

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA GÓC NGHIÊNG CÁNH XOẮN TANG MÁY KHẤU THAN ĐẾN HIỆU QUẢ VẬN CHUYỂN THAN LÊN MÁNG CÀO

Nguyễn Khắc Lĩnh, Phạm Văn Tiến

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Email: khaclinhhung@gmail.com

TÓM TẮT

Góc nghiêng cánh xoắn tang máy khâu than là thông số quan trọng ảnh hưởng tới chế độ làm việc máy khâu, trong đó có hiệu quả chuyển tải than lên máng cào. Bài báo đưa ra phương pháp đánh giá quá trình chất tải than bằng tang khâu của máy khâu từ vùng phá vỡ đến máng cào và phương pháp lựa chọn góc xoắn tối ưu của cánh xoắn tang khâu bằng cách thực hiện các phân tích chuyển động của dòng than từ tang máy khâu lên máng cào, đồng thời tiến hành mô phỏng trên phần mềm EDEM với 5 giá trị góc xoắn khác nhau 16°, 18°, 20°, 22°, 24° với đường kính 1.800 mm.

Từ khóa: khai thác than hầm lò, máy khâu, tang máy khâu, máng cào chuyển tải, hiệu quả chuyển tải than.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tang khâu được xem là bộ phận cơ bản và quan trọng, quyết định đến hiệu quả làm việc của máy khâu với ưu điểm nhỏ gọn, làm việc tin cậy, có khả năng đồng thời cắt than và chất tải lên máng cào. Tuy nhiên, có đến 40% than khai thác bằng máy khâu có đường kính $d \leq 1$ mm, đồng nghĩa với việc chi phí năng lượng riêng cao, sinh bụi lớn. Các nghiên cứu trước đây về tang khâu nhằm mục đích tìm kiếm giải pháp kỹ thuật nâng cao hiệu quả quá trình khai thác, chủ yếu tập trung vào nghiên cứu quá trình cắt, trong khi đó thường bỏ qua quá trình vận chuyển than để chất tải lên máng cào. Vì vậy, để nâng cao hiệu quả làm việc của tang khâu máy khâu than cần nghiên cứu về quá trình vận chuyển than của tang khâu lên máng cào đi theo máy khâu, trong đó thông số quan trọng là góc nghiêng cánh xoắn.

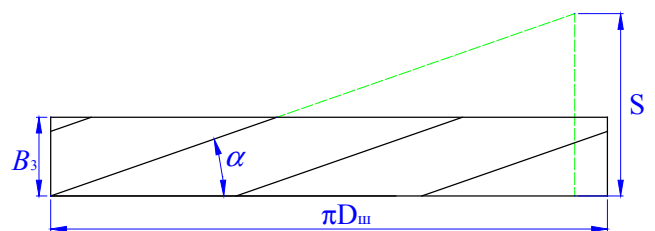
2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Vận chuyển than của tang khâu

Về cơ bản, cách thức vận chuyển than để chất tải lên máng cào của tang khâu gần giống như vít tải đặc trưng như hệ số điền đầy bằng 0,3 ÷ 0,4. Quá trình chất tải than lên máng cào bắt đầu từ khi phá vỡ (bóc tách) than khỏi nguyên khối, sau đó tách than khỏi vùng phá vỡ bằng cánh xoắn, dưới lực đẩy của cánh xoắn than di chuyển vào vùng

giữa tang khâu và thành máng cào. Ở đây than di chuyển tự do, không được định hướng và lực đẩy từ tang khâu yếu dần theo phương chuyển động của than.

Ngoài ra, trong quá trình vận tải có thể xảy ra hiện tượng tuần hoàn và tự đập nhỏ dẫn đến làm giảm năng suất vận tải và tăng chi phí năng lượng. Những ảnh hưởng này phụ thuộc rất lớn vào tính chất của vật liệu vận tải và các thông số hình học, chế độ làm việc của tang khâu. Một số tài liệu nghiên cứu cho thấy, khi góc cánh xoắn α (Hình H.1) thay đổi thì hiệu quả chất tải thay đổi đáng kể.



H.1. Góc của cánh xoắn trên tang khâu

Để đánh giá hiệu quả của của máy và thiết bị mỏ, người ta thường dùng các chỉ tiêu như tiêu thụ năng lượng riêng, năng suất và cấp hạt của sản phẩm khai thác [1÷3]. Năng suất lý thuyết của tang khâu phụ thuộc các thông số cấu tạo và chế độ làm việc của nó, được xác định theo công thức sau [4, 5]:

$$Q_h = 60 \cdot \left[\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) - \frac{(D - d) \cdot \delta \cdot N}{2 \sin \alpha} \right] S \cdot n \cdot K_d \cdot c, \text{ tấn} / \text{h} \quad (1)$$

Trong đó: D - đường kính ngoài của tang khâu, m; d - đường kính của tuabin, m; δ - chiều dày cánh xoắn, m; N - số lượng cánh xoắn; S - bước cánh xoắn, m; n - số vòng quay, r/min; K_d - hệ số chất đầy tang khâu; c - hệ số kể đến góc nghiêng của vỉa.

Tuy nhiên trong thực tế, lượng than đến được máng cào phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố. Vì vậy, lượng than được chất lên máng cào bằng tang khâu có thể được xác định theo công thức sau:

$$Q_m = Q_{it} - Q_p - Q_m, \text{ tấn/h} \quad (2)$$

Trong: Q_o - lượng than không được chất tải nằm lại giữa khoảng trống của máng cào và tang khâu trong một giờ, tấn/h; Q_p - lượng than mất mát dưới máng cào trong một giờ, tấn/h.

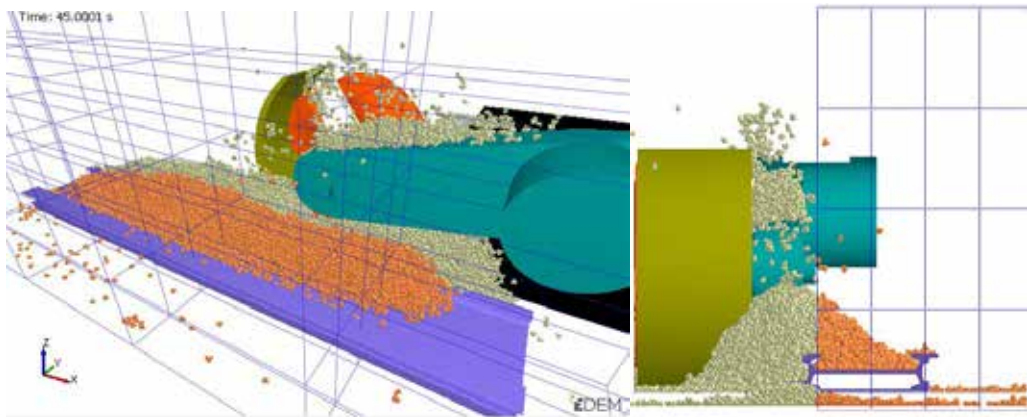
Năng lượng riêng của quá trình đặc trưng cho tính hiệu quả được xác định bằng năng lượng tiêu thụ chia cho năng suất:

$$H_w = \frac{P}{Q_K} = \frac{M \cdot n}{9550 \cdot Q_K} \text{ kW.h} / \text{tấn}, \quad (3)$$

Trong đó: P - công suất của máy cho quá trình chất tải lên máng cào, kW; M - momen xoắn trên tang khâu, N.m; Q_K - lượng than được chất lên máng cào trong một đơn vị thời gian, tấn/h; n - tần số quay của tang khâu, r/min.

2.2. Xác định góc nghiêng tối ưu cánh xoắn của tang khâu máy khâu than

Để xác định góc nghiêng tối ưu cánh xoắn của tang khâu máy khâu than có thể thực hiện bằng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm. Tiến hành thay đổi góc nghiêng, xác định năng lượng riêng của quá trình chất tải với các góc nghiêng khác nhau theo công thức (3), từ đó lựa chọn góc nghiêng với tiêu hao năng lượng riêng thấp nhất. Tuy nhiên, triển khai nghiên cứu thực nghiệm là quá trình phức tạp, chi phí lớn. Một phương pháp khác có hiệu quả hơn là thực hiện bằng phương pháp mô phỏng. Trong những phần mềm có thể sử dụng ở đây là phần mềm EDEM, sử dụng rất hiệu quả để mô phỏng vật liệu rời. Trên Hình H.2 thể hiện mô phỏng quá trình vận chuyển than của tang khâu lên máng cào. Tiến hành mô phỏng đối với tang khâu máy khâu than có đường kính 1800 mm.



H.2. Mô phỏng quá trình vận chuyển than của tang khâu lên máng cào bằng phần mềm EDEM

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả mô phỏng tính toán giá trị mô men và năng suất vận chuyển than của tang khâu có đường kính 1800 mm thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2.

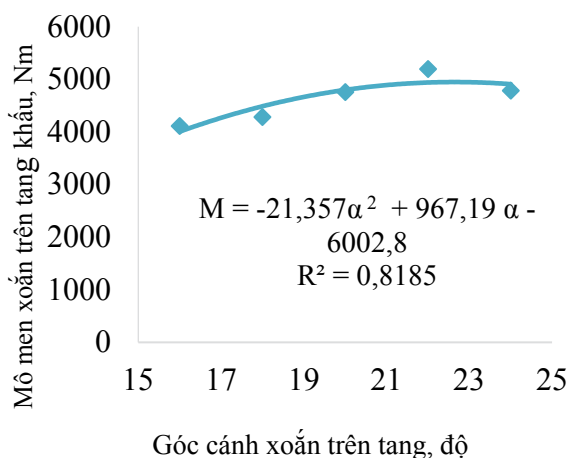
Bảng 1. Giá trị mômen trên tang khấu theo góc cánh xoắn

Góc cánh xoắn (°)	Mô men xoắn lớn nhất, Nm	Mô men xoắn nhỏ nhất, Nm	Mô men xoắn trung bình, Nm
16	4332	3710	4113
18	4527	3820	4284
20	5202	4457	4757
22	5894	4563	5196
24	5630	4256	4786

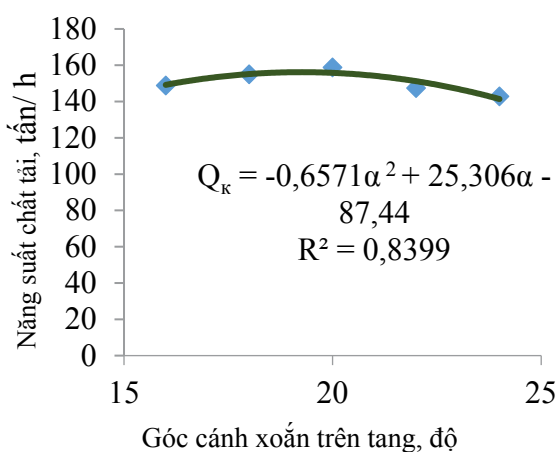
Bảng 2. Năng suất chất tải của tang khấu theo góc nghiêng cánh xoắn

Góc cánh xoắn (°)	Khối lượng than trên máng cào (sau 15s), kg	Khối lượng than nằm lại trên máng cào (sau 15s), kg	Năng suất, tấn/h
16	535,680	487,8	148,8
18	557,712	466,4	155,0
20	571,536	452,4	158,8
22	530,496	493,6	147,4
24	514,08	510,0	142,8

Từ kết quả mô phỏng thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2 cho thấy, mômen xoắn và năng suất vận chuyển than của tang khấu thay đổi khi góc cánh xoắn thay đổi (trong khoảng 16 - 24 độ). Giá trị lớn nhất của mômen xoắn trên tang khấu khi góc nghiêng là 22 độ và năng suất chất tải đạt giá trị lớn nhất khi góc nghiêng là 20 độ. Đồ thị phụ thuộc của mômen và năng suất chất tải vào góc cánh xoắn tang khấu có đường kính 1800 mm được thể hiện trong Hình H.3.



a)



b)

H.3. Quan hệ giữa mô men, năng suất vận chuyển than của tang khấu và góc nghiêng cánh xoắn

Sự phụ thuộc của mômen trên tang khấu từ góc nghiêng cánh xoắn có thể được thể hiện bằng công thức:

$$M = -21,357\alpha^2 + 967,19\alpha - 6002,8, \text{ N.m}, \tag{4}$$

Với hệ số $R^2 = 0,8185$. Khảo sát phương trình (4) tìm được điểm cực trị (mômen đạt giá trị lớn nhất) khi góc $\alpha = 22,6^\circ$. Sự phụ thuộc của năng suất chất tải vào góc nghiêng cánh xoắn trên tang khấu được thể hiện bằng công thức:

$$Q_k = -0,6536\alpha^2 + 25,165\alpha - 86,112, \text{ tấn/h} \tag{5}$$

Với hệ số $R^2 = 0,8382$. Khảo sát phương trình (5) nhận được giá trị lớn nhất của năng suất khi góc $\alpha = 19,2$ độ. Từ phương trình (4) và (5) có thể xem quy luật của mômen xoắn và năng suất vận chuyển than thay đổi theo đường parabol khi góc của cánh

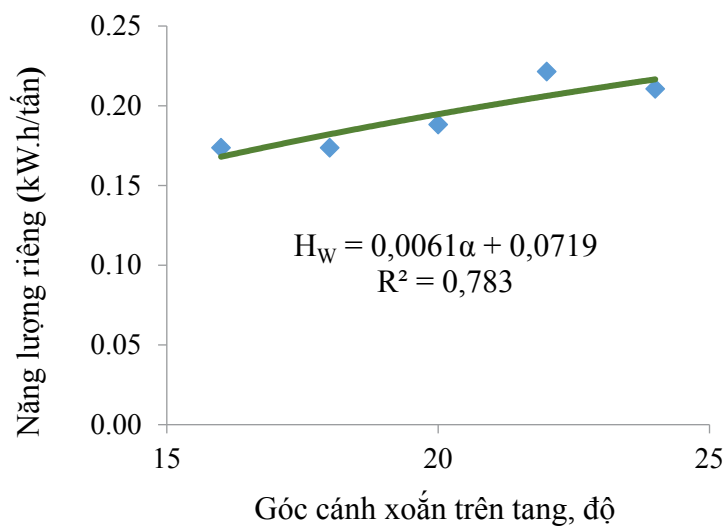
xoắn thay đổi từ 16 đến 24 độ. Vì vậy, khi lựa chọn góc xoắn tối ưu cần phải kể đến đồng thời: năng suất, mômen xoắn và năng lượng riêng. Năng lượng riêng của quá trình chất tải được xác định trong Bảng 3.

Bảng 3. Năng lượng riêng của quá trình chất tải theo góc cánh xoắn

Góc cánh xoắn (°)	Mô men xoắn trung bình, (Nm)	Năng suất, tấn/h	Năng lượng riêng, kWh/tấn
16	4113	148,8	0,17
18	4284	155,0	0,17
20	4757	158,8	0,19
22	5196	147,4	0,22
24	4786	142,8	0,21

Phương trình liên hệ giữa năng lượng riêng của quá trình chất tải với góc cánh xoắn có thể được xác định bằng công thức:

$$H_w = 0,0061\alpha + 0,0719, \text{ kWh/tấn} \quad (6)$$



H.4. Quan hệ năng lượng riêng vận chuyển than và góc nghiêng cánh xoắn

Từ phương trình (6) có thể thấy rằng, khi góc cánh xoắn của tang khẩu tăng thì năng lượng riêng của quá trình chất tải cũng tăng. Vì vậy, lựa chọn góc cánh xoắn 19,2 độ khi năng suất chất tải đạt giá trị lớn nhất được xem là hợp lý.

4. KẾT LUẬN

➤Lựa chọn góc nghiêng của cánh xoắn tang khẩu máy khẩu than cần căn cứ vào các thông số: mômen xoắn trên tang khẩu; năng suất; và năng lượng riêng vận chuyển than lên máng cào. Trong

đó, năng lượng riêng thấp nhất là tiêu chí quan trọng;

➤ Đối với tang khẩu có đường kính 1800 mm, năng suất chất tải lên máng cào đạt giá trị lớn nhất 158,8 tấn/h khi góc cánh xoắn bằng 19,2 độ được xem là góc chất tải tối ưu theo điều kiện mô phỏng;

➤Trong quá trình thiết kế tang khẩu, có thể áp dụng phần mềm EDEM để lựa chọn góc nghiêng cánh xoắn nhằm nâng cao hiệu quả làm việc máy khẩu than □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyen Khac Linh, Gabov V.V., Zadkov D.A. (2018), Improvement of Drum Shearer Coal Loading Performance // Eurasian Mining, No. 2, 2018. pp. 22-25.
2. Nguyen Khac Linh, Gabov V.V., Zadkov D.A., Le Thanh Binh (2018), Justification of Process of Loading Coal onto Face Conveyors by Auger Heads of Shearer-Loader Machines // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 327, 2018. 042132 DOI:10.1088/1757-899X/327/4/042132.
3. Nguyen Khac Linh, Gabov V.V., Lykov Y.V. (2018), Substantiation of Parameters of Coal Unloading Process onto Conveyor Using Shearer Drums.
4. Сафохин М.С., Александров Б.А., Нестеров В.И. (1995), Горные машины и оборудование. М.: Недра, 1995. 463 с.
5. Позин Е.З., Меламед В.З., Тон В.В. (1984), Разрушение угля выемочными машинами. М.: Недра. 288 с.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo được hỗ trợ kinh phí từ Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường “Nghiên cứu tính toán, thiết kế tang cất của máy khâu dùng trong lò chợ cơ giới hóa”, mã số T23-08.

STUDY ON THE INFLUENCE OF THE INCLINATION ANGLE OF SHEARER DRUM SPIRAL BLADE ON THE EFFICIENCY OF COAL CONVEYING TO SCRAP CONVEYOR

Nguyen Khac Linh, Pham Van Tien

ABSTRACT

The inclination angle of the shearer drum spiral blade is an important parameter affecting the working mode of the shearer, including the efficiency of transferring coal to scrap conveyor. This paper presents the method to evaluate the coal loading process by shearer drum from the breaking zone to the scrap conveyor and the method for choosing the optimal inclination angle of the shearer drum spiral blade by performing motion analysis of coal flow from shearer drum to the scrap conveyor, and simulated on EDEM software with 5 different values of inclination angles 16°, 18°, 20°, 22°, 24° with a shearer drum diameter of 1800 mm.

Keywords: *underground coal mining, shearer, shearer drum, scrap conveyors-*

Ngày nhận bài: 19/4/2023;

Ngày gửi phản biện: 20/4/2023;

Ngày nhận phản biện: 22/5/2023;

Ngày chấp nhận đăng: 28/5/2023.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.