

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ, CHẾ TẠO CẦN CẦU GIÁ THẤP THÀNH THẤP CHO LẮP DỰNG NHÀ ĐÚC SẴN

Nguyễn Hồng Ngân, Hồ Minh Đạo

Khoa Cơ khí – Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 22 tháng 9 năm 2004, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 23 tháng 11 năm 2004)

TÓM TẮT: Bài báo trình bày cần cầu mini được thiết kế chế tạo ứng dụng cho việc lắp đặt những tấm bê tông 3D trong các công trình xây dựng nhà đúc sẵn. Một trong những tiêu chuẩn thiết kế quan trọng là cần cầu phải đảm bảo ổn định khi cần cầu làm việc. Các kết quả mối quan hệ tải và tầm với của cần cầu để đảm bảo độ ổn định đã được xây dựng. Qua một số công trình xây dựng, cần cầu mini này đã chứng tỏ khả năng làm việc ổn định, tin cậy, an toàn.

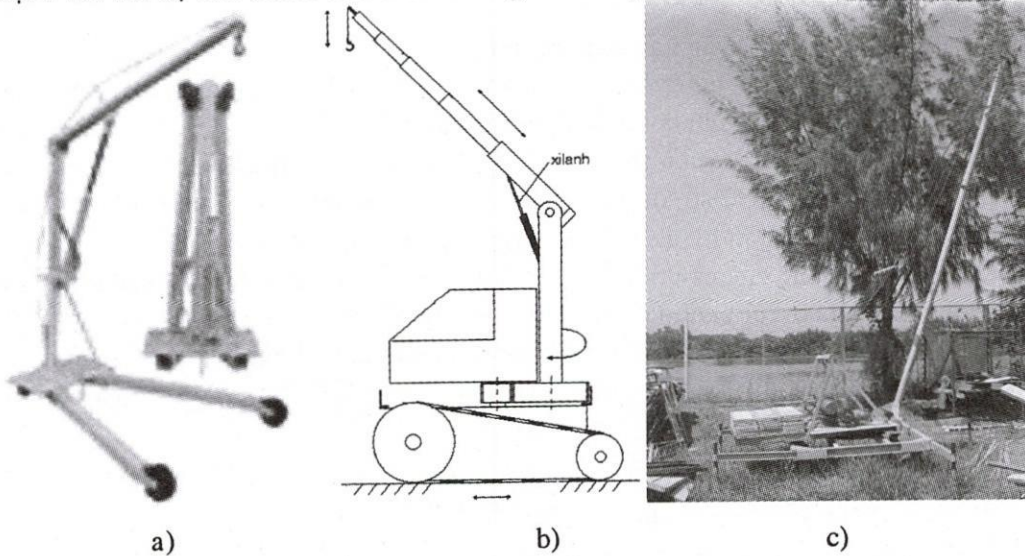
1. Giới thiệu

Các công trình xây dựng đang ngày càng chiếm một tỷ trọng lớn trong nền kinh tế quốc dân nước ta, trong đó đặc biệt là vấn đề xây dựng nhà cho người có thu nhập thấp.

Vừa qua, một số công ty đã đưa vào dây chuyền sản xuất các nhà bê tông đúc sẵn các dạng từ tấm 3D đến bê tông nhẹ. Đặc điểm là các tấm bê tông trọng lượng không quá nặng (300 – 400 kg) nhưng kích thước khá lớn (kích thước 4m x 1m). Nhà lợp lên một lầu và trong những khu diện tích chật hẹp, việc lắp dựng trước đó thường bằng tay rất nguy hiểm và năng suất thấp. Chúng tôi đã tìm hiểu nghiên cứu đi đến thiết kế chế tạo một thiết bị lắp dựng phù hợp.

2. Tổng quan các phương pháp lắp dựng

Để lắp dựng những tấm bê tông có trọng lượng 300 – 400kg với kích thước 4m x 1m thành các ngôi nhà 1 trệt 1 lầu với độ cao 1 mái đến 12m. Chúng tôi đã nghiên cứu nhiều phương pháp:



Hình 1: Tổng quan các phương pháp lắp dựng

- a) Phương pháp dùng xe bàn với cần thật
- b) Phương án dùng xe ô tô gắn cần thật
- c) Phương án dùng cần cầu bàn quay mini

2.1 Phương pháp dùng palăng xích tay

Sử dụng các chân chống và dùng palăng xích tay treo lên các thanh ngang để lắp dựng các tấm bê tông đúc sẵn:

Nhược điểm của phương pháp này là:

- Mỗi lần lắp chỉ được một tấm.
- Thời gian gá lắp các chân chống lâu.
- Do nâng các cấu kiện bằng palăng xích kéo tay nên năng suất thấp.

2.2 Phương pháp dùng xe bàn với cần thụt

Xe bàn với cần cầu thụt cũng là một phương án đã được đề xuất. Đây là loại xe thường sử dụng nâng hạ di chuyển vật trong các nhà xưởng (hình 1a). Đặc điểm:

- Kết cấu xe nhẹ.
- Dùng bộ phận nâng bằng thủy lực nên kết cấu gọn, làm việc êm.
- Cần thụt có thể gấp gọn mà vẫn đạt được độ cao trên 8m.

Nhược điểm chính của phương án là:

- Cần thường chỉ làm việc trong chân đế nên không thể với cần ra ngoài để lấy tải vì vậy tầm với rất hạn chế.
- Giá thành cao.

2.3 Phương án dùng xe ô tô gắn cần thụt

- Là loại cần cầu ô tô sẵn có trên thị trường (hình 1b)
- Kết cấu rất linh hoạt, địa bàn hoạt động rộng.
- Nhược điểm lớn nhất là giá thành rất cao, dẫn đến tăng giá thành công trình khi lắp dựng
- Khó sử dụng ở những địa bàn lắp dựng chật hẹp.

2.4 Phương án dùng cần cầu bàn quay mini

Từ các phương án đã nghiên cứu, chúng tôi đã đề xuất một phương án dùng cần cầu bàn quay cỡ nhỏ di chuyển trên ray bằng tay (hình 1c). Qua nghiên cứu các phương án chúng tôi nhận thấy đây là phương án phù hợp với vấn đề đặt ra. Có thể đạt được độ cao lắp lớn do dễ dàng di chuyển lên các tầng cao, trọng lượng nâng nhẹ, giá thành thấp.

3. Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo cần cầu lắp dựng

Trong thiết kế cần cầu, một yêu cầu quan trọng của cần cầu là độ an toàn khi làm việc. Ở đây vấn đề chủ yếu được đặt ra chính là độ ổn định của cần cầu.

Sự an toàn của tất cả các cần trục di chuyển và cần trục quay cần cần được bảo đảm nhờ đủ độ ổn định chống lật cần trục. Hệ số dự trữ ổn định và phương pháp xác định nó được nêu trong các qui tắc của tiêu chuẩn kỹ thuật an toàn sử dụng máy nâng TCVN 4244 – 86.

Điều kiện cân bằng của cần trục được xác định bằng tỉ số của mômen chống lật và mômen gây lật cần dưới tác dụng so với cạnh lật của cần trục. Việc kiểm tra độ ổn định của cần trục được tiến hành ở vị trí làm việc có mang vật (ổn định có tải) cũng như không mang vật (ổn định riêng) trong những điều kiện có phối hợp tải trọng bất lợi nhất tác dụng lên cần trục theo quan điểm có khả năng gây đổ cần trục.

a. Các thông số chế tạo của cần cầu mini được thiết kế và chế tạo

- Kết cấu của cần cầu được trình bày trên hình 1c.
Các bộ phận chính của cần cầu bao gồm:
 - Bàn di chuyển cần trục, ray và 4 chân chống co duỗi được.
 - Bàn quay và cần.
 - Bộ phận động lực: tời điện nâng cần; tời điện nâng vật.
 - Đối trọng.
- Nguyên tắc làm việc: nâng cần, nâng vật bằng điện, di chuyển trên ray và quay bằng tay.
- Khối lượng các phần của máy:
 - Đế máy: 100 kg
 - Cần nâng:

Với chiều dài 5,5 m: 100 kg.

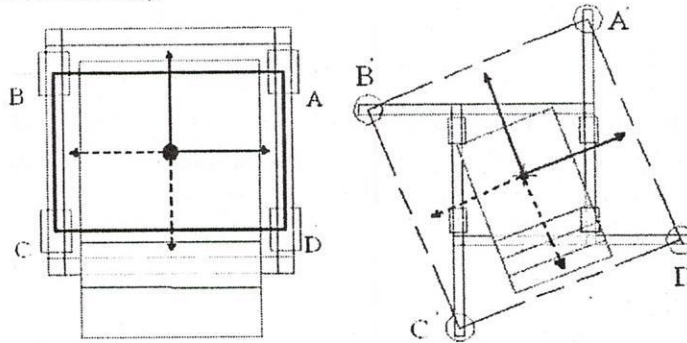
Với chiều dài 4,5 m: 82 kg.

- Mâm quay: 70 kg
- Tải trọng nâng: 400 kg
- Đối trọng: 550 kg.

▪ Kích thước bao:

- Bàn máy: Dài x Rộng x Cao = 1,5 x 1,5 x 0,5 m
- Chân đứng 4 phía: Thay đổi đến 1 m.

Các cạnh lật trong trường hợp không bố trí chân chống phụ là: AB, BC, CD, DA (hình 2a). Các cạnh lật được xác định thông qua sơ đồ bố trí chân chống phụ (hình 2b), các cạnh lật khi đó sẽ là A'B', B'C', C'D', D'A'. Khả năng lật lớn nhất xảy ra khi hình chiếu của cần nâng lên mặt phẳng ABCD vuông góc với cạnh AB (trong trường hợp không bố trí chân chống) và A'B' (trong trường hợp bố trí chân chống). Tính toán ổn định không tải cần trực ở vị trí hướng ngược lại so với khi kiểm tra ổn định có tải (đường mũi tên nét đứt).



Hình 2: Vị trí của cần và trục lật khi kiểm tra ổn định cần trực

- a) Khi không bố trí chân chống
- b) Khi bố trí chân chống

b. Độ ổn định khi có tải của cần trực

Khi kiểm tra ổn định có tải người ta xét vị trí vật nâng ở tâm với lớn nhất. Khi đó độ nghiêng và tải trọng W_g được lấy sao cho chúng tác dụng theo hướng gây lật đổ cần trực (hình 3)

Hệ số ổn định có tải:

$$k_1 = \frac{(M_G - \sum M_{qt} - M_g)}{M_v} \geq 1,15 \quad (1)$$

Trong đó: $M_v = G_v \cdot a$ - mômen được tạo ra bởi trọng lượng vật nâng danh nghĩa đối với cạnh lật.

$M_G = G \cdot c$ - mômen được tạo bởi trọng lực của các bộ phận cần trực đối với cạnh lật có tính đến góc nghiêng cho phép α .

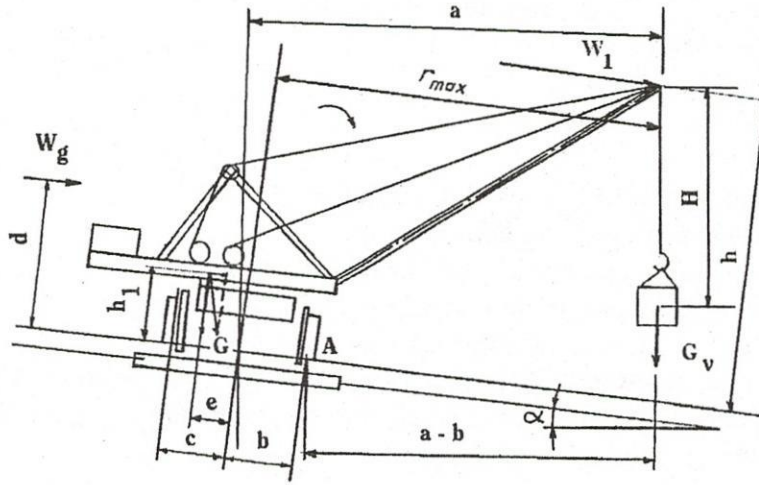
$M_g = W_g \cdot d$ - mômen được tạo bởi tải trọng gió tại vị trí làm việc, tác dụng vuông góc với cạnh lật và song song với bề mặt máy đứng.

$\sum M_{qt}$ - tổng mômen quán tính của các phần tử cần trực và vật nâng, phát sinh trong quá trình mở máy và phanh các cơ cấu của cần trực và lực li tâm khi quay cần trực.

Khi xác định tổng mômen lực quán tính phải tính đến khả năng phối hợp các nguyên công nâng hoặc hạ vật với sự quay cần trực.

Ta sẽ xác định các trường hợp ổn định khi cần trực di chuyển có mang vật ở trên cụm móc và sự phối hợp các nguyên công nâng vật quay và di chuyển cần trực. Khi đó sẽ kiểm tra ổn định có tải của cần trực theo hướng di chuyển của nó.

Dựa trên cơ sở tính ổn định của cần trực có tải cũng như ổn định riêng, chúng tôi xác định đối trọng cho cần cầu chế tạo có khối lượng 500 – 550 kg.



Hình 3: Sơ đồ tính toán ổn định cần trục khi có tải

Ngoài ra theo qui phạm an toàn chúng tôi đã xác định giá trị hệ số ổn định mà không tính đến các tải trọng phụ và độ dốc của địa hình tức là tỷ số của mômen M'_G được tạo ra khối lượng của các phần tử cần trục và đối trọng so với cạnh lật và mômen của vật M_v :

$$k_1 = \frac{M'_G}{M_v} \geq 1,4 \tag{2}$$

c. Đường đặc tính tải của cần trục thiết kế

Để xác định đường đặc tính tải trọng của thiết bị lắp dựng thì ta lấy trị số mômen đối với trục lật k khi cần có góc nghiêng φ so với mặt phẳng ngang ở mọi vị trí của cần phải đảm bảo không đổi và cân bằng với mômen giữ M_k (hình 4) :

$$\left(k_1 Q + \frac{Qv_1}{gt_1} \right) (c + l \cos \varphi) + (P_{gQ} + P_{lQ}) (h_0 + l \sin \varphi) + G_c \left(c + \frac{l}{2} \cos \varphi \right) + P_{lc} (h_0 + l_{lc} \sin \varphi) + P_{gc} \left(h_0 + \frac{l}{c} \sin \varphi \right) = M_k = const \tag{3}$$

Trong đó:

k_1 - hệ số ổn định.

$\frac{Qv_1}{gt_1}$ - lực quán tính tác dụng lên vật nâng khi phanh hạ vật

P_{gQ} - tải trọng gió tác dụng lên vật nâng.

G_c - trọng lượng cần.

P_{gc} - tải trọng gió tác dụng lên cần.

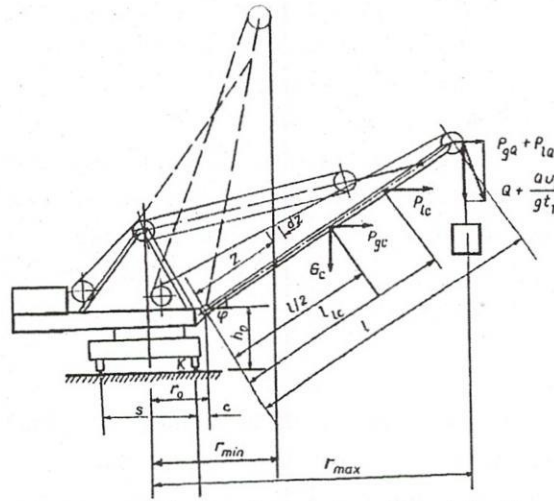
M_k - mômen giữ (mômen chống lật)

P_{lQ} - lực quán tính ly tâm vật nâng khi cơ cấu quay làm việc:

$$P_{lQ} = \frac{Q}{g} (r_0 + l \cos \varphi) \omega^2 \tag{4}$$

P_{lc} - lực quán tính ly tâm do khối lượng cần gây ra:

$$P_{lc} = \frac{G_c}{g} \left(r_0 + \frac{l}{2} \cos \varphi \right) \omega^2 \tag{5}$$



Hình 4: Sơ đồ xác định đường đặc tính tải trọng

Trong công thức (4) đã bỏ qua giá trị tăng thêm của tầm với do vật nâng bị văng ra khi quay với tốc độ góc ω .

l_{lc} - khoảng cách giữa điểm đặt lực quán tính ly tâm cần đến chốt chân cần. Nếu coi cần có khối lượng phân bố đều, lấy mômen của các lực quán tính ly tâm của các phân tố đối với chốt chân cần.

$$\frac{G_c}{g} \left(r_0 + \frac{l}{2} \cdot \cos \varphi \right) \omega^2 \cdot l_{lc} \sin \varphi = \frac{G_c \omega^2}{gl} \int_0^l (r_0 + Z \cos \varphi) Z \sin \varphi \cdot dZ \quad (6)$$

Từ đó có:

$$l_{lc} = \frac{l}{2} \cdot \frac{r_0 + \frac{2}{3} l \cos \varphi}{r_0 + \frac{1}{2} l \cos \varphi} \quad (7)$$

Đối với mỗi một góc nghiêng cần φ và tầm với tương ứng là $r_0 + l \cdot \cos \varphi$ có thể xác định được tải trọng nâng Q theo (3). Để đơn giản phương trình của đường đặc tính tải trọng, có thể bỏ qua các thành phần lực nằm ngang và đặt:

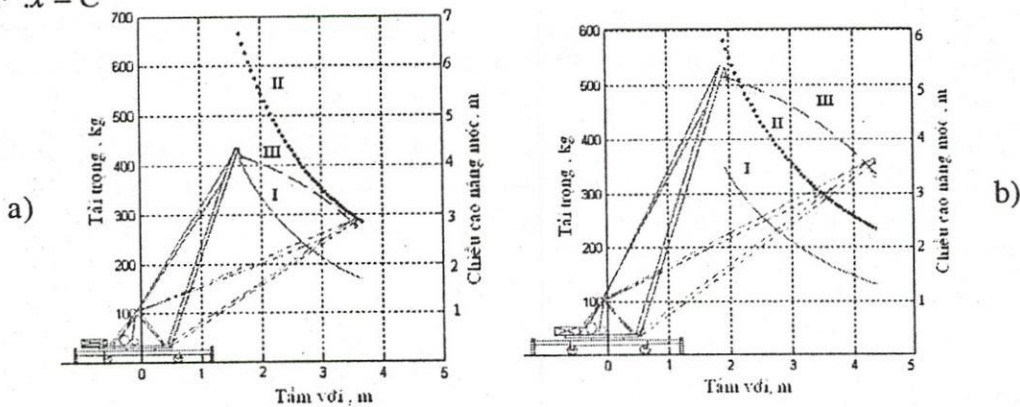
$$Q \left(k_1 + \frac{v_1}{gt_1} \right) + \frac{G_c}{2} = F' \quad (8)$$

$$c + l \cdot \cos \varphi = x$$

$$M_k - \frac{G_c}{2} \cdot c = \text{const} = C \quad (9)$$

Thay (9) vào (3) có:

$$F' \cdot x = C$$



Hình 5: Đường đặc tính tải trọng cần trục mini

a) Chiều dài cần 4,5 m, b) Chiều dài cần 5,5 m

I. Sức nâng khi không có chân chống

II. Sức nâng khi có chân chống

III. Chiều cao nâng móc

Đường đặc tính tải trọng cho cần trục mini đã được tính toán và biểu diễn trên hình 5. Biểu đồ cho ta thấy mối quan hệ giữa tải trọng và tầm với ứng với chiều dài cần 4,5 m (hình 5a) và 5,5 m (hình 5b) cho từng trường hợp có chân chống và không có chân chống.

Đường đặc tính tải trọng trên cho phép chúng tôi xây dựng qui trình công nghệ hợp lý cho việc lắp dựng đảm bảo an toàn khi cần cẩu làm việc.

4. Kết luận

Cần cẩu mini sau khi nghiên cứu chế tạo đã được đưa vào sử dụng cho việc lắp dựng nhà 3D do Công ty sản xuất vật liệu xây dựng và cấu kiện NHATICO sản xuất (lắp dựng nhà máy đúc sẵn tại Trường Cao Đẳng Bán Công Công Nghệ Và Quản Trị Doanh Nghiệp – Quận 7 – Khu đô thị Phú Mỹ Hưng). Với trọng lượng máy tương đối nhẹ nên có thể sử dụng chính tời nâng vật để di chuyển lên các tầng cao để lắp dựng các tấm bê tông mà không cần phải kéo dài cần ảnh hưởng đến sức nâng của cần cẩu. Với việc chế tạo đơn giản, giá thành thấp, an toàn trong sử dụng, chúng tôi hy vọng máy sẽ đáp ứng yêu cầu tiếp tục được triển khai trong việc ứng dụng lắp dựng các loại nhà bê tông đúc sẵn, hiện đang phát triển ở các tỉnh phía Nam.

DESIGN, MANUFACTURE CHEAP CRANE USED FOR BUILDING HOUSE MADE BY PREFABRICATED BUILDING COMPONENT

Nguyen Hong Ngan, Ho Minh Dao
University of Technology – VNU-HCM

ABSTRACT: *This paper presents a mini crane used for handling 3D concrete – prefabricated components. All travelling, revolving cranes should be designed for stability ensuring their safe operation without any hazard. Some results about the relationship of the load and the reach decided by crane stability also represent in the form of the chart by means of which one can assess the safe load depending on the reach. In some construction site, our cranes have been working safely, reliably and ensuring stability.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. HUỖNH VĂN HOÀNG (chủ biên), TRẦN THỊ HỒNG, NGUYỄN HỒNG NGÂN, NGUYỄN DANH SƠN, LÊ HỒNG SƠN, NGUYỄN XUÂN THIỆP. *Kỹ thuật nâng chuyển*. Nhà xuất bản ĐH Quốc gia Tp. HCM (2001).
- [2]. ĐÀO TRỌNG THƯỜNG (chủ biên), NGUYỄN ĐĂNG HIẾU, TRẦN DOÃN THƯỜNG, VÕ QUANG PHIÊN. *Máy nâng chuyển*. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật (1986).
- [3]. A.A.VAISON. *Cần trục xây dựng*. Nhà xuất bản máy xây dựng Mat-xcơ-va (1969).