

Khi lượng khí xả hồi lưu từ 10% trở xuống thì chất lượng quá trình cháy thay đổi không đáng kể, nhưng khi lượng khí xả hồi lưu trên 10% thì chất lượng quá trình cháy sẽ kém đi rõ rệt.

Như vậy, qua tính toán và kết quả thử nghiệm trên động cơ 6LU32 ta thấy rằng đối với động cơ diesel có hồi lưu khí xả thì lượng khí xả hồi lưu khoảng 10% không ảnh hưởng nhiều đến công suất của động cơ. Như vậy lượng khí xả hồi lưu cho các động cơ diesel khoảng 10% là hiệu quả nhất.

4. Kết luận

Như vậy, việc sử dụng động cơ diesel có hồi lưu khí xả sẽ giảm được phát thải độc tố ra môi trường, nhưng cũng ảnh hưởng đáng kể đến quá trình cháy trong buồng đốt động cơ diesel.

Chất lượng quá trình cháy của động cơ không ảnh hưởng nhiều (từ 5-7%) khi lượng khí xả hồi lưu từ 10% trở xuống, chất lượng quá trình cháy sẽ kém đi khi lượng khí xả hồi lưu lớn hơn 10%.

Phương pháp hồi lưu khí xả có thể áp dụng được cho các động cơ diesel tàu thủy để giảm thiểu ô nhiễm môi trường do khí xả của động cơ sinh ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Egnell, R. "Combustion Diagnostics by Means of Multizone Heat Release Analysis and NO Calculation". SAE Paper 981424.
- [2] Egnell, R. "A simple Approach to Studying the Relation between Fuel Rate, Heat Release Rate and NO Formation in Diesel Engines. SAE Paper 1999-01-3548
- [3] Heywood, J. B. "Internal Combustion Fundamentals". McGraw-Hill series in mechanical engineering. 1988
- [4] Rolf Egnell 'The Influence of EGR on Heat Release Rate and NO Formation in a DI Diesel Engine 2000-0'-International Spring Fuels & Lubricants Meeting & Exposition Paris, France June 19-22, 20001807

Người phản biện: TS. Nguyễn Văn Tuấn; TS. Nguyễn Huy Hòa

ĐIỀU KHIỂN CẢN TRỤC THÁP BẰNG KỸ THUẬT TRƯỢT CONTROL OF TOWER CRANES USING SLIDING MODE METHOD

TS. LÊ ANH TUẤN

Khoa Cơ khí, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Công trình này xây dựng một bộ điều khiển bền vững cho cần trục tháp dựa trên kỹ thuật trượt. Với hai tín hiệu vào gồm lực kéo xe con và mô men quay tháp, bộ điều khiển cùng lúc thực hiện ba nhiệm vụ: Cực tiểu các góc lắc hàng, dẫn động xe con, và quay tháp đến các vị trí yêu cầu. Kết quả mô phỏng cho thấy bộ điều khiển làm việc tốt, các đáp ứng của hệ ổn định và bền vững.

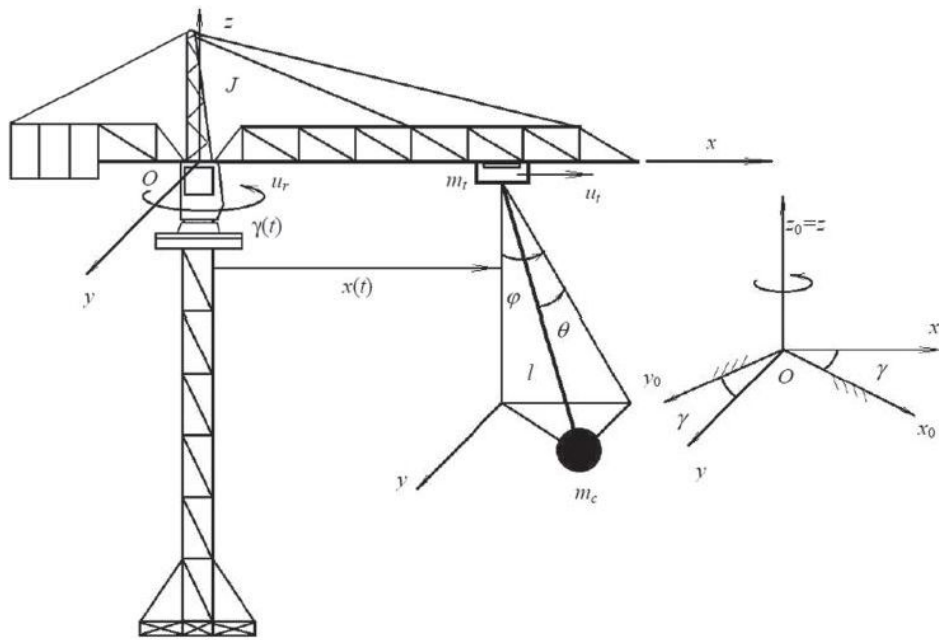
Abstract

This study designs a robust controller for tower cranes based on sliding mode technique. With two inputs composed of trolley-pulling force and tower-rotating torque, the controller simultaneously carries out three duties: minimizing cargo swing, tracking trolley, and rotating tower to the desired destinations. The simulation results show that the controller works well, the system response is stable and robust.

Key words: *Sliding mode control, tower cranes*

1. Giới thiệu chung

Dùng nhiều trong công tác xây dựng cơ bản, cần trục tháp này được khai thác với tốc độ cao để tăng năng suất. Khai thác nhanh dễ dẫn đến lắc hàng lớn và chuyển động chính xác nếu cần trục không được trang bị các chiến lược điều khiển tốt. Có nhiều công trình công bố các giải pháp điều khiển cần trục dựa trên nhiều kỹ thuật khác nhau. Masoud [1] thiết kế một luật điều khiển bằng kỹ thuật hồi tiếp trễ (time-delayed feedback). Vaughan [2] thiết kế bộ điều khiển vị trí và chống lắc hàng dựa trên kỹ thuật nắn tín hiệu vào (input shaping). Omar [3] xây dựng cấu trúc điều khiển trong trường hợp chiều dài cáp thay đổi bằng cách đổi các thông số của bộ điều khiển một cách thích nghi. Golafshani [4] tập trung vào bài toán điều khiển tối ưu quỹ đạo



Hình 1. Mô hình vật lý cần trục tháp

chuyển động của hàng. Không giống các công trình [1-4], bài báo này đề xuất thuật toán điều khiển cần trục tháp dựa trên kỹ thuật điều khiển trượt (sliding mode control - SMC). Đây là kỹ thuật điều khiển bền vững, được ứng dụng có hiệu quả trong những hệ có tham số biến đổi. Cần trục tháp là hệ có nhiều tham số thay đổi, ví dụ: Khối lượng hàng thay đổi theo từng trường hợp khai thác có thể từ vài chục kg cho đến vài chục tấn, chiều dài cáp nâng cũng thay đổi tùy thuộc vào từng thời điểm khai thác. Với bộ điều khiển trên nền tảng SMC, không cần phải thay đổi thông số của bộ điều khiển khi tham số của hệ thay đổi. Bộ điều khiển đảm bảo tính bền vững của đáp ứng hoặc đáp ứng ít bị thay đổi khi thay đổi tham số của hệ. Cần trục tháp là hệ hệt cơ cấu chấp hành mà ở đó bốn tín hiệu ra gồm chuyển vị xe con x_t , góc xoay tháp cầu γ , hai góc lắc hàng θ và φ được điều khiển bởi hai cơ cấu chấp hành gồm lực kéo xe con u_t và mô men quay tháp u_r . Cấu trúc điều khiển SMC gồm hai thành phần: Thành phần thứ nhất dùng để hút quỹ đạo trạng thái đến mặt trượt và thành phần thứ hai dùng để đẩy quỹ đạo trạng thái đến các giá trị xác lập trên mặt trượt này.

2. Mô hình toán

Mô hình toán của cần trục tháp (hình 1) đã được xây dựng trong [5]. Mô hình toán gồm bốn phương trình vi phân phi tuyến, được viết gọn lại dưới dạng ma trận:

$$\mathbf{M}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{C}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}} + \mathbf{G}(\mathbf{q}) = \mathbf{F} \quad (1)$$

với $\mathbf{M}(\mathbf{q}) = [m_{ij=1+4}]$, $\mathbf{C}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) = [c_{ij=1+4}]$, $\mathbf{G}(\mathbf{q}) = [0 \ 0 \ g_1 \ g_2]^T$, $\mathbf{F} = [u_t \ u_r \ 0 \ 0]^T$, và $\mathbf{q} = [x \ \gamma \ \varphi \ \theta]^T$ lần lượt là ma trận khối lượng, ma trận cản, véc tơ trọng lực, tín hiệu điều khiển, và véc tơ tín hiệu ra. Các phần tử của các ma trận và véc tơ nói trên xác định bằng các biểu thức:

$$\begin{aligned} m_{11} &= (m_t + m_c); \quad m_{22} = (J + (m_t + m_c)x^2 + m_c l^2 \sin^2 \theta + m_c l^2 \sin^2 \varphi \cos^2 \theta + 2m_c l \sin \varphi \cos \theta x); \\ m_{33} &= m_c l^2 \cos^2 \theta; \quad m_{44} = m_c l^2; \quad m_{12} = m_{21} = m_c l \sin \theta; \quad m_{13} = m_{31} = m_c l \cos \varphi \cos \theta; \\ m_{14} &= m_{41} = -m_c l \sin \varphi \sin \theta; \quad m_{23} = m_{32} = \frac{m_c l^2}{2} \cos \varphi \sin 2\theta; \quad m_{24} = m_{42} = -(m_c l^2 \sin \varphi + m_c l \cos \theta x); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c_{11} &= b_x; c_{12} = (m_c l \cos \theta (\dot{\theta} - \sin \varphi \dot{\gamma}) - (m_r + m_c) x \dot{\gamma}); c_{13} = -m_c l (\cos \varphi \sin \theta \dot{\theta} + \sin \varphi \cos \theta \dot{\varphi}); \\
 c_{14} &= m_c l (\cos \theta \dot{\gamma} - \cos \varphi \sin \theta \dot{\varphi} - \sin \varphi \cos \theta \dot{\theta}); c_{21} = (2(m_r + m_c) x + m_c l \sin \varphi \cos \theta) \dot{\gamma}; \\
 c_{22} &= b_y + m_c l (\sin \varphi \cos \theta \dot{x} + \cos \varphi \cos \theta \dot{x} \dot{\varphi} - \sin \varphi \sin \theta \dot{x} \dot{\theta}) + m_c l^2 (\sin 2\varphi \cos^2 \theta \dot{\varphi} + \cos^2 \varphi \sin 2\theta \dot{\theta}); \\
 c_{23} &= m_c l \left(\cos \varphi \cos \theta \dot{x} \dot{\gamma} - l \left(\frac{1}{2} \sin \varphi \sin 2\theta \dot{\varphi} + \cos \varphi \dot{\theta} \right) \right); c_{32} = -m_c l \left(\frac{l}{2} \sin 2\varphi \cos^2 \theta \dot{\gamma} + \cos \varphi \cos \theta \dot{x} \dot{\gamma} \right); \\
 c_{24} &= m_c l \left(l \cos 2\theta \cos \varphi \dot{\varphi} + (\sin \theta \dot{x} \dot{\theta} - \sin \varphi \sin \theta \dot{x} \dot{\gamma}) \right); c_{33} = b_\varphi - \frac{m_c l^2}{2} \sin 2\theta \dot{\theta}; c_{41} = -m_c l \cos \theta \dot{\gamma}; \\
 c_{34} &= m_c l^2 \left(2 \cos^2 \theta \cos \varphi \dot{\gamma} - \frac{1}{2} \sin 2\theta \dot{\varphi} \right); c_{42} = m_c l \left(\sin \varphi \sin \theta \dot{x} \dot{\gamma} - \cos \theta \dot{x} - \frac{l}{2} \cos^2 \varphi \sin 2\theta \dot{\gamma} \right); \\
 c_{43} &= m_c l^2 \left(\frac{1}{2} \sin 2\theta \dot{\varphi} - 2 \cos^2 \theta \cos \varphi \dot{\gamma} \right); c_{44} = b_\theta; g_1 = m_c g l \cos \theta \sin \varphi; g_2 = m_c g l \sin \theta \cos \varphi.
 \end{aligned}$$

Ở đây, m_r là khối lượng xe con, m_c là khối lượng hàng, l là mô men quán tính của tháp cầu.

3. Thiết kế luật điều khiển SMC

Luật điều khiển SMC được thiết kế để dẫn trạng thái chủ động $\mathbf{q}_1 = [x \ \gamma]^T$ đến giá trị xác lập $\mathbf{q}_{1,d} = [x_d \ \gamma_d]^T$ và góc lắc hàng $\mathbf{q}_2 = [\varphi \ \theta]^T$ tiến đến $\mathbf{q}_{2,d} = [0 \ 0]^T$. Tương ứng hai loại trạng thái, mô hình toán (1) được tách làm hai

$$\mathbf{M}_{11}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{M}_{12}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}}_2 + \mathbf{C}_{11}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{C}_{12}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_2 = \mathbf{F}_1 \quad (2)$$

$$\mathbf{M}_{21}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{M}_{22}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}}_2 + \mathbf{C}_{21}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{C}_{22}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_2 + \mathbf{G}_2(\mathbf{q}) = \mathbf{0} \quad (3)$$

Các thành phần của (2) và (3) được xác định trong công trình [5]. Ma trận $\mathbf{M}_{11}(\mathbf{q})$ và $\mathbf{M}_{22}(\mathbf{q})$ xác định dương với mọi $l > 0$. Biểu thức (2) và (3) được viết lại

$$\ddot{\mathbf{q}}_1 = -\mathbf{M}_{11}^{-1}(\mathbf{q}) \{ \mathbf{M}_{12}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}}_2 + \mathbf{C}_{11}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{C}_{12}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_2 - \mathbf{F}_1 \} \quad (4)$$

$$\ddot{\mathbf{q}}_2 = -\mathbf{M}_{22}^{-1}(\mathbf{q}) \{ \mathbf{M}_{21}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{C}_{21}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_1 + \mathbf{C}_{22}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_2 + \mathbf{G}_2(\mathbf{q}) \} \quad (5)$$

Thay (5) vào (2), và (4) vào (3), ta được hai hệ con

$$\bar{\mathbf{M}}_1(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}}_1 + \bar{\mathbf{C}}_{11}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_1 + \bar{\mathbf{C}}_{12}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_2 + \mathbf{G}_1(\mathbf{q}) = \mathbf{F}_1 \quad (6)$$

$$\bar{\mathbf{M}}_2(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}}_2 + \bar{\mathbf{C}}_{21}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_1 + \bar{\mathbf{C}}_{22}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}}_2 + \mathbf{G}_2(\mathbf{q}) = \mathbf{F}_2 \quad (7)$$

Các thành phần của hệ (6)&(7) xem thêm trong công trình [5]. Quá trình thiết kế gồm hai giai đoạn. Đầu tiên, một mặt trượt được xây dựng để sao cho các quỹ đạo trạng thái bị hút về phía nó. Tiếp đến, một luật điều khiển được thiết kế để đẩy tất cả các trạng thái đến giá trị yêu cầu trên mặt trượt. Định nghĩa một mặt trượt có dạng

$$\mathbf{s} = [s_1 \ s_2]^T = \dot{\mathbf{e}}_1 + \lambda_1 \mathbf{e}_1 + \alpha \dot{\mathbf{e}}_2 + \lambda_2 \mathbf{e}_2 \quad (8)$$

với $\mathbf{e}_1 = \mathbf{q}_1 - \mathbf{q}_{1,d} = [x - x_d \ \gamma - \gamma_d]^T$ và $\mathbf{e}_2 = \mathbf{q}_2 - \mathbf{q}_{2,d} = [\varphi \ \theta]^T$ là các sai số tín hiệu. $\lambda_1 = \text{diag}(\lambda_{11}, \lambda_{12})$, $\lambda_2 = \text{diag}(\lambda_{21}, \lambda_{22})$, $\alpha = \text{diag}(\alpha_1, \alpha_2)$ là các tham số thiết kế. Đạo hàm mặt trượt theo thời gian ta được

$$\dot{\mathbf{s}} = \ddot{\mathbf{q}}_1 + \lambda_1 \dot{\mathbf{q}}_1 + \alpha \ddot{\mathbf{q}}_2 + \lambda_2 \dot{\mathbf{q}}_2 \quad (9)$$

Thay (6) và (7) vào (9) và đặt $\dot{\mathbf{s}} = \mathbf{0}$, ta được tín hiệu điều khiển quy đổi

$$\hat{\mathbf{F}}_1 = \left(\bar{\mathbf{M}}_1^{-1}(\mathbf{q}) - \alpha \bar{\mathbf{M}}_2^{-1}(\mathbf{q}) \mathbf{M}_{21}(\mathbf{q}) \mathbf{M}_{11}^{-1}(\mathbf{q}) \right)^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \left(\alpha \bar{\mathbf{M}}_2^{-1}(\mathbf{q}) \bar{\mathbf{C}}_{21}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) + \bar{\mathbf{M}}_1^{-1}(\mathbf{q}) \bar{\mathbf{C}}_{11}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) - \lambda_1 \right) \dot{\mathbf{q}}_1 \\ + \left(\alpha \bar{\mathbf{M}}_2^{-1}(\mathbf{q}) \bar{\mathbf{C}}_{22}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) + \bar{\mathbf{M}}_1^{-1}(\mathbf{q}) \bar{\mathbf{C}}_{12}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) - \lambda_2 \right) \dot{\mathbf{q}}_2 \\ + \left(\alpha \bar{\mathbf{M}}_2^{-1}(\mathbf{q}) - \bar{\mathbf{M}}_1^{-1}(\mathbf{q}) \mathbf{M}_{12}(\mathbf{q}) \mathbf{M}_{22}^{-1}(\mathbf{q}) \right) \mathbf{G}_2(\mathbf{q}) \end{pmatrix} \quad (10)$$

Để duy trì quỹ đạo trạng thái trên mặt trượt, tác động đóng-ngắt được đưa vào tín hiệu điều khiển. Luật điều khiển SMC bây giờ có dạng

$$\mathbf{F}_1 = \hat{\mathbf{F}}_1 - \mathbf{K} \text{sgn}(\mathbf{s}) \quad (11)$$

với $\mathbf{K} = \text{diag}(K_1, K_2)$. Các thông số \mathbf{K} , λ_1 , λ_2 được chọn sao cho mặt trượt ổn định và quỹ đạo trạng thái trượt đến vị trí yêu cầu trên mặt \mathbf{s} càng nhanh càng tốt. $\text{sgn}(\mathbf{s})$ là hàm dấu của mặt trượt. Luật điều khiển SMC (11) phải thỏa mãn hai điều kiện: (i) Nó đẩy được quỹ đạo trạng thái đến mặt trượt. (ii) Khi đã ở trên mặt trượt, nó kéo quỹ đạo trạng thái đến vị trí tham chiếu. Để phân tích ổn định mặt trượt, ta xét hàm Lyapunov $V = 0.5 \mathbf{s}^T \mathbf{s} \geq 0$ mà đạo hàm của nó xác định bởi

$$\dot{V} = \mathbf{s}^T \dot{\mathbf{s}} \quad (12)$$

Thay các biểu thức (8), (9), và (11) vào (12), ta được

$$\dot{V} = -\mathbf{s}^T \mathbf{K} \text{sgn}(\mathbf{s}) \quad (13)$$

Để thấy $\dot{V} \leq 0$ với mọi \mathbf{K} xác định dương. Dùng bổ đề Barbalat, để chứng minh được $[s_1 \ s_2]^T \rightarrow [0 \ 0]^T$. Vậy, mặt trượt ổn định tiệm cận. Nói cách khác, các quỹ đạo trạng thái hội tụ tiệm cận đến mặt trượt. Nếu α được chọn sao cho $\left(\bar{\mathbf{M}}_1^{-1}(\mathbf{q}) - \alpha \bar{\mathbf{M}}_2^{-1}(\mathbf{q}) \mathbf{M}_{21}(\mathbf{q}) \mathbf{M}_{11}^{-1}(\mathbf{q}) \right)$ tồn tại, luật điều khiển SMC (11) dẫn quỹ đạo trạng thái tiến đến mặt trượt một cách tiệm cận.

4. Mô phỏng và kết quả

Chất lượng của bộ điều khiển được kiểm nghiệm bằng mô phỏng số. Hệ động lực (2)&(3) dẫn động bằng luật điều khiển SMC (11) được lập trình bằng phương pháp số trên môi trường MATLAB. Hệ (2)&(3) gồm 4 phương trình vi phân cấp hai phi tuyến được chuyển thành một hệ gồm 8 phương trình vi phân cấp một phi tuyến. Hệ được dẫn bởi hai tín hiệu điều khiển

$\mathbf{F}_1 = [u_r \ u_l]^T$. Giải hệ này bằng thuật toán số Runge-Kutta bậc 4, ta được các đáp ứng của hệ. Các thông số dùng trong mô phỏng cho trên bảng 1. Đặc tính của hệ dưới tác dụng của bộ điều khiển được thể hiện trên các hình từ 2 đến 5.

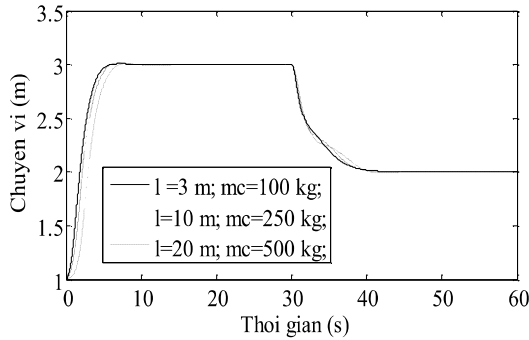
Bảng 1. Các thông số mô phỏng điều khiển cần trục tháp

Các thông số của cần trục tháp	Bộ điều khiển SMC
$m_r = 400 \text{ kg}; J = 90 \text{ kgm}^2;$ $b_r = 90 \text{ N s/m}; b_g = 140 \text{ N s/m};$ $b_l = 12 \text{ N s/m}; b_p = 12 \text{ N s/m};$	$\lambda_{11} = 0,55; \lambda_{12} = 0,5;$ $\lambda_{21} = -3; \lambda_{22} = -2;$ $\alpha_1 = 0,1; \alpha_2 = 0,1;$ $K_1 = 500; K_2 = 700;$

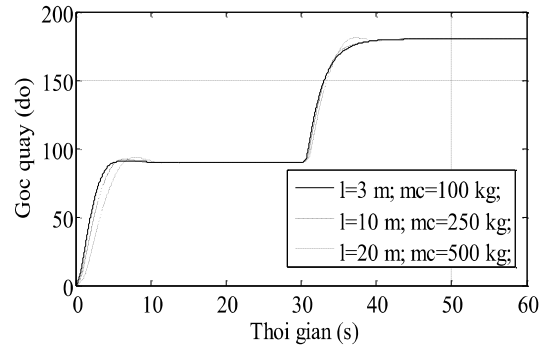
Điều khiển SMC được xếp vào nhóm điều khiển bền vững. Điều khiển SMC không cần mô hình toán quá chính xác. Một tính chất quan trọng của SMC là nó đảm bảo đáp ứng của hệ bền vững dưới tác động của nhiễu và ngay cả khi tham số của hệ thay đổi. Các đáp ứng của hệ trên hình từ 2 đến 5 được mô phỏng trong trường hợp hai tham số của cần trục tháp là khối lượng

hàng và chiều dài cáp nâng thay đổi trong dải rộng theo ba mức: $m_c = [100 \ 250 \ 500]$ kg, $l = [3 \ 10 \ 20]$ m.

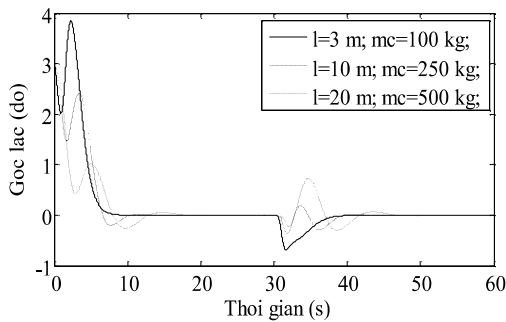
Để khẳng định chất lượng của bộ điều khiển, sự so sánh hai chỉ tiêu chất lượng của đáp ứng (gồm thời gian quá độ và lượng quá điều chỉnh khi $l=3$ m và $m_c=100$ kg) của công trình này với công trình [3] dùng kỹ thuật thích nghi - gain scheduling được thể hiện trên bảng 2.



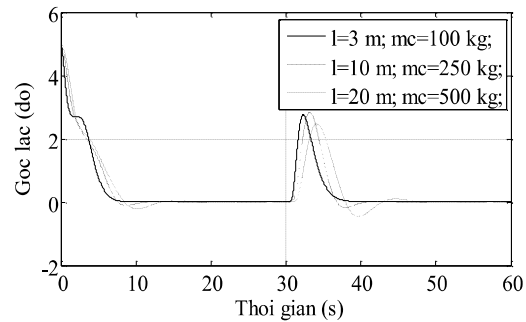
Hình 2. Chuyển động xe con



Hình 3. Quay tháp



Hình 4. Góc lắc hàng φ



Hình 5. Góc lắc hàng θ

Bảng 2. So sánh các chỉ tiêu chất lượng của đáp ứng hệ thống điều khiển

	Kỹ thuật trượt-SMC		Thích nghi - gain scheduling [3]	
	Thời gian tăng (s)	Lượng quá điều chỉnh	Thời gian tăng (s)	Lượng quá điều chỉnh
Chuyển vị xe con	9	0	3	0.1 m
Quay tháp	12	0	3.5	0
Góc lắc hàng φ	9.5	3.8^0	3.8	14^0
Góc lắc hàng θ	9	2.8^0	3.6	7^0

Có thể thấy các đáp ứng ở thời kỳ quá độ không thay đổi nhiều theo ba mức thay đổi tham số của hệ. Bộ điều khiển SMC đảm bảo ổn định tiệm cận tất cả các tín hiệu ra: Xe con và tháp quay được dẫn động chính xác đến các vị trí yêu cầu. Góc lắc hàng được giữ nhỏ ở giai đoạn vận chuyển và triệt tiêu hoàn toàn ở đích đến của tải. Chuyển vị của xe con và tháp cầu vẫn tồn tại lượng quá điều chỉnh khi tham số của hệ biến đổi rộng.

5. Kết luận

Dựa trên kỹ thuật SMC, một bộ điều khiển phi tuyến bền vững đã được thiết kế thành công cho chuyển động ba chiều của cần trục tháp. Bộ điều khiển làm việc hiệu quả: Chống lắc hàng tốt, dẫn động nhanh và chính xác xe con và tháp cầu. Không cần phải thay đổi thông số của bộ điều khiển khi tham số của cần trục tháp thay đổi mà vẫn đảm bảo cần trục làm việc ổn định và bền vững. Kết quả chỉ mới dừng lại ở mô phỏng. Chúng tôi sẽ nghiên cứu thực nghiệm để kiểm chứng chất lượng của bộ điều khiển và có giải pháp cải tiến cấu trúc điều khiển ở công trình tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Masoud, Z. N., Nayfeh, A. H., and Mousa, A. A. Delayed position feedback controller for the reduction of payload pendulations of rotary cranes. *Journal of Vibration and Control*, 2003, 9 (1-2), 257-277.
- [2]. Vaughan, J., Kim, D., and Singhose, W. Control of tower crane with double-pendulum payload dynamics. *IEEE Transactions on Control System Technology*, 2010, 18 (6), 1345-1358.
- [3]. Omar, H. M. and Nayfeh, A. H. Gain scheduling feedback control for tower cranes. *Journal of Vibration and Control*, 2003, 9 (3-4), 399-418.
- [4]. Golafshani, A. R. Modeling and optimal control of tower crane motions, *PhD thesis*, University of Waterloo, Ontario, Canada, 1999.
- [5]. Tuan, L. A., Dang, V. H., Ko, D. H., Tran, N. A., and S. G. Lee. Nonlinear controls of a rotating tower crane in conjunction with trolley motion, *Journal of Systems and Control Engineering*, 227 (5) (2013) 451-460.

Người phản biện: PGS.TS. Lê Văn Học; PGS.TS. Lê Văn Điềm

NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC HẬU QUẢ CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG ĐỐI VỚI CÔNG TRÌNH BẾN BỆ CỌC CAO TẠI VIỆT NAM

RESEARCHING AND PROPOSING SOME SOLUTIONS TO OVERCOME CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE AND SEA LEVEL RISE FOR QUAYS IN FORM OF OPEN PILE SYSTEM WITH ELEVATED CONCRETE DECK IN VIETNAM

PGS.TS. NGUYỄN VĂN NGỌC

Khoa Công trình, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Tính toán kiểm tra cao độ mặt bến các công trình bến cảng biển đã xây dựng tại Việt Nam theo kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường [1], có rất nhiều công trình bị ngập do nước biển dâng. Khắc phục vấn đề này, bài báo trình bày kết quả nghiên cứu đề xuất một số giải pháp nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng đối với các công trình bến bệ cọc cao đã xây dựng tại Việt Nam.

Abstract

According to the climate change scenario of Ministry of natural resources and environment [1], many quays that have been built in Viet Nam will be flooded because of the sea level rise. To overcome this problem, the paper would like to present the result of research of some adaptations to climate change and sea level rise for quays in form of open pile system with concrete deck which have been built in Viet Nam.

1. Đặt vấn đề

Theo kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD) của Bộ Tài nguyên và Môi trường, tính toán cho thấy cả 6 nhóm cảng đều có công trình bị ngập [5], trong đó có công trình có thể bị ngập tới 2,6m. Vì vậy việc nghiên cứu đưa ra giải pháp khắc phục cho các công trình bến bệ cọc cao đã được xây dựng tại Việt Nam có hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao là hết sức cần thiết.

2. Một số giải pháp ứng phó đối với công trình bến bệ cọc cao đã xây dựng.

Trong bài báo đã đăng trên tạp chí Khoa học công nghệ Hàng hải, trình bày giải pháp ứng phó đối với hai loại công trình bến tường cọc và bến trọng lực; vì vậy trong bài này chỉ trình bày giải pháp khắc phục với công trình bến bệ cọc cao với mức độ ngập 1,0m; lấy ví dụ đối với công trình bến 20.000DWT tại Đình Vũ [4].

2.1. Các phương án khắc phục kết cấu công trình bến.**1) Phương án 1: Nâng cao độ mặt bến bằng hệ dầm, bản mặt cầu (hình 1).**

Kết cấu bến theo phương án này được bổ sung thêm hệ thống dầm bản bằng bê tông cốt thép cao 1m bao gồm:

- Dầm ngang DN-1 có tiết diện: b_{xh}= 100x100cm (chiều cao tính cả bản mặt cầu).
- Dầm ngang DN-2 có tiết diện: b_{xh}= 100x100cm (chiều cao tính cả bản mặt cầu).