

# SỬ DỤNG PHẦN MỀM FLAC MÔ PHỎNG KHỔNG CHẾ BÙNG NỀN ĐƯỜNG LÒ BẰNG PHƯƠNG PHÁP CẮT RẠCH GIẢM ÁP

TS. ĐÀO VIỆT ĐOÀN

*Trường Đại học Mỏ-Địa chất*

**B**ùng nền trong đường lò là hiện tượng đất đá phía dưới nền dịch chuyển biến dạng lớn vào khoảng trống. Bùng nền làm nâng nền lò, cong, vênh thậm chí phá hủy các đường ray gây khó khăn cho công tác thi công, vận chuyển. Hiện tượng bùng nền thường gặp tại các đường lò chịu áp lực động, các đường lò đào trong đất đá có ứng suất cao, đất đá có chứa thành phần khoáng vật hàm lượng sét, đất đá phân lớp mỏng. Bài viết nêu ra các hình thức bùng nền, các phương pháp khống chế bùng nền và sử dụng phần mềm Flac mô phỏng khống chế bùng nền đường lò bằng phương pháp cắt rạch giảm áp.

## 1. Các hình thức bùng nền

Nguyên nhân của bùng nền có thể mang bản chất cơ học (tác dụng cơ học vượt quá khả năng mang tải), cũng có thể mang bản chất vật lý (trương nở thể tích do hút nước) và cũng có thể đồng thời mang các bản chất khác nhau. Với mỗi nguyên nhân khác nhau thì hình thức bùng nền cũng khác nhau và thông thường hình thức bùng nền ở các dạng sau:

### 1.1. Bùng nền do nén ép dịch chuyển

Bùng nền do nén ép dịch chuyển thông thường xảy ra khi đào đường lò có lớp đất đá phía nền mềm yếu, vỡ vụn còn đất đá hai bên hông và nóc đường lò cứng vững liền khối. Dưới tác dụng đè xuống của tự trọng phần đất đá phía nóc và hai bên hông đường lò, phần đất đá mềm yếu hoặc vỡ vụn dưới nền lò có xu hướng bị nén ép và dịch chuyển vào trong khoảng trống đường lò, thể hiện tại H.1a.

### 1.2. Bùng nền do uốn cong, gãy các lớp đất đá

Bùng nền do uốn gãy các lớp đất đá thường xảy ra khi đào đường lò qua đất đá phía nền

phân lớp mỏng, chiều rộng đường lò lớn, nguyên nhân bùng nền dạng này là dưới tác dụng của lực nén ép lớn theo phương ngang các lớp đất đá mỏng ở dưới nền bị uốn cong có thể dẫn đến bị gãy vào phía khoảng trống nền đường lò, thể hiện trên H.1.b.

### 1.3. Bùng nền do đất đá phía nền bị phá hủy do cắt

Bùng nền do đất đá phía nền bị phá hủy do cắt chủ yếu xảy ra ở lớp đất đá nằm trực tiếp dưới nền lò, dưới tác dụng của ứng suất cao các lớp đất đá dưới nền lò rất dễ bị phá hủy do cắt, hoặc do ứng suất tập trung tại góc đường lò lớn hơn độ bền của khối đất đá nền dẫn đến hình thành nêm phá hủy và trượt vào phía nền lò, thể hiện trên H.1.c.

### 1.4. Bùng nền do đất đá trương nở khi gặp nước

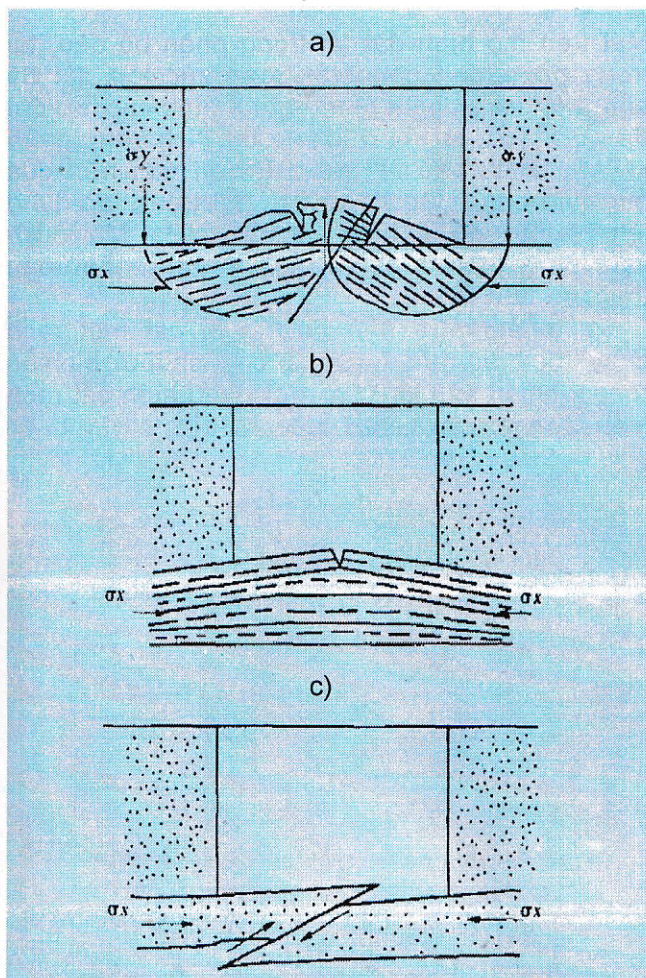
Bùng nền do đất đá trương nở thường gặp khi đào đường lò trong lớp đất đá có chứa hàm lượng sét lớn, chứa các khoáng vật trương nở monmorilonit, hydromica khi hút nước tăng thể tích gây trương nở dẫn đến bùng nền.

## 2. Phương pháp khống chế bùng nền đường lò

Hiện nay có nhiều phương pháp chống giữ khống chế lượng bùng nền, các phương pháp khống chế đều dựa trên cơ sở nguyên nhân gây bùng nền và có thể phân thành 3 loại đó là: phương pháp gia cố chống giữ, phương pháp chống giữ liên hợp phương và pháp giảm áp

### 2.1. Phương pháp gia cố chống giữ

Phương pháp gia cố chống giữ chủ yếu có các phương pháp sau: khoan phụt ép vữa, sử dụng neo kết hợp neo cáp, sử dụng khung chống vòm nền, và sử dụng vòm ngược bê tông đổ liền khối.



H. 1. Các hình thức bồng nền: a - Bồng nền do nén ép dịch chuyển; b - Bồng nền do uốn cong gây các lớp đất đá; c - Bồng nền do uốn cong gây các lớp đất đá [1].

❖ Phương pháp khoan phụt ép vữa: phương pháp này chủ yếu áp dụng cho khối đất đá khá vỡ vụn, nứt nẻ, vữa phụt sẽ thấm thấu vào các khe nứt nẻ trong khối đá, làm tăng lực dính kết của khối đá vỡ vụn, nứt nẻ làm cho đất đá phía nền lò hình thành vòm gia cố có cường độ đất đá lớn hơn trước khi phụt ép vữa, từ đó sẽ ngăn ngừa đất đá dưới nền lò dịch chuyển vào phía trong đường lò, đồng thời tăng được khả năng chống biến dạng của khối đá được gia cố.

❖ Sử dụng neo thường kết hợp với neo cáp [2]: sử dụng neo và neo cáp có thể liên kết vùng không ổn định của đất đá dưới nền vào phần đất đá ổn định ở sâu bên dưới nền, không chế sự phát triển của các khe nứt, đồng thời neo nền cũng làm gia tăng lực hướng xuống theo phương thẳng đứng có tác dụng nhất định khống chế hiện tượng trương nở của khối đá. Do đó ngăn ngừa đất đá phía dưới nền lò dịch chuyển lên phía trên vào trong đường lò.

❖ Sử dụng khung chống vòm ngược: khung chống vòm ngược chống giữ phía nền đường lò làm tăng phân lực cho đất đá nền, cải thiện trạng thái ứng suất lớp đất đá gần nền lò, từ đó ngăn chặn đất đá nền dịch chuyển, biến dạng trôi lên, trương nở vào trong đường lò.

4) Sử dụng bê tông liên khối vòm ngược: đây là phương pháp chống giữ nền đường lò mang tính vĩnh cửu, ưu điểm của kết cấu là tạo ra được lực chống giữ dưới nền lớn và đều, nếu đặt thêm cốt thép có thể tăng được lực chống lại áp lực đất đá.

Phương pháp gia cố tuy có thể phát huy tác dụng khống chế lượng bồng nền nhưng tại những đường lò bồng nền lớn thì lượng tiêu hao vật liệu lớn, chi phí chống giữ cao, và trong một số trường hợp cũng không thể khống chế được hoàn toàn hiện tượng bồng nền.

### 2.2. Phương pháp chống giữ liên hợp

Phương pháp chống giữ liên hợp là kết hợp các phương pháp để khống chế lượng bồng nền, thông thường sử dụng kết hợp của hai phương pháp chống giữ như: Nổ mìn om kết hợp với khoan phụt ép vữa; cắt rạch giảm áp kết hợp với vi neo, neo cáp; nổ mìn om kết hợp với khung chống vòm ngược; nổ mìn om với bê tông cốt thép vòm ngược; vi neo kết hợp với khung thép vòm ngược; vi neo kết hợp với bê tông cốt thép vòm ngược.... Phương pháp nổ mìn om khoang phụt khá phù hợp trong đất đá nền lò mềm yếu, cắt rạch giảm áp kết hợp với neo phù hợp tại những đường lò đặt sâu ứng suất cao và chịu áp lực động, nổ mìn om kết hợp khung chống vòm ngược thích hợp trong đất đá nền lò mềm yếu ứng suất cao.

### 2.3. Phương pháp giảm áp

Phương pháp giảm áp là sử dụng các lỗ khoan, cắt rạch, các đường lò giảm áp bố trí xung quanh đường lò được giảm áp [3]. Nguyên lý của phương pháp giảm áp là cải thiện trạng thái chịu lực của đất đá nền đường lò, làm cho nền lò đặt ở vùng giảm ứng suất để đạt mục đích giữ được tính ổn định cho nền lò. Phương pháp giảm áp có các dạng sau:

❖ Cắt rạch giảm áp: Tại nền đường lò cắt một rạch có thể làm cho ứng suất lớn nhất dịch chuyển vào phía sâu bên trong đất đá làm cho ứng suất tại nền lò giảm tăng được phạm vi mang tải của khối đá xung quanh, khả năng giảm áp bằng cắt rạch chủ yếu phụ thuộc vào chiều sâu cắt rạch, chiều rộng và hình dạng, thời gian cắt rạch sau khi khai đào đường lò.

❖ Khoan lỗ khoan giảm áp: Khoan các lỗ khoan giảm áp tại nền đường lò về nguyên lý

cũng giống như cắt rạch giảm áp, phương pháp này có các điểm sau:

+ Sau khi khoan lỗ khoan tại nền, ứng suất xung quanh sẽ giảm đi, ứng suất dịch chuyển vào sâu bên trong khối đá;

+ Sau khi khoan lỗ khoan tại nền, phía nền đường lò hình thành vùng giảm áp, ứng suất trong đất đá lúc này nhỏ hơn cường độ của khối đá do đó không chế được lượng bùng nền;

+ Đường kính lỗ khoan, chiều sâu lỗ khoan, số lỗ khoan đều ảnh hưởng đến khả năng giảm áp. Thường thì đường kính lỗ khoan lớn hơn 42 mm, chiều sâu khoan 2 đến 4 m, khoảng cách các lỗ khoan lớn hơn 1 m.

#### 2.4. Phương pháp nổ mìn om

Sau khi nổ mìn om tại nền đường lò, làm cho đất đá hình thành các khe nứt, vỡ vụn và làm cho trạng thái ứng suất cao trong khối đá giảm áp, ứng suất dịch chuyển sâu vào phía bên trong đất đá. Đương nhiên sau khi nổ mìn cũng cần sử dụng các biện pháp gia cố cho nền đường lò.

### 3. Sử dụng phần mềm Flac để mô phỏng không chế bùng nền bằng phương pháp cắt rạch

Sử dụng phương pháp cắt rạch tại giữa nền đường lò để giảm áp không chế lượng bùng nền cho đường lò thường áp dụng với các điều kiện sau:

❖ Áp dụng tại những đường lò chuẩn bị cho công tác khai thác, các đường lò chịu tác dụng của áp lực động và ứng suất cao;

❖ Phương pháp cắt rạch này nếu rạch cắt có kích thước lớn và đường lò vận tải bằng đường ray thì sẽ ảnh hưởng nhất định đến độ ổn định của đường ray do đó tốt nhất trong trường hợp này sử dụng phương tiện vận tải bằng băng tải.

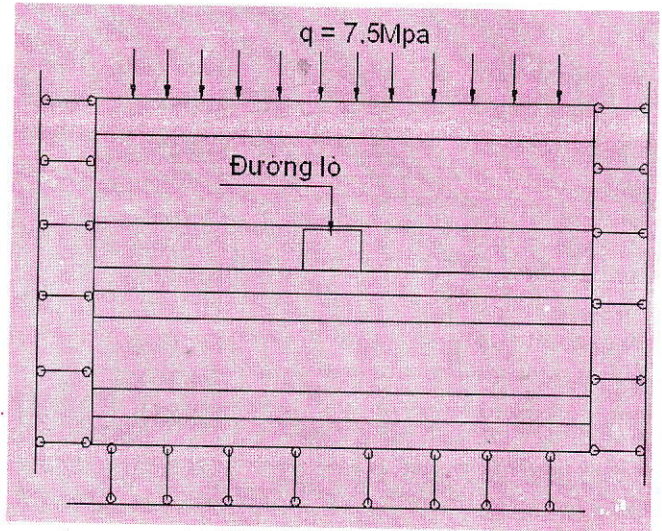
Chiều sâu và chiều rộng cắt rạch có ảnh hưởng đến hiệu quả giảm áp. Nếu chiều sâu quá nhỏ thì hiệu quả giảm áp sẽ không rõ rệt, thông thường chiều sâu cắt rạch lớn hơn nửa chiều rộng đường lò. Nếu chiều rộng cắt rạch nhỏ thì trong một thời gian ngắn rạch sẽ bị đất đá dịch chuyển khép kín do đó đường lò có thể lại tiếp tục bị bùng nền. Để xác định chiều rộng cắt rạch phải dựa vào tính chất cơ lý, lượng biến dạng và trường ứng suất phân bố xung quanh khối đất đá tại hiện trường để xác định.

#### 3.1 Các thông số đầu vào của mô hình mô phỏng

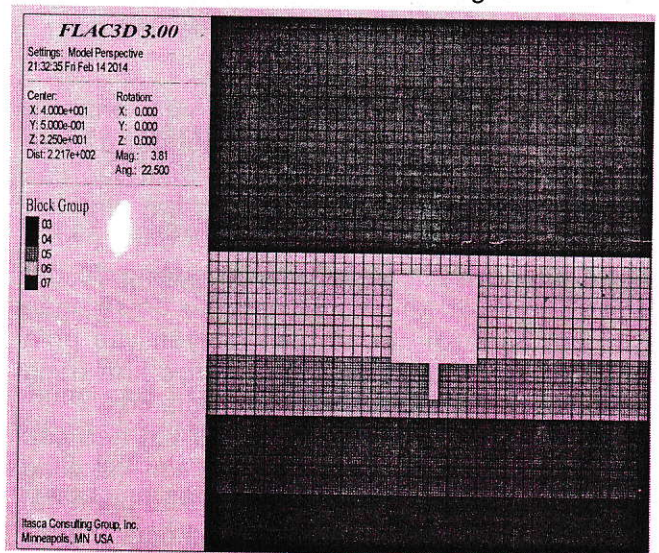
Mô hình mô phỏng có chiều rộng chiều cao 80x50 m, đường lò hình chữ nhật kích thước rộng x cao bằng 4,5x4 m. Đường lò bố trí tại giữa mô hình mô phỏng có độ sâu bằng 325 m.

Mặt trên mô hình đặt tải trọng phân bố đều, tải trọng này chính bằng tải trọng các lớp đất đá phía trên tác dụng lên, trong mô hình các lớp đất đá phía trên có trọng lượng thể tích  $\gamma=(\rho.g)=25 \text{ kN/m}^3$ , chiều sâu từ mặt đất đến mặt trên của mô hình bằng 300 m, do vậy tải trọng tác dụng lên bề mặt mô hình  $q=(\gamma.z)=7,5 \text{ MPa}$ . Mặt dưới và hai mặt bên được cố định, mô hình bài toán thể hiện trên H.2.

Tại phần giữa nền đường lò cắt một rạch chạy dọc theo trục đường lò có kích thước chiều rộng x chiều sâu là 0,5m x 3m, mô hình cắt rạch giảm áp thể hiện trên H.3.



H.2. Mô hình bố trí đường lò

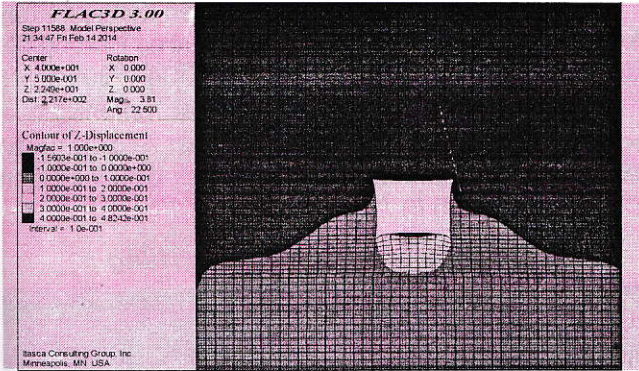


H. 3. Mô hình cắt rạch giảm áp

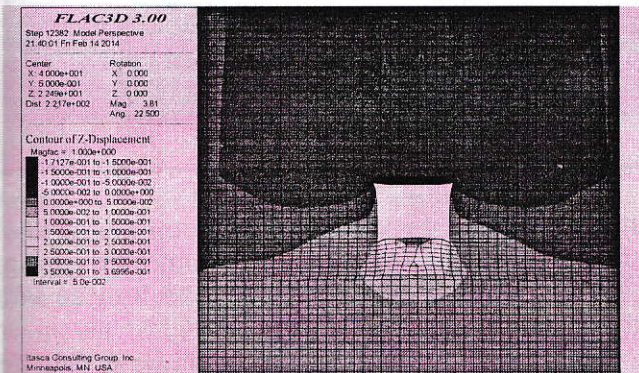
#### 3.2. Phân tích kết quả tính toán

Biến dạng đất đá vào phía nền đường lò trong trường hợp chưa cắt rạch và cắt rạch thể hiện trên H.4.a và H.4.b.

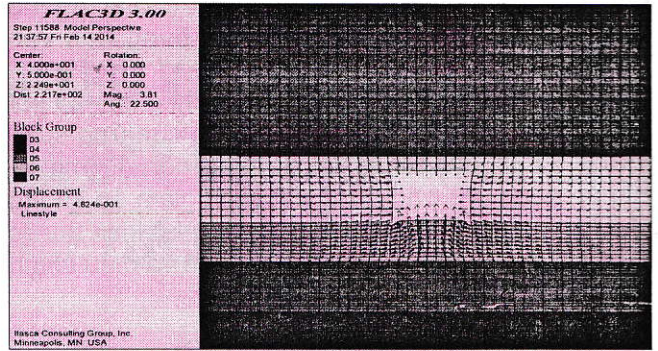
a)



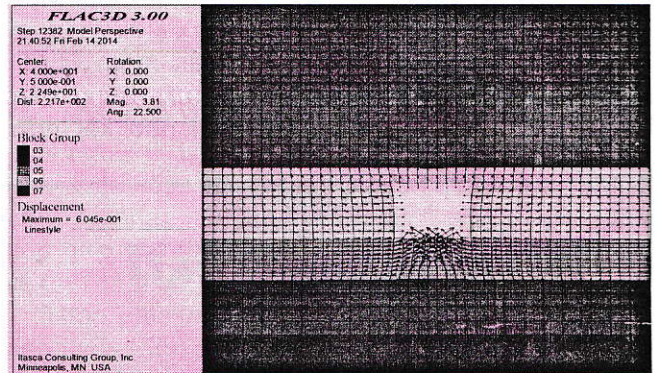
b)



a)



b)



H. 4. Biến dạng nóc và nền đường lò: a - Khi chưa cắt rạch; b - Khi đã cắt rạch giảm áp

H.5 Véc tơ dịch chuyển đất đá vào phía bên trong đường lò: a - Khi chưa cắt rạch; b - Khi đã cắt rạch giảm áp

Từ H.4.a và H.4.b ta thấy rằng khi chưa cắt rạch dưới tác dụng của ứng suất theo phương ngang và trọng lượng hai cột đất đá ở hai bên đường lò đè xuống làm cho đất đá phía nền đường lò có xu hướng dịch chuyển vào trong khoảng trống phía nền đường lò, biến dạng đất đá phía nền đường lò trong mô hình tính toán H.4.a là 482 mm. Sau khi cắt rạch dưới tác dụng của ứng suất theo phương ngang đất đá có xu hướng dịch chuyển vào phía bên trong khoảng trống của rạch cắt, làm cho lượng bùng nền giảm đi rõ rệt cụ thể trên mô hình tính toán H.4.b biến dạng giảm còn 369 mm như vậy sau khi cắt rạch lượng bùng nền giảm đi 113 mm.

Véc tơ dịch chuyển đất đá vào trong đường lò thể hiện trên H.5.a và H.5.b.

Từ H.5.a ta thấy khi chưa cắt rạch thì véc tơ dịch chuyển tại phía nền đường lò có xu hướng dịch chuyển mạnh vào phía nền đường lò, sau khi cắt rạch (H.5.b) thì véc tơ dịch chuyển một phần dịch chuyển vào phía đường lò nhưng chủ yếu dịch chuyển vào rạch cắt và làm khép kín rạch cắt. Quá trình đất đá dịch chuyển vào rạch cắt làm giải phóng ứng suất bên trong đất đá phía nền do đó giảm được bùng nền cho đường lò.

Việc xác định kích thước rạch cắt rất quan trọng, nó ảnh hưởng đến hiệu quả giảm áp khống chế lượng bùng nền. Xác định kích thước rạch giảm áp phải dựa vào điều kiện ứng suất, biến dạng của đất đá tại hiện trường, kích thước rạch giảm áp xác định làm sao có vừa đủ không gian cho đất đá dịch chuyển vào, nếu kích thước rạch quá lớn đất đá dịch chuyển không kín rạch sẽ ảnh hưởng đến độ ổn định của nền đường lò, còn nếu kích thước nhỏ quá không đủ không gian cho đất đá dịch chuyển vào thì sau khi đất đá dịch chuyển khép kín rạch cắt sẽ tiếp tục dịch chuyển vào khoảng trống đường lò làm cho việc giảm áp khống chế bùng nền không hiệu quả.

### 5. Kết luận

- ❖ Hình thức bùng nền phụ thuộc vào trạng thái ứng suất, phương tác dụng lực, tính chất cơ lý của đất đá, thành phần các khoáng vật tạo đá, tính phân lớp của khối đất đá. Tùy thuộc vào hình thức và nguyên nhân bùng nền mà sử dụng các giải pháp khống chế, chông bùng nền khác nhau;

- ❖ Phương pháp cắt rạch giảm áp để khống chế lượng bùng nền thường áp dụng khi đào đường lò trong đất đá có ứng suất cao. Sau khi cắt rạch ứng

suất sẽ dịch chuyển sâu vào bên trong đất đá, làm cho đất đá gần rạch cắt được giải phóng ứng suất từ đó giảm được lượng bùng nền vào trong đường lò;

❖ Xác định kích thước cắt rạch giảm áp rất quan trọng, nó phụ thuộc vào độ lớn của ứng suất, mức độ biến dạng của đất đá phía nền đường lò. Khi áp dụng phương pháp cắt rạch giảm áp không chế lượng bùng nền nên xác định sơ bộ kích thước rạch cắt sau đó tiến hành thử nghiệm và điều chỉnh tại hiện trường. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. 李冲; 李德忠. 软岩回采巷道底鼓的机理和防治. 煤矿安全. 6/2006
2. Đào Viết Đoàn. Sử dụng phần mềm FLAC phân tích hiệu quả khống chế lượng bùng nền trong đường lò chống giữ bằng vì neo kết hợp

neo cáp. Tạp chí Công nghiệp mỏ. Số 5. 2013.

3. Đào Viết Đoàn. Các biểu hiện biến dạng phá hủy loại hình kết cấu chống giữ khi đào đường lò trong đất đá mềm yếu. Tạp chí Công nghiệp mỏ. Số 1. 2014.

4. 彭文斌. FLAC 3D 实用教程. 机械工业出版社.

5. Itasca (2005). FLAC Fast Lagrangian Analysis of Continua. User's Guide. Third Edition (FLAC Version 5.0) April 2005.

**Người biên tập: Võ Trọng Hùng**

### SUMMARY

The paper introduces some study results of modelling for controlling the event of blowing up for tunnel foundation using the software FLAC.

## TUYỂN NỔ QUẶNG OXYT...

(Tiếp theo trang 93)

Khi dùng thuốc tập hợp Armac C, các thuốc đề chìm thủy tinh lỏng và hexametafotfat natri không cải thiện đáng kể tính chọn riêng khi tuyển nổi, vì thế khi dùng Armac C làm thuốc tập hợp cho phép nhận được quặng tinh smitxonit có thực thu và hàm lượng kẽm tối ưu không cần dùng thuốc đề chìm.

### 2.4. Ảnh hưởng của hỗn hợp thuốc tập hợp

Đã sử dụng tỉ lệ hỗn hợp Armac C: Armac T thay đổi lần lượt là 1:6; 1:4; 1:3 và 1:1 thấy rằng, tăng tỉ số của hỗn hợp, thực thu kẽm tăng không đáng kể, song lại làm giảm chất lượng quặng tinh kẽm. Tỉ lệ tối ưu của hỗn hợp Armac C: Armac T là 1:6 (50 g/t Armac C và 300 g/t Armac T) cho phép nhận được quặng tinh kẽm có hàm lượng 42,3 % Zn và thực thu đạt 94,4 %. Ảnh hưởng quan trọng nhất của hỗn hợp thuốc tập hợp so với việc dùng từng thuốc riêng lẻ là giảm được chi phí thuốc tập hợp. Ở tỉ lệ hợp lý của hỗn hợp thuốc tập hợp là 1:6, chi phí tối ưu của Armac C và Armac T giảm tương ứng là 1/4 và 1/2.

### 2.5. Ảnh hưởng của slam

Dùng hỗn hợp thuốc tập hợp Armac C (50 g/t) và Armac T (300 g/t) sẽ không cần dùng thuốc đề chìm. Kết quả nghiên cứu cho thấy rõ, khi không khử slam, tuyển nổi smitxonit sẽ tiêu tốn nhiều  $\text{Na}_2\text{S}$  (12 kg/t) và thực thu kẽm đạt được

thấp (29,4 %) so với có khử slam. Cùng liều lượng  $\text{Na}_2\text{S}$ , khi tuyển có khử slam, hàm lượng kẽm trong quặng tinh đạt được cao hơn so với không khử slam.

Khi không khử slam, lượng chi phí  $\text{Na}_2\text{S}$  tăng từ 7,5 kg/t lên 12 kg/t, cũng trong trường hợp này, tăng chi phí Armac C từ 50 g/t lên 200 g/t thì hàm lượng Zn đạt là 43,2 % và thực thu đạt được rất thấp, bằng 75,5 %.

### 3. Kết luận

Armac T có tính chọn riêng cao hơn so với Armac C nên tinh quặng smitxonit có hàm lượng kẽm cao hơn, còn Armac C là thuốc hiệu quả để làm tăng thực thu kẽm.

Dùng hỗn hợp thuốc tập hợp Armac T và Armac C hiệu quả hơn so với việc dùng riêng lẻ từng loại thuốc vì nó làm giảm đáng kể chi phí thuốc tập hợp. Tỉ lệ tốt nhất của hỗn hợp thuốc trên là Armac C: Armac T bằng 1:6, ở pH bằng 11, cho phép nhận được quặng tinh kẽm có hàm lượng 42,3 % Zn với thực thu 94,4 %.

Hexametafotfat natri là thuốc đề chìm hiệu quả đất đá khi dùng thuốc tập hợp là Armac T, còn thủy tinh lỏng là thuốc hiệu quả khi dùng thuốc tập hợp Armac C. Dùng hỗn hợp thuốc tập hợp trên thì không cần dùng thuốc đề chìm.

Khi tuyển nổi quặng smitxonit, slam chứa trong bùn ảnh hưởng nhiều đến thực thu Zn hơn là đối với hàm lượng kẽm. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**  
Minerals Engineering Vol 36 (2012)