

LỰA CHỌN DẠNG BỜ MỎ HỢP LÝ NHẪM NGĂN NGỪA ĐÁ RƠI VỚI SỰ TRỢ GIÚP CỦA PHẦN MỀM ROCFALL

KS. PHẠM VĂN VIỆT, KS. LÊ QUÝ THẢO

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

KS. PHẠM QUỐC HÙNG - *Xí nghiệp đá Uông Bí*

1. Giới thiệu về hiện tượng đá rơi

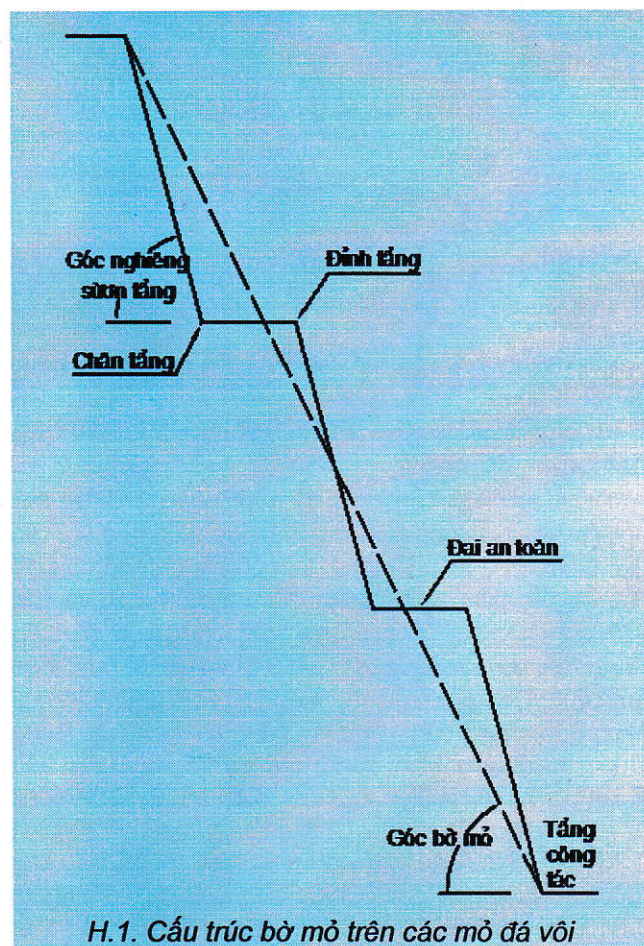
Hiện tượng đá rơi là hiện tượng các khối đất đá có kích thước khác nhau, tách ra từ các sườn bờ dốc hoặc từ trên mặt tầng phía trên của bờ mỏ lún, nẩy, rơi tự do xuống phía dưới chân của tầng hoặc xuống chân của bờ. Hiện tượng đá rơi đã gây ra nhiều tai nạn trên các mỏ khai thác đá vôi, dẫn đến thiệt hại đáng tiếc về người và thiết bị như vụ xảy ra gần đây ở mỏ đá Lèn Cờ (huyện Yên Thành, tỉnh Nghệ An), cướp đi sinh mạng của 18 công nhân và vùi lấp toàn bộ thiết bị đang làm việc trên mỏ.

Nhìn chung, hiện tượng đá rơi là hiện tượng xảy ra đột ngột, phân tán mọi nơi trong bờ mỏ. Biện pháp phòng ngừa là biện pháp duy nhất ngăn chặn hiện tượng đá rơi. Trên các mỏ đá vôi, các nguyên nhân chính sinh ra hiện tượng đá rơi là do cấu trúc đất đá trong bờ mỏ, sóng chấn động do công tác nổ mìn trong mỏ, áp lực của nước sinh ra trong các trận mưa lớn, hiện tượng phong hóa bề mặt...

Ngoài những nguyên nhân trên, hiện tượng đá rơi còn phụ thuộc vào các yếu tố như: thông số hình học bờ mỏ (góc nghiêng sườn tầng, chiều rộng đai an toàn, cấu trúc đai an toàn,...); tính chất bề mặt đất đá; kích thước và hình dạng của khối đất đá rơi;...

Để ngăn ngừa hiện tượng đá rơi xảy ra trên mỏ, giảm thiệt hại cho người và thiết bị thì trong quá trình khai thác trên bờ mỏ sẽ để lại một đai an toàn giữa các tầng để ngăn chặn hiện tượng đá rơi xuống các tầng công tác phía dưới. Mục đích để lại đai an toàn là giữ lại các khối đất đá được rơi ra từ các mặt tầng phía trên hoặc sườn tầng xuống tầng công tác. Do đó, chiều rộng đai an toàn phải đủ rộng để chứa hết đất đá rơi ra từ tầng phía trên xuống. Theo kinh nghiệm thì chiều rộng đai an toàn $b_{at} \geq 0,2h$ (h-chiều cao tầng). Trên thực tế, tầng trữ lượng đá vôi đưa vào khai thác thì góc nghiêng bờ mỏ càng dốc càng tốt, góc nghiêng bờ mỏ phụ thuộc vào góc nghiêng của sườn tầng không công

tác và chiều rộng đai an toàn giữ lại. Như vậy, cần phải xác định góc nghiêng sườn tầng và chiều rộng đai an toàn đảm bảo vừa tăng góc nghiêng bờ mỏ vừa ngăn chặn được hiện tượng đá rơi xảy ra trên bờ mỏ.



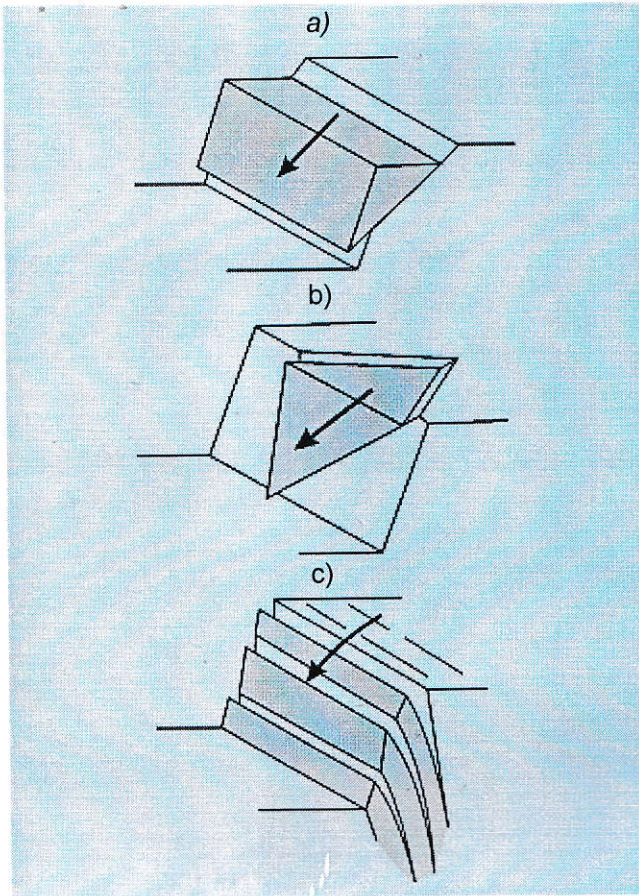
H.1. Cấu trúc bờ mỏ trên các mỏ đá vôi

2 Các nguyên nhân chính gây ra hiện tượng đá rơi

2.1. Cấu trúc đất đá

Đất đá trên bờ mỏ đá vôi gồm sự xuất hiện của mặt phân lớp, hệ thống khe nứt, đứt gãy. Các yếu tố này được gọi chung là các mặt yếu, trên các mặt yếu thì độ bền giảm rất mạnh so với độ bền trong khối đá. Tuy

theo mối quan hệ giữa các mặt yếu (đường hướng dốc, góc dốc) với mặt sườn tầng (đường hướng dốc, góc dốc) mà có thể xảy ra các dạng trượt phẳng, trượt nêm, đá đổ thể hiện trong hình H.2.



H.2. Các dạng trượt là nguyên nhân tạo ra các khối đá rơi trên sườn tầng. a - Trượt dạng phẳng; b - Trượt dạng nêm; c - Trượt dạng đá đổ.

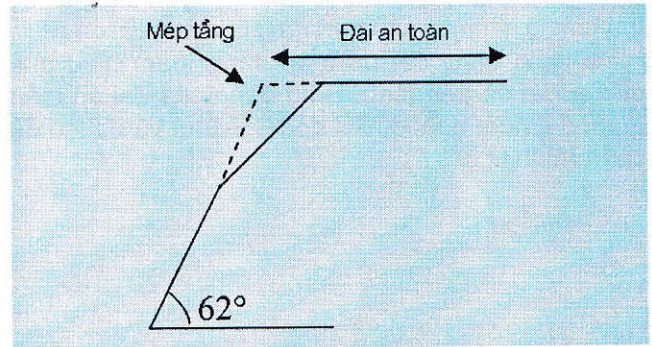
2.2. Nổ mìn trên mỏ

Công tác nổ mìn trên các mỏ đá vôi luôn diễn ra để chuẩn bị đất đá cho các khâu tiếp theo trên mỏ. Trong hoạt động công tác nổ mìn gây ra 3 tác hại (sóng đập không khí, sóng chấn động, đá bay). Trong đó, sóng chấn động là nguyên nhân chính tạo ra các khe nứt mới hoặc phát triển các khe nứt đã tồn tại ở các sườn tầng.

Trên sườn tầng, do tác động hậu sung về phía sườn tầng do nổ mìn làm vị trí này đất đá bị nứt nẻ mạnh nhất xuất hiện các khối đá treo và các dạng trượt phẳng và nêm, đây là nguyên nhân xuất hiện đá rơi trên mỏ.

Ở mỏ Molass Pass thuộc bang Colorado, Mỹ. Mỏ thiết kế với chiều cao tầng $h=7,5$ m, chiều rộng mặt tầng an toàn $b_v=5,5$ m, góc nghiêng sườn tầng $\alpha=62^\circ$. Qua quá trình khảo sát thấy rằng, do tác động hậu sung khi nổ mìn đã xuất hiện các khối

nêm trượt phía mép tầng, gây ra hiện tượng đá rơi trên mỏ. Đồng thời làm giảm chiều rộng của đai an toàn so với thiết kế (hình H.3)



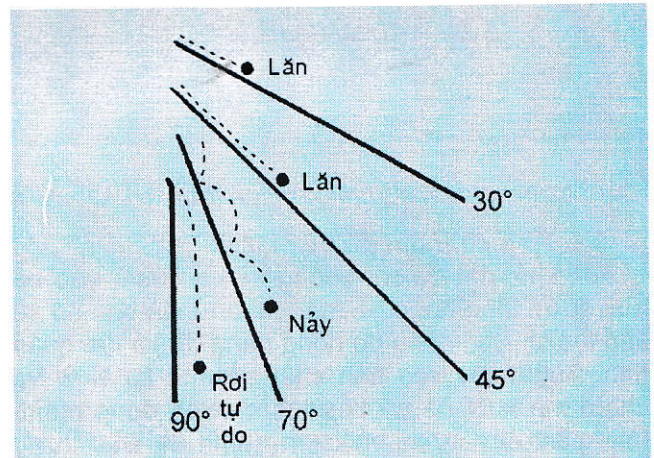
H.3. Ảnh hưởng hậu sung khi nổ mìn đến hiện tượng đá rơi.

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiện tượng đá rơi

Các yếu tố ảnh hưởng đến hiện tượng đá rơi là các yếu tố góp phần làm thay đổi tính chất chuyển động của đá rơi trên bờ mỏ.

3.1. Góc nghiêng sườn tầng

Góc nghiêng sườn tầng làm thay đổi phương thức chuyển động của đá rơi. Tùy thuộc vào góc nghiêng của sườn tầng mà đất đá có thể chuyển động lăn, nảy, rơi tự do (hình H.4).



H.4. Phương thức chuyển động đá rơi phụ thuộc vào góc nghiêng.

Rơi tự do xảy ra khi góc nghiêng của sườn tầng lớn hơn 76° . Nảy trên sườn tầng xảy ra khi góc nghiêng sườn tầng lớn hơn 45° . Lăn trên sườn tầng xảy ra khi góc nghiêng sườn tầng nhỏ hơn 45° . Trong các dạng chuyển động trên, chuyển động lăn là nguy hiểm nhất vì phạm vi ảnh hưởng rất xa từ vị trí chân bờ.

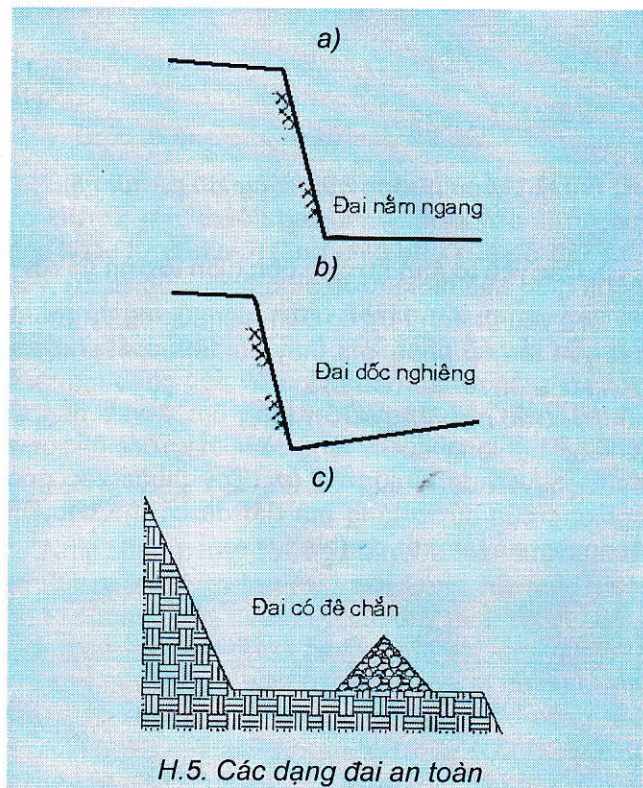
3.2. Đai an toàn

Đai an toàn hình thành trong quá trình khai thác để lại một mặt tầng rộng nhất định giữa các tầng

để ngăn chặn hiện tượng đất đá tầng trên rơi xuống. Để giữ lại hầu hết đất đá từ tầng trên rơi xuống thì đai an toàn gồm 2 yếu tố:

❖ Chiều rộng đai an toàn: chiều rộng đai thiết kế lớn hơn chiều rộng cần thiết để giữ lại hết đất đá rơi.

❖ Hình dạng đai an toàn: tăng thêm hiệu quả giữ lại đất đá trên tầng. Hình dạng của đai an toàn gồm: đai nằm ngang, đai dốc nghiêng và đai có đê chắn (hình H.5).



H.5. Các dạng đai an toàn

3.3. Tính chất đất đá bề mặt

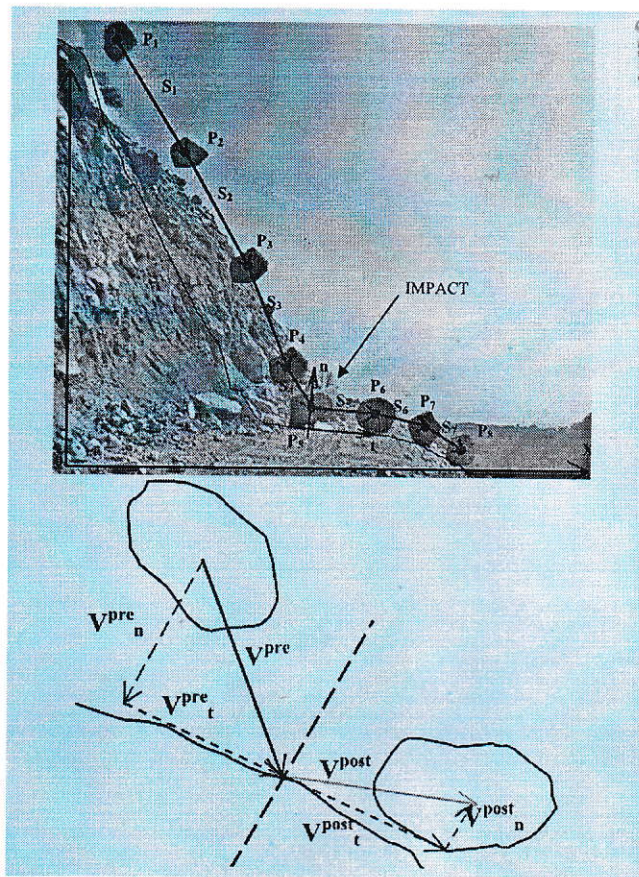
Khi khối đất đá rơi xuống sẽ va chạm vào bề mặt sườn tầng hoặc bề mặt đai an toàn sau đó sẽ tiếp tục chuyển động do động năng dư và lực quán tính. Tùy thuộc vào tính chất bề mặt tại vị trí va chạm mà khối đá sẽ tiếp tục chuyển động mạnh hay giảm đi sau khi va chạm (hình 6). Đặc trưng cho mỗi loại đặc tính đất đá tại vị trí va chạm sẽ xác định một hệ số hồi phục. Hệ số hồi phục được xác định dựa vào vận tốc trước và sau va chạm của khối đá rơi.

Hệ số hồi phục được chia thành 2 thành phần: (hệ số hồi phục tiếp tuyến, k_t ; hệ số hồi phục pháp tuyến, k_n) được xác định theo công thức sau:

$$k_n = \frac{V_n^{\text{post}}}{V_n^{\text{pre}}} \quad (2)$$

$$k_t = \frac{V_t^{\text{post}}}{V_t^{\text{pre}}} \quad (3)$$

Trong đó: V_n^{post} - Vận tốc pháp tuyến khối đá rơi sau va chạm; V_n^{pre} - Vận tốc pháp tuyến khối đá rơi trước va chạm; V_t^{post} - Vận tốc tiếp tuyến khối đá rơi sau va chạm; V_t^{pre} - vận tốc tiếp tuyến khối đá rơi trước va chạm.



H.6. Chuyển động rơi của khối đá trên bờ mỏ.

Đất đá càng cứng, ít nứt nẻ thì có hệ số hồi phục lớn. Đất đá mềm, kích thước cục nhỏ thì hệ số hồi phục nhỏ.

4. Ứng dụng phần mềm Rocfall

Việc xác định thông số bờ mỏ hợp lý ngăn ngừa hiện tượng đá rơi có thể được xác định bằng phương pháp là phương pháp thống kê và phân tích xác suất. Bởi vì:

❖ Thông số hình học bờ mỏ thay đổi tại mọi vị trí trong bờ mỏ.

❖ Đặc tính các loại đất đá hình thành lên bờ dốc thay đổi tại mọi vị trí trong bờ mỏ.

❖ Vị trí khối đá rơi phân tán trên khắp sườn tầng và trên mặt tầng.

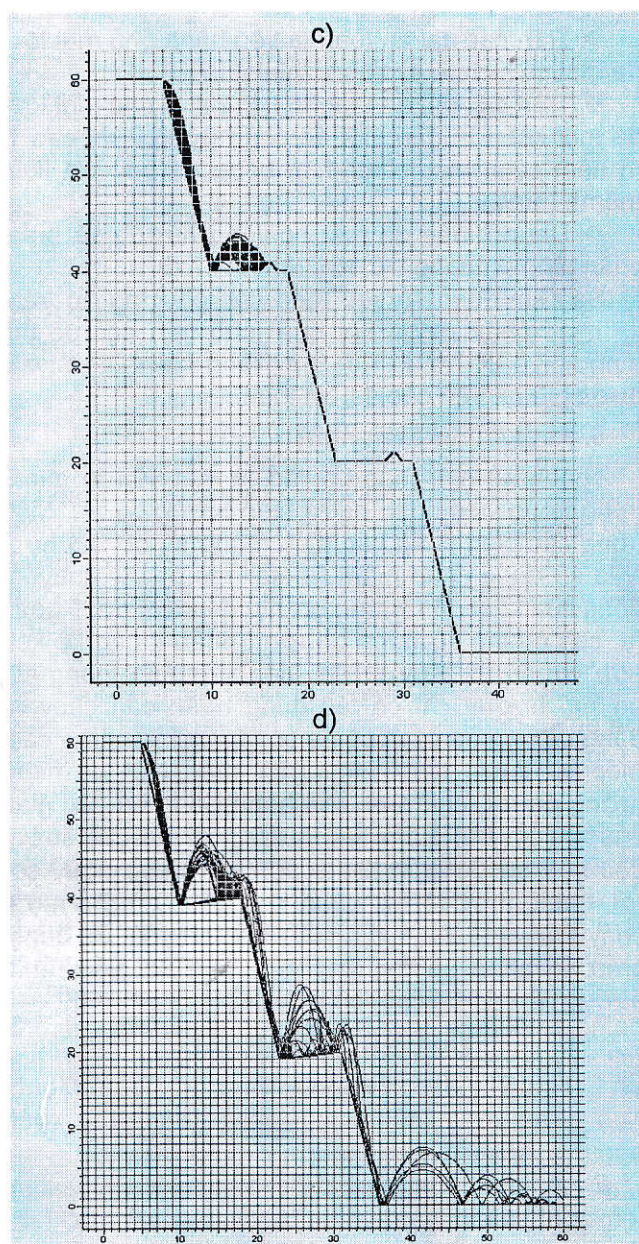
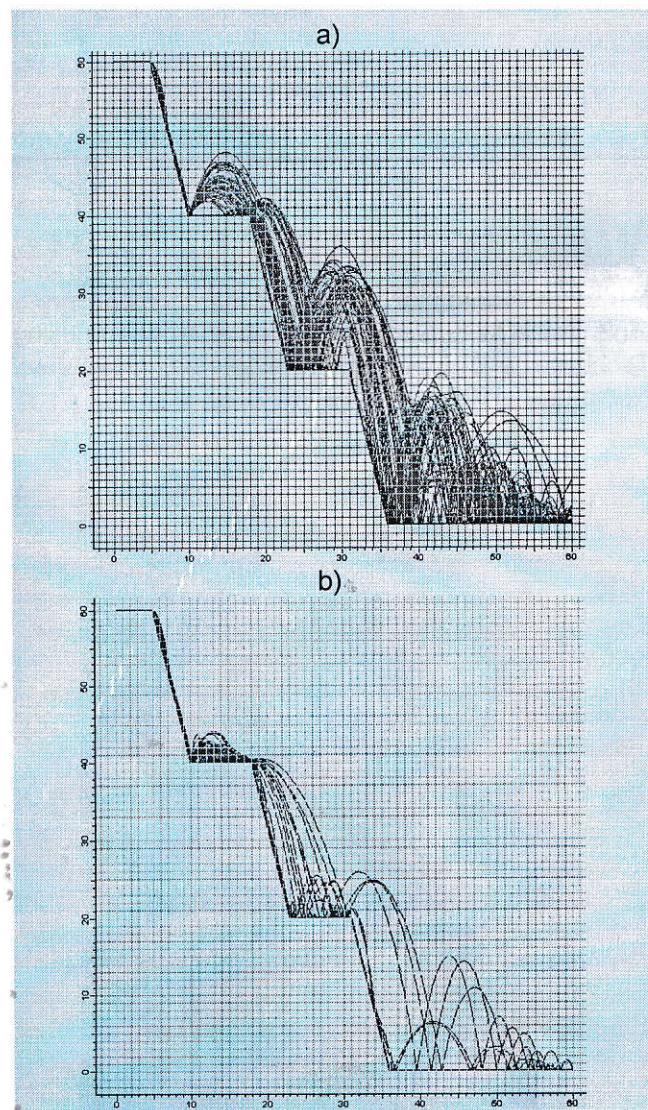
❖ Khối đá rơi có kích thước, hình dạng và khối lượng khác nhau (to, nhỏ, hình cầu, hình dẹt).

❖ Từ đặc điểm trên tác giả đề xuất một số dạng thông số hình học bờ mỏ dựa trên phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến hiện tượng đá

roi. Sau đó tiến hành kiểm tra bằng phần mềm Rocfall. Phương án hợp lý là phương án mà trên đai an toàn của bờ mỏ giữ lại được lượng đá rơi là lớn nhất. Nếu có xác suất phần nhỏ đá rơi xuống chân bờ mỏ thì đá rơi nằm ngay tại chân bờ mỏ.

Phần mềm Rocfall là phần mềm do hãng Rocscience viết trên ngôn ngữ lập trình C⁺, chạy trên hệ điều hành Window xp....Phần mềm mô phỏng chuyển động của một khối đá rơi trên bờ mỏ từ lúc bắt đầu chuyển động đến khi dừng lại.

Tác giả tiến hành áp dụng tại mỏ đá vôi Phương Nam thuộc xí nghiệp đá Uông Bí (Quảng Ninh). Mỏ đá khai thác để lại bờ mỏ cao 60m, cứ 20m mỏ để lại một đai an toàn phẳng rộng 8m, góc nghiêng sườn tầng 75°. Tính chất cơ lý đá như sau: góc nội ma sát $\varphi=38^\circ$; cường độ kháng nén $\sigma_n=62$ MPa; khối lượng riêng $\gamma=2,68$ tấn/m³; cường độ kháng cắt $\tau=6,4$ MPa.



H.8. Một số hình ảnh khi chạy phần mềm Rocfall: a- Thiết kế theo thông số bờ của mỏ; b - Khi đai an toàn được phủ lớp đá kích thước nhỏ hoặc đá mặt; c- Khi đai an toàn được phủ lớp đá mặt kết hợp dè chắn; d - Khi đai an toàn có mặt nghiêng về phía trong.

Qua tiến hành nhập thông số của mỏ vào phần mềm Rocfall (hình 8a), chạy phần mềm ta thấy rằng bờ mỏ vẫn còn một lượng lớn đá rơi không được giữ lại trên các đai an toàn mà rơi xuống chân bờ mỏ và nảy ra xa chân bờ mỏ. Để tăng hiệu quả giữ đá trên các đai an toàn cho mỏ thì tác giả xin đề xuất cải tạo đưa ra dạng bờ hợp lý như sau:

❖ Trên các đai an toàn ta tiến hành phủ một lớp đá mặt có kích thước nhỏ. (hình H.7.b)

❖ Trên các đai an toàn ta tiến hành phủ một lớp đá mặt kết hợp đắp một đê chắn (rộng 2 m, cao 1 m nằm cách mép tầng 1 m bằng đá hay vật liệu mềm). (hình H.7.c)

❖ Đai an toàn có mặt nghiêng hướng về phía chân tầng (khoảng $i=0,16$). (hình H.7.d)

Sau khi nhập số liệu theo các phương án trên và chạy phần mềm, kết quả (cho trên các đồ thị hình H.7.b, H.7.c, H.7.d) thấy rằng hầu hết đất đá được giữ lại trên các đai an toàn.

5. Kết luận và kiến nghị

Thông số hình học bờ mỏ là một yếu tố quan trọng trong việc ngăn ngừa hiện tượng đá rơi. Một trong các biện pháp xác định thông số bờ mỏ hợp lý là sử dụng phần mềm Rocfall mô phỏng chuyển động của khối đá rơi trên bờ mỏ để kiểm tra. Ngoài ra, còn có thể sử dụng phương pháp thống kê kết hợp với đồ thị. Tuy nhiên, việc xác định thông số bờ mỏ hợp lý chỉ có tác dụng ngăn cản chuyển động đá rơi của các cục đá có liên kết yếu trên các mép và sườn tầng. Để ngăn chặn triệt để hiện tượng đá rơi, cần phải tiến hành đồng bộ các giải pháp: kiểm tra, giám sát thường xuyên các sườn dốc trên bờ để phát hiện các khối đá có nguy cơ rơi, thoát nước tốt và ngăn không cho nước mưa chảy tràn qua các sườn tầng trên bờ mỏ, áp dụng phương pháp nổ mìn ít chấn động để giảm ảnh hưởng đến độ ổn định bờ mỏ....□

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hồ Sĩ Giao, Nguyễn Sĩ Hội, Trần Mạnh Xuân Khai thác mỏ vật liệu xây dựng. Nhà xuất bản GD. 1997.
2. A tool for probabilistic analysis, design remedial measures and prediction of rockfall, Warren Douglas Stevens, 1998.
3. Rock slope engineering civil and mining, Duncan C. Wyllie and Christopher W. Mah, 2005.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The stability of the mine slope is an important problem in the open pit mines, espically for the lime stone mines. One of the important problems from the mines is the problem preventing the rock fall events. The article will analyses these problem and proposes the method helping to prevent the rock fall events by using the soft ware ROCFALL.

ỨNG DỤNG QUY TRÌNH...

(Tiếp theo trang 23)

3. El-Midany A. A (2004). Separating dolomite from phosphate rock by reactive flotation: fundamentals and application. University of Florida. pp 144.

Người biên tập: Trần Văn Trạch

SUMMARY

Apatite ore grade II of Lào Cai province which has the reserve reach to 236 million tons is apatite-carbonate ore. The process for improving the quality of apatite-carbonate ore is obstacle due to the chemical-physical properties of apatite and dolomite are similar. Use the technological processes developed by Florida Institute of Phosphate Reseach (FIPR) for processing the raw apatite ore grade II of Lào Cai obtained good data, the content of P_2O_5 in apatite concentrate which can be used for chemical and fertilizer industries.

TÍNH TOÁN TRỮ LƯỢNG...

(Tiếp theo trang 26)

2. Smith M. L. Geologic and Mine Modelling using Techbase and Lynx. A. A. Balkema. Rotterdam. Netherland. 1999.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

Coal seam structure in Vietnam is rather complicated with tectonic disturbances and in seam rock partings. Drawing geological structure, estimating volume and especially geological coal seam reserve is common but hard job for mining engineer. Traditional method in Vietnam is linear interpolation and volume calculation by parallel sections. At present, with the aid of computer, modelling method now is widely applying, and for seam reserve, it must accurately describe the coal and exclude rock partings between roof and floor in seam. Meanwhile, new criteria for coal reserves has been introduced. The new method of coal estimation increases both the accuracy in less time and coal volume in comparison with traditional method.