

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ KHAI THÁC LỘ THIÊN PHÙ HỢP CHO CÁC MỎ QUY MÔ NHỎ Ở VIỆT NAM

TS. Hoàng Tuấn Chung - Phòng Khảo thí

Tóm tắt: Việc lựa chọn công nghệ khai thác phù hợp có vai trò quan trọng đảm bảo nâng cao hiệu quả của hoạt động khai thác khoáng sản rắn bằng phương pháp lộ thiên. Với các mỏ nhỏ có đặc thù là điều kiện tự nhiên, kinh tế - kỹ thuật đa dạng phức tạp, việc lựa chọn công nghệ khai thác phù hợp là giải quyết bài toán tổng hợp về kỹ thuật khai thác nhằm đảm bảo an toàn, tận thu tài nguyên và bảo vệ môi trường. Lựa chọn công nghệ khai thác hợp lý cho các mỏ lộ thiên có quy mô nhỏ không chỉ phù hợp với điều kiện tự nhiên của khoáng sàng, mà còn phù hợp với giá trị thu hồi của từng loại khoáng sản, với trình độ công nghệ, tổ chức sản xuất ở mức trung bình của Việt Nam.

1. Mở đầu

Công nghệ và thiết bị khai thác tại các mỏ nhỏ lộ thiên hiện nay còn nhiều bất cập. Để đầu tư trang bị công nghệ và thiết bị cần nghiên cứu lựa chọn phù hợp cho các loại mỏ theo quy mô, loại khoáng sản khai thác, tương xứng với giá trị thu hồi do hoạt động khai thác mang lại. Đặc biệt với các mỏ nhỏ với số lượng lớn, khai thác đa dạng các loại khoáng sản, phân bố trên diện rộng; có các điều kiện tự nhiên phức tạp cần phải nghiên cứu lựa chọn công nghệ và thiết bị khai thác phù hợp nhằm giải quyết cơ bản các bất cập do hoạt động khai thác của các mỏ nhỏ gây ra.

2. Nội dung, yêu cầu của việc lựa chọn công nghệ khai thác theo loại mỏ

Việc lựa chọn hợp lý công nghệ khai thác với các loại mỏ thể hiện các giải pháp tổng hợp về kỹ thuật đảm bảo hiệu quả kinh tế, an toàn và bảo vệ tốt cảnh quan môi trường. Lựa chọn công nghệ hợp lý bao gồm việc lựa chọn hệ thống khai thác, hệ thống mở vỉa và các thông số của nó, cùng với việc lựa chọn đồng bộ thiết bị khai thác phù hợp.

Công nghệ khai thác được biểu thị bởi các đặc trưng nhất định, nó gắn liền với thiết bị khai thác sử dụng. Do vậy lựa chọn công nghệ cần xác định các yếu tố về kinh tế - kỹ thuật cả về định tính và định lượng. Mặt khác, với các công nghệ khai thác khác nhau có các đặc điểm và nội dung khác nhau, được phân biệt bởi các đặc trưng cơ bản phản ánh bản chất của công nghệ. Do vậy lựa chọn công nghệ là xác định các yếu tố phản ánh nội hàm của công nghệ, bao gồm: Các yếu tố định tính phản ánh nội dung bản chất công nghệ khai thác có liên quan mật thiết với nhau và ảnh hưởng trực tiếp tới hiệu quả khai thác cũng như công tác an toàn, tận thu khoáng sản và bảo vệ môi trường. Do vậy khi lựa chọn

công nghệ khai thác lộ thiên các mỏ nhỏ phải lựa chọn đầy đủ theo các yếu tố định tính trên và các yếu tố đó phải được cụ thể hoá bằng các chỉ tiêu định lượng ở mức độ cần thiết phù hợp với đặc điểm của từng loại khoáng sản, đó là: *Giá trị và khối lượng xây lắp; Số lượng, giá trị của các thiết bị trong từng khâu công nghệ và của toàn bộ công nghệ.*

Có nhiều yếu tố tác động tới công nghệ khai thác khi lựa chọn [5]. Tuy nhiên, cần phải xác định một số yếu tố cơ bản để phản ánh đúng bản chất cũng như nội dung công nghệ. Đó là:

- Lựa chọn nội dung sơ đồ công nghệ gồm hệ thống khai thác; phương pháp mở vỉa, vị trí mở vỉa theo loại khoáng sản và đặc điểm cơ bản của điều kiện tự nhiên khoáng sàng;
- Xác định khối lượng và giá trị xây lắp; số lượng, chủng loại và vốn đầu tư thiết bị phù hợp với quy mô khai thác, giá trị thu hồi của từng loại khoáng sản và sơ đồ nội dung công nghệ khai thác lựa chọn.

Mặt khác công nghệ lựa chọn phải đảm bảo độ tin cậy, mức độ hiện đại của thiết bị phải đạt trình độ trung bình tiến tiến theo điều kiện thực tiễn hoạt động khai thác khoáng sản rắn ở Việt Nam. Có như vậy việc lựa chọn công nghệ sẽ đảm bảo cơ sở khoa học chặt chẽ, phù hợp với các đặc điểm của các mỏ nhỏ và có tính khả thi cao. Với các mỏ nhỏ ở Việt Nam thường có điều kiện địa chất mỏ phức tạp, có điều kiện tự nhiên đa dạng, khả năng về tài chính hạn chế, năng lực về tổ chức sản xuất yếu nên việc lựa chọn công nghệ và thiết bị khai thác phù hợp càng trở thành một vấn đề quan trọng hàng đầu khi tổ chức các hoạt động khai thác khoáng sản. Do vậy khi lựa chọn công nghệ cho các mỏ nhỏ lộ thiên phải đảm bảo được các yêu cầu sau:

a) Công nghệ khai thác phải đảm bảo phù hợp với điều kiện tự nhiên của khoáng sàng, có độ tin cậy cao, có thể thay đổi nội dung công nghệ theo đặc điểm điều kiện tự nhiên, địa chất mỏ;

b) Công nghệ khai thác phải có độ tin cậy cao về kỹ thuật, hiệu quả kinh tế, an toàn và bảo vệ tốt môi trường; thực sự là công nghệ sạch thân thiện với môi trường.

c) Công nghệ và thiết bị khai thác lựa chọn phải phù hợp với quy mô sản lượng mỏ, nội dung, thành phần cũng như tính chất của các khâu công nghệ, mục đích sử dụng và tương xứng với giá trị sản phẩm khoáng.

d) Công nghệ và thiết bị sử dụng phải có tính khả thi cao, phù hợp với khả năng cung ứng thiết bị cũng như trình độ và năng lực quản lý vận hành ở mức độ trung bình tiên tiến trong điều kiện thực tế của Việt Nam.

3. Thiết lập mối quan hệ giữa giá thành khai thác với quy mô đầu tư công nghệ và thiết bị khai thác các mỏ nhỏ để làm cơ sở lựa chọn công nghệ khai thác phù hợp

Tổng chi phí sản xuất trong một năm tính trên chi phí công đoạn các khâu công nghệ theo quy mô sản lượng được xác định:

$$C = A \left\{ \sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{k1} \left[\left(\frac{G_{ij}(1+k_{sc})}{Q_{ij}T} \right) + C_{NLij} + C_{VLij} + C_{DLij} + C_{TLij} \right] + k_{sxtb} \sum_{i=1}^{n2} \sum_{j=1}^{k2} \left[\left(\frac{G_{ij}(1+k_{sc})}{Q_{ij}T} \right) + C_{NLij} + C_{VLij} + C_{DLij} + C_{TLij} \right] + C_{CPK} \right\} + C_0; \text{ Tỷ đồng/năm} \quad (1)$$

Trong đó: C_{VLij} Chi phí vật liệu; C_{NLij} Chi phí nhiên liệu; C_{DLij} Chi phí động lực; C_{TLij} Chi phí tiền lương công nhân trực tiếp, phụ trợ, quản lý phân xưởng; C_{CPKij} Chi phí chung khác phục vụ sản xuất tại phân xưởng; G_{ij} - giá trị nguyên thủy của thiết bị khai thác, đồng, k_{sc} - tỷ lệ giá trị sửa chữa lớn thiết bị, đồng; Q_{ij} - năng suất của thiết bị đvsp/năm; T - thời gian khấu hao thiết bị; k_{sxtb} - hệ số bóc đất đá sản xuất trung bình, $m^3/\text{đvsp}$; n_1, n_2 - số khâu công nghệ trong khai thác quặng và bóc đất đá; k_1, k_2 - số thiết bị trong các khâu công nghệ của khai thác quặng và bóc đất đá; A - sản lượng quặng khai thác trong năm, đvsp/năm C_0 - giá trị khấu hao vốn đầu tư xây lắp ban đầu.

Mặt khác, giá thành các công đoạn sản xuất tính theo tỷ lệ phần trăm các yếu tố là:

$$z_{ij} = (k_{KHij} + k_{VLij} + k_{NLij} + k_{DLij} + k_{TLij} + k_{BHXHij} + k_{Kij}) \cdot C_{ij}, \text{ đ/đvsp} \quad (2)$$

Trong đó: z_{ij} là giá thành của công nghệ thứ i với khâu công nghệ thứ j có chi phí tổng hợp là C_{ij} và tỷ lệ các yếu tố chi phí tương ứng bao gồm: tỷ lệ khấu hao, vật liệu, nhiên liệu, động lực, tiền lương, bảo hiểm, chi phí khác k_{ij} .

Như vậy, khi biết tỷ lệ của các yếu tố tính theo tổng chi phí của công đoạn sản xuất cho một đơn vị sản phẩm sẽ xác định được chi phí của công đoạn đó. Tức là:

$$C_{ij} = \frac{C_{KHij}}{k_{KHij}} = \frac{C_{VLij}}{k_{VLij}} = \frac{C_{NLij}}{k_{NLij}} = \frac{C_{TLij}}{k_{TLij}} = \dots \quad (3)$$

Với các tỷ lệ của yếu tố tạo thành tổng chi phí công đoạn sản xuất trên, chủ yếu phụ thuộc vào loại thiết bị sử dụng cho khâu công nghệ đó. Tức là chủ yếu phụ thuộc vào giá trị khấu hao của thiết bị. Do vậy lựa chọn yếu tố khấu hao thiết bị là yếu tố cơ bản để xem xét lựa chọn thiết bị.

Từ đó, chi phí toàn bộ quá trình sản xuất chính sẽ là:

$$C = A \left(\sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{k1} \frac{C_{KHij}}{k_{KHij}} + k_{sxtb} \sum_{i=1}^{n2} \sum_{j=1}^{k2} \frac{C_{KHij}}{k_{KHij}} + C_0 \right); \text{ tỷ đồng/năm} \quad (4)$$

Như vậy, việc lựa chọn công nghệ và thiết bị khai thác phù hợp cho các mỏ nhỏ khai thác khoáng sản rắn lộ thiên được tiến hành thông qua giải bài toán quy hoạch tuyến tính với hàm mục tiêu là chi phí nhỏ nhất sau:

Hàm mục tiêu của bài toán:

$$F(C) = A \left(\sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{k1} \frac{C_{KHij}}{k_{KHij}} + k_{sxtb} \sum_{i=1}^{n2} \sum_{j=1}^{k2} \frac{C_{KHij}}{k_{KHij}} + C_0 \right) \Rightarrow \min \quad (5)$$

Với các ràng buộc sau:

$$T.A \left(\sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{k1} C_{KHij} + k_{sxtb} \sum_{i=1}^{n2} \sum_{j=1}^{k2} C_{KHij} \right) + T_k C_0 = K_{xb} \quad (6)$$

$$\left(\sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{k1} \frac{C_{KHij}}{k_{KHij}} + k_{sxtb} \sum_{i=1}^{n2} \sum_{j=1}^{k2} \frac{C_{KHij}}{k_{KHij}} + C_0 \right) \leq C_{cp} \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{k1} \frac{G_{KH1j}}{C_{KH1j}} = \sum_{j=1}^{k2} \frac{G_{KH1j}}{C_{KH1j}} = \sum_{j=1}^{k3} \frac{G_{KH1j}}{C_{KH1j}} = \dots \sum_{j=1}^{kn} \frac{G_{KH1j}}{C_{KH1j}} = A(1 + k_{sxtb}) \quad (8)$$

$$C_{KHij} \geq 0$$

Trong đó: T - thời gian khấu hao thiết bị, T_k - thời gian khai thác hay khấu hao vốn xây lắp ban đầu; K_{xb} - Vốn đầu tư xây lắp và thiết bị đã lựa chọn phù hợp với quy mô đầu tư [2]; G_{KHij} - giá trị thiết bị phải khấu hao trong một năm; C_0 - Giá trị thu hồi của vốn xây lắp trong một năm.

Chuyển bài toán quy hoạch tuyến tính sang các ký hiệu toán học:

Gọi giá trị khấu hao trung bình trên một đơn vị sản phẩm của khâu khai thác khoáng sản là x_{sij} và khâu bóc đất đá là $x_{đij}$; $C_0 = x_0$; bài toán xác định chi phí khấu hao thiết bị của các thành phần trong công nghệ sẽ lựa chọn là:

$$\text{Hàm mục tiêu: } F(C) = A \sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{k1} \frac{x_{sij}}{k_{KHij}} + k_{sxtb} A \sum_{i=1}^{n2} \sum_{j=1}^{k2} \frac{x_{đij}}{k_{KHij}} + x_0 A \Rightarrow \min \quad (9)$$

$$T.A \sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{k1} x_{sij} + T.A.k_{sxtb} \sum_{i=1}^{n2} \sum_{j=1}^{k2} x_{đij} + T_k.A.x_0 = K_{xb} \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{k1} \frac{x_{sij}}{k_{KHij}} + k_{sxtb} \sum_{i=1}^{n2} \sum_{j=1}^{k2} \frac{x_{đij}}{k_{KHij}} + x_0 \leq C_{cp} \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^{k1} \frac{G_{KH1j}}{x_{s1j}} = \sum_{j=1}^{k2} \frac{G_{KH1j}}{x_{s2j}} = \sum_{j=1}^{k3} \frac{G_{KH1j}}{x_{s3j}} = \dots \text{và: } \sum_{j=1}^{k1} \frac{G_{KH2j}}{x_{đ1j}} = \sum_{j=1}^{k2} \frac{G_{KH2j}}{x_{đ2j}} = A.k_{sxtb} \dots \quad (12)$$

$$x_{ij} \geq 0; x_0 > 0 \quad (13)$$

a) *Khi khai thác đá vật liệu xây dựng*: do hầu hết toàn bộ khối lượng mỏ là khoáng sản có ích. Do đó các phương trình trên có thể viết lại:

$$\text{Hàm mục tiêu: } F(C) = A \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \frac{x_{sij}}{k_{KHij}} + x_0 A \Rightarrow \min \quad (14)$$

$$T.A \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k x_{ij} + T_k.A.x_0 = K_{xb} \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \frac{x_{ij}}{k_{KHij}} + x_0 \leq C_{cp} \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^{k1} \frac{G_{KH1j}}{x_{1j}} = \sum_{j=1}^{k2} \frac{G_{KH1j}}{x_{2j}} = \sum_{j=1}^{k3} \frac{G_{KH1j}}{x_{3j}} = .A. \quad (17)$$

$$x_{ij} \geq 0; x_0 > 0 \quad (18)$$

b) *Trong khai thác quặng*: đối với các mỏ nhỏ do khối lượng quặng nguyên khai không lớn, tính chất cơ lý của quặng gần giống tính chất cơ lý của đất đá bóc. Đồng thời dễ thuận lợi trong việc khai thác chọn lọc tận thu, giảm làm nghèo khoáng sản trong quá trình khai thác. Vì vậy lựa chọn thiết bị khai thác quặng và bóc đá giống nhau. Từ đó tính toán lựa chọn công nghệ và thiết bị khai thác quặng theo mỗi quan hệ sau:

$$F(C) = A(1 + k_{sxtb}) \sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{k1} \frac{x_{ij}}{k_{KHij}} + x_0 A \Rightarrow \min \quad (19)$$

$$\left\{ \begin{array}{l}
T \cdot A(1 + k_{sxtb}) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k x_{ij} + T_k \cdot A \cdot x_0 = K_{xb} \quad (20) \\
\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \frac{x_{ij}}{k_{KHij}} + x_0 \leq C_{cp} \quad (21) \\
\sum_{j=1}^{k1} \frac{G_{KH1j}}{x_{1j}} = \sum_{j=1}^{k2} \frac{G_{KH1j}}{x_{2j}} = \sum_{j=1}^{k3} \frac{G_{KH1j}}{x_{3j}} = A(1 + k_{sxtb}) \quad (22) \\
x_{ij} \geq 0; x_0 > 0 \quad (23)
\end{array} \right.$$

* *Xác định tỷ lệ K_{Khij}* : Với mỗi loại thiết bị khai thác sử dụng trong mỗi khâu công nghệ có một tỷ lệ nhất định của chi phí khấu hao trên tổng giá thành công đoạn sản xuất. Các tỷ lệ này được xác định theo kết quả thống kê kinh nghiệm của thiết bị khai thác đã sử dụng tại các mỏ lộ thiên ở Việt Nam [3,4].

Tóm lại, việc lựa chọn quy mô đầu tư công nghệ cho các mỏ nhỏ thực hiện thông qua giải bài toán tối ưu với hàm mục tiêu là giá thành nhỏ nhất, tương xứng với chi phí đầu tư xây lắp và thiết bị đã xác định; sẽ đảm bảo cho phương án lựa chọn có tính khả thi cao, tạo nên sự linh hoạt trong quá trình vận hành dự án của chủ đầu tư. Tìm được các yếu tố chi phí phù hợp theo nội dung công nghệ, sẽ xác định được phương án sử dụng công nghệ và thiết bị khai thác hợp lý cho các mỏ nhỏ trong các điều kiện tự nhiên cụ thể.

4. Kết luận

1) Việc lựa chọn hợp lý công nghệ và thiết bị khai thác phù hợp cho các mỏ lộ thiên khai thác khoáng sản rắn có ý nghĩa to lớn, đặc biệt với các mỏ nhỏ khai thác khoáng sản rắn ở Việt Nam càng trở thành vấn đề cấp thiết trong giai đoạn hiện nay. Lựa chọn quy mô đầu tư về công nghệ và thiết bị khai thác không chỉ có ý nghĩa về kinh tế - kỹ thuật mà còn có ý nghĩa tận thu, bảo vệ môi trường và tăng cường công tác quản lý kỹ thuật, quản lý nhà nước về các hoạt động khai thác với các mỏ nhỏ lộ thiên.

2) Lựa chọn công nghệ và thiết bị khai thác phù hợp không chỉ là hợp lý về kỹ thuật như quy mô về sản lượng (khối lượng mỏ) mà còn phù hợp với điều kiện tự nhiên đa dạng của các mỏ nhỏ, giá trị và nội dung công nghệ với các loại khoáng sản khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Các văn bản pháp quy trong lĩnh vực khai thác khoáng sản;
- [2]. Hoàng Tuấn Chung; “*Nghiên cứu lựa chọn quy mô đầu tư công nghệ và thiết bị phù hợp cho các mỏ nhỏ khai thác lộ thiên ở Việt Nam*”; Tạp chí Công nghiệp mỏ;
- [3] Tập đoàn than - khoáng sản Việt Nam. *Đơn giá tổng hợp các công đoạn sản xuất than (ban hành kèm theo Quyết định số 3026/QĐ-KH ngày 16 tháng 12 năm 2008)*;
- [4]. Hoàng Tuấn Chung, 2011. “*Nghiên cứu công nghệ khai thác lộ thiên phù hợp cho các mỏ nhỏ ở Việt Nam*”, Luận án tiến sĩ kỹ thuật.
- [5]. Hồ Sĩ Giao, Bùi Xuân Nam, Nguyễn Anh Tuấn (2009); *Khai thác khoáng sản rắn bằng phương pháp lộ thiên*. NXB Khoa học và kỹ thuật.