

# THẢO LUẬN GIẢI PHÁP GIẢM ỨNG SUẤT KHỐI ĐÁ BAO QUANH ĐƯỜNG LÒ ĐỌC VỈA THAN Ở CÁC MỎ HẦM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

Phạm Đức Hưng<sup>1,\*</sup>, Phạm Văn Quân<sup>2</sup>, Thân Văn Duy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 Phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup> Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, Số 3 Phan Đình Giót, Hà Nội, Việt Nam

## THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 02/11/2024

Ngày nhận bài sửa: 23/12/2024

Ngày chấp nhận đăng: 05/01/2025

\*Tác giả liên hệ:

Email: phamduchung@humg.edu.vn

## TÓM TẮT

Hiện nay, các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh ngày càng khai thác xuống sâu, diện sản xuất mở rộng xa trung tâm dẫn đến khối lượng mét lò đào lớn, áp lực gia tăng theo chiều sâu bố trí đường lò. Theo thống kê, khối lượng mét lò chống xén hàng năm của các đơn vị sản xuất than hầm lò từ 6-8 nghìn mét (bằng khoảng 25-30% tổng mét lò đào mới), làm tăng chi phí và gia tăng nguy cơ mất an toàn trong quá trình khai thác. Điều này ảnh hưởng không nhỏ đến an toàn lao động và hiệu quả khai thác của các đơn vị sản xuất than hầm lò. Trong phạm vi bài báo này, nhóm tác giả nghiên cứu phân tích tổng hợp các giải pháp nâng cao độ ổn định của đường lò đọc vỉa than; các phương pháp giảm áp lực khối đá bao quanh đường lò, cũng như cơ chế giảm áp, các yếu tố ảnh hưởng và điều kiện áp dụng của chúng ở một số nước trên thế giới. Trên cơ sở đó, đề xuất áp dụng phương pháp tính toán áp lực theo thuyết chuyển vị của Viện VNIMI và giải pháp khoan giảm áp khối đá bằng lỗ khoan có đường kính mở rộng phân đoạn nhằm nâng cao độ ổn định của đường lò, giảm khối lượng chống xén trong quá trình sản xuất tại mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh.

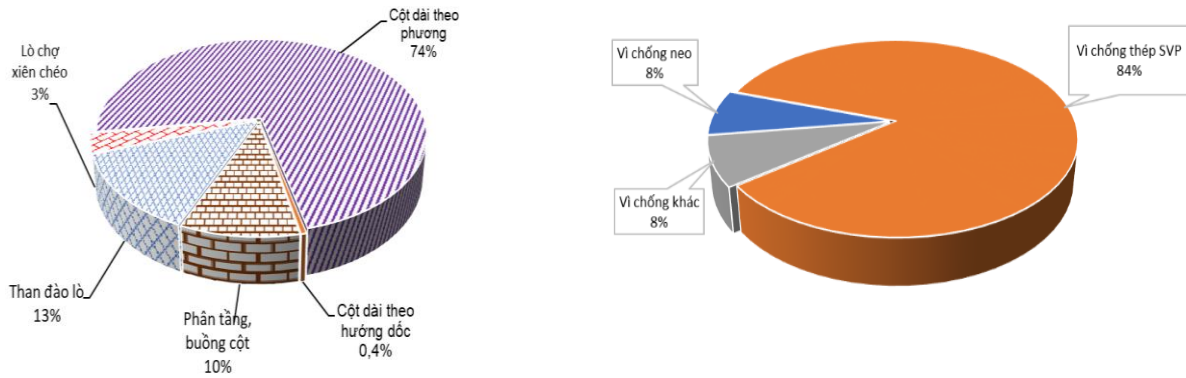
**Từ khóa:** giảm ứng suất khối đá, chống xén, giảm áp bằng thủy lực, giải pháp khai thác

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

## 1. MỞ ĐẦU

Theo báo cáo khối lượng mỏ của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) giai đoạn 2018-2023, hàng năm TKV sản xuất từ 36 đến 41,5 triệu tấn than nguyên khai, chiếm khoảng 85% tổng sản lượng than khai thác ở Việt Nam. Trong đó, sản lượng than khai thác bằng phương

pháp hầm lò của TKV chiếm từ 60 đến 74% và chủ yếu áp dụng hệ thống khai thác (HTKT) cột dài theo phương (chiếm 74% tổng sản lượng than hầm lò), đường lò chuẩn bị chống bằng các vỉ thép linh hoạt SVP, dạng vòm chiếm 84% tổng mét lò đào mới hàng năm (Hình 1).

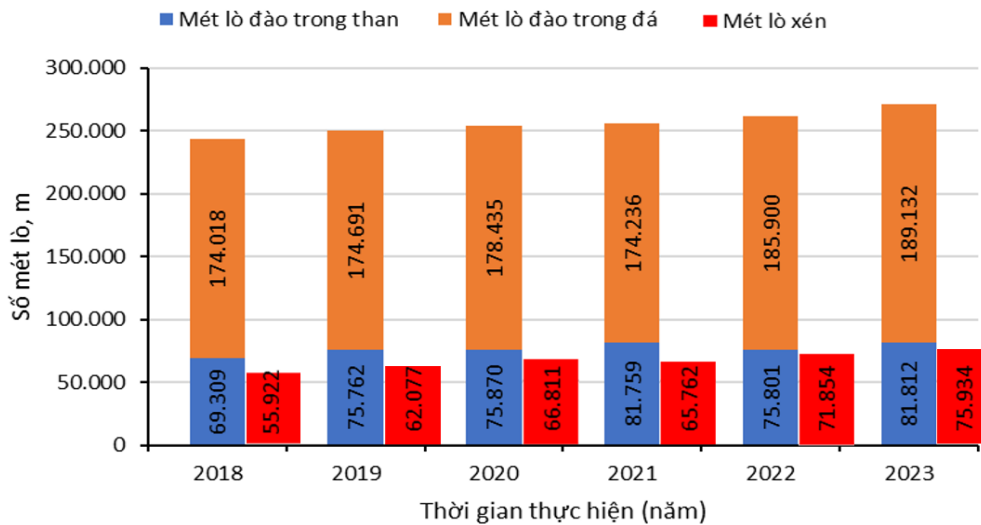


**Hình 1. Tỷ lệ sản lượng than khai thác hầm lò theo hệ thống khai thác và vật liệu chống giữ đường lò của TKV giai đoạn từ 2018-2023**

Hiện nay, độ sâu khai thác tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh ngày càng tăng, đồng thời địa chất biến động phức tạp, áp lực mỏ gia tăng theo chiều sâu bố trí công trình đã ảnh hưởng không nhỏ đến các quá trình sản xuất, đặt biệt công tác sửa chữa chống xén lò. Theo kết quả thống kê, hàng năm khối lượng mét lò chống xén rất lớn và tăng dần từ 56 nghìn mét (năm 2018) đến 76 nghìn mét (năm 2023) bằng 25÷30% tổng mét lò đào mới của TKV [1] làm tăng chi phí, gây ách tắc sản xuất và gia tăng nguy cơ mất an toàn trong quá trình khai thác than. Điều này ảnh hưởng không nhỏ đến an toàn lao động và hiệu quả khai thác của các đơn vị sản xuất than hầm lò.

Để giải quyết vấn đề trên, hầu hết các công trình nghiên cứu ứng dụng thực tế trong nước đã đề

xuất các giải pháp như: chống giữ bằng vì chống thép, bê tông, bê tông cốt thép; gia cường khối đá bằng neo (chất dẻo cốt thép, neo cáp); khoan bơm ép hỗn hợp vữa bê tông hoặc hóa chất; tính toán trụ bảo vệ đường lò, bố trí đường lò nằm ngoài vùng ứng suất của lò chợ và gần đây áp dụng công nghệ cắt vách bằng lỗ khoan dài... đã mang lại những hiệu quả nhất định [13]. Tuy nhiên, thực tế các đường lò dọc vỉa than vẫn bị biến dạng, sập lở, bốp méo hoặc bị phá hủy làm ảnh hưởng không nhỏ đến sản xuất mỏ. Do vậy, cần xem xét tổng thể về phương pháp tính toán, lựa chọn kết cấu chống và giảm áp khối đá nhằm nâng cao độ ổn định của đường lò.



**Hình 2. Khối lượng mét lò đào mới và chống xén của TKV giai đoạn 2018-2023**

## 2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Phân tích lựa chọn lý thuyết tính toán lựa chọn kết cấu chống đường lò dọc vỉa than

Hiện nay, hầu hết các tính toán tải trọng khối đá tác động lên đường lò dọc vỉa than ở các mỏ

than hầm lò vùng Quảng Ninh đã và đang sử dụng giả thuyết tính toán của giáo sư M.M. Protodiakonov và P.M. Simbarevich, lý thuyết này được xác định theo lý thuyết vòm cân bằng tự

nhiên trên cơ sở đặc điểm cơ lý của khối đá xung quanh đường lò như hệ số kiên cố, góc ma sát trong, hệ số ma sát, lực dính kết. Tuy nhiên, chưa đề cập đến áp lực động sinh ra trong quá trình lò chợ khai thác và ảnh hưởng của các công trình lân cận, cũng như ảnh hưởng của các loại kết cấu chống giữ được sử dụng (kết cấu chống linh hoạt, kết cấu chống cứng)... Vì vậy, trong thực tế các đường lò thường ổn định khi thi công, nhưng khi lò chợ vào khai thác, các đường lò bị mất ổn định rất nhanh, mức độ biến dạng cao, nén lún, bóp méo kết cấu chống dẫn đến phải chống xén, cá biệt một số đường lò phải xén lại nhiều lần để đảm bảo kích thước thông gió và thiết bị vận tải thông qua.

Trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu, các quy chuẩn hướng dẫn áp dụng cho việc tính toán xây dựng hệ chiếu chống giữ các đường lò dọc vỉa than dựa trên mức độ dịch chuyển, ứng suất-biến dạng của khối đá xung quanh đường lò (СНП П-94-80). Lý thuyết này được đề xuất bởi Viện VNIMI (Nga) vào những năm 80 của thế kỷ trước đã đề cập đến rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến đường lò như đặc tính cơ lý khối đá, đặc điểm cấu trúc khối đá, chiều sâu đặt đường lò, ảnh

hưởng của khai thác lò chợ và các đường lò xung quanh, thời gian tồn tại đường lò vv... Do đó, kết quả tính toán tải trọng thường lớn hơn so với lý thuyết vòm cân bằng tự nhiên và phản ánh đúng giá trị áp lực mỏ thực tế tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh.

Để so sánh sự phù hợp của hai lý thuyết nêu trên, bài báo thực hiện tính toán kiểm tra xác định tải trọng tác động lên đường Lò XVVT mức +0 khu I – GVD và lò XVTG mức -10 khu II - G175 mất ổn định mạnh, tiết diện đường lò bị thu hẹp còn 40÷50% và đã phải xén nhiều lần tại Công ty cổ phần than Vàng Danh có các đặc điểm điều kiện địa chất - kỹ thuật như sau: tiết diện đào 13,4 m<sup>2</sup>; đường lò XVVT mức +0 khu I – GVD ở độ sâu 420 m, đá bao quanh lò có độ bền nén đơn trục trung bình 20,8 MPa và lò XVTG mức -10 khu II - G175 ở độ sâu 350 m, đá bao quanh lò có độ bền nén đơn trục trung bình 25,2 MPa; chống giữ bằng vì thép SVP hình vòm linh hoạt, bước chống 0,5 m/vì khi sử dụng thép SVP-33 và 0,7 m/vì khi sử dụng thép SVP-27. Các kết quả tính toán được thể hiện tại Bảng 1.

**Bảng 1. Kết quả tính toán, so sánh kết quả tính theo lý thuyết vòm cân bằng tự nhiên và tính chuyển vị của viện VNIMI**

| STT | Các thông số                               | Đơn vị             | Tính theo phương pháp chuyển vị của viện VNIMI |                                   | Tính theo phương pháp Protodiakonov và T. Simbarevich |                                   |
|-----|--|--------------------|--|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
|     |  |                    | Lò XVVT mức +0 khu I - GVD                     | Xén lò XVTG mức -10 khu II - G175 | Lò XVVT mức +0 khu I - GVD                            | Xén lò XVTG mức -10 khu II - G175 |
| 1   | Tải trọng tác động nóc lò, P <sub>1</sub>  | kN/m               | 128  | 116,2                             | 76,8  | 57,6                              |
| 2   | Tải trọng tác động nền lò, P <sub>2</sub>  | kN/m               | 133,6  | 123,2                             | -   |                                   |
| 3   | Tải trọng tác động hông lò, P <sub>3</sub> | kN/m               | 121,1  | 112,9                             | 39,7  | 33,5                              |
| 4   | Thép làm vì chống                          | -                  | SVP-33   | SVP-27                            | SVP-33  | SVP-27                            |
| 5   | Lực mô men lớn nhất M <sub>max</sub>       | T.m                | 6,68   | 6,12                              | 4,75  | 3,2                               |
| 6   | Lực dọc tại mặt cắt mô men lớn nhất N      | T                  | 28,16  | 25,56                             | 10,9  | 8,93                              |
| 7   | Độ bền chịu uốn cho phép của thép          | kG/cm <sup>2</sup> | 2800   | 2800                              | 2800  | 2800                              |
| 8   | Giá trị kiểm tra bền của vì chống σ        | kG/cm <sup>2</sup> | 6585,5   | 6853,8                            | 4425,3  | 3801,8                            |
| 9   | Bước chống tính toán                       | m/vì               | 0,43   | 0,41                              | 0,63  | 0,74                              |
| 10  | Bước chống thực tế                         | m/vì               | 0,5  | 0,7                               | 0,5   | 0,7                               |



Từ Bảng 1 cho thấy, bước chống thực tế nhỏ hơn so với bước chống yêu cầu theo phương pháp tính toán Protodiakonov, nhưng các đường lò vẫn bị nén lún và chống xén lại nhiều lần, điều đó đã cho thấy sự thiếu phù hợp của lý thuyết sử dụng. Kết quả kiểm chứng bằng lý thuyết chuyển vị cho thấy, tải trọng theo tính toán lớn hơn nhiều so với lý thuyết của Protodiakonov, nên bước chống lớn nhất cho phép là 0,43 và 0,41 m/vì, nhỏ hơn rất nhiều so với bước chống thực tế đang áp dụng là 0,5 và 0,7 m/vì.

Trên cơ sở các phân tích trên, có thể nhận định áp lực động sinh ra trong quá trình lò chợ khai thác, cụ thể là áp lực tựa phía trước gương lò chợ là nguyên nhân cơ bản dẫn đến sự biến dạng lớn của khối đá xung quanh đường lò và làm mất ổn định của đường lò dọc vỉa than. Các kết quả tính toán và phân tích nêu trên đã cho thấy sự phù hợp của lý thuyết tính toán theo chuyển vị đất đá, phản ánh đúng so với diễn biến áp lực thực tế tác động lên đường lò. Bên cạnh đó, lý thuyết này được nghiên cứu tại các khoáng sàng than vùng Donbass (có điều kiện địa chất tương đồng với khoáng sàng than vùng Quảng Ninh), đã được kiểm chứng trong thực tế và được Nhà nước Liên bang Nga ban hành quy chuẩn áp dụng chung cho các mỏ khai thác hầm lò. Do vậy, lý thuyết này hoàn toàn có thể áp dụng để tính toán kết cấu chống giữ cho các đường lò thuộc các mỏ than hầm lò Việt Nam.

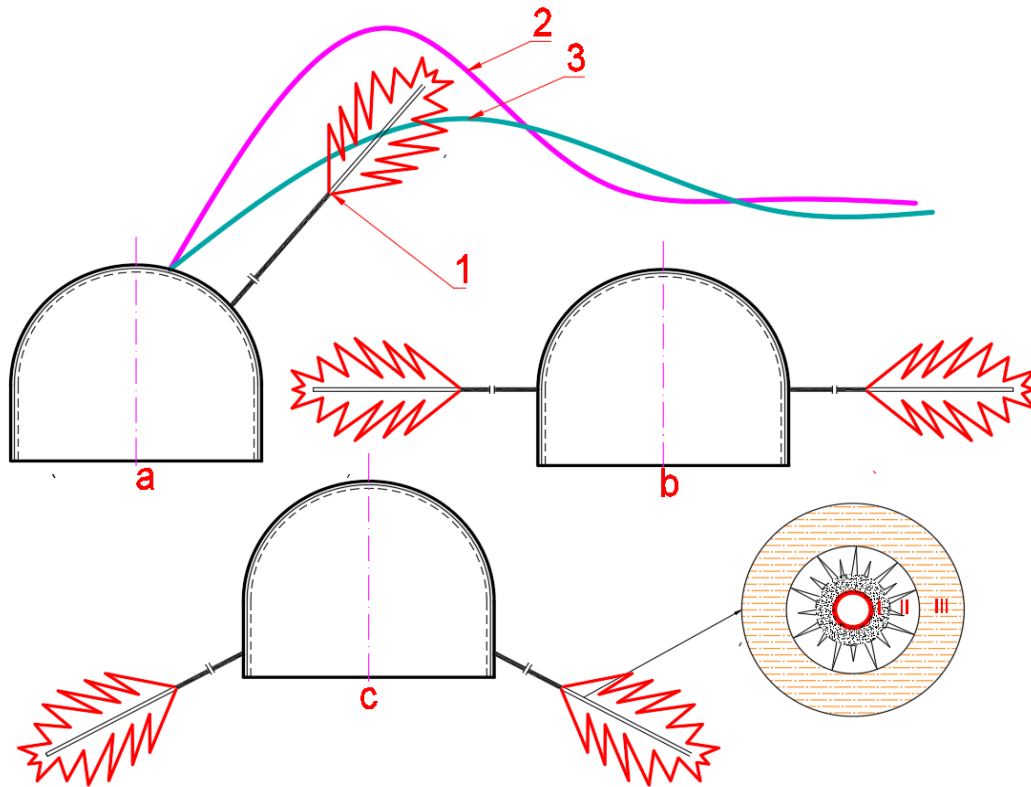
Tuy nhiên, việc giảm bước chống lò dọc vỉa sẽ làm chậm tiến độ thi công, tăng chi phí sản xuất do vậy cần xem xét nghiên cứu chống giữ độ ổn định của đường lò bằng kết cấu chống tổng hợp kết hợp với giải pháp giảm ứng suất của khối đá xung quanh đường lò.

## 2.2. Các giải pháp giảm áp lực tác động lên đường lò dọc vỉa than

Trong những năm gần đây, các nhà khoa học trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu ảnh hưởng của lò chợ khai thác đến trạng thái ổn định đường lò dọc vỉa than sử dụng các phương pháp như: phân tích lý thuyết; phương pháp nghiên cứu thực nghiệm; phương pháp mô phỏng số. Theo đó, đề xuất biện pháp giảm áp bằng lỗ khoan đường kính lớn hoặc bê gãy thủy lực nhằm giảm ứng suất khối đá, nâng cao độ ổn định của đường lò. Bản chất của các giải pháp trên là chủ động khoan các lỗ khoan đường kính lớn, khoan nổ mìn om hoặc

khoan lỗ khoan ép nước áp lực cao lên phía nóc, phía hông hoặc nền lò để tạo ra vùng rỗng, dập vỡ, khe nứt trong khối đá nhằm giải phóng một phần ứng suất tập trung của khối đá lên đường lò, khuếch tán xuống thấp và di chuyển sâu vào bên trong như Hình 3 dưới đây.

Khoan nổ mìn giảm ứng suất khối đá lần đầu tiên được áp dụng cho các mỏ các vàng ở Nam Phi vào những năm 1950 để ngăn ngừa sự xuất hiện của các vụ nổ đá hoặc giảm thiểu áp lực tác động lên đường lò, biện pháp này được coi là một cách hiệu quả để giảm thiểu sự tập trung ứng suất, biến dạng trong khối đá [13]. Giải pháp này được áp dụng liên tiếp để kiểm soát các vụ nổ đá trong các mỏ than ở Canada, Ba Lan, Cộng hòa Séc, Trung Quốc và các nước khai thác khác [5], [7], [10]. Giải pháp khoan nổ mìn bằng giảm áp lực tác động lên đường lò bằng lỗ khoan dài ở các vị trí nền lò, hông lò hoặc nóc lò đã được nhiều nhà khoa học nghiên cứu thực nghiệm [9],[12]. Các kết quả quan trắc tại đường lò dọc vỉa lò chợ 8107 vỉa 8 mỏ Lục An, An Huy, Trung Quốc cho thấy, ứng suất của khối đá xung quanh đường lò trước/sau nổ mìn là 18,3/15,6-9,3 MPa, đường lò không còn biến dạng lớn trong quá trình lò chợ khai thác; tốc độ sụt lún của đường lò dọc vỉa chợ 212 mỏ Tu Thành, Quý Châu giảm đến 74,5% và đường lò ổn định, không phải chống xén [16]. Theo phân tích lý thuyết về quá trình nổ mìn, khi thuốc nổ phát nổ trong đá ứng suất giới hạn, đá xung quanh thành lỗ bị sóng xung kích nổ nghiền nát, tạo thành vùng nghiền nát. Tiếp theo sóng xung kích nổ nhanh chóng phân rã thành sóng ứng suất, các vết nứt đá được tạo ra và mở rộng dưới tác động kết hợp của sóng ứng suất và khí nhiệt độ cao, tạo thành vùng nứt. Lúc này, năng lượng biến dạng đàn hồi tích tụ trong đá được giải phóng dọc theo bề mặt vết nứt trước khu vực lò chợ sang vùng dẻo. Kết quả là vùng tập trung ứng suất của đường ứng suất được giải phóng, khuếch tán xuống thấp và di chuyển sâu vào bên trong [7],[16]. Tuy nhiên, các nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng, rung động nổ mìn có thể gây hư hại cho đường lò nếu không tường minh rõ điều kiện địa chất, các vùng biến dạng xung quanh đường lò và các tham số khoan nổ mìn, cũng như vị trí khoan được tính toán phù hợp [10]. Vì vậy, giải pháp nổ mìn giảm áp chủ yếu được sử dụng để ngăn ngừa các sự cố nổ đá/than.



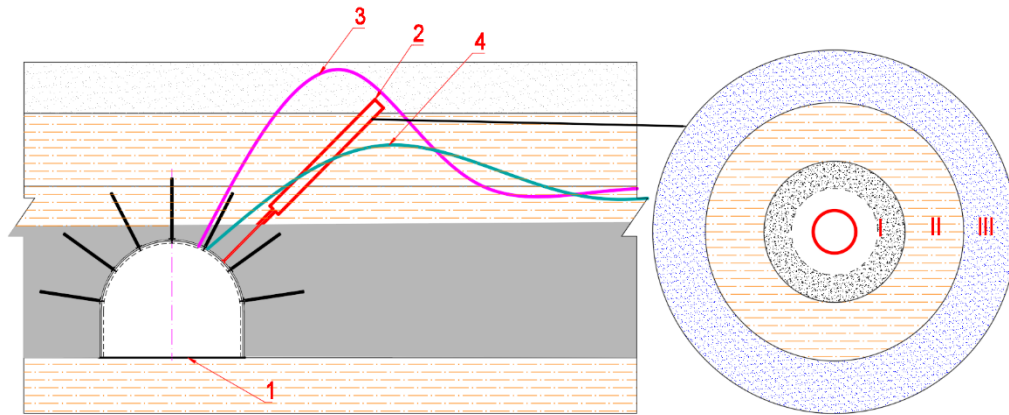
**Hình 3: Sơ đồ nguyên lý giảm áp bằng khoan nổ mìn**

a) khoan nổ mìn khu vực phía trên nóc lò; b) khoan nổ mìn về 2 phía hông lò;  
c) khoan nổ mìn phía nền lò

1-Lỗ mìn; 2-Đường tập trung ứng suất trước khi nổ mìn giảm áp; 3-Đường tập trung ứng suất sau khi nổ mìn giảm áp; vùng I- dập vỡ; II- nứt nẻ; III- vùng chấn động đàn hồi

Giảm áp lực lỗ khoan có đường kính lớn là một phương pháp hiệu quả để giảm sự tập trung ứng suất cho các khu vực có ứng suất cao. Hiện nay, phương pháp này đã được sử dụng rộng rãi trong các mỏ than hầm lò và đã trở thành một trong những phương pháp chính để nâng cao độ ổn định của đường lò dọc vỉa than và giảm thiểu nổ than/đá. Nó có quy trình xây dựng tương đối đơn giản, chi phí thấp, vận hành dễ dàng và ít ảnh hưởng đến sản xuất. Nhiều nhà khoa học đã tiến hành rất nhiều các nghiên cứu về công nghệ giảm áp bằng lỗ khoan. Chuan Yang và cộng sự đã nghiên cứu cơ chế giảm áp lực của lỗ khoan đường kính lớn bằng cách sử dụng các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm và mô phỏng số [4]. Zhang và cộng sự đã nghiên cứu sự thay đổi của cường độ nén đơn trục và chỉ số tiêu tán năng lượng của đá sau khi khoan và phân tích các đặc điểm phát

triển vết nứt trong than/đá. Nghiên cứu trên có ý nghĩa to lớn trong việc hiểu cơ chế đằng sau việc giảm áp lực lỗ khoan đường kính lớn. Liu Zhigang và cộng sự đã mô phỏng, phân tích các đặc điểm phân bố ứng suất của khối than/đá dưới các thông số lỗ khoan giảm áp khác nhau [10]. Nghiên cứu này đã chỉ ra rằng lỗ khoan có đường kính thay đổi và mở rộng ở vùng có ứng suất cực đại càng lớn sẽ nâng cao hiệu quả giảm áp, nhưng khi đường kính lỗ khoan quá lớn sẽ làm suy yếu vì neo hoặc quá nhỏ sẽ làm tăng biến dạng của đường lò [11]. Kết quả áp dụng thực tế tại đường lò dọc mức -100 và lò dọc vỉa chợ 6307 mỏ than Đường Khẩu, Sơn Đông, Trung Quốc cho thấy, mức độ biến dạng biên đường lò sau khi áp dụng giải pháp khoan giảm áp bằng các lỗ khoan có đường kính mở rộng giảm từ 80% xuống 16% [7], [11].



**Hình 4- Giảm áp bằng lỗ khoan có đường kính mở rộng [9]**

a) Sơ đồ nguyên lý khoan lỗ mìn giảm áp; c) Đường tập trung ứng suất xung quanh lỗ khoan có các đường kính khác nhau; 1- Đường lò; 2- Lỗ khoan giảm áp; 3- Đường tập trung ứng suất trước khi khoan giảm áp; 4- Đường tập trung ứng suất sau khi khoan giảm áp; vùng I- dập vỡ; I- vùng dẻo; III-vùng đàn hồi

Công nghệ khoan cắt vách kết hợp nổ mìn định hướng lần đầu tiên được áp dụng tại lò chợ I-10-9 vỉa 10 khu Khe Chàm I, Quảng Ninh đã duy trì, ổn định hơn 500 mét lò dọc vỉa phía sau gương lò chợ khai thác đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật – an toàn khi tái sử dụng, tiết kiệm được trên 8,6 tỷ đồng [3]. Các kết quả thử nghiệm đạt được mở ra triển vọng lớn giải quyết vấn đề tiết kiệm tài nguyên và giảm chi phí đào lò khi khai thác các vỉa than có chiều dày trung bình, dốc thoải đến nghiêng.

Bản chất của giải pháp giảm áp bằng phương pháp phá vỡ thủy lực khối than/đá là bơm một chất lỏng dưới áp suất cao, thâm nhập vào khối than/đá thông qua các vết nứt và lỗ rỗng, lan rộng một khoảng cách đáng kể từ giếng theo hướng xuyên tâm. Đầu tiên, nước xâm nhập vào các khoảng trống và vết nứt lớn dưới dạng thẩm thấu, sau đó vào các lỗ rỗng và vết nứt nhỏ dưới dạng mao mạch, cuối cùng thông qua sự khuếch tán trong các hệ thống vết nứt và khoảng trống nhỏ. Khi nước thâm nhập lấp đầy không gian lỗ rỗng và thay thế pha khí bằng chất lỏng sẽ làm thay đổi tính chất cơ lý của khối than/đá và làm giảm độ dòn và cường độ của khối đá, từ đó giảm áp lực của đá tác động lên đường lò [19].

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Lần đầu tiên giải pháp phá vỡ thủy lực được sử dụng trong các mỏ hầm lò vào năm 1890 để ngăn chặn vụ nổ bụi. Sau đó, phương pháp này đã được

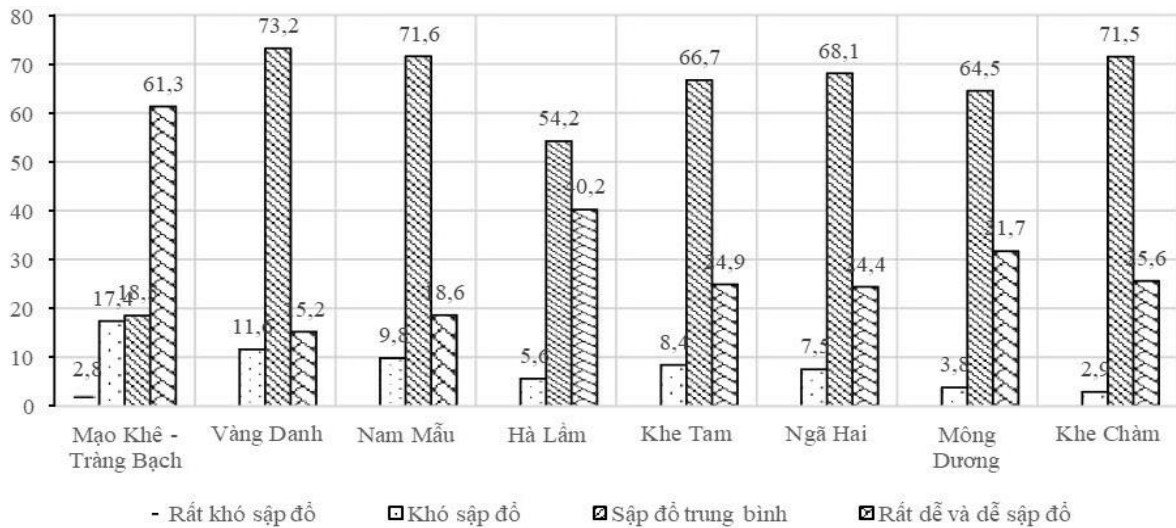
thay thế bằng khí trợ và chỉ đến giữa những năm 1930, nó mới bắt đầu được sử dụng trở lại ở Ruhr-Đức và các khu vực khác trên thế giới. Ở Nga, các thí nghiệm đầu tiên về làm ẩm than/đá được thực hiện vào năm 1935 tại Viện Makeyevka và chủ yếu ở trung tâm khoa học VostNII. Các nhà khoa học như Ksenofontova A.I., Burchakov A.S., Panov G.E., Chernov O.I., Trubitsyn A.V., Kudryashov V.V., Zhuravlev V.P. và những người khác đã đóng góp rất lớn cho lý thuyết làm ẩm sơ bộ của khối đá. Trong những năm gần đây, công nghệ bể gãy thủy lực đã được sử dụng rộng rãi và trở thành biện pháp hữu hiệu để làm suy yếu đá vách khó sập đổ, khai thác các vỉa than có hiện tượng động lực học, ngăn chặn nổ bụi, nổ than/đá và xuất khí đột ngột và giảm áp lực của đá xung quanh trong đường lò. Các thông số chính của việc bơm nước vào khối than bao gồm chiều dài giếng và chiều dài bịt kín, khoảng cách giữa các giếng, áp suất bơm, thời gian và tốc độ ép nước [18].

Lý thuyết biến dạng trục để nghiên cứu tính ổn định của khối đá xung quanh đường lò đã được nghiên cứu và đã chỉ ra rằng sự phá hủy đá xung quanh đường lò không phải là tức thời mà là một quá trình cơ học dần dần theo không gian và thời gian. Trong đó, sự thay đổi tỷ lệ trục của đường ứng suất bằng các giải pháp kết hợp “gia cường-giảm áp sâu” và “chống giữ-giảm áp sâu” đóng vai trò quyết định trong việc kiểm soát sự phá hủy của khối đá xung quanh đường lò [8]. Các kết quả nghiên cứu, áp dụng cho thấy, trạng thái phân bố ứng suất của đá xung

quanh giảm đến 30-50%, tỷ lệ chống xén, sửa chữa đường lò giảm gần 90% ở đường lò dọc vỉa -1000, mỏ Tứ Đông, Hoài Nam, Trung Quốc và chi phí lao động giảm từ 30-40% so với khi chưa áp dụng khoan giảm áp khối đá [9].

Trên cơ sở tổng hợp đánh giá, phân loại đá vách của 08 mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh theo tính sập đổ (Hình 5) và tổng hợp, phân tích các nghiên cứu, kết quả áp dụng các giải pháp nâng cao độ ổn

định của đường lò trên thế giới cho thấy: (i) các khu vực có đá vách thuộc loại sập đổ trung bình chiếm tỷ lệ lớn nhất từ 54,2-73,2%, dễ sập đổ chiếm từ 15,2-61,3%; (ii) các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, giải pháp khoan nổ mìn và bẻ gãy thủy lực giảm áp có quy trình – kỹ thuật thi công khá phức tạp và chủ yếu được sử dụng để ngăn ngừa nổ than/đá (than đá cứng), bụi và xuất khí đột ngột và có quy trình thi công.



Hình 5. Phân loại đá vách theo tính sập đổ đá vách

Do vậy, giải pháp khoan giảm áp bằng lỗ khoan đường kính mở rộng phân đoạn để nâng cao độ ổn định của đường lò dọc vỉa than đề xuất phù hợp với điều kiện địa chất – kỹ thuật mỏ than hầm lò Vùng Quảng Ninh. Giải pháp này đã được áp dụng rộng rãi và đạt kết quả đường lò ổn định tốt tại mỏ than hầm lò ở Trung Quốc. Nó có quy trình xây dựng tương đối đơn giản, chi phí thấp, vận hành dễ dàng và ít ảnh hưởng đến sản xuất.

4. KẾT LUẬN

➢ Các vấn đề liên quan đến ứng suất biến dạng của khối đá và việc duy trì ổn định lò chuẩn bị trong quá trình khai thác than hầm lò luôn là những thách thức trọng yếu, đặc biệt trong bối cảnh độ sâu khai thác tại các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh ngày càng gia tăng. Điều kiện địa chất phức tạp và áp lực mỏ tăng theo chiều sâu bố trí công trình, dẫn đến khối lượng chống xén hàng năm của các mỏ chiếm từ

25-30% tổng khối lượng mét lò đào mới, làm tăng chi phí sản xuất và tiềm ẩn nhiều nguy cơ mất an toàn;

➢ Trên cơ sở lý thuyết vòm cân bằng tự nhiên của M.M. Protodiakonov và P.M. Simbarevich, cùng với lý thuyết chuyển vị đất đá của Viện VNIMI, đã thực hiện các phương pháp tính toán tải trọng cho đường lò. Kết quả cho thấy lý thuyết chuyển vị đất đá phản ánh đúng hơn về áp lực mỏ so với lý thuyết vòm cân bằng, đưa ra tải trọng lớn hơn và phản ánh đúng giá trị áp lực mỏ thực tế tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh;

➢ Từ các phân tích tổng hợp các giải pháp giảm áp khối đá, đặc điểm điều kiện địa chất – kỹ thuật của các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh, nhóm tác giả nhận thấy giải pháp khoan giảm áp khối đá bằng lỗ khoan đường kính mở rộng phân đoạn và tính toán áp lực mỏ theo lý thuyết chuyển vị của Viện VNIMI sẽ giúp nâng cao được độ ổn định của đường lò dọc vỉa than □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (2023). Báo cáo khối lượng mỏ TKV giai đoạn 2018-2023
- [2]. Đào Viết Đoàn (2016). Phân bố ứng suất xung quanh lò chợ và xác định kích thước trụ bảo vệ khi đào đường lò gần khu vực đã khai thác. *Công nghiệp mỏ*, số 3-2016, 76-79.
- [3]. Trần Tuấn Ngạn, et al., 2023. Kết quả áp dụng thử nghiệm công nghệ khai thác không để lại trụ bảo vệ tại khu Khe Chàm I - Công ty Than Hạ Long. *Công nghiệp mỏ*, số 2, 12-21
- [4]. Chuan Yang, et al. (2017). Laboratory and numerical experiments on pressure relief mechanism of large-diameter boreholes. *Chin. J. Geotech. Eng*, 39, 1115–1122.
- [5]. Dou Linming, et al. (2020). Study on prevention technology of rock burst by break-tip blasting and its effect estimation. *Coal Sci Technol*. 48:24–32.
- [6]. Fulian He, et al. (2016). Deformation and failure mechanism and control technology of large section coal roadway subjected to severe mining dynamic load. *Journal of Mining and Safety Engineering*, vol. 33, no. 3, pp. 423–440.
- [7]. Gu Shitan, et al. (2012). Study on the pressure relief mechanism and engineering application of segmented enlarged-diameter boreholes. *Sustainability*, 14(9), 5234.
- [8]. Hao Jian, et al. (2022). Analysis of surrounding rock control technology and its application on a dynamic pressure roadway in a thick coal seam. *Energies*, 15(23), 9040.
- [9]. Kang Hongpu, et al. (2022). Destressing technology for rock around coal mine roadways and its applications. *Coal Science and Technology*, 50(6), 1-15.
- [10]. Konicek, P., et al. (2017). Rockburst prevention via distress blasting of competent roof rocks in hard coal longwall mining. In *ISRM AfriRock-Rock Mechanics for Africa*. ISRM-2017-035.
- [11]. Liu Zhigang, et al. (2022). Study on rationality of large diameter pressure relief drilling parameters under different coal seam conditions. *Geotechnical and Geological Engineering*, 40(11), 5425-5436.
- [12]. Qi Fuzhou, et al. (2021). Stability Control Mechanism of High-Stress Roadway Surrounding Rock by Roof Fracturing and Rock Mass Filling. *Advances in Civil Engineering*, 2021(1), 6658317.
- [13]. Roux AJA, et al. (1958). De-stressing: a means of ameliorating rockburst conditions: Part I: The concept of de-stressing and the results obtained from its application. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy (JSAIMM)* 59(1): 66–68.
- [14]. Wang Jiong, et al. (2014). Failure mechanism of the subinclined shaft in floor under mining influence and its control. *Journal of China Coal Society*, vol. 39, no. 8, pp. 1463–1472.
- [15]. Wu Shaokang, et al. (2014). Study on the stress evolution law of surrounding rock and co-operative control technology in coal seam group mining [J]. *Coal Science and Technology* 52, 24–37.
- [16]. Zhang Hua-lei, et al. (2013). Study on failure evolution laws and control technology of roadway surrounding rock under mining circumstances. *Journal of Mining and Safety Engineering*, vol. 30, no. 5, pp. 653–664.
- [17]. Zhang Shichuan, et al. (2019). Effective evaluation of pressure relief drilling for reducing rock bursts and its application in underground coal mines. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci*. 2019, 114, 7–16
- [18]. Елкин И. С., и др. (2013). Расчет эффективного радиуса увлажнения при использовании поверхностно-активных веществ. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*, (4 (98)), 10-13.5.5.
- [19]. Макнии, ВостНИГРИ (1966). *Инструкция по борьбе с пылью методом предварительного увлажнения угольных пластов*. Издательство Недр (1966 г. )
- [20]. Скопинцева О. В. и др. (2006). Научные основы влагохимреагентной тепловой обеспыливающей обработки угольного массива и горной массы. *Горный информационно-аналитический бюллетень* (научно-технический журнал) 3: 210-218.
- [21]. СНиП П-94-80. Подземные горные выработки



## LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo được hỗ trợ kinh phí từ đề tài nghiên cứu cấp cơ sở của Trường Đại học Mỏ - Địa chất, mã số T24-18.

---

**DISCUSSION ON SOLUTIONS TO REDUCTION OF ROCK MASS STRESS AROUND COAL SEAM ROADWAY IN QUANG NINH UNDERGROUND MINES**

Duc Hung Pham<sup>1,\*</sup>, Van Quan Pham<sup>2</sup>, Van Duy Than<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ha Noi University of Mining and Geology, 18 Vien Street, Ha Noi, Vietnam

<sup>2</sup>Institute of Mining Science and Technology, 3 Phan Dinh Giot, Ha Noi, Vietnam

## ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 02/11/2024

Revised: 23/12/2024

Accepted: 05/01/2025

<sup>1,\*</sup> Corresponding author:

Email: phamduchung@humg.edu.vn

---

**ABSTRACT**

*At present, underground coal mines in the Quang Ninh region are increasingly being developed deeper and extending production areas further from the center, leading to a larger volume of tunnel excavation and increased pressure. According to statistics, the annual volume of roadways supported and cut in underground coal mining units ranges from 56,000 to 76,000 meters (approximately 25 to 30% of the total new tunnel excavation), which increases costs and raises safety risks during the mining process. This has a significant impact on labor safety and the efficiency of underground coal mining units. In this paper, the authors conducted research and synthesized analyses of solutions to enhance the stability of coal seam roadways. The solutions include calculation methods, the selection of support structures and rock pressure reduction techniques, as well as the mechanisms for pressure reduction and their application conditions in various countries around the world. Based on this, the paper proposes solutions to reduce stress in the rock mass surrounding the roadways tailored to the geological and technical conditions of underground coal mines in the Quang Ninh region with the aim of improving roadway stability and reducing the volume of support and cut required during production.*

**Keywords:** rock mass stress reduction, supporting and trimming, hydraulic pressure relief, mining solutions

---

@ Vietnam Mining Science and Technology Association