



BẢN TIN

TƯ VẤN VÀ CÔNG NGHỆ MỎ

CONSULTING AND TECHNOLOGY BULLETIN FOR MINING INDUSTRY

Số 5/2024

CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN ĐẦU TƯ MỎ VÀ CÔNG NGHIỆP - VINACOMIN

Phát huy truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”, thi đua lao động sản xuất hoàn thành thắng lợi kế hoạch năm 2024



Đồng chí Vũ Anh Tuấn - Tổng giám đốc Tập đoàn và đồng chí Lê Thanh Xuân - Chủ tịch Công đoàn TKV thăm hỏi, động viên công nhân Than Quang Hanh



Đồng chí Nguyễn Huy Nam - Phó Tổng giám đốc Tập đoàn tặng quà công nhân Than Hòn Gai thi đua lao động sản xuất ngày Truyền thống ngành Than 12/11



Sản xuất trên khai trường Bắc Bàng Danh - Than Hà Tu ngày 12.11.2024



Sôi động sản xuất trên khai trường Than Đèo Nai - Cọc Sáu



CHỊU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG

Trưởng Ban Biên tập

ThS. Lê Văn Duẩn, Giám đốc, Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin

Phó Trưởng Ban Biên tập

ThS. Nguyễn Việt Hùng, Phó Giám đốc, Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin

BAN BIÊN TẬP

KS. Trần Tiến Huệ, Thư ký BBT

KS. Dương Phi Hùng, Thành viên

ThS. Trần Văn Điều, Thành viên

ThS. Phạm Xuân Tráng, Thành viên

ThS. Phạm Tú Phương, Thành viên

ThS. Phí Trung Kiên, Thành viên

KS. Võ Chí Trung, Thành viên

CN. Trần Thị Ngọc Bích, Thành viên

TOÀ SOẠN

Địa chỉ: số 565 Đ. Nguyễn Trãi, P. Thanh Xuân

Nam, Q. Thanh Xuân, TP. Hà Nội

Điện thoại: (+84) 24 3552 4045

Email: tuvancongnghemo@gmail.com

Giấy phép xuất bản số 47/GP-XBBT ngày 16/8/2024 của Cục Báo chí - Bộ Thông tin và Truyền thông.

In tại Công ty TNHH Đầu tư Thương Mại In Hồng Đức, Số nhà 59, xóm Trên, thôn Đại Tự, xã Kim Chung, huyện Hoài Đức, Thành phố Hà Nội

MỤC LỤC

KHAI THÁC LỘ THIÊN

- Lê Việt Phương, Phí Trung Kiên, Trần Văn Hùng, Lê Đức Phương
Nghiên cứu lựa chọn phương pháp khoan nổ mìn hợp lý cho các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh của TKV2

KHAI THÁC HÀM LÒ

- Phạm Tú Phương, Nguyễn Việt Hùng
Nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn thi công đường lò đến các kết cấu công trình lân cận.....9

XÂY DỰNG MỎ

- Nguyễn Mai Hoa
Nghiên cứu kỹ thuật rải lưới tự động tốc độ nhanh trên cơ sở máy đào lò neo19

THÔNG GIÓ MỎ

- Lại Thị Linh Chi
Tổng quan về các hệ thống thông gió mỏ hầm lò33

KHO BÃI

- Trần Tiến Huệ
Các vấn đề kinh tế và môi trường của kho than hở và kho than kín ..40

KINH TẾ MỎ

- Trần Tiến Huệ
Phân tích các tiêu chí đầu tư chính: NPV, IRR và thời gian hoàn vốn45
- Trần Tiến Huệ
Sự chuyển đổi của các công ty than Trung Quốc theo khái niệm yêu cầu ESG để phát triển bền vững50

TIN VĂN

Nghiên cứu lựa chọn phương pháp khoan nổ mìn hợp lý cho các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh của TKV

>> ThS. Lê Việt Phương, ThS. Phí Trung Kiên, TS. Lê Đức Phương, ThS. Phạm Xuân Tráng
Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin

Tóm tắt: Bài báo trình bày về nghiên cứu lựa chọn phương pháp khoan nổ mìn hợp lý cho các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh của TKV. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các mỏ than lộ thiên Cọc Sáu-Đèo Nai và Bắc Bàng Danh sử dụng các máy khoan xoay cầu chạy điện có đường kính lỗ khoan $d = 250$ mm đối với khu vực trên cao và các máy khoan xoay cầu hoặc đập đáy thủy lực có $d = 230\div 250$ mm đối với khu vực đáy mỏ; còn mỏ Cao Sơn sử dụng các máy khoan xoay cầu chạy điện có $d = 250$ mm đối với khu vực trên cao và đất đá có $f \leq 13$, và các máy khoan xoay cầu hoặc đập đáy thủy lực có $d = 230\div 300$ mm đối với khu vực đáy mỏ và khu vực đất đá có $f > 13$ là hợp lý. Ngoài ra, các mỏ cần sử dụng mạng nổ tam giác đều với việc nạp thuốc phân đoạn hoặc kết hợp phân đoạn với liên tục để nâng cao chất lượng đập vỡ đất đá.

Abstract: This article presents TKV's research on choosing appropriate drilling and blasting methods for open-pit coal mines in the Quang Ninh region. Research results show that Coc Sau-Deo Nai and Bac Bang Danh open-pit coal mines use electric rotary ball drills with $d = 250$ mm for elevated areas and rotary ball drills or bottom dams. hydraulic has $d = 230\div 250$ mm for mine bottom area; Cao Son mine uses electric rotary drilling machines with $d = 250$ mm for high areas and rock with $f \leq 13$, and rotary drilling machines or hydraulic bottom dams with $d = 230\div 300$ mm for mine bottom areas and rock areas $f > 13$ is reasonable. In addition, mines need to use equilateral triangle blasting networks with fractional loading or a combination of fractional and continuous to improve rock crushing quality.

1. Đặt vấn đề

Các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) có tuổi thọ còn lại từ 15÷20 năm nữa và tiếp tục đóng góp sản lượng than từ 30÷35% tổng sản lượng của toàn ngành than trong nhiều năm tới. Khối lượng đất đá bóc từ 125÷140 triệu m³/năm, trong đó tỷ lệ đất đá phải làm toi trước khi xúc bóc bằng khoan nổ mìn chiếm từ 85÷90%, khi càng xuống sâu thì tỷ lệ này sẽ càng lớn. Để nâng cao hiệu quả công tác khoan nổ mìn, góp phần nâng cao hiệu quả khai thác cho các Công ty quản lý và khai thác các mỏ, ngoài việc lựa chọn các chỉ tiêu và thông số khoan nổ, còn cần phải nghiên cứu lựa chọn phương pháp khoan nổ mìn hợp lý cho các mỏ.

2. Lựa chọn phương pháp khoan nổ mìn

Trong công tác khoan nổ mìn thì việc lựa chọn phương pháp khoan, đường kính lỗ khoan phù hợp với điều kiện tự nhiên, tính chất cơ lý của đất đá và các dây chuyền đồng bộ thiết bị (ĐBTB) được sử dụng là yếu tố quyết định tới hiệu quả của công tác khoan nổ mìn.

Độ tạo khối của đất đá có ảnh hưởng rất nhiều đến việc lựa chọn đường kính lỗ khoan. Áp dụng lỗ khoan đường kính lớn khi gặp khu vực đá nứt nẻ khối lớn sẽ mở rộng được mạng lưới lỗ khoan, nhưng khả năng sinh đá quá cỡ cũng rất cao do việc bố trí thuốc nổ đúng vào vị trí các khối đá lớn là khó thực hiện được. Trong khi việc áp dụng lỗ khoan đường kính nhỏ đối với khu vực đất đá nứt nẻ khối lớn sẽ cho kết quả tốt hơn.

Theo GS. TSKH. N. IA Repin nên chọn đường kính lỗ khoan theo độ tạo khối của

đất đá và yêu cầu tác động của nổ mìn đến mức phá khối đá ra cỡ yêu cầu theo quan hệ như được thể hiện ở bảng 1.

Theo Viện sỹ H. B Menhicov việc lựa

chọn phương pháp khoan, loại máy khoan (đường kính lỗ khoan) cần dựa vào độ kiên cố của đất đá và loại đá mỏ xem bảng 2.

Bảng 1. Quan hệ của đường kính lỗ khoan theo độ tạo khối của đất đá

TT	Độ tạo khối (cấp nứt nẻ)	Yêu cầu tác động nổ đến mức phá khối đá ra cỡ yêu cầu	Đường kính lỗ khoan d, mm
1	Khối nhỏ (I-II)	Tách các hòn đá mà không cần phá vỡ	250÷320
2	Khối trung bình (III)	Phá các hòn đá tối thiểu ra hai phần	190÷250
3	Khối lớn (IV-V)	Phá các cục đá khối lớn	≤ 150

Bảng 2. Lựa chọn máy khoan theo độ bền nén

TT	Phương pháp khoan	Loại máy khoan	Đường kính lỗ khoan d, mm	Đất đá cần khoan	δ_n , MPa
1	Khoan xoay cầu	CBIII-200	200	Đá cứng, khá kiên cố	60÷120
		CBIII-250	250	Đá cứng, kiên cố	80÷130
		CBIII-320	320	Đá rất cứng	120÷160
2	Khoan xoắn	CBP-200	200	Đá mềm trung bình	20÷60
3	Khoan đập xoay	CbY-160	160	Đá cứng, mài mòn cao	120÷180

Từ bảng 2 cho thấy khả năng khoan đá cứng của máy khoan đập xoay, đồng thời cũng cho thấy hạn chế của máy khoan xoay cầu có $d \leq 250$ mm đối với đất đá có cường độ kháng nén $\delta_n > 130$ Mpa. Máy khoan xoay cầu có $d = 250$ mm có thể khoan được đất đá có $\delta_n > 140$ Mpa, nhưng khi đó năng suất khoan giảm đi gần 2 lần so với đất đá có $\delta_n < 120$ Mpa. Tóm lại, với máy khoan CBIII-250 chỉ nên khoan đất đá có $\delta_n = 80 \div 120$ Mpa là hiệu quả nhất.

Theo Viện sỹ V.V Rjevski, việc lựa chọn máy khoan cần dựa trên cơ sở mối liên kết công nghệ và tổ chức của các quá trình khoan và nổ mìn với công tác xúc bốc, vận chuyển khi đạt được chất lượng yêu cầu đập vỡ đất đá với chi phí nhỏ nhất. Việc lựa chọn máy khoan và kiểu máy khoan phải căn cứ vào đặc tính công nghệ của đất đá mỏ (mức độ khó khoan, khó nổ mìn, khó phá vỡ, nói chung là mức độ khó khai thác của đất đá), dung tích gàu xúc (quy mô của công tác mỏ

và tổ chức công tác khoan.

Việc lựa chọn máy khoan được thực hiện gián tiếp qua kích thước cỡ hạt đất đá trung bình với các thông số làm việc của các thiết bị khai thác trong dây chuyền ĐBTB và được thể hiện qua công thức:

$$d_{tb} \leq 0,75 \sqrt[3]{E}$$

Trong đó: E – dung tích gàu xúc của máy xúc tay gàu, m³.

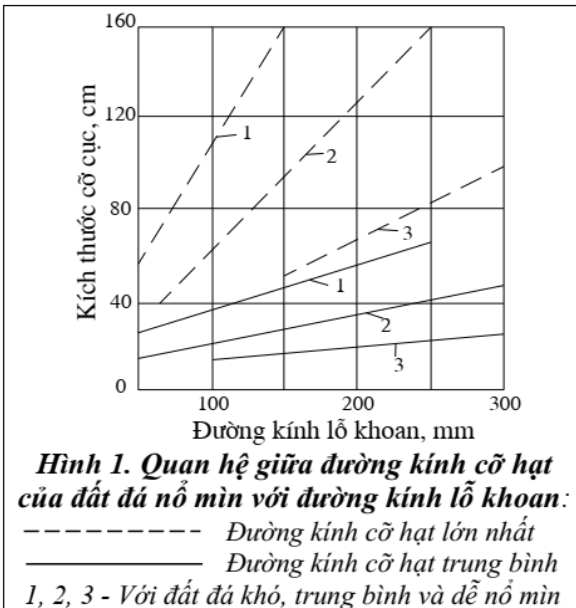
Quá trình nghiên cứu lý thuyết và thực tế sản xuất, các nhà khoa học mỏ Liên bang Nga (LB Nga) đã chỉ ra rằng: Trong điều kiện các mỏ lộ thiên của LB Nga, trường hợp sử dụng máy xúc tay gàu có dung tích gàu $E = 4 \div 8$ m³ kết hợp với ô tô có tải trọng $q = 27 \div 75$ tấn, khi đất đá có độ nổ trung bình và dễ nổ thì kích thước hợp lý của cỡ hạt đất đá trung bình có thể được xác định theo công thức:

$$d_{tbl} \approx (0,15 \div 0,2) \sqrt[3]{E}, m$$

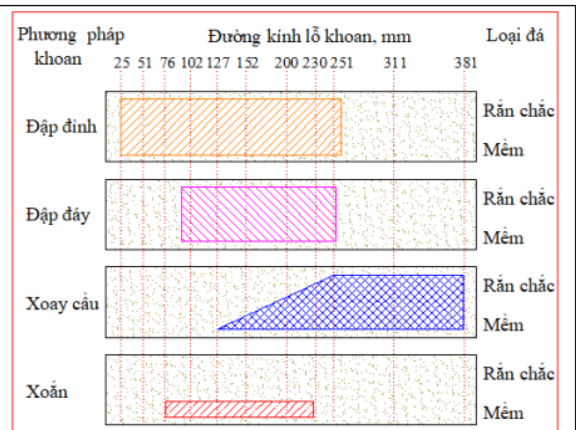
Trị số nhỏ tương ứng với đất đá dễ nổ, còn trị số lớn tương ứng với đất đá có độ nổ trung bình. Tất nhiên, từ đây có thể suy rộng ra đối với đất đá khó nổ thì cần phải tăng trị số kích thước cục trung bình vì khi đó chi phí khoan nổ tăng nhanh hơn chi phí xúc.

Đối với máy xúc thủy lực, kích thước trung bình tối ưu của cỡ hạt đất đá nổ mìn theo dung tích gàu xúc được xác định theo công thức:

$$d_{tb} = (0,171 \div 0,183) \sqrt[3]{E}, m$$



Theo GS. TSKH. L.I Gluxkin, từ kết quả công tác thực nghiệm trên một số mỏ khai thác lộ thiên của LB Nga đã xây dựng mối quan hệ giữa đường kính lỗ khoan và kích thước cỡ hạt của đất đá nổ mìn đối với 3 loại đất đá: Nứt nẻ nhiều, dễ nổ (kích thước trung bình của khối đến 0,5 m); nứt nẻ trung bình (kích thước trung bình của khối từ 0,5÷1,2 m); ít nứt nẻ, khó nổ (kích thước trung bình của khối >1,2 m) xem hình 1.



Ngoài ra, theo các nhà khoa học Thụy Điển, việc lựa chọn phương pháp và đường kính lỗ khoan phụ thuộc vào điều kiện đất đá như được trình bày ở hình 2. Từ hình 2 cho thấy:

- Đối với phương pháp khoan đập - xoay (đập đỉnh) có thể áp dụng cho tất cả các loại đất đá có độ kiên cố khác nhau với đường kính lỗ khoan $d = 25 \div 255$ mm.

- Đối với phương pháp khoan đập - xoay (đập đáy) cũng có thể áp dụng cho tất cả các loại đất đá có độ kiên cố khác nhau với đường kính lỗ khoan $d = 89 \div 252$ mm.

- Đối với phương pháp khoan xoay cầu, khi các loại đất đá có độ kiên cố trung bình chỉ nên áp dụng đường kính lỗ khoan $d \geq 200$ mm, còn khi đất đá có độ kiên cố cao thì

cần dùng đường kính lỗ khoan $d \geq 250$ mm mới hợp lý.

Sau khi đã lựa chọn phương pháp khoan và phạm vi đường kính lỗ khoan, để lựa chọn loại máy khoan ta cần so sánh chi phí giờ máy và giá thành khoan nổ 1 m³ đất đá của từng loại. Khi đó, ý nghĩa quyết định là năng suất máy khoan, giá thành khoan và cả độ tin cậy của máy.

Các nhà khoa học mỏ trong và ngoài nước đã nghiên cứu và từ thực tế sản xuất cho thấy, chi phí của máy khoan xoay cầu chạy điện (loại máy CbIII-250) thấp hơn máy khoan thủy lực. Tuy nhiên, trong điều kiện khí hậu nắng lắm mưa nhiều như ở Việt Nam, khi khai thác ở các tầng dưới sâu thì máy khoan thủy lực cơ động nên phù hợp

với điều kiện làm việc hơn.

Dựa vào kết quả nghiên cứu ở trên cho thấy, để phù hợp với phương hướng và cường độ khai thác của các mỏ than lộ thiên lớn vùng Quảng Ninh, ĐBTB được lựa chọn

phù hợp với điều kiện sản trạng, tính chất cơ lý của đất đá mỏ, quy mô sản lượng mỏ, phương pháp khoan và đường kính lỗ khoan lựa chọn đối với các mỏ xem bảng 4.

Bảng 4. Phương pháp khoan và đường kính lỗ khoan của các mỏ than lộ thiên

Tên mỏ	Sản lượng đất bóc, tr.m ³ /n	Phân loại đất đá		Chọn máy khoan		
		Khó khoan	Khó nổ	Phương pháp khoan	d mm	Loại máy khoan
Cao Sơn	50÷55	Khó	Khó	Đập đáy; xoay cầu	230÷300	Thủy lực; xoay cầu
Cọc Sáu-Đèo Nai	35÷40	Trung bình ÷ khó	Trung bình ÷ khó	Đập đáy; xoay cầu	230÷250	Thủy lực; xoay cầu
Bắc Bàng Danh	40÷45	Trung bình	Trung bình	Đập đáy; xoay cầu	230÷250	Thủy lực; xoay cầu

Những máy khoan kể trên là loại phổ biến và thông dụng trên thế giới, đồng thời cũng đã và đang sử dụng nhiều ở Việt Nam. Các Công ty có thể tham khảo và lựa chọn phụ thuộc vào tính chất cơ lý đất đá và điều kiện kỹ thuật của mỏ mình.

3. Lựa chọn phương pháp nổ mìn

3.1. Lựa chọn loại thuốc nổ thích hợp

Mỗi loại đất đá có những đặc tính khác nhau, yêu cầu có chế độ đặt lực phù hợp nhằm tạo điều kiện thuận lợi nhất cho quá trình phá hủy: Đất đá kiên cố, cứng, giòn, liền khối, dạng xung phù hợp là lực lớn - tác dụng nhanh (tương ứng với thuốc nổ có công suất lớn) còn đất đá mềm, dai, nứt nẻ thì ngược lại dạng xung phù hợp là lực nhỏ hơn nhưng tác dụng kéo dài (tương ứng với thuốc nổ dạng hạt công suất trung bình và dưới trung bình).

Để tiết kiệm năng lượng nổ và đảm bảo chất lượng đập vỡ thì cần căn cứ vào tính chất của đất đá để chọn loại thuốc nổ cho phù hợp. Với đất đá kiên cố, nứt nẻ ít (nhóm IV và V theo độ nổ) cần chọn thuốc nổ có công suất cao. Trong đất đá mềm, dai, nứt nẻ (nhóm I) nên chọn loại thuốc nổ có công suất thấp và trung bình. Với đất đá trung bình và trên trung bình (nhóm II và III) nên ưu tiên chọn thuốc nổ công suất trung bình.

Hiện nay trên thế giới có rất nhiều loại

thuốc nổ khác nhau được sử dụng trong ngành mỏ lộ thiên. Tuy nhiên, ở Việt Nam chỉ có một số loại thuốc nổ được sử dụng trong ngành mỏ do Tổng công ty Công nghiệp Hóa chất mỏ - Vinacomin và do Bộ Quốc phòng sản xuất. Chúng có giá cả và các tính năng kỹ thuật khác nhau.

Các loại thuốc nổ được sử dụng phổ biến nhất hiện nay là: Thuốc nổ ANFO rời, ANFO đóng túi, nhũ tương rời, nhũ tương quốc phòng, v.v... Các loại thuốc nổ này có các ưu điểm là giá thành rẻ, chất lượng tốt đã được sử dụng nhiều năm, không gây độc hại và phù hợp với các điều kiện địa chất tại Việt Nam.

3.2. Lựa chọn phương pháp nổ và phương tiện nổ

3.2.1. Phương pháp nổ

Phương pháp nổ mìn hiệu quả nhất hiện nay là nổ mìn vi sai và cũng đang được sử dụng phổ biến trên các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh. Đây là phương pháp nổ mìn tiên tiến nhất đã được áp dụng phổ biến ở các mỏ lộ thiên lớn, nó hơn hẳn phương pháp nổ tức thời bởi những ưu điểm sau:

- Có khả năng điều khiển được mức độ đập vỡ, nâng cao hệ số sử dụng hữu ích năng lượng nổ do tăng thời gian tác dụng nổ trong khối đá, mở rộng vùng đập vỡ có điều khiển.
- Có thể mở rộng mạng lưới thông số mà

vấn đảm bảo chất lượng đập vỡ do tạo thêm được bề mặt tự do mới, các hàng trong không cần tăng chi tiêu thuốc nổ, vì vậy giảm được chi phí khoan nổ.

- Có khả năng điều khiển được hướng phá đá sao cho có lợi nhất nhờ sơ đồ vi sai và thời gian vi sai thích hợp. Điều này góp phần nâng cao chất lượng đập vỡ do loại trừ vùng ứng suất thấp, giảm mô chân tầng, tăng cường độ đập vỡ phụ giữa các khối đá khi dịch chuyển nhờ sử dụng các sơ đồ vi sai thích hợp.

- Quy mô nổ mìn tăng lên, giảm chấn động, giảm sóng đập không khí và khoảng cách đá văng. Đây là vấn đề hết sức quan trọng đối với các mỏ nằm gần các khu dân cư hoặc các công trình công nghiệp.

3.2.2. Phương tiện nổ

Hiện nay trên các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh đang sử dụng phổ biến mạng kíp vi sai phi điện là hợp lý. Tuy nhiên, cũng có thể dùng các loại phương tiện nổ như: Mạng kíp điện vi sai; Hệ thống truyền tín hiệu nổ.

3.3. Lựa chọn kết cấu lượng thuốc nổ (LTN)

Một trong những biện pháp nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng nổ là sử dụng kết cấu LTN phù hợp. Trong lỗ khoan có đường kính lớn, việc sử dụng LTN phân đoạn không khí đã thực sự phát huy được hiệu quả. Tuy nhiên, nó chỉ thích hợp khi lỗ khoan khô, mật độ nạp mìn cao, tạo điều kiện có được khoảng trống không khí. Trong thực tế, lỗ khoan khô thì việc nạp thuốc hạt rời, rẻ tiền, mật độ thấp, người ta thiên về sử dụng cột thuốc liên tục với phương châm sử dụng tối đa chiều sâu lỗ khoan để nạp thuốc, lúc đó bán kính đập vỡ sẽ được mở rộng.

Thông thường người ta dùng thuốc có năng lượng cao hơn ở phía dưới của lỗ khoan; còn thuốc nổ hạt rẻ tiền, công suất trung bình và thấp ở phần trên. Còn trong trường hợp ngược lại, đất đá phần trên kiên cố, phân dưới mềm thì hoặc là dùng thuốc nổ mạnh phía trên, thuốc nổ yếu hơn nằm phía dưới, hoặc dùng một loại thuốc nổ.

Trong điều kiện có nước thì lựa chọn kết cấu phối hợp 2 loại thuốc nổ, thuốc nổ chịu nước

được nạp hết chiều cao cột nước, còn thuốc nổ không chịu nước được nạp ở phần khô.

Căn cứ đặc điểm cấu tạo, điều kiện tự nhiên và tính chất cơ lý các loại đất đá tại các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh của TKV, các thông số hệ thống khai thác, các tổ hợp ĐBTB, kinh nghiệm nâng cao mức độ đập vỡ đất đá trên thế giới và để thuận lợi cho công tác thi công khoan, nạp mìn và nổ mìn, chúng tôi đề xuất một số sơ đồ nạp thuốc mìn như sau:

3.3.1. Sơ đồ nạp thuốc liên tục

Sơ đồ này được áp dụng trong trường hợp chiều cao tầng trung bình $h = 15$ m, các lỗ khoan có chiều cao búa $L_b < 7 \div 7,5$ m tùy theo đường kính lỗ khoan d . Sử dụng thuốc nổ ANFO thường cho các khu vực đất đá không có nước ngầm hoặc sử dụng thuốc nổ ANFO thường kết hợp với thuốc nổ nhũ tương chịu nước đối với các khu vực đất đá có nước ngầm. Các lỗ khoan được bố trí theo mạng tam giác đều, nạp thuốc liên tục. Trong các lỗ khoan sử dụng 02 môi nổ (01 môi nổ đặt bằng vị trí mặt tầng sau nổ mìn và 01 môi nổ ở vị trí 2/3 cột thuốc tính từ dưới đáy lên) để kích nổ lượng thuốc nổ. Chi tiết xem hình vẽ 3.

3.3.2. Sơ đồ nạp thuốc phân đoạn

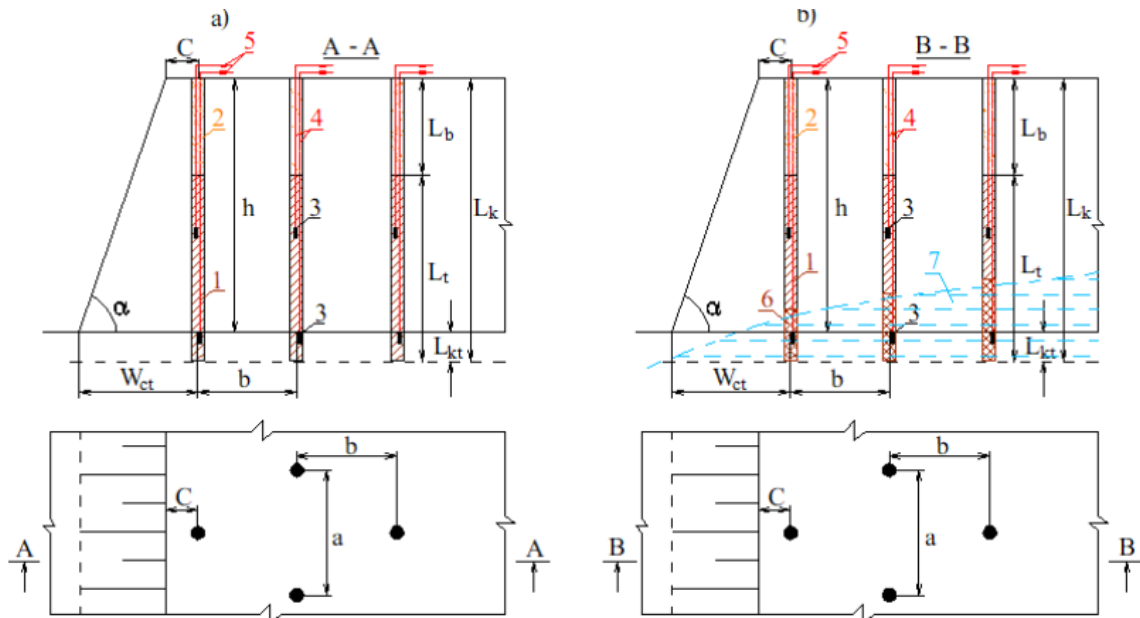
Đối với các khu vực đất đá có độ khối và độ kiên cố lớn, để nâng cao chất lượng đập vỡ đất đá một cách đồng đều nhất cần giảm chiều cao cột búa về giá trị nhỏ nhất (khoảng 20 lần trị số đường kính lỗ khoan). Sử dụng búa cát hoặc không khí có chiều cao $1,5 \div 3,5$ m để phân đoạn cột thuốc. Sơ đồ bố trí lỗ khoan và loại thuốc nổ sử dụng cho đất đá khô và đất đá ngậm nước tương tự như trường hợp sơ đồ khoan nổ mìn cấu tạo cột thuốc liên tục. Chi tiết xem hình 4.

3.3.3. Sơ đồ nạp thuốc kết hợp liên tục với phân đoạn

Sơ đồ này được áp dụng trong trường hợp chiều cao tầng trung bình $h = 15$ m, các lỗ khoan có chiều cao búa $L_b \geq 7 \div 7,5$ m tùy theo đường kính lỗ khoan d , nhất là các hàng lỗ khoan phía trong (khi các hàng lỗ khoan có chiều cao búa và chiều cao cột thuốc khác nhau); để đảm bảo chất lượng đập vỡ đất đá

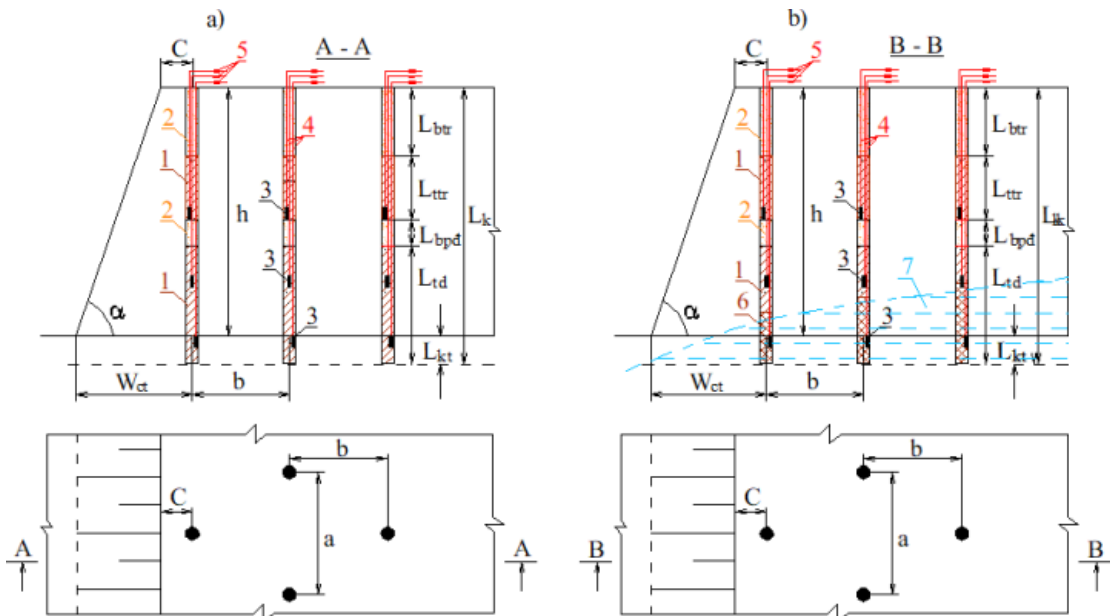
đồng đều nhất và giảm lượng đá quá cỡ, cần nạp thuốc phân đoạn. Khi đó có thể hàng lỗ khoan phía ngoài nạp thuốc liên tục, còn các

hàng lỗ khoan phía trong nạp thuốc phân đoạn xem hình 5.



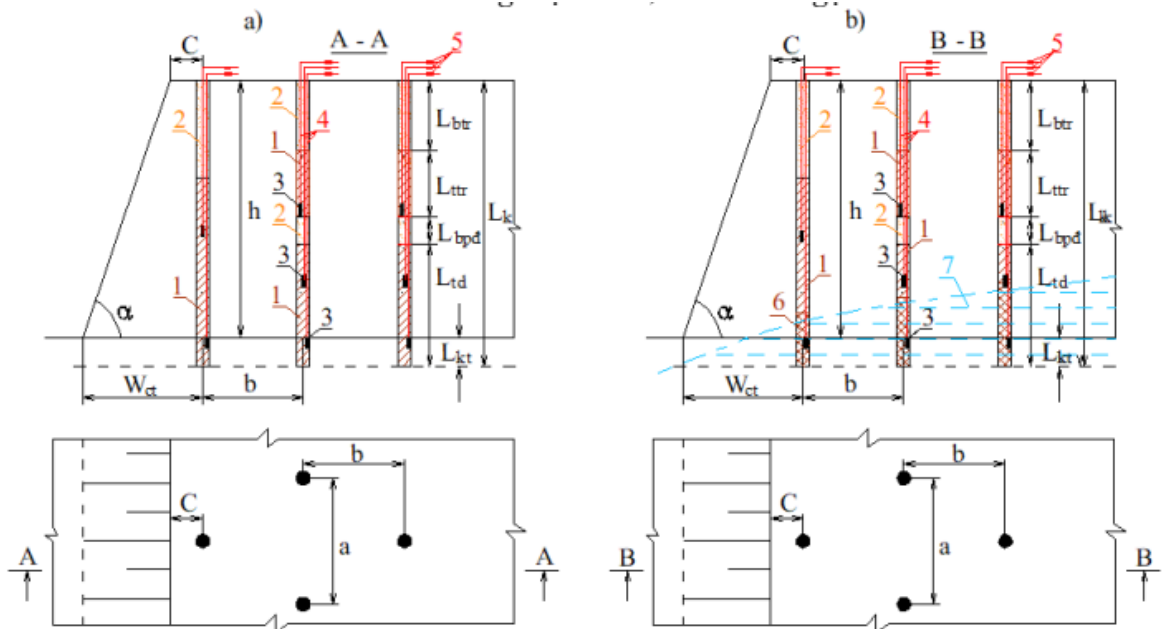
Hình 3. Sơ đồ khoan nổ mìn nạp thuốc liên tục

a - khu vực đất đá không có nước ngầm; *b* - khu vực đất đá ngầm nước
 1 - thuốc nổ ANFO thường; 2 - bua cát; 3 - mìn nổ; 4 - dây điện; 5 - kíp nổ vi sai phi điện;
 6 - thuốc nổ nhũ tương chịu nước; 7 - đất đá ngầm nước.



Hình 4. Sơ đồ khoan nổ mìn nạp thuốc phân đoạn

a - khu vực đất đá không có nước ngầm; *b* - khu vực đất đá ngầm nước
 1 - thuốc nổ ANFO thường; 2 - bua cát; 3 - mìn nổ; 4 - dây điện; 5 - kíp nổ vi sai phi điện;
 6 - thuốc nổ nhũ tương chịu nước; 7 - đất đá ngầm nước.



Hình 5. Sơ đồ khoan nổ mìn nạp thuốc kết hợp

a- khu vực đất đá không có nước ngầm; b- khu vực đất đá ngầm nước

1 - thuốc nổ ANFO thường; 2 - bua cát; 3 - môi nổ; 4 - dây điện; 5 - kip nổ vi sai phi điện; 6 - thuốc nổ nhũ tương chịu nước; 7 - đất đá ngầm nước.

4. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu ở trên cho thấy:

- Các mỏ than lộ thiên Cọc Sáu-Đèo Nai và Bắc Bàng Danh sử dụng các máy khoan xoay cầu chạy điện có $d = 250$ mm đối với khu vực trên cao và các máy khoan xoay cầu hoặc đập đáy thủy lực có $d = 230 \div 250$ mm đối với khu vực đáy mỏ. Mỏ Cao Sơn sử dụng các máy khoan xoay cầu chạy điện có $d = 250$ mm đối với khu vực trên cao và đất đá có $f \leq 13$, và các máy khoan xoay cầu hoặc đập đáy thủy lực có $d = 230 \div 300$ mm đối với khu vực đáy mỏ và khu vực đất đá có $f > 13$ là hợp lý.

- Sử dụng các loại thuốc nổ và phương tiện nổ hiện có trong nước. Tuy nhiên, cần tiếp tục nghiên cứu chế tạo các loại thuốc nổ rẻ tiền hơn và giải pháp nạp thuốc nổ không chịu nước trong các lỗ khoan có nước để giảm chi phí về thuốc nổ. Đồng thời áp dụng mạng nổ tam giác đều với việc nạp thuốc phân đoạn hoặc kết hợp phân đoạn với liên tục./.

Tài liệu tham khảo

1. Surface drilling and blasting, Tamrock, 1995.

2. Rzhnevsky V.V. (1987), Opencast mining technology and integrated mechanization, Mir Publishers Moscow.

3. Репин Н.Я. (1978), Подготовка и экскавация вскрышных пород угольных разрезов. Москва “Недра”.

4. Мельников Н.В., Марченко Л.Н. (1957), Методы повышения коэффициента полезного использования энергии взрыва, Изд. Игд АН СССР, Москва.

5. Ржевский В.В. (1978), Процессы открытых горных работ, Москва.

Nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn thi công đường lò đến các kết cấu công trình lân cận

>> Th.S. Phạm Tú Phương, Th.S. Nguyễn Việt Hùng

Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomín

>> PGS.TS. Đặng Văn Kiên, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt: Vấn đề đánh giá sự ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đào đường lò mới đến kết cấu tồn tại lân cận như kết cấu chống cô định của đường lò cũ lân cận, tuyến ống dẫn, các công trình đang sử dụng trước đó trong lòng đất, công trình bề mặt, nền móng các công trình mặt mỏ... có ý nghĩa quan trọng trong quá trình thiết kế quy hoạch đường lò mới. Bài báo trình bày hướng nghiên cứu mới về giải pháp lựa chọn vị trí tuyến đường lò mới dựa trên việc đánh giá ảnh hưởng của chấn động nổ mìn từ việc thi công đường lò mới tại các vị trí khác nhau trong không gian khối đá bao quanh đến các kết cấu tồn tại lân cận. Tiêu chuẩn đánh giá được lựa chọn ở đây vẫn đề đảm bảo giá trị vận tốc dao động phần tử lớn nhất (Peak Particle Velocity-PPV) có giá trị nhỏ nhất trong các phương án và nhỏ hơn tiêu chuẩn hiện hành.

Abstract: This paper presents a new solution to study the effect of blast vibration at new tunnel face on lining of an adjacent existing tunnel. By numerical simulation and field data in-situ, the minimum distance between two tunnels is given to insure the safe of the existing tunnel lining. The location of the adjacent existing tunnel is fixed, the location of the new tunnel is moved on a circular. The radial of the circular is the minimum distance between two tunnels. A comparison the peak particle velocities which are obtained by above numerical model will give an optimal location of new tunnel in which the effect of blast vibration at new tunnel face on lining of an adjacent existing tunnel is minimal.

1. Đặt vấn đề

Việc đánh giá ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường lò lân cận đã được nghiên cứu theo hướng khối thuốc nổ đặt cùng mức với trục kết cấu công trình tồn tại lân cận như đường lò cũ lân cận, tuyến ống nằm trong lòng đất như đặt bên sườn hay phía trước gương đường lò (Hình 1). Ngoài ra, một số tác giả đã nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động khi nổ khối thuốc nổ đặt ngay trong đường lò (các vụ nổ do khủng bố,...) hoặc ảnh hưởng của vụ nổ trên mặt đất đến các đường lò (nổ mìn do bom đạn bề mặt đến các công sự).

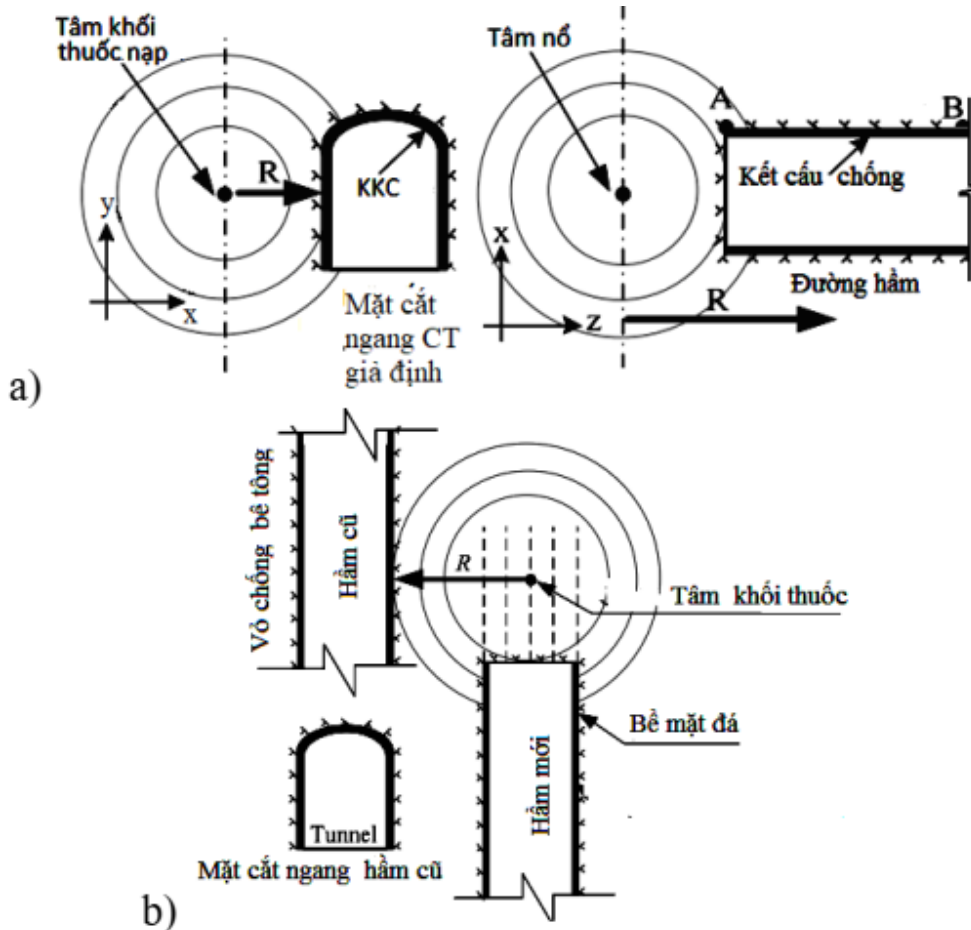
Ngoài các vị trí mô tả trên Hình 1 thì việc nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường lò khi nổ mìn tại các vị trí khác trong không gian chưa được nghiên cứu. Các nghiên cứu vẫn đề trên chủ yếu thực hiện trên mô hình 2D. Tại đây, gần như chưa có kết quả nghiên cứu bằng mô hình 3D.

Hiện nay trên thế giới khi nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn người ta thường sử dụng hai phương pháp chủ yếu gồm:

Phương pháp đo đạc hiện trường, sử dụng các cảm biến đo vận tốc dao động đỉnh phần tử (Peak Particle Velocity-PPV); đo gia tốc dao động đỉnh phần tử (Peak Particle Acceleration-PPA) và chuyển vị của các phần tử (Displacement ...) theo các dải tần số khác nhau. Trong các nghiên cứu (Dang V.K, 2013; Đặng Văn Kiên, 2014; Đặng Văn Kiên, 2016; Đặng Văn Kiên, 2017; F. L. Pellet, V. K. Dang và n.n.k, 2013); (M. Keshavarz, V.K. Dang và n.n.k, 2013); (Van Kien DANG, 2013; Van Kien Dang, 2016; Võ Trọng Hùng, Đặng Văn Kiên và n.n.k, 2018). Tác giả sử dụng dữ liệu đo đạc tại hầm Croix-Rousse, Lyon, CH Pháp là kết quả của phương pháp đo đạc thực nghiệm để nghiên cứu đặc tính truyền sóng, kiểm chứng mô hình số xây dựng được. Từ kết quả đo đạc sẽ

tiến hành phân tích dữ liệu đo, xây dựng các quy luật về sự ảnh hưởng của các thông số cơ lý của khối đá, đặc tính và khối lượng thuốc nổ lớn nhất đồng thời, khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến vị trí quan sát từ đó xây dựng các công thức kinh nghiệm cho phép xác định khối lượng thuốc nổ lớn nhất đồng thời, khối lượng thuốc nổ cho một chu kỳ nổ nhằm đảm bảo an toàn cho vỏ chống bê tông của đường hầm cũ (Dang V.K, 2013; Đặng Văn Kiên, 2014; Đặng Văn Kiên; 2016, Đặng Văn Kiên, 2017; F. L. Pellet, V. K. Dang và n.n.k, 2013); (M. Keshavarz, V.K. Dang và n.n.k, 2013); (Van Kien DANG, 2013; Van Kien Dang, 2016; Võ Trọng Hùng, Đặng Văn Kiên và n.n.k, 2018).

Phương pháp mô hình số được xây dựng trên phương pháp phân tử hữu hạn, sai phân hữu hạn, phân tử biên... Các mô hình số được xây dựng trong điều kiện gần giống với điều kiện thực tế cho phép dự báo tương đối chính xác chấn động gây ra bởi nổ mìn đào hầm. Sự kết hợp của hai phương pháp thực nghiệm và phương pháp số bằng phần mềm Abaqus sẽ đưa ra kết quả dự báo tương đối chính xác ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu chống công trình ngầm. Thông qua kết quả đo đạc, các kết quả của mô hình số được kiểm chứng và được sử dụng dự báo trong các điều kiện tương tự. Ngoài ra, dựa trên mô hình số đã được kiểm chứng chúng ta có thể tiến hành khảo sát ảnh hưởng của



Hình 1. Mối quan hệ giữa vị trí khối nổ thi công đường lò mới đến kết cấu chống giữ đường lò cũ trong các trường hợp mô tả khác nhau: a - Trường hợp mô tả theo mặt cắt thẳng đứng; b - Trường hợp mô tả trên mặt bằng

các thông số đầu vào như: đặc tính cơ lý của đất đá, đặc tính áp lực nổ của thuốc nổ, hệ số giảm chấn đến chấn động nổ mìn. Mặc dù khi tiến hành mở rộng hầm lánh nạn tại dự án hầm đường bộ qua đèo Hải Vân có sử dụng phương pháp đo đặc hiện trường tuy nhiên qua đánh giá cho thấy các dữ liệu đo chưa hoàn toàn được kiểm chứng và khó sử dụng để kết hợp với mô hình số.

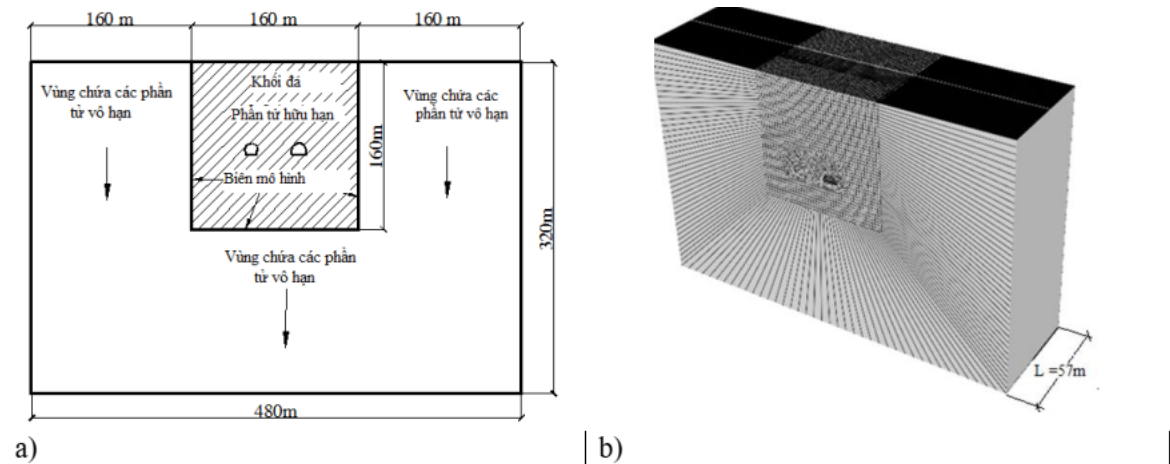
2. Một số kết quả nghiên cứu đã thực hiện

2.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường hầm tồn tại lân cận tại dự án đường lò Croix-Rousse

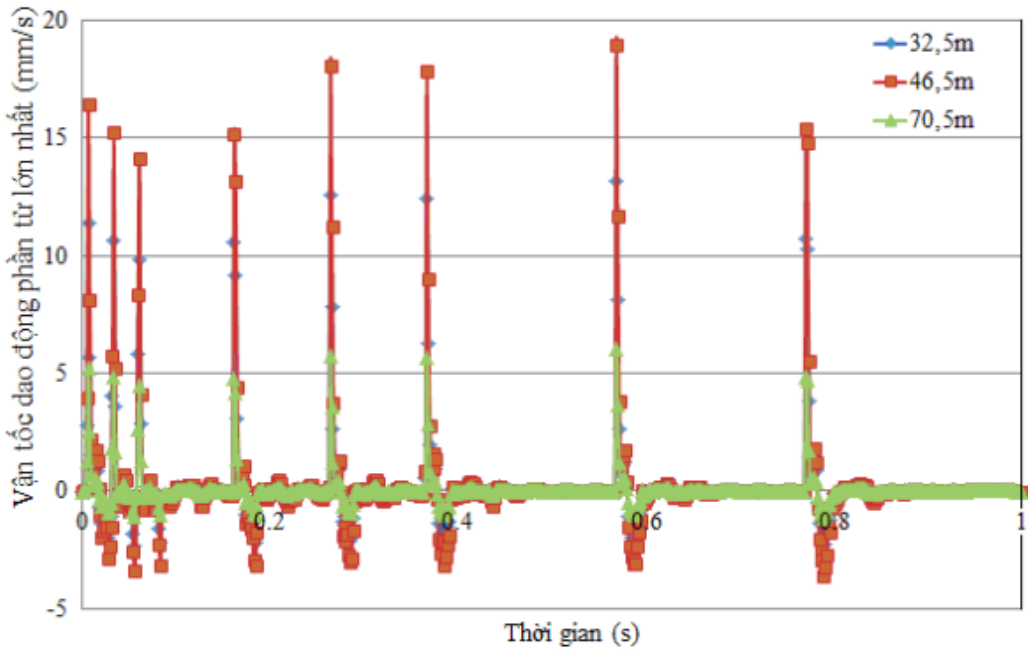
Việc khảo sát ảnh hưởng của khoảng cách giữa hai đường lò đã được một số tác giả chú ý nghiên cứu và đã có những kết quả nhất định. Khi nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu chống cố định của đường hầm Croix-Rousse, Lyon, Pháp. Đường hầm giao thông đô thị Croix-Rousse (Lyon, Pháp) nằm giữa sông Rhône và sông Saône. Chiều dài đường hầm bằng 1757,5 m; diện tích mặt cắt ngang bằng 84,10 m². Vị trí đường hầm nằm ở khu vực rất đông dân cư, có nhiều tòa nhà nằm gần [3]. Tại đây có một đường hầm cũ dạng vòm tường thẳng tồn tại nằm song song với đường hầm mới. Khu vực nghiên cứu chủ yếu là đá granite. Sau khi xây dựng và kiểm chứng mô hình số,

tác giả Đặng Văn Kiên [3]-[7] đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của khoảng cách D giữa hai đường hầm đến mức độ chấn động của kết cấu chống cố định của đường hầm cũ. Kích thước mô hình số 2 chiều 2D và ba chiều 3D được thể hiện trên Hình 2. Mô hình vật liệu, mô hình áp lực, điều kiện biên như đã chọn trong các phần nghiên cứu trước [3]-[7]. Kết quả khảo sát mối quan hệ giữa khoảng cách hai đường hầm (D) cùng mức đến vận tốc dao động phần tử lớn nhất (PPV) trong kết cấu chống của đường hầm cũ lân cận trong mô hình 3D thể hiện trên Hình 2b.

Kết quả ảnh hưởng của khoảng cách giữa hai đường hầm (D) đến mức độ chấn động trong kết cấu chống của đường hầm liên kề lân cận (Hình 3) cho thấy: vận tốc dao động phần tử lớn nhất trong kết cấu chống tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa hai đường hầm. Trên cơ sở tiêu chuẩn về giá trị vận tốc dao động phần tử lớn nhất cho phép lấy theo các tiêu chuẩn Bảng 1, Bảng 2, Bảng 3 cho kết cấu chống bê tông cố định là khoảng 15 mm/s, ta xác định được khoảng cách nhỏ nhất cho phép giữa hai đường hầm là $D_{min}=32,5$ m ứng với lượng thuốc nổ lớn nhất nổ tại dự án đường hầm Croix-Rousse đã được tính chuyển ra áp lực nổ lên biên đường hầm trong mô hình áp lực nổ [3]-[7].



Hình 2. Kích thước mô hình số trong nghiên cứu: a - Mô hình số 2 chiều (2D); b - Mô hình số 3 chiều (3D)



Hình 3. Kết quả ảnh hưởng của khoảng cách giữa hai đường hầm (D) đến mức độ chấn động trong kết cấu chống của đường hầm liền kề lân cận

Bảng 1. Tiêu chuẩn GB 6722-2003 của Trung Quốc về an toàn cho phép “PPV_{min}” của kết cấu chống bê tông cố định của đường hầm dưới ảnh hưởng của chấn động nổ mìn [4]

Đối tượng bảo vệ	Vận tốc chấn động nổ mìn an toàn cho phép (vận tốc dao động lớn nhất), mm/s		
	f ≤ 10 Hz	10 Hz < f ≤ 50 Hz	f > 50 Hz
Đường hầm thủy điện	70~80	80~100	100~150
Đường hầm giao thông	100~120	120~150	150~200
Đường hầm mỏ	50~180	180~250	200~300

Bảng 2. Tiêu chuẩn Đức DIN4150 1999-02, phần 3 áp dụng cho kết cấu chống đường hầm [4]

Tần số (Hz)	Vận tốc dao động lớn nhất (mm/s)			
	1 ÷ 10	10 ÷ 50	50 ÷ 100	> 100
Kết cấu chống	40	40 ÷ 80	80 ÷ 100	Nhỏ nhất 100

Tại Việt nam hiện nay đang sử dụng QCVN 01:2019/BCT của Bộ Công Thương, tỉ lệ khoảng cách và giá trị vận tốc dao động phần tử lớn nhất để đảm bảo công trình an toàn phải thỏa mãn yêu cầu trong Bảng 4 (QCVN 01:2019/BCT). Ngoài ra cho phép

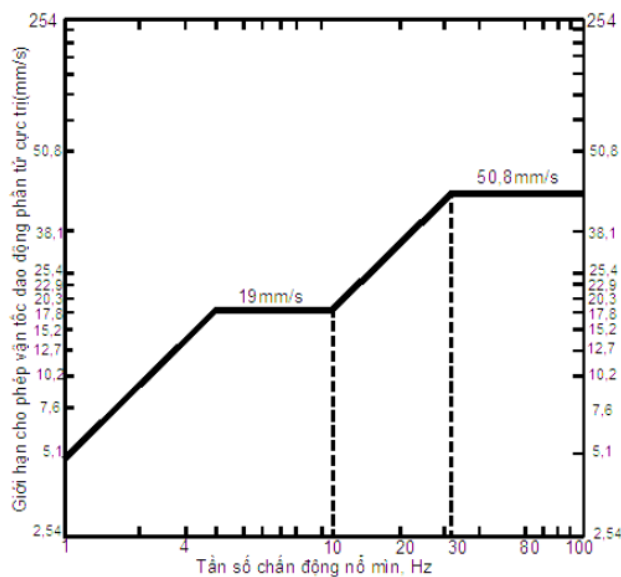
áp dụng Đồ thị 1 để xác định mức cho phép của vận tốc dao động phần tử cực trị ở dải tần số thấp thay cho Bảng 4.

Bảng 3. So sánh một số tiêu chuẩn quốc gia và chỉ dẫn mức độ chấn động tới bê tông non và bê tông cứng liền khối [4]

Nước	Tuổi bê tông				Ghi chú
	0÷3 ngày	3÷7 ngày	7÷28 ngày	>28 ngày	
Mỹ	-	6mm/s	51mm/s	-	
Trung Quốc	15÷20 mm/s	30÷40 mm/s	70÷80 mm/s	-	≤10 Hz
	20÷25 mm/s	40÷50 mm/s	80÷100 mm/s	-	10÷50 Hz
	25÷30 mm/s	50÷70 mm/s	100÷120 mm/s	-	≥50 Hz
Na Uy	5÷50 mm/s	50 mm/s	70mm/s	100 m/s	
Phần Lan	45 mm/s	50 mm/s	70 mm/s	70 mm/s	Khoảng cách 1 m
	90 mm/s	100 mm/s	140 mm/s	140 mm/s	Khoảng cách 10 m
Thụy Điển	-	-	-	70 mm/s	Khoảng cách 1 m
	-	-	-	134 mm/s	Khoảng cách 10 m
	30 mm/s	30 mm/s	-	-	Nếu $f_c \leq 12$ MPa

Bảng 4. Vận tốc dao động cực trị cho phép (QCVN 01:2019/BCT)

Khoảng cách từ vị trí nổ mìn đến công trình gần nhất	Vận tốc dao động cực trị cho phép
Từ 0 đến dưới 92 m	31,75mm/s
Từ 92 m đến 1.524 m	25,4 mm/s
1.524 m trở lên	19 mm/s

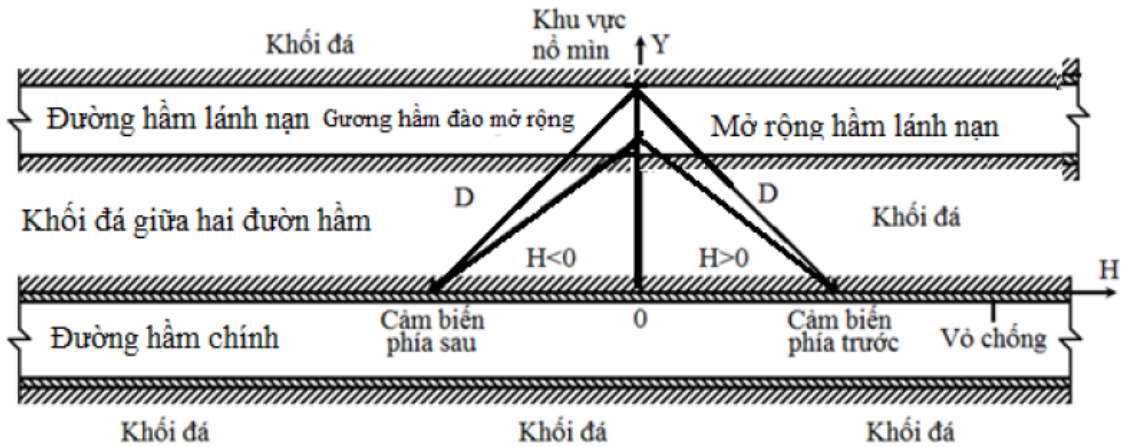


Đồ thị 1: Mức cho phép của vận tốc dao động phân tử cực trị ở dải tần số thấp (QCVN 01:2019/BCT)

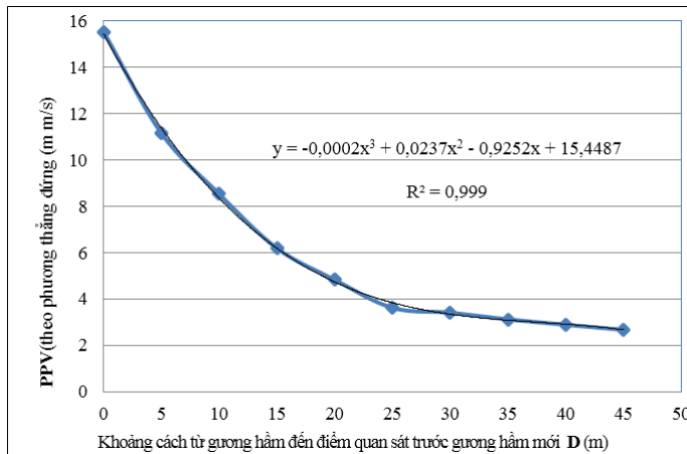
2.2. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường hầm tồn tại lân cận tại dự án mở rộng hầm Hải Vân

Tại Việt Nam, nhà thầu khi thi công các dự án như hầm đường sắt Ung Bí hầm đường sắt và kết quả là vỏ chống an toàn. Tuy nhiên việc đánh giá chấn động tại dự án này mới dừng lại ở việc đo đạc và so sánh kết quả đo với các tiêu chuẩn quy phạm hiện hành của Việt Nam. Với nhược điểm là chỉ có kết quả đo mới có thể đánh giá được chấn động trong khi việc đo đạc thường xuyên là rất khó nên việc phát triển các mô hình số để đánh giá chấn động trong các điều kiện tương đương là hết sức cần thiết. Sơ đồ nghiên cứu và kết quả mô hình số chấn động nổ mìn hầm mở rộng đến vỏ chống bê tông của hầm cũ lân cận thể hiện trên Hình 5 và Hình 6.

nứt xuất hiện trong vỏ khi tiến hành nổ mìn đào hầm. Tại đây cũng đã sử dụng QCVN 01:2019/BCT của Bộ Công Thương để đánh giá chấn động cho vỏ chống của hầm đường sắt và kết quả là vỏ chống an toàn. Tuy nhiên việc đánh giá chấn động tại dự án này mới dừng lại ở việc đo đạc và so sánh kết quả đo với các tiêu chuẩn quy phạm hiện hành của Việt Nam. Với nhược điểm là chỉ có kết quả đo mới có thể đánh giá được chấn động trong khi việc đo đạc thường xuyên là rất khó nên việc phát triển các mô hình số để đánh giá chấn động trong các điều kiện tương đương là hết sức cần thiết. Sơ đồ nghiên cứu và kết quả mô hình số chấn động nổ mìn hầm mở rộng đến vỏ chống bê tông của hầm cũ lân cận thể hiện trên Hình 5 và Hình 6.



Hình 5. Sơ đồ nghiên cứu sự ảnh hưởng của chấn động nổ mìn tại gương hầm lánh nạn đến vỏ chống bê tông của đường hầm chính theo phương dọc hầm tại dự án hầm đường bộ qua đèo Hải Vân



Hình 6. Mối quan giữa giá trị PPV và khoảng cách tính từ gương đường hầm đến các điểm khảo sát (H). (Đường màu xanh là đường gần đúng; đường màu đen là đồ thị phương trình thu được)

2.3 Một số kết quả nghiên cứu khác có chú ý đến vị trí của đường hầm mới

Ngoài các kết quả đã trình bày ở trên, một số tác giả đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường hầm lân cận khi hai đường hầm ở hai mức khác nhau như nghiên cứu của Hua-bing Zhao (2015) (Hình 7). Tuy nhiên, đây cũng chỉ là một trường hợp nghiên cứu cụ thể khi đường hầm cũ nằm ở phía trên của đường hầm đang đào. Tác giả Võ Trọng Hùng đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của nổ mìn tại gương đường hầm đến kết cấu chống phía sau gương đường hầm từ đó đã đưa ra một số công thức cho phép định hướng tính áp lực lên kết cấu chống [1].

3. Đề xuất hướng nghiên cứu mới dựa trên việc khảo sát tương quan vị trí hai đường hầm

Việc nghiên cứu ảnh hưởng của khoảng cách giữa hai đường hầm đến mức độ chấn động của kết cấu chống cố định của đường hầm cũ từ công tác nổ mìn từ đường hầm mới cho thấy:

> Kết quả nghiên cứu về lĩnh vực này vẫn còn chưa nhiều. Các kết quả nghiên cứu vẫn mang tính định tính tổng thể, minh họa cho những trường hợp riêng của thực tế đa dạng;

> Các nghiên cứu chủ yếu bằng phương pháp thực nghiệm, cho nên kết quả nghiên cứu vẫn chỉ mang tính định lượng cục bộ, cho đường hầm cụ thể, trong những điều kiện riêng. Những kết quả nghiên cứu này

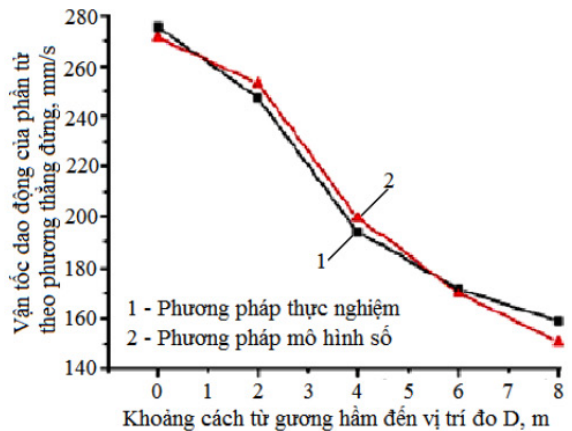
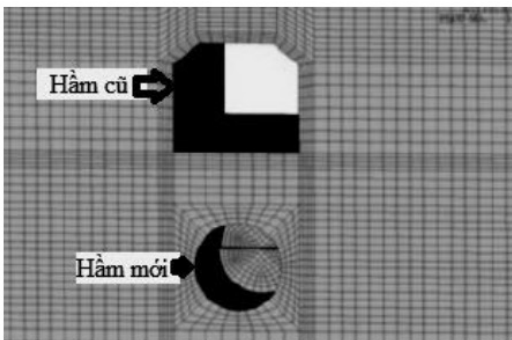
rất khó có thể sử dụng cho nhiều trường hợp đa dạng phức tạp trên thực tế;

> Các nghiên cứu bằng phương pháp số chủ yếu sử dụng các mô hình 2D. Vì vậy kết quả giải bài toán tác động không gian (tác động khối) phức tạp của quá trình truyền sóng trong khối đá và sự tác động của sóng nổ từ đường hầm đang thi công đến kết cấu chống giữ của các đường hầm, đường hầm lân cận vẫn chưa đủ độ tin cậy.

> Các nghiên cứu sử dụng mô hình 3D trong quá trình giải quyết bài toán trên đây vẫn chưa được sử dụng nhiều. Mặc dù mô hình 3D rất phức tạp, chưa được nghiên cứu nhiều trên thực tế. Tuy nhiên nếu sử dụng mô hình này sẽ cho phép giải quyết nhiều vấn đề thiết kế, thi công đường hầm hữu dụng trên thực tế;

> Kết quả nghiên cứu vẫn chỉ tiến hành cho những trường hợp đặc biệt, cho những vị trí đường hầm đặc biệt trong không gian: hai đường hầm nằm cùng mức; hai đường hầm nằm ở khác mức nhưng trên một mặt phẳng thẳng đứng. Đây là những trường hợp riêng, đặc biệt không thường xuyên xảy ra trên thực tế. Ngoài hai trường hợp này, vị trí tương hỗ giữa hai đường hầm rất đa dạng, phong phú và phức tạp trên thực tế. Vì vậy những kết quả nghiên cứu đã có cho hai trường hợp riêng trên đây không thể sử dụng được cho những trường hợp khác;

> Như vậy, việc nghiên cứu tổng thể ảnh hưởng của vị trí đường hầm đến mức độ chấn



Hình 7. Kết quả nghiên cứu của Hua-bing Zhao (2015) [9]

động của kết cấu đường hầm của đường hầm lân cận hầu như chưa được giải quyết tổng thể, mang tính định lượng. Những kết quả nghiên cứu định tính cho từng trường hợp riêng trong mô hình 2D, 3D chưa thể cho người thiết kế, thi công những cơ sở lý luận có độ tin cậy cao để có thể sử dụng trên thực tế.

Vì vậy, một số định hướng cơ bản sau đây được đề xuất để có thể tiến hành nghiên cứu, giải quyết từng bước vấn đề “nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí và khoảng cách giữa hai đường hầm đến mức độ chấn động của kết cấu chống cố định của đường hầm cũ từ công tác nổ mìn từ đường hầm mới”:

> Xây dựng các mô hình 2D, 3D cơ bản để giải quyết bài toán;

> So sánh kết quả mô hình hóa trên các mô hình 2D, 3D với các kết quả nghiên cứu thực tế, kết quả nghiên cứu lý thuyết của các tác giả khác trên thế giới để vi chỉnh, hoàn thiện dần và đề xuất các mô hình 2D, 3D cho bài toán truyền sóng trong mô hình phẳng (2D) và mô hình khối (3D);

> Sử dụng các mô hình 2D, 3D để giải quyết từng lớp bài toán, từng lớp vấn đề của lĩnh vực “nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí và khoảng cách giữa hai đường hầm đến mức độ chấn động của kết cấu chống cố định của đường hầm cũ từ công tác nổ mìn từ đường hầm mới”;

> Đề xuất một số mô hình mang tính tổng quát của vị trí tương hỗ giữa hai đường hầm gần nhau (một đường hầm cũ tồn tại trước đó, một đường hầm mới đang thi công);

> Đề xuất định hướng nghiên cứu cho từng nhóm bài toán riêng lẻ, chịu sự ảnh hưởng của một số yếu tố ảnh hưởng cơ bản. Tìm quy luật định lượng của sự ảnh hưởng nổ mìn từ đường hầm mới đến đường hầm cũ cho từng nhóm bài toán riêng lẻ;

> Giải quyết một số nhóm bài toán quy hoạch vị trí hai đường hầm gần nhau (một cũ, một mới) để có thể tìm ra quy luật ảnh hưởng định tính của các vị trí khác nhau trong không gian;

> Sử dụng các quy luật định lượng ảnh hưởng mới tìm được để có thể giải quyết một

số vấn đề cơ bản nhất cho việc quy hoạch, thi công, chống giữ,... hai đường hầm gần nhau, có ảnh hưởng lẫn nhau ở mức độ cao khi tiến hành nổ mìn ở đường hầm mới.

Để thực hiện những ý tưởng trên đây một số nhóm vấn đề riêng và một số ý tưởng được đề xuất để giải quyết vấn đề “nghiên cứu ảnh hưởng của khoảng cách giữa hai đường hầm đến mức độ chấn động của kết cấu chống cố định của đường hầm cũ từ công tác nổ mìn từ đường hầm mới” như sau:

> Đề xuất phương án cơ sở thứ nhất - Hai đường hầm đồng mức trên mặt phẳng nằm ngang. Tại đây, đại lượng “vận tốc dao động phần tử an toàn “PPVat” trong kết cấu chống bê tông cố định của đường hầm cũ lân cận” được sử dụng làm tiêu chí để so sánh giữa các giải pháp nghiên cứu. Từ kết quả nghiên cứu sự thay đổi khoảng cách “D” giữa hai đường hầm lân cận khi nổ mìn ở đường hầm mới tác động lên đường hầm cũ sẽ xác định được giá trị khoảng cách giới hạn “Dmin” cho phép kết cấu chống giữ đường hầm cũ vận hành an toàn, không chịu ảnh hưởng xấu từ vụ nổ mìn từ đường hầm mới;

> Đường hầm mới có thể h được bố trí nằm trên một đường tròn có bán kính là “Dmin” - Khoảng cách tối thiểu giữa hai đường hầm mới và cũ đã xác định ở trên. Tại đây, tâm “đường tròn quy hoạch” các vị trí đường hầm quanh đường hầm cũ là tâm của đường hầm cũ (Hình 8.a). Như vậy, nếu lấy đường hầm cũ làm tâm (trục đường hầm) thì các phương án cần xem xét sẽ nằm trên một đường tròn (mặt tròn) cách tâm (trục đường hầm) một khoảng bằng “Dmin”. Như vậy, sẽ có vô số phương án quy hoạch vị trí cho đường hầm mới trên “đường tròn quy hoạch” vị trí đường hầm mới. Việc nghiên cứu sự ảnh hưởng của các vị trí mới sẽ cho ta những số liệu để có thể giải quyết bài toán quy hoạch đường hầm, tìm ra vị trí đường hầm mới có khả năng gây nên sự ảnh hưởng ít nhất lên đường hầm cũ;

> Do có tính đối xứng không gian của bài toán, cho nên ta chỉ cần xét sự biến đổi vị trí của đường hầm mới trên một phần tư đường tròn hay ($00 \leq \varphi \leq 900$) (Hình 8.b). Tại đây, ở

giai đoạn đầu tiên chỉ nên xem xét một số vị trí mang tính đặc thù đủ số liệu để tìm quy luật định lượng thực nghiệm cho sự tác động của vụ nổ mìn ở đường hầm mới tác động lên đường hầm cũ trong khoảng biến thiên: $00 \leq \varphi \leq 900$;

> Đại lượng được đưa vào để làm tiêu chí so sánh giữa các giải pháp nghiên cứu là vận tốc dao động phần tử an toàn “PPV_{at}” trong kết cấu chống bê tông cốt định của đường hầm cũ lân cận. Các giá trị vận tốc dao động phần tử an toàn “PPV_{at}” do ảnh hưởng của chấn động nổ mìn trong kết cấu chống bê tông của đường hầm cũ liên hệ cho các vị trí khác nhau sẽ có giá trị khác nhau tương ứng với góc “ φ ” cụ thể. Kết quả, chúng ta có thể xây dựng được một hàm số thể hiện mối quan hệ giữa giá trị “PPV_{at}” với góc “ φ ”:

$$PPV_{at} = F(\varphi). \quad (1)$$

Trong đó: φ - Góc hợp bởi tâm đường hầm cũ và vị trí đường hầm mới trên cung tròn;

Trên cơ sở các nghiên cứu trên, định hướng mới nghiên cứu ảnh hưởng của chấn động nổ mìn khi đào đường hầm mới đến kết cấu chống cốt định của đường hầm cũ lân cận theo trình tự như sau:

> Bước 1 - Nghiên cứu khi hai đường hầm cùng mức nhằm xác định khoảng cách tối

thiểu cho phép giữa hai đường hầm (D_{\min}) vẫn đảm bảo an toàn cho cho kết cấu chống bê tông của đường hầm cũ lân cận;

> Bước 2 - Nghiên cứu khi đường hầm mới tại năm vị trí điển hình ($\varphi=0^0$; $\varphi=22,5^0$; $\varphi=45^0$; $\varphi=67,5^0$; $\varphi=90^0$) (Xem H.5). Như vậy, ảnh hưởng của vị trí đường hầm mới đến mức độ chấn động của kết cấu chống bê tông đường hầm cũ được nghiên cứu theo năm vị trí điển hình của đường hầm mới như sau:

+ Vị trí 1 - Đường hầm mới nằm ở vị trí cùng mức với đường hầm cũ ($\varphi=0^0$);

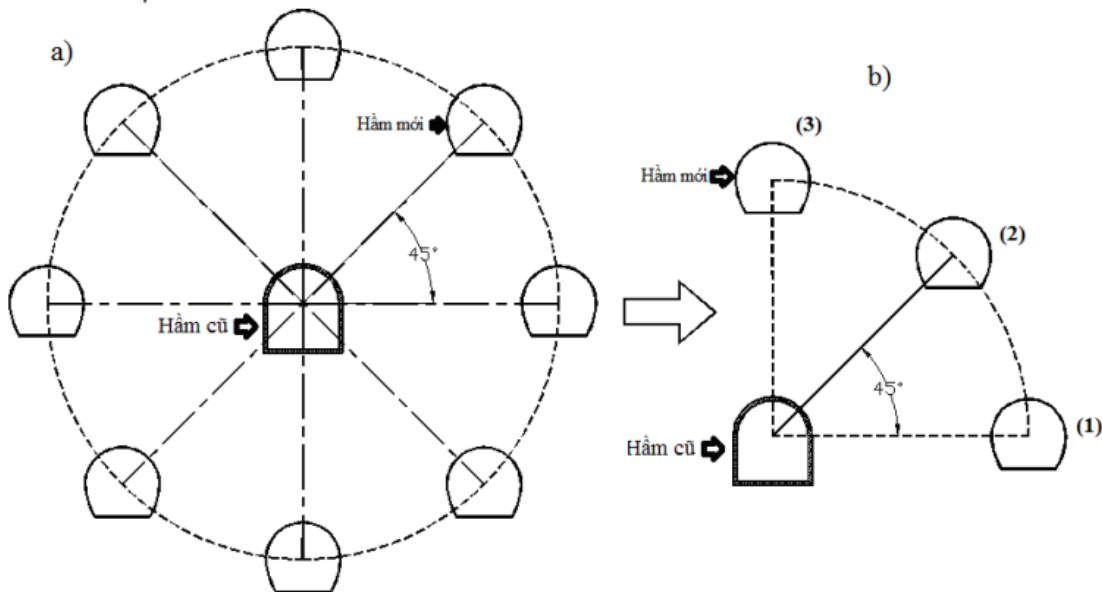
+ Vị trí 2 - Đường hầm mới nằm ở vị trí khác mức với đường hầm cũ ($\varphi=22,5^0$);

+ Vị trí 3 - Đường hầm mới nằm ở vị trí khác mức với đường hầm cũ ($\varphi=45^0$);

+ Vị trí 4 - Đường hầm mới nằm ở vị trí khác mức với đường hầm cũ ($\varphi=67,5^0$);

+ Vị trí 5 - Đường hầm mới nằm ở vị trí phía trên đường hầm cũ ($\varphi=90^0$);

> Bước 3 - Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu xác định “PPV_{at}” cho từng trường hợp đặc biệt ở bước 2, chúng ta sẽ có các kết quả “PPV_{at.i}” cho từng trường hợp vị trí cụ thể của đường hầm tương ứng với từng góc “ φ_i ” cụ thể. Tại đây, $i=1 \div 5$ - Các trường hợp quy hoạch vị trí của đường hầm;



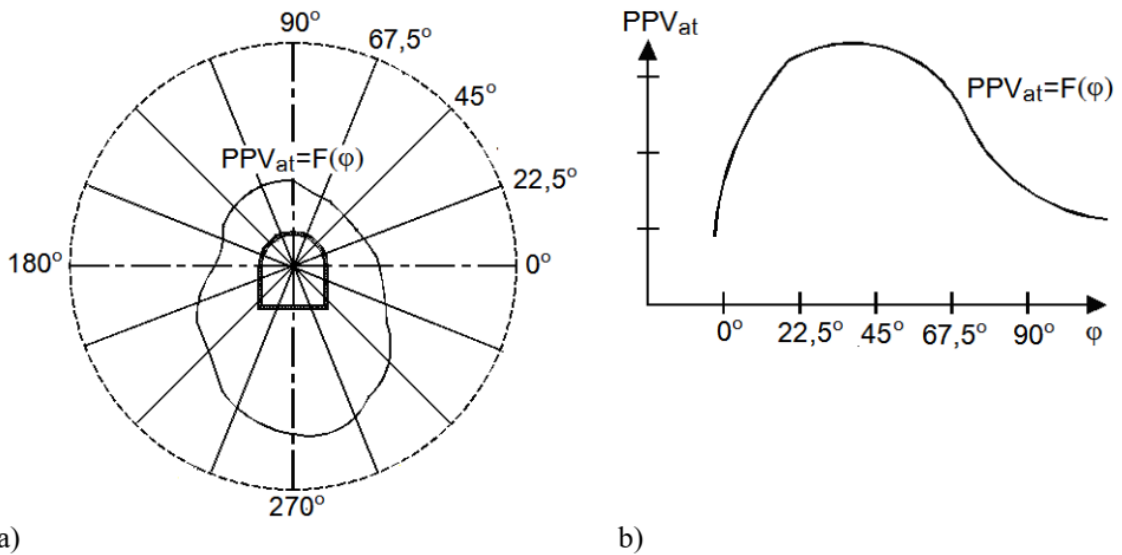
Hình 8. Sơ đồ nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí đường hầm mới đến mức độ chấn động của kết cấu chống cốt định của đường hầm lân cận

> Bước 4 - Xây dựng quy luật thực nghiệm $PPV_{at}=F(\varphi)$ trong khoảng biến thiên của góc “ φ ”: $0^{\circ}\leq\varphi\leq 90^{\circ}$. Quy luật thực nghiệm này sẽ cho phép nghiên cứu ở dạng tổng quát sẽ được tiến hành với vị trí đường hầm là bất kỳ ($0^{\circ}\leq\varphi\leq 90^{\circ}$) (Hình 9.b). Kết quả nghiên cứu sẽ cho phép tìm ra quy luật từ đó có thể tìm ra vị trí tốt nhất của đường hầm mới nhằm giảm thiểu tối đa ảnh hưởng của chấn động nổ mìn đến kết cấu đường hầm lân cận (Hình 9).

Như vậy, trên cơ sở thực hiện các bước trên đây để nghiên cứu có tính tổng quát nhằm giải quyết vấn đề, φ sẽ được xem xét nghiên cứu với giá trị bất kỳ nhằm mục đích

tìm mối quan hệ giữa góc φ và mức độ chấn động nổ mìn của kết cấu chống cố định của đường hầm cũ lân cận.

Bằng việc sử dụng mô hình số đã xây dựng và kiểm chứng, tiến hành chạy các mô hình khác nhau tương ứng với mỗi vị trí, sau đó tiến hành so sánh giá trị vận tốc dao động phần tử an toàn tương ứng với các trường hợp đó. Kết quả sẽ cho phép ta thiết lập được mối quan hệ giữa vận tốc dao động phần tử lớn nhất trong kết cấu chống bê tông của đường hầm cũ (PPV) và góc hợp bởi vị trí đường hầm mới và phương nằm ngang dự kiến như Hình 9.



Hình 9. Dự kiến quan hệ giữa vị trí của đường hầm mới “ φ ” và giá trị vận tốc dao động phần tử an toàn “ PPV_{at} ” trong kết cấu chống của đường hầm cũ lân cận

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu trên đây cho phép rút ra một số kết luận sau đây:

> Vị trí và khoảng cách của đường hầm mới đào bằng khoan nổ mìn có ảnh hưởng rất lớn đến mức độ chấn động của kết cấu đường hầm lân cận. Các nghiên cứu gần đây mới chỉ tiến hành nghiên cứu một số trường hợp đặc biệt như hai đường hầm cùng mức hay đường hầm cũ nằm ngay phía dưới hay phía trên đường hầm cũ. Do đó, việc chỉ ra vị trí đường hầm mới trong điều kiện cụ thể trong đó ứng với vị trí này ảnh hưởng của nổ

mìn tại gương đường hầm mới đến kết cấu chống đường hầm cũ lân cận là an toàn đến nay vẫn chưa được nghiên cứu.

Bài báo đề xuất một hướng nghiên cứu mới trong đó cố định vị trí của đường hầm cũ, đường hầm mới sẽ được đặt tại vị trí bất kỳ trên đường tròn có tâm là tâm của đường hầm cũ và cách đường hầm cũ một khoảng cách an toàn được xác định trong trường hợp hai đường hầm cùng mức. Kết quả của hướng nghiên cứu mới này sẽ cho phép đưa ra mối

(Xem tiếp trang 49)

Nghiên cứu kỹ thuật rải lưới tự động tốc độ nhanh trên cơ sở máy đào lò neo

Nguồn: HU Chengjun, LI Jie, ZHANG Kun. Research on fast automatic net-laying technology based on the auxiliary drilling and anchoring integrated machine[J]. Coal Science and Technology, 2024, 52(9): 102-110.

>> CN. Nguyễn Mai Hoa, Công ty CP Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp - Vinacomin (Biên dịch)

Tóm tắt: Chiều cao tác nghiệp rải lưới truyền thống phụ thuộc nhiều vào lao động thủ công, không chỉ cường độ lao động cao, rủi ro an toàn lớn mà còn hiệu quả thấp, trở thành yếu tố quan trọng hạn chế sự cân bằng trong khai thác, đào lò. Để thực hiện rải lưới tiêu chuẩn hóa cho robot trong lò mỏ than, thông qua đưa vào áp dụng kỹ thuật tự động hóa, thông minh hóa, hiệu suất rải lưới được cải thiện, giảm tải trọng lao động của công nhân, tăng cường độ an toàn tác nghiệp, từ đó thúc đẩy sản xuất mỏ hiệu quả cao, xanh và bền vững.

Nghiên cứu đã áp dụng phương pháp kết hợp mô phỏng và thử nghiệm, dựa vào môi trường và đặc tính vận hành đặc thù trong lò, cơ cấu bộ điều khiển từ xa được thiết kế để hỗ trợ công tác rải lưới máy đào lò neo. Kết cấu này sử dụng cánh tay robot có khớp nối bẫy trực với tay kẹp ở phần nóc để đạt được khả năng đặt lưới neo theo nhiều góc độ và độ chính xác cao. Ngoài ra, công nghệ mô phỏng máy tính tiên tiến được sử dụng để phân tích tính năng động lực học, lập kế hoạch quỹ đạo chuyển động và đặc điểm chịu lực của cánh tay robot, đồng thời thiết kế cấu trúc và thuật toán điều khiển của cánh tay robot được tối ưu hóa nhiều lần để đảm bảo sự ổn định và tin cậy của nó trong môi trường phức tạp trong lò.

Đồng thời, để giải quyết vấn đề điều khiển chuyển động của cánh tay robot, bài viết đưa ra 1 giải pháp điều chỉnh tự thích ứng, để cánh tay robot có thể tự động điều chỉnh các thông số chuyển động theo điều kiện làm việc thực tế (chẳng hạn như hình dạng đường lò, vật liệu lưới neo, v.v.) để đạt được các hoạt động đặt lưới chính xác và hiệu quả. Kết quả cho thấy: thiết bị rải lưới tự động hóa nâng cao hiệu suất công tác rải lưới, hiệu suất được nâng cao hơn 20% so với phương thức rải lưới thủ công truyền thống. Thông qua vận hành tự động, mục tiêu giảm hơn 33% nhân sự đã đạt được, giải quyết hiệu quả tình trạng thiếu nhân lực tại các mỏ than. Nó làm giảm đáng kể cường độ lao động của người lao động, giảm các hoạt động leo núi khó khăn, giảm nguy cơ chấn thương liên quan đến công việc và giảm hơn 80% cường độ lao động. Đồng thời, quy trình rải lưới tự động giúp giảm khả năng xảy ra lỗi của con người và cải thiện đáng kể độ an toàn khi vận hành. Trong tương lai, với cải tiến không ngừng và ngày càng hoàn thiện của công nghệ, công nghệ này dự kiến sẽ đóng vai trò quan trọng hơn trong việc xây dựng các mỏ than thông minh và thúc đẩy phát triển sản xuất mỏ than theo hướng an toàn hơn, xanh hơn và hiệu quả hơn.

Abstract: The traditional net laying operation is highly dependent on manual labor, which not only has high labor intensity and high safety risks, but also has low efficiency, which has become an important factor restricting the balance of mining and excavation. Therefore, the core objective of this study is to design and implement a standardized mesh-laying strategy for underground coal mine robots, which improves the efficiency of mesh-laying operation, reduces the labor load of workers, enhances the safety of operation through the introduction of automation and intelligent technology, and then promotes the efficient, green and sustainable development of coal mine production. In order to realize the above research objectives, this study adopts a combination of simulation and experimental methods, based on the special environment and operating characteristics of underground, and designs a