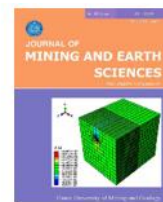




## Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



# Determining the length-width ratio of the quarry exploited under sea level to recover maximally extraction reserves



Thanh Tuan Nguyen\*

Office of Academic Affairs, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 08<sup>th</sup> Nov. 2019

Accepted 13<sup>rd</sup> Jan. 2020

Available online 28<sup>th</sup> Feb. 2020

#### Keywords:

Quarry,  
Boundary of quarry,  
Length-width ratio,  
Extraction reserves.

### ABSTRACT

*The boundary of the quarry exploited under sea level has a significant influence on mining design, especially the determination of extraction reserves. For a quarry project, with the same given exploiting depth, the size and shape on the surface of the quarry will yield different mining alternatives and extraction reserves. This paper proposed an approach for determining the length-width ratio of the quarry (with the surface area is rectangular) to achieve maximum reserves corresponding to the quarry boundary.*

Copyright © 2020 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

\*Corresponding author

E-mail: [nguyentuanthanh@humg.edu.vn](mailto:nguyentuanthanh@humg.edu.vn)

DOI: 10.46326/JMES.2020.61(1).12



**Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất**

Trang diện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



# Xác định tỷ số hợp lý giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ nhằm thu hồi tối đa trữ lượng khai thác cho các mỏ đá vật liệu xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy

Nguyễn Tuấn Thành

Phòng Đào tạo Đại học, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

**THÔNG TIN BÀI BÁO**

**TÓM TẮT**

*Quá trình:*

Nhận bài 08/11/2019  
 Chấp nhận 13/01/2020  
 Đăng online 28/2/2020

*Từ khóa:*

Mỏ đá vật liệu xây dựng,  
 Biên giới mỏ,  
 Tỷ lệ giữa chiều dài và  
 chiều rộng mỏ,  
 Trữ lượng mỏ.

*Đối với các mỏ đá vật liệu xây dựng (VLXD) khai thác xuống sâu, dưới mức thoát nước tự chảy, hình dạng và kích thước mặt mỏ có ảnh hưởng không nhỏ tới công tác thiết kế khai thác, đặc biệt là việc xác định trữ lượng khai thác của mỏ. Đối với một dự án khai thác mỏ, với cùng một độ sâu khai thác cho trước và với các phương án kích thước mặt mỏ khác nhau sẽ cho ra các phương án có trữ lượng khai thác cũng khác nhau. Bài báo đề xuất một cách tiếp cận trong việc xác định tỷ số hợp lý giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ (có diện tích mặt mỏ dạng hình chữ nhật) nhằm đạt được trữ lượng khai thác tối đa trong phạm vi biên giới mỏ.*

© 2020 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

**1. Mở đầu**

Theo các quy định hiện hành, giấy phép khai thác các mỏ đá dùng để sản xuất vật liệu xây dựng thông thường đều do các cơ quan có thẩm quyền ở địa phương cấp (Hồ Sĩ Giao và nnk., 2009). Trong giấy phép khai thác có quy định các thông số chủ yếu sau đây: Diện tích mặt mỏ, chiều sâu cho phép khai thác (chủ yếu dựa vào chiều sâu thăm dò), trữ lượng được phép khai thác, có khi cả sản lượng và thời gian được phép khai thác. Kèm theo các thông số nêu trên, trong hồ sơ cấp phép còn có bản đồ khu vực khai thác, trên đó có ghi tọa độ các điểm góc và đường polygon khép kín thể

hiện chu vi trên mặt của mỏ (Trần Mạnh Xuân, 2001). Việc cấp giấy phép khai thác với các nội dung đã liệt kê chỉ mang tính chất pháp lý mà chưa tính hết các yếu tố kỹ thuật có ảnh hưởng đến việc tận dụng có hiệu quả tài nguyên từ lòng đất và hiệu quả khai thác (Hoàng Cao Phương, 2016). Với cùng một diện tích được cấp của mỏ, một cách khái quát với diện tích mỏ dạng hình chữ nhật, có thể hình thành các kích thước chiều dài ( $L_m$ ) và chiều rộng ( $B_m$ ) khác nhau trên mặt mỏ (Lê Thị Thu Hoa và Nguyễn Tuấn Thành, 2018). Đặt  $K_m = L_m/B_m$ , khi đó sẽ tồn tại một tỷ số  $K_m$  hợp lý tương ứng với một biên giới mỏ nào đó có trữ lượng khai thác tối đa.

Hiện nay trên thế giới đã có nhiều phần mềm ứng dụng về mỏ, cho phép xác định và tối ưu biên giới mỏ (Bùi Xuân Nam và nnk., 2020), tuy nhiên, chúng chủ yếu được sử dụng hiệu quả cho các mỏ quặng và mỏ than, mà ít được sử dụng cho các mỏ

*\*Tác giả liên hệ*

E - mail: [nguyentuanthanh@humg.edu.vn](mailto:nguyentuanthanh@humg.edu.vn)

DOI: 10.46326/JMES.2020.61(1).12

đá, đặc biệt là các mỏ đá vật liệu xây dựng (VLXD) khai thác dưới mức thoát nước tự chảy.

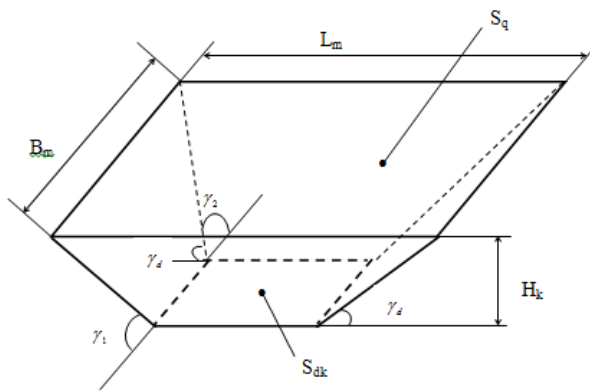
Trong bài báo này, tác giả đề xuất một cách tiếp cận trong công việc xác định tỷ số  $K_m$  hợp lý tương ứng với biên giới mỏ có trữ lượng khai thác tối đa cho các mỏ đá xây dựng có diện tích bề mặt hình chữ nhật, khai thác dưới mức thoát nước tự chảy. Điều này góp phần tận thu tối đa tài nguyên, góp phần phát triển bền vững ngành khai thác VLXD và chế biến đá xây dựng ở nước ta.

## 2. Mối quan hệ giữa diện tích mặt mỏ, chu vi mặt mỏ và trữ lượng khai thác trong biên giới mỏ

Khác với các mỏ than và quặng, ở các mỏ đá xây dựng nói chung và nằm dưới mức thoát nước tự chảy nói riêng, do khối lượng đất đá phủ không nhiều, nên trữ lượng đá chiếm tỷ trọng chủ đạo trong phạm vi biên giới mỏ (Bùi Xuân Nam và nnk., 2015).

Một cách khái quát, trữ lượng khai thác của mỏ đá (đối với mặt mỏ tương đối bằng phẳng, ít đất phủ hoặc không có đất phủ, có dạng chữ nhật trên bình đồ - Hình 1) được xác định bằng biểu thức (1), khi chênh lệch diện tích mặt mỏ ( $S_m$ ) và diện tích đáy mỏ ( $S_{dk}$ ) lớn hơn 40%:

$$V_{xd} = \frac{[S_m + S_{dk} + \sqrt{S_m \cdot S_{dk}}]}{3} H_K ; m^3 \quad (1)$$



Hình 1. Thông số hình học đặc trưng của mỏ đá (có dạng hình chữ nhật) khi khai thác xuống sâu dưới mức thoát nước tự chảy.

Với trường hợp chênh lệch nhỏ hơn 40% thì áp dụng biểu thức (2) tính trữ lượng như sau:

$$V_{xd} = \frac{[S_m + S_{dk}]}{2} H_K ; m^3 \quad (2)$$

Trong đó:  $S_m = B_m \cdot L_m$  - diện tích mặt mỏ,  $m^2$ ;  $L_m$  và  $B_m$  - chiều dài và chiều rộng mặt mỏ,  $m$ ;  $S_{dk}$  - diện tích đáy mỏ tương ứng với chiều sâu khai thác, trong đó có chiều sâu mỏ tính theo điều kiện kỹ thuật  $H_k$ ,  $m^2$ .  $S_{dk}$  được xác định theo biểu thức:

$$S_{dk} = S_m - (K_1 L_m + K_2 B_m) H_k + K_1 \cdot K_2 \cdot H_k^2 ; m^2 \quad (3)$$

Trong đó:  $K_1 = ctg \gamma_1 + ctg \gamma_2$ ;  $K_2 = 2ctg \gamma_d$ ;  $\gamma_1, \gamma_2$  - góc bờ mỏ theo trục ngang của mỏ, độ;  $\gamma_d$  - góc dốc bờ mỏ theo trục dọc, độ.

Chiều sâu mỏ tính theo điều kiện kỹ thuật (chiều sâu mỏ tối đa có thể khai thác theo điều kiện kỹ thuật) được xác định theo biểu thức:

Chiều sâu mỏ tính theo điều kiện kỹ thuật (chiều sâu mỏ tối đa có thể khai thác theo điều kiện kỹ thuật) được xác định theo biểu thức (4).

$$H_k = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{B_m - B_d}{K_1} \\ \frac{L_m - L_d}{K_2} \end{array} \right. \quad (4)$$

Trong đó:  $B_d$  và  $L_d$  - chiều rộng và chiều dài đáy mỏ cho phép nhỏ nhất đảm bảo hoạt động bình thường của các thiết bị và vận tải trên đáy mỏ. Khi sử dụng công nghệ khai thác bằng máy xúc kết hợp với vận tải bằng ô tô thì  $L_d$  và  $B_d$  thường được xác định theo công thức:

$$L_d = \frac{h}{i} + 2R_q, m \quad (5)$$

$$B_d = 2R_q, m$$

Trong đó:  $h$  - chiều cao tầng,  $m$ ;  $i$  - độ dốc đường hào, đvtp;  $R_q$  - bán kính vòng tối thiểu của ô tô,  $m$ . Như vậy, với cùng một diện tích mặt mỏ  $S_m$ , có thể có nhiều phương án chiều rộng  $B_m$  và chiều dài mặt mỏ  $L_m$ , dẫn đến tồn tại các tỷ số  $K_m = L_m/B_m$  khác nhau.

Từ biểu thức (1), (3) và (4), có nhận xét sau: cùng một diện tích mặt mỏ  $S_m$  và chiều sâu khai thác  $H_k$  cho trước, trữ lượng khai thác trong biên giới mỏ sẽ tăng lên khi giảm tổng  $(K_1 L_m + K_2 B_m)$  do tăng được diện tích đáy mỏ  $S_{dk}$ .

Để khảo sát mối tương quan giữa tỷ số  $K_m$  và trữ lượng mỏ, theo khảo sát của tác giả (Báo cáo kết quả thăm dò các cụm mỏ Châu Pha, Long Hương 2005 - 2010) trong điều kiện cụ thể sau:  $\gamma_1 = 44^\circ$ ,  $\gamma_2 = 38^\circ$ ,  $\gamma_d = 44^\circ$ ,  $L_d = 180 m$ ,  $B_d = 30 m$ ,  $S_m = 200.000 m^2$ . Kết quả khảo sát được thể hiện trong Bảng 1, cho thấy mối quan hệ giữa kích thước mặt mỏ đặc trưng bằng tỉ số  $K_m$  tới trữ lượng mỏ.

Từ Bảng 1 nhận thấy: với diện tích mặt mỏ 200.000 m<sup>2</sup>, khối lượng đá trong biên giới mỏ  $V_{xd}$  đạt được trị số lớn nhất là 13.345.664 m<sup>3</sup>, tương ứng với trị số  $K_m$  nhỏ nhất (1,0). Trữ lượng khai thác trong biên giới mỏ  $V_{xd}$  giảm khi tăng tỷ số  $K_m$ . Khi  $K_m=1,52$  thì trị số  $V_{xd}$  giảm 11,24%; khi  $K_m=1,96$  thì trị số  $V_{xd}$  giảm 18%; còn khi  $K_m=5$  thì trị số  $V_{xd}$  giảm 45,5%.

Khi diện tích mặt mỏ có giá trị khác nhau cũng cho quy luật tương tự: trị số  $K_m$  càng tăng, khối lượng đá xây dựng trong biên giới  $V_{xd}$  càng giảm mạnh.

**3. Xác định tỷ số hợp lý giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ để trữ lượng khai thác trong biên giới mỏ tối đa**

Để công tác thiết kế hoặc lập dự án khai thác các mỏ đá xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy được thuận lợi, có thể chọn trị số  $K_m$  nằm trong một giới hạn nào đó có thể chấp nhận được khi đảm bảo độ chính xác cần thiết trong tính toán. Nếu gọi  $K_{mc}$  là trị số tối đa cho phép của tỷ số giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ, khi đó giới hạn lựa chọn của trị số  $K_m$  sẽ phải thỏa mãn:

$$1 < K_m \leq K_{mc} \tag{6}$$

Trị số  $K_{mc}$  được xác định trên cơ sở chiều sâu mỏ tính theo điều kiện kỹ thuật bị hạn chế bởi chiều rộng mặt mỏ hay chiều dài mặt mỏ bằng nhau (3):

$$\frac{B_m - B_d}{K_1} = \frac{L_m - L_d}{K_2} \tag{7}$$

Và do đó:  $K_{mc} = \frac{L_d - (B_m - B_d)K}{B_m}$

Trong đó:  $K = \frac{K_2}{K_1}$

Diện tích mặt mỏ:

$$S_m = B_m \cdot L_m = B_m \cdot K_{mc} \cdot B_m = K_{mc} \cdot B_m^2 \tag{9}$$

Chuyển về biểu thức (8) được phương trình:

$$S_m - K_{mc} \cdot B_m^2 = 0 \tag{10}$$

Thay trị số  $K_{mc}$  xác định theo biểu thức (8) vào biểu thức (10) và giải phương trình bậc hai (10), xác định được chiều rộng mặt mỏ như sau:

$$B_m = \frac{-(L_d - K \cdot B_d) + \sqrt{(L_d - K \cdot B_d)^2 + 4K S_m}}{2K}, \text{ m} \tag{11}$$

Và chiều dài mặt mỏ  $L_m$  bằng:

$$L_m = K_{mc} \cdot B_m \text{ hay } L_m = \frac{S_m}{B_m}, \text{ m} \tag{12}$$

Chiều rộng mặt mỏ  $B_m$  xác định theo biểu thức (11) và chiều dài mặt mỏ  $L_m$  xác định theo biểu thức (12) được coi là chiều rộng và chiều dài mỏ hợp lý đối với diện tích mặt mỏ  $S_m$  cho trước có dạng hình chữ nhật.

Khi khảo sát mối quan hệ giữa kích thước chiều rộng và chiều dài mặt mỏ tương ứng với các giá trị diện tích mặt mỏ khác nhau, xác định được trị số  $K_{mc}$  khác nhau (Bảng 2).

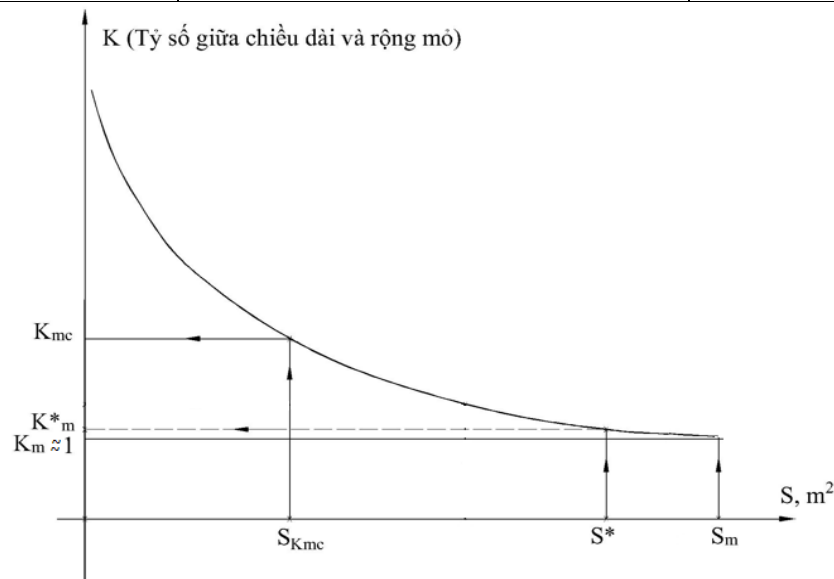
Từ số liệu khảo sát ở Bảng 2 và xây dựng mối quan hệ giữa tỷ số chiều dài và chiều rộng với diện tích mặt mỏ trên đồ thị Hình 2 cho thấy, mối tương quan giữa diện tích mặt mỏ  $S_m$  với các giá trị đặc trưng  $L_m$  và  $B_m$  tương ứng để có giá trị  $K_{mc}$  hợp lý. Trên đồ thị Hình 2, với trục tung là tỷ số giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ ( $K$ ), trục hoành là diện tích mặt mỏ ( $S_m$ ).

*Bảng 1. Sự phụ thuộc của trữ lượng khai thác trong biên giới mỏ và tỷ số  $K_m$ .*

Kích thước mặt mỏ: $B_m \times L_m$ , m	Tỷ số: $K_m = L_m / B_m$	Chiều sâu mỏ theo điều kiện kỹ thuật: $H_k$ , m	Trữ lượng mỏ: $V_{xd}$ , m <sup>3</sup>	Trữ lượng mỏ: $V_{xd}$ , m <sup>3</sup> (khi $H_k=70$ m)
447,2 x 447,2	1,1	148	13.345.664	8.733.347
426 x 469,5	1,10	150	13.026.647	8.710.270
400 x 500	1,25	155	12.753.393	8.652.504
395 x 506	1,28	158	12.571.658	8.630.770
375 x 533,4	1,42	149	12.123.451	8.563.712
363 x 551	1,52	144	11.848.313	8.505.432
349 x 573	1,64	138	11.520.886	8.422.615
319 x 627	1,96	125	10.942.185	8.190.521
250 x 800	3,20	95	8.839.929	7.155.302
200 x 1000	5,00	74	7.270.918	6.877.895

Bảng 2. Mối quan hệ giữa diện tích mặt mỏ với kích thước mặt mỏ  $B_m \times L_m$  và tỷ số  $K_{mc}$ .

Diện tích mặt mỏ, m <sup>2</sup>	Kích thước mặt mỏ $B_m \times L_m$ , m	Trị số $K_{mc}$
100.000	295,4 x 385,5	1,48
200.000	395 x 506	1,28
300.000	499,5 x 600,6	1,20
400.000	588 x 680,3	1,15
500.000	666,4 x 756	1,13
600.000	737,3 x 813,8	1,10
700.000	802,5 x 872,3	1,08
800.000	863,3 x 926,7	1,07
900.000	920,5 x 977,7	1,06



Hình 2. Mối quan hệ giữa tỷ số chiều dài và chiều rộng với diện tích mặt mỏ.

tích mặt mỏ ( $S$ ), cho phép xác định được tỷ số hợp lý giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ ( $K_m^*$ ) tương ứng với diện tích hợp lý ( $S_m^*$ ). Cũng qua đồ thị này, nhận thấy:

- Khi  $K_m$  tiệm cận 1, kích thước mặt mỏ có dạng hình vuông ( $L_m \approx B_m$ ) hoặc có thể là dạng hình bình hành hoặc hình tròn.

-  $K_{mc}$  luôn lớn hơn hoặc bằng  $K_m$  nghĩa là luôn tồn tại tỷ số hợp lý  $K_m^*$  sẽ nằm trong khoảng  $[K_m, K_{mc}]$  hay  $(K_m \leq K_m^* \leq K_{mc})$ . Tỷ số  $K_m^*$  được coi là hợp lý khi với cùng một diện tích mặt mỏ thì trữ lượng khai thác của mỏ thu được là lớn nhất.

Trong đó:  $K_m$  - tỷ số giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ;  $K_{mc}$  - trị số tối đa cho phép của tỷ số giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ;  $K_m^*$  - tỷ số hợp lý giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ;  $S_m$  - diện tích mặt mỏ, m<sup>2</sup>;  $S_{K_{mc}}$  - trị số diện tích tối đa cho phép;  $S_m^*$  - diện tích hợp lý của mặt mỏ, m<sup>2</sup>.

#### 4. Kết luận

- Đối với các mỏ diện tích bề mặt có dạng hình chữ nhật thì tỷ số giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ có ý nghĩa quan trọng trong việc khoanh định biên giới mỏ lộ thiên cho các mỏ đá xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy.

- Khi tỷ lệ giữa chiều dài và chiều rộng mặt mỏ hợp lý, trữ lượng khai thác trong biên giới mỏ sẽ đạt giá trị tối đa đối với chiều sâu khai thác bất kỳ.

- Không nên lấy trị số  $K_{mc}$  lớn hơn 1,5; còn khi diện tích mặt mỏ tăng lên trị số này có xu hướng tiến gần tới 1,0. Khi mỏ có thể có nhiều kích thước mặt mỏ khác nhau, phương án được chọn sẽ là phương án có tỷ số  $K_m$  nhỏ nhất.

- Kết quả nghiên cứu có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho các doanh nghiệp mỏ đá xây dựng khai thác xuống sâu khi lập dự án mới hay tiếp tục xin cấp mỏ. Đồng thời đối với các cơ quan quản lý nhà

nước có thẩm quyền khi lập quy hoạch khai thác các mỏ đá xây dựng, cho phép nâng cao hiệu quả tận thu tài nguyên và hiệu quả khai thác nói chung đồng thời đảm bảo sự phát triển bền vững trong lĩnh vực khai thác và chế biến đá xây dựng cho các địa phương có mỏ.

### Tài liệu tham khảo

Báo cáo kết quả thăm dò các cụm mỏ Châu Pha, Long Hương 2010 - 2015 (Bà Rịa - Vũng Tàu) Thường Tân, Tân Mỹ (Bình Dương), Tân Cang, Thiện Tân, Thạnh Phú (Đồng Nai) .

Bùi Xuân Nam (chủ biên), Nguyễn Văn Sáng, Trần Văn Dũng, Trần Khắc Hùng, Phạm Thái Hợp, (2015). *Nâng cao hiệu quả khai thác các mỏ đá xây dựng khu vực Nam bộ*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

Bùi Xuân Nam (chủ biên), Nguyễn Anh Tuấn, Mai Ngọc Luân, (2020). *Các mô hình tối ưu hóa biên giới mỏ trong khai thác lộ thiên*. Nhà xuất bản

Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.

Hồ Sĩ Giao, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Anh Tuấn, (2009). *Khai thác khoáng sản rắn bằng phương pháp lộ thiên*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Hoàng Cao Phương, (2016). *Nghiên cứu các giải pháp công nghệ và quản lý nhằm phát triển bền vững các mỏ khai thác vật liệu xây dựng ở Việt Nam*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật. Trường đại học Mỏ - Địa chất.

Lê Thị Thu Hoa, Nguyễn Tuấn Thành, (2018). *Một hướng tiếp cận khi xác định chiều sâu khai thác các mỏ đá xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy*. Tạp chí Công nghiệp Mỏ, Số 02/2018. Hội Khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam. Hà Nội. 17 - 19.

Trần Mạnh Xuân, (2001). *Xác định chiều sâu khai thác lộ thiên bằng phương pháp giải tích*. Tạp chí Công nghiệp Mỏ, số 02/2001. Hội Khoa học và Công nghệ mỏ Việt Nam. Hà Nội. 12 - 13.