

HỘI CƠ HỌC ĐÁ VÀ CÔNG TRÌNH ĐÁ QUỐC TẾ - ISRM
HỘI CƠ HỌC ĐÁ VIỆT NAM
VIỆN ĐỊA CHẤT - VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
HỘI CÔNG NGHỆ KHOAN - KHAI THÁC VIỆT NAM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DẦU KHÍ VIỆT NAM

**TUYỂN TẬP CÔNG TRÌNH KHOA HỌC
HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
“CƠ HỌC ĐÁ - NHỮNG VẤN ĐỀ ĐƯƠNG ĐẠI”
VIETROCK2024**

Hà Nội, 26/10/2024

**HỘI NGHỊ CHUYÊN ĐỀ CỦA ISRM 2024
KỶ NIỆM 40 NĂM THÀNH LẬP
HỘI CƠ HỌC ĐÁ VIỆT NAM (1984-2024)**

**VIETROCK2024 - VIETNAM NATIONAL CONGRESS
OF ROCK MECHANICS & ROCK ENGINEERING
AN ISRM SPECIALIZED CONFERENCE**



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

Nghiên cứu đề xuất hệ số thừa tiết diện khi thi công giếng đứng bằng phương pháp khoan nổ mìn tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh..... 219

Đỗ Ngọc Thái, Đặng Văn Kiên

Nghiên cứu đề xuất đồng bộ dây chuyền thiết bị thi công khoan doa mở rộng đào các lò thượng than dốc đảm bảo an toàn hiệu quả các mỏ hầm lò vùng Quảng Ninh 233

Nông Việt Hùng, Dương Phi Hùng, Ngô Thái Vinh, Nông Việt Trung, Dương Thị Yến, Nguyễn Ngọc Bảo, Vũ Mạnh Anh, Đỗ Mạnh Cường

Nghiên cứu thực trạng và đề xuất giải pháp công nghệ tiên tiến sử dụng lớp xe và đá thải mỏ làm bê tông cơ học trải đường trong điều kiện nền đường có địa chất phức tạp, chịu trọng tải lớn ở các mỏ lộ thiên vùng Quảng Ninh..... 245

TS. Nông Việt Hùng, KS. Dương Phi Hùng, ThS. Ngô Thái Vinh, ThS. Nông Việt Trung, KS. Dương Thị Yến, KS. Nguyễn Ngọc Bảo, KS. Vũ Mạnh Anh, ThS. Đỗ Mạnh Cường

Phương pháp phòng ngừa và xử lý mất nước rửa khi khoan qua địa tầng nứt nẻ ở vùng than Quảng Ninh 252

Nguyễn Xuân Thảo

**CƠ HỌC ĐÁ ỨNG DỤNG TRONG NGHIÊN CỨU TAI BIẾN
ĐỊA CHẤT VÀ GIẢM NHẸ THIÊN TAI**

**ROCK MECHANICS & ROCK ENGINEERING IN RESEARCH
GEOHAZARDS & DISASTER REDUCTION**

Experimental methods of soil-cement materials testing: A typical study..... 265

Phung Vinh An, Trần Quốc Lĩnh, Lê Văn Tuấn, Nguyễn Văn Lộc

Ground characteristics of An Giang province area for transportation infrastructure construction..... 276

Minh Khoa Võ, Đức Mạnh Nguyễn, Thái Linh Nguyễn, Thi Anh Nhu Võ, Xuân Thanh Trúc Mai

Giải pháp công nghệ số trong việc tính toán, kiểm soát nổ mìn tạo biên đảm bảo ổn định bờ tầng cho mỏ đồng Sơn Quyền, Lào Cai..... 297

Phạm Văn Việt, Phạm Văn Hòa, Nguyễn Anh Tuấn

Giải pháp công nghệ số trong việc tính toán, kiểm soát nổ mìn tạo biên đảm bảo ổn định bờ tầng cho mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai

Phạm Văn Việt^{1,2*}, Phạm Văn Hòa^{1,2}, Nguyễn Anh Tuấn^{1,2}

¹Khoa Mỏ, Trường Đại học Mỏ-Địa chất

²Nhóm nghiên cứu mạnh Những tiến bộ trong Khai thác mỏ bền vững và có trách nhiệm (ISRM), Trường Đại học Mỏ-Địa chất

*Email: phamvanviet@hung.edu.vn

TÓM TẮT: Trên mỏ lộ thiên ở Việt Nam, hoạt động nổ mìn thường xuyên diễn ra trên mỏ để tách vỡ đất đá phục vụ các hoạt động trên mỏ như xúc bốc và vận chuyển. Bên cạnh đó, công tác nổ mìn gây ra tác hại làm đất đá vùng bờ mỏ xuất hiện các vết nứt do hoạt động nổ mìn gây ra vào sâu bên trong khối đá, gây mất ổn định sườn tầng, bờ mỏ. Đặc biệt tại mỏ đồng Sin Quyền tỉnh Lào Cai khai thác xuống sâu tầng lượng đất bóc rất lớn. Do đó, việc lựa chọn công tác nổ mìn tạo biên cho bờ mỏ là một giải pháp hữu ích nhằm tăng ổn định tầng và bờ mỏ cho mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai. Trong khi đó việc thiết kế thông số nổ mìn tạo biên phụ thuộc rất nhiều vào tính cơ học đất đá, kỹ thuật nổ mìn và đánh giá kiểm soát hiệu quả công tác nổ mìn tạo biên cũng phải được quan tâm để kiểm soát ổn định bờ tầng khi thực hiện nổ mìn tạo biên. Do đó, đưa các giải pháp công nghệ số trong tính toán kiểm soát nổ mìn, ổn định tầng cần phải quan tâm, bằng các công nghệ máy bay không người lái (UAV), mô phỏng số trong tính toán thông số nổ mìn tạo biên, ổn định bờ tầng để kiểm soát chất lượng nổ mìn tạo biên trên mỏ cần phải quan tâm để nâng cao ổn định bờ tầng.

Từ khóa: Công nghệ số, UAV, mô phỏng số, nổ mìn tạo biên, ổn định tầng.

1. Mở đầu

Với sự phát triển của khoa học kỹ thuật khai thác mỏ, các mỏ lộ thiên ngày càng khai thác xuống sâu để thu hồi tối đa tài nguyên khoáng sản. Các mỏ đá khu vực Đông Nam Bộ đã được định hướng khai thác xuống đến -150 m, các mỏ than lộ thiên khai thác than đến gần -300 m [1]. Đặc biệt mỏ đồng Sin Quyền sẽ được đầu tư khai thác xuống sâu đến -400 m [2]. Khi các mỏ lộ thiên khai thác xuống sâu đồng nghĩa với chiều cao bờ mỏ lớn, làm cho vấn đề ổn định bờ mỏ cần phải được quan tâm để tăng hiệu quả khai thác và giảm các rủi ro về trượt lở bờ mỏ gây ra cho mỏ [3], [4]. Điều này có nghĩa rằng, góc nghiêng bờ mỏ càng tăng lên sẽ

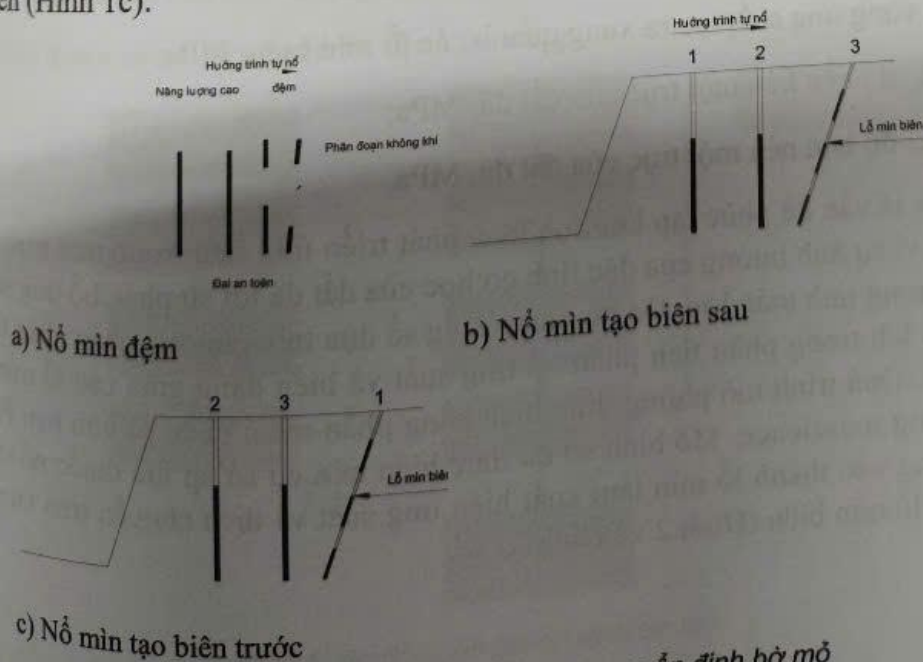
giảm hệ số bóc, tăng khả năng thu hồi tối đa khoáng sản nhưng tăng nguy cơ cao về mất ổn định bờ mỏ khi mỏ khai thác xuống sâu bằng sử dụng phương pháp nổ mìn để phá vỡ đất đá. Phương pháp nổ mìn rất khó kiểm soát góc nghiêng sườn tầng vì do hậu xung gây ra trong quá trình nổ. Một giải pháp nổ mìn giúp kiểm soát góc nghiêng sườn tầng, giảm nứt nẻ đất đá bờ mỏ do tác dụng của nổ mìn phá vỡ đất đá gây ra là nổ mìn tạo biên. Nổ mìn tạo biên cũng đã được áp dụng một số mỏ khai thác xuống sâu như các mỏ đá vật liệu xây dựng khu vực Đông Nam Bộ. Các thông số nổ mìn tạo biên gồm đường kính lỗ khoan biên, đường kính nạp thuốc, khoảng cách các lỗ khoan biên và cấu trúc lượng thuốc. Lỗ mìn biên trong khai thác lộ thiên thường được nổ trước tạo khe sơ bộ ban đầu nhằm hạn chế tác dụng của sóng nổ mìn của các lỗ mìn phá vỡ đất đá tác động vào phần bờ mỏ cần bảo vệ [5]. Việc xác định đúng áp lực nổ của lỗ mìn biên phù hợp với khoảng cách các lỗ mìn biên là rất quan trọng. Khi lỗ mìn biên được nạp lượng thuốc nổ quá mức với khoảng cách hai lượng thuốc nổ nổ đồng thời cạnh nhau thì sẽ sinh ra sóng nổ mạnh tác động vào thành lỗ mìn làm xuất hiện các khe nứt vào trong bờ mỏ, gây mất ổn định bờ mỏ. Ngược lại, nạp lượng thuốc nổ nhỏ với khoảng cách hai lượng thuốc nổ đồng thời cạnh nhau thì sẽ không hình thành được vết nứt. Do đó, trong công tác nổ mìn tạo biên trên các mỏ lộ thiên hiện nay dựa phần lớn vào tính toán các thông số theo công thức thực nghiệm và cần thực nghiệm nhiều trong việc điều chỉnh lượng thuốc nổ. Để khắc phục những hạn chế này, bài báo tiến hành sử dụng phương pháp mô hình số dựa trên phương pháp phân tử hữu hạn phân tích mối quan hệ giữa tính chất cơ học đất đá nổ mìn, khoảng cách các lỗ mìn biên và áp lực nổ trong lỗ khoan do lượng thuốc nạp sinh ra, sẽ làm cơ sở xác định loại thuốc nổ, cấu trúc lượng thuốc giúp tính toán tối ưu các thông số nổ mìn tạo biên cho mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai. Sau khi áp dụng các thông số mô phỏng vào việc thực hiện nổ mìn tạo biên đem lại hiệu quả cần phải tiến hành nổ thực nghiệm trên mỏ và kiểm soát các kết quả nổ mìn tạo biên như đánh giá độ phẳng, góc nghiêng bờ tầng, sự phát triển khe nứt khi tiến hành nổ mìn biên và không nổ mìn biên tạo điều kiện đánh giá tính chất cơ lý đất đá bờ tầng và khả năng đáp ứng ổn định bờ tầng trên mỏ. Với sự phát triển của công nghệ máy bay không người lái (UAV) đã được áp dụng vào trong đo địa hình, đặc điểm mỏ khó có thể tiếp cận bờ tầng để thu thập dữ liệu địa hình, bề mặt bờ tầng [6], [7], [8]. Việc thu thập dữ liệu trên sườn tầng cũng đã được thu thập đánh giá phục vụ hoạt động nổ mìn trên mỏ thông qua mô hình 3D [9]. Hiện nay, công nghệ UAV có thể thu thập dữ liệu phục vụ đánh giá địa hình, bề mặt bờ tầng. Từ đó, làm cơ sở dữ liệu đánh giá ổn định bờ mỏ thông qua mô phỏng số tính ổn định nhằm đánh giá vai trò của nổ mìn tạo biên trên thực tế mỏ. Do đó, bài báo sẽ đề xuất tổng thể giải pháp số trong việc

tính toán thông số, thu thập số liệu bờ tăng và đánh giá ổn định bờ tăng trước và sau nổ mìn tạo điều kiện triển khai hiệu quả công nghệ nổ mìn tạo biên trên mỏ nói chung và mỏ quặng đồng Sin Quyền nói riêng.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Xây dựng cơ sở mô phỏng số xác định thông số nổ mìn tạo biên

Trong đá cứng, nổ mìn tạo ra các vùng tác dụng xung quanh lượng thuốc nổ (vùng nghiền nát, vùng phá vỡ, vùng nứt nẻ và vùng biến dạng đàn hồi) [5]. Do đó, trong khai thác mỏ lộ thiên đảm bảo bờ tăng trên mỏ ổn định thì phải giảm tác dụng của nổ mìn vào trong bờ giúp bờ tăng trên mỏ giảm nứt nẻ, nâng góc nghiêng bờ mỏ. Trong thực tế, có một số phương pháp nổ mìn phổ biến gồm nổ mìn đệm, nổ mìn tạo biên trước và nổ mìn tạo biên sau. Nổ mìn đệm là phương pháp nổ mìn được khoan với mạng giảm 25 % và lượng thuốc nạp giảm khoảng 49 % so với lỗ mìn phá vỡ chính giúp giảm tác dụng của nổ mìn vào bờ mỏ kết thúc (Hình 1a). Nổ mìn tạo biên sau là phương pháp nổ hàng biên được khoan gần hơn so với lỗ mìn phá vỡ chính, được nổ cuối cùng trong trình tự nổ (Hình 1b). Phương pháp này được sử dụng phổ biến trong nổ mìn đào lò trong khai thác hầm lò. Nổ mìn tạo biên trước là phương pháp lỗ mìn biên được khoan gần nhau hơn so với lỗ mìn phá vỡ chính nhưng được khởi nổ đầu tiên để tạo ra vết tách giảm tác dụng của sóng nổ mìn vào bờ mỏ được sử dụng chính trên các mỏ lộ thiên (Hình 1c).



Hình 1. Các phương pháp nổ mìn nâng cao ổn định bờ mỏ

Để nổ mìn tạo biên đạt được hiệu quả thì các lỗ mìn biên phải giảm đường kính lỗ khoan, khoảng cách các lỗ khoan và sử dụng thuốc nổ năng lượng thấp hoặc phân đoạn thuốc nổ. Mục đích của nổ mìn tạo biên là tạo ra một mặt tách giữa 2 lỗ mìn biên. Mặt tách xảy ra phụ thuộc vào khoảng cách các lỗ mìn biên và áp lực thuốc nổ tác động vào thành lỗ mìn biên. Điều này có nghĩa khi sử dụng khoảng cách càng nhỏ thì bề mặt biên càng nhẵn nhưng chi phí khoan nổ sẽ tăng. Do đó, xác định khoảng cách giữa các lỗ mìn biên rất quan trọng đảm bảo khoảng cách lớn nhất mà có thể xuất hiện mặt tách nhẵn để giảm chi phí sản xuất. Điều này thực hiện xuất phát từ phân bố ứng suất và biến dạng được tạo ra từ áp lực lượng thuốc nổ trong lỗ mìn biên. Khi nghiên cứu vùng ứng suất này thấy rằng sinh ra vùng ứng suất kéo theo hướng vuông góc đường kết nối của 2 lỗ mìn biên để tạo ra một mặt tách. Hay nói cách khác, vùng ứng suất kéo này phải lớn hơn độ bền kéo một trục của đá đồng thời vùng ứng suất nén xung quanh lỗ mìn biên phải đảm bảo không tạo ra vùng phá hủy lớn xung quanh lỗ mìn biên [10].

$$\sigma_{\Sigma} \geq [\sigma]_k \quad (1)$$

$$\sigma_d \leq [\sigma]_n \quad (2)$$

trong đó:

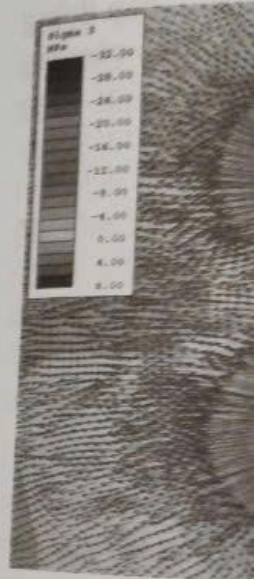
σ_{Σ} : vùng ứng suất giữa các lỗ mìn biên, MPa;

σ_d : vùng ứng suất tạo ra xung quanh các lỗ mìn biên, MPa;

$[\sigma]_k$: độ bền kéo một trục của đất đá, MPa;

$[\sigma]_n$: độ bền nén một trục của đất đá, MPa.

Đây là vấn đề phức tạp khi tính toán phát triển ứng suất trong môi trường đất đá bởi vì sự ảnh hưởng của đặc tính cơ học của đất đá tới sự phân bố ứng suất và khối lượng tính toán lớn. Do đó, mô phỏng số dựa trên phương pháp phân tử hữu hạn có ích trong phân tích phân bố ứng suất và biến dạng giữa các lỗ mìn biên tiên kể. Quá trình mô phỏng thực hiện bằng phần mềm phân tử hữu hạn Phase2 của hãng rocscience. Mô hình số đã thực hiện trên cơ sở áp lực thuốc nổ sinh ra tác động vào thành lỗ mìn làm xuất hiện ứng suất và dịch chuyển trên vùng nối giữa 2 lỗ mìn biên (Hình 2 và Hình 3).

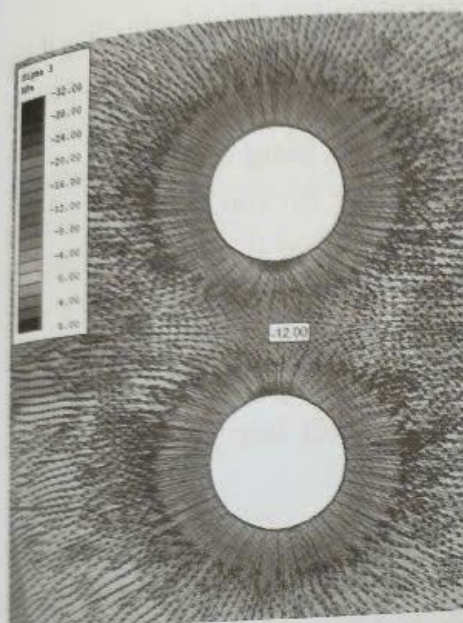


Hình 2. Phân giữa hai l

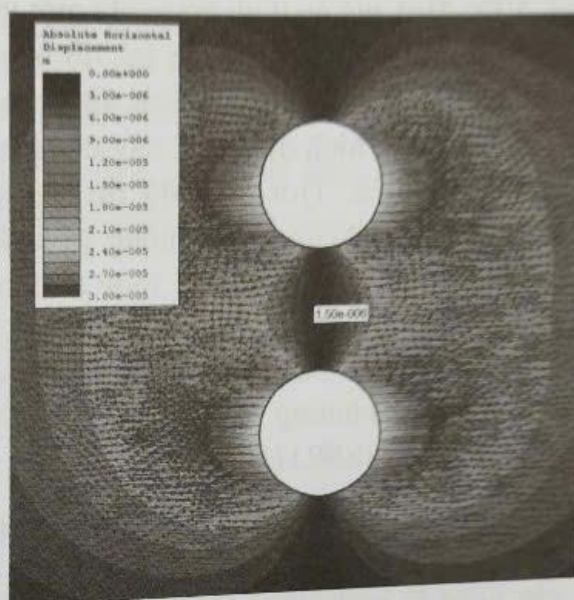
Vùng ứng suất mô hình xác định cách giữa hai lỗ m mìn biên thì chúng mật độ nạp thuốc, c

2.2. Xây dựng cơ s

Giải pháp công nghệ số trong việc tính toán, kiểm soát nổ mìn tạo biên đảm bảo ổn định bờ tăng cho mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai



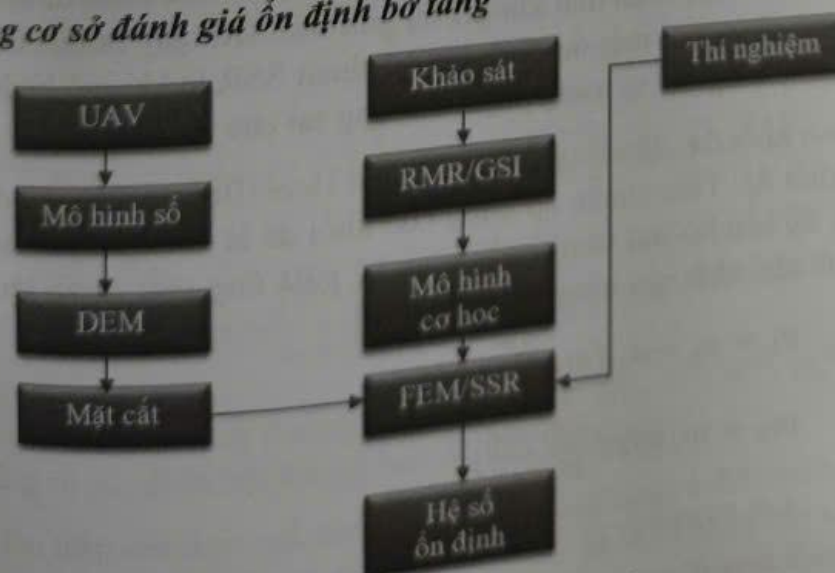
Hình 2. Phân bố ứng suất giữa hai lỗ mìn biên



Hình 3. Phân bố vùng dịch chuyển giữa 2 lỗ mìn biên

Vùng ứng suất kéo sinh ra trong vùng này lớn hơn độ bền kéo đá $[\sigma]_k$ thì mô hình xác định được mối tương quan giữa áp lực thuốc nổ sinh ra và khoảng cách giữa hai lỗ mìn biên. Khi xác định được áp lực nổ cần thiết sinh ra trong lỗ mìn biên thì chúng ta xác định được khối lượng thuốc nổ, đường kính nạp thuốc, mật độ nạp thuốc, cấu trúc lượng thuốc và chỉ tiêu thuốc nổ mặt cần thiết.

2.2. Xây dựng cơ sở đánh giá ổn định bờ tăng



Hình 4. Sơ đồ đánh giá ổn định bờ mỏ

Việc đánh giá ổn định bờ mỏ là một việc làm phức tạp đòi hỏi thu thập thông tin hình học bờ mỏ đang tồn tại, độ bền khối đá trong bờ và lựa chọn phương pháp đánh giá. Bài báo đề xuất việc thu thập thông số hình học bằng sử dụng công nghệ mô hình địa hình, xây dựng mặt cắt ngang bằng công nghệ máy bay không người lái. Trong khi đó, độ bền khối đá trong bờ mỏ được thu thập kết hợp giữa thí nghiệm trong phòng và khảo sát ngoài thực địa. Khảo sát mức độ khe nứt được khảo sát ngoài thực tế dựa trên chỉ số khối đá (RMR), chỉ số độ bền địa chất (GSI), kết hợp với việc xây dựng mô hình tính chất cơ học đất đá theo tiêu chuẩn Generalized Hoek Brown. Phương pháp đánh giá ổn định đề xuất sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) kết hợp với lý thuyết giảm bền cắt đất đá (SSR) (Hình 4)

Phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) đã được ứng dụng nhiều trong phân tích ổn định bờ mỏ. Một trong những kỹ thuật cho phân tích ổn định bờ mỏ dựa vào FEM là cách tiếp cận theo kỹ thuật giảm độ bền cắt (SSR). Cách tiếp cận này có nội dung đơn giản do giảm đường giới hạn bền đất đá bằng một hệ số ổn định và tính toán mô hình FEM bờ mỏ đến khi biến dạng lớn không thể chấp nhận được.

Kỹ thuật SSR cho phân tích ổn định bờ mỏ liên quan tới phân tích phần tử hữu hạn để xác định nhân tố giảm ứng suất (SRF) hoặc giá trị hệ số ổn định kết nối bờ dốc tới giới hạn trượt. Độ bền cắt của đất đá trong mô hình phần tử hữu hạn của bờ mỏ giảm bởi hệ số ổn định (SRF). Phân tích phần tử hữu hạn của mô hình này được thực hiện đến khi giá trị giới hạn SRF gây ra mất ổn định bờ mỏ. Một bờ mỏ được coi mất ổn định với kỹ thuật SSR là khi mô hình phần tử hữu hạn của nó không hội tụ trong phạm vi dung sai cho phép.

Đối với khối đá, tiêu chuẩn Generalized Hoek-Brown được sử dụng xác định độ bền khối đá. Tiêu chuẩn áp dụng cho khối đá là không tuyến tính, bằng việc xác định độ bền bờ mỏ trong mối quan hệ giữa ứng suất chính lớn nhất và ứng suất chính nhỏ nhất qua công thức (3): [11]

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \left(m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a \quad (3)$$

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI-100}{28-14D}\right) \quad (4)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI-100}{9-3D}\right) \quad (5)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} (e^{-GSI/15} - e^{-20/9}) \quad (6)$$

trong đó: σ_{ci} là độ bền nén một trục trong nguyên khối; m_i là hệ số giảm yếu cấu trúc trong nguyên khối; m_b là hệ số giảm yếu cấu trúc trong khối đá; GSI là chỉ số độ bền địa chất; D là hệ số xáo trộn khối đá; s và a là các hệ số.

Đối với tiêu chuẩn Generalized Hoek-Brown, ứng suất pháp tuyến và pháp tuyến được biểu diễn qua ứng suất chính lớn nhất và nhỏ nhất trong công thức (7) và (8):

$$\tau = (\sigma_1 - \sigma_3) \frac{\sqrt{1 + a.m_b(m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s)^{a-1}}}{2 + a.m_b(m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s)^{a-1}} \quad (7)$$

$$\sigma_n = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3) - \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) \frac{a.m_b(m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s)^{a-1}}{2 + a.m_b(m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s)^{a-1}} \quad (8)$$

Khi đánh giá bờ mỏ với kỹ thuật SSR, các bước thực hiện như sau:

- Giảm đường bao độ bền bằng nhân tố ổn định.
- Xác định các thông số mô hình độ bền mới xác định đường bao độ bền thấp hơn.
- Sử dụng các thông số mới phân tích mô hình phân tử hữu hạn theo đàn hồi biến dạng.

Do đó, đường bao độ bền cắt thấp hơn theo Generalized Hoek-Brown bằng hệ số ổn định F, được xác định bởi công thức (9):

$$\tau^{red} = \frac{\tau^{orig}}{F} = (\sigma_1 - \sigma_3) \frac{\sqrt{1 + a.m_b(m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s)^{a-1}}}{2 + a.m_b(m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s)^{a-1}} \cdot \frac{1}{F}$$

$$F = (\sigma_1 - \sigma_3) \frac{\sqrt{1 + a.m_b^{red}(m_b^{red} \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}^{red}} + s^{red})^{a^{red}-1}}}{2 + a.m_b^{red}(m_b^{red} \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}^{red}} + s^{red})^{a^{red}-1}} \quad (9)$$

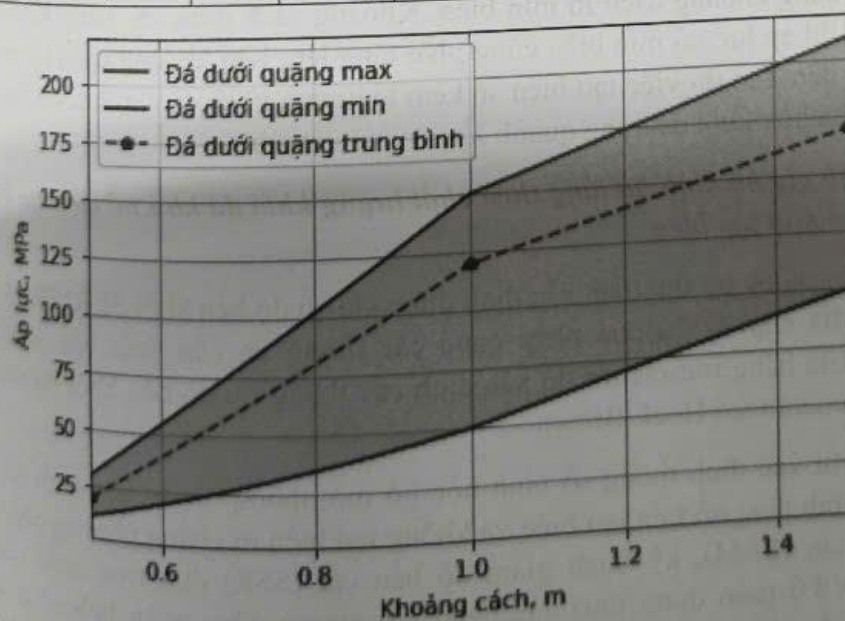
trong đó: τ^{orig} là độ bền cắt đường bao độ bền ban đầu; τ^{red} , σ^{red} , m_b^{red} , s^{red} và là các thông số xác định bởi đường bao độ bền thấp hơn.

Khảo sát thu thập các thông số thực tế về mức độ nứt nẻ và điều kiện tự nhiên mỏ được thực hiện để đánh giá theo chỉ số khối đá (RMR) và chỉ số độ bền địa chất (GSI). Đánh giá khối đá theo chỉ số RMR đã được tác giả Bieniaski đề xuất dựa trên đánh giá các tiêu chí trong khối đá như thông số độ bền nén một

Công việc xây dựng mối quan hệ giữa khoảng cách các lỗ mìn biên và áp lực thuốc cần thiết để tạo biên tại mỏ được tính toán dựa trên ứng dụng mô hình số bằng phần mềm Phase2 cho đường kính lỗ khoan tạo biên 127 mm, khoảng cách giữa các lỗ khoan biên lấy thay đổi từ 0,5 m, 1 m, 1,5 m và 2 m với đặc tính cơ lý đất đá của các lớp đá trên quặng và lớp đá dưới quặng. Qua phân tích kết quả xác định được áp lực nổ cần thiết được thể hiện Bảng 2 và đồ thị quan hệ giữa áp lực nổ và khoảng cách giữa các lỗ khoan biên thể hiện Hình 5 và Hình 6.

Bảng 2. Tính toán áp lực thuốc nổ trên thành lỗ khoan tạo biên

Khoảng cách giữa các lỗ mìn biên	Đơn vị	Giá trị áp lực tác động lớp đá trên quặng			Giá trị áp lực tác động lớp đá dưới quặng		
		Max	Min	TB	Max	Min	TB
1 Khoảng cách 0,5 m	MPa	25	5	15	30	12	20
2 Khoảng cách 1,m	MPa	140	40	100	150	50	120
3 Khoảng cách 1,5 m	MPa	210	60	150	210	100	170
4 Khoảng cách 2,m	MPa	Không	Không	Không	Không	Không	Không

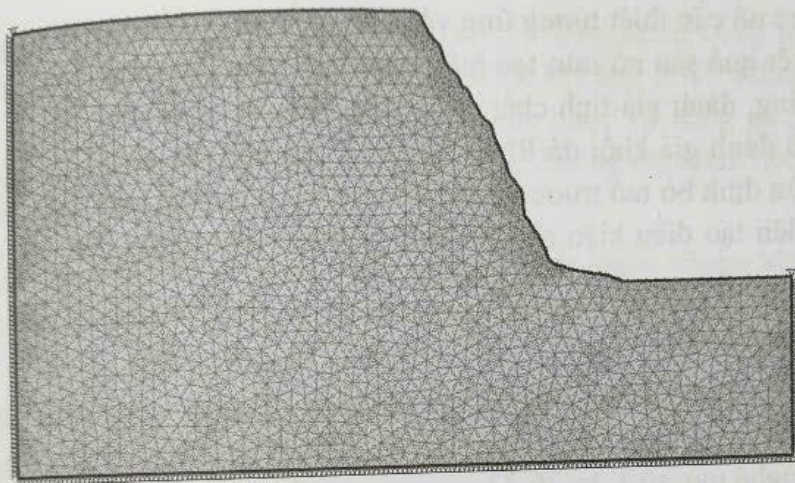


Hình 5. Đồ thị thể hiện sự tương quan giữa khoảng cách giữa khoảng cách lỗ mìn biên và áp lực nổ cần thiết cho lớp đá dưới quặng tại mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai

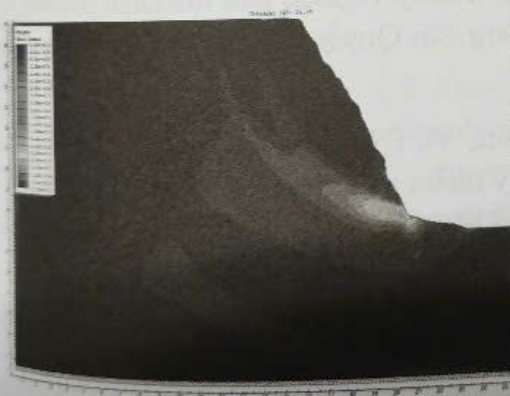
Bảng 1. Tổng hợp tính chất cơ lý đất đá mỏ đồng Sin Quỳn, Lào Cai

TT	Các chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Lớp đá trên quặng			Lớp đá dưới quặng		
			Max	Min	TB	Max	Min	TB
1	Khối lượng thể tích khô gió	g/cm ³	2,92	2,57	2,73	3,08	2,58	2,70
2	Cường độ kháng nén tự nhiên	MPa	137,4	17,8	57,2	200,2	38,3	89
3	Cường độ kháng nén bão hòa	MPa	129	12,8	46,5	190	33,4	75,6
4	Cường độ kháng kéo	MPa	11,5	2	6,3	13,3	4,6	8,4
5	Lực dính kết	MPa	23,5	3,4	15,4	76,5	9,7	21,9
6	Góc ma sát trong	Độ	39°10'	28°42'	35°12'	39°36'	34°00'	36°14'
7	Mô đun đàn hồi	MPa	177827	75025	134492	177827	110052	167762

Giải pháp công nghệ số trong việc tính toán, kiểm soát nổ mìn tạo biên đảm bảo ổn định bờ tầng cho mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai



Hình 9. Mô hình mặt cắt bờ tầng trên phần mềm Phase2 khi nổ tạo biên.



Hình 10. Mô hình độ ổn định tầng trên phần mềm phase2 không nổ tạo biên với hệ số an toàn bờ 64,47



Hình 11. Mô hình độ ổn định tầng trên phần mềm phase2 sau nổ tạo biên với hệ số an toàn bờ 121,7

4. Kết luận

Mỏ đồng Sin Quyền khai thác bằng phương pháp lộ thiên sẽ khai thác xuống sâu đến gần -400 m vấn đề ổn định tầng, bờ mỏ ngày càng được quan tâm. Một trong các giải pháp là nổ mìn tạo biên khi các mỏ khai thác vào vị trí biên giới cuối cùng cần phải được bảo vệ từ ảnh hưởng có hại của công tác nổ mìn trên mỏ. Việc tính toán đúng các thông số nổ mìn tạo biên là rất quan trọng, đặc biệt là tìm ra mối quan hệ giữa áp lực nổ mìn biên và khoảng cách giữa các lỗ mìn biên trên cơ sở tính chất cơ lý đất đá mỏ. Qua phân tích mối quan hệ này cho đất đá mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai, bài báo đã tính ra áp lực nổ mìn biên cần thiết tương ứng với khoảng cách các lỗ mìn biên. Điều này rất quan trọng giúp các kỹ sư nổ mìn trên mỏ tính toán cấu trúc lượng thuốc nổ, khối lượng thuốc nổ để đạt



Tuyển tập các công trình khoa học hội nghị khoa học toàn quốc
"CƠ HỌC ĐÁ - NHỮNG VẤN ĐỀ ĐƯƠNG ĐẠI"
VIETROCK2024
HỘI NÚI ĐÁ VIỆT NAM

ISBN: 978-604-357-308-4



SÁCH KHÔNG BÁN