

TẠP CHÍ

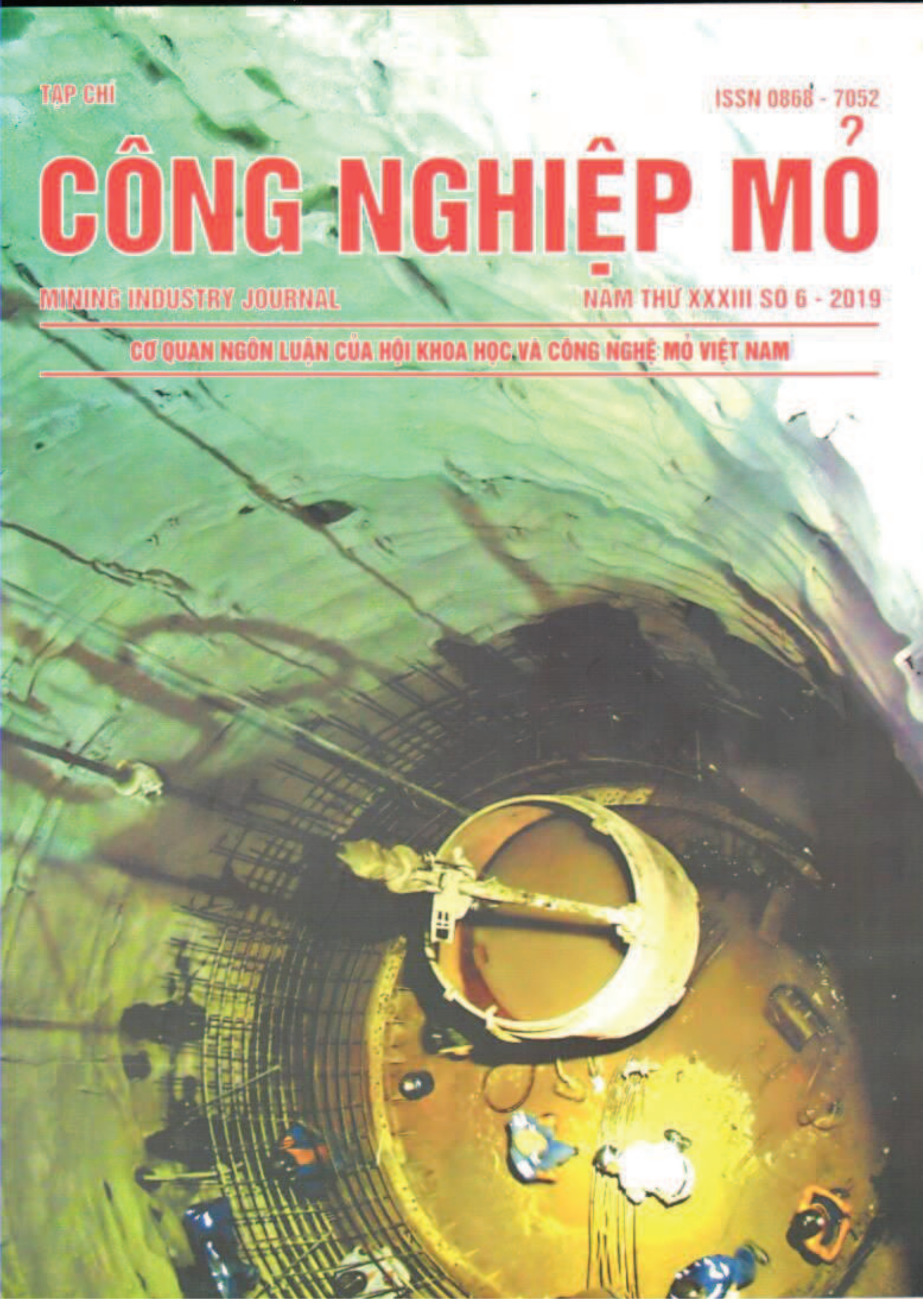
ISSN 0868 - 7052

# CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

NĂM THỨ XXXIII SỐ 6 - 2019

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM





# TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP MỎ

CƠ QUAN NGÔN LUẬN  
CỦA HỘI KH&CN MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXIII  
SỐ 6 - 2019

◉ Tổng biên tập:  
GS.TS. NGND. VÕ TRỌNG HÙNG

◉ Phó Tổng biên tập  
kiêm Thư ký Toà soạn:  
TS. TẠ NGỌC HẢI

◉ Ủy viên Phụ trách Trị sự:  
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

◉ Ủy viên Ban biên tập:  
TS. NGUYỄN BÌNH  
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC  
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG  
TS. NGHIỆM GIA  
PGS.TS. NGUT. HỒ SĨ GIAO  
TS. NGUYỄN HỒNG MINH  
GS.TS. NGUT. VÕ CHÍ MỸ  
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM  
KS. ĐÀO VĂN NGÂM  
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO  
TS. PHAN NGỌC TRUNG  
GS.TS. NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

♦ TOÀ SOẠN:  
Số 655 - Phạm Văn Đồng  
Bắc Từ Liêm-Hà Nội  
Điện thoại: 36649158; 36649159  
Fax: (844) 36649159  
Email: info@vinamin.vn  
Website: http://vinamin.vn

♦ Tạp chí xuất bản với sự cộng tác  
của: Trường Đại học Mỏ-Địa chất;  
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-  
Luyện kim; Viện Khoa học Công  
nghệ Mỏ; Viện Dầu khí

♦ Giấy phép xuất bản số:  
319/GP-BVHTT ngày 23/7/2002  
của Bộ Văn hoá Thông tin

♦ In tại Công ty CTCP  
KH & CN Hoàng Quốc Việt  
18 Hoàng Quốc Việt - Hà Nội  
Điện thoại: 024.37562778

♦ Nộp lưu chiếu:  
Tháng 12 năm 2019

## MỤC LỤC

### ❑ TIỂU ĐIỂM

- ❖ Nghiên cứu phân bố ứng suất và giải pháp không để lại trụ bảo vệ khi khai thác các vỉa dày trung bình, dốc thoải đến nghiêng Lê Quang Phục 1 và nnk

### ❑ KHAI THÁC MỎ

- ❖ Phương pháp mô phỏng dự báo, xác định bán kính ảnh hưởng của đá văng do nổ mìn trên mỏ lộ thiên Việt Nam Nguyễn Anh Tuấn 11 và nnk
- ❖ Nghiên cứu giải pháp thu hồi than trong công nghệ khai thác lò chợ xiên chéo, chống giữ bằng giàn chống mềm loại ZRY ở Công ty than Vàng Danh Vương Minh Thu 19 và nnk
- ❖ Mô hình mạng nơ-ron nhân tạo và mô hình thực nghiệm để dự báo sóng chấn động nổ mìn trên mỏ lộ thiên Nguyễn Hoàng 23 và nnk

### ❑ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ

- ❖ Mô hình phân tích dự báo độ lún mặt đất khi thi công đường hầm đô thị bằng máy khiên đào Đỗ Ngọc Thái 29 và nnk
- ❖ Nghiên cứu xác định tham số của kết cấu chống neo cho đường lò bằng phương pháp số Đào Viết Đoàn 34

### ❑ TUYỂN VÀ CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN

- ❖ Quy trình công nghệ sản xuất thiếc hàn không chì dạng kem Trần Thụy Thúy Vi 40 và nnk
- ❖ Hoàn thiện công nghệ sản xuất thiếc 99,99 % từ thiếc thô Đinh Thị Thu Hiền 45 và nnk
- ❖ Nghiên cứu tuyển nổi bùn than mỏ Khánh Hòa nhằm tận thu than sạch Phạm Văn Luận, 51 Lê Việt Hà

### ❑ CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

- ❖ Ứng dụng Simulink Matlab để nghiên cứu động lực học kênh quay ty trên máy khoan xoay cầu CBW-250T Lê Ngọc Dũng, 56 Đặng Văn Chí

### ❑ THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ❖ Giải pháp kỹ thuật cải thiện và nâng cao năng lực thông gió mỏ tại Công ty than Thống nhất-TKV Phạm Đức Khiêm 61 và nnk
- ❖ Một số kết quả nghiên cứu xử lý bùn đỏ nhà máy nhôm Lâm Đồng bằng phương pháp thải khô Hoàng Minh Hùng 64 và nnk

### ❑ ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

- ❖ Đặc điểm quặng hóa và tiềm năng tài nguyên quặng graphit khu vực Văn Yên, tỉnh Yên Bái Nguyễn Chí Công 74 và nnk
- ❖ Nghiên cứu chế tạo bua mìn từ than bùn nhà máy tuyển phục vụ khai thác than hầm lò Vương Minh Thu 82 và nnk

### ❑ KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ❖ Nhiệt điện than thế giới và Việt Nam: Hiện trạng và xu thế phát triển Nguyễn Cảnh Nam 85

### ❑ THÔNG TIN, SỰ KIỆN

- ❖ Định hướng hoạt động khoa học công nghệ ngành Than-Khoáng sản đến năm 2025 Đức Khải 92
- ❖ Thông tin về đầu tư vào công nghiệp nhôm trên thế giới Trần Minh Huân 93
- ❖ Từ sản xuất than đến sản xuất điện - TKV nâng cao hiệu quả sử dụng than Đức Khải 94
- ❖ Hội thảo quốc tế về công nghệ, máy và thiết bị cơ khí trong khai thác khoáng sản Ngọc Kiên 96
- ❖ Chín nước đứng đầu về khai thác quặng sắt năm 2018 Trần Minh Huân 98
- ❖ Năm công ty sản xuất uranium lớn nhất thế giới năm 2018 Trần Minh Huân 99
- ❖ Tin vắn ngành mỏ thế giới Đức Toàn 101

Ảnh Bìa 1: Thi công giếng đứng Núi Béo (Ảnh Văn Thắng)



# PHƯƠNG PHÁP MỎ PHÒNG DỰ BÁO, XÁC ĐỊNH BÁN KÍNH ẢNH HƯỞNG CỦA ĐÁ VĂNG DO NỔ Mìn TRÊN MỎ LỘ THIÊN VIỆT NAM

NGUYỄN ANH TUẤN, PHẠM VĂN VIỆT,  
NGUYỄN ĐÌNH AN - *Trường Đại học Mỏ-Địa chất*  
LƯƠNG XUÂN THƯỜNG  
*Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện Kim*  
Email: nguyennanhtuan@humg.edu.vn

## 1. Giới thiệu chung về bán kính vùng nguy hiểm do mảnh đá văng xa do nổ mìn

Hiện tượng đá văng khi nổ mìn đang là vấn đề cấp thiết tại các mỏ lộ thiên khai thác sâu cũng như địa hình đồi núi có bờ mỏ cao tại Việt Nam. Để tính toán, dự đoán và khắc phục, phòng ngừa các hiện tượng đá văng bãi báo đã thực hiện một số nghiên cứu quý đạo đá rơi, đá văng khi phân tích ổn định bờ mỏ và sườn dốc.

Về vấn đề an toàn trong khai thác mỏ lộ thiên được quy định rất cụ thể trong các Tiêu chuẩn (TC)

và Quy chuẩn Việt Nam (QCVN) Việt Nam, như QCVN 04: 2009/BCT và QCVN 02: 2008/BCT. Theo các tài liệu này thì khoảng cách an toàn đảm bảo cho người tránh khỏi các mảnh đất đá văng ra được xác định theo thiết kế hoặc hộ chiếu nổ mìn, ở khu đất trống khoảng cách nói trên không được nhỏ hơn trị số ghi ở Bảng 1 đối với mục "Nổ mìn trong đất đá ở lộ thiên". Khoảng cách an toàn đối với người phải chọn trị số lớn nhất trong hai loại khoảng cách an toàn về sóng đập không khí và đất đá văng do nổ mìn gây ra.

**Bảng 1. Bán kính nhỏ nhất của vùng nguy hiểm đối nổ mìn trong đất đá ở lộ thiên (QCVN 02: 2008/BCT)**

Dạng và phương pháp nổ mìn trong đất đá ở lộ thiên	Bán kính nhỏ nhất của vùng nguy hiểm (m)
1. Nổ mìn ốp	Không nhỏ hơn 300 (1)
2. Nổ mìn lỗ khoan nhỏ có tạo túi	Không nhỏ hơn 200 (2)
3. Nổ mìn lỗ khoan nhỏ	Không nhỏ hơn 200
4. Nổ mìn buồng nhỏ (hình ống)	Không nhỏ hơn 200 (2)
5. Nổ mìn lỗ khoan lớn	Theo thiết kế hoặc hộ chiếu
6. Nổ mìn lỗ khoan lớn có tạo túi	nhưng $\geq 200$ (3)

*Chú thích: 1) Tổng khối lượng các phát mìn ốp nổ đồng thời (bằng dây nổ hoặc kip điện nổ tức thời) không được vượt quá 20 kg; 2) Khi nổ ở sườn đồi, núi thì bán kính vùng nguy hiểm theo hướng văng xuống phía dưới không được nhỏ hơn 300 m; 3) Bán kính vùng nguy hiểm nêu trong Bảng áp dụng trường hợp nổ trong lỗ khoan lớn có nút lỗ.*

Trong thiết kế nổ mìn, khoảng cách an toàn cho người và thiết bị do đá văng được tính toán theo thiết kế hoặc phương án nổ mìn. Theo QCVN 02: 2008/BCT thì "tính toán nổ mìn trong thiết kế (hướng nổ, chỉ số nổ, đường căn, các hệ số tính toán...), phải tính sao cho hạn chế đến mức thấp nhất các thiệt hại do chấn động, sóng không khí hoặc các mảnh đá văng do nổ mìn gây ra cho các công trình nằm trong vùng nguy hiểm. Nếu không

thực hiện được yêu cầu này thì phải thỏa thuận với tổ chức, cá nhân quản lý, sở hữu công trình đó về các biện pháp bảo vệ, che chắn hoặc phương án khắc phục các thiệt hại do nổ mìn (nếu có) gây ra. Thỏa thuận phải được thực hiện ít nhất 30 ngày trước khi tiến hành nổ mìn, nội dung bản thỏa thuận phải nêu rõ hiện trạng công trình, các hư hỏng sẵn có, nguồn nước cũng như các vật kiến trúc khác có thể bị ảnh hưởng do nổ mìn".

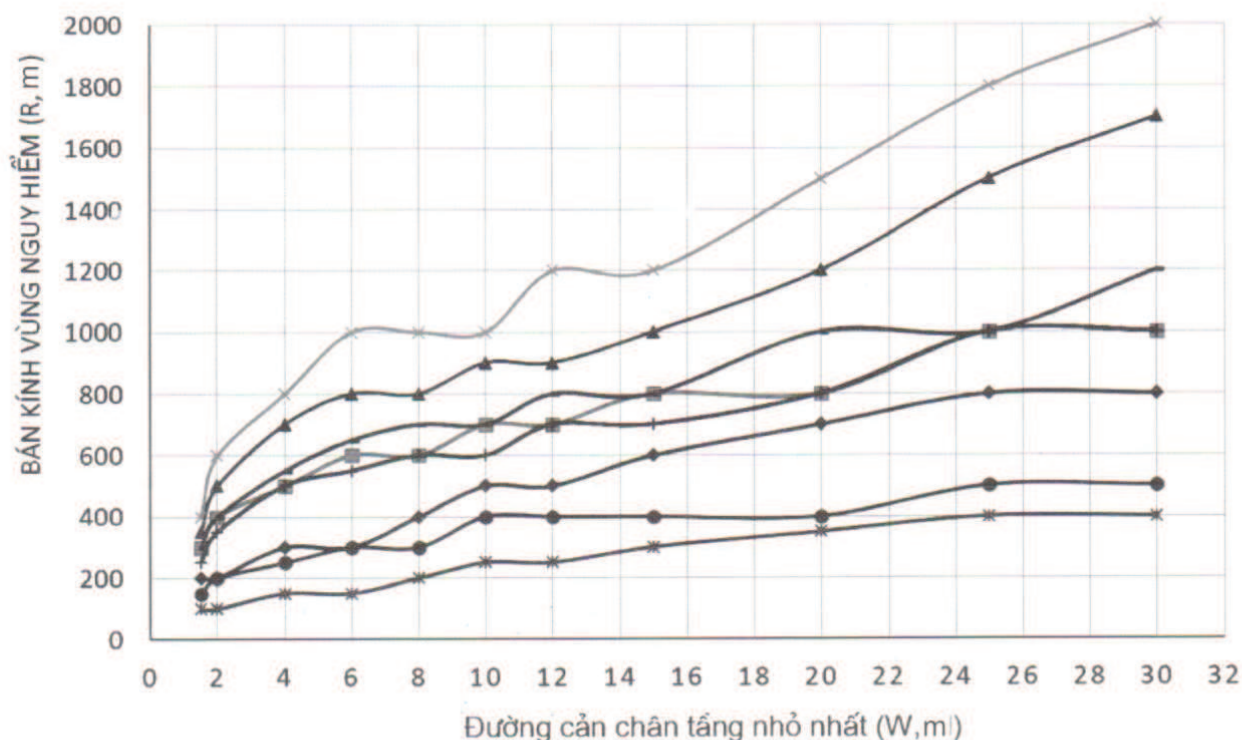


Tính bán kính vùng nguy hiểm có mảnh đất đá văng xa, khi nổ mìn định hướng và nổ mìn văng xa bán kính nguy hiểm (khoảng cách tối thiểu đảm bảo an toàn) do mảnh đất đá văng đối với người và thiết bị, công trình phụ thuộc vào chỉ số tác động (n) của phát mìn và trị số đường cản ngắn nhất (W). Khi tiến hành nổ ở sườn đồi có độ dốc nhỏ hơn 30° hoặc chỗ cao hơn vùng xung quanh không nhỏ hơn 30 m thì bán kính vùng nguy hiểm ở Bảng 1 phải tăng lên 1,5 lần về phía xuống dốc. Khi tính

bán kính vùng nguy hiểm do nổ đồng thời một nhóm phát mìn, khoảng cách a giữa các phát nổ tính theo công thức:

$$a = 0,5 \cdot W \cdot (n+1). \quad (1)$$

Khi đường cản ngắn nhất W khác nhau và có chỉ số tác động (n) như nhau, thì cũng dùng phương pháp trên để xác định bán kính vùng nguy hiểm. Trường hợp này phải lấy trị số lớn nhất trong các số đường cản ngắn nhất của phát mìn trong nhóm làm cơ sở để tính bán kính vùng nguy hiểm.



H.1. Biểu đồ mô tả bán kính vùng nguy hiểm do mảnh đá văng nổ mìn: n - Chỉ số tác động nổ mìn; W - Đường cản ngắn nhất với bán kính nguy hiểm cho người: —●— n=1 —■— n=1,5 —▲— n=2 —x— n=2,5-3; và với thiết bị, công trình: —\*— n=1,0 —●— n=1,5 —+— n=2 —— n=2,5-3

## 2. Quỹ đạo bay và chuyển động của khối đá

Trên bờ mỏ lộ thiên, đá rơi là sự di chuyển của cục đá từ sườn dốc di chuyển xuống dốc có thể là rơi tự do, nảy, lăn hoặc trượt phụ thuộc vào góc dốc và độ gồ ghề bề mặt của sườn dốc. Ritchie (1963) đã xác định được các đặc điểm chuyển động của đá rơi và mối quan hệ giữa độ dốc và chiều cao sườn dốc, để xác định khoảng cách tác động dự kiến của một vụ đá rơi từ mặt tầng mỏ lộ thiên xuống chân sườn bờ mỏ (Pierson và cộng sự, 2001).

Nếu không phân biệt hình dạng của đá và hướng văng đi xuống dốc của cục đá thì quỹ đạo bay của cục đá là một hàm của góc dốc, hình H.2.a mô hình quỹ đạo này của đá rơi sau khi va chạm và một Bảng thiết kế thực nghiệm về diện tích khu vực ảnh hưởng của đá văng, hình H.2.b. Nghiên

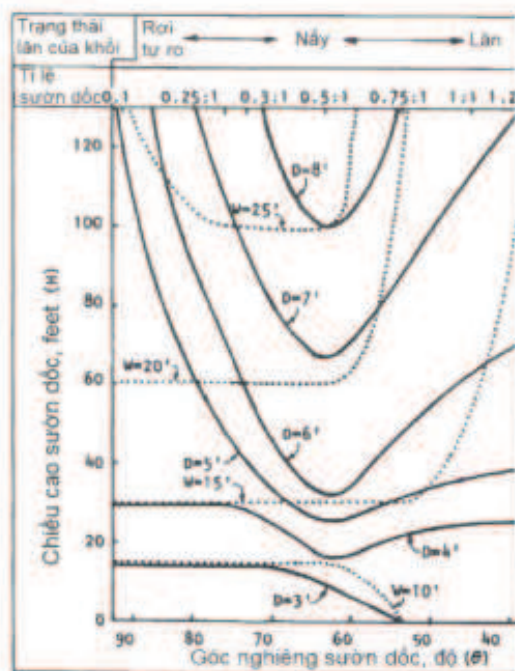
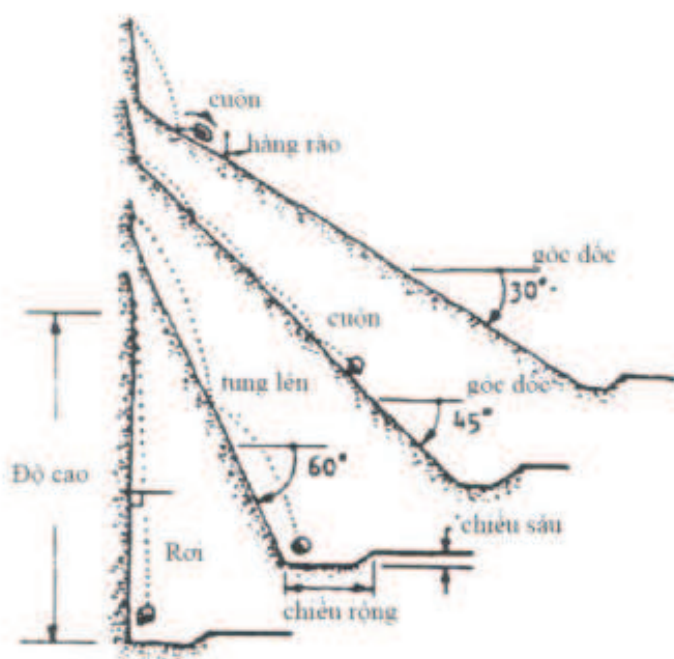
cứu của Ritchie dựa trên dữ liệu thu được từ việc thống kê quan sát vài trăm tảng đá văng và lăn, tuy vậy các kết quả Bảng số liệu thực nghiệm này vẫn còn được sử dụng trong nhiều cơ quan kiểm soát các khu vực có nguy cơ mất an toàn giao thông của các tuyến đường có sườn ta luy đào cao trên các bang và địa phương của Mỹ. Tuy nhiên, tiêu chuẩn thiết kế này luôn luôn yêu cầu và xác định diện tích khu vực có rủi ro mất an toàn tương tự cho tất cả các khu vực như chiều rộng và chiều cao của một bờ dốc như độ dốc, chiều cao và tỷ lệ dốc của sườn dốc; ảnh hưởng ban đầu của đá rơi nằm trong phạm vi nhất định và yêu cầu tường chắn phía dưới chân bờ dốc để giữ cho phương tiện giao thông an toàn hoặc bảo vệ các công trình thoát nước và biển báo của đường do đá nảy và đá lật đổ, đá lăn.



Quá trình hình thành quỹ đạo của khối đá cụ thể, đá rơi bắt đầu với việc tách các khối đá hay tảng đá khỏi nguyên khối trên bờ mỏ, tương ứng với từng tầng. Mức độ lan xa của đá văng phụ thuộc vào các yếu tố hình học của sườn dốc, kích thước hình học của khối đá cũng như đặc tính cơ lý của đất đá đặc trưng của sườn dốc. Sau khối đá được tách ra và bắt đầu di chuyển, nó chuyển động xuống dốc trong các kiểu chuyển động khác nhau như hình H.2 và nó phụ thuộc chủ yếu vào độ dốc và chiều cao của sườn dốc.

Hiện nay, có rất nhiều mô hình khác nhau để tính toán các vùng ảnh hưởng của đá văng như các mô hình thực nghiệm, các mô hình dựa trên quá trình và các mô hình dựa trên GIS (Geographic Information System là hệ thống thông tin địa vật lý) (Dorren 2003, Pierson et al. 2001). Các mô hình đá văng được nghiên cứu theo các công trình của Tranchi (1983), Keylock và Dommas (1999) được dựa trên các mối liên hệ giữa các yếu tố địa hình và chiều dài của vùng đá rơi, đá đổ theo sườn dốc đã xuất hiện một hoặc nhiều sự kiện trong lịch sử. Các kết quả nghiên cứu cho thấy sự tương quan

giữa khối lượng của khối đá và tỷ số của quãng đường văng, di chuyển của khối đá cũng như khoảng cách ngang tối đa ảnh hưởng của khối đá với phạm vi vùng ảnh hưởng của đá rơi, văng. Đá rơi, đá văng là mối nguy cơ mất an toàn cho người, thiết bị và hạ tầng xây dựng trong khu vực lân cận được nghiên cứu đánh giá khá toàn diện đối với cả khu vực địa hình đồi núi, có lượng mưa lớn, nhiệt độ đóng băng và có sự xuất hiện các hiện tượng địa chấn xảy ra (Wyllie 2014). Tính ngẫu nhiên với sự xuất hiện của đá rơi, đá văng có nhiều nguyên nhân và nguồn khác nhau, do đó các mô hình dự báo sự ngẫu nhiên trên máy tính được sử dụng phổ biến hiện nay. Các giá trị đầu vào ngẫu nhiên về quỹ đạo bay và chuyển động của khối đá được mô phỏng và xác định được phạm vi phân bố ảnh hưởng tương ứng với các dữ liệu đầu vào của quá trình hiện có. Các kết quả của mô hình cho phép xác định quỹ đạo bay và chuyển động của nhiều khối đá được biểu diễn trên các miền cụ thể tương ứng với các thông số của khối như kích thước, độ trôi hay văng xa, độ rộng ảnh hưởng và vận tốc cũng như lực tác động (Preh, 2015).



H.2. Quỹ đạo bay và chuyển động của khối đá (a) và các thông số thiết kế sườn dốc của Ritchie (b)

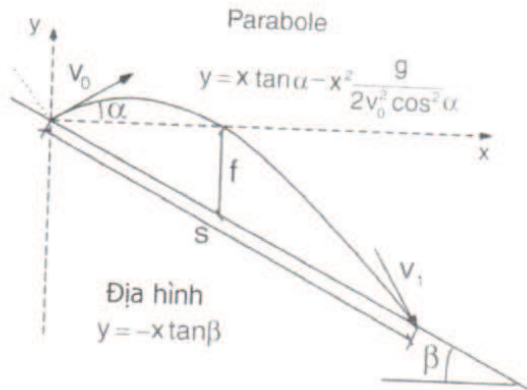
Cho đến nay, vấn đề đá rơi, bay và văng trên sườn dốc đã được nhiều nhà khoa học nghiên cứu từ lý thuyết đến thực nghiệm các vấn đề liên quan đến cơ chế hình thành, phát triển, xác định bán kính ảnh hưởng của đá văng và tác động đá văng lên các công trình trong và ngoài mỏ. Để dự đoán khu vực xảy ra tác động của đá văng, việc tích hợp các mô hình dựa trên hệ thống thông tin địa lý

(GIS) để xác định độ dốc, hướng dốc dốc của địa hình sườn dốc,... từ đó tích hợp phát triển các mô hình địa kỹ thuật. Trong bài báo này, chúng tôi đã nghiên cứu bằng lý thuyết và thí nghiệm và xác định các tham số và các yếu tố để mô phỏng quỹ đạo của đá rơi, bay và văng trên điều kiện bờ mỏ lộ thiên với từng khối đá riêng rẽ, tập hợp nhiều khối có kích thước khác nhau. Từ các số liệu đầu



vào về thông số hình học của tầng, bờ mỏ cũng như các thông số công nghệ khai thác như các thông số hệ thống khai thác, khoan nổ mìn bảo đảm tiến hành phân tích, tính toán và mô phỏng quỹ đạo đá văng do hoạt động khai thác khoan nổ mìn và do mất ổn định tự nhiên từ đó đề xuất các giải pháp đối với các khu vực được bảo vệ xung quanh mỏ lộ thiên và cụ thể là các công trình trên mặt bằng sản công nghiệp.

Trước tiên, trên cơ sở lý thuyết, việc mô phỏng quỹ đạo đá văng được tiếp cận trên mô hình chất điểm (chất điểm có tâm trùng với tâm của cục đá văng, khối lượng chất điểm tương đương với khối đá) có rủi ro văng xa và tác động lớn nhất (khả năng tác động phá hủy) tới công trình cần bảo vệ. Trên giả thiết cụ thể, nếu bỏ qua lực cản không khí, những phương trình chuyển động của chất điểm tại thời điểm bất kỳ được áp dụng cho một khối xuất phát từ một điểm tương tác và chạm với vận tốc  $V_0$  nghiêng một góc  $\alpha$  với phương nằm ngang (H.3).



H.3. Quỹ đạo bay của chất điểm có dạng parabol (chất điểm có vận tốc ban đầu  $V_0$ )

Với địa hình sườn dốc ổn định với góc  $\beta$  so với phương nằm ngang, biểu thức mô tả dạng  $y = -x \tan \beta$ , chúng ta dễ dàng tìm thấy chiều dài va chạm bề mặt địa hình và độ nảy S, xác định song song với sườn dốc địa hình và chiều cao bay lớn nhất f so với địa hình, được xác định là:

$$S = \frac{2V_0^2 \cos^2 \alpha}{g \cos \beta} (\tan \alpha + \tan \beta) \quad ; \quad (2)$$

$$f = \frac{2V_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} (\tan \alpha + \tan \beta)^2 \quad (3)$$

$$\frac{f}{S} = \frac{(\tan \alpha + \tan \beta) \cdot \cos \beta}{4} \quad (4)$$

Các thành phần rất cần thiết và hữu dụng trong nghiên cứu các trường hợp cụ thể, đặc biệt là với các công trình cần bảo vệ. Khi đó, vận tốc của khối được biểu diễn theo phương trình sau:

$$V_x = (V_0 \cdot \cos \alpha) \text{ và } V_y = (V_0 \cdot \sin \alpha - gt) \quad (5)$$

Đầu quỹ đạo bay:  $t=0, V=V_0, \delta_0=\alpha+\beta$ .  
Cuối quỹ đạo bay:

$$t_1 = \frac{S \cos \beta}{V_0 \cos \alpha} \quad ; \quad (6)$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + (V_0 \sin \alpha - gt_1)^2} \quad ; \quad (7)$$

$$\delta_1 = 90^\circ - \beta + \arctan \frac{V_{1x}}{V_{1y}} \quad (8)$$

Sự vận động của tự nhiên đối với các sườn dốc, vách núi và các sườn dốc đá cứng nứt nẻ là nguyên nhân sinh ra các khối đá mất ổn định (ngẫu nhiên) và các khối hoặc tầng lăn có kích thước lớn.

Các khối riêng lẻ (từ vài centimet đến vài mét) va chạm-nảy hoặc lăn trên sườn dốc, như trong các điều kiện tầng, khối lăn với kích thước khác nhau từ vài milimet đến vài mét khối, vật liệu sụp đổ với tốc độ lớn trên một khoảng cách tác động lớn tương ứng. Lực tương tác giữa các thành phần xuất hiện giữa khối đá và bề mặt sườn dốc sẽ dự báo quỹ đạo bay, di chuyển và nảy (phục hồi) phức tạp, do đó quá trình mô phỏng quá trình này là rất phức tạp. Chúng tôi đã xử lý và can thiệp vào dự đoán và xác định các rủi ro bằng kỹ thuật thăm dò, khảo sát để thu thập số liệu mô địa chất với các thông số đặc trưng về cấu trúc, phân lớp và độ ổn định của sườn dốc. Từ đó xác định kích thước hình dạng của các khối có khả năng mất ổn định, sụt lở có thể xảy ra trong phạm vi nghiên cứu.

### 3. Xác định bán kính ảnh hưởng của đá văng

Theo phương trình chuyển động hình H.2 và các biểu thức từ (2) đến (5) chúng ta có thể xác định khoảng cách đá văng khi nổ mìn.

$$L = [(v_0)^2 \cdot \sin \theta / g], \text{ m.} \quad (9)$$

Trong đó:  $v_0$  - Vận tốc ban đầu của đá văng, m/s;  $\theta$  - Góc hợp bởi vận tốc ban đầu với mặt phẳng nằm ngang;  $g$  - Gia tốc trọng trường, m/s<sup>2</sup>.

Từ công thức (9) suy ra bán kính ảnh hưởng ngang lớn nhất ứng với góc  $\theta=45^\circ$ :

$$L_m = [(v_0)^2 / g], \text{ m.} \quad (10)$$

Nếu đá văng từ độ cao h xuống mặt đất thì ta có bán kính ảnh hưởng lớn nhất là:

$$L_m = \frac{L_m}{2} \cdot \left( \sqrt{1 + \frac{4h}{L_m}} + 1 \right), \text{ m.} \quad (11)$$

Tại đây: h - Độ cao của khối đá bay so với mặt đất, m.

Khi tiến hành nổ ở sườn đồi có độ dốc nhỏ hơn 30<sup>0</sup> hoặc chỗ cao hơn vùng xung quanh không nhỏ hơn 30 m thì bán kính vùng nguy hiểm ở H.1 phải tăng lên 1,5 lần về phía xuống dốc (QCVN 02: 2008/BCT). Áp dụng quy chuẩn trên, ta tính được bán kính an toàn đá văng theo QCVN là:

$$L_m'' = (L_m \cdot 1,5), \text{ m.} \quad (12)$$



Bảng 1. Bán kính an toàn đá văng khi sử dụng thuốc nổ ANFO với chỉ tiêu thuốc nổ 0,3 kg/m<sup>3</sup>

Nº	Tốc độ nổ D, m/s	Vận tốc đá văng ban đầu V <sub>0</sub> , m/s	Cột cao	Độ cao h (m)	Bán kính ảnh hưởng ngang lớn nhất L <sub>m</sub> (m)	Bán kính an toàn L <sub>m</sub> ' (m)
1	3500	16,35	+230	100	27,27	67,60
2	3500	16,35	+220	90	27,27	65,01
3	3500	16,35	+210	80	27,27	62,29
4	3500	16,35	+200	70	27,27	59,40
5	3500	16,35	+190	60	27,27	56,31
6	3500	16,35	+180	50	27,27	52,99
7	3500	16,35	+170	40	27,27	49,36
8	3500	16,35	+160	30	27,27	45,32
9	3500	16,35	+150	20	27,27	40,67
10	3500	16,35	+130	0	27,27	27,27
11	4300	20,09	+230	100	41,15	87,95
12	4300	20,09	+220	90	41,15	84,82
13	4300	20,09	+210	80	41,15	81,53
14	4300	20,09	+200	70	41,15	78,06
15	4300	20,09	+190	60	41,15	74,36
16	4300	20,09	+180	50	41,15	70,39
17	4300	20,09	+170	40	41,15	66,07
18	4300	20,09	+160	30	41,15	61,30
19	4300	20,09	+150	20	41,15	55,88
20	4300	20,09	+130	0	41,15	41,15

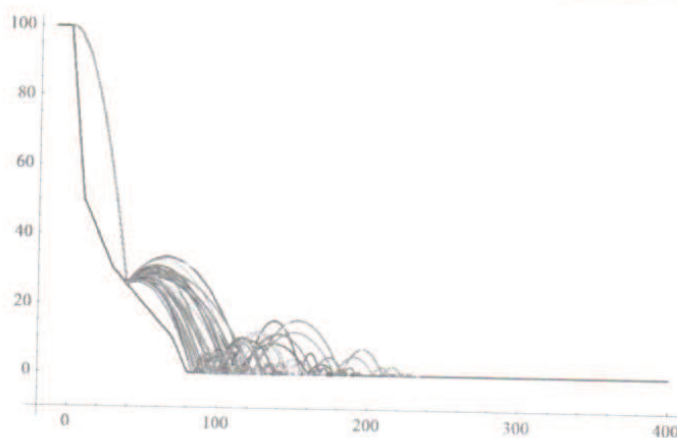
Bảng 2. Bán kính an toàn đá văng theo QCVN khi sử dụng thuốc nổ ANFO

Nº	Cột cao	Độ cao h, m	Bán kính ảnh hưởng ngang lớn nhất L <sub>m</sub> , m	Bán kính an toàn L <sub>m</sub> " (m)
1	230	100	27,27	40,90
2	220	90	27,27	40,90
3	210	80	27,27	40,90
4	200	70	27,27	40,90
5	190	60	27,27	40,90
6	180	50	27,27	40,90
7	170	40	27,27	40,90
8	160	30	27,27	40,90
9	150	20	27,27	40,90
10	130	0	27,27	40,90
11	230	100	41,15	61,73
12	220	90	41,15	61,73
13	210	80	41,15	61,73
14	200	70	41,15	61,73
15	190	60	41,15	61,73
16	180	50	41,15	61,73
17	170	40	41,15	61,73
18	160	30	41,15	61,73
19	150	20	41,15	61,73
20	130	0	41,15	61,73



Bảng 3. Bán kính an toàn đá văng khi sử dụng thuốc nổ AD1 với chỉ tiêu thuốc nổ 0,3 kg/m<sup>3</sup>.

N <sub>o</sub>	Tốc độ nổ D (m/s)	Vận tốc đá văng ban đầu V <sub>0</sub> (m/s)	Cột cao	Độ cao h (m)	Bán kính ảnh hưởng ngang lớn nhất L <sub>m</sub> (m)	Bán kính an toàn L <sub>m'</sub> (m)
1	3600	12,62	230	100	16,23	49,2
2	3600	12,62	220	90	16,23	47,18
3	3600	12,62	210	80	16,23	45,04
4	3600	12,62	200	70	16,23	42,78
5	3600	12,62	190	60	16,23	40,35
6	3600	12,62	180	50	16,23	37,73
7	3600	12,62	170	40	16,23	34,85
8	3600	12,62	160	30	16,23	31,62
9	3600	12,62	150	20	16,23	27,87
10	3600	12,62	130	0	16,23	16,23
11	4200	14,72	230	100	22,08	59,32
12	4200	14,72	220	90	22,08	56,97
13	4200	14,72	210	80	22,08	54,5
14	4200	14,72	200	70	22,08	51,88
15	4200	14,72	190	60	22,08	49,08
16	4200	14,72	180	50	22,08	46,06
17	4200	14,72	170	40	22,08	42,75
18	4200	14,72	160	30	22,08	39,05
19	4200	14,72	150	20	22,08	34,78
20	4200	14,72	130	0	22,08	22,08



H.4. Kết quả mô phỏng ngẫu nhiên quỹ đạo khối đá (chất điểm) bay với vận tốc ban đầu khối đá 2 m/s, hệ số tổn năng lượng khối 0,6

Dựa theo phương trình Gurney (1943), ta có vận tốc đá văng ban đầu trong đá khi nổ mìn là:

$$V_0 = [(2.E)^{1/2} \cdot f.(c/m)], \text{ m/s.} \quad (13)$$

Trong đó:  $(2.E)^{1/2}$  - Hằng số Gurney.

Hệ số "f" phụ thuộc vào nhóm hình dạng hệ thống với  $V_0 = (2.E)^{1/2} \cdot f.(c/m)$ . do vậy ta có:

$$V_0 = (2.E')^{1/2} \cdot (c/m)^{1/2} \quad (\text{Julius Roth, 1979}) \quad (14)$$

Với thuốc nổ AD1 thông dụng hiện nay kết quả nghiên cứu cho thấy  $(2.E')^{1/2} = (D/3)$ , trong đó D là tốc độ kích nổ của thuốc nổ sử dụng, thì

$$V_0 = (D/3) \cdot (c/m)^{1/2}. \quad (15)$$

Với thuốc nổ ANFO:  $(2.E')^{1/2} = (0,44.D)$ , thì

$$V_0 = 0,44D \cdot (2.E')^{1/2}. \quad (16)$$

Trong đó:  $c/m = q/(0,5.\gamma)$  - Tỷ số áp dụng với tầng và bờ mỏ có địa hình núi cao (trên cao);  $c/m = q/(0,8.\gamma)$  - Tỷ số áp dụng với tầng và bờ mỏ khai thác xuống sâu (dưới thấp); q - Chỉ tiêu thuốc nổ;  $\gamma$  - Mật độ đất đá.

Nhóm nghiên cứu đã mô phỏng và thu được kết quả mô phỏng quỹ đạo bay của cục đá văng khi nổ mìn với thuốc nổ ANFO với vận tốc ban đầu  $V_0$  ở mép hay sườn tầng nổ mìn, hướng đá văng vào công trình mỏ cần bảo vệ được tính toán và mô phỏng như trên hình H.4 và H.5.

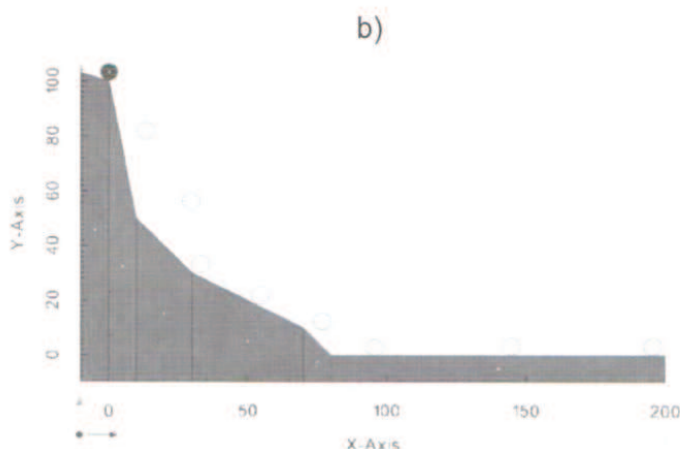
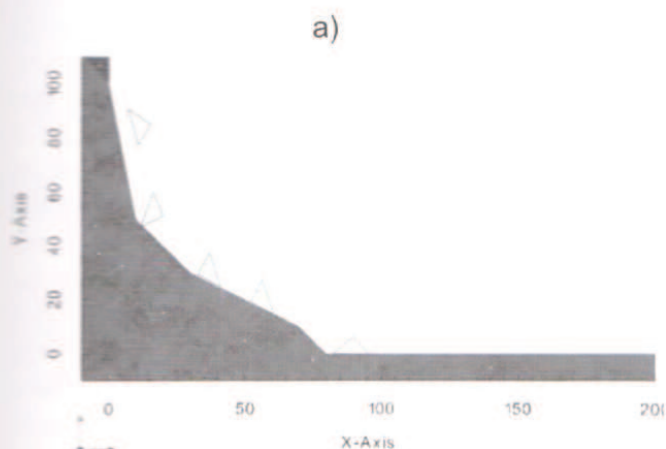
#### 4. Tính toán áp dụng cho các điều kiện mỏ đá Đolômit Ninh Bình

Nhóm tác giả đã lựa chọn điều kiện mỏ đá Đolômit Ninh Bình có điều kiện địa hình núi cao và các công trình bảo vệ là mặt bằng sân công nghiệp, khu vực dân cư phía dưới như hình H.6 để làm điều kiện tính áp dụng. Điều kiện và đặc điểm phạm vi đá văng được tính toán trong các Bảng 1, 2, 3. Trên sơ đồ là vùng ảnh hưởng đá văng của mỏ đá trên tầng có cột cao +190 tương ứng với  $h=60$  m, mỏ sử dụng thuốc nổ ANFO, công tác nổ mìn phá đá trên tầng cao so với cao độ mặt bằng sân công nghiệp, bán kính an toàn tìm được là 74 m.



Để đá bay xa nhất thì góc văng ngẫu nhiên ban đầu  $\alpha=45^\circ$ . Ta lập Bảng tính bán kính an toàn đá

văng với 2 loại thuốc nổ mà mỏ sử dụng là ANFO với AD1 (Bảng 4).



H.5. Kết quả mô phỏng quỹ đạo khối đá (đa giác hình a và dạng cầu hình b) bay với vận tốc ban đầu khối đá 2 m/s, hệ số tổn năng lượng khối 0,6

Bảng 4. Bán kính an toàn đá văng theo QCVN khi sử dụng thuốc nổ AD1

Nº	Cột cao	Độ cao h (m)	Bán kính ảnh hưởng ngang lớn nhất $L_m$ (m)	Bán kính an toàn $L_m''$ (m)
1	230	100	16,23	24,34
2	220	90	16,23	24,34
3	210	80	16,23	24,34
4	200	70	16,23	24,34
5	190	60	16,23	24,34
6	180	50	16,23	24,34
7	170	40	16,23	24,34
8	160	30	16,23	24,34
9	150	20	16,23	24,34
10	130	0	16,23	24,34
11	230	100	22,08	33,13
12	220	90	22,08	33,13
13	210	80	22,08	33,13
14	200	70	22,08	33,13
15	190	60	22,08	33,13
16	180	50	22,08	33,13
17	170	40	22,08	33,13
18	160	30	22,08	33,13
19	150	20	22,08	33,13
20	130	0	22,08	33,13

## 5. Kết luận

Phương pháp mô phỏng động lực có kể tới các yếu tố hình học của khối đá, hình dạng của tầng và bờ mỏ có đất đá cứng, nứt nẻ được chúng tôi tính toán, mô phỏng áp dụng cho mỏ đá Đolômit Kỹ Phú, Nho Quan, Ninh Bình.

Các kết quả tính toán dự báo bán kính ảnh hưởng khu vực đá bay, đá văng làm mất an toàn các khu vực trong và ngoài mỏ được định lượng cụ thể đặc biệt trong điều kiện nổ mìn trên khu vực địa hình núi cao tác động trực tiếp tới công trình phía dưới.

Nguyên nhân chính của hiện tượng đá bay, đá văng từ tầng trên xuống tầng dưới có thể là sự sụt lở mất ổn định các khối đất đá, các hoạt động khoan nổ mìn, xúc bốc, vận tải, thải đá ở tầng trên.

Bài báo đã tập trung tính toán bán kính đá văng do nổ mìn ở điều kiện khác nhau mà đặc trưng ở đây là vị trí và tốc độ ban đầu của mảnh đá tại vị trí nổ mìn và hướng đá văng được đánh giá. Các kết quả được tính toán áp dụng cho mỏ đá Đolômit Ninh Bình có điều kiện địa hình núi cao và các công trình bảo vệ là mặt bằng sân công nghiệp, khu vực dân cư phía dưới.

Đồng thời với kết quả tính toán được đã tiến hành so sánh với QCVN 02/2008 về bán kính an toàn đá văng khi nổ mìn. Các kết quả bán kính đá văng do nổ mìn có sự khác nhau giữa phương pháp nhóm tác giả đề xuất tính và phương pháp nêu trong QCVN 02/2008, các kết quả có xu thế giảm nhỏ hơn so với các tầng thấp và tăng lên so với các vị trí nổ trên cao.

Từ các kết quả đó, cho thấy vấn đề xác định mảnh đá văng do nổ mìn là rất phức tạp và chịu ảnh hưởng nhiều yếu tố, thông số cụ thể khi khoan-nổ mìn. Do đó, vấn đề mô phỏng tối ưu các điều kiện thực tế là rất cần thiết đặc biệt là mô hình hai và ba chiều. Các mô hình số có ưu việt rất lớn trong ứng dụng phân tích các thông số đánh giá mức độ ổn định và nguy cơ rủi ro



mất ổn định ảnh hưởng tới môi trường và các công trình cần bảo vệ trong điều kiện địa hình, địa chất phức tạp các chi phí thăm dò khảo sát là rất lớn và nhiều trường hợp là không thực hiện được sẽ được nhóm tác giả tiếp cận và nghiên cứu trong thời gian tới. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong vận chuyển, bảo quản, sử dụng và tiêu hủy vật liệu nổ công nghiệp QCVN 02:2008/BCT.
2. Nguyễn Anh Tuấn, Vũ Đình Hiếu (2016). Kích thước hình học các khối đá và nguy cơ mất ổn định bờ mỏ và sườn dốc. Tạp chí Công nghiệp Mỏ. Số 2/2016. Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam. Tr. 53-58.
2. Asof, M., 1991. Etude du comportement mécanique des massifs rocheux fractures en blocs (méthode à l'équilibre limite): réalisation et application. LAEGO, p.142.
3. Baroudi, H. et al., 1992. Bench stability in open pit Mines: A methodology for jointed Rock masses. In Régional Conference on fractured and jointed rock masses. Lake Tahoe, California, pp. 1-7.
4. Baecher, G.B. & Christian, J.T., 2003. Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering John Wiley&Sons, ed., England: Wiley.
5. Nguyen, A.T, Merrien-SouKatchoff, V., Vinches, M. (2015). Rockfall hazard form DFN modelling of benches stability analysis with a stochastic approach. Proceedings of the international workshop on Advances in surface mining for environmental protection and sustainable development, Hanoi, Vietnam, p. 97-108. ISBN: 978-604-913-423-4.
6. Nguyen, A.T., Merrien-Soukatchoff, V. & Vinches, M., 2014. Grouping discontinuities of fractured rock mass into main sets: consequences on the stability analysis of open pit benches. In D. 2014, ed. DFNE 2014. Vancouver, Canada, pp. 1-8.

**Ngày nhận bài:** 24/4/2019

**Ngày gửi phản biện:** 15/06/2019

**Ngày nhận phản biện:** 26/09/2019

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 10/12/2019

**Từ khóa:** bán kính đá văng, nổ mìn, mô phỏng ngẫu nhiên, bán kính vùng nguy hiểm, mỏ lộ thiên

**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

### SUMMARY

The radius of the danger zone with loose rock lands when blasting in open mines is calculated according to national technical regulation QCVN 02: 2018 / BCT through various blasting methods. In addition to the conventional geometrical parameters, the radius of the danger zone caused by the fragments scattered by rocks and blasting also depends on the type of explosives, the powder factor and the total amount of explosives used. The paper introduces the basis of the method of calculating the kinetic energy formation conditions of rock fragments when blasting on open mines with different blasting methods. Here, the authors forecast the impact radius of rock splashing due to blasting on open-pit mines, or in mountainous terrain in Vietnam.

### ỨNG DỤNG SIMULINK...

(Tiếp theo trang 60)

### SUMMARY

The article presents the application of Simulink Matlab to study the dynamics of the rod rotation on rotary drilling machine C5W-250T, which is widely used at the open pit in Quảng Ninh area. The results of the study allow to select the acceptable performance characteristics, operating parameters and adjustment parameters to the optimal control system for an electric drive of a rotating mechanism operating with different mining geological conditions.



1. Chiến thắng bản thân còn khó hơn là chiến thắng kẻ khác. *Đức Phật.*

2. Chỉ có sự cố gắng mới có thể giúp bạn nhiều hơn. *Jim Rohn.*

3. Thứ giúp bạn vươn lên tầm thế giới là bất kỳ điều gì ám ảnh bạn ở tuổi 13-18. *Bill Gates.*

**VTH sưu tầm**