

CHUYỂN ĐỘNG CỦA THÙNG TRỤC THEO THANH DẪN HƯỚNG NÊM GỖ

TA NGỌC HẢI - *Hội Khoa học và Công nghệ Việt Nam*
 NGUYỄN VĂN ĐỨC, NGÔ QUỐC TRUNG,
 PHẠM TRUNG HẢI - *Viện KH&CN Mỏ-Vinacomin*
 Email: djemore20@yahoo.com

Trong hệ thống trục tải giếng đứng, thùng trục được máy trục nâng hạ, chuyển động theo thanh dẫn hướng bằng thép dọc theo chiều sâu giếng. Để dừng thùng trục khi có sự cố quá hạ, tại vị trí dưới điểm nhận tải, gần rón giếng người ta có lắp dầm chặn. Để giảm lực va đập khi thùng trục chạm tới dầm chặn, các thanh dẫn hướng sát dầm chặn được chế tạo từ gỗ và có dạng hình nêm. Để tính toán khả năng chịu va đập của dầm chặn cần nghiên cứu chuyển động của thùng trục theo thanh dẫn hướng nêm gỗ để xác định vận tốc thùng trục khi chạm tới dầm.

1. Phương pháp và nội dung nghiên cứu

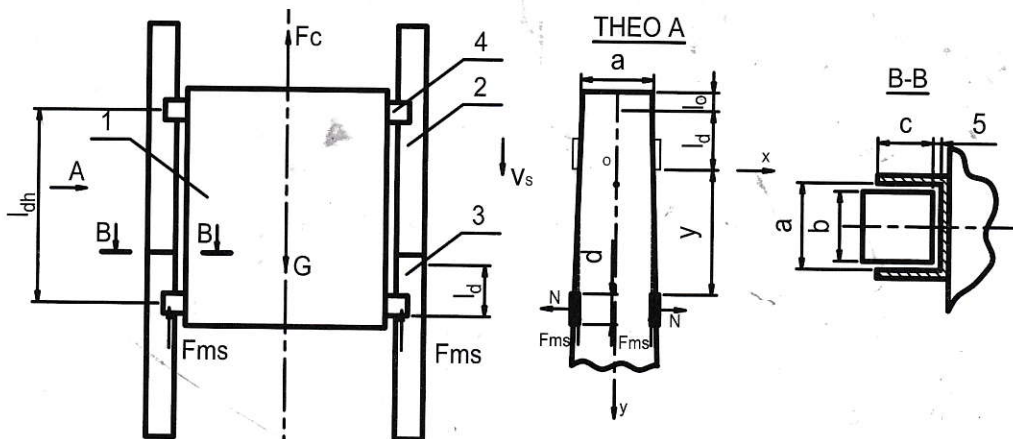
1.1. Phương pháp nghiên cứu

Thiết lập phương trình chuyển động của thùng trục dưới tác động của lực từ thanh dẫn hướng trượt nêm gỗ (TDNG) với má của dẫn hướng trượt cứng (DHTC) của thùng trục, dựa trên giả thiết biến dạng phẳng của TDNG trong quá trình làm việc. Xác định vận tốc thùng trục khi chạm dầm chặn quá hạ bằng phương trình chuyển động của thùng trục đã

thiết lập.

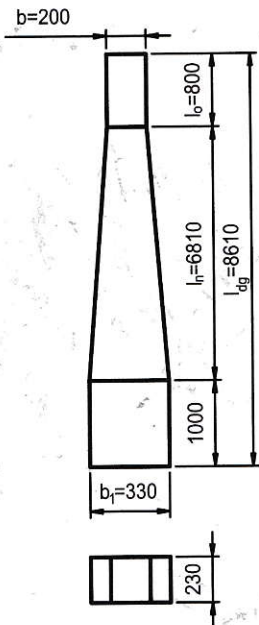
1.2. Nội dung nghiên cứu

Chuyển động của thùng trục theo thanh dẫn hướng nêm gỗ. Trong quá trình làm việc, có thể xảy ra các sự cố quá hạ, hoặc quá nâng. Trong những trường hợp như vậy, cần có những thiết bị để dừng thùng trục, như: Dầm chặn quá nâng hoặc dầm chặn quá hạ. Thùng trục có khối lượng lớn, thường chuyển động với vận tốc cao cho nên có động năng lớn. Để giảm động năng của thùng trục, nhằm giảm lực động tác động lên dầm chặn quá nâng và quá hạ, phải trang bị thiết bị giảm chấn. Một trong những thiết bị đó là TDNG (H.1). TDNG có dạng hình nêm, có độ dốc đều hai bên. Khi thùng cũi chuyển động theo các dẫn hướng bằng thép hộp, tiết diện không đối, giữa DHTC và thanh dẫn hướng có khe hở. Theo quy định, khe hở bên bằng $(a-b)/2=15\text{ mm}$, khe hở theo hướng tâm skip 15 mm [1]. TDNG có kích thước b ; b_1 ($b_1 > b$); dốc đều hai bên, trên chiều dài l_{dn} . Do đó, khi DHTC dưới chuyển động tới quỹ đường l_d nào đó, khe hở giữa TDNG và DHTC không còn.



H.1. Sơ đồ tác động giữa thùng cũi và thanh dẫn hướng nêm gỗ: 1 - Thùng trục; 2 - Thanh dẫn hướng; 3 - Thanh dẫn hướng nêm gỗ; 4 - Dẫn hướng trượt cứng

Do DHTC cứng vững hơn nhiều so với gỗ chế tạo TDNG, cho nên nếu thùng trực tiếp tục hạ xuống, TDNG bị ép biến dạng trong mặt phẳng xoy theo hướng x. Kích thước bề rộng TDNG sau khi bị biến dạng bằng đúng bề rộng a của rãnh DHTC. DHTC dưới của thùng trực tác động lên TDNG lực ép N và lực ma sát F_{ms} và ngược lại. Kết cấu TDNG như trên H.2. Đoạn đầu l_0 của thanh dẫn có kích thước bề rộng không đổi bằng a (bằng đúng kích thước các thanh dẫn bằng thép trên đó), tiếp sau đó, trong đoạn l_n tăng dần đến bằng b_1 , đoạn cuối lại có kích thước không đổi, bằng b_1 .



H.2. Kích thước thanh dẫn nêm gỗ

Khi skíp chuyển động theo TDNG đến khoảng cách l_d , má của hai DHTC dưới sẽ bắt đầu ép lên TDNG. Từ quan hệ hình học các kích thước DHNG và má DHTC (H.1 và H.2) có thể xác định khoảng cách l_d theo công thức:

$$l_d = [0,5(a-b)/i], m. \quad (1)$$

Trong đó: b - Bề rộng nhỏ nhất của TDNG, m; a - Bề rộng của má DHTC, m; i - Độ dốc TDNG b_1 - Bề rộng lớn nhất TDNG; m; l_n - Chiều dài TDNG đoạn có dạng nêm, m.

Từ kích thước hình học TDNG (H.2) xác định được độ dốc i:

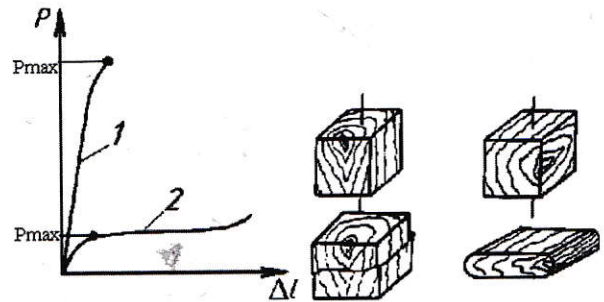
$$i = [0,5(b_1 - b) / l_n]. \quad (2)$$

Do có tiếp xúc, giữa má DHTC và TDNG có lực ma sát. Lực ma sát giữa một má của DHTC tác động lên một TDNG là:

$$F_{ms} = (Nf_{ms}), N \quad (3)$$

Trong đó: N - Lực ép giữa má DHTC và TDNG, N; f_{ms} - Hệ số ma sát trượt giữa gỗ và thép; $f_{ms} = 0,2 \div 0,6$ [2].

Dưới tác động của lực ép N từ má DHTC, TDNG sẽ bị biến dạng. Đường đặc tính biến dạng gỗ khi bị nén như H.3 [4].



H.3. Quan hệ lực nén và biến dạng của gỗ:
1 - Dọc thớ; 2 - Ngang thớ

Như vậy, do TDNG được chế tạo từ gỗ nguyên khối, cho nên khi làm việc, má DHTC của skíp ép TDNG ngang thớ như đường cong 2 (H.3). Phân tích đường đặc tính biến dạng của gỗ khi bị ép ngang thớ có thể thấy: Khi lực ép $P \leq P_{max}$, quan hệ lực nén và biến dạng gần như tuyến tính; Khi $P > P_{max}$ trong một giai đoạn dài biến dạng tiếp tục xảy ra, trong khi lực ép hầu như không đổi, sau đó mới tăng. Vì vậy, căn cứ vào đặc tính biến dạng của gỗ khi bị ép ngang thớ và số lượng DHTC tiếp xúc với TDNG, có thể giả thiết quá trình chuyển động của DHTC trên TDNG xảy ra ba giai đoạn: Giai đoạn I - Có hai DHTC dưới của thùng trực đi vào TDNG. Biến dạng TDNG nằm trong giới hạn đàn hồi, quan hệ lực ép (tương ứng là ứng suất nén) và biến dạng (tương ứng là biến dạng tương đối) gần như quan hệ tuyến tính ($P < P_{max}$); Giai đoạn II - Có hai DHTC dưới của thùng trực đi vào TDNG. Lực ép (ứng suất nén) gần như không đổi khi có biến dạng. Ứng suất bằng cường độ kháng nén ngang thớ của gỗ R_c ; Giai đoạn III - Có hai DHTC dưới và hai DHTC trên của thùng trực đi vào TDNG.

Giai đoạn I - Phương trình quan hệ ứng suất với biến dạng tương đối của TDNG xác định theo định luật Hooke, viết dưới dạng:

$$[N/(cd)] = (E\varepsilon). \quad (4)$$

Trong đó: c - Bề rộng TDNG bị má DHTC nén, m; d - Chiều dài má DHTC, m; E - Mô đun đàn hồi ngang thớ của gỗ; $E = 400 \text{ MPa}$ ($400 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$) [2]. Xét biến dạng tương đối $\varepsilon = 2iy / (a + 2iy)$, trong hệ tọa độ xOy có:

$$\left(\frac{N}{cd} \right) = \left(E \frac{2iy}{a + 2iy} \right), N. \quad (5)$$

Do $[N/(cd)] = \sigma$, cho nên có thể xác định quỹ đạo đường y_1 mà DHTC đi trong giai đoạn I, xác định từ điều kiện lực ép vượt quá P_{max} (H.3), nghĩa là $\sigma = R_c$

(R_c - Cường độ kháng nén ngang thớ của gỗ). Từ (5) có:

$$y_1 = \left(-\frac{R_c a}{2i(R_c - E)} \right), m. \quad (6)$$

Trong đó: R_c - Cường độ kháng nén ngang thớ của gỗ, N/m^2 . Đối với gỗ sồi làm TDNG thì $R_c = 1,8 \text{ MPa}$ ($1,8 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$) [2].

Với $i y < (0,026 \cdot a)$ có thể coi $(b + 2ay) \approx a$ với sai số nhỏ hơn 5%. Phương trình (5) có thể viết:

$$\left(\frac{N}{cd} \right) = \left(E \frac{2iy}{a} \right), N. \quad (7)$$

Từ các công thức (3,7), tính đến TDNG bị 02 má DHTC ép, có lực ma sát giữa một DHTC với TDNG là:

$$F_{ms} = \left(\frac{4icdf_{ms} E y}{a} \right), N. \quad (8)$$

Từ phương trình cân bằng lực $F = ma$. Trong đó: F - Tổng lực tác động lên thùng trực; m - Khối lượng thùng trực; a - Gia tốc chuyển động của thùng trực. Trong hệ tọa độ xoy có $a = d^2 y / dx^2$. Khi xảy ra sự cố quá hạ, lực tác động lên thùng trực gồm có: trọng lực của thùng trực G ; lực ma sát của 02 DHTC. Phương trình cân bằng lực của thùng trực có tính đến công thức (3) sẽ là:

$$G - \frac{8icdf_{ms} E}{a} y = \frac{G}{g} \frac{d^2 y}{dt^2}. \quad (9)$$

Sau khi biến đổi có phương trình vi phân chuyển động của thùng trực:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{8icdf_{ms} E g}{a G} y = g \quad (10)$$

Phương trình (10) là phương trình vi phân bậc hai có y và vế phải là hằng số. Giải tìm nghiệm của phương trình theo [3]. Sau khi xác định các hệ số của nghiệm chung, riêng và biến đổi có:

$$y = \left(\frac{v_{os}}{\sqrt{q}} \sin \sqrt{q} t + \frac{g}{q} \right), m \quad (11)$$

Trong đó: v_{os} - Vận tốc thùng trực khi má DHTC tiếp xúc với DHNG, m/s ; G - Trọng lượng thùng trực, N ; g - Gia tốc trọng trường, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

$$q = \left(\frac{8icdf_{ms} E g}{a G} \right). \quad (12)$$

Vận tốc và gia tốc thùng trực xác định như sau:

$$v = \frac{dy}{dt} = (v_{os} \cos \sqrt{q} t), m/s. \quad (13)$$

$$a = \frac{dv}{dt} = (-v_{os} \sqrt{q} \sin \sqrt{q} t), m/s^2 \quad (14)$$

Thay y trong công thức (11) bằng y_1 xác định theo công thức (6) có thời gian đi trong giai đoạn I:

$$t_1 = \frac{\sqrt{q}}{v_{os}} \arcsin \left(y_1 - \frac{g}{q} \right); \quad (15)$$

Thay t_1 vào công thức (13) xác định được vận tốc của thùng trực khi kết thúc giai đoạn I:

$$v_1 = (v_{os} \cos \sqrt{q} t_1), m/s. \quad (16)$$

> Giai đoạn II. Trong giai đoạn này, lực ép coi như không đổi. Từ điều kiện $\sigma = R_c$, có lực ép của má DHTC lên TDNG là:

$$N = (cd R_c), N. \quad (17)$$

Lực ma sát giữa một DHTC với TDNG là:

$$F_{ms} = (2cdf_{ms} R_c), N. \quad (18)$$

Trong trường hợp chỉ có hai dẫn hướng dưới của trực đi vào và ép TDNG, phương trình cân bằng lực của thùng trực có tính đến công thức (18) sẽ là:

$$G - 4cdf_{ms} R_c = \frac{G}{g} \frac{d^2 y}{dt^2}. \quad (19)$$

Sau khi biến đổi có phương trình vi phân chuyển động của thùng trực:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = \left(g - \frac{4cdf_{ms} R_c g}{G} \right). \quad (20)$$

Theo [3], tiến hành tích phân phương trình (20), xác định được nghiệm:

$$y = \left(v_1 t + \frac{R t^2}{2} \right), m \quad (21)$$

Trong đó:

$$R = (g - 4cdf_{ms} R_c g / G), m/s^2. \quad (22)$$

Vận tốc trong giai đoạn II sẽ là:

$$v = \frac{dy}{dt} = (v_1 + Rt), m/s. \quad (22)$$

Thay y bằng L , t bằng t_L vào công thức (21), giải phương trình bậc hai với ẩn là t_L sẽ xác định được thời gian thùng trực đi qua quãng đường L :

$$t_L = \left(-v_1 + \sqrt{v_1^2 + 2RL} \right) / R, \quad (24)$$

Thay t bằng t_L vào công thức (22) sẽ xác định được vận tốc thùng trực khi hết quãng đường L :

$$v_L = (v_1 + R t_L), m/s. \quad (25)$$

Cho vận tốc v trong công thức (22) bằng không sẽ xác định được thời gian chuyển động cho đến khi dừng hẳn trong giai đoạn II, là:

$$t_{II} = \left(-\frac{v_1}{R} \right), s; \quad (26)$$

Thay t bằng t_{II} vào công thức (22) sẽ xác định được quãng đường thùng trực qua cho đến khi dừng hẳn trong giai đoạn II, là:

$$y_{II} = \left(v_1 t_{II} + \frac{R t_{II}^2}{2} \right), m. \quad (27)$$

Giai đoạn II kết thúc nếu $y = l_{dh}$ (khoảng cách giữa DHTC dưới và trên của thùng trực). Trong

trường hợp $y_{II} > l_{dh}$ sẽ xảy ra trường hợp có giai đoạn III chuyển động của thùng trục: có hai cặp DHTC dưới và trên đi vào TDNG.

Giai đoạn III: trong trường hợp có giai đoạn III chuyển động của thùng trục, quãng đường má DHTC dưới đi qua trong giai đoạn II là l_{dh} . Thời gian đi qua quãng đường l_{dh} của DHTC dưới xác định theo công thức (24), (21) thay L bằng l_{dh} . Khi có cặp DHTC trên cũng đi vào điểm bắt đầu gây biến dạng DHNG, do TDNG đã bị biến dạng bởi DHTC dưới, cho nên lực ma sát của TDNG tác động lên DHTC trên có giá trị không đổi và tính theo công thức (18). Trong trường hợp này lực ma sát tăng gấp hai lần do có hai DHTC dưới và hai DHTC trên tiếp xúc với TDNG, cho nên phương trình cân bằng lực của thùng trục có tính đến công thức (18) sẽ là:

$$G - 8cdf_{ms}R_c = \frac{G}{g} \frac{d^2y}{dt^2} \quad (28)$$

Sau khi biến đổi có phương trình vi phân chuyển động của thùng trục là:

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \left(g - \frac{8cdf_{ms}R_c g}{G} \right) \quad (29)$$

Theo [3], tiến hành tích phân phương trình (29), xác định được nghiệm:

$$y = \left(v_{II}t + \frac{R_{III}t^2}{2} \right) \quad (30)$$

Trong đó: v_{II} - Vận tốc thùng trục khi kết thúc giai đoạn II, tính theo công thức (24), (25) thay L bằng l_{dh} .

$$R_{III} = \left(g - \frac{8cdf_{ms}R_c g}{G} \right), m/s^2 \quad (31)$$

Vận tốc của thùng trục trong giai đoạn III là:

$$v = \frac{dy}{dt} = (v_{II} + R_{III}t), m/s \quad (32)$$

Cho vận tốc v trong công thức (32) bằng không sẽ xác định được thời gian chuyển động cho đến khi dừng hẳn trong giai đoạn III, là:

$$t_{III} = \left(-\frac{v_{II}}{R_{III}} \right), s \quad (33)$$

Thay t bằng t_{III} vào công thức (30) sẽ xác định được quãng đường thùng trục qua cho đến khi dừng hẳn trong giai đoạn III, là:

$$y_{III} = \left(v_{II}t_{III} + \frac{R_{III}t_{III}^2}{2} \right) \quad (34)$$

Để xác định được thời gian t_L thùng trục đi qua quãng đường $L < y_{III}$ trong giai đoạn III, thay y trong công thức (30) bằng L, t thay bằng t_L , giải phương trình bậc hai với ẩn là t_L , có công thức:

$$t_L = \frac{1}{R_{III}} (-v_{II} + \sqrt{v_{II}^2 - 2RL}), s; \quad (35)$$

Thay t bằng t_L vào công thức (32) có vận tốc của thùng trục tại thời điểm kết thúc quãng đường $L < y_{III}$ xác định theo công thức:

$$v_L = (v_{II} + R_{III}t_L), m/s \quad (36)$$

2. Khảo sát chuyển động skip theo thanh dẫn hướng nôm gỗ cốt giéng đứng chính mô than hầm lò Núi Béo

Kết cấu lắp đặt TDNG cốt giéng đứng chính mô than hầm lò Núi Béo gần rón giéng như trên H.4, các thông số skip và TDNG như sau. Đặc tính kỹ thuật của skip:

- Tụ trọng: $G=232497$ N;
- Sức nâng: $Q_u=147150$ N;
- Số lượng DHTC: 03 cặp;
- Khoảng cách các DHTC: dưới-giữa/giữa-trên: 8,81/2,75 m ($l_{dh}=8,81$ m);
- Bề rộng; chiều dài má DHTC: $a=0,23$ m; $d=0,19$ m;

- Vận tốc: $v_{os}=10$ m/s.

Thanh dẫn hướng nôm gỗ [2]:

- Loại gỗ: sồi;
- Modun đàn hồi ngang thớ: $E=400$ MPa;
- Cường độ kháng nén: $R_c=1,8$ MPa;
- Kích thước hình học: $b=0,2$ m; $b_1=0,33$ m; $l_{ng}=8,61$ m; $l_n=6,81$ m; $l_o=0,8$ m.

Chọn hệ số ma sát sắt-gỗ $f_{ms}=0,4$. Từ các thông số skip và TDNG thấy: $l_{ng}=8610$ mm $< l_{dh}=8810$ mm. Có thể thấy trong quá trình skip đi vào TDNG chỉ có một cặp DHTC dưới làm việc. Skip chuyển động theo TDNG chỉ với các giai đoạn I và II. Sơ đồ bố trí DHTC và tương quan với skip như trên H.5.

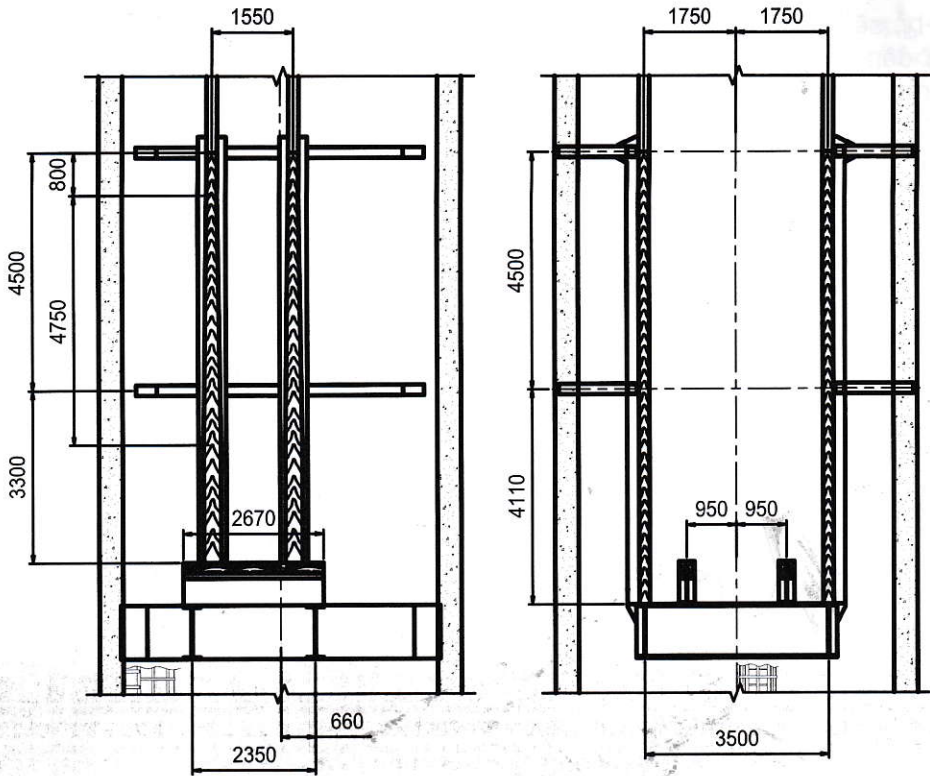
Giả thiết chuyển động skip hạ độc lập với skip nâng, theo các phương trình đã thiết lập trên có: Theo các công thức (2), (1), (6) có: $i=0,010$; $l_d=1,57$ m; $y_I=0,054$ m. Với $y_I=0,054$ m nhỏ, nghĩa là giai đoạn I xảy ra trên quãng đường không lớn, cho nên có thể coi skip chỉ chuyển động trong giai đoạn II ngay khi má DHTC tiếp xúc với TDNG. Quãng đường chuyển động của skip trong giai đoạn này là:

$$y_{vd} = (l_{dh} - l_d), m \quad (37)$$

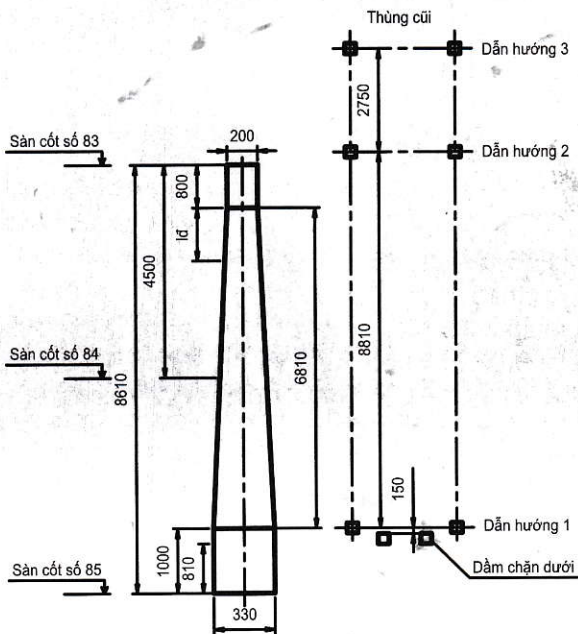
$$y_{vd} = 5,31 \text{ m.}$$

Theo các công thức (18), (21) có: lực ma sát của 01 DHTC: $F_{ms}=60192$ N; hệ số $R=4,726$ m/s² (nghĩa là gia tốc skip 4,72 m/s²). Với $R=4,72$ m/s². Khi $y_{vd}=L=5,31$ m; $v_I=v_{os}$, theo các công thức (24), (25) có: $t_{vd}=0,23$ s; $v_{vd}=9,36$ m/s. Trong trường hợp không có TDNG, vận tốc tương ứng của skip từ $v_{os}=10$ m/s, qua quãng đường sẽ là $y_{vd}=5,31$ m sẽ là $v=12$ m/s. Tương ứng động năng skip giảm khi có TDNG là:

$$\frac{(v - v_{vd})}{v} \cdot 100\% = 22 \%. \quad (38)$$



H.4. Kết cấu lắp đặt TDNG cốt giềng đứng chính mỏ than hầm lò Núi Béo



H.5. Sơ đồ bố trí DHTC

3. Nhận xét và trao đổi

Qua kết quả nghiên cứu chuyển động của thùng trục theo TDNG ở trên và ứng dụng khảo sát chuyển động skip theo TDNG của hệ thống trục tải giếng đứng chính mỏ than hầm lò Núi Béo cho thấy:

- Bài toán chuyển động của thùng trục theo

TDNG chưa có tài liệu trong nước đề cập đến, cho nên cần nghiên cứu để phục vụ tính toán vận tốc thùng trục khi chạm dầm chặn để tính tải trọng động tác động lên dầm khi có sự cố quá hạ;

- Chuyển động của thùng trục theo TDNG, theo biến dạng của gỗ và số lượng cặp DHTC đi vào DHNG có thể chia thành 03 giai đoạn: giai đoạn I - Biến dạng đàn hồi của TDNG và có DHTC dưới đi vào TDNG; giai đoạn II - Sau biến dạng đàn hồi của TDNG và có DHTC dưới đi vào TDNG; giai đoạn III - Sau biến dạng đàn hồi của TDNG và có DHTC dưới và trên đi vào TDNG;

- Phương trình vi phân chuyển động của thùng trục là phương trình vi phân bậc hai. Gia tốc chuyển động của thùng trục theo TDNG trong giai đoạn I tăng theo thời gian, trong giai đoạn II có giá trị không đổi;

- TDNG có tác dụng giảm tốc độ của thùng trục, tương ứng là giảm động năng và lực động tác động lên dầm chặn. Khảo sát đối với skip hệ thống trục tải giếng đứng chính mỏ than hầm lò Núi Béo cho thấy, động năng và lực động có thể giảm 22 %;

- Kết quả nghiên cứu trên dựa trên giả thiết xem xét biến dạng của TDNG theo phương ox trong quá trình làm việc. Để xem xét đầy đủ tương tác giữa DHTC và TDNG cần xem xét đến biến dạng TDNG theo các phương khác và kết cấu thép lắp TDNG.

4. Kết luận

➢ Sử dụng TDNG trong cốt giềng hệ thống trục tải giềng đứng có khả năng giảm động năng và vận tốc va đập của thùng trục lên dầm chặn khi xảy ra sự cố quá hạ;

➢ Phương trình chuyển động của thùng trục theo TDNG, được thiết lập trên giả thiết biến dạng trong mặt phẳng theo phương ngang có thể dùng để tính toán vận tốc thùng trục khi chạm dầm chặn khi xảy ra sự cố quá hạ, làm cơ sở cho tính toán lực động tác động lên dầm chặn. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Баклашова И.В. Пособие по проектированию и монтажу жесткой армировки вертикальных стволов шахт и рудников. СНиП II-94-80. Москва "Недра". 1989.
2. СНиП II-25-80 Деревянная конструкция. Москва. 2011.
3. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. Астрель. АСТ. Москва. 2006.
4. <http://www.testmachines.ru/review/compress-materials.html>

Ngày nhận bài: 18/02/2017

Ngày gửi phản biện: 5/03/2017

Ngày nhận phản biện: 19/06/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 25/07/2017

Từ khóa: trục tải giềng đứng, thùng trục, quá hạ, thanh dẫn nêm gỗ

SUMMARY

When vertical shaft mine hoist system has a down overturning accident, it is necessary to have a damping equipment to release the speed of hoisting conveyance, when it touches the stopping beam. One of it is wood wedge guide. The paper presents the results of research on the movement of the conveyance along the wood wedge guide. It is necessary to determine the dynamic forces, acting on stopping beam.

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ...

(Tiếp theo trang 63)

1. Phê duyệt Quy hoạch phân vùng thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng nhóm khoáng chất công nghiệp (serpentin, grafit, fluorit, bentonit, diatomit và talc) đến năm 2015 có xét đến năm 2025. Bộ Công Thương, 2008. Quyết định số 41/2008/QĐ-BCT.

2. Báo cáo thăm dò "Báo cáo kết quả thăm dò graphit tại khu vực Bảo Hà, xã Bảo Hà, huyện Bảo Yên, tỉnh Lào Cai". Công ty Cổ phần Khoáng sản Sông Đà Lào Cai, 2013

3. Nghiên cứu công nghệ tuyển graphit mỏ Nậm Thi-Lào Cai. Báo cáo tổng kết đề tài. Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim. Trần Thị Hiền, 2008.

4. Nghiên cứu công nghệ tuyển và chế biến sâu quặng graphit mỏ Bảo Hà tỉnh Lào Cai. Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim. Trần Thị Hiền, 2016.

5. U.S Geological Survey, 2015. Mineral commodity summaries 2015. U.S. Geological Survey. Pp 68-69.

6. US Geological Survey. Graphite Statistics and Information.

7. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/graphite/>

Ngày nhận bài: 29/01/2017

Ngày gửi phản biện: 09/03/2017

Ngày nhận phản biện: 18/05/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 25/07/2017

Từ khóa: quặng tinh graphit dạng vẩy; quặng tinh graphit mịn; sơ đồ tuyển quặng; phương pháp tuyển nổi; chế độ tuyển nổi tối ưu

SUMMARY

Vietnam has great graphite mineral potential, but most high quality graphite mineral materials for the industry are imported. The report presents a summary of the results of the study for processing technology of the Bảo Hà graphite ore in Lào Cai province, which provides high quality graphite mineral materials which meet the standards of domestic industries and substitutes for imported raw materials.