

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA LÀM NGHÈO QUẶNG TỐI HIỆU QUẢ CỦA DỰ ÁN KHAI THÁC QUẶNG GRAPHIT YÊN BÁI

ThS. PHẠM VĂN VIỆT, TS. VŨ ĐÌNH HIẾU
ThS. ĐỖ NGỌC HOÀN - Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Làm nghèo khoáng sản trong quá trình khai thác là một vấn đề luôn luôn tồn tại ở các mỏ khai thác khoáng sản, đặc biệt là các mỏ quặng. Tùy vào đặc điểm quặng, loại khoáng sản, công nghệ khai thác khoáng sản mà hệ số làm nghèo quặng sẽ khác nhau. Hệ số làm nghèo ảnh hưởng đến rất nhiều các thông số như hàm lượng quặng nguyên khai, tuổi thọ mỏ, mức độ thu hồi khi tuyển và đặc biệt là hiệu quả kinh tế của dự án. Do đó, bài báo này đưa ra phân tích sự ảnh hưởng của làm nghèo tới hiệu quả của dự án khai thác quặng graphit Yên Bái.

1. Tổng quan về ứng dụng, trữ lượng và tiêu thụ quặng graphit ở Việt Nam và thế giới

Graphit (than chì) là một dạng thù hình mật độ thấp của nguyên tố cacbon. Nguyên tố này xuất hiện tự nhiên thì mềm khi chạm tay vào và có màu đen. Đối với các ngành công nghiệp khác nhau thì yêu cầu chất lượng của graphit cũng khác nhau (Bảng 1).

Bảng 1. Thành phần theo mức chất lượng quặng tinh graphit (TCVN 4688: 2008)

Tên chỉ tiêu	Mức				
	Gr-S	Gr-P	Gr-T	Gr-N	Gr-D
Hàm lượng cacbon, không nhỏ hơn	95	82	80	79	70
Độ tro, không lớn hơn	4	17	18	19	25
Chất bốc, không lớn hơn	1	1	2	2	-
Độ ẩm, không lớn hơn	1	2	2	2	3
Hàm lượng tổng Fe, không lớn hơn	0,5	1	1	1	-
Lượng dư trên mặt rây 0,16 mm	≤ 2	≤ 20	-	≥ 85	-

Graphit tự nhiên có nhiều hình thái: dạng vẩy, vô định hình và cục. Graphit có nhiều ứng dụng trong các ngành công nghiệp khác nhau như sau:

- ❖ Chổi quét (chổi than) - cho các động cơ điện trong nhà máy xi măng, sắt thép, nhiệt điện, đường sắt, cao su, mía đường...;

- ❖ Graphit cho các ứng dụng cơ khí: để thay thế một số vật liệu truyền thống bôi trơn, làm tấm đệm graphit bôi trơn cho vành lò trong công nghệ xi măng lò đứng tiên tiến làm tăng tuổi thọ của thiết bị lên gấp nhiều lần;

- ❖ Vật liệu graphit điện cực - dùng trong máy xung điện để thay thế điện cực đồng;

- ❖ Khuôn mẫu làm bằng graphit đặc biệt cho nhà máy đúc liên tục kim loại quý;

- ❖ Graphit dùng trong công nghiệp bán dẫn, điện tử;

- ❖ Xu hướng tiếp theo là graphit ứng dụng trong công nghệ pin lithium-sắt. Với sự phát triển nhanh chóng của ô tô sử dụng rộng rãi hệ thống pin lithium-sắt. Hiện nay, 2 % các xe mới bán được là xe xăng-điện hầu hết trong số đó vẫn sử dụng pin nickel. Dự kiến đến năm 2020, các loại xe ô tô xăng điện sẽ chiếm 5÷18 % của tất cả các loại xe bán ra. Các loại xe này sẽ được trang bị pin lithium-sắt, do nhẹ hơn và công suất mạnh hơn so với pin nickel. Với 70 triệu xe dự đoán sẽ được bán vào năm 2020, một lượng lớn graphit sẽ được yêu cầu để sản xuất pin lithium-sắt.

Trữ lượng quặng graphit trên toàn thế giới khoảng 389 triệu tấn, trong đó Trung Quốc chiếm quá nửa trữ lượng và sản lượng quặng graphit của toàn thế giới (Bảng 2). Theo kết quả tìm kiếm thăm dò địa chất cho thấy quặng graphit Việt Nam chủ yếu nằm trong đới đứt gãy Sông Hồng kéo dài từ Yên Bái đến Lào Cai. Ngoài ra còn một lượng không lớn nằm ở miền Trung nước ta chủ yếu là ở Hưng Nhượng, Quảng Ngãi. Tổng trữ lượng quặng graphit ước khoảng 23 triệu tấn và tập trung chủ yếu ở Lào Cai chiếm khoảng 70 % tổng trữ lượng.

Bảng 2. Thống kê trữ lượng và sản lượng quặng graphit trên toàn thế giới (nguồn: internet)

Thống kê	Trữ lượng (10 ³ tấn)		Sản lượng (ngàn tấn)		
	2006	%	2005	2006	%
Các nước	2006	%	2005	2006	%
Brazil	113,000	28.3	77	76	7.1
Canada	ND		30	30	2.8
Trung Quốc	220,000	55.2	720	720	67.3
Bắc Triều Tiên	ND		32	32	2.9
Ấn Độ	3,800	1.0	130	120	11.2
Madagascar	960	0.2	15	15	1.4
Mexico	3,100	0.8	11	13	1.2
Cộng hoà Séc	14,000	3.5	10	5	0.6
Thổ Nhĩ Kỳ	ND		6	30	2.8
Các nước khác	44,000	11.0	29	29	2.7
Tổng	398,860	100.0	1,060	1,070	100.0

Trong khi đó, tiêu thụ toàn cầu về graphit tự nhiên đã tăng từ khoảng 600 nghìn tấn (năm 2000) tới 1,2 triệu tấn (năm 2012). Nhu cầu về graphit đã tăng khoảng 5 % mỗi năm từ 2000 do hiện đại hóa liên tục của Trung Quốc, Ấn Độ và các nền kinh tế mới nổi khác dẫn đến tăng mạnh nhu cầu của các ngành sử dụng truyền thống như công nghiệp thép và ô tô. Trong số 1,2 triệu tấn graphit sản xuất hàng năm có khoảng 40 % là loại dạng vẩy ưa chuộng.

Giá bán graphit trên thị trường thế giới liên tục tăng (tính từ năm 2005 đến nay đã tăng gấp 3 lần). Giá bán graphit phụ thuộc vào kích thước vẩy và độ tinh khiết với các loại bột vẩy lớn (lưới +80) và hàm lượng cacbon (khoảng trên 94% được giá cao). Theo khoáng sản công nghiệp năm 2012 thì giá một tấn graphit giao dịch theo hình thức FLC CIF tại các cảng chính ở châu Âu như Bảng 3.

Bảng 3. Giá bán graphit trên thị trường quốc tế (nguồn: www.indmin.com)

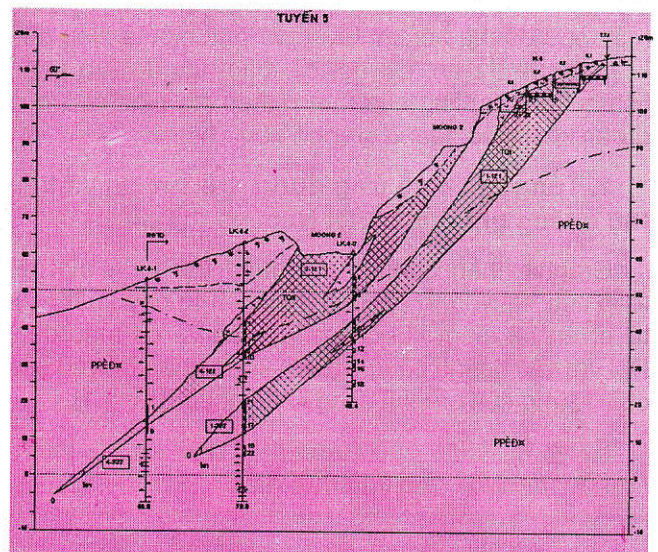
Loại sản phẩm	Hàm lượng C, %	Kích thước vẩy	Giá bán, \$
Loại 1	99 - 99,9	Lưới 50	4.500÷6.000
Loại 2	94 - 97	Lưới 80	2.500÷3.000
Loại 3	≥ 90	Lưới 80	2.000÷2.500
Loại 4	94 - 97	Lưới 100÷80	2.200÷2.500
Loại 5	≥ 90	Lưới 100÷80	1.500÷2.000
Loại 6	85 - 87	Lưới 100÷80	1.500÷1.900
Loại 7	94 - 97	Lưới 100	2.000÷2.400
Loại 8	≥ 90	Lưới 100	1.400÷1.800

2. Giới thiệu mỏ quặng graphit Yên Thái

a. Đặc điểm quặng và trữ lượng

Mỏ graphit Yên Thái thuộc xã Yên Thái, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái. Khu vực rất thuận lợi về giao thông, nằm trong diện tích khai trường khoảng 11ha. Khu vực thuộc vùng núi thấp, thuộc cánh Tây phần Tây Nam dải núi Con Voi và nằm sát bờ trái sông Hồng, các đỉnh núi có độ cao tuyệt đối khoảng 130÷150 m và có địa hình thấp dần từ Tây Bắc xuống Đông Nam. Các dãy núi kéo dài theo phương Tây Bắc-Đông Nam, trên đó thực vật khá phát triển. Địa hình phân cắt yếu, sườn núi dốc trung bình 15°÷20°.

Tổng hợp các tài liệu thu thập được trong giai đoạn tìm kiếm tỉ mỉ và kết quả của giai đoạn thăm dò, đã khoan định được 3 thân quặng graphit trong diện tích thăm dò là thân quặng I (TQI), thân quặng II (TQII) và thân quặng III (TQIII), trong đó thân quặng I và II là các thân quặng chiếm trữ lượng chủ yếu trong khu vực thăm dò (H.1).

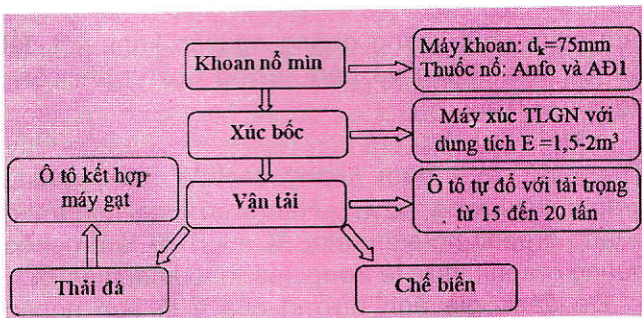


H.1. Mặt cắt địa chất đặc trưng quặng graphit khu vực Yên Thái, xã Yên Thái, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái

Theo kết quả phê duyệt của Hội đồng đánh giá trữ lượng quốc gia thì tổng trữ lượng quặng graphit (cả loại quặng phong hóa và loại quặng chưa phong hóa) thuộc phạm vi diện tích khu mỏ tính ở cấp 121+122 là 2.760 nghìn tấn, tương ứng với 357,96 nghìn tấn carbon graphit.

b. Đặc điểm về công nghệ khai thác

Với đặc điểm thân quặng nằm trên sườn núi và dưới moong sâu, mỏ đã lựa chọn phương pháp khai thác lộ thiên. Công suất thiết kế của mỏ 250.000 tấn quặng/năm. Công nghệ khai thác chủ yếu là khoan nổ mìn, xúc bốc, vận tải, thải đá (H.2).



H.2. Sơ đồ công nghệ khai thác cho mỏ graphite khu vực Yên Thái, xã Yên Thái, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái

c. Đặc điểm về công nghệ chế biến

Công nghệ tuyển graphite của mỏ đã được áp dụng vào thực tế sản xuất ở nhiều nước. Công nghệ tuyển chủ yếu áp dụng phương pháp tuyển nổi để lấy ra quặng tinh có hàm lượng cacbon từ 80 đến 90 %, để nâng cao hàm lượng cacbon trên 95 % người ta sử dụng phương pháp hòa tách để lấy ra quặng tinh graphite.

Phương án tuyển lấy ra quặng tinh graphite có hàm lượng cacbon trên 90 %, cần một khâu tuyển chính, bốn khâu tuyển tinh và một khâu tuyển vớt, sơ đồ hình H.3 (có nghiền lại quặng tinh của tuyển chính). Với sơ đồ công nghệ tuyển trên cho phép lấy ra được quặng tinh graphite đạt tiêu chuẩn Gr-p theo tiêu chuẩn Việt Nam, dùng cho sản xuất pin và chế biến tiếp phục vụ xuất khẩu.

3. Phân tích ảnh hưởng hệ số làm nghèo quặng tới hiệu quả khai thác mỏ lộ thiên

Làm nghèo quặng là làm giảm chất lượng của quặng trong quá trình khai thác do các nguyên nhân như xúc lẫn đất đá vào quặng, hoặc xúc lẫn quặng không đảm bảo tiêu chuẩn.

Tỷ lệ làm nghèo được xác định trực tiếp dựa trên tỷ số giữa đất đá hoặc quặng phi tiêu chuẩn và quặng nguyên khai khai thác được, theo công thức:

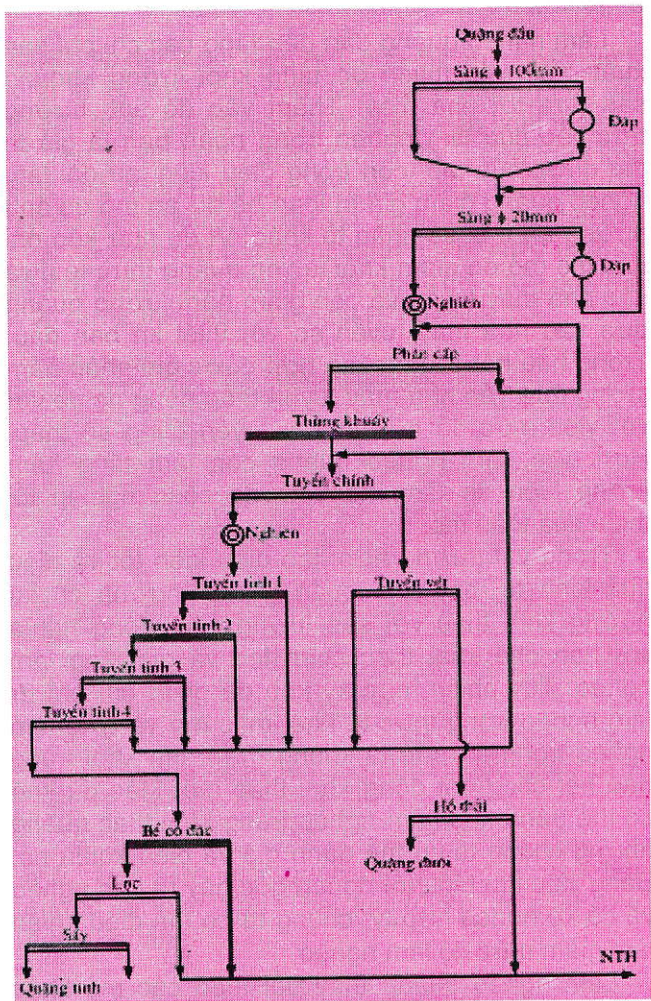
$$r = \frac{Q_d}{Q_k} \cdot 100 \% \tag{1}$$

Trong đó: Q_d - Khối lượng đất đá lẫn vào hoặc quặng phi tiêu chuẩn lẫn vào, tấn; Q_k - Khối lượng quặng nguyên khai khai thác được, tấn

Ngoài ra, tỷ lệ làm nghèo cũng có thể tính toán gián tiếp thông qua hàm lượng thành phần có ích (TPCI) chứa trong quặng, theo công thức (2).

$$r = r = \frac{\alpha - \alpha'}{\alpha - \alpha''} \tag{2}$$

Trong đó: α - Hàm lượng TPCI chứa trong quặng trữ lượng, %; α' - Hàm lượng TPCI chứa trong quặng nguyên khai, %; α'' - Hàm lượng TPCI chứa trong quặng phi tiêu chuẩn lẫn vào, %.



H.3. Sơ đồ công nghệ tuyển để lấy ra quặng tinh graphite có hàm lượng cacbon trên 90 %

Làm nghèo quặng là một trong những nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế của dự án khai thác mỏ. Cho dù mức độ làm nghèo nhỏ đến đâu cũng làm giảm hiệu quả của dự án khai thác. Ngày nay, do đầu tư tiền và thời gian không hiệu quả cho nghiên cứu và còn thiếu phương pháp định lượng mà có thể sử dụng. Thay vì tính toán mức độ làm nghèo trong nghiên cứu khai thác mỏ, chúng ta thường giả định mức độ làm nghèo chung chung như 5 % đối với khoáng sàng dạng khối và 10 % đối với khoáng sàng dạng vĩa. Trong khi những số liệu này là rất tốt cho giai đoạn nghiên cứu khai thác ban đầu bởi vì nó không cần đưa ra xem xét vấn đề phức tạp. Hệ số làm nghèo thay đổi trong các tầng và các vùng khác nhau của một mỏ. Điều này là do thay đổi về phân bố hàm lượng và hình dạng thân quặng. Hệ số này còn thay đổi theo giá trị khoáng sản. Do vậy, cần đảm bảo những thay đổi này để được đưa vào tính toán khi thiết kế và đánh giá một mỏ.

Làm nghèo quặng dẫn đến tăng các chi phí sản xuất ở xưởng tuyển do tăng khối lượng khoáng sản đưa tới nhà máy. Thêm vào đó ảnh hưởng trực tiếp của làm nghèo trong ngắn hạn là giá trị thu được của mỏ, còn trong điều kiện lâu dài làm nghèo quặng giảm giá trị toàn bộ dự án mỏ do ảnh hưởng tới một số nhân tố khác. Ví dụ như kéo dài tuổi thọ mỏ do giảm khối lượng quặng thực tế đưa vào nhà máy tuyển và còn giảm hàm lượng quặng đưa vào nhà máy tuyển so với thiết kế ban đầu. Trong hầu hết các trường hợp được ghi nhận hàm lượng đưa vào nhà máy tuyển thấp đồng nghĩa với việc mức độ thu hồi khi tuyển cũng sẽ thấp. Hơn nữa, làm nghèo quặng còn làm tăng hàm lượng biên do tăng hàm lượng công nghiệp tới thiếu của toàn mỏ.

Trong vài trường hợp, tạo điều kiện tốt về hiệu quả kinh tế, các nhà quản lý mỏ thường có xu hướng khai thác với sản lượng cao, đồng nghĩa với hạn chế khai thác chọn lọc và gia tăng làm nghèo. Tuy nhiên, cực kỳ khó để giảm chi phí từ làm nghèo trong thực tế khai thác mỏ và tỷ lệ làm nghèo trong thực tế là không thể tránh khỏi trong hầu hết các hoạt động khai thác mỏ. Mặc dù khó có thể tránh khỏi làm nghèo trong khai thác quặng nhưng chúng ta có thể đánh giá và điều khiển nó. Bằng việc tìm hiểu tốt nguồn gốc gây ra làm nghèo và có kế hoạch hợp lý, chúng ta có thể điều khiển làm giảm mức độ làm nghèo.

Làm nghèo quặng thay đổi theo các mỏ khác nhau dựa trên các đặc trưng khoáng sàng, công nghệ khai thác và hàm lượng biên. Ví dụ, hình dạng khoáng sàng, chiều cao tầng, kích thước thiết bị và các điều kiện thị trường sẽ ảnh hưởng đến mức làm nghèo trong mỏ.

4. Nghiên cứu ảnh hưởng của làm nghèo đến hiệu quả dự án khai thác graphit Yên Thái

a. Ảnh hưởng của làm nghèo quặng tới hàm lượng quặng nguyên khai

Mỏ graphit khu vực Yên Thái đã được thăm dò chi tiết để đảm bảo lập dự án đầu tư khai thác mỏ, với hàm lượng quặng trữ lượng trung bình toàn mỏ là 13 %. Trong hoạt động khai thác quặng graphit Yên Thái sử dụng công nghệ khai thác gồm khoan nổ mìn, xúc bốc, vận tải. Do vậy, trong quá trình khai thác sẽ không tránh được làm nghèo quặng. Tùy thuộc vào công nghệ khai thác tại mỏ sẽ có mức độ làm nghèo khác nhau. Hiện tượng làm giảm chất lượng quặng nguyên khai sẽ giảm tùy thuộc vào mức độ làm nghèo quặng tại mỏ theo công thức:

$$\alpha' = (1-r)\alpha + r.\alpha'' \tag{3}$$

Để đánh giá điều kiện ảnh hưởng lớn nhất về

làm giảm chất lượng quặng nguyên khai, xét đất đá lẫn vào quặng và hàm lượng quặng phi công nghiệp là 0 %.

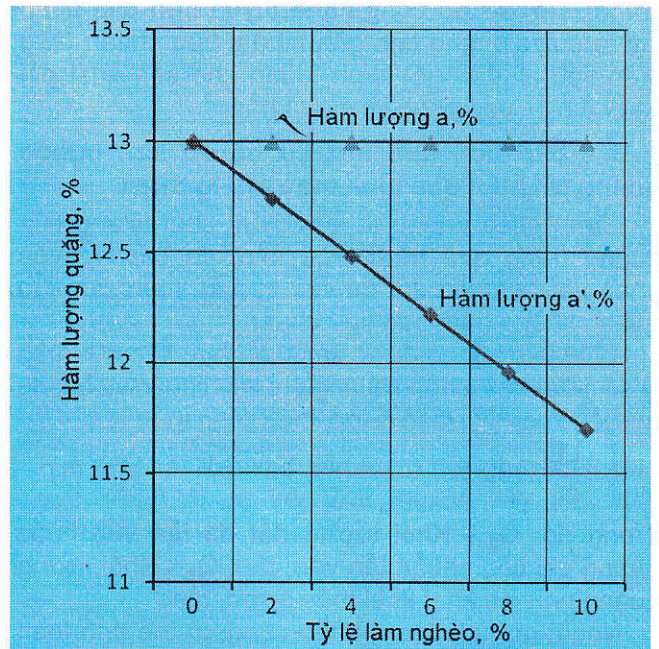
$$\alpha' = [(1-r).\alpha] \tag{4}$$

Trong đó: α - Hàm lượng cacbon trong quặng graphit trữ lượng, %; α' - Hàm lượng cacbon trong quặng graphit nguyên khai, %; r - Tỷ lệ làm nghèo quặng graphit thực tế trong quá trình khai thác, %.

Để đánh giá ảnh hưởng của tỉ lệ làm nghèo quặng đến sự thay đổi hàm lượng cacbon trong quặng graphit Yên Thái, tác giả thay đổi tỉ lệ làm nghèo với sự gia tăng 2 % từ 0 đến 10 %. Kết quả tính toán thể hiện cụ thể trên Bảng 4 và H.4.

Bảng 4. Thay đổi của hàm lượng quặng graphit Yên Thái nguyên khai với tỉ lệ làm nghèo.

Tỷ lệ làm nghèo, %	Hàm lượng α , %	Hàm lượng α' , %
0	13	13
2	13	12,74
4	13	12,48
6	13	12,22
8	13	11,96
10	13	11,7

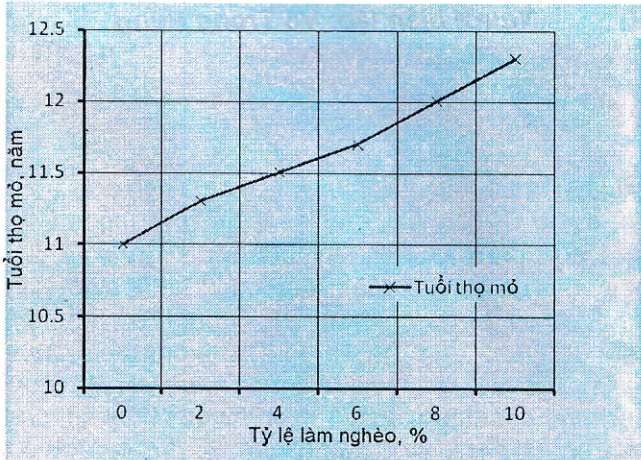


H.4. Mối quan hệ giữa hàm lượng quặng graphit Yên Thái nguyên khai và tỉ lệ làm nghèo

b. Ảnh hưởng của làm nghèo quặng tới tuổi thọ mỏ

Trong hoạt động khai thác mỏ ở Việt Nam, công suất mỏ thường là một thông số để khống chế mức độ khai thác hàng năm của mỏ. Nhưng do hiện tượng làm nghèo quặng trong quá trình khai thác nên khối lượng quặng đảm bảo chất lượng lấy lên

từ lòng đất lại ít hơn so với công suất khai thác của mỏ. Do vậy, tuổi thọ mỏ trong lúc thiết kế và thực tế hoạt động của mỏ sẽ có sự khác nhau phụ thuộc vào mức độ làm nghèo của mỏ. Đối với mỏ quặng graphit Yên Thái, thì công suất mỏ là 250.000 tấn/năm quặng graphit nguyên khai. Trữ lượng quặng là 2760 nghìn tấn. Như vậy, tuổi thọ mỏ thay đổi thể hiện như H.5.



H.5. Thể hiện sự thay đổi tuổi thọ mỏ với tỷ lệ làm nghèo ở mỏ quặng graphit Yên Thái

Như vậy, từ đồ thị thấy rõ ràng rằng, khi khai thác với hệ số làm nghèo thay đổi từ 0 % tới 10 % thời gian khai thác hết quặng tăng từ 11 năm tới 12,3 năm. Nếu mỏ được cấp phép khai thác trong 11 năm thì phần khối lượng bị tổn thất không khai thác được sẽ là 25.000 tấn.

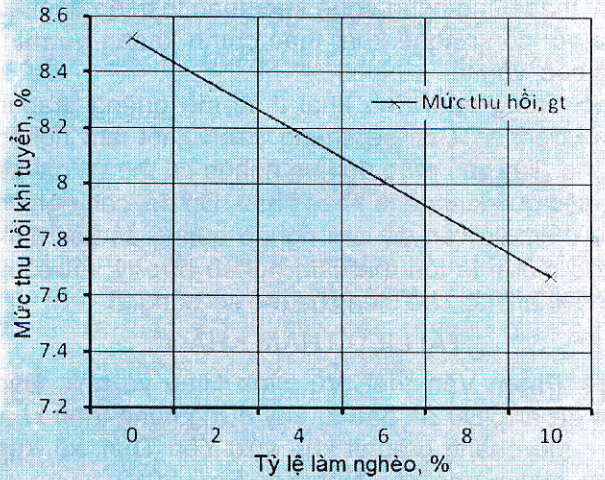
c. Ảnh hưởng của làm nghèo quặng tới mức thu hồi quặng khi tuyển

Quặng graphit khu vực Yên Thái muốn được đi tiêu thụ phải trải qua quá trình tuyển để nâng cao hàm lượng quặng tới mức độ yêu cầu tùy thuộc vào nhu cầu sử dụng. Mỏ tiến hành phân tích khả năng tuyển để đánh giá khả năng tuyển đối với quặng graphit khu vực Yên Thái. Qua quá trình tuyển quặng graphit có thể nâng lên 90 % với một khâu tuyển chính, bốn khâu tuyển tinh và 1 khâu tuyển vét với thực thu 58,98 %. Để đánh giá sự ảnh hưởng của hệ số làm nghèo quặng tới mức thu hồi quặng graphit khi tuyển với tỷ lệ làm nghèo thay đổi từ 0 % đến 10 %, thể hiện cụ thể qua H.6.

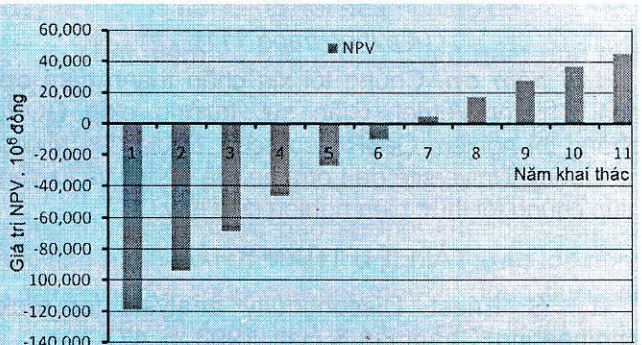
d. Ảnh hưởng của làm nghèo quặng tới hiệu quả dự án

Đối với các dự án đầu tư nói chung và dự án đầu tư khai thác khoáng sản nói riêng, trước khi tiến hành đầu tư, các đơn vị mỏ thường phải đánh giá hiệu quả hoạt động khai thác trong tương lai để lựa chọn phương án đầu tư hợp lý. Một trong những chỉ số dùng để đánh giá hiệu quả của dự án đó là NPV (Net Present Value). Đây là một giá trị

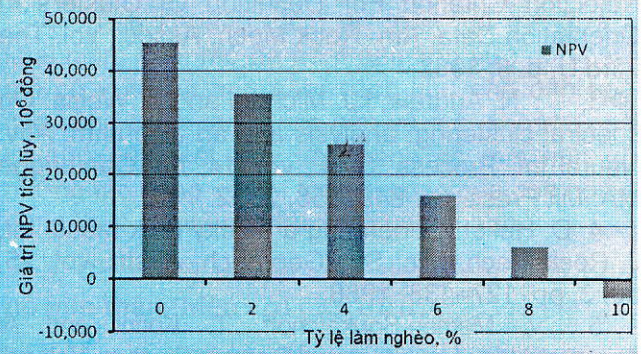
tổng hợp đánh giá hiệu quả của dự án từ các giá trị kinh tế kỹ thuật của mỏ. Một trong những các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả của dự án khai thác mỏ đó là mức độ làm nghèo quặng trong quá trình khai thác mỏ. Đánh giá sự ảnh hưởng của hệ số làm nghèo đến hiệu quả dự án khai thác graphit Yên Thái, tác giả tiến hành xác định giá trị NPV theo hệ số làm nghèo thay đổi từ 0 % đến 10 %. Kết quả tính toán được thể hiện cụ thể tại H.7 và H.8.



H.6. Thể hiện mối quan hệ giữa mức thu hồi quặng graphit Yên Thái khi tuyển và tỷ lệ làm nghèo quặng



H.7. Giá trị hiện tại thực của mỏ graphit Yên Thái



H.8. Giá trị NPV của mỏ graphit Yên Thái thay đổi theo tỷ lệ làm nghèo

5. Kết luận

❖ Quặng graphit là một loại khoáng sản được sử dụng cho nhiều ngành công nghiệp, đặc biệt là pin cho các loại ô tô điện trong tương lai. Trữ lượng quặng graphit trên thế giới tương đối nhỏ so với các loại khoáng sản khác.

❖ Quặng graphit khu vực Yên Thái, xã Yên Thái, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái đáp ứng trữ lượng công nghiệp và các điều kiện khác đảm bảo khai thác bằng công nghệ khai thác lộ thiên có hiệu quả với công nghệ khai thác chính khoan-nổ mìn, xúc bốc, vận tải.

❖ Trong quá trình khai thác mỏ quặng graphit khu vực Yên Thái sẽ không tránh khỏi làm nghèo quặng. Tùy vào mức độ làm nghèo cụ thể thì mỏ sẽ có hiệu quả kinh tế là khác nhau. Do đó, cần nghiên cứu thêm về vấn đề làm nghèo quặng để xác định được một tỉ lệ tổn thất làm nghèo hợp lý với công nghệ khai thác chế biến của mỏ sử dụng. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Văn Việt, Vũ Đình Hiếu và nnk. Báo cáo dự án: "Dự án đầu tư xây dựng công trình khai thác mỏ quặng graphit khu vực Yên Thái, xã Yên Thái, huyện Văn Yên Tỉnh Yên Bái". 2012.

2. Hồ Sĩ Giao. Thiết kế mỏ lộ thiên, Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội. 1999.

3. Trần Mạnh Xuân. Các quá trình sản xuất trên mỏ lộ thiên. Hà Nội. 1997.

4. Trần Mạnh Xuân. Quy trình công nghệ và cơ sở thiết kế mỏ lộ thiên. Hà Nội. 1991.

5. Trần Mạnh Xuân. Khai thác quặng bằng phương pháp lộ thiên. Hà Nội. 2000.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

Mineral dilution in mining operation has been an existed issue in mines, especially ore mines. Depending on ore features, ore kinds and mining technologies, the dilution rates are various. The dilution rate affects to a lot of parameters like ore grade, mining life-span, the recover rate of processing and especially the economic effect of mining project. Therefore, the paper shows the affection of the dilution to exploiting effect of Yen Thai graphite project.

NHÓM CÁC HỆ KHE NỨT...

(Tiếp theo trang 111)

Lời cảm ơn. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn ngài Thierry Verdel, Giáo sư, trưởng ekip GOR, phòng thí nghiệm GéOressources, École des Mines de Nancy, Université de Lorraine, đã hỗ trợ và tư vấn giúp chúng tôi thực hiện nghiên cứu này. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. S. Priest. Discontinuity analysis for rock engineering. Chapman & Hall, 1993, p. 473.

2. M.A. Mahtab and T.M. Yegulalp. A Rejection Criterion For Definition Of Clusters In Orientation Data. Am. Rock Mech. Assoc., vol. The 23rd U, p. 8, 1982.

3. Y.N. Andrew, I.J. Michael and Y. Weiss. On spectral clustering: analysis and an algorithm. Adv. Neural Inf. Process. Syst., vol. 14, no. Cambridge MA: Mit Press, pp. 849–856, 2002.

4. D. Heliot. Generating a blocky rock mass. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr., vol. 25, no. 3, pp. 127–138, 1988.

5. V. Merrien-Soukatchoff, T. Korini and A. Thoraval. Use of an Integrated Discrete Fracture Network Code for Stochastic Stability Analyses of Fractured Rock Masses. Rock Mech. Rock Eng., Mar. 2011.

Người biên tập: Hồ Sĩ Giao

SUMMARY

The grouping of discontinuities into main sets is based on their genesis and orientation. Knowing the dip direction and the dip angle of planar structures, different methods of grouping them in sets can be used. We run three grouping methods in order to study their impact on subsequent stability analyses. The methods were programmed in the software Mathematica environment. The consequences of statistical analysis on the stability analysis were studied by running simulations with. The modeled fracture network simulated will depend on the number of sets considered and on their parameters. Considering an excavation (open pit or underground), the software provides statistical output such as the distribution of unstable blocks, their number, type, total volume, and mean volume, that can be compared from one case to another. An application in an open pit mine Clues in France is presented.