

# CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG BIÊN TỐI ƯU VỚI CÁC MÔ HÌNH TỔ CHỨC KHAI THÁC MỎ LỘ THIÊN

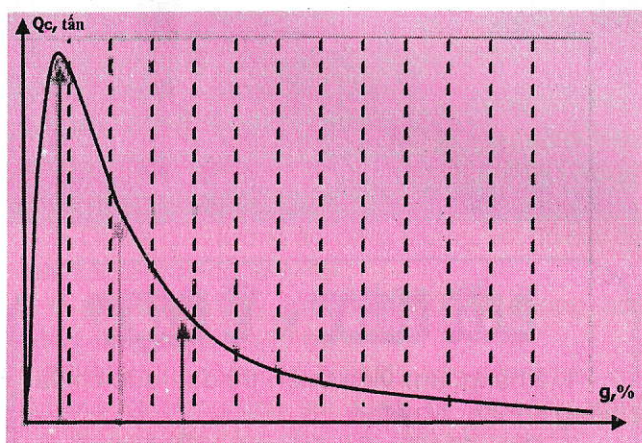
ThS. NGUYỄN ANH TUẤN  
Trường Đại học Mở-Địa chất

## 1. Khái quát chung

Trong khai thác mỏ lộ thiên có rất nhiều lý thuyết tối ưu giá trị HLB thông qua hàm mục tiêu tổng lợi nhuận của mỏ lớn nhất trong các giai đoạn sản xuất. Giá trị HLB được dùng để phân biệt giữa quặng và đá bóc trong phạm vi mỏ quặng lộ thiên.

Bên cạnh đó, công nghệ chế biến, luyện kim ngày càng ảnh hưởng sâu rộng tới các mô hình hệ thống tổ chức khai thác mỏ quặng lộ thiên. Các mô hình tổ hợp mỏ quặng lộ thiên như "mỏ", "mỏ-tuyển", "mỏ-tuyển-luyện" ngày càng phổ biến ở nước ta. Từ các tổ hợp này, việc xác định HLB, khối lượng nguyên khai đảm bảo hệ thống mỏ vận hành hiệu quả là yêu cầu rất quan trọng.

Khoáng sản có đủ hàm lượng để khai thác, chế biến và luyện hiệu quả được gọi là HLB theo điều kiện kinh tế-kỹ thuật. Với đặc điểm công nghệ khai thác quặng lộ thiên trên thế giới hiện nay thì giá trị hàm lượng quặng tối ưu sẽ quyết định tính hiệu quả của dự án. Trong phạm vi biên giới mỏ thì quy luật phân bố hàm lượng với trữ lượng quặng có xu thế theo biểu đồ hình H.1.



H.1. Sơ đồ đặc điểm phân bố hàm lượng (g) với trữ lượng quặng (Q) trong biên giới mỏ quặng lộ thiên

## 2. Các phương pháp xác định HLB

Theo quan niệm cổ điển, HLB là giá trị hàm lượng trung bình nhỏ nhất của khoáng sản có thể

đưa vào khai thác và chế biến hiệu quả. HLB có thể thay đổi theo giai đoạn và phụ thuộc vào các yếu tố địa chất, kinh tế và kỹ thuật của mỏ.

### 2.1. Xác định HLB theo phương pháp cổ điển

Theo phương pháp cổ điển, HLB được xác định bằng trữ lượng quặng có đủ hàm lượng khai thác, chế biến và luyện kim hiệu quả trong phạm vi biên giới mỏ quặng lộ thiên.

#### a. Xác định HLB theo điều kiện biên giới khai thác

HLB theo điều kiện xác định biên giới mỏ quặng lộ thiên được định nghĩa như hàm lượng giới hạn cân bằng giữa chi phí khai thác, chế biến, luyện và chi phí dịch vụ với tổng giá trị của khối lượng kim loại thu hồi được bán ngoài thị trường. Giá trị HLB theo điều kiện biên giới ( $g_{HLB\_BG}$ ) xác định theo công thức (1):

$$g_{HLB\_BG} = \frac{c + m}{(P + F + s).y}, \text{ đvhl} \quad (1)$$

Trong đó: c - Chi phí chế biến, đ/t; m - Giá thành khai thác một tấn quặng, đ/t; P - Giá bán quặng, đ/t; F - Chi phí luyện một tấn quặng, đ/t; s - Chi phí dịch vụ cho một tấn quặng, đ/t; y - Hệ số thu hồi quặng, đvtp.

Vậy, HLB xác định theo điều kiện biên giới mỏ được sử dụng để đảm bảo lượng khoáng sản có giá trị không bị tổn thất (lý thuyết này được ứng dụng trong các "thuật toán hình nón động" và "quy hoạch động Learchs-Grossmann" xác định biên giới mỏ).

#### b. Xác định HLB theo điều kiện chế biến

Giá trị HLB theo điều kiện chế biến ( $g_{HLB\_NT}$ ) xác định theo công thức (2):

$$g_{HLB\_NT} = \frac{c}{(P + F + s).y}, \text{ đvhl} \quad (2)$$

Từ biểu thức (2), HLB theo điều kiện chế biến thì chi phí khai thác và các yếu tố kinh tế-kỹ thuật làm hạ giá thành sẽ không được tính đến. Do đó, nếu tổng chi phí khai thác, chế biến, luyện và bao gồm cả định phí để khai thác một tấn quặng nguyên khai trong năm có hàm lượng cao hơn HLB khi tính chọn thì phương án sẽ mang lại hiệu quả kinh tế cho mỏ. HLB theo điều kiện chế biến được sử dụng để đảm bảo khối lượng khoáng sản

nguyên khai được khai thác và đưa về nhà máy tuyển có giá trị hàm lượng nằm trong phạm vi cho phép.

Trong điều kiện hiện nay, đa số các mỏ khi tiến hành thiết kế đều sử dụng phương án HLB trên cơ sở phân tích giá trị kinh tế giới hạn mà tại đó mỏ có lợi nhuận lớn nhất; các mỏ sử dụng phương án HLB lớn hơn giá trị HLB theo điều kiện kinh tế ở giai đoạn đầu khai thác; các mỏ đều ứng dụng hàm mục tiêu NPV → max cho tất cả các mô hình mỏ kể cả các đối tượng mỏ có khả năng trữ lượng, hàm lượng phân bố không ổn định.

Từ phân tích trên ta thấy những hạn chế cơ bản là giá trị HLB được tính khi giá trị lợi nhuận của mỏ lớn nhất nhưng áp dụng cho tất cả các giai đoạn sản xuất; giá trị HLB coi như hằng số kể cả khi chi phí sản xuất, giá quặng luôn biến động trong thời gian khai thác của mỏ; quá trình xác định HLB chưa quan tâm tới sự phân bố hàm lượng quặng trong than khoáng sàng.

**2.2. Xác định HLB theo các mô hình tổ chức khai thác mỏ khác nhau**

Các mô hình tổ chức khai thác quặng lộ thiên như “mỏ”, “mỏ-tuyển”, “mỏ-tuyển-luyện” ngày càng phổ biến ở nước ta do nhu cầu phát triển của ngành công nghiệp mỏ và tính năng động của thị trường khoáng sản. Do đó, giá trị HLB sẽ có xu thế được xác định theo nhiều quan điểm khác nhau nhằm tối ưu hoá khả năng lợi nhuận của các mô hình mỏ. Vì thế, phương án HLB ổn định trong từng giai đoạn hoặc giảm dần theo thời gian khai thác mỏ sẽ tiếp tục được nghiên cứu vận dụng một cách linh hoạt cho các mô hình mỏ thích hợp.

**a. Xác định HLB ổn định trong các giai đoạn khai thác nhất định**

Tổng quát thì lợi nhuận hàng năm của mỏ quặng lộ thiên được xác định theo biểu thức (3).

$$Pr = (P - s)Q_r - Q_c \cdot c - Q_m \cdot m, đ \quad (3)$$

Trong đó:  $Q_m$ - khối lượng quặng nguyên khai hàng năm, tấn;  $Q_c$ - khối lượng quặng chế biến trong năm, tấn;  $Q_r$ - khối lượng kim loại thu hồi sau khi luyện, tấn.

Khi đó, giá trị hiện tại thực của dự án khai thác mỏ lộ thiên được xác định theo biểu thức (4).

$$NPV = \frac{Pr}{(1+d)^i} = \frac{(P - s)Q_r - Q_c \cdot c - Q_m \cdot m}{(1+d)^i} \cdot đ \quad (4)$$

Với:  $i$  - Thời gian khai thác mỏ ở các năm tương ứng ( $i = 1, \dots, N$  với  $N$  - Tuổi thọ của mỏ, năm).

Như vậy, giá HLB xác định theo phương pháp cổ điển không phải lúc nào mỏ cũng thoả mãn hàm mục tiêu NPV lớn nhất. Phương án kỹ thuật chọn có hàm lượng cao hơn HLB giới hạn về kinh tế

được sử dụng trong những năm đầu khai thác nhằm tăng tốc độ thu hồi vốn, sau đó sử dụng HLB giới hạn trong những giai đoạn muộn hơn. Mô hình xác định HLB đề xuất theo các phương án biên giới mỏ ở các giai đoạn thể hiện trên hình H.2.

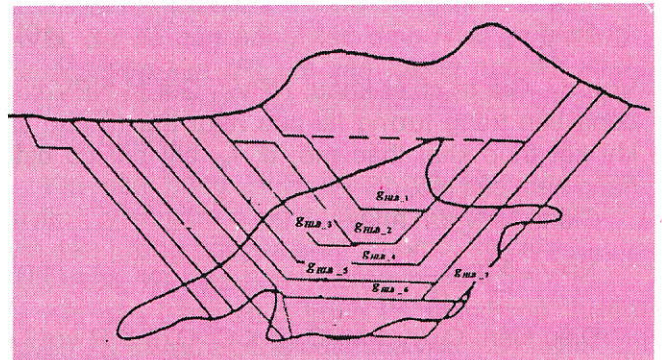
Với một mỏ quặng lộ thiên, phương án HLB theo lịch kế hoạch được tính chọn như sau:

Trong năm 5 đầu của dự án mỏ, giá trị ( $g_{HLB\_NT}$ ) được xác định:

$$g_{HLB\_NT} = \frac{c + D + M_{Pr} + f_a}{(P + F + s) \cdot y}, đvhl \quad (5)$$

Từ năm thứ 6 tới năm 10 của dự án mỏ, giá trị ( $g_{HLB\_NT}$ ) được xác định:

$$g_{HLB\_NT} = \frac{c + D + f_a}{(P + F + s) \cdot y}, đvhl \quad (6)$$



H.2. Mặt cắt các phương án chiều sâu đáy mỏ với các HLB khác nhau;  $g_{HLB\_1}, g_{HLB\_2}, \dots, g_{HLB\_i}, \dots, g_{HLB\_n}$  các phương án HLB 1, 2, ...,  $i, \dots, n$ .

Từ năm thứ 11 tới các năm sau đó của dự án mỏ, giá trị ( $g_{HLB\_NT}$ ) được xác định:

$$g_{HLB\_NT} = \frac{c + f_a}{(P + F + s) \cdot y}, đvhl \quad (7)$$

Trong đó:  $D$  - Giá thành giảm trong những năm đầu thực hiện dự án, đ;  $M_{Pr}$ - Phương án lợi nhuận nhỏ nhất có thể của dự án chọn, đ;  $f_a$  - Chi phí cố định hàng năm của mỏ, đ.

Như vậy, giá trị HLB được xác định trong 5 năm đầu mỏ sẽ có lợi nhuận nhỏ nhất. Do còn khó khăn trong giai đoạn đầu khai thác, sự giảm giá thành khai thác được tính đến trong trong 10 năm đầu khai thác của dự án mỏ.

**b. Xác định HLB năng động phù hợp với các mô hình tổ hợp mỏ lộ thiên khác nhau**

Xu hướng tiếp cận xác định HLB giảm dần trong toàn bộ thời gian khai thác mỏ sẽ mang lại giá trị NPV cao hơn khi so với phương án HLB cố định. Bài toán đặt ra là làm thế nào để xác định giá trị HLB thể thu được giá trị NPV là cao nhất trong một thời gian tồn tại của mỏ. Cơ sở lý thuyết xác định

HLB với giá trị NPV lớn nhất bao gồm định phí nhưng không tính tới sự biến động các dòng tiền khi tiến hành dự án vì HLB được tính ở một thời điểm nhất định.

Theo quan điểm trên, tác giả đề xuất sử dụng công thức tính giá trị HLB của GS.F.K Lane [1] hàm mục tiêu NPV lớn nhất với điều kiện chế biến được xác định theo (8).

$$g_{HLB\_NT}(i) = \frac{c + f + F_i}{(P - s) \cdot y}, \text{ đvhl} \quad (8)$$

Trong đó:  $g_{HLB\_NT}(i)$ - phương án HLB được sử dụng trong năm khai thác thứ  $i$ , % (đvhl);  $F_i$ - giá trị triển vọng (cơ hội) của 1 tấn quặng trong năm khai thác thứ  $i$ , được xác định:

$$F_i = d \cdot \frac{NPV_i}{C}, \text{ đ} \quad (9)$$

$$f = \frac{f_a}{C} \quad (10)$$

Với:  $d$  - Giá trị chiết khấu;  $NPV_i$  - Giá trị NPV của dòng tiền trong tương lai của năm thứ  $(i)$  cho tới khi kết thúc khai thác mỏ, đ;  $f_a$ - chi phí cố định hàng năm của mỏ, đ.

Giá trị NPV lớn nhất:

$$NPV = \sum_{i=1}^N P_r \cdot \frac{1}{(1+d)^i} \cdot \text{đ} \quad (11)$$

Điều kiện:  $Q_m(i) \leq M$ ;  $Q_c(i) \leq C$ ;  $Q_r(i) \leq R$  với  $i = 1, \dots, N$ .

Trong đó:  $Q_m$  - Khối lượng quặng nguyên khai trong năm, tấn;  $Q_c$  - Khối lượng quặng chế biến trong năm, tấn;  $Q_r$  - Khối lượng kim loại thu hồi trong năm, tấn;  $M$  - Khả năng sản lượng của mỏ hàng năm, tấn;  $C$  - Công suất chế biến trong năm, tấn;  $R$  - Công suất luyện kim trong năm, tấn.

Cơ sở để chi phí của dự án mỏ, giá thành quặng cho phép giảm giá trị HLB trong quá trình khai thác được xác định như sau. Nếu giả sử gọi các giá trị như sau:  $V$  - Giá trị hiện tại thực lớn nhất có thể trong tương lai mang lại trong quá trình khai thác của dự án khai thác quặng lộ thiên, đ;  $Pr$  - Giá trị lợi nhuận của mỏ mang lại khi khai thác khối lượng quặng  $Q_m$ , đ;  $V_q$  - Giá trị hiện tại thực lớn nhất có thể có trong tương lai sau khi khai thác khối lượng  $Q_m$  quặng.

Khi đó:

$$v = (V - V_q), \text{ đ} \quad (12)$$

Với  $v$  - Giá trị hiện tại thực tăng thêm đạt được khi khai thác gần khối lượng quặng  $Q_m$ .

Từ đó, ta có:

$$V = \frac{Pr + V_q}{(1+d)^T} \Rightarrow V \cdot (1+d)^T = (Pr + V_q) \quad (13)$$

Nếu  $i$  khá nhỏ thì:  $(1+d)^i = (1+d \cdot T) \Rightarrow V \cdot (1+d \cdot T) = Pr + V_q$  hay  $(V - V_q) = (Pr - V \cdot d \cdot T)$ ;

$$\text{Ta có: } v = V - V_q = Pr - V \cdot d \cdot T, \text{ đ} \quad (14)$$

Biểu thức (14) cho thấy cơ hội về chi phí khai thác, giá quặng tác động làm giảm giá trị HLB trong tương lai khi mà hàm lượng khoáng sản cao vẫn còn trong biên giới mỏ. Khi đó, lợi nhuận hàng năm ( $v$ ) được xác định theo (15).

$$v = (P - r - s) \cdot Q_r - c \cdot Q_c - m \cdot Q_m - f \cdot T - V \cdot d \cdot T, \text{ đ} \quad (15)$$

Trong đó:  $P$  - Giá bán một tấn quặng thương phẩm, đ;  $r$  - Chi phí tiếp thị cho một tấn quặng thương phẩm, đ;  $s$  - Chi phí khi bán quặng tính cho một tấn quặng thương phẩm, đ;  $c$  - Chi phí chế biến một tấn quặng, đ;  $m$  - Chi phí khai thác một tấn quặng nguyên khai, đ;  $f$  - Định phí hàng năm (chi phí cho phép hàng năm) của mỏ, đ;  $T$  - Thời gian cần thiết để khai thác, chế biến và luyện khối lượng quặng nguyên khai  $Q_m$ , năm.

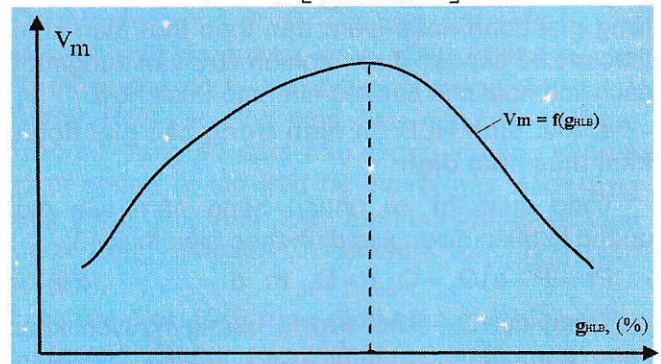
Đứng trên quan điểm có nhiều mô hình tổ chức khai thác mỏ quặng lộ thiên, mô hình tổng quát bao gồm: các quá trình sản xuất trên mỏ lộ thiên khai thác quặng nguyên khai, quá trình nghiền-tuyển để chế biến khoáng sản nguyên khai và quá trình luyện kim cho sản phẩm tinh quặng cuối cùng.

\* Khi sản lượng nguyên khai mỏ lộ thiên bị hạn chế, ảnh hưởng đến tổ hợp mỏ:

Khi đó lượng thời gian khai thác đảm bảo sản lượng yêu cầu,  $T = Q_m / M$  (16)

Lợi nhuận của mỏ được xác định theo công thức (17) và đồ thị hình 3.

$$V_m = (P - r - s) \cdot Q_r - c \cdot Q_c - \left[ m + \frac{f + d \cdot V}{M} \right] \cdot Q_m, \text{ đ} \quad (17)$$



H.3. Sơ đồ mối quan hệ giữa lợi nhuận với HLB

Khi đó, giá trị HLB theo điều kiện xác định biên giới mỏ được xác định:

$$g_m = \frac{c}{(P - r - s) \cdot y}, \text{ đvhl} \quad (18)$$

Với  $y$  - Hệ số thu hồi quặng, đvtp.

❖ Khi công suất chế biến của mỏ ảnh hưởng tới tổ hợp khai thác mỏ:

Khi đó thời gian cần thiết chế biến khối lượng quặng nguyên khai năm  $Q_c$ :

$$T = \frac{Q_c}{C} \quad (19)$$

Lợi nhuận của mỏ trong trường hợp này được xác định theo công thức (20).

$$V_c = (P-r-s) \cdot Q_r \left[ c + \frac{f+d.V}{C} \right] \cdot Q_c - m \cdot Q_m, \text{ đ} \quad (20)$$

Giá trị HLB theo điều kiện chế biến được xác định theo biểu thức (21).

$$g_m = \frac{c + \frac{f+d.V}{C}}{(P-r-s) \cdot y}, \text{ đvhl} \quad (21)$$

❖ Khi năng suất khâu luyện kim là nhỏ nhất trong hệ thống mô hình :

Thời gian cần thiết để luyện hết khối lượng quặng tinh  $Q_r$ :

$$T = \frac{Q_r}{R} \quad (22)$$

Lợi nhuận của mỏ trong đưọc xác định theo công thức (23).

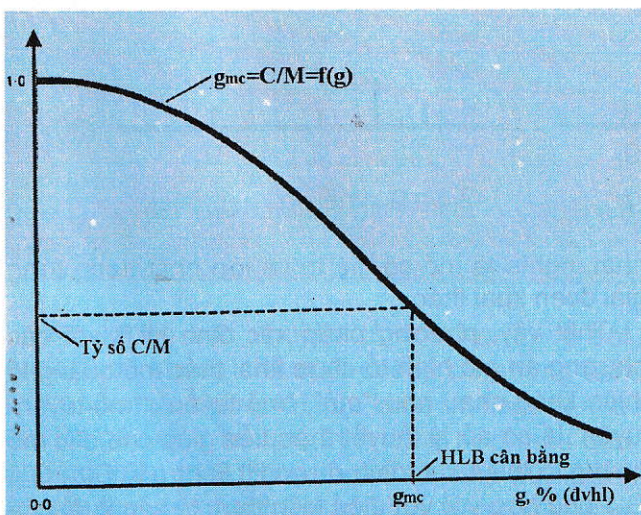
$$V_c = (P-r-s) \left[ c + \frac{f+d.V}{C} \right] \cdot Q_r - c \cdot Q_c - m \cdot Q_m, \text{ đ} \quad (23)$$

Giá trị HLB theo điều kiện luyện kim được xác định theo công thức:

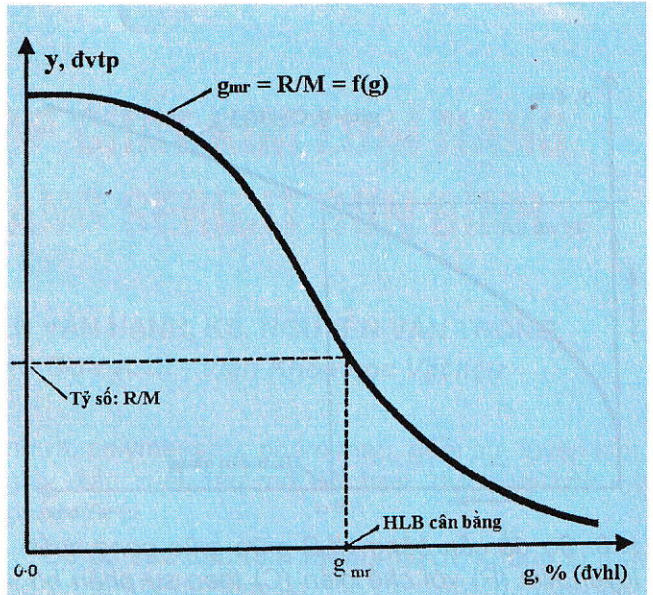
$$g_r = \frac{c}{\left( P-r-s - \frac{f+d.V}{R} \right) \cdot y}, \text{ đvhl} \quad (24)$$

Các biểu thức (18), (21) và (24) xác định giá trị HLB với các điều kiện kỹ thuật công nghệ tương ứng với các điều kiện khai thác, chế biến và tuyển tương ứng trong hệ thống mô hình mỏ.

Khi cân bằng HLB trong mô hình mỏ "mỏ-tuyển", tỷ số giữa công suất chế biến với sản lượng nguyên khai của mỏ, ký hiệu  $g_{mc}$ , % ( $g_{mc}=C/M$ , %) được xác định theo đồ thị hình H.4.



H.4. Sơ đồ cân bằng xác định HLB giữa công suất chế biến (C) với sản lượng nguyên khai (M) của mỏ theo sự phân bố tích lũy hàm lượng quặng gốc



H.5. Sơ đồ cân bằng xác định HLB giữa công suất luyện kim (R) với sản lượng nguyên khai (M) của mỏ loại theo sự phân bố tích lũy hàm lượng quặng gốc

Khi cân bằng HLB trong mô hình mỏ "mỏ-luyện", tỷ số giữa công suất của nhà máy luyện kim với sản lượng nguyên khai của mỏ, ký hiệu  $g_{mr}$ , % ( $g_{mr}=R/M$ , %), xác định theo đồ thị hình 5.

Khi cân bằng HLB trong hệ thống mỏ "tuyển-luyện", tỷ số giữa công suất của nhà máy luyện kim với nhà máy chế biến, ký hiệu  $g_{cr}$ , % ( $g_{cr}=R/C$ , %) xác định theo biểu đồ hình 6.

Giá trị HLB theo điều kiện kinh tế ở từng khâu công nghệ trong hệ thống mỏ được xác định theo các công thức (25), (26) và (27).

❖ HLB theo điều kiện xác định biên giới mỏ khi lợi nhuận của mỏ  $V=0$ .

$$g_m = \frac{c}{(P-s) \cdot y}, \text{ đvhl} (\%) \quad (25)$$

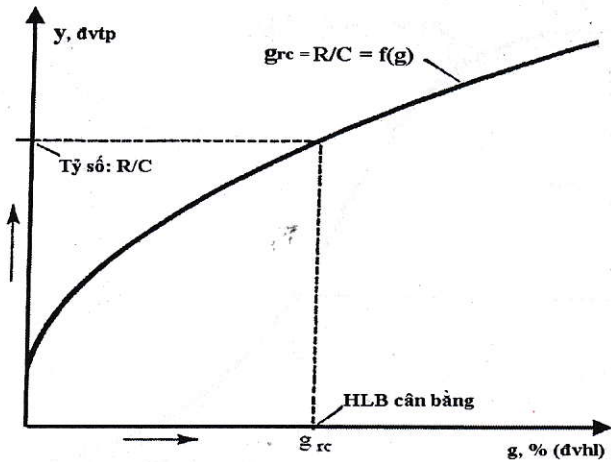
❖ HLB theo điều kiện chế biến khi lợi nhuận của mỏ  $V=0$ .

$$g_c = \frac{c + \frac{d+d.V}{C}}{(P-s) \cdot y}, \text{ đvhl} (\%) \quad (26)$$

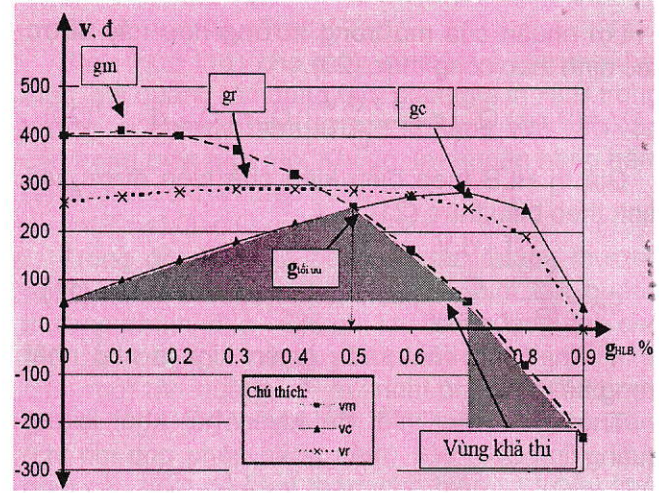
❖ HLB theo điều kiện luyện kim khi lợi nhuận của mỏ  $V=0$ .

$$g_r = \frac{c}{\left( P-s - \frac{f+d.V}{R} \right) \cdot y}, \text{ đvhl} (\%) \quad (27)$$

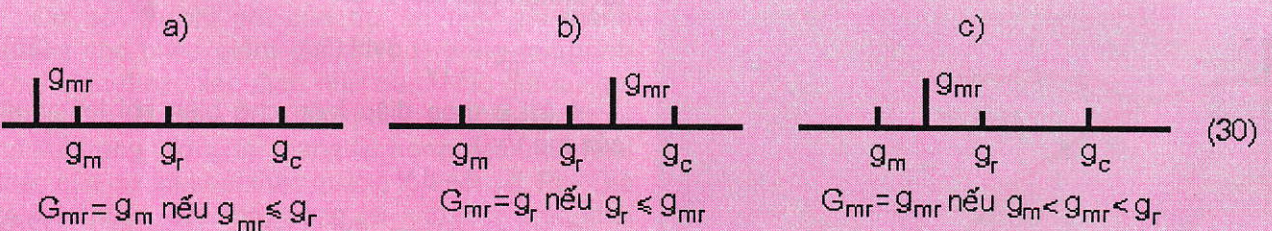
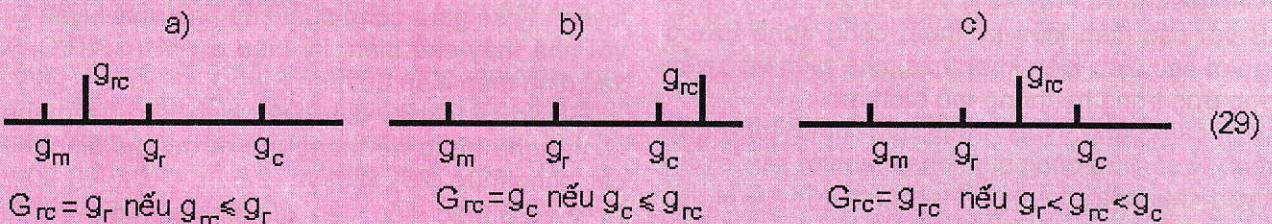
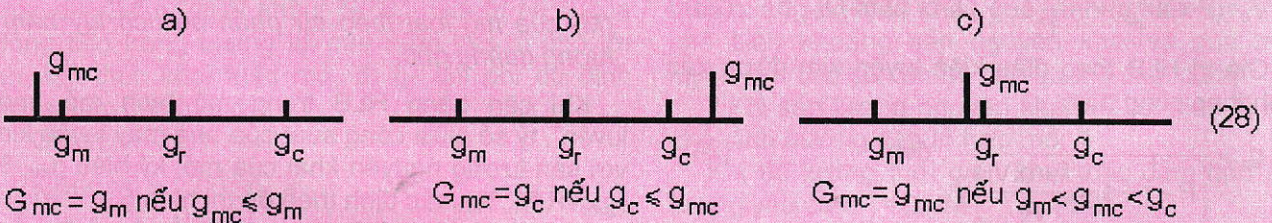
Kết quả khảo sát bài toán của một số mỏ quặng đồng trên thế giới và ở Việt Nam cho thấy với lợi nhuận của mỏ hàng năm  $V=0$  và  $V \neq 0$  thì mối quan hệ giữa HLB với giá trị lợi nhuận của mỏ trong điều kiện xác định biên giới mỏ, chế biến và tuyển khoáng như đồ thị hình H.7.



H.6. Sơ đồ cân bằng HLB giữa giữa công suất luyện kim (R) với chế biến (C) theo sự phân bố tích lũy hàm lượng quặng gốc



H.7. Sơ đồ xác định HLB tối ưu ( $g_{tối ưu}$ ) với các phương án lợi nhuận tương ứng với các mô hình mỏ khác nhau.



**3. Lựa chọn HLB tối ưu**

Sau khi xác định được giá trị hàm lượng biên  $g_m, g_r, g_c$  theo điều kiện khai thác, chế biến và luyện kim phương án HLB tối ưu được lựa chọn theo các phương án khác nhau biểu thức (28) là giá trị  $G_{mc}$ ; biểu thức (29) là giá trị  $G_{rc}$ ; biểu thức (30) là giá trị  $G_{mr}$ .

**4. Kết luận**

Theo phương pháp truyền thống, các phương pháp xác định HLB tối ưu đều theo tiêu chuẩn tối ưu giá trị hiện tại thực của mỏ (NPV) đạt giá trị lớn

nhất, nghĩa là mỏ có giá trị lãi lớn nhất trong từng giai đoạn khai thác.

Thật vậy, phương pháp xác định HLB với các phương án mô hình tổ chức khai thác mỏ quặng lộ thiên khác nhau như "mỏ", "mỏ-tuyển", "mỏ-tuyển-luyện" là cơ sở lý thuyết thực tiễn giúp cho các mỏ quặng lộ thiên xác định được HLB hợp lý  $G_{mc}, G_{rc}, G_{mr}$  phù hợp với với điều kiện thực tế sản xuất của mỏ và tận thu tối đa tài nguyên, bảo vệ môi trường và đồng thời có lợi nhuận lớn nhất trong thời gian triển khai dự án mỏ. □

(Xem tiếp trang 38)

4.3. Mỏ đá vôi Lèn Chùa, Quỳnh Lưu, Nghệ An

Bảng 3.

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Ghi chú
Kích thước trung bình cỡ hạt, (m)	$d_{tb}$	0,6	Nổ tươi
Hệ số kể đến ảnh hưởng của độ cứng f	$k_1$	1	$f = 6$
Hệ số kể đến ảnh hưởng của loại chất nổ	$k_2 (e)$	1,07	Thuốc nổ ANFO
Hệ số kể đến ảnh hưởng của PP điều khiển nổ	$k_3$	0,85	
Ảnh hưởng của độ nứt nẻ	$k_4$	0,85	
$k = k_3 \cdot k_4$	$k$	0,7225	
Chỉ tiêu thuốc nổ hợp lý tính được, (kg/m <sup>3</sup> )	$q_{hl}$	0,247	

5. Kết luận

Với công thức xác định chỉ tiêu tiêu thuốc nổ trên đã thể hiện được đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng quan trọng đến việc xác định chỉ tiêu thuốc nổ, các yếu tố biến thiên liên tục như kích thước trung bình cỡ hạt, độ cứng đất đá, đều được đưa vào biến số của hàm chỉ tiêu thuốc nổ.

Với bất kỳ điều kiện nào của đầu vào: độ cứng đất đá, yêu cầu cỡ hạt, loại thuốc nổ sử dụng phương pháp điều khiển nổ, đều có thể tìm được giá trị tính toán của các chỉ tiêu thuốc nổ. Tùy theo điều kiện nổ cụ thể mà chọn các giá trị của hệ số thích hợp.

Qua kết tính toán cho một số mỏ, đối chiếu với thực tế thì kết quả nhận được là phù hợp. Đây cũng chính là hiệu quả kỹ thuật và kinh tế của phương pháp xác định. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Ấu, Nhữ Văn Bách (1998), Phá vỡ đất đá bằng phương pháp khoan nổ mìn, Nhà xuất bản Giáo dục.
2. Nhữ Văn Bách (2008), Nâng cao hiệu quả phá vỡ đất đá bằng nổ mìn trong những điều kiện khác nhau, Bài giảng cho cao học ngành khai thác mỏ, Trường Đại học Mở-Địa chất, Hà Nội.
3. Hồ Sĩ Giao (1996), Cơ sở công nghệ khai thác đá, Nhà xuất bản Giáo dục
4. Nhữ Văn Bách (1993), Những biện pháp kỹ thuật nâng cao hiệu quả nổ mìn ở mỏ đá Bìm sơn, Trường Đại học Mở-Địa chất.
5. Kutuzov B.N., 1992. Phá vỡ đất đá bằng nổ mìn. NXB Đại học Mỏ Matxcova (tiếng Nga).
6. Carlos L. Jimeno, Emilio L. Jimeno & Francisco J A Carcedo (1995), Drilling and Blasting of Rock, A. A. Balkema/ Rotterdam/Brookfield.

SUMMARY

Powder factor is an explosive blasting parameters, influence and closes ties to other blasting parameters and hence, decided to break the soil quality and efficiency of the blast. This paper presents methods to determine reasonable powder factor for stone mine building materials.

CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH...

(Tiếp theo trang 46)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kadri Dagdelen Ph.D. Open pit Mine Planning Course Outline. Mining Engineering Department. Colorado School of Mines. 2007.
2. Nguyễn Anh Tuấn, "Vấn đề hàm lượng biên và cận biên trong quá trình khai thác các mỏ quặng lộ thiên", Tạp chí CNM, Số 5 năm 2009, tr 49-51.

SUMMARY

Paper shows to determine a cutoff grade policy where mining capacity, milling capacity, and refining capacity may be limited and maximizing Net Present Values (NPV) of these ore open pit mines. The paper's approach is declining cutoff grades throughout the mine life gives higher NPV. Methods determine of balancing cutoff grade with somr model operation organization of ore open pit mines.