

# TÍNH TOÁN LỰC GIỮ CÁP CẦN THIẾT CỦA CON LĂN ĐÈ CÁP TRONG TÒI VÔ CỤC

TS. Phùng Khắc Sỹ, TS. Nguyễn Trọng Tài, ThS. Dương Anh Tuấn –  
Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

**Tóm tắt:** Bài báo phân tích, nghiên cứu tính toán lực giữ cáp cần thiết của con lăn đè cáp trong tời vô cực tại các vị trí đường lò có độ dốc và địa hình thay đổi nhằm giữ cho dây cáp không bị chệch khỏi quỹ đạo từ đó tính toán được lực đàn hồi của lò xo, để lựa chọn loại lò xo với các thông số cần thiết để có thể giữ được cáp.

**Từ khóa:** Con lăn đè cáp, đàn hồi, lò xo, lực giữ cáp, tời vô cực.

## 1 Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, các mỏ khai thác ngày càng xuống sâu khiến cho công tác vận tải than, xúc bốc, vận chuyển đất đá cũng như các thiết bị phụ trợ phục vụ cho khai thác trở nên khó khăn. Việc áp dụng hình thức vận tải kiểu tời vô cực đang dần chiếm lợi thế nhất định trong vận tải mỏ do có chi phí đầu tư thấp, dễ chế tạo, đơn giản trong việc vận hành bảo dưỡng, với khối lượng hàng hóa có thể vận chuyển lớn, tận dụng được cơ sở hạ tầng sẵn có, hoạt động được ở những nơi có địa hình phức tạp, địa chất không ổn định như lò chõ. Tuy nhiên, tại những vị trí đường lò có độ dốc và địa hình thay đổi cần phải giữ cáp không bị bật lên và đi theo quỹ đạo. Khi đó, con lăn đè cáp được lắp đặt với nhiệm vụ giữ cáp cố định giữa hai đường ray. Việc thiết kế con lăn đè cáp là rất quan trọng, trong đó, chi tiết chính là bộ lò xo tì (lò xo 1 và 2), cần tính toán, lựa chọn bộ lò xo đè cáp có các thông số đáp ứng được yêu cầu.

## 2 Tính toán lực giữ cáp cần thiết của con lăn

Giả thiết khi lắp đặt các con lăn đè cáp, đường ray không bị biến dạng, các lực cản ma sát là nhỏ không đáng kể. Lực tác dụng lên các con lăn chủ yếu là lực căng trên cáp  $F$  và lực đàn hồi của lò xo  $F_0$ , thể hiện trên hình 1.

Lực  $F_0$  hướng ra ngoài có xu hướng đẩy cáp bung ra ngoài, được tính theo công thức:

$$F_0 = F \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

Trong đó:  $\alpha$  – góc nghiêng của cáp, độ.

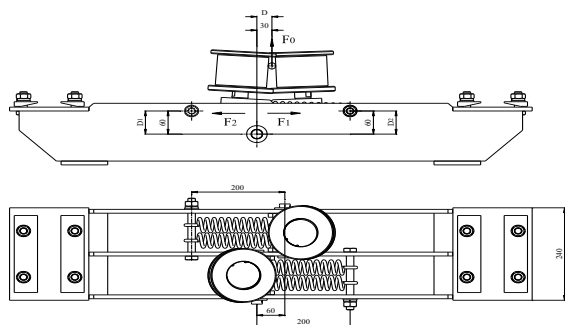
Áp dụng tính toán trong trường hợp cụ thể với lực căng cáp lớn nhất  $F = 21\ 503\ \text{N}$ , góc nghiêng lớn nhất  $\alpha = 16^\circ$ , ta có:

$$F_0 = 21\ 503 \cdot \sin 16^\circ = 5\ 927\ \text{N}$$



Hình 1. Lực do cáp tác dụng lên con lăn đè cáp

$D$  là khoảng cách từ lực  $F$  đến trục quay của giá quay con lăn. Các lò xo 1 và 2 được lắp trên hai con lăn sẽ tạo ra lực đàn hồi  $F_1$  và  $F_2$ , với khoảng cách tới trục quay lần lượt là  $D_1$  và  $D_2$ . Sơ đồ tính toán lực đàn hồi lò xo được thể hiện như hình 2.



Hình 2. Sơ đồ tính toán lực đàn hồi lò xo

Momen do các lực tạo ra

$$M = F_0 \cdot D - F_1 \cdot D_1 = F_0 \cdot D - F_2 \cdot D_2 \quad (1.2)$$

Khi  $M > 0$ , momen do lực căng cáp tạo ra lớn hơn momen do lực đàn hồi của lò xo, cáp sẽ có xu hướng bị bật ra ngoài. Khi  $M < 0$ , momen

của lực đàn hồi lò xo lớn hơn momen do lực căng cáp gây ra, cáp được giữ trong con lăn không bị bung ra ngoài. Để thuận tiện cho chế tạo lắp đặt, lựa chọn  $F_1 = F_2$  và  $D_1 = D_2$ . Như vậy, điều kiện để có thể giữ cáp ở trong các con lăn đề cập:

$$F_1 = F_2 > F_0 \cdot \frac{D}{D_1}$$

Theo thiết kế,  $\frac{D}{D_1} = \frac{1}{2}$ , nên:

$$F_1 = F_2 > 2 \cdot 965 \text{ N}$$

Lựa chọn lực đàn hồi  $F_{dh} = 3 \cdot 000 \text{ N}$ .

### 3 Tính toán lựa chọn lò xo

Với 2 lò xo lắp song song với nhau, lực đàn hồi của mỗi lò xo sẽ là:

$$F_{lx} = \frac{F_{dh}}{2} = 1 \cdot 500 \text{ N}$$

- Lựa chọn vật liệu làm lò xo:

Lò xo yêu cầu phải có tính đàn hồi cao, không thay đổi trong một thời gian dài và có đủ độ bền. Vật liệu chế tạo lò xo thường là thép đàn hồi có hàm lượng cacbon trung bình đến cao (0,5 - 1%). Có thể bổ sung một lượng nhất định các nguyên tố hợp kim, trong đó quan trọng nhất là nguyên tố Mn hoặc Si với một lượng 1 - 2% để tăng mạnh tính đàn hồi. Ngoài ra còn có Cr, Ni, V, B để tăng độ thấm tôi, độ bền và độ dai cho thép. Để đạt được giới hạn đàn hồi cao nhất, thép được nhiệt luyện có tổ chức Trustit ram bằng cách tôi và ram trung bình.

Nhóm tác giả lựa chọn vật liệu làm lò xo là loại thép cacbon C70 thông dụng, với nhiệt độ tôi ~830 °C, nhiệt độ ram 480 °C để đạt được độ bền kéo  $\sigma_b = 1 \cdot 100 \text{ MPa}$ . Độ bền xoắn cho phép của lò xo theo  $[\tau] = 750 \text{ MPa}$ .

- Tính chọn kích thước:

Từ lực đàn hồi của lò xo  $F_{lx} = 1 \cdot 500 \text{ N}$ , theo tiêu chuẩn TCVN 2022-1997, ta chọn trước lò xo có đường kính dây  $d = 7 \text{ mm}$ , đường kính ngoài  $D_{ng} = 48 \text{ mm}$ , đường kính trung bình  $D_{tb} = 41 \text{ mm}$ . Đường kính lò xo được kiểm

NGHIỆM theo công thức [1]:

$$d \geq 1,6 \cdot \sqrt{\frac{k F_{lx} c}{[\tau]}} \tag{3}$$

Trong đó: - c: Hệ số tỉ lệ đường kính

$$c = \frac{D_{tb}}{d} = 5,86$$

- k: Hệ số Wahl

$$k = \frac{4c + 2}{4c - 3} = 1,24$$

Thay số liệu vào (3) được  $d \geq 6,11 \text{ mm}$ . Như vậy, lựa chọn  $d = 7 \text{ mm}$  thỏa mãn.

Số vòng làm việc của lò xo tính theo công thức:

$$n = \frac{x G d}{8 c^3 (F_{max} - F_{min})} \tag{4}$$

Trong đó: x - chuyển vị làm việc của lò xo, dự tính  $x = 60 \text{ mm}$ ; G - môđun đàn hồi trượt,  $G = 8 \cdot 10^4 \text{ MPa}$ ;  $F_{max}$  - lực làm việc tối đa của lò xo,  $F_{max} = F_{lx} = 1 \cdot 500 \text{ N}$ ;  $F_{min}$  - lực của lò xo ở trạng thái không làm việc,  $F_{min} = 0 \text{ N}$ .

Thay vào công thức (4) được  $n = 13,91$  vòng, chọn  $n = 14$  vòng.

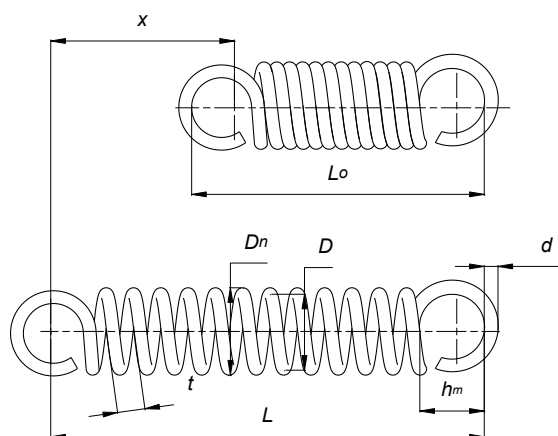
Chiều dài lò xo khi tự do (chưa chịu lực):

$$L_0 = n \cdot d + 2 h_m = 14 \cdot 7 + 2 \cdot 40 = 178 \text{ mm} \tag{6}$$

Trong đó:  $h_m$  - chiều cao một đầu móc,  $h_m = (0,5 \div 1) D_{tb}$ , chọn  $h_m = 40 \text{ mm}$ .

Chiều dài lò xo khi làm việc:

$$L = L_0 + x = 178 + 60 = 238 \text{ mm}$$



Hình 3. Các kích thước cơ bản của lò xo khi tự do và khi làm việc

Thông số làm việc của lò xo được thể hiện trong bảng 1.

**Bảng 1. Bảng giá trị các thông số lò xo**

TT	Các thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
1	Đường kính dây lò xo	d	mm	7
2	Đường kính ngoài lò xo	D <sub>n</sub>	mm	48
3	Đường kính trung bình	D <sub>tb</sub>	mm	41
4	Số vòng làm việc	n	vòng	14
5	Lực làm việc	F	N	1 500
6	Chiều dài không tải	L <sub>0</sub>	mm	178
7	Vật liệu chế tạo	Thép cacbon C70		

Ở trạng thái tĩnh, lực căng cáp rất nhỏ, cáp sẽ không bị bật ra khỏi con lăn giữ cáp. Khi hệ thống bắt đầu làm việc với tải trọng lớn nhất, lực căng cáp đột ngột tăng lên rất nhanh. Lúc này, các con lăn đề cáp có thể không giữ được và cáp bị bung ra ngoài. Ngoài ra, tại vị trí góc dốc lớn, nếu chỉ dùng một giá con lăn đề cáp thì làm cho cáp bị gập khúc đột ngột, làm giảm khả năng giữ

cáp của giàn con lăn. Cho nên, trên các đoạn dốc lớn 5 ÷ 16° cần bố trí số lượng các con lăn đề cáp hợp lý để cáp không bị gập khúc đột ngột, giảm được ứng suất tập trung trong cáp và tăng được hiệu suất giữ cáp. Số lượng con lăn đề cáp sẽ được chọn theo bảng 2 [2].

**Bảng 2. Bảng lựa chọn số lượng con lăn đề cáp theo góc dốc**

Góc dốc của tuyến đường, độ	Số lượng giàn con lăn giữ cáp
0 ÷ 4	1
5 ÷ 8	2
9 ÷ 12	3
13 ÷ 16	4

Dựa vào bảng 2, tùy thuộc góc dốc cụ thể trên tuyến vận tải mà có thể bố trí số lượng con lăn đề cáp cho phù hợp và đảm bảo khả năng làm việc của các thiết bị.

#### 4 Kết luận

Qua các kết quả tính toán ở trên có thể lựa chọn được loại lò xo thích hợp để giữ cáp và tính được số lượng giàn con lăn đề cáp cần thiết với các đường lò có độ dốc khác nhau.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. 李 葫 - 无极绳连续牵引车 弯道护轨装置的优化设计[J]。煤矿机械, 2019.
2. 刘永峰, 赵远鹏- SQ 型无极绳连续牵引车压绳轮组运行失效分析[J]。矿山机械, 2019.