

# NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT HÌNH DẠNG BỜ MỎ HỢP LÝ CHO MỎ KHAI THÁC LỘ THIÊN XUỐNG SÂU Ở VIỆT NAM

ThS. PHẠM VĂN VIỆT, ThS. LÊ THỊ MINH HẠNH,  
ThS. LÊ QUÝ THẢO - Trường Đại học Mỏ-Địa chất

## 1. Vai trò ổn định bờ mỏ trong khai thác mỏ lộ thiên xuống sâu

Khi công nghệ khai thác lộ thiên càng ngày càng hiện đại (các thiết bị khai thác lớn, chi phí khai thác giảm xuống) các thân quặng không có giá trị trước kia trở lên có giá trị hơn. Đồng thời, với việc tăng nhu cầu đối với khoáng sản dẫn đến hàm

lượng giới hạn thấp hơn và hệ số bóc cao hơn có thể chấp nhận được. Do đó, mỏ lộ thiên ngày càng thiết kế khai thác xuống sâu và vấn đề ổn định ngày càng trở lên quan trọng hơn bất cứ khi nào và sẽ phải đáp ứng: thiết kế phải kinh tế; thiết kế phải đảm bảo an toàn; hoạt động sản xuất phải kinh tế; hoạt động sản xuất phải an toàn.

Bảng 1. Các chỉ tiêu biên giới khai trường một số mỏ lộ thiên lớn ở Việt Nam [1]

Kích thước khai trường	Đơn vị	Na Dương	Khánh Hoà	Mỏ Hà Tu	Mỏ Núi Béo	XN than 917	Mỏ Đèo Nai	Mỏ Cọc Sáu	Mỏ Cao Sơn	Mỏ Tây Nam Đá Mài
Chiều dài	m	2898	1277	2069	1570	1430	3500	3000	4400	2550
Chiều rộng	m	1820	850	1568	1050	775	2600	2500	2900	1500
Diện tích	ha	486	89	415	325	94			670	
Số tầng khai thác	tầng	25	25	35	15	37	48	40	42	18
Chiều cao bờ mỏ	m	300	375	525	135	370	720	605	630	270

Do vậy, khả năng xuống sâu các mỏ khai thác lộ thiên lớn Việt Nam vẫn bị hạn chế bởi các yếu tố:

❖ Sự gia tăng hệ số bóc: trong khai thác bằng phương pháp lộ thiên để lấy một đơn vị khoáng sản phải bóc đi một khối lượng đất đá nằm phía trên và xung quanh thân khoáng sản. Khi khai thác xuống sâu thì hệ số bóc sẽ tăng dần và đến một chiều sâu giới hạn hệ số bóc đạt bằng hệ số bóc cho phép.

❖ Diện tích bố trí khai trường và bãi thải: trong khai thác bằng phương pháp lộ thiên phải có diện tích bề mặt đủ để bố trí khai trường. Khi khai thác xuống sâu thì diện tích khai trường sẽ tăng theo chiều sâu khai thác. Đồng thời mỏ cũng phải có diện tích bề mặt đủ bố trí diện tích bãi thải. Với sự tăng hệ số bóc của mỏ là sự gia tăng về khối lượng đất đá đổ thải. Chi phí đổ thải là một chi phí lớn trong khai thác mỏ lộ thiên. Thường trong một số mỏ khai thác lộ thiên, việc mở rộng diện tích khai trường là điều khó khăn về đền bù (thường các mỏ nằm gần khu dân cư).

Như vậy, sự tồn tại và phát triển của các mỏ lộ thiên phụ thuộc hệ số bóc và diện tích bố trí khai trường và bãi thải. Để thực hiện điều này bờ mỏ lộ thiên phải dốc nhất có thể và lựa chọn dạng bờ lồi. Dưới đây, tác giả xin đề xuất cách xây dựng cách tính bờ mỏ dạng lồi và tính toán khối lượng đất bóc giảm xuống khi áp dụng chúng.

## 2. Nghiên cứu xây dựng hình dạng bờ mỏ dạng lồi

Nhìn chung, hình dạng bờ mỏ khai thác sâu là rất phức tạp hình H.1. Để thuận tiện phân tích cơ học thì bờ mỏ khai thác xuống sâu có thể coi bờ mỏ gần như là một đường cong lồi (bờ lồi). Bờ mỏ coi như có hình gần tròn hoặc hình elip trên bình đồ. Đất đá trong bờ mỏ coi như đồng nhất, liên tục, đàn hồi và chỉ bị tác dụng bởi trọng lượng của khối đất đá trong bờ mỏ.

Sét khối đá dạng tròn (phần gạch chéo) như H.2 trên bờ mỏ với giả thiết rằng bán kính trung bình của khối đá dạng tròn và xấp xỉ bằng bán kính mỏ.

Bảng 2. Trữ lượng và khối lượng đất bóc một số mỏ lộ thiên khai thác xuống sâu [1].

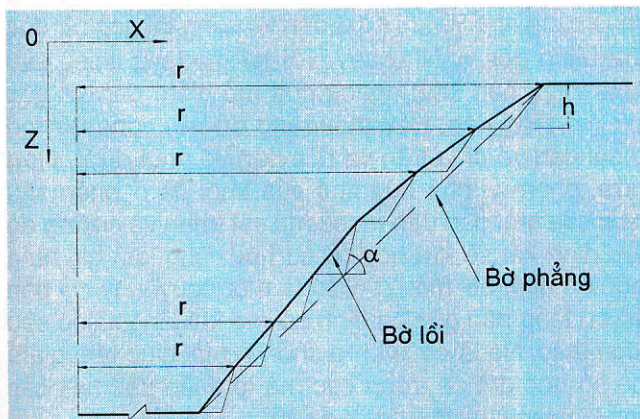
TT	Mỏ/ công trường	Đáy thiết kế, m	Trữ lượng (10 <sup>3</sup> tấn)		KL đất bóc; 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Công suất thiết kế 10 <sup>3</sup> tấn
			Địa chất HĐ	Địa chất HĐ		
1	Mỏ Hà Tu	-220	9373	10310	114500	1650
2	Mỏ Núi Béo	-135	17569	19326	86505	4700
3	Mỏ Cao sơn ( GĐ I - II)	-350	126247	142117	1770778	5000
4	Mỏ Khe Chàm (lộ thiên)	-200	33670	38720	700729	3000
5	Mỏ Cọc Sáu	-375	53786	59165	733139	3600
6	Mỏ Đèo Nai	-330	48600	55890	602725	2700
7	Mỏ Khánh Hòa	-300	11409	12550	94400	1200
8	Mỏ Na Dương	-6	34727	38200	248404	1200
9	Mỏ Nông Sơn	-40	4868	5355	13860	250

Góc bờ mỏ tại vị trí khối đá này là  $\alpha$ . Trong khi khối đá này dịch chuyển dần xuống với sự gia tăng  $\Delta Z$ , thì sự thay đổi bán kính trung bình  $r$  là :

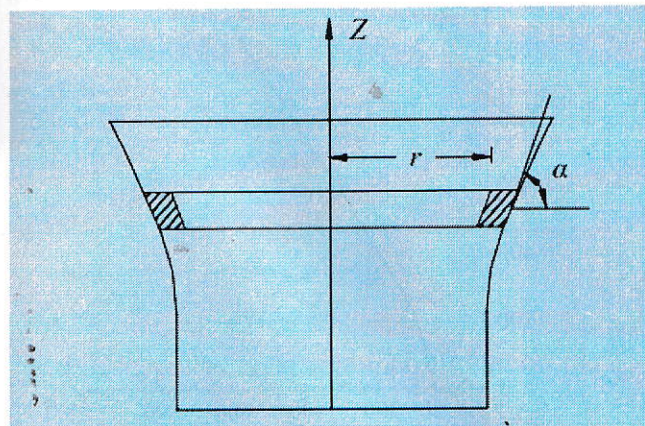
$$\Delta r = (\Delta Z \cdot \text{ctg} \alpha) \quad (1)$$

Sức căng của khối đá theo hướng cung tròn là:

$$\epsilon_{\theta} = (\text{ctg} \alpha \cdot \Delta Z / r) \quad (2)$$



H.1. Hình dạng bờ mỏ dạng lồi với các tầng cụ thể.



H.2. Phân tích bờ mỏ dạng lồi trong mỏ khai thác xuống sâu.

Sau đó ứng suất đàn hồi có thể thể hiện như:

$$\sigma_{\theta} = (E_{\theta} \cdot \text{ctg} \alpha \cdot \Delta Z / r) \quad (3)$$

Trong đó:  $E_{\theta}$  - Mô đun đàn hồi của khối đá theo hướng cung tròn.

Khi xét khối  $\Delta V$  của khối đá này ở trạng cân bằng giới hạn (cân bằng), các lực tác dụng lên nó thể hiện cụ thể trong H.3. Trong đó  $\Delta S$  là diện tích của khối đá trên mặt cắt đứng. Như vậy  $\Delta V$  được tính:

$$\Delta V = (\Delta S \cdot r \cdot d\theta) \quad (4)$$

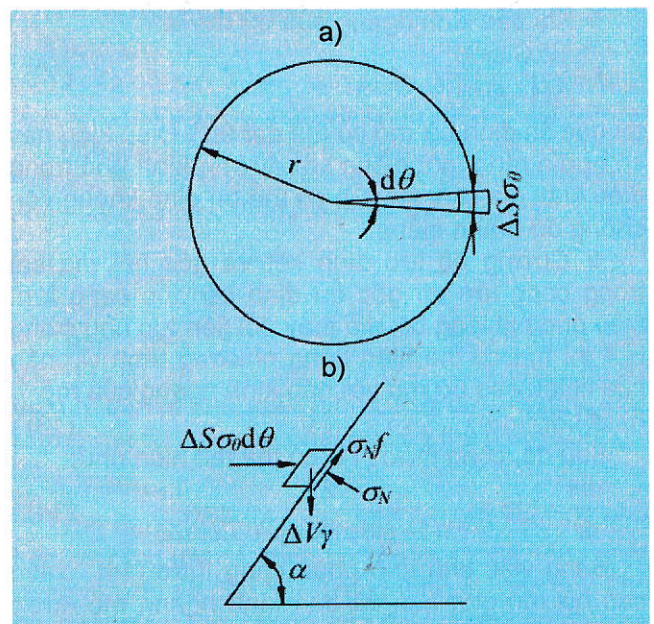
Nếu  $\Delta V$  ở trạng thái cân bằng theo hướng trượt, công thức sau có thể được lập:

$$(\Delta V \cdot \gamma \cdot \sin \alpha - \Delta S \cdot \sigma_{\theta} \cdot d\theta \cdot \cos \alpha) = [(\Delta V \cdot \gamma \cdot \cos \alpha + \Delta S \cdot \sigma_{\theta} \cdot d\theta \cdot \sin \alpha) \cdot f] \quad (5)$$

Trong đó:  $\gamma$  - Trọng lượng thể tích đất đá và  $f$  là hệ số ma sát.

Thay công thức (3) và (4) vào công thức (5) ta có:

$$\gamma \cdot \sin \alpha - E_{\theta} \cdot \text{ctg} \alpha \cdot \cos \alpha \cdot \Delta Z / r^2 = (\gamma \cdot \cos \alpha + E_{\theta} \cdot \text{ctg} \alpha \cdot \sin \alpha \cdot \Delta Z / r^2) \cdot f \quad (6)$$



H.3. Các lực tác dụng lên khối  $\Delta V$  ở bờ mỏ dạng tròn trên bình đồ: a - Các lực tác dụng trên mặt cắt ngang; b - Các lực tác dụng trên mặt cắt đứng.

Khi khối đá đạt đến giới hạn đàn hồi, ví dụ  $\sigma_{\theta} = \sigma_{\max}$  thì các ứng suất chính bằng:

$$\sigma_1 = \sigma_{\theta \max}, \sigma_3 = 0. \quad (7)$$

Sau đó, theo tiêu chuẩn bền cắt của Coulomb, công thức sau được đưa ra như sau:

$$\sigma_{\theta \max} = \frac{2C \cdot \cos \varphi}{1 - \sin \varphi} \quad (8)$$

Trong đó: C - Cường độ lực dính kết còn  $\varphi$  là hệ số ma sát trong.

Thay thế công thức (3) vào công thức (8) và rút ra  $\Delta Z_{\max}$  như:

$$\Delta Z_{\max} = \frac{2 \cdot r \cdot C \cdot \cos \varphi}{E_p \cdot \text{ctg} \alpha \cdot \text{ctg} - \sin \varphi} \quad (9)$$

Thay thế công thức (9) vào công thức (6),  $\text{tg} \alpha$  được rút ra như sau:

$$\text{tg} \alpha = f + \frac{2 \cdot C \cdot (1 + f^2) \cos \varphi}{\gamma \cdot r \cdot (1 - \sin \varphi) - 2f \cdot C \cdot \cos \varphi} \quad (10)$$

Khi  $f = \text{tg} \alpha$ , thì công thức (10) chuyển thành:

$$\text{tg} \alpha = \text{tg} \varphi + \frac{2 \cdot C \cdot (1 + \text{tg}^2 \varphi) \cos \varphi}{\gamma \cdot r \cdot (1 - \sin \varphi) - 2 \text{tg} \varphi \cdot C \cdot \cos \varphi} \quad (11)$$

Đây là các công thức cơ bản. Từ công thức (11), chúng ta đưa ra các kết luận sau đây:

❖ Khi các thông số cơ học của khối đá là không đổi, khi bán kính ngang của mỏ khai thác xuống sâu càng ngắn hoặc mỏ càng khai thác xuống sâu thì góc bờ mỏ  $\alpha$  càng tăng. Nếu bán kính ngang mỏ đạt đến vô hạn thì góc ổn định bờ mỏ đạt đến giới hạn  $\varphi$ . Điều kiện này cũng giống như với bờ mỏ phẳng.

❖ Khi bán kính ngang của bờ mỏ là:

$$r = \frac{2 \cdot C \cdot \sin \varphi}{\gamma (1 - \sin \varphi)} \quad (12)$$

thì góc ổn định bờ mỏ có thể đạt  $90^\circ$ . Điều kiện này có nghĩa rằng một giếng với đường kính nhỏ trong điều kiện địa chất tốt vẫn có thể ổn định không cần chống đỡ thành giếng.

❖ Cường độ lực dính kết và góc nội ma sát trong càng lớn thì góc ổn định bờ dốc càng lớn. Nếu góc nghiêng bờ mỏ thay đổi liên tục như trong H.4 thì  $\text{tg} \alpha$  có thể hiện bằng phương trình vi phân của chiều cao bờ mỏ với bán kính ngang của mỏ.

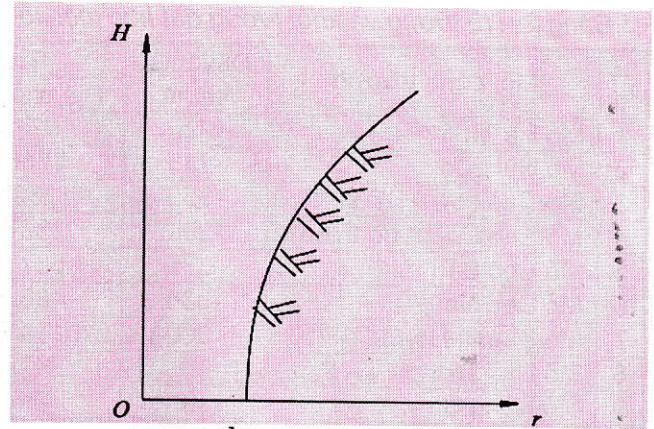
$$\frac{dH}{dr} = \text{tg} \alpha \quad (13)$$

Sau đó, công thức (11) có thể thể hiện như:

$$\frac{dH}{dr} = \text{tg} \varphi + \frac{2 \cdot C}{\gamma \cdot r \cdot (1 - \sin \varphi) \cos \varphi - C \cdot \sin 2\varphi} \quad (14)$$

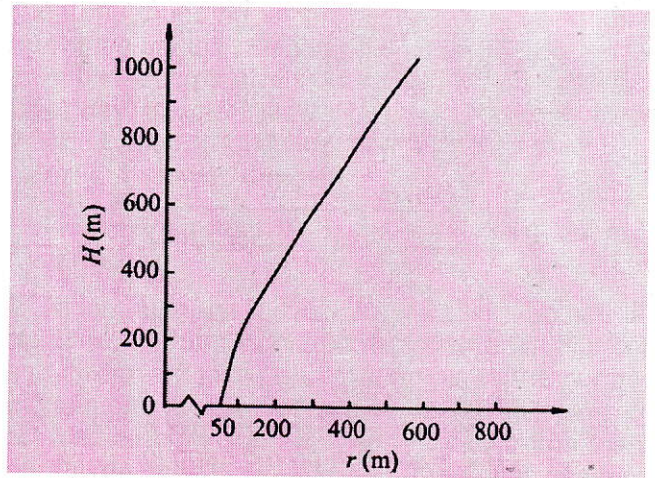
Bằng việc tính tích phân công thức (14), chiều cao bờ mỏ giới hạn và bán kính ngang mỏ được đưa ra như:

$$H = (r - r_0) \cdot \text{tg} \varphi + \left[ \frac{2 \cdot C}{\gamma (1 - \sin \varphi) \cos \varphi} \cdot \ln \frac{\gamma \cdot r \cdot (1 - \sin \varphi) \cos \varphi - 2C \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot r_0 \cdot (1 - \sin \varphi) \cos \varphi - 2C \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi} \right] \quad (15)$$



H.4. Thể hiện góc nghiêng bờ mỏ thay đổi liên tục theo H và r.

Trong đó: C,  $\varphi$  và  $\gamma$  không thay đổi. Thay  $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$ ;  $\text{tg} \varphi = 1,5$ ;  $C = 100 \text{ kN/m}^2$  bán kính ngang của mỏ r thay đổi từ 50 m đến 800 m, chiều cao của bờ mỏ thể hiện trong hình H.5. Từ hình H.5 ta thấy rằng góc nghiêng bờ mỏ càng lớn khi bán kính ngang của mỏ r càng nhỏ và khi r đạt đến vô cùng thì góc bờ dốc đạt bằng góc  $\varphi$ . Như vậy, với sự gia tăng chiều sâu khai thác, bán kính ngang của mỏ giảm dần và góc bờ mỏ tăng dần. Hay thấy rằng đường cong bờ mỏ thoải dần về phía trên và dốc dần về phía dưới. Hơn nữa, phạm vi phá hủy nhỏ của khối đá ở phần sâu hơn của mỏ, dẫn đến hệ số ma sát trong và cường độ lực dính kết sẽ lớn hơn. Điều này cũng làm gia tăng góc ổn định bờ mỏ [2]. Đây là một nguyên lý cơ bản về sự tăng dần góc ổn định bờ mỏ khi tăng chiều sâu khai thác. Nó là cơ sở lựa chọn bờ lỗi giúp làm giảm hệ số bóc đất đá trong các mỏ lộ thiên đặc biệt các mỏ lộ thiên khai thác xuống sâu.



H.5. Đường cong H-r cho một số loại bờ mỏ

Nếu mỏ lộ thiên khai thác xuống sâu có dạng hình elip trên bình đồ, khi đó khối đá trên bờ mỏ trượt xuống một khoảng  $\Delta Z$  thì ứng suất đàn hồi theo hướng cung tròn có thể xác định được như:

$$\sigma_{\theta} = (E_{\theta} \cdot \text{ctg} \alpha \cdot \Delta Z / r). \quad (16)$$

Chúng ta thấy rằng nếu góc nghiêng bờ mỏ giống nhau trên bình đồ, thì  $\sigma_{\theta}$  khác nhau tại điểm  $\Delta Z$  khác nhau và bán kính mỏ khác nhau; các ứng suất đàn hồi theo hướng cong tròn tại điểm cuối nửa trục chính và nửa trục phụ được thể hiện như:

$$\sigma_{\theta 1} = E_{\theta} \cdot \text{ctg} \alpha \cdot \frac{\Delta Z}{b^2} \cdot a \quad (17)$$

$$\sigma_{\theta s} = E_{\theta} \cdot \text{ctg} \alpha \cdot \frac{\Delta Z}{a^2} \cdot b \quad (18)$$

Trong đó: a - Nửa trục chính của elip và b là nửa trục phụ của elip thể hiện trong H.6.

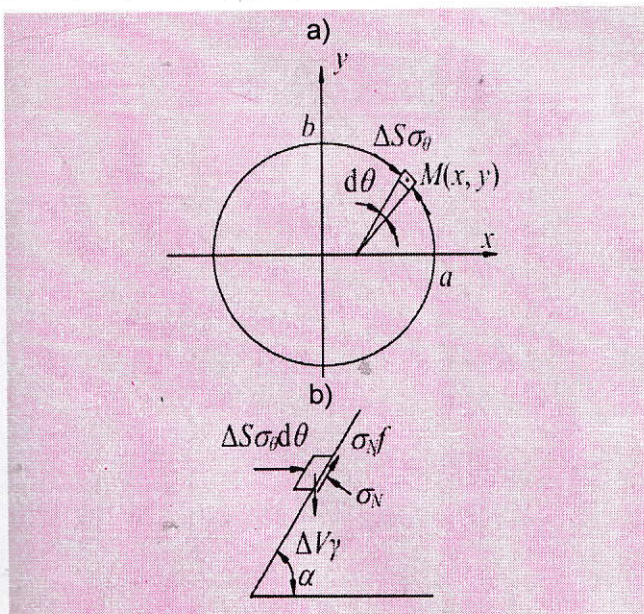
Bởi vì  $a > b$  nên thấy rằng:

$$\sigma_{\theta 1} > \sigma_{\theta s} \quad (19)$$

Bởi vì bán kính cong ở cuối nửa trục chính là nhỏ nhất và ở cuối nửa trục phụ là lớn nhất và do đó ứng suất đàn hồi  $\sigma_{\theta}$  phải thỏa mãn:

$$\sigma_{\theta s} \leq \sigma_{\theta} \leq \sigma_{\theta 1} \quad (20)$$

Điều này thấy rằng ứng suất  $\sigma_{\theta}$  càng lớn thì bờ mỏ càng ổn định hơn. Thực vậy, có thể suy ra bờ mỏ ở nửa cuối trục chính của elip ổn định hơn, trong khi ở nửa cuối nửa trục phụ mất ổn định nhất. Khi khối  $\Delta V$  của khối đá xét trong trạng thái cân bằng giới hạn, các lực tác dụng lên nó được thể hiện cụ thể trong H.6.



H.6. Các lực tác dụng trên khối  $\Delta V$  trên bờ mỏ có dạng elip trên bình đồ: a - Các lực tác dụng trên mặt cắt ngang; b - Các lực tác dụng trên mặt cắt đứng.

Nếu góc bờ mỏ trong mỏ khai thác xuống sâu có dạng elip thay đổi thỏa mãn điều kiện ứng suất  $\sigma_{\theta}$  ở tại mọi điểm là tương đương trên cùng mặt nằm ngang. Ví dụ như bờ mỏ trong cùng trạng thái ổn định, góc bờ mỏ tại điểm  $M(x, y)$  được đưa ra như:

$$\text{tg} \alpha = \text{tg} \varphi + 2C \cdot a^4 \cdot b / \{ \gamma [a^4 x^2 (b^2 - a^2)]^{3/2} \} \cdot (1 - \sin \varphi) \cos \varphi - 2C \cdot a^4 \cdot b \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi \quad (21)$$

Sau đó, bằng cách tích phân  $dH/dr = \text{tg} \alpha$ , mối quan hệ giữa chiều cao bờ mỏ ổn định với bán kính ngang được thể hiện như:

$$H = (r - r_0) \cdot \text{tg} \varphi + \left[ \frac{2C}{\gamma (1 - \sin \varphi) \cos \varphi} \cdot \ln \frac{\gamma \cdot r (1 - \sin \varphi) \cos \varphi - C \cdot \sin 2\varphi}{\gamma \cdot r_0 (1 - \sin \varphi) \cos \varphi - C \cdot \sin 2\varphi} \right] \quad (22)$$

Trong đó: C,  $\varphi$  và  $\gamma$  - Các hằng số;  $r_0$  - Bán kính ngang của đường cong tại điểm nằm ở đáy bờ mỏ ứng với điểm  $M(x, y)$ .

Khi biết H thì lấy r là một giá trị cụ thể tại điểm cuối của nửa trục phụ, từ công thức (22), có thể xác định bán kính ngang của đường cong tại điểm cuối của nửa trục chính và phụ của elip ở đáy bờ mỏ như là  $r_{01}$  và  $r_{0s}$ . Tuy nhiên, theo lý thuyết ổn định bờ dốc truyền thống, mối quan hệ giữa chiều cao bờ mỏ và bán kính ngang của mỏ là:

$$H = [(r - r_0) \cdot \text{tg} \varphi] \quad (23)$$

Lấy  $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$ ,  $C = 0,2 \text{ MPa}$  và  $\varphi = 45^\circ$ , nửa trục chính và trục phụ của elip ở đáy bờ mỏ như  $a_0 = 150 \text{ m}$  và  $b_0 = 100 \text{ m}$ , chiều cao bờ mỏ  $H = 500 \text{ m}$ . Diện tích của elip ở chiều cao H là:

$$S = (a \cdot b \cdot \pi) = (r_1 \cdot r_2 \cdot \pi) \quad (24)$$

Tuy nhiên, diện tích  $S^*$  xác định bằng lý thuyết truyền thống là:

$$S^* = [(H + 66,6)(H + 255) \cdot \pi] \quad (25)$$

Thực vậy, nếu lấy  $\Delta S = (S^* - S)$  là hàm tích phân và chiều cao bờ mỏ là biến tích phân, khối lượng đá thải phải bóc giảm bằng việc so sánh hình dạng bờ mỏ cân bằng giới hạn xác định bằng lý thuyết bờ mỏ ổn định truyền thống (bờ phẳng) với việc tính toán bờ lồi trong bài báo này, V có thể được thể hiện:

$$V = \int_0^H \Delta S \cdot dh \quad (26)$$

Theo điều kiện này, kết quả tính toán  $V = 1,11 \times 10^8 \text{ m}^3$ . Từ kết quả tính toán thử trên thì theo lý thuyết tính toán hình dạng bờ mỏ này, khối lượng đất đá thải cần phải bóc có thể giảm xuống.

### 3. Kết luận

Ứng dụng lý thuyết đàn hồi, để tiếp cận bài toán trên coi rằng đất đá trong bờ mỏ là đất đá đồng nhất, đẳng hướng và đàn hồi. Trong thực tế, đặc tính khối đá là rất phức tạp. Do đó, cần thiết dùng đến phương pháp số để nghiên cứu sâu hơn nữa vấn đề này.

Nội dung nghiên cứu trong bài báo nhằm chứng minh tính khả thi của bờ mỏ dạng lồi về mặt lý thuyết và có thể rút ra một số kết luận sau:

(Xem tiếp trang 65)

**4.4. Ưu điểm của phương án**

- ❖ Sử dụng đơn giản, công tác thi công nhanh
- ❖ Bảo đảm độ cứng vững của thành lò, tăng công tác an toàn lao động, tránh trường hợp xô vẩy vị chống khi đường lò qua vùng đất đá yếu
- ❖ Khối lượng công việc phải thực hiện ít, chi phí vận tải thấp (khối lượng vận tải phải vận chuyển thấp)

**5. Kết luận**

Bài báo thông qua việc nghiên cứu điều kiện địa chất và các yếu tố ảnh hưởng đến hiện tượng tụt nóc trong quá trình đào lò qua vỉa than và vùng đất đá mềm yếu của mỏ than Hà Lâm, đồng thời đề xuất giải pháp xử lý ngăn ngừa hiện tượng tụt nóc lò xảy ra bằng cách dùng kỹ thuật bơm hóa chất loại DMT-601A/B của Trung Quốc qua lỗ khoan vào các khe nứt của khối than và đất đá để gia cố. Kỹ thuật dùng hóa chất này cho thấy có hiệu quả cao đối với việc gia cố các vỉa than và đất đá mềm yếu, bờ rời, làm cho đường lò ổn định dẫn đến quá trình đào lò được tiến hành liên tục và làm tăng mức độ an toàn. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Tài liệu về điều kiện địa chất mỏ than Hà Lâm.

2. Đồng Thực Kiến, Tôn Ích Kiến. Ứng dụng kỹ thuật gia cố gương lò chợ khai thác cơ giới hóa đồng bộ mỏ than Tra Thành-Từ Châu. Tạp chí quản lý và kỹ thuật tài nguyên-Trung Quốc. Kỳ 3 năm 2012, trang 62 (bản tiếng Trung).

**Người biên tập: Võ Trọng Hùng**

**SUMMARY**

During the driving process through areas having complicated geological conditions such as faults, weak rock... there will have the roof convergence causing many difficulties in advancing face and support works, and leading to the interrupted technological links, not only affecting the labor productivity, mining production and working plan but also making unsafe for people working in mine. The study and application of alternatives for solving problems the roof convergence is essential to maintain normal operations for the mine and ensure the safe working conditions for the workers.

**NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT...**

*(Tiếp theo trang 49)*

- ❖ Đánh giá ổn định bờ mỏ truyền thống dựa trên nguyên lý cân bằng lực. Theo nguyên lý này, hình dạng bờ mỏ được xác định như một đường thẳng trên mặt cắt đứng và chỉ thích hợp với các mỏ nông;
- ❖ Giả định khối đá là đồng nhất và đàn hồi được đặt tải chính bởi trọng lượng của nó và mỏ có dạng hình elip, phân tích ảnh hưởng về không gian trên bờ mỏ khai thác xuống sâu được thực hiện. Bài báo này đưa ra mối quan hệ giữa góc ổn định bờ mỏ và các thông số cơ học của khối đá, bán kính ngang của mỏ khai thác xuống sâu. Mối quan hệ thể hiện góc ổn định bờ mỏ tăng dần với sự gia tăng về chiều sâu khai thác, đồng thời ổn định khối đá trên bờ mỏ sâu hơn tăng, nó là cơ sở lý thuyết lựa chọn bờ mỏ dạng lồi để giảm khối lượng đá thải phải bóc trong các mỏ khai thác lộ thiên xuống sâu và đưa ra giải pháp sơ bộ tính toán hình dạng hợp lý cho các bờ mỏ;
- ❖ Lý thuyết này không chỉ phân tích ổn định đối với bờ mỏ phẳng mà còn có thể áp dụng cho trường hợp ổn định bờ mỏ dạng lồi. Khối lượng đất đá phải bóc trên bờ giảm so với khi phân tích lý thuyết ổn định bờ mỏ theo phương pháp truyền thống. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Lê Văn Duẩn (2009) "Quy hoạch phát triển ngành than đến năm 2015, xét triển vọng đến 2025", Công ty CP Tư vấn Đầu tư Mỏ và Công nghiệp-Hà Nội.
2. Trần Mạnh Xuân, 2006. Giáo trình ổn định bờ mỏ tầng và bãi thải mỏ lộ thiên, Trường Đại học Mỏ-Địa chất.
3. A.R., Bell, F.G., 2001. Stability assessment and slope design at Sandsloot open pit. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences4.

**Người biên tập: Hồ Sĩ Giao**

**SUMMARY**

At present the open pit mines in Vietnam has a tendency exploiting deeper. The difficulties of this exploiting tendency are so factors: demand of the big eliminating rock quantity; demand the big necessary area to locate the dumping ground, The paper analyses and prove that the mine rock convex ramp is proper for the deep open pit mines in Vietnam.