

# NGHIÊN CỨU LỰC MA SÁT, LỰC VA ĐẬP VÀ LỰC CORIOLIS TÁC ĐỘNG LÊN THÙNG TRỤC TRỤC TẢI GIẾNG ĐỨNG

TẠ NGỌC HẢI

Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam

NGUYỄN ĐỨC LINH

Công ty CP TVĐT Mỏ và Công nghiệp-Vinacomin

Email: djemore20@yahoo.com

Trong trục tải giếng đứng mỏ than hầm lò, thùng trục (skip, thùng cũi) là thiết bị quan trọng. Độ an toàn, tin cậy khi làm việc của nó ảnh hưởng tới độ an toàn, tin cậy của các thiết bị trong hệ thống nói riêng, của cả hệ thống nói chung. Để đảm bảo thùng trục làm việc an toàn, cần tính toán bền kết cấu thùng trục. Thông số đầu vào để tính toán bền là các lực tác động lên thùng trục. Hiện nay, trong tính toán, lực tính toán hay còn gọi là lực tiêu chuẩn chỉ bao gồm tải trọng do khối lượng bản thân thùng trục và hàng vận chuyển trong thùng trục. Một số lực tác dụng phụ khác chưa tính đến, trong đó có lực ma sát và va đập và lực Coriolis tác động lên thùng trục. Để chính xác hơn trong tính toán kết cấu thùng trục, cần khảo sát, đánh giá các lực này.

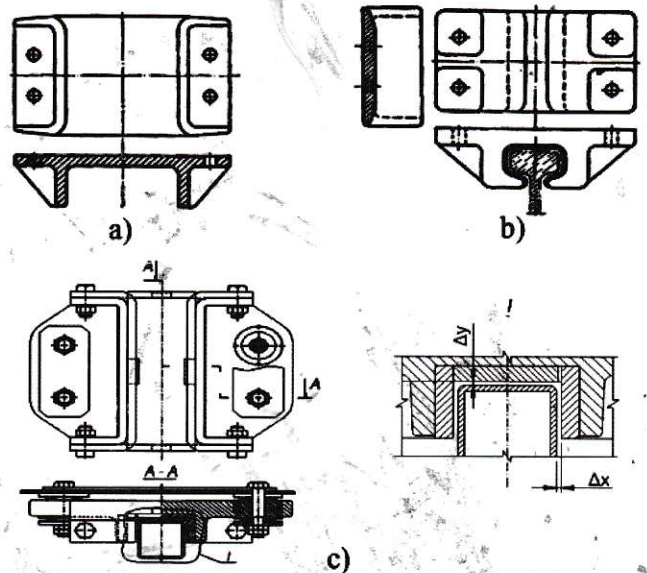
## 1. Kết cấu dẫn hướng thùng trục

Trong khi làm việc, thùng trục chuyển động lên xuống nhờ lực của cáp nâng, dọc theo đường dẫn hướng của cốt giếng. Do cốt giếng có đường dẫn cứng (cốt giếng cứng) được sử dụng phổ biến hơn, cốt giếng có đường dẫn bằng cáp thép, cho nên ở đây chỉ xem xét thùng trục làm việc với cốt giếng cứng. Liên kết giữa thùng trục và đường dẫn hướng được thực hiện bằng các dẫn hướng, lắp cố định trên thùng trục. Dẫn hướng của thùng trục có các loại:

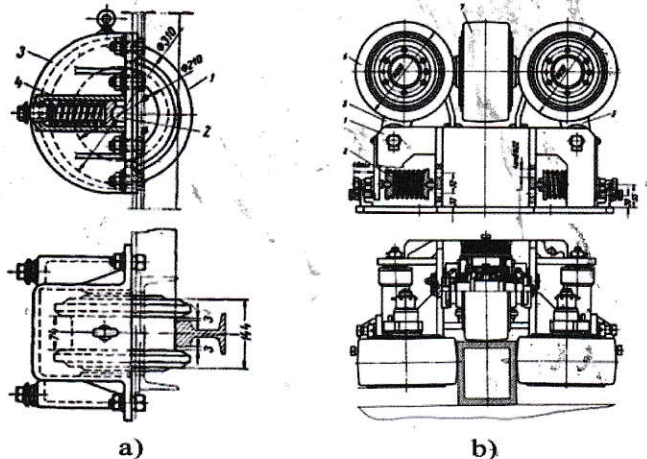
➢ Dẫn hướng cứng, trượt: kiểu kín (hình H.1.b), kiểu hở (hình H.1a, c);

➢ Dẫn hướng đàn hồi, con lăn (hình H.2).

Dẫn hướng cứng, trượt (dẫn hướng cứng) dùng cho đường dẫn chế tạo từ các thanh dẫn bằng thép ray với vận tốc nâng thùng trục nhỏ hơn 8 m/s. Dẫn hướng đàn hồi, con lăn (dẫn hướng con lăn) dùng cho đường dẫn chế tạo từ các thanh thép hộp với vận tốc nâng lớn. Mỗi con lăn có bộ phận giảm chấn riêng, bề mặt được bọc cao su. Để đảm bảo an toàn, thùng trục lắp dẫn hướng con lăn vẫn phải trang bị thêm dẫn hướng cứng làm nhiệm vụ dẫn hướng an toàn.



H.1. Dẫn hướng cứng, trượt của thùng trục:  
a, c - Kiểu hở; b - Kiểu kín



H.2. Dẫn hướng đàn hồi, con lăn của thùng trục:  
a - Thanh dẫn thép ray; b - Thanh dẫn thép hộp



**2. Lực ma sát**

Trong khi làm việc, có nhiều yếu tố tác động lên các thiết bị của trục tải giếng đứng. Mặt khác, các thiết bị của hệ thống cũng tác động qua lại với nhau [1], [2], [3]. Đối với thùng trục, khi làm việc, thùng trục tác động vào đường dẫn cốt giếng. Do vậy, giữa dẫn hướng và đường dẫn xuất hiện lực ma sát. Lực ma sát tác động từ thùng trục tới đường dẫn của cốt giếng là: lực ma sát trượt khi dùng dẫn hướng cứng; lực ma sát lăn khi dùng dẫn hướng con lăn. Lực ma sát được tính theo các công thức sau:

$$F_{mst} = N \cdot \mu_t \tag{1}$$

$$F_{msl} = N \cdot \mu_l \tag{1}$$

Trong đó: N - Phản lực tác động từ đường dẫn lên dẫn hướng, N;  $\mu_t, \mu_l$  - Hệ số ma sát trượt và ma sát lăn của dẫn hướng thùng trục ( $\mu_t=0,4; \mu_l=0,01+0,02m$ ) [5].

Phản lực từ đường dẫn là đại lượng vectơ, xác định theo công thức:

$$\vec{N} = \vec{N}_m + \vec{N}_b \tag{3}$$

Trong đó:  $N = \sqrt{N_m^2 + N_b^2}$ ;  $N_m, N_b$  - Phản lực theo hướng mặt và hướng bên từ đường dẫn tác động lên dẫn hướng, N.

Lực ma sát giữa đường dẫn vào thùng trục, bằng tổng lực ma sát giữa đường dẫn và các dẫn hướng của thùng trục, vì vậy:

$$F_{mst} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n P_{mi}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n P_{bi}\right)^2} \cdot \mu_t \tag{4}$$

$$F_{msl} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n P_{mi}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n P_{bi}\right)^2} \cdot \mu_l \tag{5}$$

Trong đó:  $F_{mst}, F_{msl}$  - Lực ma sát trượt và ma sát lăn giữa đường dẫn và thùng trục, N; n - Số lượng dẫn hướng của một thùng trục;  $P_{mi}, P_{bi}$  - Lực từ dẫn hướng thứ i phía mặt và phía bên tác động lên đường dẫn, N.

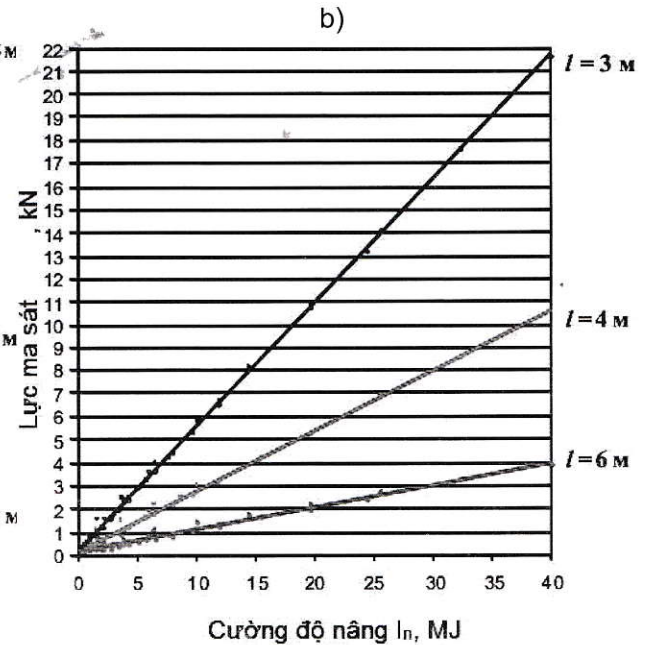
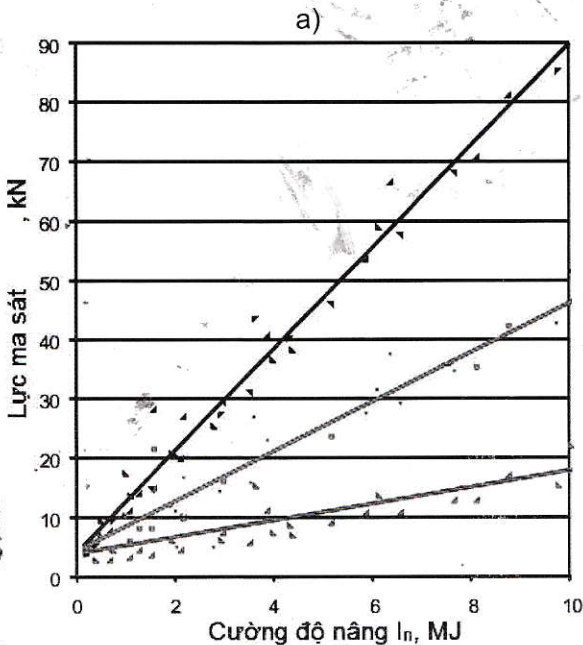
Lực ma sát tỷ lệ thuận với cường độ nâng. Hình H.3 thể hiện mối quan hệ này. Mối quan hệ này có thể thể hiện gần đúng bằng công thức:

$$F_{ms} = A \cdot I_n + B. \tag{6}$$

Trong đó: A, B - Các hệ số phụ thuộc vào bước cốt giếng, loại đường dẫn và loại dẫn hướng của thùng trục (xem Bảng 1);  $I_n$  - Cường độ nâng, MJ.

Bảng 1. Hệ số A và B để xác định lực ma sát tác dụng lên thùng trục [5]

Cơ cấu dẫn hướng	Đường dẫn	Bước cốt giếng, m	Hệ số	
			A	B
Cứng, trượt	Thép ray	3,125	8,62	4,04
		4,168	4,22	3,87
		6,25	1,4	3,68
Đàn hồi, con lăn	Thép hộp	3	0,537	0,21
		4	0,254	0,195
		6	0,0951	0,191



H.3. Đồ thị quan hệ lực ma sát và cường độ nâng [5]: a - Ma sát trượt; b - Ma sát lăn

Phạm vi áp dụng của cơ cấu dẫn hướng thùng trục theo quan điểm giới hạn hợp lý của lực ma sát

tác dụng lên thanh dẫn, sẽ được giới thiệu trong Bảng 2.

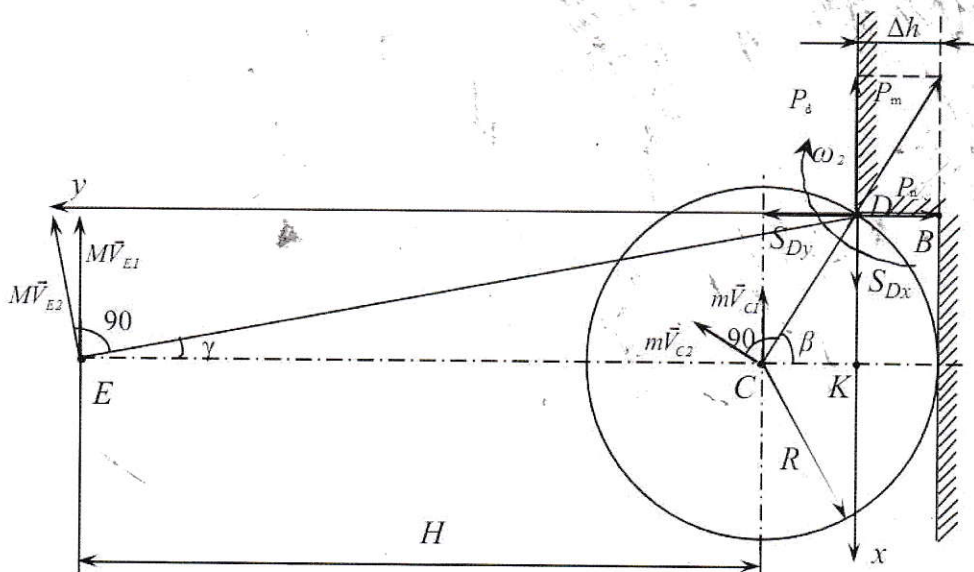
Bảng 2. Phạm vi áp dụng các loại dẫn hướng [5]

Khối lượng thùng trực, tấn	Bước cốt giếng 3(3,125) m								
	Vận tốc lớn nhất thùng trực, m/s								
10,9	4	6	8	10	12	14	16	18	20
20,3	Cứng, trượt								
30									
45				Đàn hồi, con lăn					
60,9									
100									
				4 (4,168) m					
10,9	Cứng, trượt								
20,3									
30									
45				Đàn hồi, con lăn					
60,9									
100									
				6 (6,25) m					
10,9	Cứng, trượt								
20,3									
30									
45									
60,9									
100									

**3. Lực và đập khi dẫn hướng con lăn chuyển động qua vị trí nối của đường dẫn**

Khi lắp đặt, sai lệch bề mặt làm việc giữa đầu các thanh dẫn nối tiếp nhau của đường dẫn, nằm trong phạm vi sai số nhất định theo thiết kế, để đảm bảo êm dịu của thùng trực khi chuyển động qua các vị trí nối này. Tuy nhiên, trong quá trình vận hành, do tác động từ thùng trực, cũng như do biến dạng của vỏ giếng, tại

vị trí nối có thể có khe hở, sai lệch về các phương của hai đầu nối thanh dẫn vượt quá sai số này. Những sai lệch này gây ra va đập với dẫn hướng thùng trực khi qua vị trí nối thanh dẫn. Đối với dẫn hướng con lăn, khi chuyển động qua vị trí nối, sẽ xuất hiện tải trọng tĩnh và động. Hình H.4 thể hiện sơ đồ lực tác động giữa dẫn hướng con lăn và đường dẫn tại vị trí nối hai thanh dẫn.



H.4. Sơ đồ lực tác động giữa dẫn hướng con lăn và đường dẫn tại vị trí nối hai thanh dẫn



Trong hình H.4: P - Lực tác động phía mặt từ thùng trực tới thanh dẫn, N;  $\overline{V}_{C1} = \overline{V}_{E1} = \overline{V}$  - Vận tốc của điểm C và E tại thời điểm bắt đầu va đập, m/s;  $\overline{V}_{C2} = \overline{V}_{E2}$  - Vận tốc của điểm C và E sau khi va đập, m/s;  $\omega_2$  - Vận tốc góc tức thời sau khi va đập, rad/s;  $\overline{S}_D$  - Động lượng va đập, kg.m/s.

Khi bánh xe tiếp xúc với điểm D, bánh xe bị va đập. Chuyển động tịnh tiến của thùng trực và bánh xe tức thời thay đổi thành chuyển động quay quanh D. Lập hệ tọa độ xDy gắn với điểm D và viết phương trình biến đổi mô men động lượng.

$$L_{D1} - L_{D2} = \sum M_D(\overline{S}_i^e) \quad (7)$$

Trong đó:  $L_{D1}, L_{D2}$  - Mô men động lượng quanh

$$\begin{cases} S_{Dx} = V(M + m) - V \frac{[M(H + R - \Delta h) + m(R - \Delta h)]^2}{1,5mR^2 + M\rho^2} \\ S_{Dy} = V \frac{M(H + R - \Delta h) + m(R - \Delta h)}{1,5mR^2 + M\rho^2} (M + m) \sqrt{2R\Delta h - \Delta h^2} \end{cases} \quad (9)$$

Trong đó: H - Khoảng cách từ tâm bánh xe dẫn hướng con lăn tới trọng tâm thùng trực, m; R - Bán kính bánh xe dẫn hướng, m; m, M - Khối lượng bánh xe dẫn hướng và thùng trực khi đầy tải, kg;  $\Delta h$  - Chênh lệch giữa mặt lăn của hai thanh dẫn tại vị trí nối, m; V - Vận tốc thùng trực, m/s;  $\rho$  - Bán kính quán tính qui đổi của thùng trực, m;

$$\rho = \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{12} + (H + R)^2 - 2H\Delta h + 2\Delta h^2} \quad (10)$$

Tại đây: a, b - Kích thước chiều cao theo phương x và chiều rộng theo phương y, m.

Trên hình H.5 trình bày đồ thị mối phụ thuộc động lượng va đập và vận tốc thùng trực tại vị trí

điểm D, kg.m<sup>2</sup>/s;  $\overline{S}_D$  - Động lượng va đập của ngoại lực tác động lên điểm D, kg.m/s.

Theo điều kiện bài toán mô men động lượng có  $\sum M_D(\overline{S}_i^e) = 0$ , do đó  $L_{D1} = L_{D2}$ . Giải phương trình (7) với điều kiện  $\sum M_D(\overline{S}_i^e) = 0$  và với các thông số hình học của bánh xe dẫn hướng con lăn, của thùng trực, với các thông số động học khi va đập tại vị trí nối thanh dẫn, áp dụng định lý biến đổi động lượng chuyển động của hệ thùng trực - bánh xe khi va đập có được động lượng toàn phần của hệ [5].

$$\overline{S}_i^e = S_D = \sqrt{S_{Dx}^2 + S_{Dy}^2} \quad (8)$$

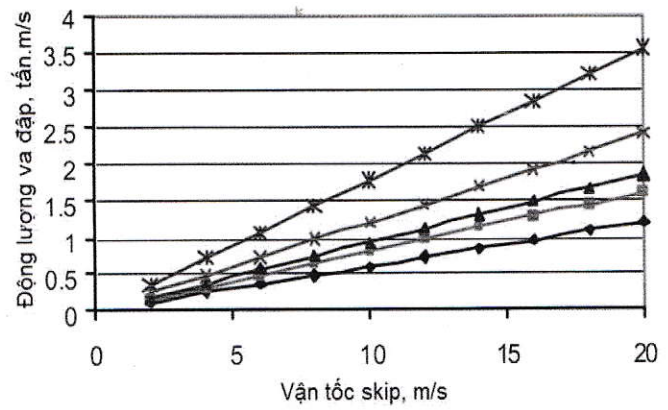
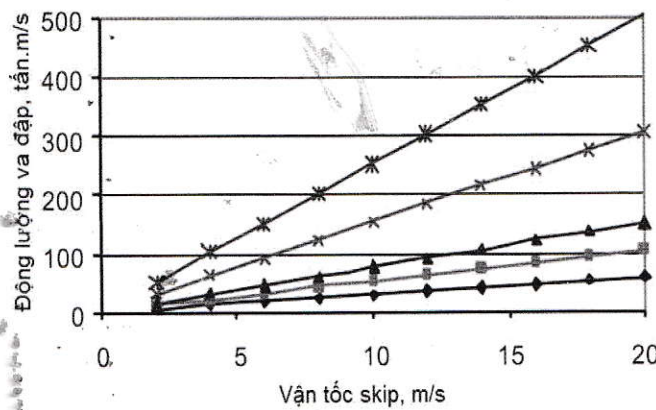
Động lượng theo phương x và phương y là:

nối. Ngoài việc thay đổi hướng động lượng chuyển động, tại vị trí nối xảy ra sự phân bố lại tải trọng khai thác (hoạt tải) theo phía mặt và phía bên, tùy theo phương lệch của đầu thanh dẫn tại vị trí nối.

$$\begin{cases} P_{nd} = P_{m(b)} \cdot \cos\beta \\ P_{nm(b)} = P_{m(b)} \cdot \sin\beta \end{cases} \quad (11)$$

Trong đó:  $P_{nd}$  - Lực thành phần tại vị trí nối theo phương đứng, N;  $P_{m(b)}$  - Lực mặt (hoặc bên) tác dụng lên đường dẫn tại vị trí nối, N;  $P_{nm(b)}$  - Lực thành phần phía mặt (hoặc bên) theo phương ngang, N;

$$\cos\beta = (1 - \Delta h/R); \sin\beta = (\Delta h/R) \cdot (2R - \Delta h) \quad (12)$$



a)

b)

◆ m = 11,3 t    ■ m = 20,3 t    ▲ m = 30 t  
 ✕ m = 60,9 t    \* m = 100 t

H.5. Đồ thị quan hệ động lượng va đập và vận tốc nâng tại vị trí nối [5]:  
 a - Thành phần theo phương đứng; b - Thành phần theo phương ngang

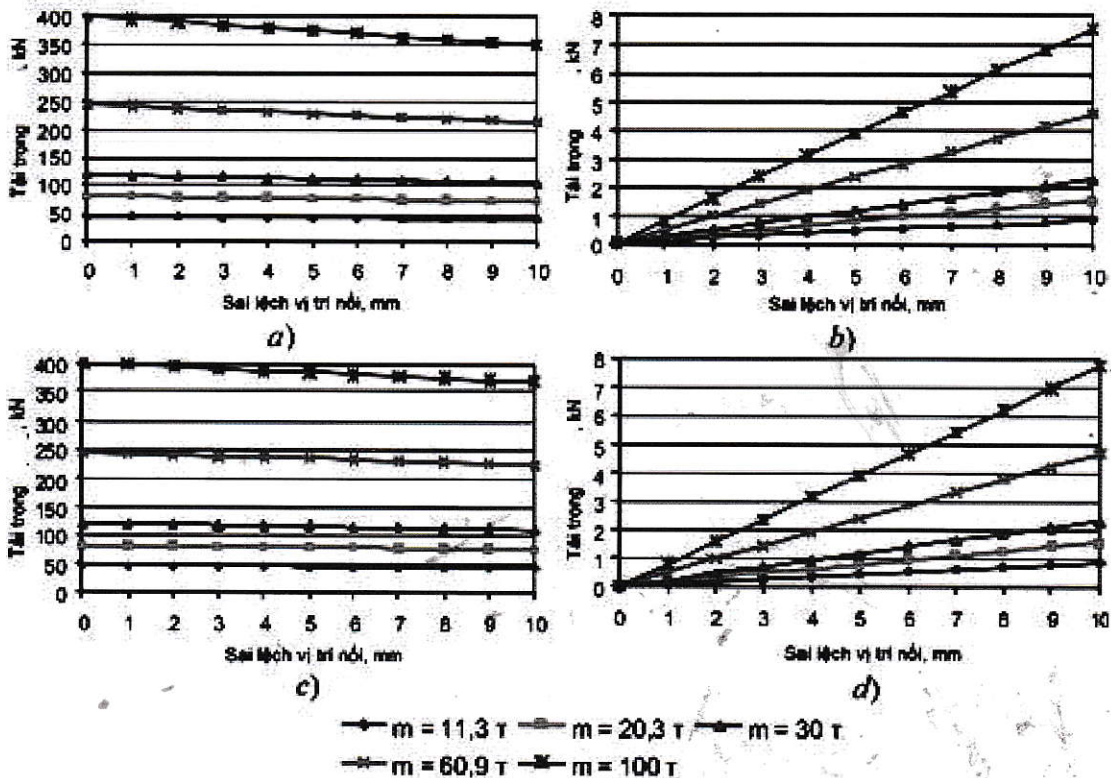


Cuối cùng có:

$$P_{nd} = P_{m(b)} \cdot (1 - \Delta h/R); \quad (13)$$

$$P_{nm(b)} = P_{m(b)} \cdot (\Delta h/R) \cdot (2R - \Delta h). \quad (14)$$

Kết quả tính toán tải trọng theo phương ngang và đứng, phụ thuộc vào tải trọng thùng trực khi đi qua vị trí nổi bị lắp đặt không chính xác trình bày trên hình H.6.



H.6. Đồ thị quan hệ tải trọng khai thác do sai lệch lắp ráp  $\Delta h$  ở vị trí nổi thanh dẫn [5]. Đường kính con lăn: a, b -  $\varnothing 160$  mm; c, d -  $\varnothing 250$  mm. Hướng tải trọng: a, c - Tải trọng ngang; b, d - Tải trọng đứng

#### 4. Lực Coriolis

Trong hệ thống trực tải giếng đứng, thùng trực chuyển động theo phương thẳng đứng của giếng. Nếu xem xét đến cả chuyển động quay của trái đất quanh trục của mình, thì thùng trực tham gia vào chuyển động phức tạp: chuyển động tương đối của thùng trực so với giếng và chuyển động mang do trái đất quay. Vận tốc góc  $\omega$  của trái đất như sau:

$$\omega = 2\pi / 24 \times 60 \times 60 = 1/13.700 \text{ rad/s}$$

Trong trường hợp này, ngoài gia tốc khi chuyển động tương đối so với giếng, thùng trực sẽ có gia tốc Coriolis [6], xác định theo công thức:

$$\overline{W}_{tt} = 2 \cdot \overline{\omega} \cdot \overline{v}_{tt} \quad (15)$$

Trong đó:  $\overline{\omega}$  - Véc tơ vận tốc góc quay của trái đất;  $\overline{v}_{tt}$  - Véc tơ vận tốc chuyển động tương đối của thùng trực so với giếng. Véc tơ vận tốc góc của trái đất hướng theo trục trái đất về phía Bắc, còn véc tơ gia tốc Coriolis  $\overline{W}_{tt}$  tiếp tuyến với đường vĩ tuyến tại vị trí đặt giếng đứng. Hướng véc tơ được xác định tùy theo hướng chuyển động của thùng

trực: Khi thùng trực chuyển động từ trên xuống đáy giếng (hướng vào tâm trái đất), véc tơ có hướng về phía Tây còn khi thùng trực chuyển động lên (rời xa tâm trái đất) véc tơ có hướng về phía Đông.

Giá trị tuyệt đối của véc tơ gia tốc Coriolis  $\overline{W}_{tt}$  xác định theo công thức:

$$\begin{aligned} |\overline{W}_{tt}| &= W_{tt} = 2\omega v_{tt} \sin(\pi/2 - \varphi); \\ W_{tt} &= 2\omega v_{tt} \cos \varphi. \end{aligned} \quad (16)$$

Trong đó:  $\varphi$  - Vĩ độ đặt giếng, độ.

Lực Coriolis xác định theo công thức:

$$P_c = (2Q_k \omega v_{tt} / g) \cdot \cos \varphi; \quad P_c = k_c Q_k v_{tt}. \quad (17)$$

Trong đó:  $k_c = [(2\omega/g) / \cos \varphi]$  - Hệ số tính tới vĩ độ xây dựng giếng, vận tốc góc quay của trái đất, gia tốc rơi tự do, s/m;  $Q_k$  - Tải trọng lớn nhất tác dụng lên cáp nâng, N.

Do thùng trực có giai đoạn chuyển động có gia tốc,  $Q_k$  xác định theo công thức:

$$Q_k = M \cdot (g + a). \quad (18)$$

Trong đó: M - Khối lượng thùng trực kể cả bánh xe khi đầy tải, kg; g, a - Gia tốc rơi tự do và gia tốc lớn



nhất đo được bằng đồng hồ ghi của thùng trực,  $m/s^2$ ; Gia tốc  $a$  lớn nhất tại các giếng đứng vùng Donbas ghi nhận được có thể đạt  $75 m/s^2$  [5].

Các mỏ than lớn tại Việt Nam nằm tập trung tại tỉnh Quảng Ninh, nằm trong vĩ độ từ  $20^{\circ}40'$  đến  $21^{\circ}40'$  (trung bình  $21^{\circ}10'$ ) vĩ độ Bắc [7].

Gia tốc thùng trực theo biểu đồ nâng của các giếng đứng Mông Dương, Hà Lâm và Núi Béo  $\sim 0,75 m/s^2$ . Sử dụng kết quả đánh giá gia tốc  $a=75 m/s^2$ , đánh giá lực Coriolis tác động lên thùng trực hệ thống trực tải giếng đứng xây dựng tại Quảng Ninh. Kết quả thể hiện bằng hình H.7.

Kết quả tính toán cụ thể lực Coriolis tác dụng lên skip các giếng đứng tại Quảng Ninh trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Lực Coriolis tác dụng lên skip các giếng đứng tại khu vực Quảng Ninh

Thông số	Skip			Vận tốc nâng, m/s	Lực Coriolis, N
	Kích thước, m	Dung tích, $m^3$	Khối lượng khi đầy tải, kg		
Giếng skip mỏ Mông Dương	$7 \times 1,65 \times 1,33$	6,6	11.320	4	118
Giếng skip mỏ Núi Béo	$12,9 \times 1,09 \times 2,856$	16,7	38.700	10	806
Giếng skip mỏ Hà Lâm	$11,3 \times 1,55 \times 2,4$	16	40.400	8,2	629

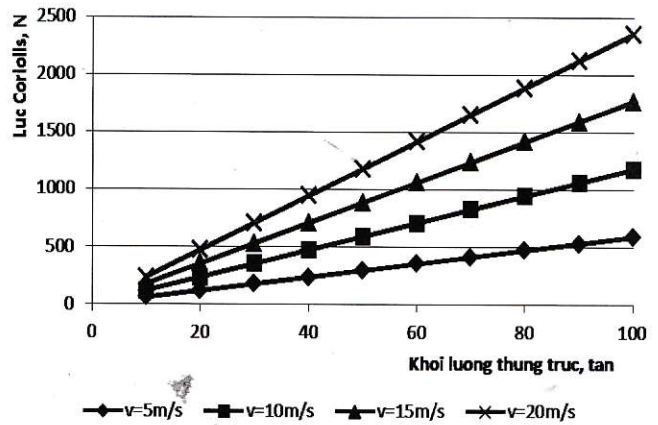
5. Kết quả và thảo luận

5.1. Lực ma sát

Phân tích kết quả cho thấy, do dẫn hướng cứng có hệ số ma sát lớn, lực ma sát tác dụng dọc đường dẫn có thể đạt 40 % tổng tải trọng ngang tác động lên thanh dẫn của đường dẫn ( $\mu=0,4$ ), vì vậy, phạm vi sử dụng cơ cấu dẫn hướng loại này bị hạn chế vì phụ thuộc nhiều vào bước cốt giếng và cường độ nâng của hệ thống trực tải (xem hình H.3 và Bảng 2). Sử dụng dẫn hướng con lăn cho phép giảm lực tác động lên đường dẫn 15+20 lần (phụ thuộc vào bước cốt giếng và vận tốc nâng) do giảm lực ma sát. Vì vậy đối với hệ thống trực tải cường độ nâng lớn nên sử dụng dẫn hướng con lăn.

5.2. Lực va đập

Khi chuyển động qua mỗi nối, do thay đổi hướng quay của hệ bánh xe- thùng trực, ngoài thành phần động lượng theo phương đứng, xuất hiện thành phần động lượng va đập ngang, có thể đạt  $1.200 \div 3.600 kg.m/s$ . tùy theo tải trọng thùng trực (xem hình H.5). Tăng đường kính con lăn của dẫn hướng từ 160 mm lên đến 250 mm có thể giảm thành phần tải trọng khai thác theo phương đứng và ngang được 2÷5 % (xem hình H.6). Thực tế cho thấy rằng, tải trọng do va đập khi cơ cấu dẫn hướng chuyển động qua vị trí nối thậm chí có thể làm mất khả năng làm việc, bật thùng trực ra khỏi đường dẫn tại đó, tăng độ mòn tại vị trí nối và các hậu quả tiêu cực khác. Nếu trên một sàn cốt giếng



H.7. Lực Coriolis tác động lên thùng trực tại khu vực Quảng Ninh

cùng bố trí 02 mỗi nối đường dẫn phục vụ một thùng trực thì có thể xảy ra nguy cơ tăng hai lần tải trọng tại các vị trí nối, cho nên dễ xảy ra sự cố. Theo đồ thị trên hình H.5, có thể thấy, với vận tốc và khối lượng skip khi đầy tải như trong Bảng 3 thì động lượng khi va đập của Skip mỏ Núi Béo theo hướng đứng là 102 tấn.m/s, theo hướng ngang là 1,05 tấn.m/s, còn của mỏ Hà Lâm tương ứng là 87,73 tấn.m/s và 0,9 tấn.m/s. Như vậy cần tính đến các lực theo phương đứng khi tính toán thùng trực.

5.3. Lực Coriolis

Phân tích đồ thị trên hình H.7 cho thấy, lực Coriolis tác dụng lên thùng trực có giá trị đáng kể khi khối lượng thùng trực lớn (60 tấn đến 100 tấn) và vận tốc cao (15 m/s đến 20 m/s). Phân tích kết quả tính toán trong Bảng 3, cho thấy, lực tác dụng lên các skip tại khu vực Quảng Ninh không lớn, cao nhất đạt 806 N, vì vậy trong tính toán thùng trực có thể không tính đến lực này.

6. Kết luận

➤ Đối thùng trực làm việc với cốt giếng cứng, khi làm việc chịu tác động của các lực ma sát, lực va đập khi qua mỗi nối đường dẫn và lực Coriolis. Giá trị các lực này tăng khi vận tốc, khối lượng và tải trọng thùng trực tăng;

➤ Đối với thùng trực nên sử dụng dẫn hướng con lăn với đường kính con lăn lớn để giảm lực ma sát và va đập trong khi làm việc. Trong tính toán

(Xem tiếp trang 37)



có những nghiên cứu sâu hơn trong thời gian tới nhằm đáp ứng yêu cầu cấp bách của các mỏ than hầm lò có sử dụng giếng đứng hiện nay. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ABAQUS User's. Examples and Theory Manual, Version 6.10, Simulia, Providence 2011.
2. Phạm Huy Khang, Nguyễn Hữu Trí, Đỗ Văn Thái, Nghiên cứu sử dụng vật liệu đất đá thải tại các mỏ than ở Cẩm Phả-Quảng Ninh và khả năng sử dụng chúng trong xây dựng đường ô tô. Tạp chí GTVT, 11/2015.
3. Trần Miên, Nguyễn Tam Tính, Đỗ Mạnh Dũng. Trồng cây phủ xanh bãi thải mỏ vùng than Quảng Ninh. Tạp chí Môi trường, số Chuyên đề III năm 2018.
4. Võ Trọng Hùng. Thi công giếng đứng. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội. 2012. 528 tr.
5. Nguyễn Văn Quyền, Nguyễn Văn Đức. Cơ sở xây dựng công trình ngầm trong mỏ. Giáo trình sinh viên dành cho sinh viên ngoại ngành Mỏ-Địa chất. Hà Nội 1996.
6. Changsuo Zhang, Feng Hu, Steve Zou. 2005. Effects of blast induced vibrations on the fresh concrete lining of a shaft. Tunnelling and Underground Space Technology 20, pp.356-361.
7. M.L. Bucleam, K.J. Bathe. 1997. Finite Element Analysis of Shell Structures. Archives of Computational Methods in Engineering. Vol. 4, 1, pp.3-61.

**Ngày nhận bài:** 11/03/2018

**Ngày gửi phản biện:** 16/06/2018

**Ngày nhận phản biện:** 20/09/2018

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 10/11/2018

**Từ khóa:** giếng đứng; bãi thải; phương pháp số; phương pháp giải tích; mô hình số; mô phỏng ảnh hưởng; mỏ than hầm lò

### SUMMARY

The paper presents the new direction of researching on the effect of back filling at the mine to stability of concrete lining of a shaft. Three-dimensional finite element models were developed to conduct the parametric analyses using the commercial FE package, ABAQUS. The future study on the parameter study will show the effect of distance and width of back filling at the mine around shaft wall to stability of concrete lining of a shaft. The results obtained by this study can be applied to underground mines in Vietnam in the equivalent condition.

## NGHIÊN CỨU LỰC MA SÁT...

(Tiếp theo trang 43)

thùng trục với vận tốc, khối lượng và tải trọng lớn cần lưu ý đến tải trọng do ma sát và va đập;

➤ Trong lắp đặt và bảo dưỡng đường dẫn cốt giềng cứng, cần đảm bảo sai lệch mặt lằn của các thanh dẫn tại vị trí nối trong phạm vi cho phép, không cùng bố trí hai mối nối đường dẫn phục vụ một thùng trục trên một sàn cốt giềng để giảm lực va đập tác động lên thùng trục;

➤ Đối với thùng trục sử dụng tại Quảng Ninh, khi tính toán có thể không tính đến lực Coriolis. □

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tạ Ngọc Hải và nnk (2014). Một số vấn đề về thiết kế chế tạo cốt giềng đứng mỏ than hầm lò. Tuyển tập Hội nghị KHKT Mỏ toàn quốc lần thứ XXIV. Vũng Tàu.
2. Tạ Ngọc Hải và nnk. (2015) Các yếu tố tác động đến khả năng làm việc của cốt giềng đứng hệ thống trục tải mỏ hầm lò, Công nghiệp Mỏ, Số 5-2015. Hà Nội.
3. Tạ Ngọc Hải và nnk. (2016), Phân loại tải trọng tác động lên cốt giềng theo tiêu chuẩn tải trọng và tác động, Thông tin KHCN Mỏ, Số 5-2016, Hà Nội.
4. Võ Trọng Hùng (2012), Thi công giếng đứng, Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên & Công nghệ. Hà Nội.
5. Прокопов Ф.Ю и др.,(2005), Новое решение в проектировании жесткой армировки вертикальных стволов, Новочеркасск.
6. Яблонский А.А., Никифорова В.М. (1966), Курс теоретической механики. Часть I- Статика и кинематика. Изд. Высшая школа. Москва.
7. [https://vi.wikipedia.org/wiki/Quảng\\_Ninh](https://vi.wikipedia.org/wiki/Quảng_Ninh).

**Ngày nhận bài:** 15/06/2018

**Ngày gửi phản biện:** 18/08/2018

**Ngày nhận phản biện:** 20/09/2018

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 10/11/2018

**Từ khóa:** thiết kế; thùng trục, trục tải mỏ, trục tải giếng đứng ma sát, va đập, lực Coriolis

### SUMMARY

The paper presents the research results of friction, impact and Coriolis forces, affecting on conveyances of vertical shaft mine hoist. Based on that, the authors present recommendations in calculating, using, selecting parameters for designing conveyances.