

# ỨNG DỤNG MÔ PHỎNG SỐ ĐỂ XÁC ĐỊNH ÁP LỰC NỔ CẦN THIẾT NHẪM TẠO KHE NỨT GIỮA CÁC LỖ KHOAN TRONG NỔ MÌN TẠO BIÊN TẠI MỎ ĐỒNG SIN QUYỀN

Phạm Văn Hòa, Phạm Văn Việt,  
Trần Đình Bảo, Nguyễn Đình An  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Đình Tiến  
Chi nhánh mỏ tuyển đồng Sin Quyền, Lào Cai- Vimico  
Email: phamvanhoa@humg.edu.vn

## TÓM TẮT

Theo phương án được đề xuất, mỏ đồng Sin Quyền sẽ tiếp tục được khai thác lộ thiên xuống sâu đến mức -400m. Điều này có nghĩa là mỏ sẽ tiếp tục khai thác xuống sâu hơn 200 m so với đáy mỏ khu Đông dự định kết thúc ở mức - 188 m. Một trong những vấn đề mỏ cần phải quan tâm là phải đảm bảo an toàn, hiệu quả khai thác. Vấn đề ổn định cho các tầng và bờ dừng tạm thời hoặc bờ kết thúc khi khai thác xuống sâu hơn có ý nghĩa quan trọng đối với mỏ. Kỹ thuật nổ mìn tạo biên là giải pháp được áp dụng có hiệu quả cho mục đích này. Bài báo giới thiệu phương pháp tiếp cận xác định các thông số nổ mìn tạo biên dựa trên kết quả mô phỏng số trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn thông qua phần mềm Phase2, với dữ liệu đầu vào là các thông số về tính chất cơ lý và đặc điểm địa chất đất đá mỏ đồng Sin Quyền. Lỗ khoan tạo biên đưa vào khảo sát trong nghiên cứu này có đường kính 127 mm. Khoảng cách giữa các lỗ khoan biên nổ trong đá phía trên quặng và đá phía dưới quặng được tính toán lần lượt 0,5m; 1,0 m; 1,5 m; 2,0 m. Từ kết quả mô phỏng khảo sát mối quan hệ giữa áp lực nổ trong các lỗ mìn tạo biên và khoảng cách lỗ mìn biên cho thấy: áp lực nổ cần thiết trong các lỗ mìn biên là 210 MPa trở lên sẽ tạo ra mặt tách nối giữa hai lỗ khoan cạnh nhau. Trên cơ sở phân tích xác định được áp lực nổ cần thiết tương ứng với khoảng cách giữa các lỗ mìn tạo biên và tính chất cơ lý đất đá. Đây là cơ sở tính toán xác định khối lượng thuốc nổ và cấu trúc lượng thuốc nổ mìn biên.

**Từ khóa:** Mỏ đồng Sin Quyền, nổ mìn tạo biên, Phase2

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mỏ Sin Quyền là mỏ kim loại đồng, được khai thác bằng phương pháp lộ thiên theo giấy phép số 1868/GP-BTNMT với công suất 1,9 ÷ 2,24 triệu tấn/năm quặng nguyên khai, với đáy mỏ khu Đông kết thúc tại mức -188m và khu Tây kết thúc tại mức +46m. Qua đánh giá thăm dò địa chất thì trữ lượng phần sâu mỏ đồng tới đến mức -500m là 33,16 triệu tấn. Hiện tại, mỏ khai thác với hệ thống khai thác xuống sâu, hai bờ công tác, đất đá được đổ ra bãi thải ngoài. Mỏ có vỉa dốc và dốc đứng, do vậy mỏ càng ngày càng xuống sâu, có thể tới -400m hoặc hơn [1]. Khi mỏ khai thác xuống sâu, chiều cao bờ mỏ sẽ tăng lên hàng trăm mét, đồng thời cũng làm tăng nguy cơ cao về mất ổn định bờ mỏ. Nhằm nâng cao độ ổn định bờ mỏ, “nổ mìn tạo

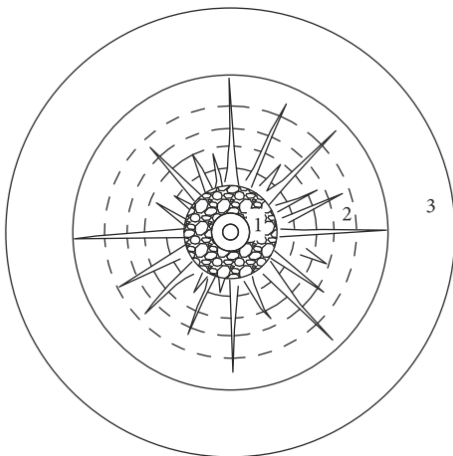
biên” là biện pháp hữu hiệu đã được áp dụng nhiều trên các mỏ lộ thiên khai thác vật liệu xây dựng cũng như khai thác các khoáng sản khác trong nước. Các thông số nổ mìn tạo biên gồm đường kính lỗ khoan biên, đường kính nạp thuốc, khoảng cách các lỗ khoan biên và cấu trúc lượng thuốc. Các lỗ mìn tạo biên trong khai thác lộ thiên thường được nổ trước tạo khe sơ bộ ban đầu nhằm hạn chế tác dụng của sóng nổ của các lỗ mìn phá vỡ đất đá tác động vào khu vực sườn tầng, bờ mỏ cần bảo vệ [6]. Việc xác định đúng áp lực nổ của lỗ mìn tạo biên phù hợp với khoảng cách các lỗ mìn tạo 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 đã xác định 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, nếu nạp lượng thuốc nổ nhỏ so với khoảng cách hai lượng thuốc nổ đồng thời cạnh nhau thì sẽ không hình thành được vết nứt, tạo mặt tách. 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, nghiên cứu này đã tiến hành sử dụng phương pháp mô hình số dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn để 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, 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.

## 2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

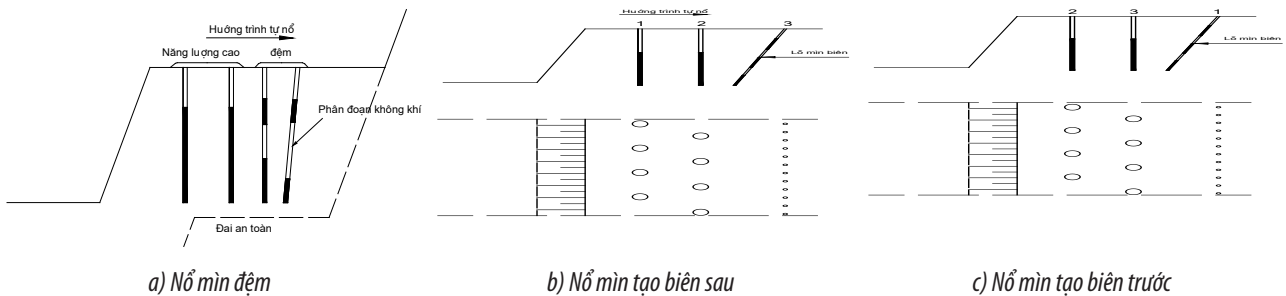
### 2.1. Cơ sở tính toán thông số nổ mìn tạo biên

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) [6].



**H.1. Vùng phá hủy khối đá do nổ mìn [6]**

1. Vùng nghiền nát; 2. Vùng phá vỡ, nứt nẻ; 3. Vùng biến dạng đàn hồi



**H.2. Các phương pháp nổ mìn nâng cao ổn định bờ mỏ**

Do đó, trong khai thác mỏ lộ thiên để đảm bảo bờ mỏ ổn định thì phải làm giảm tác dụng hậu xung của nổ mìn vào sườn tầng, bờ mỏ, giúp bờ mỏ giảm nứt nẻ, qua đó giảm tác động phong hóa của môi trường, nâng cao độ ổn định. 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 lỗ khoan giảm 25% và lượng thuốc nổ nạp giảm khoảng 49% so với lỗ mìn phá vỡ chính, giúp giảm tác dụng hậu xung của nổ mìn vào bờ mỏ kết thúc (Hình H.2a). Nổ mìn tạo biên sau là phương pháp nổ hàng lỗ mìn biên được khoan gần hơn so với lỗ mìn phá vỡ chính, được nổ cuối cùng trong trình tự nổ (Hình H.2b). 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 mặt tách nhằm giảm tác dụng của sóng nổ mìn vào bờ mỏ được sử dụng chính trên các mỏ lộ thiên (Hình H.2c).

Để nổ mìn tạo biên đạt được hiệu quả thì các lỗ mìn biên phải giảm đường kính lỗ khoan, giảm khoảng cách giữa 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 nổ tác động lên thành lỗ mìn biên. Điều này có nghĩa, khi khoảng cách càng nhỏ thì bề mặt biên càng nhẵn nhưng chi phí khoan nổ tạo biên 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 nhằm để giảm chi phí sản xuất. Điều này được thực hiện xuất phát từ phân bố ứng suất và biến dạng được tạo ra từ áp nổ trong lỗ mìn biên. Khi nghiên cứu vùng ứng suất này thấy rằng áp lực này 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 [7]:

$$\sigma_{\Sigma} \geq [\sigma]_k \tag{1}$$

$$\sigma_d \leq [\sigma]_n \tag{2}$$

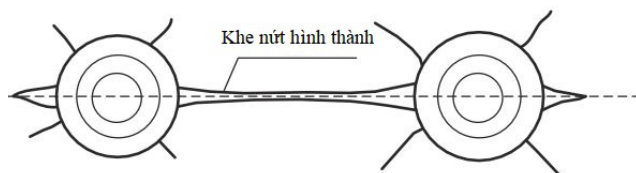
Trong đó:

$\sigma_{\Sigma}$  vùng ứng suất trên đường nối giữa các lỗ mìn biên, MPa;

$\sigma_d$  vùng ứng suất không nằm trên đường nối giữa các lỗ mìn biên, MPa;

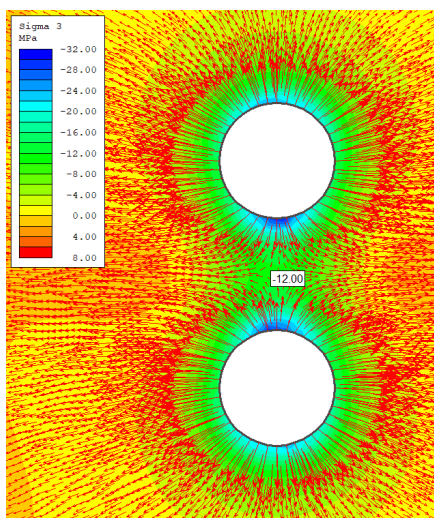
$[\sigma]_k$  độ bền kéo một trục của đất đá, MPa;

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

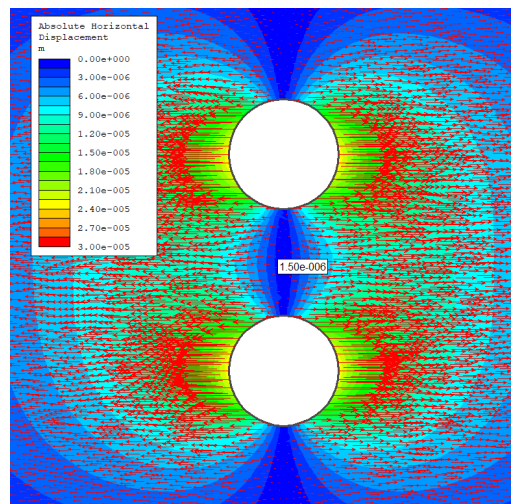


**H.3. Sơ đồ hình thành khe nứt tách trong nổ mìn tạo biên**

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 hình số dựa trên phương pháp phần tử hữu hạn được sử dụng một cách hữu ích trong phân tích phân bố ứng suất và biến dạng giữa các lỗ mìn tạo biên cạnh nhau. Quá trình mô phỏng thực hiện bằng phần mềm phần tử hữu hạn Phase2 của hãng Rocscience. Mô hình số được thực hiện trên cơ sở áp lực thuốc nổ sinh ra trong buồng mìn tác động vào thành lỗ mìn làm xuất hiện ứng suất và dịch chuyển trên vùng nối giữa 2 lỗ mìn tạo biên (Hình H.4 và Hình H.5).



**H.4. Phân bố ứng suất giữa hai lỗ mìn biên**



**H.5. Phân bố vùng dịch chuyển giữa 2 lỗ mìn biên**

Trên Hình H.5, vùng ứng suất kéo sinh ra trên đường nối giữa hai lỗ mìn biên cạnh nhau lớn hơn độ bền kéo đất đá  $[\sigma]_k$ , khi đó 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, mật độ nạp mìn, cấu trúc lượng thuốc và chỉ tiêu thuốc nổ mặt cần thiết.

**2.2. Nghiên cứu tính toán thông số nổ mìn tạo biên tại mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai**

Việc tính toán, lựa chọn thông số nổ mìn tạo biên là đảm bảo đủ năng lượng thuốc nổ để tạo ra mặt tách giữa khoảng cách các lỗ mìn biên liên kề theo đặc tính cơ học của đất đá vùng cần tạo biên. Đất đá khu vực biên kết thúc mỏ đồng Sin Quyền gồm 2 nhóm đá là nhóm trên quặng, nhóm đá dưới quặng. Tổng hợp tính chất cơ lý của đất đá được trình bày trong Bảng 1.



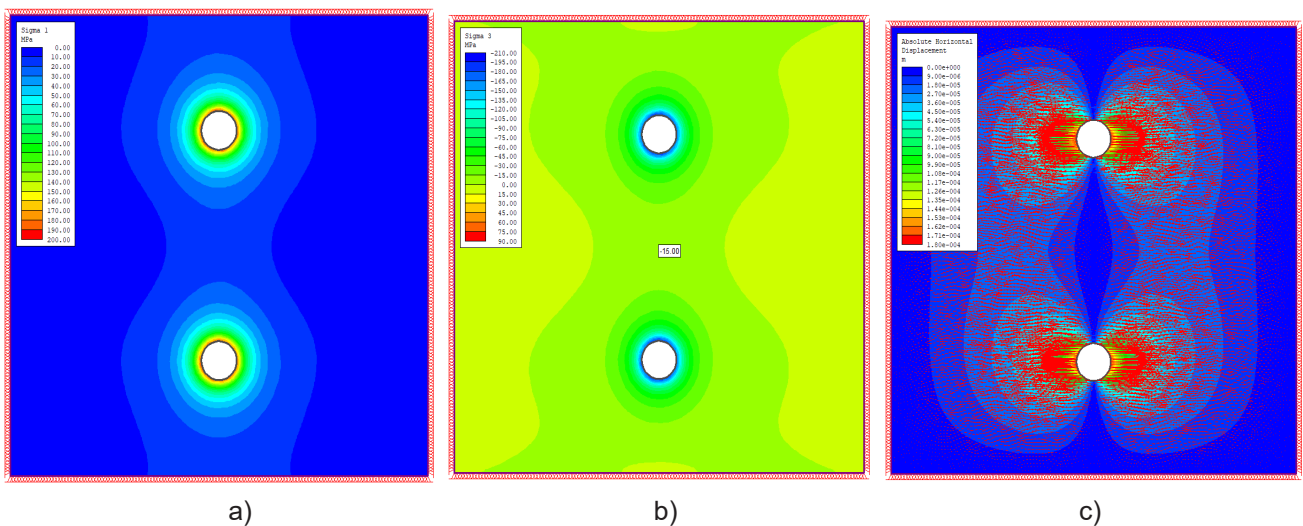
**H.6. Hiện trạng bờ mỏ kết thúc mỏ đồng Sin Quyền**

**Bảng 1. Tổng hợp tính chất cơ lý đất đá mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai [8]**

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

Công việc xây dựng mối quan hệ giữa khoảng cách các lỗ mìn biên và áp lực nổ 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 127mm. Khoảng cách giữa các lỗ khoan biên khảo sát thay đổi từ 0,5m; 1m; 1,5m và 2m với đặc tính cơ lý đất đá của các lớp đá trên quặng và lớp đá dưới quặng. Tiến hành chạy mô hình và phân tích kết quả mô phỏng. Một số hình ảnh phân tích ứng suất ứng suất, dịch chuyển cho khoảng cách lỗ mìn biên 1,5m cho loại đất đá cứng nhất thuộc lớp trên quặng thể hiện trên Hình H.7. Từ mô hình thấy rằng, vùng phá hủy sinh ra do ứng suất nén xung quanh lỗ mìn biên nhỏ

(vùng ứng suất lớn hơn độ bền nén đất đá 137,4 MPa) (Hình H.7a) và vùng ứng suất kéo sinh ra trên đường nối giữa hai lỗ mìn biên lớn hơn giá trị độ bền kéo đất đá là 11,5 MPa đủ tạo ra mặt tách giữa hai lỗ mìn biên cạnh nhau (Hình H.7b), tạo ra hướng dịch chuyển theo hướng vuông góc với hai lỗ mìn biên (Hình H.7c). Từ đó xác định được áp lực nổ cần thiết trong lỗ mìn biên là 210 MPa trở lên. Qua phân tích kết quả xác định được áp lực nổ cần thiết tương ứng với khoảng cách nổ tạo biên và tính chất cơ lý đất đá 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 H.8 và Hình H.9.

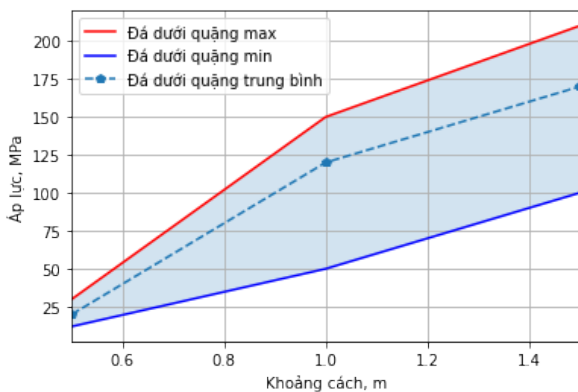


**H.7 . Phân bố ứng suất, dịch chuyển dưới tác dụng áp lực nổ mìn biên với khoảng cách lỗ mìn biên 1,5m tại mỏ Sin Quyền**

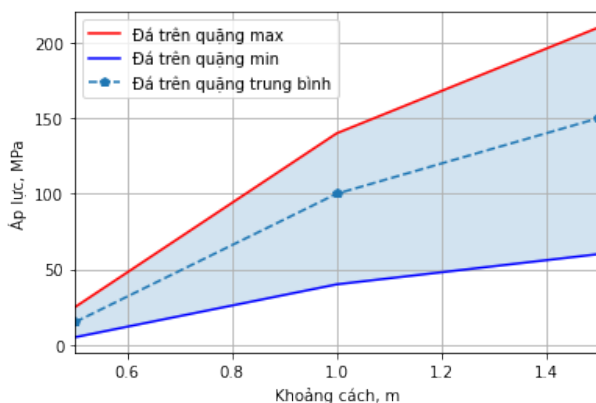
*a- Ứng suất lớn nhất sinh ra quanh lỗ mìn biên. b- Ứng suất kéo hình thành dọc theo hướng 2 lỗ mìn biên. c- Sự dịch chuyển hình thành khi nổ 2 lỗ*

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

| TT | 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 0,5m                 | Mpa    | 25  | 5     | 15    | 30  | 12    | 20    |
| 2  | Khoảng cách 1m                   | Mpa    | 140                                       | 40    | 100   | 150                                       | 50    | 120   |
| 3  | Khoảng cách 1,5m                 | Mpa    | 210                                       | 60    | 150   | 210                                       | 100   | 170   |
| 4  | Khoảng cách 2m                   | Mpa    | Không                                     | Không | Không | Không                                     | Không | Không |



**H.8. Đồ thị thể hiện sự tương quan khoảng cách lỗ mìn biên và áp lực nổ cần thiết cho lớp đá dưới quặng tại mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai**



**H.9. Đồ thị thể hiện sự tương quan giữa khoảng cách lỗ mìn biên và áp lực nổ cần thiết cho lớp đá trên quặng tại mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai**

Qua phân tích mối quan hệ giữa áp lực nổ và khoảng cách giữa các lỗ mìn biên thấy rằng: Đất đá có độ bền cơ học cao thì áp lực nổ trong buồng mìn càng phải lớn hơn khi có cùng giá trị khoảng cách

lỗ mìn tạo biên. Nếu khoảng cách giữa các hàng lỗ mìn biên tăng lên thì áp lực nổ mìn biên cũng phải tăng lên. Trong kết quả khảo sát, khoảng cách giữa các lỗ mìn biên cạnh nhau là 1,5 m sẽ tạo ra mặt tách và hậu xung tác dụng vào sườn tầng bảo vệ nhỏ. Khi khoảng cách lỗ mìn biên tăng lên đến 2m thì việc tạo biên sẽ kém hiệu quả vì sẽ cần áp lực nổ rất lớn và gây ra hậu xung mạnh cho vùng khối đá xung quanh lỗ mìn biên.

**3. KẾT LUẬN**

Mỏ đồng Sin Quyền sẽ khai thác xuống sâu đến -400m hoặc hơn. Khi xuống sâu, vấn đề ổn định bờ mỏ cần được đặc biệt quan tâm. Một trong các giải pháp là áp dụng phương pháp nổ mìn tạo biên trên các tầng bóc đất đá khi gần tới vị trí biên giới cuối cùng. 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 giữa độ bền cơ học của đất đá và các thông số của lỗ mìn trong điều kiện tự nhiên của mỏ đồng Sin Quyền, thông qua mô hình số bằng phần mềm Phase2, ta đã tính được áp lực nổ cần thiết để tạo ra vết nứt tương ứng giữa các lỗ mìn tạo biên. Phương pháp tiếp cận này giúp các kỹ sư nổ mìn trên mỏ tính toán cấu trúc lượng thuốc nổ, khối lượng thuốc nổ để đạt được áp lực nổ cần thiết tương ứng với tính chất cơ lý đất đá mỏ. Tuy nhiên, đất đá trong bờ mỏ thường không đồng nhất nên cần nghiên cứu bổ sung mức độ nứt nẻ để việc xây dựng dữ liệu đầu vào của mô hình được đầy đủ và kết quả tính toán được chính xác hơn.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Hồng Thắng, Bùi Duy Nam (2021), Nghiên cứu lựa chọn phương án khai thác hợp lý phần sâu mỏ đồng Sin Quyền, Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ, Số 3–2021.
2. Đỗ Ngọc Tước, Đoàn Văn Thanh, (2021), Giải pháp công nghệ phù hợp khi khai thác các tầng sâu ở mỏ than lộ thiên Việt Nam, Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ, Số 1-2021.
3. Lưu Văn Thực, Dương Trung Tâm, Vũ Đình Trường (2014), Nghiên cứu lựa chọn công nghệ nổ mìn hợp lý nhằm nâng cao ổn định bờ mỏ khi khai thác xuống sâu các mỏ quặng sắt, Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ, Số 10- 2014.
4. Phạm Văn Việt, Lê Thị Minh Hạnh (2014), Nghiên cứu đề xuất hình dạng bờ mỏ hợp lý cho mỏ lộ thiên khai thác xuống sâu ở Việt Nam, Tạp chí Công nghiệp Mỏ, Số 4-2014.
5. N. D. An, P. T. Hop, L. C. Dien, T. Q. Hieu, and T. D. Bao (2020), Design of pre blasting (pre-splitting) in Tan Cang quarry no.1 in Vietnam, Inz. Miner., vol. 1, no. 1, pp. 155–162, 2020, doi: 10.29227/IM-2020-02-20.
6. P. V. A. N Viet, N. A. N. H. Tuan, and P. V. A. N. Hoa (2020), Finite Element Method Application to Determine Appropriate Splitting Parameters for Dimensional Stone Quarries, Inz. Miner. J. Polish Miner. Engineering Soc., vol. 46, no. 2, pp. 95–103, 2020, doi: doi.org/10.29227/IM-2020-02-13.
7. Phạm Quốc Huy (2020), Báo cáo kết quả thăm dò bổ sung nâng cấp trữ lượng phần sâu đến mức -600 m, mỏ đồng Sin Quyền, huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai, 2020.

## APPLICATION OF NUMERICAL SIMULATION IN DETERMINING PRESSURE TO CREATE MAIN CRACK BETWEEN BLASTHOLES IN PRESPLITTING BLASTING AT SIN QUYEN COPPER MINE

Pham Van Hoa, Pham Van Viet, Tran Dinh Bao,  
Nguyen Dinh An, Dinh Tien

### ABSTRACT

*According to proposed plan, Sin Quyen copper mine will extract more deeply by surface mining method to level -400m. This means the mine will go deeper about 200 m in comparison with the suggested final bottom at the Eastern area of the mine at level -188 m. An important problem that the mine need attention is to mine safely and effectively. The stability of benches and final pit slopes when mining deeper has an important meaning to the mine. Presplitting blasting is the solution that has been effectively applied for this purpose. This paper presents an approach for determining presplitting parameters that based on the numerical simulation by finite element method by Phase2, with the input data from properties and characteristics of rock at Sin Quyen copper mine. The presplitting borehole with the diameter of 127mm is put in to examine; the spacings between presplitting blastholes in rock layers above and below ore body are calculated with the values of 0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0 m, respectively. From the numerical simulation results to study the relation between pressure and spacings, it can be seen that the required blasting pressure inside the blasthole to create main crack between presplitting blastholes is from 210 MPa. From the the analyzing results, the required blasthole pressure in relation with spacing of presplitting blastholes and rock properties. This can be used for determining charge weight and structure of presplitting charges.*

**Keywords:** Sin Quyen copper mine, presplitting blasting, Phase2

**Ngày nhận bài:** 23/12/2021;

**Ngày gửi phản biện:** 25/12/2021;

**Ngày nhận phản biện:** 15/02/2022;

**Ngày chấp nhận đăng:** 7/3/2022.

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.