



PHÂN TÍCH ĐỘNG HỌC, ĐỘNG LỰC HỌC THIẾT BỊ LẮP DỰNG TẤM TƯỜNG BÊ TÔNG NHẸ

Lê Hồng Chương^{1*}, Đỗ Văn Nhất², Tống Đức Năng³, Nguyễn Quốc Dũng³

Tóm tắt: Bê tông nhẹ đang được sử dụng phổ biến trên thế giới và ngày càng được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam để chế tạo các cấu kiện đúc sẵn. Việc lắp dựng các tấm tường bê tông nhẹ hiện nay được tiến hành bằng thủ công hoặc bán cơ giới. Tuy nhiên, các phương pháp này còn nhược điểm như năng suất chưa cao, máy móc hỗ trợ chỉ chủ yếu để vận chuyển và có kết cấu phức tạp... Bài báo này đề xuất một mô hình thiết bị mới giúp hạn chế các nhược điểm trên. Quan hệ động học, động lực học của thiết bị cũng được trình bày. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự thay đổi của các thông số trên khi thiết bị làm việc, làm cơ sở cho việc tính toán các thông số hình học và tính ổn định thiết bị.

Từ khóa: Bê tông nhẹ; động học; động lực học; thiết bị lắp dựng tấm tường bê tông nhẹ.

Kinematic and dynamic analysis of lightweight concrete wall panel installation machine

Abstract: Lightweight concrete is being used widely in the world and it is increasingly used in Vietnam for manufacturing precast concrete components. Nowadays, the lightweight concrete wall plates can be installed by manual workers or semi mechanization. However, these methods have disadvantages. For example, the productivity is not high, the machines only support transporting with high cost and complex structure, ect. This article introduces a new device model that limits the disadvantages above. The relationship of kinematic and dynamic parameters of the device is also presented. The results show that the above parameters change when the device is working, which is the base for calculating the geometry and stability of the device.

Keywords: Lightweight concrete; kinematics; dynamics; lightweight wall panel installation machine.

Nhận ngày 7/12/2017; sửa xong 30/01/2018; chấp nhận đăng 28/02/2018

Received: December 7th, 2017; revised: January 30th, 2018; accepted: February 28th, 2018



1. Giới thiệu

Bê tông nhẹ là vật liệu xây dựng hiện nay đang được sử dụng phổ biến trong xây dựng cơ bản ở nhiều nước tiên tiến trên thế giới và trong khu vực, chúng được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau: làm khung, sàn, tường cho nhà nhiều tầng, dùng trong các kết cấu vỏ mỏng, tấm cong, trong cấu tạo các cấu kiện bê tông đúc sẵn... Công nghệ bê tông nhẹ là công nghệ sạch, tận dụng nguồn phế liệu trong công nghiệp để sản xuất vật liệu rẻ tiền, thân thiện với môi trường [1-3]. Bê tông nhẹ có khối lượng thể tích từ 300-1800 kg/m³ và cường độ nén từ 15-500 kg/cm². Loại bê tông nhẹ phổ biến nhất thường có khối lượng thể tích 90-1400kg/m³ và cường độ nén 50-200 kg/cm². Các ưu điểm của bê tông nhẹ: Trọng lượng nhẹ; Cường độ chịu nén cao; Khả năng cách âm tốt; Khả năng chống thấm cực tốt; Khả năng giảm thiểu ảnh hưởng của động đất; Khả năng cách nhiệt và chống cháy; Dễ thi công; Chất lượng vững bền; Tiết kiệm chi phí vật liệu xây dựng; Thân thiện với môi trường. Theo công dụng bê tông nhẹ được phân ra: Bê tông nhẹ chịu lực; Bê tông nhẹ cách nhiệt. Theo thành phần cấu tạo có bê tông khí, bê tông bọt, bê tông cốt liệu rỗng và bê tông xốp [4-6].

Bê tông nhẹ thường được sử dụng làm tường ngoài, tường ngăn, trần ngăn nhằm mục đích giảm bớt trọng lượng bản thân công trình và tăng khả năng cách nhiệt của các kết cấu bao che [7,8]. Trong thi

¹ TS, Khoa Cơ khí Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng.

² KS, Khoa Cơ khí Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng.

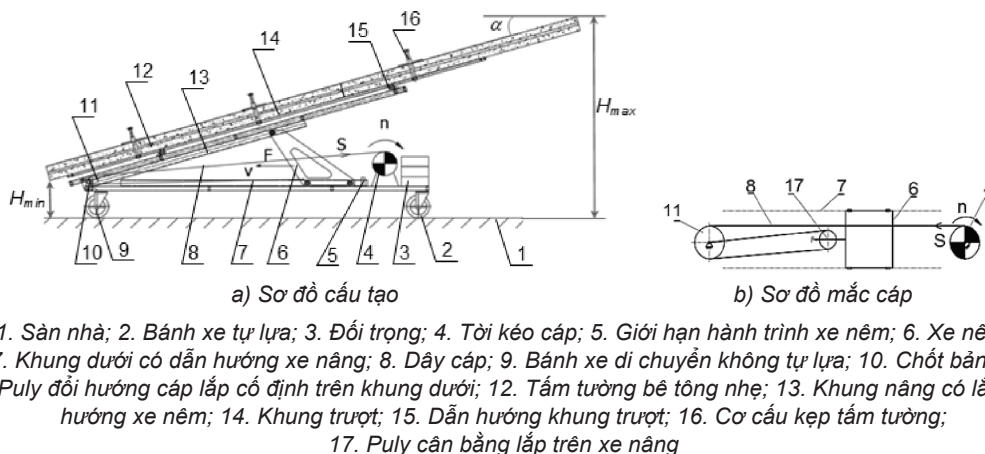
³ ThS, Khoa Cơ khí Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng.

* Tác giả chính. E-mail: chuonglh@nuce.edu.vn.

công lắp dựng tấm bê tông nhẹ làm tường ngăn, tùy theo yêu cầu mà tấm bê tông tường được chế tạo với các kích thước khác nhau (thường khá lớn) vì vậy đòi hỏi quy trình lắp dựng phù hợp. Tấm tường có thể được lắp bằng thủ công tuy nhiên phương pháp này đòi hỏi nhiều nhân công và tốn nhiều thời gian từ đó làm giảm năng suất và tăng chi phí cho công trình. Để khắc phục nhược điểm này, hiện nay việc lắp dựng thường được bán cơ giới (kết hợp giữa máy móc với con người), như sử dụng tời nâng, xe nâng thủy lực (trong công trình) hoặc cầu (thi công ngoài)...[7,9] tuy nhiên các biện pháp này còn có nhược điểm như các thiết bị chỉ mang tấm tường đến nơi cần lắp, việc đưa tấm tường vào vị trí và căn chỉnh vẫn đòi hỏi lao động thủ công dẫn đến năng suất chưa cao, có thể gây nguy hiểm cho người lao động khi lắp dựng trên cao. Bên cạnh đó với các thiết bị thi công trong công trình thì chi phí cho thiết bị/máy còn khá cao, khi di chuyển các thiết bị theo chiều đứng của công trình hoặc từ công trường này sang công trường khác thì công kênh vì không thể tháo rời, việc sửa chữa khi có hỏng hóc đòi hỏi nhiều thời gian. Vì vậy, các phương pháp này chưa thực sự phù hợp với điều kiện thi công ở Việt Nam.

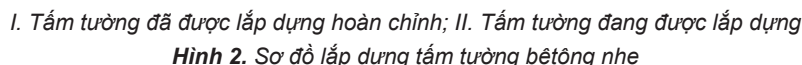
Trên cơ sở phân tích ưu nhược điểm của các phương pháp đã dùng, nhóm tác giả đề xuất một phương án sử dụng thiết bị nâng mới (dẫn động cơ cấu nâng - hạ bằng cáp kéo) cho công tác lắp dựng tấm tường bê tông nhẹ trong công trình để nâng cao năng suất lắp dựng, đơn giản hóa việc lắp dựng và giảm giá thành. Thiết bị này đáp ứng được những yêu cầu như: Có thể nâng tấm tường tới vị trí lắp dựng (vị trí thẳng đứng); Khi tấm tường ở vị trí thẳng đứng, thì thiết bị có cơ cấu di chuyển ngang để liên kết gờ âm dương với tấm tường đã được lắp dựng trước đó; Sau khi lắp dựng và trát vữa liên kết giữa các tấm, liên kết với dầm trên và với nền xong thì mới tháo liên kết với thiết bị lắp dựng để thực hiện một chu trình lắp dựng mới; Có thể nâng tấm tường có chiều dài lớn hơn môđun tiêu chuẩn (tấm ghép theo chiều dài); Có kết cấu đơn giản, dễ tháo lắp, vận chuyển; Sử dụng các thiết bị có giá thành phù hợp. Mục tiêu của bài báo này là xây dựng bài toán phân tích động học, động lực học cho thiết bị nâng kiểu cáp kéo, làm cơ sở để tính toán thiết kế thiết bị.

2. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc của thiết bị



Hình 1. Sơ đồ cấu tạo thiết bị lắp dựng tấm tường bê tông nhẹ dẫn động cáp kéo

Với mục đích lắp dựng tấm tường bê tông nhẹ có kích thước 2440×610×90mm, trọng lượng 90÷100kg, cường độ chịu nén lớn hơn 1,5MPa, khả năng chịu uốn lớn hơn 0,8MPa [8]. Thiết bị nâng được đề xuất có sơ đồ cấu tạo và sơ đồ mắc cáp như Hình 1. Tấm tường được đặt lên xe (Hình 2), sau khi căn chỉnh, được kẹp chặt vào khung trượt nhờ cơ cấu kẹp 16. Thiết bị chở tấm tường được công nhân đẩy bằng tay di chuyển tới vị trí lắp đặt nhờ các bánh xe di chuyển 2 và 9. Tời kéo cáp 4 cuốn sợi dây cáp 8 qua puly đổi hướng cáp 11 kéo xe nâng 6 di chuyển theo hướng lực kéo F. Trên xe nâng có lắp các con lăn và liên kết với dẫn hướng của khung dưới 7 và khung nâng 13. Vì vậy, khi xe nâng di chuyển theo hướng lực kéo F sẽ nâng khung nâng từ vị trí ban đầu tới vị trí lắp dựng (tấm tường ở vị trí thẳng đứng). Khi ở vị trí lắp dựng, người công nhân sẽ đẩy khung trượt 14 di chuyển theo phương ngang để điều chỉnh gờ âm dương của tấm tường 12 vào khớp. Sau khi lắp ghép tấm và kiểm tra độ phẳng, chát vữa liên kết xong, tháo kẹp tấm 16, đẩy nhẹ khung nâng theo hướng về vị trí ban đầu đồng thời nhả cáp của tời kéo 4, nhờ có trọng lượng của khung nâng nên nhả cáp đến đâu khung nâng hạ xuống tới đó, quá trình hạ tới vị trí giới hạn hành trình 5 thì dừng lại và đưa xe nâng về vị trí lấy tấm tường tiếp theo để thực hiện 1 chu trình lắp dựng mới.



$$V = V_B = V_C = \frac{dX_C}{dt} = \frac{d(H_x \cdot \tan \varphi)}{dt} = H_x \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = \frac{H_x}{\sin^2 \alpha} \cdot \omega_{kn}, \quad (m/s)$$

$$\text{Từ đó vận tốc góc của khung nâng, được xác định: } \omega_{kn} = \frac{V \cdot \sin^2 \alpha}{H_x}, \quad (rad/s) \quad (2)$$

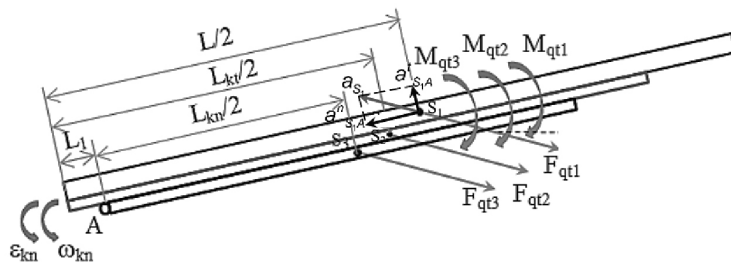
- Gia tốc của xe nêm:

$$a = a_c = \frac{dV_c}{dt} = \frac{d\left(\frac{H_x \cdot \omega_{kn}}{\cos^2 \varphi}\right)}{dt} = \frac{H_x (\varepsilon_{kn} \cos^2 \varphi - \omega_{kn}^2 \cdot 2 \sin \varphi \cdot \cos \varphi)}{\cos^4 \varphi}$$

Do đó gia tốc góc của khung nâng:

$$\varepsilon_{kn} = \frac{a \cdot \cos^2 \varphi}{H_x} + 2 \tan \varphi \cdot \omega_{kn}^2 = \frac{a \cdot \sin^2 \alpha}{H_x} + 2 \cot \alpha \cdot \omega_{kn}^2 \quad (3)$$

3.3 Quan hệ vận tốc, gia tốc các điểm trọng tâm trên khung nâng (khâu 3)



Hình 4. Chiều dài tấm tường và các khung trên khâu 3

- Quan hệ vận tốc:

Vận tốc tuyệt đối tại trọng tâm:

$$\vec{V}_{S_i} = \vec{V}_A + \vec{V}_{S_i,A} = \vec{V}_{S_i,A} \quad (4)$$

trong đó: S_i là vị trí trọng tâm ($i = 1, 2, 3$) lần lượt tương ứng với tấm tường, khung trượt và khung nâng. $l_{S_i,A}$ là khoảng cách từ trọng tâm tương ứng đến A, m: $l_{S_1,A} = L/2 - L_1$; $l_{S_2,A} = L_{kt}/2 - L_1$; $l_{S_3,A} = L_{kn}/2$ (Hình 6). Với L, L_{kt}, L_{kn} lần lượt là chiều dài tấm tường, khung trượt và khung nâng, m. Vận tốc tuyệt đối tại khớp A: $\vec{V}_A = 0$. $\vec{V}_{S_i,A}$ là vận tốc tương đối của điểm S_i so với điểm A. $\vec{V}_{S_i,A}$ có phương vuông góc với SA, chiều theo chiều quay của ω_{kn} , có độ lớn: $V_{S_i,A} = \omega_{kn} \cdot l_{S_i,A}$, m/s.

- Quan hệ gia tốc:

$$\text{Gia tốc tuyệt đối tại trọng tâm: } \vec{a}_{S_i} = \vec{a}_A + \vec{a}_{S_i,A}^n + \vec{a}_{S_i,A}^t = \vec{a}_{S_i,A}^n + \vec{a}_{S_i,A}^t \quad (5)$$

trong đó: Gia tốc của khớp A bằng 0; Gia tốc tuyệt đối tại khớp A: $\vec{a}_A = 0$; $\vec{a}_{S_i,A}^n$ là gia tốc pháp tuyến tương đối của điểm S_i so với điểm A. $\vec{a}_{S_i,A}^n$ có chiều từ S đến A, có độ lớn: $a_{S_i,A}^n = \omega_{kn}^2 \cdot l_{S_i,A}$, m/s²; $\vec{a}_{S_i,A}^t$ là gia tốc tiếp tuyến tương đối của điểm S_i so với điểm A. $\vec{a}_{S_i,A}^t$ có chiều vuông góc với SA, có độ lớn: $a_{S_i,A}^t = \varepsilon_{kn} \cdot l_{S_i,A}$, m/s².

Gia tốc tuyệt đối tại trọng tâm có đặc điểm:

$$+ \text{Độ lớn: } a_{S_i} = a_{S_i,A} = \sqrt{(a_{S_i,A}^n)^2 + (a_{S_i,A}^t)^2} = l_{S_i,A} \sqrt{(\omega_{kn})^4 + (\varepsilon_{kn})^2} \quad (6)$$

$$+ \text{Phương chiều: gọi } \beta \text{ là góc tạo bởi } \vec{a}_{S_i} \text{ với } \vec{a}_{S_i,A}^n \text{ thì: } \tan \beta = \frac{a_{S_i,A}^t}{a_{S_i,A}^n} = \frac{\varepsilon_{kn}}{\omega_{kn}^2} = \frac{a + H_x \cdot \omega_{kn}^2}{H_x \cdot \omega_{kn}^2 \cdot \cot \alpha}$$

Nhận xét, trong quá trình nâng - hạ, vận tốc góc và gia tốc góc của khung nâng có độ lớn thay đổi theo vị trí góc α và chiều của ε_{kn} theo chiều vận tốc ω_{kn} .



4. Các thông số động lực học của thiết bị nâng

4.1 Lực quán tính và mômen quán tính

- Với xe nêm (khâu 1):

Do xe chuyển động thẳng nên chỉ xuất hiện lực quán tính tại thời điểm bật và tắt máy:

$$(\vec{F}_{qt})_{xe} = -m_{xe} \cdot \vec{a}, \quad (N) \quad (7)$$

trong đó: m_{xe} là khối lượng xe nệm. $(\vec{F}_{qt})_{xe}$ đặt tại trọng tâm và có chiều ngược với chiều của gia tốc xe nệm. Khi xe nệm chuyển động với $V = const$ thì $(F_{qt})_{xe} = 0$.

- Với khâu 3:

+ Lực quán tính do các phần đặt trên khâu gây ra: $(\vec{F}_{qt})_i = -m_i \cdot \vec{a}_{S_i}$, (N) (8)

trong đó: m_i khối lượng các phần tương ứng ($i = 1, 2, 3$) lần lượt là tấm tường, khung trượt, khung nâng. $(\vec{F}_{qt})_i$ đặt tại trọng tâm các phần tương ứng, có chiều ngược với chiều $\vec{a}_{S_i}$ (Hình 6).

+ Mômen quán tính do các phần đặt trên khâu gây ra: $(\vec{M}_{qt})_i = -J_{S_i} \cdot \vec{\varepsilon}_{kn}$, (Nm) (9)

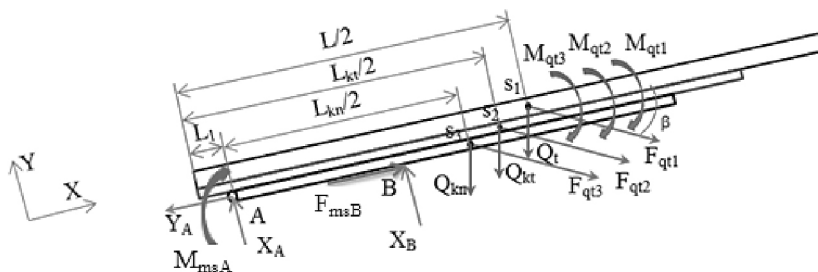
trong đó: J_{S_i} là mômen quán tính chính tâm tương ứng, ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$). $(\vec{M}_{qt})_i$ quay quanh trọng tâm S_i , ngược chiều với $\vec{\varepsilon}_{kn}$ (Hình 6).

4.2 Lực tác động tại các khớp động

- Xét khâu 3:

Tách khâu 3 khỏi cơ cấu (Hình 5), đặt các lực lên khâu, tại các khớp chờ có các phản lực: $\vec{X}_A, \vec{Y}_A$ tại khớp bản lề A và $\vec{X}_B$ tại khớp B (khớp cao loại 4).

+ Phương trình cân bằng lực tác động lên khâu 3:



Hình 5. Lực tác động trên khâu 3

$$\vec{X}_A + \vec{Y}_A + \vec{X}_B + \vec{Q}_t + \vec{Q}_{kt} + \vec{Q}_{kn} + \vec{F}_{qt1} + \vec{F}_{qt2} + \vec{F}_{qt3} + \vec{F}_{msB} = 0 \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \sum M_A = X_B \cdot l_{AB} - M_{qt1} - M_{qt2} - M_{qt3} - M_{msA} - F_{qt1} \cdot \sin \beta \cdot \left(\frac{L}{2} - L_1 \right) - F_{qt1} \cdot \cos \beta \cdot \left(\frac{h_1}{2} + h_2 \right) \\ - F_{qt2} \cdot \sin \beta \cdot \left(\frac{L_{kt}}{2} - L_1 \right) - F_{qt2} \cdot \cos \beta \cdot \left(\frac{h_2}{2} \right) - F_{qt3} \cdot \sin \beta \cdot \left(\frac{L_{kn}}{2} \right) - Q_t \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{L}{2} - L_1 \right) \\ - Q_t \cdot \sin \alpha \cdot \left(\frac{h_1}{2} + h_2 \right) - Q_{kt} \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{L_{kt}}{2} - L_1 \right) - Q_{kt} \cdot \sin \alpha \cdot \left(\frac{h_2}{2} \right) - Q_{kn} \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{L_{kn}}{2} \right) = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

Giải (11), được:

$$X_B = X^* + \frac{1}{l_{AB}} \cdot M_{msA} = X^* + \frac{\rho}{l_{AB} \cdot X_A} \quad (12)$$

$$\text{với: } X^* = \frac{1}{l_{AB}} \left\{ \begin{aligned} &M_{qt1} + M_{qt2} + M_{qt3} + F_{qt1} \cdot \sin \beta \cdot \left(\frac{L}{2} - L_1 \right) + F_{qt1} \cdot \cos \beta \cdot \left(\frac{h_1}{2} + h_2 \right) + F_{qt2} \cdot \sin \beta \cdot \left(\frac{L_{kt}}{2} - L_1 \right) \\ &+ F_{qt2} \cdot \cos \beta \cdot \left(\frac{h_2}{2} \right) + F_{qt3} \cdot \sin \beta \cdot \left(\frac{L_{kn}}{2} \right) + Q_t \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{L}{2} - L_1 \right) + Q_t \cdot \sin \alpha \cdot \left(\frac{h_1}{2} + h_2 \right) \\ &+ Q_{kt} \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{L_{kt}}{2} - L_1 \right) + Q_{kt} \cdot \sin \alpha \cdot \left(\frac{h_2}{2} \right) + Q_{kn} \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{L_{kn}}{2} \right) \end{aligned} \right\}$$

trong đó: F_{msB} là lực ma sát tại khớp B, $F_{msB} = f_p \cdot X_B$ (N); M_{msA} là mômen ma sát tại khớp quay A, $M_{msA} = \rho X_A$, (Nm) với ρ là bán kính vòng ma sát $\rho = \frac{f}{\sqrt{1+f^2}} r$, (m); f_p f là hệ số ma sát lăn tại khớp B và hệ số ma sát của vật liệu chế tạo khớp A; r là bán kính trục của khớp quay, (m); Q_t, Q_{kt}, Q_{kn} lần lượt là trọng lượng của tấm tường, khung trượt và khung nâng, (N). h_1 và h_2 lần lượt là chiều dày của tấm tường và của khung trượt, (m).

+ Chiều phương trình (10) lên trục X và Y , tính được:

$$\begin{cases} X_A = \frac{I_{AB}}{I_{AB} + \rho} [-X^* + (Q_t + Q_{kt} + Q_{kn}) \cdot \cos \alpha + (F_{qt1} + F_{qt2} + F_{qt3}) \cdot \sin \beta] \\ Y_A = -(Q_t + Q_{kt} + Q_{kn}) \cdot \sin \alpha + (F_{qt1} + F_{qt2} + F_{qt3}) \cdot \cos \beta + f \cdot X_B \end{cases} \quad (13)$$

- Xét khâu 1 (xe nâng):

Tách xe nâng khỏi cơ cấu, đặt vào xe các lực như trọng lượng xe, phản lực tại các khớp chờ, vì xe nâng trong cơ cấu được coi là khâu dẫn nên để cân bằng phải đặt thêm lực cân bằng F_{cb} (Hình 6).

+ Phương trình cân bằng lực của khâu:

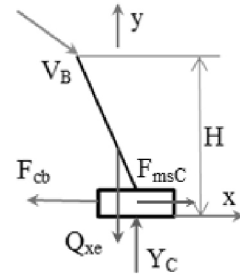
$$\vec{F}_{cb} + \vec{X}_c + \vec{Q}_{xe} + \vec{V}_B + \vec{F}_{msC} = 0$$

Chiều phương trình lên trục X và Y , tính được:

$$\begin{cases} Y_C = Q_{xe} + V_B \cos \alpha \\ F_{cb} = V_B \sin \alpha + f \cdot Y_C \end{cases}$$

trong đó: F_{msC} là lực ma sát tại khớp C , $F_{msC} = f \cdot Y_C$, (N); Q_{xe} là trọng lượng của xe nâng, (N). $V_B = X_B$ có giá trị theo (12) nhưng chiều ngược lại (xem Hình 5) hay $\vec{V}_B = -\vec{X}_B$.

Trong quá trình nâng-hạ, lực quán tính và mômen quán tính của khung nâng có độ lớn và chiều cũng thay đổi theo vị trí góc α làm cho phản lực tại các khớp động cũng thay đổi. Việc xác định được lực cân bằng F_{cb} lớn nhất giúp ta xác định được lực kéo cần thiết của tời nâng, từ đó tính toán lựa chọn động cơ chính xác hơn.



(14) **Hình 6.** Lực tác dụng lên khâu 1



5. Khảo sát sự biến thiên các thông số động học, động lực học của khung nâng

Khi thiết bị làm việc, vận tốc của xe nâng trong thời kỳ chuyển động bình ổn là không đổi nhưng các thông số động học, động lực học của khung nâng lại thay đổi phụ thuộc vào vị trí của khung. Vì vậy, việc khảo sát động học và động lực học của thiết bị là việc hết sức quan trọng, nó giúp cho việc xác định vị trí nguy hiểm nhất để từ đó tính toán ổn định, chống lật theo các phương lúc thiết bị làm việc.

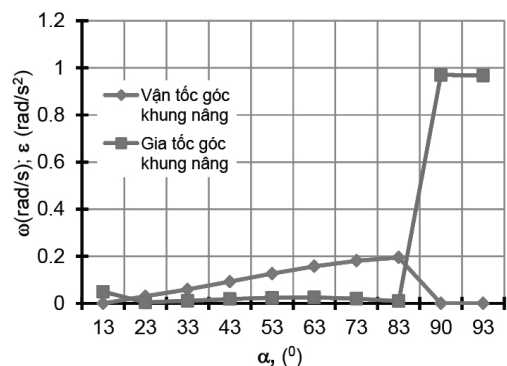
Các thông số động học, động lực học của khung nâng được khảo sát trên thiết bị có các thông số hình học như Bảng 1. Trong đó m_t , m_{kt} , m_{kn} lần lượt là khối lượng của tấm tường, khung trượt và khung nâng của thiết bị; $V = \text{const}$ là vận tốc xe nâng trong thời kỳ bình ổn, theo tham khảo nhiều thiết bị tương tự thì nên chọn $V \leq 5$ m/ph; a^* là gia tốc của xe nâng khi mở máy và tắt máy ($a^* = \pm \sqrt{2V / \Delta t}$) với Δt thời gian mở - tắt máy (hệ số này phụ thuộc vào loại động cơ lựa chọn) ở đây lấy bằng 1s; góc nghiêng của khung nâng so với phương ngang khi đó là $\alpha = 13^\circ \div 93^\circ$.

Bảng 1. Các thông số hình học khảo sát

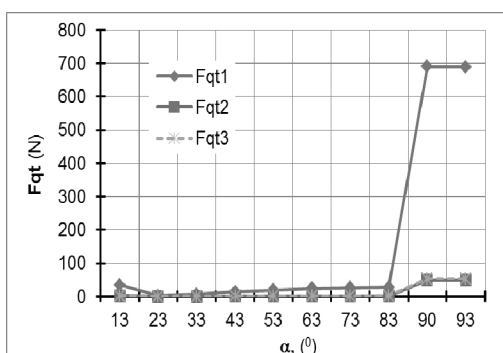
V (m/s)	H _x (m)	a* (m/s ²)	L _{S1A} (m)	L _{S2A} (m)	L _{S3A} (m)	m _t (kg)	m _{kt} (kg)	m _{kn} (kg)	J _{S1} (kgm ²)	J _{S2} (kgm ²)	J _{S3} (kgm ²)
0.083	0.42	0.911	1.93	1.46	1.55	368.85	35.64	35.64	24898	154	175

Hình 7 cho thấy, trong thời kỳ xe nâng chuyển động bình ổn thì vận tốc góc của khung nâng vẫn thay đổi và đạt giá trị lớn nhất khi góc α trong khoảng 83° rồi lại giảm, còn gia tốc góc của khung nâng thay đổi không đáng kể. Tuy nhiên gia tốc góc của khung nâng có thay đổi lớn tại thời kỳ mở máy, đặc biệt là khi tắt máy. Độ lớn của gia tốc góc thời điểm này phụ thuộc vào thời gian tắt máy Δt của động cơ, Δt càng nhỏ thì giá trị của nó càng lớn. Bên cạnh đó giá trị gia tốc lúc tắt máy gần như không đổi trong khoảng $\alpha = 90^\circ \div 93^\circ$.

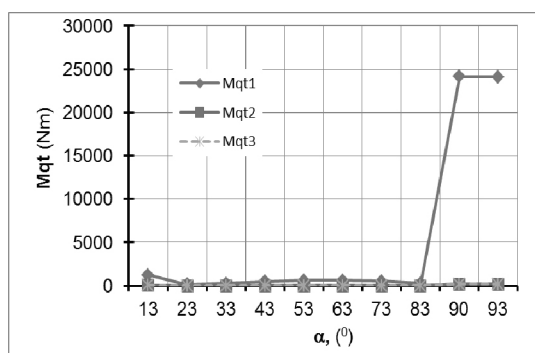
Do gia tốc góc thay đổi lớn nhất khi tắt máy nên lực quán tính và mômen quán tính của khung nâng tại thời điểm này cũng thay đổi đột ngột và đạt giá trị lớn nhất (Hình 8). Các giá trị này cũng gần như không đổi trong khoảng $\alpha = 90^\circ \div 93^\circ$.



Hình 7. Biến thiên vận tốc góc và gia tốc góc của khung nâng



a) Biểu đồ lực quán tính



b) Biểu đồ mômen quán tính

Hình 8. Biến thiên lực quán tính và mômen quán tính của khung nâng



6. Kết luận

Bài báo đề xuất một thiết bị mới dùng cáp kéo để nâng và lắp dựng tấm tường bê tông nhẹ. Thiết bị này không chỉ giúp tăng năng suất, giảm giá thành thi công mà còn thuận tiện trong việc tháo lắp, vận chuyển thiết bị. Việc xây dựng bài toán động học và động lực học cho thiết bị giúp người thiết kế thuận tiện hơn trong việc xác định các vị trí nguy hiểm cũng như tính toán thiết kế (lựa chọn công suất động cơ, tính ổn định thiết bị, tính bền các khớp,...). Qua khảo sát biến thiên các thông số động học và động lực học chỉ ra rằng thời kỳ tắt máy sẽ gây ra lực quán tính và mômen quán tính lớn nhất, độ lớn của chúng phụ thuộc vào khoảng thời gian tắt máy và khối lượng của tấm tường đặt trên khung nâng.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả gửi lời cảm ơn đến công ty Cổ phần Đầu tư và Xây dựng Pacie về sự hợp tác trong nghiên cứu thiết kế, chế tạo, thử nghiệm và sử dụng thiết bị.

Tài liệu tham khảo

- Hoàng Phúc Thắng (2007), "Bê tông nhẹ-thuận lợi và khó khăn khi sử dụng vào thị trường Việt Nam", *Tạp chí Kiến trúc Việt Nam*, (7):53-54.
- Nhật Anh (2012), "Bê tông nhẹ", *Tạp chí Thông tin Khoa học & Công nghệ*, (3):12-15.
- Vật liệu xây dựng Việt Nam (2017), <http://vatlieuxaydung.org.vn/vlxd-ket-cau/be-tong/cac-uu-diem-vuot-troi-cua-be-tong-bot-5924.htm>, truy cập ngày 12/10/2017.
- Viện chuyên ngành Bê tông (2017), <http://vienbetong.vn/quy-trinh-thi-cong-tong-bot/>, truy cập ngày 12/10/2017.
- Viện chuyên ngành Bê tông (2017), <http://vienbetong.vn/tong-nhe-cot-lieu-soi-keramzit/>, truy cập ngày 12/10/2017.
- Vật liệu xây dựng Việt Nam (2017), <http://vatlieuxaydung.org.vn/vlxd-ket-cau/be-tong/tim-hieu-ve-be-tong-polystyrol-5685.htm>, truy cập ngày 12/10/2017.
- Tạp chí Edie (2017), <https://www.edie.net/28215/products/PRECAST-CONCRETE-280mm-THICK-SUPERWALL-PANELS/5353>, truy cập ngày 12/10/2017.
- Công nghệ BIM (2017), <http://congnghebim.vn/tam-tuong-nucewall/>, truy cập ngày 12/10/2017.
- Youtube (2017), <https://www.youtube.com/watch?v=1Gqc6cRI3gQ>, truy cập ngày 12/10/2017.
- Bùi Lê Gôn và các tác giả (2010), *Nguyên lý máy*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- TCVN 4244:2005, *Thiết bị nâng-thiết kế, chế tạo và kiểm tra kỹ thuật*, Hà Nội.
- Đỗ Sanh (2004), *Động lực học máy*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- Waldron K.J., Kinzel G.L. (2016), *Kinematics, Dynamics, and Design of Machinery*, 3rd Ed., John Wiley & Sons, inc., New Jersey, United States.