

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

ĐỖ NGỌC TƯỚC

**NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ VẬN TẢI ĐẤT ĐÁ HỢP LÝ
CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN SÂU Ở VIỆT NAM**

Ngành: Khai thác mỏ
Mã số: 62.52.06.03

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2015

**Công trình được hoàn thành tại: Bộ môn khai thác lộ thiên,
Khoa mỏ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất**

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS. **Bùi Xuân Nam**, Trường Đại học Mỏ - Địa chất
2. TS. **Nguyễn Phú Vụ**, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Phản biện 1: GS.TS Như Văn Bách

Hội Khoa học công nghệ Mỏ Việt Nam

Phản biện 2: TS Mai Thế Toàn

Bộ tài nguyên và Môi trường

Phản biện 3: TS Nguyễn Sỹ Hội

Hội Khoa học công nghệ Mỏ Việt Nam

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp Trường họp tại: Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Đức Thắng - Bắc Từ Liêm - Hà Nội.

Vào hồi.....giờ ngày tháng năm 2015

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện: Thư viện Quốc Gia, Hà Nội
hoặc Thư viện Trường đại học Mỏ - Địa chất

1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

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, trên thế giới ngoài công nghệ vận tải bằng ô tô đơn thuần, còn có rất nhiều công nghệ vận tải liên hợp như: ô tô - băng tải, ô tô - trục tải (skip, ô tô), ô tô - đường sắt. 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.

Các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam thuộc dạng sâu và rộng; chiều sâu mỏ lớn; cường độ khai thác lớn nếu sử dụng ô tô đơn thuần sẽ không hiệu quả. Chính vì vậy, việc nghiên cứu, lựa chọn công nghệ vận tải đất đá hợp lý đảm bảo công suất yêu cầu, giảm giá thành vận tải cho các mỏ than lộ thiên Việt Nam khi khai thác xuống sâu là vấn đề khoa học có tính thực tiễn và cấp thiết rõ rệt.

2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI

Nghiên cứu, lựa chọn công nghệ vận tải đất đá phù hợp với điều kiện tự nhiên, kỹ thuật của các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam nhằm: đảm bảo công suất yêu cầu của mỏ, nâng cao hiệu quả khai thác và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

- Đối tượng của đề tài là công nghệ vận tải đất đá mỏ;
- Phạm vi nghiên cứu của đề tài là các mỏ than lộ thiên ở Việt Nam đang khai thác xuống sâu.

4. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

- Đánh giá đặc điểm và nghiên cứu khả năng áp dụng các công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam.
- Nghiên cứu tối ưu hóa các thông số công nghệ vận tải đất đá cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam.
- Nghiên cứu lựa chọn công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam.

5. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Sử dụng phương pháp thống kê, mô hình hóa toán học, so sánh tiêu chí tiêu hao năng lượng và chi phí vận tải.

6. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN

- Luận án góp phần bổ sung cơ sở khoa học trong việc nghiên cứu, lựa chọn các thông số và công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam;

- Kết quả nghiên cứu của Luận án là cơ sở định hướng đầu tư công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên Việt Nam trong quá trình khai thác xuống sâu.

7. CÁC ĐIỂM ĐIỂM BẢO VỆ

- Hiệu quả khai thác các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam được nâng cao dựa trên cơ sở sử dụng công nghệ vận tải liên hợp và tối ưu hóa các thông số làm việc của tổ hợp thiết bị vận tải.

- Tiêu hao năng lượng là tiêu chí khách quan đánh giá hiệu quả của các khâu công nghệ khai thác mỏ lộ thiên.

- Phạm vi sử dụng các công nghệ vận tải tại các mỏ sâu được đánh giá dựa trên cơ sở tiêu hao năng lượng đơn vị và giá thành vận tải mỏ theo chiều cao nâng tải. Công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam khi có tổng chi phí vận tải và tiêu hao năng lượng nhỏ nhất.

8. CÁC ĐIỂM MỚI CỦA LUẬN ÁN

- Đã phân loại mỏ lộ thiên sâu trên cơ sở kích thước hình học mỏ và sự phù hợp về công nghệ vận tải;

- Mô hình hóa toán học xác định các thông số và chỉ tiêu tối ưu cho các công nghệ vận tải; xây dựng quan hệ giữa tiêu hao năng lượng, giá thành vận tải của các công nghệ vận tải với khối lượng vận tải và chiều cao nâng tải;

- Thiết lập phạm vi sử dụng các công nghệ vận tải trên cơ sở so sánh tiêu hao năng lượng đơn vị và giá thành theo chiều cao nâng tải;

- Lựa chọn được công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam theo tiêu chí tổng chi phí vận tải và tiêu hao năng lượng theo chiều cao nâng tải, khối lượng vận tải nhỏ nhất.

9. BỐ CỤC CỦA LUẬN ÁN

Ngoài phần mở đầu và kết luận, nội dung luận án gồm 134 trang đánh máy A4, nhiều bảng biểu và hình vẽ minh họa, tham khảo nhiều tài liệu trong và ngoài nước, được sắp xếp theo trình tự sau:

Chương 1: Tổng quan hiện trạng và các công trình nghiên cứu công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên sâu trong và ngoài nước.

Chương 2: Đánh giá đặc điểm và khả năng áp dụng các công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam.

Chương 3: Nghiên cứu tối ưu hóa các thông số công nghệ vận tải đất đá cho các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam.

Chương 4: Nghiên cứu lựa chọn công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam.

10. CÁC ÁN PHẨM CÔNG BỐ

Theo hướng nghiên cứu, Luận án đã công bố 17 công trình đăng trong Tạp chí Công nghiệp mỏ, Thông tin Khoa học Công nghệ mỏ, các Hội thảo khoa học trong và ngoài nước.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN HIỆN TRẠNG VÀ CÁC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ VẬN TẢI ĐẤT ĐÁ TẠI CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN SÂU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC

1.1. Tổng quan hiện trạng công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên

1.1.1. Phân loại mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam

Mỏ than lộ thiên sâu và rộng bao gồm các mỏ: Đèo Nai, Cao Sơn, Cọc Sáu, Khánh Hòa; mỏ sâu và hẹp là mỏ Na Dương.

1.1.2. Hiện trạng công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên Việt Nam

Các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam sử dụng công nghệ vận tải ô tô đơn thuần với tải trọng từ 58÷96 tấn. Chi phí vận tải ô tô lớn nhất và tăng khoảng 10%/năm

1.1.3. Hiện trạng công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên sâu nước ngoài

Ở 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

- ngiên 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.

1.2. Tổng quan các công trình nghiên cứu lựa chọn công nghệ vận tải đất đá trong và ngoài nước

Công nghệ vận tải đã được nghiên cứu và áp dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp mỏ từ những năm 30 của thế kỷ XX. Các nhà khoa học tiêu biểu trong lĩnh vực này gồm: N.V.Melnikov, V.V. Rzhovsky, V.L.Yakovlev, M.V.Vasilev, M.G.Novozhilov, M.G.Potapov và một số người khác... Các 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^3) đất đá \rightarrow min
- Chi phí xúc vận tải và thải 1 tấn (1 m^3) đất đá \rightarrow min
- Chi phí quy chuyển khai thác hoặc vận tải 1 tấn (1 m^3) đất đá \rightarrow 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. Từ đó, NCS giải quyết các vấn đề về việc lựa chọn công nghệ vận tải đất đá hợp lý theo các điều kiện:

- Điều kiện cần: Quy mô công nghệ phù hợp với đặc điểm hình học, công suất trình tự, HTKT và năng suất lớn nhất;
- Điều kiện đủ: Công nghệ vận tải lựa chọn có giá thành quy chuyển và tiêu hao năng lượng nhỏ nhất, ít ảnh hưởng tới môi trường.

Nhận xét:

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.

CHƯƠNG 2: ĐÁNH GIÁ ĐẶC ĐIỂM VÀ KHẢ NĂNG ÁP DỤNG CÁC CÔNG NGHỆ VẬN TẢI ĐẤT ĐÁ TẠI CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN SÂU VIỆT NAM

2.1. Đặc điểm các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam

Các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam thường có dạng đất bóc tập trung phía trên, than nằm phía dưới sâu. Các tầng phía trên cao, dưới sâu có khối lượng đất đá bóc và chiều dài nhỏ; chiều dài tầng công tác và khối lượng đất đá bóc lớn nhất tập trung tại khu vực hào vận chuyển chính. Số lượng tầng công tác lớn thường từ 20÷25 tầng. Khi khai thác xuống sâu chiều dài tuyến công tác giảm, độ kiên cố, thể trọng của đất đá, độ khối tăng theo quan hệ hàm bậc nhất. Cường độ khai thác tại mỗi tầng tăng, từ đó cường độ phát triển đới công tác trên các bờ lớn, chiều dài và chiều cao nâng tải tăng.

2.2. Đánh giá các yếu tố ảnh hưởng tới công tác vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên Việt Nam

- Yếu tố tự nhiên: ảnh hưởng tới dạng công nghệ, tiêu hao năng lượng đơn vị, thời gian hoạt động ra sản phẩm, chi phí đập vỡ,...
- Yếu tố kỹ thuật: ảnh hưởng tới công suất của thiết bị, chi phí giá thành, năng lượng đơn vị, tốc độ chuyển động của ô tô,...
- Yếu tố tổ chức: ảnh hưởng tới thời gian hoạt động ra sản phẩm của thiết bị, năng suất của thiết bị,...

2.3. Nghiên cứu yêu cầu đối với công tác vận tải và đánh giá khả năng sử dụng các công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam

2.3.1. Yêu cầu đối với công tác vận tải

Cung độ vận tải trên bờ mỏ phải ngắn nhất; 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 dựng 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.

2.3.2. Đánh giá khả năng sử dụng các công nghệ vận tải tại các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam

Tại các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam, kích thước các tầng công tác dưới sâu hạn chế, lượng nước ngầm tăng, khai thác theo mùa nên công nghệ vận tải tại các tầng dưới sâu sử dụng công nghệ vận tải không liên tục (ô tô đơn thuần) là phù hợp nhất.

Vận tải nâng đất đá lên bề mặt mỏ với cường độ lớn và yêu cầu chí phí giảm nên có thể sử dụng các công nghệ vận tải không liên tục (ô tô, trục tải) hoặc liên tục (băng tải).

Vận tải đất đá trên bề mặt mỏ ra bãi thải với địa hình đồi núi, các mỏ nằm đan xen nhau nên có thể sử dụng các công nghệ vận tải không liên tục (ô tô) hoặc công nghệ vận tải liên tục (băng tải thường).

Nhận xét:

Công tác vận tải đất đá tại các tầng sâu cần cơ động, linh hoạt nên phù hợp nhất là công nghệ vận tải bằng ô tô đơn thuần. Vận tải nâng đất đá lên bề mặt mỏ với cường độ lớn và yêu cầu chí phí giảm nên có thể sử dụng các công nghệ vận tải: ô tô, trục tải hoặc băng tải. Vận tải đất đá trên bề mặt ra bãi thải có thể sử dụng các công nghệ vận tải ô tô hoặc công nghệ vận tải băng tải.

CHƯƠNG 3: NGHIÊN CỨU TỐI ƯU HÓA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ VẬN TẢI ĐẤT ĐÁ CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN SÂU VIỆT NAM

3.1. Nghiên cứu lựa chọn kích thước cỡ hạt hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam

Với các mỏ than lộ thiên Việt Nam làm toí đất đá bằng khoan nổ mìn, kích thước cỡ hạt đất đá hợp lý xác định theo nguyên tắc tổng tiêu hao năng lượng của các khâu: làm toí + xúc bốc + vận tải+ thải đá là nhỏ nhất. Cụ thể:

+ *Khi không đập nghiền:*

$$\text{- Đối với máy xúc tay gàu: } d_{tu} = 0,1561 \cdot \sqrt[3]{E} + 0,0011, \text{ m} \quad (3.1)$$

$$\text{- Đối với MXTL: } d_{tu} = 0,2259 \cdot \ln(\sqrt[3]{E}) + 0,2501, \text{ m} \quad (3.2)$$

+ *Khi cần đập nghiền:*

$$\text{- Đối với máy xúc tay gàu: } d_{tu} = 0,1229 \cdot \sqrt[3]{E} + 0,0358, \text{ m} \quad (3.3)$$

$$\text{- Đối với MXTL: } d_{tu} = 0,1714 \cdot \ln(\sqrt[3]{E}) + 0,2356, \text{ m} \quad (3.4)$$

3.2. Nghiên cứu lựa chọn các thông số công nghệ vận tải ô tô

3.2.1. Nghiên cứu lựa chọn tải trọng tối ưu của ô tô theo dung tích gàu xúc

Với các mỏ đang khai thác, dung tích gàu xúc của máy xúc (E) phụ thuộc chiều dài tuyến công tác, block xúc tối ưu (L_b), khối lượng đất đá yêu cầu (V_d). Dung tích gàu xúc có thể sử dụng trong phạm vi $E_{\min} \div E_{\max}$ và xác định theo công thức:

$$E_{\min} = \frac{V_d \cdot t_{ck}}{7200 \cdot K_x \cdot K_t \cdot L_b} ; E_{\max} = \frac{V_d \cdot L_b \cdot t_{ck}}{3600 \cdot K_x \cdot K_t \cdot T} \quad (3.5)$$

Trong đó L_b xác định theo công thức:

$$L_{bhl} = Q_x \sqrt{\frac{2 \cdot G_{c\delta}}{h \cdot 2 \cdot Q_x \cdot G_{c\delta} + V_{\delta} \cdot V_{ib} \cdot T_{ca} \cdot (C_x + C_b)}} \quad (3.6)$$

Tại các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam với $h = 15 \div 22$ m, khi sử dụng máy xúc $E = 8 \div 12$ m³, $L_{bhl} = 170 \div 240$ m; trung bình là 200 m.

Giả sử đồng bộ máy xúc ô tô hoạt động theo chu trình kín, tổ hợp máy xúc ô tô lựa chọn theo nguyên tắc hàm mục tiêu:

$$C_{kt} = C_{mx} + C_{\delta t\delta} \rightarrow \min \quad (3.7)$$

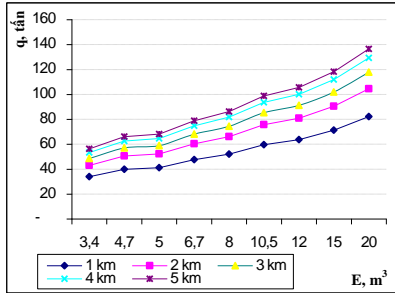
$$C_{kt} = \frac{G_{cmx} + G_{c\delta} \cdot N_c}{n_c \cdot q \cdot K_{tt}} + \frac{r(G_{\delta} \cdot N_c + G_{mx})}{Q_{ca} \cdot T_n} \rightarrow \min \quad (3.8)$$

Thể hiện G_{δ} , $G_{c\delta} = f(q)$ và giải quan hệ: $\frac{df(q)}{dq} = 0$ xác định tải trọng ô tô tối ưu phù hợp với E trong miền sử dụng dung tích ($E_{\min} \div E_{\max}$):

$$q_{tu} = \sqrt{\frac{E \cdot k_x \cdot \gamma \cdot T_n \left(\frac{120 \cdot L}{V_{ib}} + t_d \right) (1,363 \cdot T_n - 5,883 \cdot r)}{t_c \cdot (0,092 \cdot T_n + 0,338 \cdot r)}} \quad (3.9)$$

Tổ hợp máy xúc ô tô hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam thể hiện trên Hình 3.1.

Từ công thức 3.9 và Hình 3.1 cho thấy: q_{tu} của ô tô phụ thuộc máy xúc, cung độ vận tải, loại đất đá, hệ số xúc. Tải trọng tối ưu của ô tô tăng lên theo cung độ vận tải và dung tích gàu xúc.



Hình 3.1: Quan hệ giữa tải trọng ô tô theo dung tích gầu xúc và cung độ vận tải

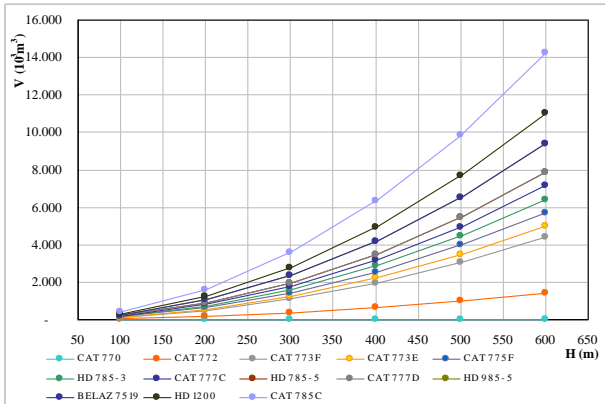
3.2.2. Nghiên cứu quan hệ chiều rộng ô tô với khối lượng đất đá mở rộng đường

Xu hướng tăng tải trọng ô tô đồng nghĩa với việc tăng bề rộng đường mở và ảnh hưởng tới góc dốc bờ mở. Khi thay đổi góc dốc bờ mở thì khối lượng đất đá bóc thêm xác định theo công thức:

$$V' = \frac{\Delta B H^2}{2}, m^3 \quad (3.10)$$

Trong đó: V' - tổng khối lượng đất đá cần phải bóc khi mở rộng đường vận tải, m^3 ; i - độ dốc đường, %; H - chiều sâu mở, m.

Khối lượng đất đá bóc thêm khi sử dụng ô tô vận tải theo chiều sâu tại các mỏ than lộ thiên Việt Nam được tính toán và thể hiện ở Hình 3.2.



Hình 3.2: Mối quan hệ giữa khối lượng đất bóc thêm theo từng loại ô tô

3.3. Nghiên cứu các thông số công nghệ vận tải băng tải

3.3.1. Chiều rộng băng tải

Đối với băng tải dốc bề rộng băng tải được xác định theo quan điểm bíт kín đất đá vận chuyển được xác định theo công thức:

$$B_b = 1,3 \sqrt{\frac{Q_{yc}}{C_1 \cdot v \cdot \gamma} + 0,1}, \text{ m} \quad (3.11)$$

Trong đó: Q_{yc} - năng suất vận tải yêu cầu, t/giờ; C_1 - hệ số kể đến hình dạng băng; v - tốc độ băng tải, m/giây; γ - dung trọng vật liệu trên băng, t/m³; C_β - hệ số tính toán.

3.3.2. Tính toán tốc độ chuyển động của băng tải

Tốc độ chuyển động của băng phụ thuộc góc dốc, khoảng cách giữa hai con lăn xác định ở Bảng 3.1.

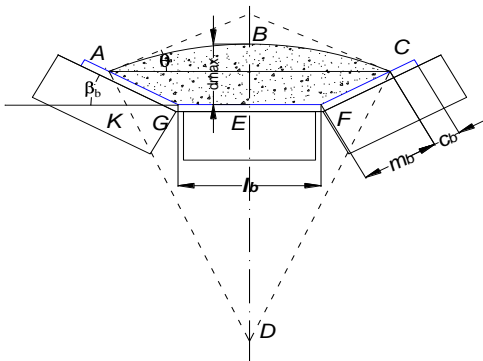
Bảng 3.1: Tốc độ băng với khoảng cách giữa các con lăn và góc dốc

Góc dốc băng tải β , độ	Giá trị tốc độ băng tải, m/s		
	X = 0,76 m	X = 0,91 m	X = 1,06 m
18	3,46	3,79	4,09
30	3,30	3,61	3,90
35	3,21	3,51	3,79

3.3.3. Kích thước cỡ hạt lớn nhất khi vận chuyển băng băng tải

Xem xét dòng vật liệu trên băng có hình thái băng phổ biến 3 con lăn ở Hình 3.3. Băng quan hệ hình học xác định kích thước cỡ hạt lớn nhất trên băng (d_{\max}) theo công thức:

$$d_{\max} = \frac{l_b(1 - \cos \theta) + 2 \cdot m_b \cdot \cos \beta_o - \cos(\theta + \beta_b)}{2 \cdot \sin \theta} \quad (3.12)$$



Hình 3.3: Sơ đồ tính toán thông số của băng tải với 3 con lăn

Với các thông số băng tải: $H = 100$ m, $v = 3,15$ m/s các thông số kỹ thuật băng tải băng thường và dốc thể hiện ở các Bảng 3.2 và 3.3.

Bảng 3.2: Bảng thường với góc dốc $\beta=18^\circ$; $L=323,6m$

T.số	Đ vị	Giá trị theo năng suất (tấn/giờ) của băng									
		1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000
B _{tt}	m	0,64	0,89	1,07	1,23	1,37	1,49	1,61	1,72	1,82	1,91
B	m	0,8	1	1,2	1,4	1,4	1,6	1,8	1,8	2	2
N	kW	383	732	1084	1449	1790	2142	2494	2835	3204	3545
G	T	71	97	122	150	163	192	223	237	273	286

Bảng 3.3: Băng dốc có hệ thống nén với góc dốc $\beta=35^\circ$, $L=174,3 m$

T.số	Đ vị	Giá trị theo năng suất (tấn/giờ) của băng									
		1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000
B _{tt}	m	0,87	1,17	1,41	1,60	1,78	1,93	2,08	2,21	2,34	2,46
B	m	1	1,2	1,6	1,600	1,8	2	2,25	2,25	2,5	2,5
N _k	kW	278	522	796	1063	1320	1569	1817	2088	2361	2595
N _n	kW	107	216	318	397	495	617	725	800	882	993
G	T	95	129	201	219	257	317	362	379	423	440

3.4. Nghiên cứu lựa chọn các thông số công nghệ vận tải trực tải

- Năng suất giờ của trực tải xác định theo công thức:

$$A_t = \frac{k_d \cdot V_d \cdot \gamma}{N \cdot n \cdot t \cdot \eta}, \text{ tấn/giờ} \quad (3.13)$$

Trong đó: k_d - hệ số không điều hòa, $k_d = 1,2$; V_d - khối lượng mô yêu cầu hàng năm, $m^3/\text{năm}$; γ - dung trọng đất đá, t/m^3 ; N - số ngày làm việc trong năm, ngày/năm; n - số ca làm việc trong ngày; t - thời gian ca làm việc, $t = 8$ giờ; η - hệ số sử dụng thời gian của trực, $\eta=0,8$.

- Tốc độ trung bình của trực (sơ bộ) xác định theo (3.14):

$$V_{cd} = \frac{0,8 \cdot \sqrt{H}}{1,2}, \text{ m/giây} \quad (3.14)$$

- Tải trọng của trực tải (lựa chọn) xác định theo công thức:

$$Q_n = \frac{A_g \cdot T_{ck}}{3600}, \text{ tấn} \quad (3.15)$$

- Tốc độ trung bình (lựa chọn) của trực xác định theo công thức:

$$V_{tb} = \frac{2L_n}{T_{ck}}, \text{ m/s} \quad (3.16)$$

- Tốc độ lớn nhất của trục xác định theo công thức:

$$V_{\max} = (1 \div 1,5)V_{tb}, \text{ m/s} \quad (3.17)$$

- Công suất cần thiết của động cơ xác định theo công thức:

$$N_{dc} = \frac{1,25 \cdot K \cdot Q_n \cdot V_{\max} \cdot \sin \beta}{102 \cdot \eta_t}, \text{ kW} \quad (3.18)$$

Trong đó: β - góc dốc của trục, độ; V_{\max} - tốc độ lớn nhất của trục, m/giây; η_t - hiệu suất truyền động; K - hệ số tải trọng trục tải.

Các chỉ tiêu kỹ thuật của trục tải thể hiện ở các Bảng 3.4 và 3.5.

Bảng 3.4: Các chỉ tiêu kỹ thuật vận tải trục tải skip ($\beta=35^\circ$, $H=200$ m)

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị				
			1.000	2.000	2.200	2.500	5.000
1	Năng suất giờ	t/h	1.000	2.000	2.200	2.500	5.000
2	Chiều dài nâng	m	348,7	348,7	348,7	348,7	348,7
3	Vận tốc lớn nhất	m/s	10,63	11,94	12,45	12,56	12,22
4	Khối lượng (bi)	tấn	29,25	55,25	81,25	107,9	120,25
5	tải trọng skip	tấn	45	86	125	166	185
6	Khối lượng 1m cáp	kg/m	20,2	41,7	57,1	81,6	81,6
7	Công suất động cơ	kW	2.554	5.548	8.350	11.405	12.018

Bảng 3.5: Các chỉ tiêu công nghệ vận tải trục tải nâng góc dốc 35°

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị			
			1.000	2.000	2.200	2.500
1	Năng suất, Q_{gio}	tấn/giờ	1.000	2.000	2.200	2.500
2	Tốc độ nâng trung bình	m/s	6,53	7,00	7,52	6,76
3	Tốc độ nâng lớn nhất	m/s	8,16	8,75	9,40	8,45
4	Khối lượng hàng vận chuyển	tấn	63	122	130	155
5	Khối lượng 1 lần vận chuyển	tấn	161,95	311,3	334,5	401,75
6	Khối lượng 1m cáp	kg/m	41,7	81,6	81,6	81,6
7	Công suất động cơ	kW	3.075	6.410	7.185	7.299

3.5. Nghiên cứu lựa chọn các thông số công nghệ vận tải liên hợp

3.5.1. Nghiên cứu lựa chọn vị trí tầng tập trung trong nhóm tầng

Trong một nhóm tầng, vị trí chuyển tải từ ô tô sang dạng vận tải khác có thể đặt ở 3 vị trí khác nhau (Hình 3.4): đặt ở trên (vị trí I), ở giữa (vị trí II) và ở dưới nhóm tầng (vị trí III). Tầng có vị trí chuyển

tải được gọi là tầng tập trung.

Để lựa chọn vị trí tầng tập trung hợp lý trên nhóm tầng, NCS sử dụng quan điểm: "Tổng tiêu hao năng lượng của các thiết bị vận chuyển trong nhóm tầng" nhỏ nhất:

$$\sum A = A_{td} + A_{xd} + A_n \rightarrow \min$$

Để thấy $\sum A = f(x)$ với $f(x)$

có dạng bậc 2 nên có cực tiểu.

Khi đó vị trí tầng tập trung được tính toán theo công thức 3.19.

Khi n chẵn đặt tầng tập trung tại tầng thứ $x=0,5n+1$, khi n lẻ ở tầng giữa của nhóm tầng

$$x = \frac{\frac{n \cdot h}{i} (q \cdot \omega + 2q_T \cdot \omega) + 1000 \cdot q \cdot h \cdot g - \frac{(G_o + G)(\sin \beta + f \cdot \cos \beta) \cdot h}{\eta \cdot \sin \beta}}{2 \frac{h}{i} q \cdot \omega + 2 \cdot q_T \cdot \omega} \quad (3.19)$$

3.5.2. Nghiên cứu xác định số tầng tập trung trong đời công tác vận tải liên hợp

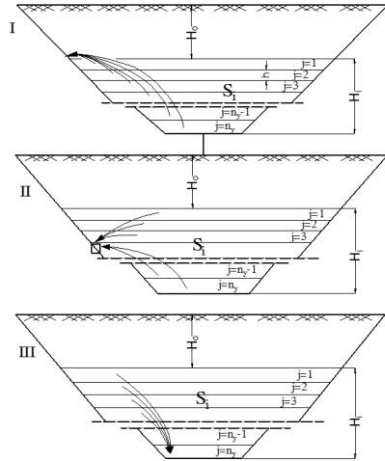
Để xác định số tầng tập trung trên bờ mỏ có chiều cao H, NCS sử dụng hàm mục tiêu của chi phí vận tải:

$$\Sigma G_m = G_o + G_n \rightarrow \min \quad (3.20)$$

Xây dựng mô hình hóa toán học xác định được m tối ưu khi sử dụng (a) và không sử dụng máy đập (b):

$$a) m_{tu} = \sqrt{\frac{Q \cdot H \cdot (C_o + \frac{G_o}{Q_o \cdot T_o})}{4000 \cdot i \cdot \left[\frac{H \cdot G_n}{2 \cdot T_b \cdot \sin \beta} + \frac{G_d}{T_d} \right]}} \quad b) m_{tu} = \sqrt{\frac{Q \cdot H \cdot (C_o + \frac{G_o}{Q_o \cdot T_o})}{4000 \cdot i \cdot \left(\frac{H \cdot G_n}{2 \cdot T_b \cdot \sin \beta} \right)}} \quad (3.21)$$

Nhận xét:



Hình 3.4: Sơ đồ phân bố tầng tập trung trong nhóm tầng

Đường kính cỡ hạt tối ưu phụ thuộc tuyến tính vào dung tích gàu xúc. Khi sử dụng đập nghiền, đường kính cỡ hạt tối ưu nhỏ hơn khi không đập nghiền.

Chiều dài bloc xúc khi vận tải ô tô tỷ lệ thuận với dung tích gàu xúc, tỷ lệ nghịch với chiều cao tầng, tải trọng của ô tô. Đối với các mỏ có chiều cao tầng $h=15$ m, sử dụng máy xúc có dung tích gàu từ $8\div 12$ m³ thì chiều dài bloc xúc tối ưu từ 170÷240 m. Tải trọng ô tô tỷ lệ thuận với dung tích gàu xúc, cung độ vận tải, loại đất đá, hệ số xúc. Phù hợp với máy xúc dung tích gàu từ $8\div 15$ m³ là ô tô có tải trọng từ 75÷120 tấn.

Tốc độ băng tải tỷ lệ với khoảng cách giữa các con lăn và tỷ lệ nghịch với góc dốc đặt băng. Băng tải dốc có hệ thống băng nén cho phép nâng góc dốc nên giảm được chiều dài và khối lượng xây dựng cơ bản. Với cùng năng suất, bề rộng băng tải thường ($\beta=18^\circ$) chỉ bằng 75÷80% bề rộng băng tải dốc. Hiệu quả băng tải dốc lớn nhất khi góc dốc băng đạt $43\div 45^\circ$.

Khi vận tải liên hợp, vị trí tầng tập trung bố trí tại trung tâm nhóm sẽ đảm bảo tiêu hao năng lượng nhỏ nhất. Số lượng tầng tập trung phụ thuộc khối lượng mỏ và chiều cao đới công tác.

CHƯƠNG 4: NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ VẬN TẢI ĐẤT ĐÁ HỢP LÝ CHO CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN SÂU VIỆT NAM

4.1. Nghiên cứu cơ sở lựa chọn công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam

- Kỹ thuật: Năng suất vận tải, các chỉ tiêu công nghệ.
- Kinh tế: Tổng tiêu hao năng lượng và chi phí vận tải - Xã hội: Năng suất lao động, các tiêu chuẩn môi trường...

Hàm mục tiêu: Tổng tiêu hao năng lượng và chi phí vận tải → min

4.2. Nghiên cứu các chỉ tiêu công nghệ vận tải ô tô cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam

Tổ hợp máy xúc - ô tô hợp lý khi đáp ứng được các điều kiện:

- + Đảm bảo khối lượng mỏ yêu cầu với điều kiện địa kỹ thuật hiện có;
- + Đảm bảo khả năng thông qua của đường ô tô;
- + Tiêu hao năng lượng và giá thành quy chuyển nhỏ nhất.

4.2.1. Tiêu hao năng lượng khi vận tải ô tô

Với ô tô có tải trọng từ 36÷136 tấn, năng lượng cần thiết để nâng 1 tấn khối lượng theo các chiều cao nâng, hạ tải từ 15÷600m được tính toán theo các công thức:

$$\text{- Khi lên dốc: } A_{ld} = 25,041 \cdot q^{0,109} \cdot H - 17,298 \cdot q^{-0,176}, \text{ kJ/tấn} \quad (4.1)$$

$$\text{- Khi xuống dốc: } A_{xd} = 17,145 \cdot q^{0,132} \cdot H - 9,288 \cdot q^{-0,084}, \text{ kJ/tấn} \quad (4.2)$$

$$\text{- Trên đường bằng: } A_b = 0,827 \cdot q^{0,19} \cdot L - 3,571 \cdot q^{-0,1}, \text{ kJ/tấn} \quad (4.3)$$

4.2.4. Xác định giá thành vận tải ô tô đơn thuần

Giá thành vận tải đ/tấn của ô tô theo các công thức:

$$\text{- Khi lên dốc: } C_{\text{ôl}} = 69,257 \cdot Q^{0,0181} \cdot H + 2915,314 \cdot Q^{0,0198}, \text{ đ/tấn} \quad (4.4)$$

$$\text{- Khi xuống dốc: } C_{\text{ôx}} = 17,255 \cdot Q^{0,0374} \cdot H + 2038,153 \cdot Q^{0,0027}, \text{ đ/tấn} \quad (4.5)$$

$$\text{- Vận tải bằng: } C_{\text{ôb}} = 3695,411 \cdot Q^{0,026} \cdot L + 3259,3 \cdot Q^{-0,0029}, \text{ đ/tấn} \quad (4.6)$$

4.3. Nghiên cứu các chỉ tiêu công nghệ vận tải băng tải cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam

- Năng suất giữa khâu đầu ô tô, khâu giữa bun ke nhận, khâu vận tải nâng được thể hiện theo điều kiện:

$$Q_{\text{ô}} \leq Q_{\text{bk}} \leq Q_{\text{bt}} \leq Q_{\text{th}} \quad (4.7)$$

- Khối lượng vận tải đất đá của đồng bộ thiết bị lớn nhất:

$$Q_{\text{ô}}, Q_{\text{bk}}, Q_{\text{bt}}, Q_{\text{th}} \rightarrow \max \quad (4.8)$$

Trong đó: $Q_{\text{ô}}, Q_{\text{bk}}, Q_{\text{bt}}, Q_{\text{th}}$ - tương ứng là năng suất giờ của tổ hợp ô tô, máy xúc, trạm chuyển tải, băng tải nâng trên bờ mỏ.

4.3.1. Tiêu hao năng lượng đối với băng tải thường

Năng lượng đơn vị khi nâng 1 tấn đất đá bằng băng tải nghiêng (góc dốc $\beta=18^\circ$) với các thông số kỹ thuật: $Q = 1.000 \div 10.000$ tấn/giờ; tốc độ 3,15m/s, $H = 30 \div 600$ m được thể hiện theo công thức:

$$A_{\text{bt}} = 15,92 \cdot Q^{-0,027} \cdot H + 76,793 \cdot Q^{-0,1}, \text{ kJ/tấn} \quad (4.9)$$

$$A_b = 2,503 \cdot Q^{-0,186} \cdot L + 60,274 \cdot Q^{-0,098}, \text{ kJ/tấn (khi } \beta=0^\circ) \quad (4.10)$$

4.3.2. Tiêu hao năng lượng đối với băng tải dốc

Tiêu hao năng lượng đơn vị được thể hiện theo các công thức:

$$A_{\text{bd}} = 23,497 \cdot Q^{-0,064} \cdot H - 138251,63 \cdot Q^{-0,98}, \text{ kJ/tấn (khi } \beta=30^\circ) \quad (4.11)$$

$$A_{\text{bd}} = 22,851 \cdot Q^{-0,0617} \cdot H - 177833,6 \cdot Q^{-1,023}, \text{ kJ/tấn (khi } \beta=35^\circ) \quad (4.12)$$

$$A_{\text{bd}} = 22,463 \cdot Q^{-0,06} \cdot H - 236503,6 \cdot Q^{-1,063}, \text{ kJ/tấn (khi } \beta=40^\circ) \quad (4.13)$$

4.3.3. Xác định giá thành vận tải băng tải

Giá thành vận tải băng tải theo chiều cao nâng (khi góc nâng băng

thường $\beta = 18^\circ$, băng dốc $\beta = 30^\circ\div 40^\circ$), chiều dài vận tải và năng suất giờ theo các công thức:

$$\text{Khi } \beta = 18^\circ: C_{bt} = 490,16.Q^{-0,37}.H + 1549944,48.Q^{-0,61}, \text{ đ/tấn} \quad (4.14)$$

$$\text{Khi } \beta = 30^\circ: C_{bd} = 856,657.Q^{-0,415}.H + 345953,8.Q^{-0,481}, \text{ đ/tấn} \quad (4.15)$$

$$\text{Khi } \beta = 35^\circ: C_{bd} = 691,721.Q^{-0,401}.H + 345815,9.Q^{-0,481}, \text{ đ/tấn} \quad (4.16)$$

$$\text{Khi } \beta = 40^\circ: C_{bd} = 577,945.Q^{-0,387}.H + 345688,8.Q^{-0,481}, \text{ đ/tấn} \quad (4.17)$$

$$\text{Khi } \beta = 0^\circ: C_{nm} = 501,218.Q^{-0,556}.L + 2342091.Q^{-0,66}, \text{ đ/tấn} \quad (4.18)$$

4.4. Nghiên cứu các chỉ tiêu công nghệ vận tải liên hợp ô tô - trực tải cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam

4.4.1. Tiêu hao năng lượng trực tải

4.4.1.1. Tiêu hao năng lượng trực tải skip

$$\text{Khi } \beta = 30^\circ: A_{sk} = 71,64.Q^{-0,028}.H + 18,693.Q^{0,403}, \text{ kJ/tấn} \quad (4.19)$$

$$\text{Khi } \beta = 35^\circ: A_{sk} = 123,466.Q^{-0,099}.H + 0,314.Q^{0,982}, \text{ kJ/tấn} \quad (4.20)$$

$$\text{Khi } \beta = 40^\circ: A_{sk} = 94,548.Q^{-0,062}.H + 93505,9.Q^{-0,587}, \text{ kJ/tấn} \quad (4.21)$$

4.4.1.2. Tiêu hao năng lượng trực tải nâng ô tô

$$\text{Khi } \beta = 30^\circ: A_m = 85,886.Q^{-0,013}.H + 19,657.Q^{0,363}, \text{ kJ/tấn} \quad (4.22)$$

$$\text{Khi } \beta = 35^\circ: A_m = 102,156.Q^{-0,037}.H + 0,682.Q^{0,932}, \text{ kJ/tấn} \quad (4.23)$$

$$\text{Khi } \beta = 40^\circ: A_m = 105,742.Q^{-0,043}.H + 34,526.Q^{0,469}, \text{ kJ/tấn} \quad (4.24)$$

4.4.2. Xác định giá thành vận tải trực tải

- Giá thành quy chuyển đơn vị của công nghệ vận tải trực tải skip khi $Q = 1000\div 6000$ tấn/giờ; $H \leq 400$ m với các góc dốc tuyến trực $\beta = 30^\circ, 35^\circ, 40^\circ$ được thể hiện theo các công thức:

$$\text{Khi } \beta = 30^\circ: C_{sk} = 80,936.Q^{-0,027}.H + 1078807,956.Q^{-0,796}, \text{ đ/tấn} \quad (4.25)$$

$$\text{Khi } \beta = 35^\circ: C_{sk} = 107,686.Q^{-0,065}.H + 563232,885.Q^{-0,69}, \text{ đ/tấn} \quad (4.26)$$

$$\text{Khi } \beta = 40^\circ: C_{sk} = 84,367.Q^{-0,0278}.H + 693001,5.Q^{-0,723}, \text{ đ/tấn} \quad (4.27)$$

- Giá thành quy chuyển đơn vị của vận tải trực tải nâng ô tô khi $Q = 1.000\div 3.200$ tấn/giờ; $H \leq 350$ được thể hiện theo các công thức:

$$\text{Khi } \beta = 30^\circ: C_m = 64,599.Q^{0,118}.H + 714404,093.Q^{-0,737}, \text{ đ/tấn} \quad (4.28)$$

$$\text{Khi } \beta = 35^\circ: C_m = 126,399.Q^{0,027}.H + 211469,547.Q^{-0,527}, \text{ đ/tấn} \quad (4.29)$$

$$\text{Khi } \beta = 40^\circ: C_m = 229,907.Q^{-0,053}.H + 181242,608.Q^{-0,483}, \text{ đ/tấn} \quad (4.30)$$

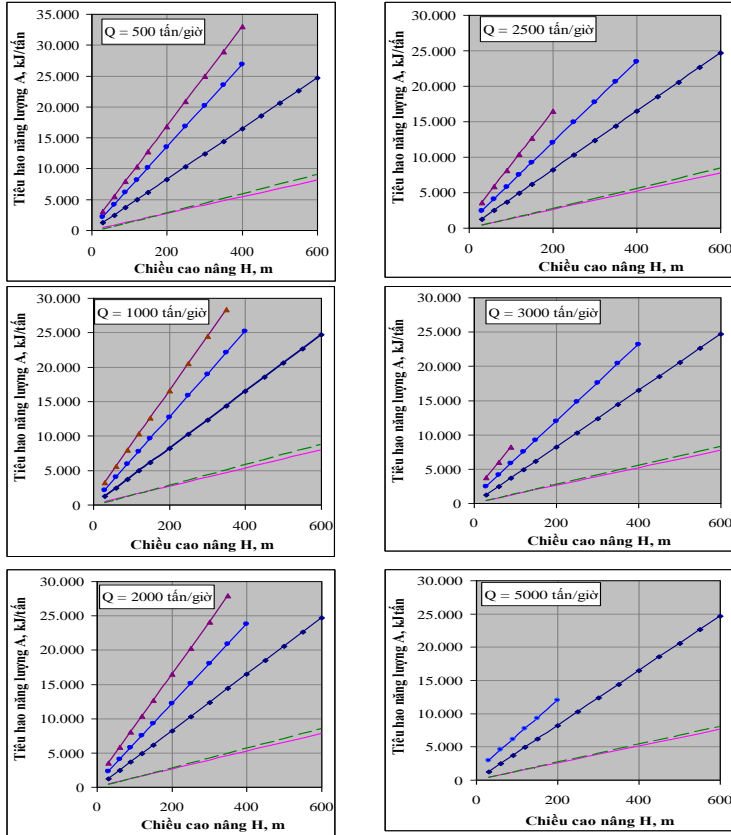
4.5. Lựa chọn công nghệ vận tải hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam

Phạm vi sử dụng các công nghệ vận tải được đánh giá qua chỉ tiêu tiêu hao năng lượng đơn vị và giá thành quy chuyển của các công

nghệ vận tải theo chiều cao nâng tải $A = f(Q,H)$; $C = f(Q,H)$. Để lựa chọn phương án vận tải tối ưu, sử dụng phương pháp lựa chọn công nghệ có tổng chi phí vận tải, tiêu hao năng lượng nhỏ nhất.

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

Kết quả so sánh $A = f(H)$ các công nghệ vận tải thể hiện ở Hình 4.1.



— Băng thường —♦— Ô tô - - - Băng dốc —■— Trục tải Skip —▲— Trục tải nâng ô tô

Hình 4.1: Chi phí năng lượng các công nghệ vận tải theo chiều sâu mỏ

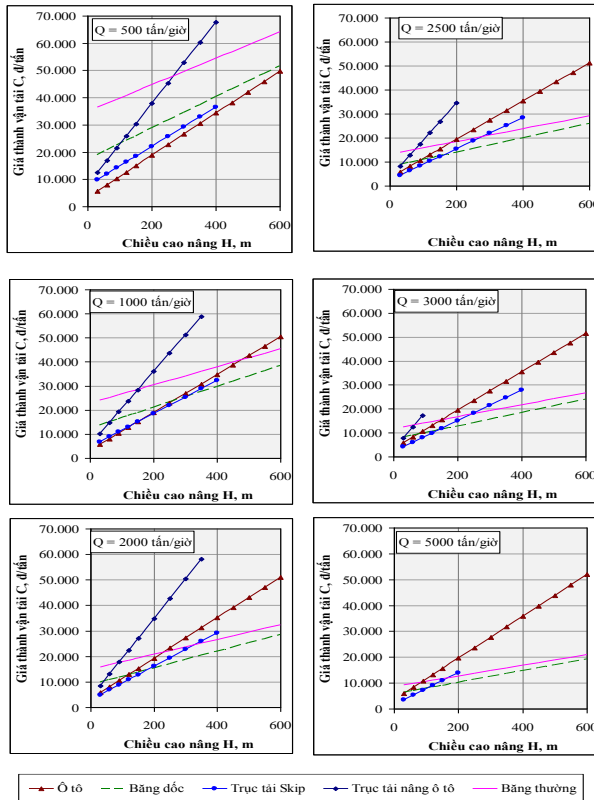
Qua Hình 4.1 cho thấy: khi khối lượng mỏ yêu cầu (Q) nhỏ hơn 2000 tấn/giờ, trục tải nâng ô tô có thể sử dụng tới chiều cao nâng $H = 370 \div 400$ m; khi $Q = 2500$ tấn/giờ, trục tải nâng ô tô sử dụng đến $H =$

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.

4.5.2. Đánh giá phạm vi sử dụng công nghệ vận tải theo tiêu chí giá thành quy chuyển với chiều sâu mỏ.

So sánh $C = f(Q,H)$ với các điều kiện: góc dốc bằng thường $\beta = 18^\circ$ và góc dốc bằng dốc, trực tải $\beta = 35^\circ$. Giá thành vận tải theo chiều cao nâng của các công nghệ vận tải: ô tô, băng tải, trực tải thể hiện ở Hình 4.2.



Hình 4.2: Giá thành các công nghệ vận tải theo năng suất và chiều sâu mỏ

Từ Hình 4.2 cho thấy:

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

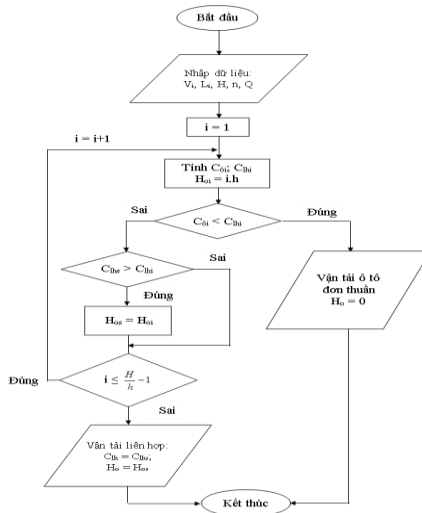
4.5.3. Lựa chọn công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam

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:

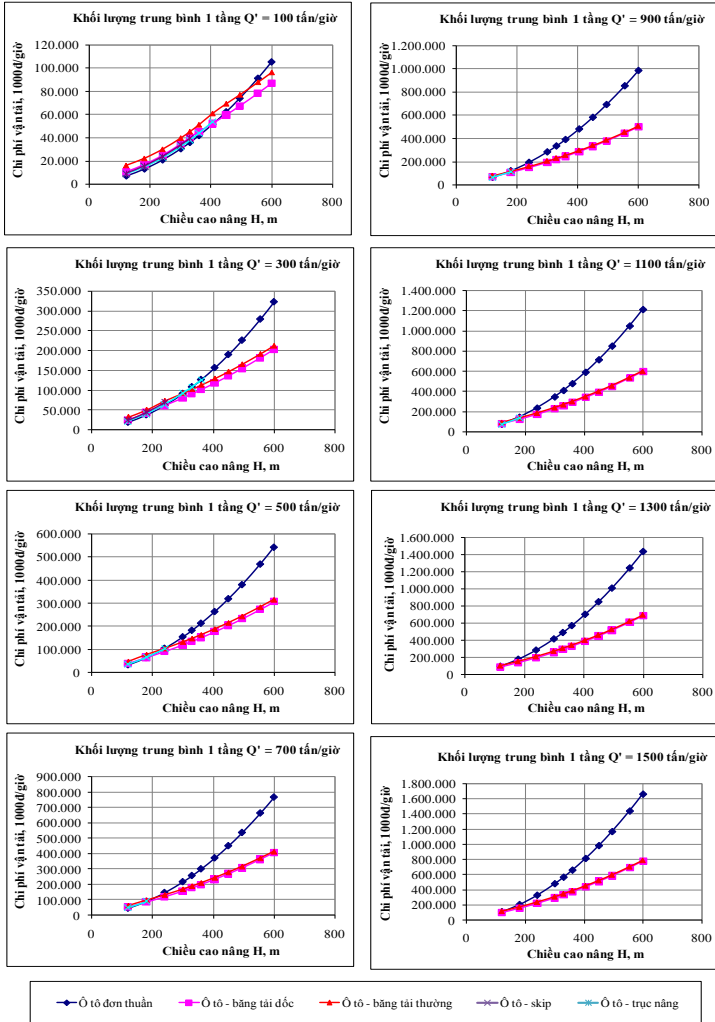
$$(C_0 - C_{LHi}) > 0$$

$$C_{tt} = \min(C_0; C_{LHi}) \tag{4.31}$$

Sơ đồ khối lựa chọn thể hiện trên Hình 4.3. Kết quả tính toán được thể hiện trên Hình 4.4.



Hình 4.3: Sơ đồ khối lựa chọn công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ



Hình 4.4: 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

Qua Hình 4.4 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 bóc 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.

- Khi xem xét mức độ ảnh hưởng môi trường của các công nghệ vận tải cho thấy: Phát thải các khí gây ảnh hưởng tới môi trường chủ yếu do quá trình đốt nhiên liệu. Theo tài liệu của WHO cung cấp về lượng phát thải khi sử dụng 1 tấn dầu đối với động cơ đốt trong tạo ra một lượng khí thải q_i như sau: SO_2 : 2,8 kg; NO_2 : 12,3 kg; HC: 0,24 kg; Bụi: 0,94 kg. Khối lượng chất thải tính toán theo công thức (4.32):

$$Q_{ti} = Q_{ni} \times q_i \quad (4.32)$$

Trong đó: Q_{ti} - khối lượng chất thải thành phần; Q_{ni} - khối lượng dầu tiêu thụ của phương án, tấn; q_i - lượng phát thải

Khi chiều sâu mỏ 120 m, $Q' = 500 \div 700$ tấn/giờ, lượng phát thải lớn nhất khi vận tải ô tô là thành phần NO_2 đạt 36,65÷95,29 tấn. Khi chiều sâu mỏ 600 m khối lượng NO_2 tăng lên 695,72÷1808,86 tấn/năm. Công nghệ vận tải băng tải sử dụng năng lượng điện nên mức độ ảnh hưởng tới môi trường ít hơn nhiều so với công nghệ vận tải ô tô. Công nghệ vận tải đất đá hợp lý tại các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam được trình bày ở Bảng 4.1.

Bảng 4.1: 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 _o , m	Công nghệ vận tải	H _o , m	Công nghệ vận tải	H _o , m	Công nghệ vận tải	H _o , m	Công nghệ vận tải	H _o , m	Công nghệ vận tải	H _o , m	Công nghệ vận tải	H _o , m	Công nghệ vận tải	H _o , 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		45		45		Ô tô - băng tải dốc	
180					75		45		45		45		45			
240					75		75		75		75		75			
300			105		75		75		75		75		Ô tô - băng tải dốc			
330			105		105		75		75		75		75			
360			105		105		105		105		105		75			
405			120		120		120		90		90		90			
450			150	Ô tô - băng tải dốc	135	105	105	105	105	105	105	105	105	105		
495	165	150	150	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
555	135	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
600	195	165	165	165	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135

4.6. Tính toán cho mỏ Cao Sơn

4.6.1. Khái quát chung về mỏ Cao Sơn

Tính từ 01/01/2015 tổng khối lượng đất mỏ Cao Sơn còn lại $981.800 \times 10^3 \text{ m}^3$ và than nguyên khai 105.720×10^3 tấn; khối lượng vận tải yêu cầu toàn mỏ 14.767 tấn/giờ; khối lượng đất đá cần vận chuyển trên 1 tầng trung bình 642 tấn/giờ. Cung độ vận tải trung bình 7 km. Các công nghệ vận tải đất đá có thể sử dụng gồm:

- Ô tô đơn thuần: Các tầng gần mặt mỏ sử dụng tổ hợp thiết bị máy xúc $E = 10,5 \text{ m}^3$ + ô tô có tải trọng $q = 96$ tấn; các tầng phía dưới sâu sử dụng tổ hợp $E = 6,7 \text{ m}^3$ + ô tô tải trọng $q = 58$ tấn;

- Ô tô - băng tải: Thông số của băng tải dốc với hệ thống nên có bề rộng băng $B = 2\text{m}$, tốc độ băng 3,15 m/s; góc dốc tuyến băng $\beta = 35^\circ$. Ô tô tải trọng 96 tấn vận tải đất đá từ gương tầng tới tầng tập trung với cung độ vận tải trung bình 1,5 km;

- Ô tô - trực tải skip: Tải trọng ô tô được lựa chọn là 96 tấn, skip có tải trọng 100 tấn, góc dốc đường trực bằng góc dốc bờ mỏ $\beta = 35^\circ$;

Các chỉ tiêu công nghệ phương án vận tải đất đá tại mỏ than Cao Sơn được trình bày ở Bảng 4.2.

Bảng 4.2: Chỉ tiêu KTKT các phương án công nghệ vận tải đất đá

Tiêu chí	Chiều cao nâng tải, m	Chiều sâu chuyên hình thức vận tải, m			Chi phí (giờ) hoạt động theo phương án vận tải, 10 ³ đ			
		Ô tô - băng tải dốc	Ô tô - băng tải thường	Ô tô Skip	Ô tô - băng tải dốc	Ô tô - băng tải thường	Ô tô - Skip	Ô tô đơn thuần
Năng lượng, kJ	60	15	15		2.376	2.477	5.426	4.302
	105	45	45		6.981	6.984	13.929	12.069
	150	60	60		13.734	13.603	26.324	23.729
	195	75	75		22.718	22.436	42.611	39.279
	255	105	105		38.328	37.815	70.381	66.068
	300	120	120		52.420	51.747	95.749	90.700
	345	135	135		68.700	67.875	125.008	119.223
Chi phí, đ	60				24.345	33.630	19.129	17.480
	105			45	45.171	54.231	40.596	39.188
	150			60	69.506	81.859	68.054	68.264
	195	60	60	75	93.122	106.178	101.595	104.709
	255	90	90	75	128.235	140.930	156.264	164.765
	300	75	75	120	156.556	169.133	214.214	218.403
	345	90	90	135	187.229	199.369	270.536	279.411

Qua Bảng 4.2 cho thấy phương án vận tải đất đá hợp lý cho mỏ than Cao Sơn là: từ tầng -100 lên tầng +50 (chiều cao nâng 150 m) vận tải ô tô đơn thuần tải trọng $q=96$ tấn kết hợp với máy xúc có $E=10,5$ m³; khi chiều cao nâng tải lớn hơn 150 m sử dụng vận tải liên hợp ô tô - băng tải dốc với thông số kỹ thuật chính: bề rộng băng: $B=2$ m; tốc độ băng $v=3,15$ m; góc dốc băng $\beta=35^\circ$. Khi đó chiều sâu chuyên tiếp từ vận tải ô tô sang liên hợp ô tô - băng tải là 60 m.

Nhận xét:

Tiêu hao năng lượng và giá thành vận tải của các công nghệ vận tải phụ thuộc chủ yếu vào các thông số và thiết bị vận tải. Tiêu hao năng lượng và giá thành vận tải đơn vị theo chiều cao nâng tải là cơ sở xác định phạm vi sử dụng công nghệ vận tải. Công nghệ vận tải đất đá tối ưu khi tổng tiêu hao năng lượng và chi phí vận tải nhỏ nhất. Tại các mỏ than lộ thiên sâu Việt Nam, ô tô đơn thuần sử dụng hiệu quả khi H nhỏ hơn 150÷180 m. Khi H lớn hơn 180 m, sử dụng công nghệ vận tải liên hợp ô tô băng tải dốc với chiều sâu chuyên tiếp dạng vận tải là 60÷75 m. Tính toán tại mỏ than Cao Sơn cho thấy: tùy thuộc chiều cao nâng tải, chi phí vận tải liên hợp ô tô - băng tải dốc bằng 70÷90% so với vận tải ô tô đơn thuần.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Luận án là công trình khoa học lựa chọn công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam nhằm đáp ứng công suất mỏ, nâng cao hiệu quả khai thác và giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Luận án có tính cấp thiết và tính thực tiễn rõ rệt. Kết quả đạt được của Luận án gồm:

1. Phân loại mỏ lộ thiên sâu trên cơ sở kích thước hình học mỏ và sự phù hợp về công nghệ vận tải

2. Bằng mô hình hóa toán học đã xác định các thông số và chỉ tiêu tối ưu cho các công nghệ vận tải; xây dựng quan hệ giữa tiêu hao năng lượng, giá thành vận tải của các công nghệ vận tải với khối lượng vận tải và chiều cao nâng tải.

3. Thiết lập phạm vi sử dụng các công nghệ vận tải trên cơ sở so sánh tiêu hao năng lượng đơn vị và giá thành theo chiều cao nâng tải. Lựa chọn được công nghệ vận tải đất đá hợp lý cho các mỏ than lộ thiên sâu ở Việt Nam theo tiêu chí tổng chi phí vận tải và tiêu hao năng lượng theo chiều cao nâng tải, khối lượng vận tải nhỏ nhất.

4. 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 180m; khi chiều cao nâng tải lớn hơn 180m sử dụng liên hợp ô tô - băng tải dốc có góc dốc tuyến bằng bằng góc dốc bờ mỏ, tầng tập trung đặt ở giữa nhóm tầng, chiều sâu chuyên tiếp từ vận tải ô tô đơn thuần sang vận tải liên hợp ô tô - băng tải dốc là 60÷75m.

5. Kết quả của Luận án tính toán thử cho công tác vận tải đất đá tại mỏ Cao Sơn là chính xác phù hợp với thực tế sản xuất, thể hiện sự đúng đắn của phương pháp đề xuất có thể áp dụng cho các mỏ lộ thiên sâu khác có điều kiện tương tự.

2. Kiến nghị

Kết quả của Luận án có thể sử dụng vào việc thiết kế công nghệ vận tải đất đá tại các mỏ than lộ thiên sâu. Ngoài ra, cần tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện sơ đồ bố trí hệ thống băng dốc, động thái dịch chuyển tầng tập trung phù hợp với quá trình đào sâu mỏ.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

1. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2009), “Công nghệ và thiết bị khai thác tầng cao trên mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh”, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHKT mở toàn quốc lần thứ XX*, Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, Vũng Tàu, tr.62-66.

2. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2010), “Các yếu tố địa kỹ thuật ảnh hưởng tới việc lựa chọn hệ thống khai thác tại các mỏ than lộ thiên sâu vùng Quảng Ninh”, *Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ*, (5), Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, tr.18-23.

3. Đỗ Ngọc Tước, Nguyễn Phú Vụ (2011), “Đánh giá khả năng sử dụng công nghệ vận tải đất đá bằng liên hợp ô tô – băng tải tại mỏ than Đèo Nai”, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị KHKT mở toàn quốc lần thứ XXII*, Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, Nha Trang, tr.192-196.

4. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2011), “Đề xuất các giải pháp giảm thiểu bụi khi vận tải đất đá bằng liên hợp ô tô – băng tải tại các mỏ lộ thiên sâu”, *Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ*, (6), Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, tr.18-21.

5. Đỗ Ngọc Tước, Bùi Xuân Nam (2011), “Xác định vị trí chuyên tải hợp lý khi sử dụng công nghệ vận tải liên hợp trên mỏ lộ thiên”, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, (6), Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, tr.30-32.

6. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2011), “Lựa chọn cỡ hạt đất đá hợp lý khi sử dụng băng tải vận tải cho các mỏ lộ thiên lớn Quảng Ninh”, *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, (6), Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, tr.33-35.

7. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2011), “Các giải pháp kỹ thuật và công nghệ đảm bảo quá trình khai thác mỏ lộ thiên sâu”, *Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ*, (4), Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, tr.18-21.

8. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2012), “Công nghệ khai thác và đào sâu hợp lý cho các mỏ than lộ thiên vùng Quảng Ninh”, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học lần thứ 20 Trường Đại học Mỏ - Địa chất*, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, tr.147.

9. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2012), “Một số giải pháp kỹ thuật khi khai thác các mỏ lộ thiên sâu Việt Nam”, *Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học phát triển bền vững công nghiệp Mỏ đảm bảo quy hoạch ngành than và an ninh năng lượng quốc gia*, Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, Hạ Long, tr.31-35.
10. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2012), “Nghiên cứu lựa chọn phương án vận tải đất đá hợp lý cho mỏ than Đèo Nai”, *Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ*, (5), Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, tr. 20-25.
11. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2012), “Đặc điểm chung và công nghệ khai thác các mỏ lộ thiên sâu Việt Nam”, *Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ*, (6), Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, tr. 25-27.
12. Đỗ Ngọc Tước, Vũ Hải Đăng (2012), “Tối ưu hóa vị trí chuyên tải trong công nghệ vận tải liên hợp trên các mỏ lộ thiên”, *Thông tin Khoa học Công nghệ Mỏ*, (11), Viện Khoa học Công nghệ Mỏ, tr. 19-21.
13. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2014), "Lựa chọn cỡ hạt đất đá và thông số khoan nổ mìn hợp lý khi sử dụng công nghệ vận tải cho mỏ Cao Sơn", *Tạp chí Công nghiệp mỏ*, (4), Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam, tr. 28-30.
14. Đỗ Ngọc Tước và nnk (2014), "*Đánh giá khả năng sử dụng công nghệ vận tải đất đá bằng liên hợp ô tô - băng tải dốc có hệ thống băng nén cho mỏ than Khánh Hòa*", *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học lần thứ 21 Trường Đại học Mỏ - Địa chất*, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, tr.147.
15. Do Ngoc Tuoc, Nguyen Phu Vu, Bui Xuan Nam (2008), Selection on suitable overbuden hauling technology for Vietnam surface coal mines, Procceding of the 1st International Conference on Advances in Mining and Tunneling, 20-21 August 2008, Hanoi, Vietnam, p.112-118
16. Do Ngoc Tuoc, Bui Xuan Nam, Nguyen Phu Vu (2010), Selection of surface miners and suitable technological schemes for some surface coal and bauxite mines in Vietnam, Procceding of the 10th International Symposium on Continuous Surface Mining, 13-15 September 2010, TU Bergakademie Freiberg, Gemany, p.139-143.
17. Do Ngoc Tuoc, Bui Xuan Nam, Le Thi Thu Hoa (2012), Selection on suitable hauling method of waste rocks for Deonai coal mine, Procceding of the Sciences and Technologies Towards: PSU-IC2012, Songkla, Thailand, p.105-108.