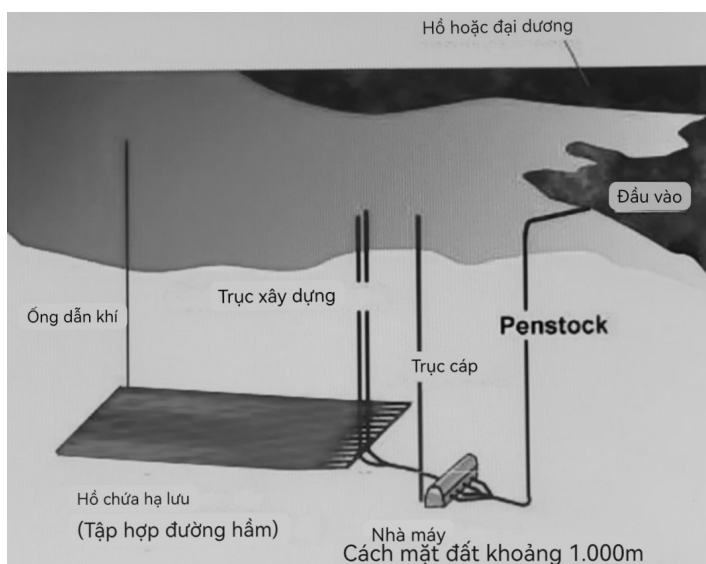
Năm 1993, Chen đã trình bày tình trạng mở rộng hiện tại của các nhà máy tích trữ bơm trên toàn thế giới trong chương “Pumped Storage” [3], thể hiện trên Hình 3 [4]. Khả năng xây dựng hồ chứa dưới lòng đất cũng được mô tả. Tác giả cho rằng các kho hay hồ chứa mới phải được đào lên sẽ gây ra gánh nặng lớn về hiệu quả kinh tế, trong khi đó các khoáng không gian ngầm ở các mỏ hiện có chỉ phù hợp trong những trường hợp đặc biệt. «Dự án Summit» gần Akron, Ohio được nhắc đến như một ví dụ tích cực. Nhìn chung, các dự án đã không được xem xét thêm do thấy thiếu lợi nhuận và thiếu hệ thống tham chiếu.

Các công tác nghiên cứu quốc tế tiếp theo dường như chỉ có các hoạt động lẻ tẻ ở Mỹ, Nhật Bản và Singapore. Các kết quả của những năm 1980 được tiếp tục ở Mỹ như Uddin [5] mô tả các tính toán địa cơ cho sự ổn định của một bể chứa ngầm cho một nhà máy bơm tích năng.

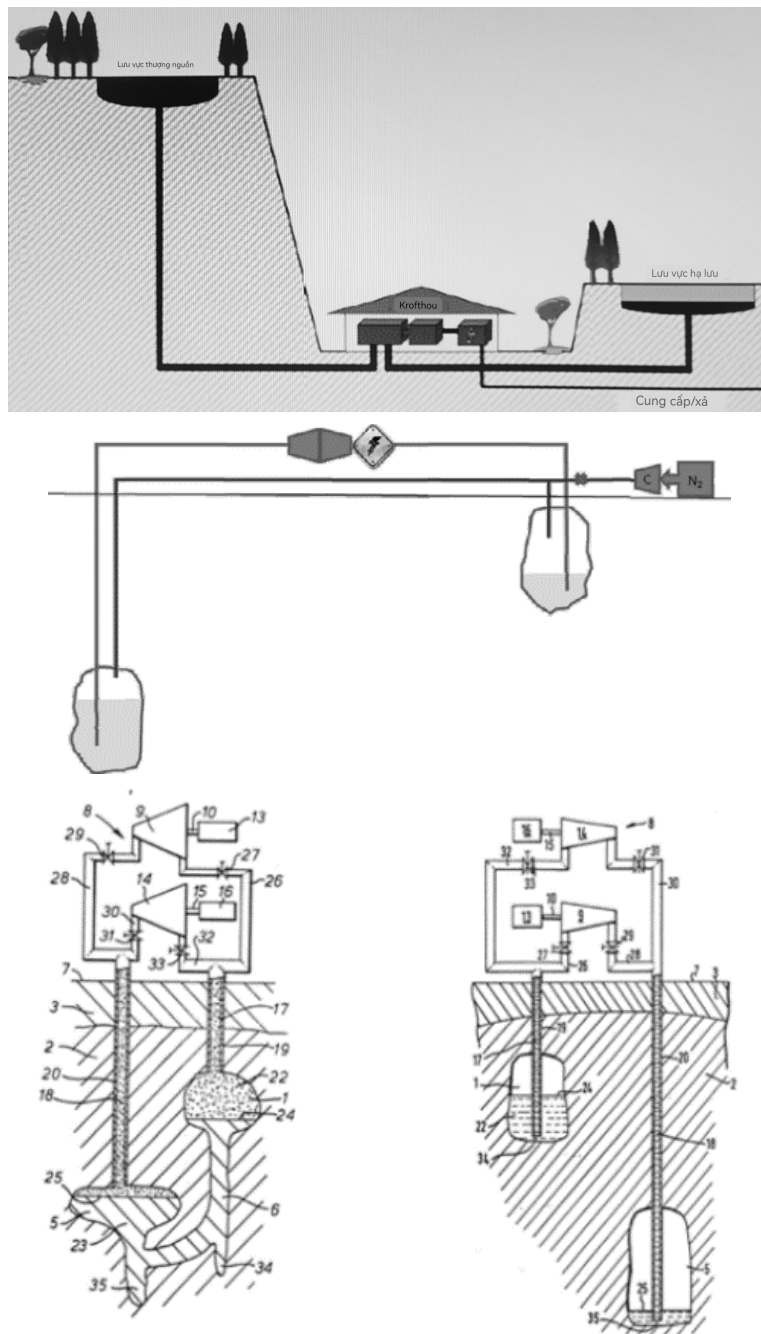
Ở châu Á, các nghiên cứu khả thi đầu tiên cũng đã được thực hiện ở Singapore vào năm 1993 và 1996. [6]; tuy nhiên, chưa có dự án nào được triển khai. Dự án cũng đang được thảo luận tại Nhật Bản và được đề cập như là một lựa chọn cho việc xây dựng các nhà máy bơm tích năng mới [7] [8], với sơ đồ như trên Hình 4. Tuy nhiên, cho đến nay



Hình 3. Nhà máy bơm tích năng ngầm với bể chứa ngầm, minh họa trong [3, theo [4]



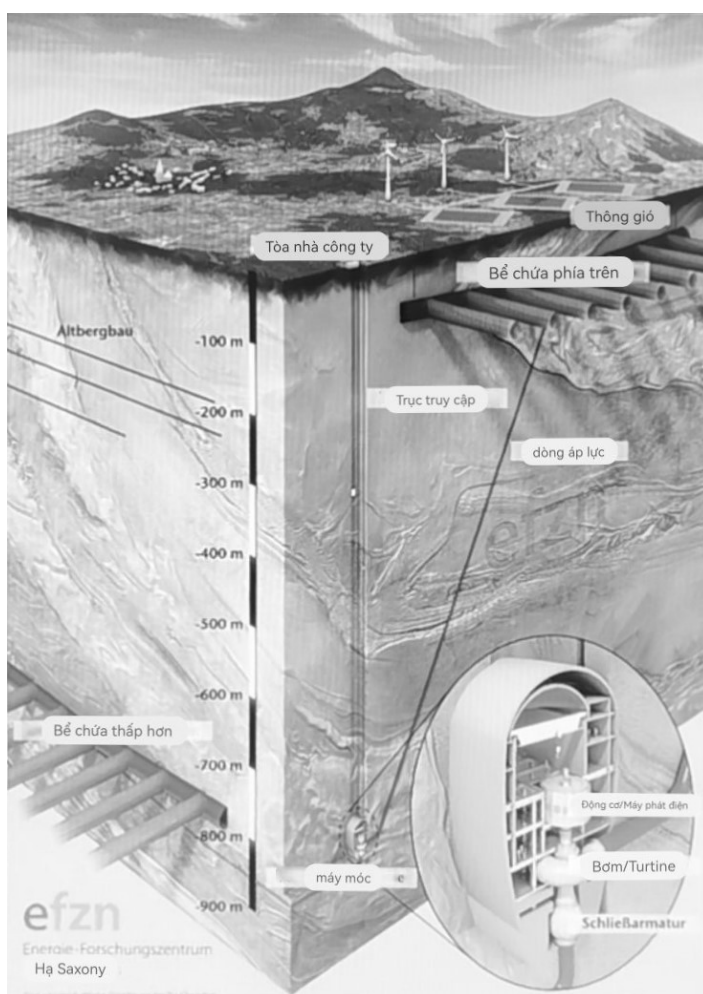
Hình 4. Sơ đồ nguyên lý nhà máy bơm tích năng ngầm ở Nhật theo [8]



Hình 5. Một vài sơ đồ nhà máy điện tích năng, sử dụng các cơ sở khai thác mỏ cũ [9]

chưa có các thông tin cơ bản, chi tiết của các kết quả nghiên cứu. Bước sang thế kỷ 21, quá trình chuyển đổi năng lượng được thực thi mang tính chính trị ở Đức, nên cùng với sự mở rộng ngày càng tăng của các nhà sản xuất năng lượng tái tạo, đặc biệt là nguồn cấp năng lượng gió và hệ thống mặt trời, đã tạo ra một động lực mới cho

tranh luận về hệ thống tích năng hay lưu trữ năng lượng và có mức độ bùng nổ nhất định. Với hiệu suất khoảng 80%, bơm tích năng đại diện cho một công nghệ tiên tiến, nhưng hiện đang bị ảnh hưởng bởi hiệu quả kinh tế và câu hỏi về vị trí: đặc biệt là câu hỏi về sự chấp nhận của xã hội đang được đặt lên hàng đầu.



Hình 6. Mô hình nhà máy tích năng ngầm ở Niedersachsen theo[10]

Tại Bang Niedersachsen ở Đức đã triển khai một loạt các công trình nghiên cứu, với các mô hình nhà máy điện tích năng tận dụng các cơ sở khai thác mỏ cũ, thể hiện qua các sơ đồ trên Hình 5 [9].

Một dự án điển hình đã hình thành ở Bang Niedersachsen, với sơ đồ công nghệ như trên Hình 6.

Tại bang Nordrhein-Westfalen, nơi tập trung các mỏ hầm lò khai thác than, hiện đã đóng cửa, việc nghiên cứu phát triển các nhà máy điện tích năng ngầm đã được chú trọng đặc biệt.

Một tập đoàn nghiên cứu ở vùng Ruhr đã làm việc chuyên sâu về nội dung này từ năm 2012 với tiêu đề dự án: “Phát triển phương án triển khai cho việc sử dụng các nhà máy khai thác than đá làm nhà máy điện bơm tích năng ngầm”. Trong khuôn khổ của dự án [11], các vấn đề kỹ thuật, pháp lý,

kinh tế và xã hội được giải quyết, với việc sử dụng tiếp theo các mỏ than, sẽ bị đóng cửa trong tương lai gần, là động lực thúc đẩy công việc nghiên cứu.

Trong khi ở các công trình trước đây, đá trầm tích, chẳng hạn như xuất hiện tự nhiên ở vùng lân cận các mỏ than, để bố trí kho chứa máy bơm ngầm đã bị loại trừ [12 đến 14] [15 và 16], thách thức kỹ thuật này sẽ được xem xét cụ thể để sử dụng cơ sở hạ tầng khai thác than hiện có và giảm các nghĩa vụ vĩnh viễn trong tương lai. Do đó, dự án này luôn được xem xét trong bối cảnh khu vực liên quan đến việc đóng cửa các mỏ than và cung cấp than.

Liên minh nghiên cứu bao gồm Đại học Duisburg-Essen, Đại học Ruhr Bochum, RAG, RISP và DMT và được tài trợ bởi Bộ Bảo vệ Khí hậu, Môi trường, Nông nghiệp, Bảo tồn Thiên nhiên và Bảo vệ Người tiêu dùng của Bang North



Rhine-Westphalia. Các kết quả nghiên cứu đã được công bố trong một số công trình [10].

Ở Mỹ, cũng có một số dự án đã trải qua các giai đoạn lập kế hoạch đầu tiên:

- Vào tháng 4 năm 2014, New Summit Hydro LLC đã nộp đơn xin phê duyệt “dự án Summit”, bao gồm một nhà máy công suất 1,5 GW với hồ chứa ngầm tại một mỏ đá vôi ở Norton, Ohio [17].

- Dự án Bơm tích năng Mineville, tại thị trấn Moriah, đã xin phê duyệt thiết kế vào tháng 10 năm 2013. Đây là một cơ sở hoàn toàn nằm dưới lòng đất với công suất 260 MW trong một khu mỏ cũ. [18] [19].

- Tại Maysville, Kentucky, Gridflex hãng Energy LLC đã lên kế hoạch nhà máy bơm tích năng với một bể chứa thấp hơn trong một mỏ đá vôi cũ vào năm 2012. Công suất phải là 1GW. [20] • Dự án Mount Hope, New Jersey dự tính công suất 2 GW (tuy nhiên chỉ 1 GW trong các kế hoạch sau này) với cột nước cao khoảng 800 m đến một hồ chứa nước ngầm. Dự án đã được phê duyệt vào năm 1994, nhưng không được thực hiện bởi công ty xây dựng và vận hành Mount Hope Hydro Inc. với sự hợp tác của Tập đoàn Kvaerner (Na Uy) và ABB Generation (Thụy Điển) nêu lý do kinh tế. Giấy phép hết hạn vào năm 1996.

### 3. Một số dự án và công trình xây dựng hiện thời tại Áo

Cho đến nay, việc triển khai thực tế nhà máy bơm tích năng ngầm đã diễn ra ở Nassfeld trên dãy núi Alps của Áo, nơi một khu vực lưu nước bơm thấp hơn được mở rộng bằng cách tạo ra khoảng 160.000 m<sup>3</sup> dung tích lưu trữ qua các đường hầm với tổng chiều dài khoảng 2 km trong núi. Việc xây dựng diễn ra chỉ trong vòng 6 tháng vào nửa mùa hè năm 2006 và đã đi vào hoạt động thành công kể từ đó. Một đặc điểm quan trọng trong việc phê duyệt công trình này là sự di chuyển của đá đào ra: phần đá này được sử dụng vào việc nâng cao đập nước của một trong các hồ chứa phía trên và để làm hài hòa cảnh quan xung quanh đập - do đó không cần phải xử lý. Một phát hiện đáng chú ý của dự án này là việc bóc lột (chống giữ) lượng nước lượng lưu trữ ngầm chỉ cần thêm một phần (Hình 7).

Một phương án nhà máy tích năng ngầm cũng đã được lên kế hoạch cho địa điểm Pfaffenboden, như trên Hình 8. Hồ chứa phía trên sẽ được đưa vào núi thông qua một hệ thống đường lò. Mặc dù đã có giấy phép xây dựng năm 2012 nhưng

chủ đầu tư và đơn vị vận hành vẫn chưa quyết định xây dựng do không thể sinh lời trong điều kiện kinh tế hiện nay. Một quyết định đầu tư được mong đợi trong vài năm tới. Dự án, còn được biết đến với cái tên “Mollner Kraftwerk”, được lên kế hoạch bởi Tập đoàn Bernegger ở Molln và được Wien Energie (Năng lượng Wien) mua lại để xây dựng và vận hành. Nhà máy có công suất 300MW, hồ chứa phía trên sẽ bao gồm một số đường lò với tổng chiều dài 1,5 km và dung tích 1,2 Mm<sup>3</sup>.

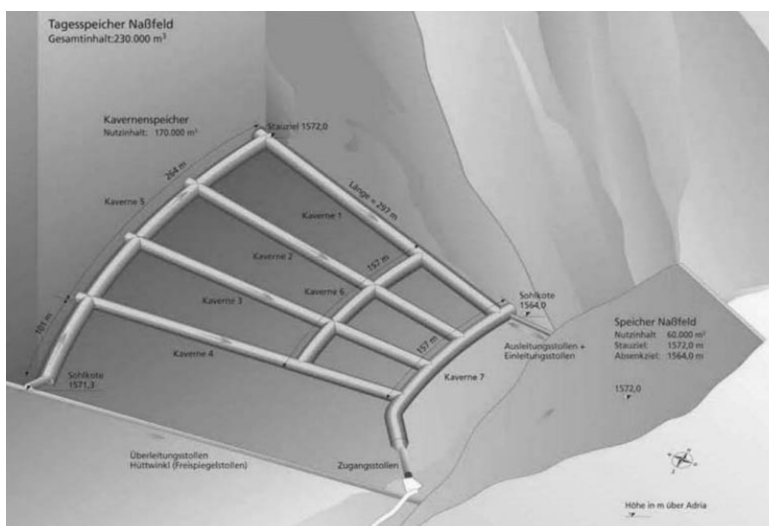
### 4. Nhận xét và kết luận

Tóm lại, có thể khẳng định rằng nhà máy điện bơm tích năng sử dụng không gian khai thác cũ đã và đang được nghiên cứu phát triển và áp dụng rộng khắp trên thế giới. Tuy nhiên, mặc dù một số địa điểm đã trải qua các bước nghiên cứu, lập kế hoạch đầu tiên, nhưng chỉ trong trường hợp của Nassfeld ở Áo mới có ít nhất một hồ chứa ngầm thực sự được xây dựng. Lý do hạn chế hiện tại của hầu hết các dự án là do thiếu khả năng sinh lời hoặc trong ví dụ của Ritten, không được chấp thuận do sự phản đối của công chúng.

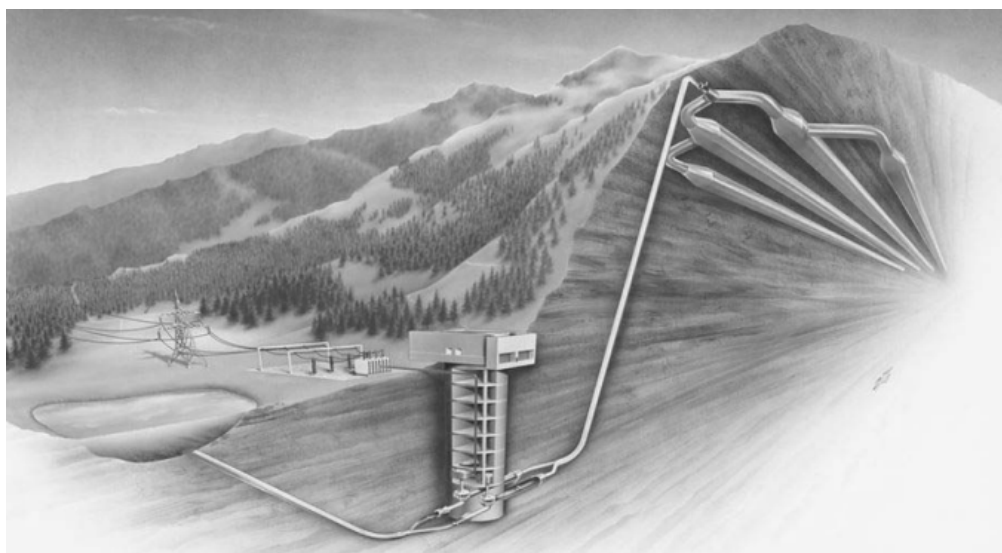
Tuy nhiên, trong bối cảnh bùng nổ các cơ sở sản xuất điện bằng năng lượng tái tạo hiện nay của nước ta, việc thừa điện trong trạng thái sử dụng điện bình thường sẽ chắc chắn xảy ra, nên phát triển điện tích năng là một khả năng đáng quan tâm trong điều kiện khai thác mỏ ở nước ta trong các vùng đồi núi có lợi thế khi các mỏ hầm lò khai thác ở các mức khác nhau, các mỏ lộ thiên với lượng nước có thể tích trữ nhiều.

#### Tài liệu tham khảo:

- [1]. Fessenden: U.S. Patent vom 20.Nov.1917 “System of Storing Power”.
- [2]. Tam, Blomquist and Kartsounes: *Underground Pumped Hydro Storage – An Overview*. 1979.
- [3]. Häfner, Frieder; Amro, Mohammed: *Energiespeicherung im Untergrund – eine kritische Analyse, Probleme und Chancen*. Erdöl Erdgas Kohle, 129 Jg. 2013, Heft 7/8 S. 285-290.
- [4]. Harza: *Underground Pumped Hydro Storage Facilities and Compressed Air Energy Storage*. An Analysis of Regional Markets and Development Potential. 1977.
- [5]. Uddin, Nasim: *Preliminary design of an underground reservoir for pumped storage*. Geotechnical and Geological Engineering 21, S. 331-355, Birmingham, Alabama 2003.
- [6]. Wong, I. H.: *An Underground Pumped*



Hình 7. Sơ đồ khu vực lưu giữ nước ngầm ở Nassfeld



Hình 8. Sơ đồ nhà máy điện tích năng ở Pfaffenboden

*Storage Scheme in the Bokit Timah Granite of Singapore.* Tunneling an Underground Space Technology, Volume 11, Number 4, London 1996.

[7]. Scotland: <http://www.scotland.gov.uk/Publications/2010/10/28091356/4> Einsichtnahme: 13.06.2014.

[8]. Inage, Shin-ichi / International Energy Agency (IEA) (Hrsg.): *Prospects for Large-Scale Energy Storage in Decarbonised Power Grids.* Working Paper, Paris Cedex 2009.

[9]. Busch, W.; Kaiser, F.: *Gegenüberstellung Unkonventioneller Pumpspeicher.* In: Busch, W.; Kaiser, F. (Hrsg): *Unkonventionelle Pumpspeicher – Schlüsseltechnologie der zukünftigen*

*Energiewirtschaft?* Tagungsband zum Forum „Unkonventionelle Pumpspeicher“ 21. und 22. November 2013. *Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen*, Band 16, Cuvillier Verlag Göttingen 2013, S. 15 - 30.

[10]. Busch W., Kaiser F.. *Nachnutzung von Altbergbau durch untertägige Pumpspeicher – Konzipierung, Status Quo und Aussicht.* 14. ALTBERGBAU - KOLLOQUIUM Gelsenkirchen 2014. S1-14.

[11]. Niemann, A.: *Sachstand zur Machbarkeitsstudie einer Nachfolgenutzung der Anlagen des Steinkohlebergbaus im Ruhrgebiet als Pumpspeicherwerke.*



- [12]. Acres: *Underground Pumped Storage*. Research Priorities. 1976
- [13]. PSEG: *An Assessment of Energy Storage Systems Suitable for Use by Electric Utilities*. 1976
- [14]. Acres American Incorporates for Argonne National Laboratory (Hrsg.): *Siting Opportunities in the U.S. for Compressed Air and Underground Pumped Hydro Energy Storage Facilities*. 1976
- [15]. Chen, Henry H.: *Pumped Storage*. In *Davis' Handbook of Applied Hydraulics*, 4th ed. Zipparro, V.J. and H. Hansen, Eds. McGraw Hill, New York. 22.23.1993
- [16]. Schmidt, Beck et al.: *Windenergiespeicherung durch Nachnutzung stillgelegter Bergwerke*. Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen, Band 7. Cuvillier Verlag, Göttingen, 2011.
- [17]. Wall, Johannes: *Pumpspeicherkraftwerke – Im Spannungsfeld zwischen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie und der Liberalisierung des Strommarktes*. Masterarbeit, Graz November 2010
- [18]. Seiwald, Stephan: *Erweiterung Kraftwerk Naßfeld – Erhöhung Bockhartseedamm*. Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft, 7-8 2007, S. 91-97.

---

## Rational usage of post-mining mine sites from the perspective of blue mining – the world's experience

**Prof. - Dr. Nguyen Quang Phich** - Vietnam Mining Science and Technology Association  
**Dr. Nguyen Viet Dinh** - Vietnam National Coal and Mineral Industries Group - Vinacomin  
**Associate Prof. - Dr. Nguyen Quang Minh** - Hanoi University of Mining and Geology

### Abstract:

*The future of the mining industry is characterized not only by the application of modern technology, but also by a harmonious response to economic, environmental and social issues. This requirement not only poses big, complex challenges in the future, but also creates opportunities to effectively combine knowledge from other fields into the mining industry. In addition to the current economic, environmental and social requirements associated with mining, special attention needs to be paid to the need to create maximized positive impacts for current and the future generations. Therefore, one of the goals that needs attention is to create and use mining spaces in an optimal and sustainable way both during and after the exploitation period, with the meaning of circular economy. The development direction is to continue using underground mines using spaces other than old mines to solve problems of “development” and “storage” of energy, as well as ecological issues, according to the idea. Meaning of BLUE MINING. This article synthesizes and introduces world experiences in this trend with the hope of guiding the reasonable use of mineral-exploited spaces in our country.*

## **Đánh giá nhanh thị trường than thế giới thời điểm 30 tháng 10 năm 2023**

*Trên thị trường châu Âu tuần trước giá than điều chỉnh về mức dưới 140 USD/tấn sau các tuần tăng trước đó trên nền biến động và chuyển động đa chiều của các chỉ số giá khí đốt và dầu mỏ dưới ảnh hưởng của các nỗ lực ngoại giao, nhằm giảm leo thang xung đột ở trung đông*



Ảnh: shutterstock.com

Giá khí đốt tại trung tâm TTF nâng lên mức 553,8 USD/1000m<sup>3</sup> (+11,5 USD/1000m<sup>3</sup> so với thời điểm 18/10/2023) do các nguồn cung cấp từ Na Uy giảm và mối quan ngại về các rủi ro gián đoạn việc cung cấp khí đốt tự nhiên từ khu vực trung đông.

Tổng dự trữ trong các kho của ARA tăng lên mức 6,8 tr.tấn (+0,1 tr.tấn so với thời điểm 18/10/2023). Chỉ số than Nam Phi 6000 giảm xuống dưới 130 USD/tấn do mức giá giảm chung trên thị trường năng lượng của Liên minh châu Âu EC và nhu cầu hạn chế từ phía Ấn Độ.

Chính quyền Nam Phi đang xem xét phương án cho phép các khoản đầu tư tư nhân vào cơ sở hạ tầng đường sắt của đất nước vào giữa năm 2024, nhằm giải quyết các vấn đề mà nhà điều hành Transnet không thể đương đầu. Qua 2 tháng gần đây giá vận chuyển than bằng xe tải tại các kho xuất khẩu tăng vọt lên gần 50% do ảnh hưởng của việc tăng giá dầu diesel và nhân công. Tuy nhiên, đối với các nhà xuất khẩu không có sự lựa chọn thay thế và họ buộc phải trả tiền. Giá trung bình vận chuyển than từ tỉnh Mpumalanga tới các kho Richards Bay trong thời gian gần đây là 47-50USD/tấn so với 34USD/tấn vào đầu tháng 8.

Tại Trung Quốc giá than 5500 NAR giao ngay tại cảng Qinhuangdao điều chỉnh giảm 1 USD/tấn ở mức 141 USD/tấn. Áp lực lên chỉ số giá ở Trung Quốc gây ra bởi việc gia tăng khai thác và dự trữ

tại các cảng của đất nước, cũng như việc giảm sử dụng than trong khu vực năng lượng và hóa chất than. Việc làm mới hoạt động của tuyến đường sắt Daqing sau khi bảo trì kỹ thuật và chính quyền kêu gọi các công ty lớn nhất cùng với yêu cầu tăng cường khai thác để đảm bảo các nguồn dự trữ đủ cho giai đoạn mùa đông đang cận kề đã thúc đẩy tăng trưởng nguồn cung.

Công ty Shenhua Energy đã thông báo về một chu kỳ giảm giá mới, mà sẽ ảnh hưởng tiêu cực tới thị trường giao ngay. Tại nhiều khu vực giảm từ 0,7 đến 2,8 USD/tấn, trong khi đó các công ty khai thác đang chờ đợi các đợt giảm tiếp theo. Ngoài ra, Trung tâm khí hậu quốc gia của Trung Quốc cũng thông báo về khả năng tăng cao mức nhiệt độ trung bình trong tháng 11, dẫn đến việc giảm tiêu thụ than.

Dự trữ tại các kho của cảng Qinhuangdao đã tăng từ 5,0 tr.tấn lên 5,6 tr.tấn, tổng dự trữ tại 9 cảng lớn nhất tăng lên 26,3 tr.tấn (+1,7tr.tấn so với ngày 18/10/2023).

Chỉ số than Indonesia 5900 GAR tăng lên 99 USD/tấn (+1 USD/tấn). Giá cả tiếp tục tăng, mặc dù nhu cầu từ phía Trung Quốc có sự sụt giảm, bởi mực nước ở Trung và Đông Kalimantan giảm, ảnh hưởng đến nguồn cung cấp than tới các cảng bằng sà lan đường sông. Việc chậm trễ phê duyệt các đơn đề nghị tăng hạn ngạch khai thác cho các công ty Indonesia và gián đoạn kỹ thuật trong hoạt động của dịch vụ công về xác minh bán hàng cũng là một phần tác động.

Than năng lượng cao 6000 của Úc rớt giá xuống dưới 130 USD/tấn, nguyên nhân là sự giảm nhu cầu từ phía Trung Quốc và Ấn Độ, nơi mà đang cho thấy sự gia tăng trong tiêu thụ tài nguyên của chính mình. Giá cho than luyện kim của Úc HCC tăng lên trên 345 USD/tấn sau khi điều chỉnh cách đây không lâu, nhờ vào nhu cầu ổn định từ phía các khách hàng Ấn Độ và nguồn cung hạn chế trên thị trường giao ngay. Việc khai thác than luyện kim của Công ty Anglo American ở bang Queensland của Úc đã giảm 21% trong giai đoạn tháng 7 – tháng 9 về mức 4,3 tr.tấn (-1,2 tr.tấn so với giai đoạn tương ứng năm 2022), mặc dù dự báo về sản lượng khai thác trong năm 2023 giữ ở mức 16-19tr. tấn. Công ty South32 cũng đã báo cáo về việc giảm sản lượng khai thác.

Nguồn: <https://www.eastrussia.ru/material/pulsuglya-30-oktyabrya-ugolnaya-promyshlennost-v-momente/>.



## Hội nghị quán triệt Đề án cơ cấu lại TKV đến năm 2025

*Chiều ngày 15/11/2023, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã tổ chức Hội nghị quán triệt Đề án cơ cấu lại TKV đến năm 2025. Đồng chí Ngô Hoàng Ngân - Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT TKV chủ trì hội nghị*

Dự Hội nghị có các đồng chí Thành viên HĐQT, Tổng giám đốc TKV, các đồng chí Phó Tổng giám đốc, Kiểm soát viên, Kế toán trưởng cùng Trưởng các ban TKV và Bí thư Đảng ủy (Chi bộ) trực thuộc Đảng ủy TKV, lãnh đạo chủ chốt các đơn vị thành viên TKV; Các đồng chí Ủy viên Ban chấp hành Đảng bộ TKV; Thường trực Đảng ủy Than Quảng Ninh; Bí thư Đoàn thanh niên TKV; Bí thư Đoàn thanh niên Than Quảng Ninh.

Ngày 27/10/2023, Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 1263/QĐ-TTg phê duyệt Đề án cơ cấu lại Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam đến năm 2025.

Phát biểu khai mạc hội nghị, đồng chí Ngô Hoàng Ngân - Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn đã quán triệt một số nội dung quan trọng của Đề án cơ cấu lại TKV đến năm 2025 theo Quyết định 1263/QĐ-TTg, chỉ ra sự cần thiết phải tiếp tục cơ cấu lại TKV, căn cứ xây dựng đề án, nguyên tắc và mục tiêu cơ cấu lại TKV.

Mục tiêu của Đề án là tiếp tục nâng cao hiệu quả hoạt động để TKV trở thành tập đoàn kinh tế nhà nước mạnh, có trình độ công nghệ, kỹ thuật sản xuất hiện đại, từng bước đáp ứng các chuẩn mực quốc tế về quản trị doanh nghiệp; nâng cao năng suất lao động, chất lượng sản phẩm, hiệu quả hoạt động và sức cạnh tranh của doanh nghiệp; phát triển bền vững, hài hòa với môi trường và người lao động; phát triển phù hợp với xu thế của cuộc cách mạng công nghệ lần thứ tư, chuyển đổi xanh, chuyển đổi số, chuyển đổi năng lượng mới; góp phần quan trọng đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia và phát triển kinh tế - xã hội của đất nước.

Trong giai đoạn đến năm 2025, TKV tiếp tục tập trung kinh doanh trong các lĩnh vực kinh doanh cốt lõi mà TKV có lợi thế về công nghệ sản xuất, kết cấu hạ tầng, bí quyết công nghệ, nhân lực và thị trường.

Định hướng chung về phát triển kinh doanh của TKV là gắn mô hình kinh doanh với sản xuất tạo ra chuỗi giá trị khai thác các khoáng sản, sản

phẩm và dịch vụ đi kèm; tăng cường phát triển theo chiều sâu bằng cách áp dụng công nghệ mới tiên tiến, hiện đại.

TKV sẽ từng bước tiến tới liên thông 03 phân ngành kinh doanh chính của TKV là Than - Điện - Luyện kim. Trong đó, tập trung phát triển các mỏ hầm lò sản lượng lớn theo tiêu chí mỏ xanh, mỏ hiện đại, mỏ sản lượng cao, liên thông các mỏ lộ thiên, hầm lò thành các mỏ có công suất lớn.



*Đồng chí Trần Văn Cừ - Trưởng ban Tổ chức - Nhân sự TKV báo cáo những nội dung cơ cấu lại, giải pháp, nhiệm vụ trọng tâm trong việc triển khai Đề án cơ cấu lại TKV đến năm 2025*

Theo Đề án, sẽ tiếp tục duy trì TKV theo mô hình công ty mẹ - công ty con, trong đó Công ty mẹ - TKV thực hiện đồng thời 02 chức năng chủ yếu gồm: Chức năng trực tiếp sản xuất, kinh doanh trong các lĩnh vực và chức năng đầu tư vốn vào các công ty con. Theo đó, Công ty mẹ - TKV giữ vai trò trung tâm, lãnh đạo, quản lý và chi phối hoạt động của các công ty con theo quy định của pháp luật nhằm đạt hiệu quả kinh doanh cao nhất của Tập đoàn các công ty TKV và của từng công ty con. Đồng thời, Công ty mẹ - TKV là đầu mối thực hiện những công việc mà Nhà nước trực tiếp giao cho TKV tổ chức thực hiện trong Tập đoàn các công ty TKV.

Đề án cũng nhấn mạnh vào việc TKV sẽ đẩy mạnh thực hiện cơ cấu lại về quản trị doanh nghiệp; tập trung hoàn thiện thể chế quản lý, đổi mới, nâng cao hiệu quả quản trị tài nguyên, quản trị đầu tư, quản trị chi phí.

Trong giai đoạn đến năm 2025, TKV tiếp tục thực hiện sắp xếp lại các đơn vị trực thuộc, thoái vốn tại các công ty không thuộc lĩnh vực kinh doanh chính, cơ cấu lại vốn góp của TKV tại một số công ty con.

Kết luận hội nghị, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn Ngô Hoàng Ngân đề nghị toàn bộ



*Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐQT Tập đoàn Ngô Hoàng Ngân phát biểu kết luận hội nghị*

hệ thống chính trị của TKV cùng vào cuộc để quán triệt, tuyên truyền Đề án cơ cấu lại TKV đến năm 2025 tới toàn thể người lao động trong TKV; đồng thời tích cực, quyết liệt, sâu sát trong việc triển

khai thực hiện Đề án nhằm đạt được các mục tiêu theo Đề án đã được phê duyệt; Lãnh đạo các đơn vị phải chấp hành nghiêm chỉ đạo của Tập đoàn trong triển khai tái cơ cấu doanh nghiệp, đặc biệt là tại các đơn vị có thay đổi về mô hình tổ chức, như các đơn vị sẽ tiến hành sắp xếp lại, phải thoái vốn; Các Ban TKV cần phát huy tối đa vai trò tham mưu, giúp việc cho Lãnh đạo TKV trong công tác chỉ đạo triển khai thực hiện Đề án cơ cấu lại TKV đến năm 2025; Phát huy vai trò của cơ quan đầu não, chủ động hướng dẫn, giám sát, đôn đốc các đơn vị triển khai thực hiện cơ cấu lại theo kế hoạch đã được phê duyệt.

*Truyền thông TKV*

Contents	Page
Dr. Tran Minh Tien, Dr. Nguyen Ngoc Giang, Eng. Pham Tien Duong - <i>Evaluation of the results of applying mechanized mining in underground mines in Quang Ninh region and some development directions in the coming time</i>	1
Dr. Duong Duc Hai, Dr. Nguyen Ngoc Giang, Eng. Nguyen Duc Quan Eng. Nguyen Ngoc Binh - <i>Research on, determination of the cause of coal explosion and proposal of applying technical solutions to ensure safety and efficiency in excavation and mining at Nam Khe Tam mine - Company 35</i>	8
MSc. Dam Cong Khoa - <i>Solutions on reduction of dust emission and applicability to transportation roads at open pits in Vietnam</i>	19
Dr. Doan Van Thanh, Eng. Do Van Trieu, Dr. Tran Dinh Bao - <i>Results on testing the water-resistant explosives loading technology in plastic bags in hydrated rock areas</i>	27
Dr. Than Van Duy, MSc. Pham Van Quan, Dr. Le Quang Phuc - <i>Experimental study on the stability of low-strength coal after humidification and its properties</i>	34
MSc. Nguyen Tu Vinh - <i>Research on preparation of Bentonite - Gypsum drilling fluid system to improve exploration drilling efficiency in Quang Ninh coal basin</i>	42
Prof. - Dr. Nguyen Quang Phich, Dr. Nguyen Viet Dinh, Associate Prof. - Dr. Nguyen Quang Minh - <i>Rational usage of post-mining mine sites from the perspective of blue mining – the world's experience</i>	50

## Hội nghị nghiệm thu đề tài “Nghiên cứu phương án đóng cửa mỏ phù hợp cho các mỏ than lộ thiên vùng Hòn Gai thuộc TKV”

*Ngày 17/11/2023, Hội đồng Khoa học công nghệ Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã tổ chức Hội nghị nghiệm thu đề tài “Nghiên cứu phương án đóng cửa mỏ phù hợp cho các mỏ than lộ thiên vùng Hòn Gai thuộc TKV” do Viện Khoa học Công nghệ Mỏ – Vinacomin thực hiện*



*Hội đồng KHCN TKV nghiệm thu đề tài*

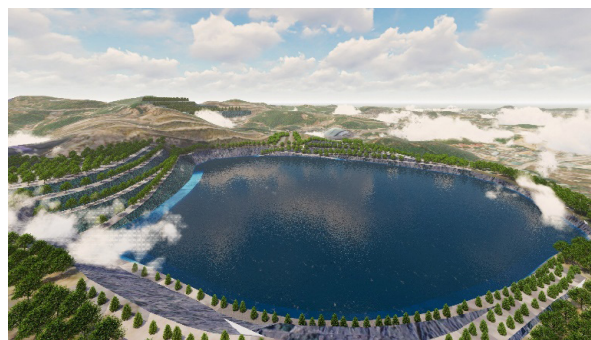
Các mỏ khai thác lộ thiên (KTLT) thường chiếm dụng phần diện tích đất khá lớn để mở khai trường, làm bãi thải và xây dựng các công trình phụ trợ. Quá trình khai thác và đổ đất đá thải đã làm thay đổi đáng kể địa hình, địa mạo và cảnh quan khu vực, hạ thấp mực nước ngầm, tăng lượng khí bụi,... Chính vì vậy, các nước trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu, ứng dụng công nghệ hợp lý trước, trong, sau khai thác và trở thành quy định bắt buộc để khai thác mỏ bền vững, đảm bảo ba mục tiêu: Kinh tế, xã hội, môi trường. Các khu vực mỏ đã kết thúc khai thác được cải tạo thành các trung tâm giải trí, thể thao, thăm quan du lịch, kỹ thuật phục vụ đào tạo và nghiên cứu, khu vực công nghiệp chuyển đổi, phát triển nông nghiệp, cải tạo thành hồ chứa nước, trồng cây xanh, hồ chứa, quy hoạch thành các đầm lầy sinh học, khu tái chế xử lý chất thải, lưu trữ hàng hóa,...

Tại Việt Nam, công tác quản lý, chế tài thực hiện và cơ sở kỹ thuật về cải tạo phục hồi môi trường (CTPHMT) còn một số bất cập như: Quy hoạch ngành và địa phương có sự thay đổi do sự phát triển kinh tế xã hội, do đó các dự án khai thác, CTPHMT cần phải điều chỉnh cho phù hợp. Trong thời gian vừa qua, Phương án CTPHMT sau khai thác được các mỏ thực hiện chủ yếu là cải tạo thành ruộng lúa, khu du lịch sinh thái, trồng cây

phủ xanh... Ngoài ra, hiện nay có nhiều mỏ than lộ thiên sắp kết thúc khai thác, việc nghiên cứu phương án cải tạo phục hồi môi trường phù hợp cho từng loại hình mỏ sau khi đóng cửa là cần thiết. Năm 2020, Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam đã giao cho Viện KHCN Mỏ thực hiện đề tài “Nghiên cứu phương án đóng cửa mỏ phù hợp cho các mỏ than lộ thiên vùng Hòn Gai thuộc TKV”.

Qua khảo sát cho thấy, trên địa bàn vùng Hòn Gai (tỉnh Quảng Ninh) hiện có 5 mỏ khai thác than lộ thiên là Núi Béo, Hà Tu, Suối Lại, Hà Lâm, Hà Ráng. Tuy nhiên, đã có 04 mỏ kết thúc khai thác, mỏ Hà Tu dự kiến sẽ khai thác đến năm 2028. Và có 05 mỏ khai thác than hầm lò là Núi Béo, Hà Lâm, Suối Lại, Hà Ráng, Bình Minh, các mỏ này sẽ kết thúc khai thác sau giai đoạn năm 2030. Để công tác CTPHMT đạt hiệu quả cần có sự cân bằng giữa các yếu tố kỹ thuật – kinh tế – xã hội, đòi hỏi sự phối hợp của chủ đầu tư, cơ quan quản lý nhà nước và địa phương.

Từ những kinh nghiệm của các nước trên thế giới và nghiên cứu tổng quan các yếu tố kỹ thuật, kinh tế, xã hội của các mỏ khai thác than nói trên, nhóm thực hiện đề tài đã xây dựng cơ sở dữ liệu, tiêu chí bằng việc áp dụng phần mềm xây dựng cơ sở dữ liệu My SQL, SQL developer,... trong quản lý, lưu trữ dữ liệu và phương pháp lựa chọn đa tiêu chí MCA – kỹ thuật phân tích thứ bậc AHP, kỹ thuật SAW,... Đề tài đã đề xuất các phương án, giải pháp kỹ thuật cho việc đóng cửa các mỏ đảm bảo an toàn môi trường, đạt hiệu quả kinh tế.



*Mô hình 3D phương án đóng cửa mỏ, cải tạo mặt bằng sau khai thác thành hồ chứa nước mỏ lộ thiên Suối Lại – Công ty than Hòn Gai*

Kết quả nghiên cứu của đề tài là cơ sở để các mỏ than lộ thiên vùng Hòn Gai tham khảo để thực hiện cải tạo phục hồi môi trường và đóng cửa mỏ phù hợp, đảm bảo hiệu quả kinh tế – xã hội, phù hợp với chủ trương thay đổi trọng tâm kinh tế từ “Nâu” sang “Xanh” của TP Hà Long./.

*Đ.L.*





## Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

### **Viện KHCN Mỏ đón nhận Huân chương Lao động hạng Nhất tại Hội nghị tuyên dương điển hình tiên tiến trong các phong trào thi đua của Tập đoàn TKV năm 2022-2023 và vinh danh Thợ giỏi xuất sắc cấp Tập đoàn lần thứ 12, năm 2023**

Chào mừng kỷ niệm 87 năm ngày Truyền thống Công nhân vùng Mỏ – Truyền thống ngành Than 12/11 (1936 – 2023); 55 năm ngày Bác Hồ gặp mặt Đoàn đại biểu CNCB ngành Than 15/11 (1968 – 2023), sáng 11/11, tại Quảng Ninh, Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV) tổ chức Hội nghị tuyên dương điển hình tiên tiến trong các phong trào thi đua của Tập đoàn năm 2022-2023 và vinh danh Thợ giỏi xuất sắc cấp Tập đoàn lần thứ 12, năm 2023. Viện KHCN Mỏ – Vinacomin vinh dự và tự hào được đón nhận Huân chương Lao động hạng Nhất của Chủ tịch nước vì có thành tích xuất sắc trong công tác từ năm 2017 đến năm 2021, góp phần vào sự nghiệp xây dựng CNXH và bảo vệ Tổ quốc; đồng chí Nhữ Việt Tuấn, Phó Viện trưởng Viện KHCN Mỏ – Vinacomin được Thủ tướng Chính phủ tặng bằng khen vì có thành tích xuất sắc trong công tác, góp phần vào sự nghiệp xây dựng CNXH và bảo vệ Tổ quốc.

Phát biểu khai mạc, Tổng giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải nhấn mạnh, giai đoạn 2022-2023 vừa qua là giai đoạn có nhiều khó khăn, thách thức đối với TKV, song với nhiều giải pháp, sự nỗ lực và phát huy truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, tinh thần của “Người Thợ mỏ – Người chiến sỹ” đã biến khó khăn thành thuận lợi. Liên tiếp hai năm qua, Tập đoàn đã hoàn thành xuất sắc nhiệm vụ SXKD. Trong đó, nhiều chỉ tiêu hoàn thành ở mức cao kỷ lục, từ sản lượng, đến doanh thu, lợi nhuận, nộp ngân sách Nhà nước. Bên cạnh đó, TKV còn hỗ trợ đối tác khách hàng, thể hiện tốt vai trò là công cụ điều tiết kinh tế vĩ mô của Chính phủ, góp phần kiềm chế lạm phát thông qua việc giữ ổn định giá bán than sản xuất trong nước cho sản xuất điện.

Đạt được kết quả đó, đồng thời với việc áp dụng đồng bộ các giải pháp về tổ chức, chỉ đạo, quản lý và quyết liệt trong điều hành, công tác Thi đua – Khen thưởng luôn được Tập đoàn xác định là một biện pháp hữu hiệu, tạo động lực quan trọng thúc đẩy SXKD và các mặt hoạt động khác của Tập đoàn phát triển. Các phong trào thi đua cũng như công tác Thi đua – Khen thưởng trong những năm

qua đã tích cực đổi mới, chú trọng khen thưởng các tập thể nhỏ như tổ, đội, công trường, phân xưởng và lao động trực tiếp sản xuất. Qua đó, đã đóng góp to lớn vào sự thành công của Tập đoàn.

Tại Hội nghị, thừa ủy quyền của lãnh đạo Đảng, Nhà nước, đồng chí Đặng Xuân Phương, Phó Bí thư Tỉnh ủy Quảng Ninh trao Huân chương Lao động hạng Nhất cho Viện Khoa học Công nghệ mỏ – Vinacomin.



**Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV Tập đoàn Ngô Hoàng Ngân phát biểu tại Hội nghị**

Phát biểu chỉ đạo, định hướng phong trào thi đua của TKV, Bí thư Đảng ủy, Chủ tịch HĐTV Tập đoàn Ngô Hoàng Ngân ghi nhận, đánh giá cao kết quả đạt được trong công tác Thi đua – Khen thưởng của Tập đoàn và các đơn vị, đồng thời biểu dương, chúc mừng hơn 600 cá nhân, tập thể, các thợ giỏi cấp Tập đoàn vừa được tôn vinh, tuyên dương tại Hội nghị. Chủ tịch cũng đề nghị cần tiếp tục đổi mới công tác Thi đua – Khen thưởng cả về nội dung, hình thức, phương thức tổ chức, nhằm đảm bảo tính thiết thực, hiệu quả. Công tác thi đua cần tiếp tục hướng trọng tâm về cơ sở, nhất là đối tượng công nhân lao động trực tiếp, gắn thi đua với các nhiệm vụ chính trị, nhiệm vụ SXKD cụ thể của đơn vị, của Tập đoàn. Cần quan tâm phát hiện nhân tố mới, xây dựng các điển hình tiên tiến cũng như khen thưởng kịp thời với những tập thể, cá nhân có thành tích xuất sắc trong các phong trào thi đua, củng cố bộ máy tổ chức, lựa chọn những cán bộ làm ĐKT có trách nhiệm, nhiệt tình, tâm huyết. Chủ tịch chúc phong trào thi đua yêu nước của Tập đoàn tiếp tục thu được nhiều kết quả, thành tích xuất sắc, có nhiều tập thể, cá nhân được tôn vinh, khen thưởng hơn nữa, thiết thực lập thành tích chào mừng kỷ niệm 30 năm ngày thành lập Tập đoàn (10/10/1994 – 10/10/2024), góp phần xây dựng TKV phát triển bền vững.

**Truyền thông TKV**