

# LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ VẬN TẢI ĐẤT ĐÁ HỢP LÝ CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN SÂU Ở VIỆT NAM

TS. ĐỖ NGỌC TƯỚC  
Viện KHCN Mỏ-Vinacomin

## 1. Tổng quan

Vận tải là một trong những khâu công nghệ chính của quá trình sản xuất trên mỏ lộ thiên. Chi phí vận tải thường chiếm từ 50÷60 % giá thành khai thác 1 tấn than. Công nghệ vận tải đất đá bằng ô tô đơn thuần phù hợp với các mỏ chật hẹp, tuyến công tác ngắn và phát triển nhanh, khoáng sàng phức tạp. Tuy nhiên, giá thành ô tô tăng dần theo chiều sâu khai thác. Hiện nay, tại các mỏ lộ thiên sâu nước ngoài, tùy thuộc chiều cao nâng tải, khoảng cách, khối lượng vận tải thường sử dụng 3 sơ đồ công nghệ:

- ❖ Ô tô vận tải đất đá từ gương tầng tới điểm

chuyển tải+băng tải nghiêng hoặc băng tải dốc trên bờ mỏ+băng tải thường trên mặt mỏ;

- ❖ Ô tô vận tải tới điểm chuyển tải+trục tải nâng đất đá trên bờ mỏ+ô tô hoặc băng tải hoặc đường sắt trên mặt mỏ ra bãi thải;

- ❖ Ô tô vận tải trong mỏ+đường sắt trên mặt mỏ.

Việc áp dụng công nghệ vận tải liên hợp cho phép phát huy các ưu điểm, khắc phục các nhược điểm của các dạng vận tải. Từ đó, chi phí vận tải đất đá giảm đáng kể. Theo [1], trong thời gian tới các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam có khối lượng mỏ, cung độ vận tải và chiều sâu khai thác trung bình rất lớn (xem Bảng 1).

Bảng 1. Khối lượng mỏ yêu cầu tại một số mỏ lộ thiên theo QH 60

| T | Tên mỏ    | Công suất mỏ, 10 <sup>3</sup> tấn/năm | Khối lượng đất bóc, 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /năm | Số tầng công tác trên bờ mỏ | Cung độ vận tải trung bình, km | Chiều cao nâng tải lớn nhất, m |
|---|-----------|---------------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Đèo Nai   | 2.500                                 | 28.500  | 29                          | 3,74                           | 450                            |
| 2 | Cọc Sáu   | 3.600                                 | 45.000  | 37                          | 3,52                           | 560                            |
| 3 | Cao Sơn   | 5.000                                 | 50.000  | 32                          | 5,65                           | 480                            |
| 4 | Hà Tu     | 1.400                                 | 25.000  | 22                          | 2,28                           | 330                            |
| 5 | Na Dương  | 1.200                                 | 18.500  | 25                          | 2,43                           | 300                            |
| 4 | Khánh Hòa | 800                                   | 10.000  | 28                          | 4,45                           | 420                            |

Càng xuống sâu, số tầng công tác sẽ tăng; cường độ bóc đất đá và mật độ các thiết bị trong và ngoài khai trường mỏ rất lớn. Chi phí vận tải tăng theo chiều cao nâng tải và khoảng cách vận tải. Điều đó cho thấy, cần lựa chọn công nghệ vận tải đất đá hợp lý để tăng cường hiệu quả khai thác mỏ. Các công nghệ có thể sử dụng phù hợp với các mỏ than lộ thiên Việt Nam gồm: Ô tô, băng tải, trục tải.

Từ những năm 30 của thế kỷ XX, công nghệ vận tải mỏ đã được nhiều nhà khoa học trên thế giới nghiên cứu như: N.V. Melnikov, V.V. Rzhnevsky, V.L. Yakovlev, M.V. Vasilev, M.G. Novozhilov, M.G. Potapov... Các công trình nghiên cứu lựa chọn công nghệ vận tải mỏ hợp lý dựa trên phương pháp so sánh kinh tế theo hàm mục tiêu:

- ❖ Giá thành vận tải 1 tấn (1 m<sup>3</sup>) đất đá → min;

- ❖ Chi phí xúc vận tải và thải 1 tấn (1 m<sup>3</sup>) đất đá → min;

- ❖ Chi phí quy chuyển khai thác hoặc vận tải 1 tấn (1 m<sup>3</sup>) đất đá → min.

Phương pháp so sánh các chỉ tiêu kinh tế phụ thuộc thị trường, điều hành kinh tế của Nhà nước nên chưa phản ánh hết bản chất công nghệ. Để nâng 1 tấn đất đá lên chiều cao 1 m mỗi công nghệ vận tải đều phải tiêu hao năng lượng nhất định. Tiêu hao năng lượng là chỉ tiêu khách quan. Chính vì vậy, khi lựa chọn công nghệ vận tải, ngoài tiêu chí về kinh tế cần kết hợp với tiêu chí về tiêu hao năng lượng với các yêu cầu: giảm cung độ vận tải trên bờ mỏ; không bị hạn chế về khối lượng theo chiều cao nâng tải và góc dốc bờ mỏ; mức tiêu thụ nguyên, nhiên vật liệu, năng lượng, chi phí xây



dụng cơ bản và sản xuất nhỏ nhất; giảm thiểu ô nhiễm môi trường; ít phụ thuộc vào điều kiện khí hậu; đơn giản cho điều hành, sửa chữa và an toàn sản xuất. Hàm mục tiêu lựa chọn: tổng tiêu hao năng lượng và chi phí vận tải → min.

**2. Tiêu hao năng lượng và chi phí vận tải**

**2.1. Tiêu hao năng lượng**

Theo [2] để nâng 1 đơn vị đất đá lên 1 m mỗi công nghệ tiêu tốn năng lượng nhất định và thể hiện theo biểu thức:

$$A=(F.S/\eta), N.m \quad (1)$$

Trong đó: F - Lực cần thiết để thắng lực cản, N; S - Quãng đường vận chuyển, m; η - Hệ số hữu ích.

Độ lớn của lực F được thể hiện theo biểu thức sau:

$$F=[g.G_0(\sin\alpha+f.\cos\alpha)], N \quad (2)$$

Trong đó: G<sub>0</sub> - Tổng khối lượng chuyên chở, kg; f - Hệ số sức cản chuyển động; g - Gia tốc trọng trường, m/s<sup>2</sup>.

Rõ ràng A phụ thuộc chủ yếu vào thông số khối lượng và chiều cao nâng tải.

**2.2. Giá thành vận tải**

Giá thành vận tải bình quân trên 1 m<sup>3</sup> (tấn) đất đá hàng năm và toàn bộ thời gian tồn tại của từng công nghệ vận tải xác định theo công thức:

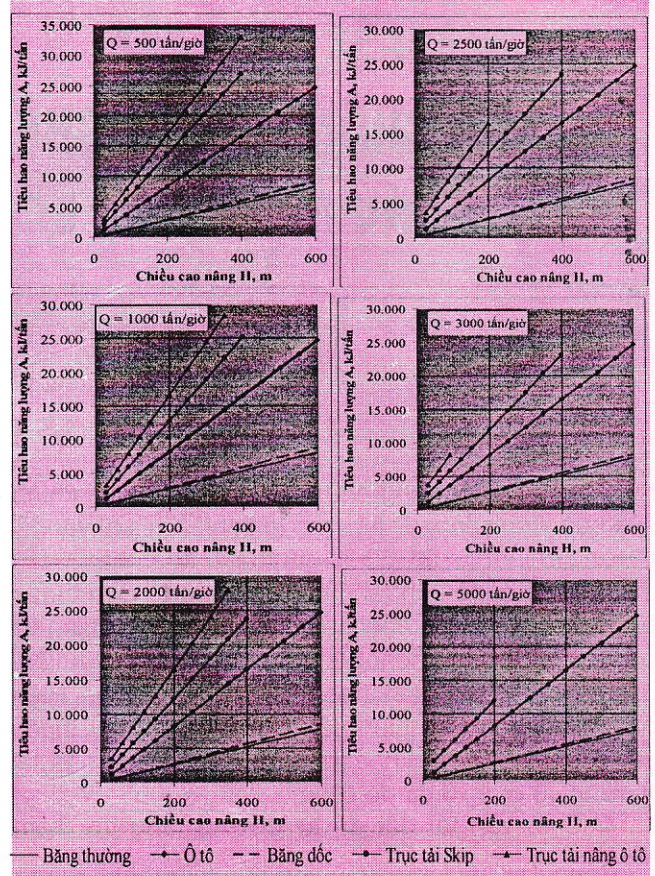
$$C_{bq}=(CPVT_t)/(Q_t), đ/tấn \quad (3)$$

Trong đó: CPVT<sub>t</sub> - Chi phí vận tải đất đá năm t; Q<sub>t</sub> - Khối lượng vận tải đất đá năm t, tấn. CPVT<sub>t</sub> được xác định bằng tổng các chi phí: C<sub>hd</sub>, C<sub>kh</sub>, C<sub>v</sub>, C<sub>k</sub> - Tương ứng là các chi phí hoạt động, khấu hao, lãi vay và chi phí khác tại năm thứ i của phương án năm i, đ; Q - Khối lượng đất đá vận tải năm thứ i, tấn; n - Thời gian phục vụ của tổ hợp thiết bị.

**3. Phạm vi sử dụng công nghệ vận tải theo tiêu hao năng lượng**

Kết quả so sánh tiêu hao năng lượng theo chiều cao nâng tải A=f(H) tùy thuộc vào khối lượng nâng tải của các công nghệ vận tải: băng tải, trực tải, ô tô được thể hiện ở H.1. Qua H.1 cho thấy:

- ❖ Khi khối lượng mỏ yêu cầu (Q) nhỏ hơn 2000 tấn/giờ, trực tải nâng ô tô có thể sử dụng tới chiều cao nâng H=370÷400 m; khi Q=2500 tấn/giờ, trực tải nâng ô tô sử dụng đến H=200 m; khi Q=3000 tấn/giờ trực tải nâng ô tô sử dụng tới H=80 m; Đối với trực tải skip: khi Q<3000 tấn /giờ, trực tải sử dụng tới H=400 m; khi Q=5000 tấn/giờ, trực tải sử dụng H=200 m; khi Q=6000 tấn/giờ, trực tải sử dụng H=120 m;
- ❖ Ô tô và băng tải có thể sử dụng khi chiều cao nâng tới H=600 m;
- ❖ Tiêu hao năng lượng khi sử dụng băng tải là thấp nhất.



H.1. Chi phí năng lượng các công nghệ vận tải theo chiều sâu mỏ

**3. Đánh giá phạm vi sử dụng công nghệ vận tải theo giá thành quy chuyển với chiều sâu mỏ**

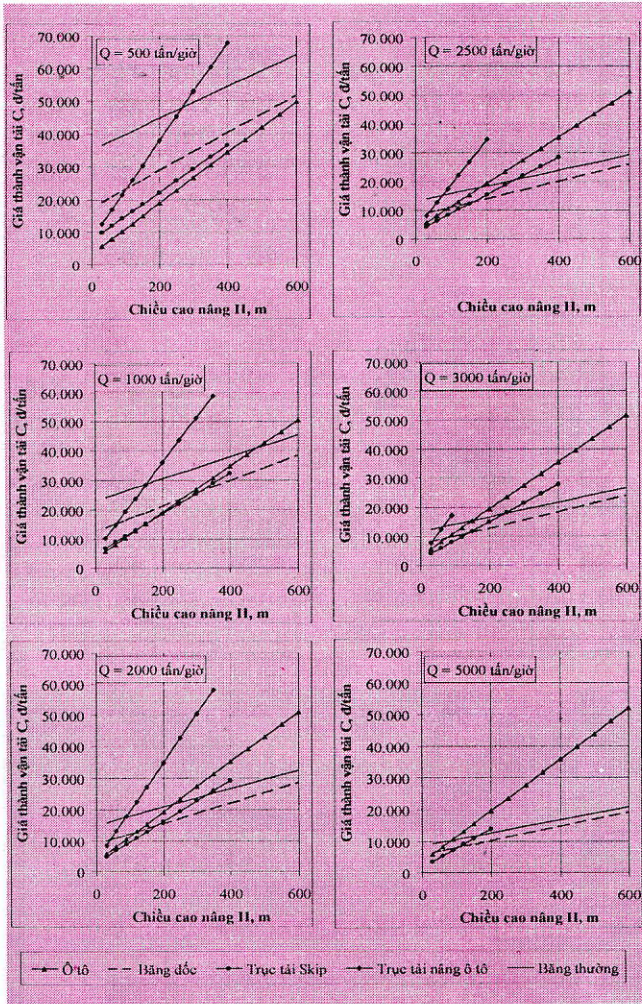
So sánh C=f(Q,H) với các điều kiện: góc dốc băng thường β=18° và góc dốc băng dốc, trực tải β=35°. Giá thành vận tải theo chiều cao nâng của các công nghệ vận tải: ô tô, băng tải, trực tải thể hiện ở H.2. Từ H.2 cho thấy:

- ❖ Ô tô đơn thuần sử dụng hiệu quả nhất khi Q<500 tấn/giờ. Khi Q=500÷1000 tấn/giờ, ô tô sử dụng hiệu quả tới H=150 m;
- ❖ Trực tải skip sử dụng hiệu quả nhất khi Q=1000÷2000 tấn/giờ với H<200 m; khi Q=2000÷5000 tấn/giờ trực tải skip sử dụng hiệu quả với H<200÷100 m;
- ❖ Băng tải dốc có hệ thống băng nén sử dụng hiệu quả nhất khi Q=1000÷2000 tấn/giờ và H>200÷300 m. Khi Q=2000÷5000 tấn/giờ băng tải dốc sử dụng hiệu quả nhất khi H>200÷100 m. Khi Q>5000 tấn/giờ, băng tải dốc sử dụng hiệu quả với H>100 m.

Hiện nay, chiều cao nâng tải và tổng khối lượng vận tải yêu cầu theo giờ tại các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam tương đối lớn H>120 m; Q>5000 tấn /giờ, khi đánh giá theo tiêu chí tiêu hao năng lượng đơn vị và giá thành vận tải theo chiều sâu



cho thấy: sử dụng công nghệ băng tải dốc có hệ thống nén là hiệu quả nhất.



H.2. Giá thành các công nghệ vận tải theo năng suất và chiều sâu mỏ

4. Lựa chọn công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam

Quan hệ giữa tổng chi phí các công nghệ vận tải theo khối lượng trung bình tầng công tác mỏ và chiều cao nâng tải được thể ở H.3. Công nghệ vận tải lựa chọn theo điều kiện so sánh tổng chi phí vận tải ô tô đơn thuần và liên hợp thể hiện quan hệ:

$$(C_{\text{ô}} - C_{\text{LHi}}) > 0; C_{\text{LH}} = \min(C_{\text{ô}}; C_{\text{LHi}}) \quad (4)$$

Qua H.3 cho thấy:

- ❖ Tổng chi phí vận tải nâng của các công nghệ vận tải phụ thuộc chiều sâu mỏ theo hàm bậc 2. Khi khối lượng mỏ yêu cầu tại mỗi tầng là 100 tấn/giờ thì tổng chi phí vận tải của công nghệ vận tải ô tô đơn thuần có hiệu quả nhất;

- ❖ Khi khối lượng mỏ yêu cầu tại mỗi tầng  $Q' = 300 \div 500$  tấn/giờ thì tổng chi phí vận tải ô tô đơn thuần nhỏ nhất với chiều cao nâng tải  $H = 180 \div 240$

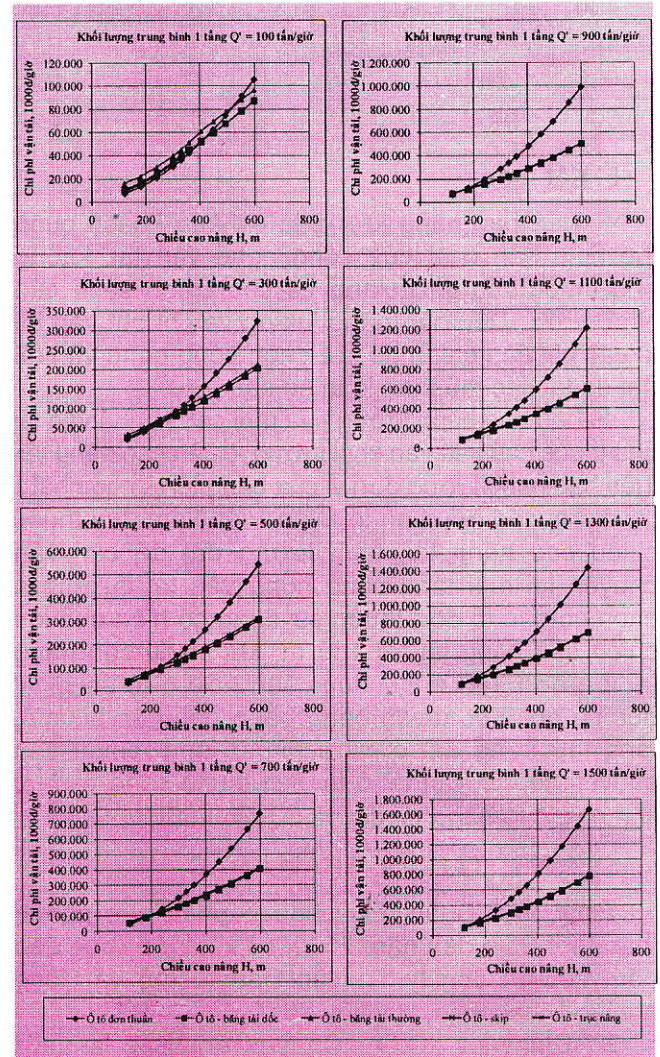
m. Khi chiều cao nâng tải  $H > 180 \div 240$  m thì công nghệ vận tải liên hợp ô tô-băng tải dốc có hệ thống nén có tổng chi phí vận tải nhỏ nhất;

- ❖ Khi  $Q' = 700 \div 1100$  tấn/giờ,  $H < 120$  m thì tổng chi phí vận tải ô tô đơn thuần nhỏ nhất. Khi  $H > 120$  m thì công nghệ vận tải liên hợp ô tô-băng tải dốc có hệ thống nén có tổng chi phí vận tải nhỏ nhất;

- ❖ Khi  $Q' > 1100$  tấn/giờ thì công nghệ vận tải liên hợp ô tô-băng tải dốc có hệ thống nén có tổng chi phí vận tải nhỏ nhất;

- ❖ Với mỗi chiều sâu mỏ khác nhau, phụ thuộc khối lượng đất bốc tại các tầng thì chiều sâu chuyển tiếp dạng vận tải sẽ khác nhau; chiều sâu chuyển tiếp dạng vận tải tăng lên khi năng suất vận tải yêu cầu nhỏ và ngược lại chiều sâu chuyển tiếp thấp khi năng suất vận tải yêu cầu lớn.

Công nghệ vận tải đất đá hợp lý tại các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam được trình bày ở Bảng 2.



H.3. Quan hệ giữa tổng chi phí các công nghệ vận tải theo khối lượng trung bình tầng công tác mỏ và chiều cao nâng tải



Bảng 2. Công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu Việt nam

| Chiều cao nâng H, m | Giá trị theo các chỉ tiêu |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |     |  |     |  |     |  |    |  |
|---------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----|--|-----|--|-----|--|----|--|
|                     | H <sub>o</sub> , m        | Công nghệ vận tải | H <sub>o</sub> , m | Công nghệ vận tải | H <sub>o</sub> , m | Công nghệ vận tải | H <sub>o</sub> , m | Công nghệ vận tải | H <sub>o</sub> , m | Công nghệ vận tải | H <sub>o</sub> , m | Công nghệ vận tải | H <sub>o</sub> , m | Công nghệ vận tải | H <sub>o</sub> , m | Công nghệ vận tải |     |  |     |  |     |  |    |  |
|                     | Q'=100 tấn/giờ            |                   | Q'=300 tấn/giờ     |                   | Q'=500 tấn/giờ     |                   | Q'=700 tấn/giờ     |                   | Q'=900 tấn/giờ     |                   | Q'=1100 tấn/giờ    |                   | Q'=1300 tấn/giờ    |                   | Q'=1500 tấn/giờ    |                   |     |  |     |  |     |  |    |  |
| 120                 | Ô tô đơn thuần            |                   | Ô tô đơn thuần     |                   | Ô tô đơn thuần     |                   | Ô tô đơn thuần     |                   | Ô tô đơn thuần     |                   | Ô tô đơn thuần     |                   | 45                 |                   | 45                 |                   |     |  |     |  |     |  |    |  |
| 180                 |                           |                   |                    |                   | 75                 |                   | 75                 |                   | 75                 |                   | 75                 |                   | 75                 |                   | 45                 |                   | 45  |  |     |  |     |  |    |  |
| 240                 |                           |                   |                    |                   | 75                 |                   | 75                 |                   | 75                 |                   | 75                 |                   | 75                 |                   | 75                 |                   | 75  |  |     |  |     |  |    |  |
| 300                 |                           |                   | 105                |                   | 75                 |                   | Ô tô-băng tải dốc  |                   | Ô tô-băng tải      |                   | Ô tô-băng tải      |                   | Ô tô-băng tải      |                   | Ô tô-băng tải      |                   | 75  |  |     |  |     |  |    |  |
| 330                 |                           |                   | 105                |                   | 105                |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   | 75  |  | 75  |  | 75  |  | 75 |  |
| 360                 |                           |                   | 105                |                   | 105                |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   |                    |                   | 105 |  | 105 |  | 105 |  | 75 |  |
| 405                 |                           |                   | 120                |                   | 120                |                   | 120                |                   | 120                |                   | 90                 |                   | 90                 |                   | 90                 |                   | 90  |  |     |  |     |  |    |  |
| 450                 |                           |                   | 150                | Ô tô-băng tải dốc | 135                | Ô tô-băng tải dốc | 105                |                   | 105                |                   | 105                |                   | 105                |                   | 105                |                   | 105 |  |     |  |     |  |    |  |
| 495                 |                           |                   | 165                | 150               | 120                |                   | 120                |                   | 120                |                   | 120                |                   | 120                |                   | 120                |                   |     |  |     |  |     |  |    |  |
| 555                 | 135                       | 150               | 150                |                   | 150                |                   | 150                |                   | 150                |                   | 120                |                   | 120                |                   |                    |                   |     |  |     |  |     |  |    |  |
| 600                 | 195                       | 165               | 165                |                   | 135                |                   | 135                |                   | 135                |                   | 135                |                   | 135                |                   |                    |                   |     |  |     |  |     |  |    |  |

5. Kết luận

❖ Tiêu hao năng lượng là chỉ tiêu khách quan thể hiện bản chất của công nghệ vận tải, không phụ thuộc vào thị trường và các chính sách của Nhà nước. Tiêu hao năng lượng và chi phí vận tải là các chỉ tiêu chính để lựa chọn công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên sâu;

❖ Tiêu hao năng lượng của mỗi công nghệ vận tải phụ thuộc chủ yếu vào khối lượng, chiều cao nâng tải. Tiêu hao năng lượng đơn vị của băng tải là nhỏ nhất;

❖ Tại các mỏ than lộ thiên Việt Nam, tùy thuộc chiều cao nâng tải, khối lượng đất đá cần vận chuyển tại mỗi tầng công nghệ vận tải được lựa chọn gồm: ô tô đơn thuần sử dụng có hiệu quả khi chiều cao nâng tải tới 180 m; khi chiều cao nâng tải lớn hơn 180 m sử dụng liên hợp ô tô-băng tải dốc có góc dốc tuyến băng bằng góc dốc bờ mỏ, tầng tập trung đặt ở giữa nhóm tầng, chiều sâu chuyển tiếp từ vận tải ô tô đơn thuần sang vận tải liên hợp ô tô-băng tải dốc là 60÷75 m. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Văn Dẫn. Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét triển vọng đến năm 2030. Công ty Tư vấn Đầu tư mỏ và Công nghiệp-Vinacomin. Hà Nội. 2011.
2. Шипунов С.О. Сравнительный анализ энергозатрат различными видами карьерного транспорта. 2009.

Người biên tập: Nguyễn Bình

SUMMARY

The cost of transportation increases when lifting height and length of transport increases, it was affected to choose the border and efficiency of open pit mining. Depending on lifting height may use dump truck or in combination with other transportation technology such as conveyor, hoists... Each transportation technology offers a certain energy consumption. Energy consumption is the objective factor, which does not depend on the time or the space, it should be considered when chose the transportation technology. This paper proposes the the method of selection the reasonable transportation technology based on minimum energy consumption and total cost.



1. Chúa luôn chọn cách đơn giản nhất. *Thomas Edison.*
2. Cách nhìn của chúng ta về thế giới thực sự được định hình bởi điều chúng ta quyết định lắng nghe. *William James.*

VTH sưu tầm