

THIẾT KẾ MÔ HÌNH KẾT HỢP CẦN TRỤC THÁP VÀ VẬN THĂNG XÂY DỰNG

Ngô Bảo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận 13/10/2016; Chấp nhận đăng 10/01/2017; Email: ngobaobk@gmail.com

Tóm tắt

Bài viết này trình bày về tính cần thiết, ý tưởng thiết kế và mục tiêu cần đạt tới để chế tạo ra mô hình thu nhỏ của cần trục tháp kết hợp với vận thăng phục vụ giảng dạy ở Khoa Xây dựng, Trường Đại học Thủ Dầu Một. Kết quả đạt được là có một phương án hợp lý để chế tạo mô hình thực tế, giúp ích trong giảng dạy và học tập nhiều môn học thuộc chuyên ngành xây dựng, đặc biệt là các môn thực hành.

Từ khóa: mô hình, cần trục tháp, vận thăng, xây dựng

Abstract

DESIGN MODEL COMBINES TOWER CRANES AND CONTRUCTION HOISTS

This article presents the necessity, design ideas and goals to be reached to produce scale models of the tower crane to hoist combined for teaching at the Faculty of Civil Engineering, University of Thu Dau Mot. The result achieved is a real model helpful in teaching and learning many subjects in the specialty construction, especially in the subjects of practice.

1. Đặt vấn đề

Cần trục tháp và vận thăng (hình 1) là các máy lớn (cao đến 150 m, tầm rộng làm việc đến 30 m), được dùng để nâng chuyển vật liệu khi xây dựng các tòa nhà cao tầng. Trong thời gian học trong nhà trường, sinh viên hiếm có cơ hội được tiếp xúc với cần trục tháp và vận thăng, vì các máy này giá thành cao, dễ mất an toàn, người không chuyên môn, không có nhiệm vụ thì không được phép đến gần khu vực chúng đang vận hành.

Nguyên lý làm việc của các máy này được trình bày trong một số giáo trình, nhưng chủ yếu nói về lý thuyết, phần thực hành còn rất hạn chế. Các công ty về máy và thiết bị ở nước ta chủ yếu là nhập phụ tùng hoặc nguyên chiếc cần trục tháp hay vận thăng từ Trung Quốc, Pháp, Đức... để phân phối cho các nhà sử dụng. Hiện tại, ta chưa chế tạo ra được các loại máy này, một ít cơ sở nào đó nếu có chế tạo thì cũng theo cách trưng tự các loại có sẵn. Cũng chưa có công ty nào sản xuất ra mô hình nhỏ của chúng để phân phối cho các trường nghiên cứu, học tập. Đối với ngành xây dựng, nhu cầu học tập của sinh viên về máy xây dựng (cần trục tháp và vận thăng) là không thể thiếu. Sinh viên luôn luôn hứng thú học tập, va chạm, thao tác với các máy thực tế. Thế nhưng ta không thể mua các lớn này về cho các em thực tập, ta cũng không có nhà kho đủ lớn để chứa chúng. Vì các lý do nói trên, tác giả đưa ra phương án chế tạo máy mô hình để cho sinh viên thực hành, giúp sinh viên ngành xây dựng học tập, cho giảng viên soạn bài giảng thực hành và cho nhiều người khác muốn quan tâm.



a) Cần trục tháp



b) Vận thăng

Hình 1. Cần trục tháp và vận thăng đang làm việc ở công trường xây dựng

2. Sự cần thiết của mô hình kết hợp cần trục tháp và vận thăng xây dựng



Hình 2. Ý tưởng một buổi học lắp dựng, vận hành cần trục tháp

Theo tâm lý chung, hầu hết những người đi học đều hứng thú với việc học tập có kèm theo sản phẩm minh họa thực tế. Đối với sinh viên ngành xây dựng, sau những giờ miệt mài học lý thuyết trên lớp, các em cần được tự do cùng nhau xem, thảo tác hay thảo luận về một sản phẩm nào đó trong ngành nghề của mình, ví dụ như: các em cần xem và vận hành thử một thiết bị phục vụ ngành xây dựng.

Hình 2 cho ta thấy một buổi học thú vị. Một số sinh viên đang lắp dựng và vận hành cần trục tháp, các sinh viên khác đứng quan sát. Tuy nhiên, điều kiện của Trường, của Khoa chưa thể đáp ứng được các mong đợi của sinh viên. Vì vậy, chúng tôi đưa ra ý tưởng chế tạo một *mô hình cần trục tháp kết hợp vận thăng xây dựng* thu nhỏ để sinh viên cùng nhau lắp dựng, vận hành, thảo luận và rút ra bài học. Hiện nay, cũng chưa có nơi nào bán mô hình cần trục tháp, vận thăng thu nhỏ, phù hợp cho sinh viên ngành xây dựng để chúng ta mua.

Mô hình kết hợp cần trục tháp và vận thăng xây dựng có liên quan nhiều với các môn học: Cơ học lý thuyết, Cơ học kết cấu, Sức bền vật liệu, Kết cấu thép, Máy xây dựng và an toàn lao động...

3. Mục tiêu ý tưởng thiết kế và chế tạo mô hình

Mô hình này phải đáp ứng các yêu cầu:

- Phù hợp để giảng viên chia nhóm hướng dẫn từ 3 đến 5 sinh viên học thực hành lắp dựng, khoảng từ 15 tới 30 sinh viên khác đứng xem (hình 2). Nguyên lý làm việc của mô hình phải đúng hoặc gần đúng như máy thực tế, nhưng không cần làm việc với tải trọng lớn.

- Kích thước của mô hình vừa phải; tương xứng với khả năng của sinh viên ngành xây dựng; phù hợp với không gian lắp dựng và nhà kho bảo quản. Có nơi bán chi tiết máy tiêu chuẩn để thay thế, lắp lẫn khi chi tiết máy cũ bị hư hỏng.

- Có thể được tháo rời ra từng phần nhỏ để cất giữ trong nhà kho, khi cần thì có thể lắp dựng dễ dàng. Chi phí nằm trong mức cho phép của nhà trường. Dễ sử dụng và an toàn.

Để thực hiện ý tưởng trên tác giả đặt ra và đạt tới các mục tiêu sau: (1) hoàn thành bản vẽ tổng thể và các bản vẽ chi tiết của mô hình, (2) chế tạo được mô hình, (3) hoàn thành tập thuyết minh hướng dẫn lắp dựng, vận hành và bảo quản mô hình.

4. Thiết kế mô hình

4.1. Ý tưởng thiết kế

Với mục đích là làm mô hình dạy học, đủ để cho sinh viên lắp dựng và điều khiển, thể hiện được nguyên lý làm việc như một máy lớn thực tế, mô hình được nhóm tác giả thiết kế theo các ý tưởng sau:

- Nguyên lý làm việc của mô hình phải đúng như máy thực tế, nhưng không cần chịu tải trọng lớn, vì thế việc tính toán trong thiết kế được bỏ đi rất nhiều.

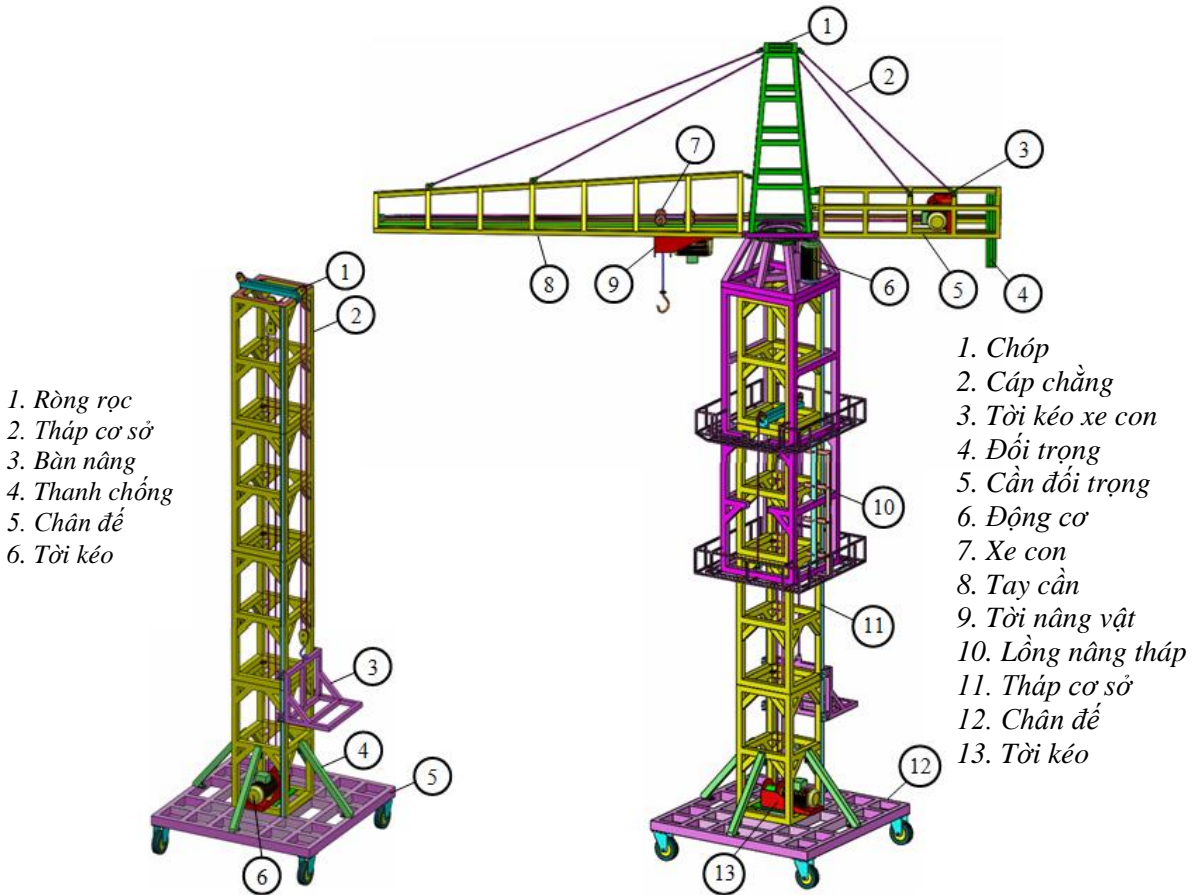
- Kích thước của mô hình vừa phải, phù hợp khả năng chế tạo, phù hợp với không gian lắp dựng và nhà kho bảo quản.

- Có nơi bán chi tiết máy tiêu chuẩn để thay thế, lắp lẫn khi chi tiết máy cũ bị hư hỏng.

- Phù hợp với khả năng điều khiển và lắp dựng của sinh viên, phù hợp để giảng viên chia nhóm hướng dẫn từ 3 đến 5 sinh viên học thực hành trong các kỳ thực tập kỹ thuật, thực hành môn học. Mô hình có thể được tháo rời ra từng phần nhỏ để cất giữ trong nhà kho, khi cần thì có thể lắp dựng dễ dàng. Chi phí nằm trong mức cho phép của nhà trường, dễ sử dụng và an toàn.

4.2. Thiết kế tổng thể

Đây là mô hình thu nhỏ, dạng khung giàn thép, có liên kết hàn hoặc lắp bằng bu lông. Chiều cao tối đa của mô hình là 5,5 mét (tỉ lệ so với máy thực tế khoảng 1/30). Mô hình có thể được lắp ráp theo “mô đun”, tức là có thể lắp thành vận thăng như hình 3, cũng có thể lắp thành cần trục tháp hoặc lắp kết hợp cả cần trục tháp lẫn vận thăng như hình 4.



- 1. Ròng rọc
- 2. Tháp cơ sở
- 3. Bàn nâng
- 4. Thanh chống
- 5. Chân đế
- 6. Tời kéo

- 1. Chóp
- 2. Cáp chằng
- 3. Tời kéo xe con
- 4. Đối trọng
- 5. Cân đối trọng
- 6. Động cơ
- 7. Xe con
- 8. Tay cần
- 9. Tời nâng vật
- 10. Lồng nâng tháp
- 11. Tháp cơ sở
- 12. Chân đế
- 13. Tời kéo

Hình 3. Vận thăng

Hình 4. Kết hợp cần trục tháp và vận thăng

Mô tả

- Mô hình được chế tạo chủ yếu bằng thép hộp vuông 30 x 30 hoặc 40 x 40 (mm).
- Có thể lắp thành mô đun vận thăng như hình 1 hoặc lắp hỗn hợp liên kết cần trục tháp và vận thăng như hình 2.
- Các tời nâng đều dùng loại có công suất nhỏ nhất, có bán trên thị trường (sức nâng từ 100 tới 200 kg).
- Thân tháp được nối bằng các đoạn tháp cơ sở, liên kết bằng bu lông.
- Nhờ lồng nâng tháp mà các đoạn tháp cơ sở được lắp vào hay tháo ra để tăng hoặc giảm độ cao của cần trục tháp.
- Tay cần quay được xung quanh thân tháp nhờ hệ thống động cơ, bánh răng và bạc đạn mâm quay.
- Xe con (mang tời nâng vật) di chuyển được trên tay cần nhờ tời kéo đặt gần đối trọng.

- Bàn nâng di chuyển lên xuống được nhờ bánh xe có rãnh V lăn trên ray V, ray được hàn chắc vào tháp cơ sở. Bàn nâng là bộ phận chính của vận thăng, dùng để nâng hạ vật liệu.

- Chân đế được neo chặt vào nền đất khi mô hình đang làm việc. Khi mô hình nghỉ thì nhờ các bánh xe để di chuyển toàn bộ hệ thống phía trên.

- Đối trọng và cáp chằng dùng để giữ thăng bằng cho mô hình.

- Có tất cả 4 động cơ điện được điều khiển độc lập. Các chuyển động có được nhờ cáp kéo hoặc nhờ bộ truyền bánh răng.

Nguyên lý làm việc: Mô hình có 5 chuyển động như sau:

- **Chuyển động tăng, giảm độ cao của cần trục:** Lồng nâng tháp (10) được tời kéo (13) nâng lên thông qua hệ thống ròng rọc cáp, tạo ra khe trống để chèn các đoạn tháp cơ sở (11) vào. Sau đó, lồng nâng tháp được hạ xuống và được liên kết chặt bằng bu lông với đoạn tháp cơ sở mới được đưa vào đó. Kết quả, độ cao cần trục tháp được nâng lên. Khi muốn hạ độ cao cần trục thì ta tháo các đoạn tháp cơ sở ra, từ từ hạ lồng nâng tháp xuống, lồng nâng tháp lại được liên kết chặt bằng bu lông với đoạn tháp cơ sở phía dưới.

- **Chuyển động quay của tay cần:** Khi động cơ (6) hoạt động thì thông qua bộ truyền bánh răng và bạc đạn mâm quay làm cho tay cần (8), cần đối trọng (5) và các bộ phận lắp phía trên chúng quay được toàn vòng cùng hoặc ngược chiều kim đồng hồ trong mặt phẳng ngang. Ta có thể điều khiển động cơ (6) để tay cần (8) quay góc nào đó theo ý muốn.

- **Chuyển động của xe con:** Tời kéo xe con (3) cùng với hệ thống ròng rọc cáp làm cho xe con (7) chuyển động vào - ra trên tay cần (8). Khi xe con chuyển động như vậy thì mang tời nâng vật (9) cùng chuyển động theo. Bánh xe của xe con có dạng rãnh V lăn trên ray V, ray này được hàn chắc vào tay cần.

- **Chuyển động nâng hạ vật:** Tời nâng vật (9) dùng móc để nâng vật lên hay hạ vật xuống. Tời này cũng có nhiệm vụ nâng các đoạn tháp cơ sở (11) từ dưới mặt đất lên để chèn vào lồng nâng tháp (10), làm tăng độ cao cần trục; hoặc hạ các đoạn tháp cơ sở xuống khi muốn giảm độ cao cần trục.

- **Chuyển động nâng hạ bàn nâng của vận thăng:** Tời kéo (13) có nhiệm vụ nâng lồng tháp (10) như hình 2 và nâng bàn nâng (3) như hình 1, (chú ý: tời kéo (6) và tời kéo (13) là một). Tùy cách phối hợp ròng rọc cáp mà tời kéo (13) có nhiệm vụ khác nhau, hoặc là nâng lồng tháp (10) hoặc là nâng bàn nâng (3).

Hệ thống điều khiển: Các nút nhấn tắt, mở điều khiển động cơ đều được dẫn xuống dưới và được lắp trong tủ điều khiển, tủ này đặt trên mặt đất. Các động cơ đều là loại 1 pha, dùng điện 200V – 50 Hz.

Lắp dựng, tháo dỡ: Lắp theo trình tự từ thấp lên cao, tháo dỡ theo trình tự ngược lại. Các thao tác đều theo trình tự và bảo đảm an toàn như “Tài liệu hướng dẫn sử dụng” kèm theo mô hình này.

5.3. Ý tưởng thiết kế các chi tiết điển hình

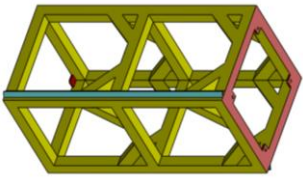
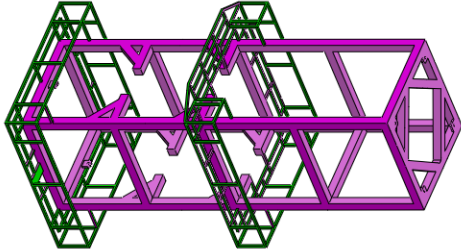
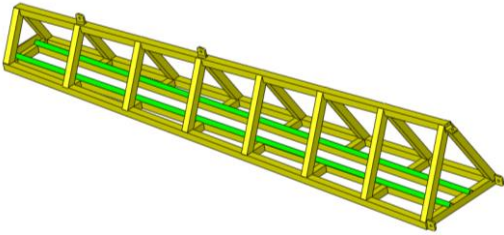
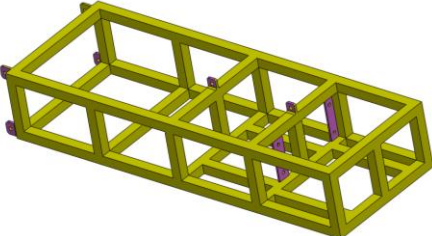
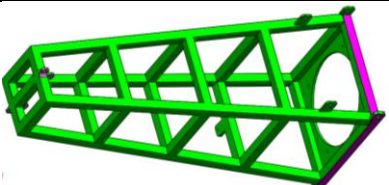
Thông thường, việc thiết kế các chi tiết máy phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như: chịu lực tác dụng, chịu bền theo thời gian, phù hợp với các chi tiết máy tiêu chuẩn khác, vật liệu dễ kiếm, có tính công nghệ (tính dễ chế tạo), tính thẩm mỹ... Tuy nhiên, đây là mô hình dùng cho dạy học, chỉ chú trọng nhiều về nguyên lý làm việc, vận hành, tháo lắp mà không chú trọng đến việc nâng tải trọng (có thể nói chỉ cần chịu được tải trọng bản thân là đủ bền) nên yếu tố tính

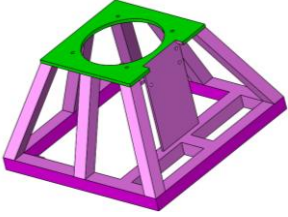
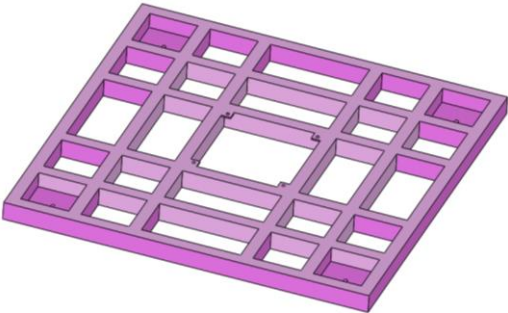
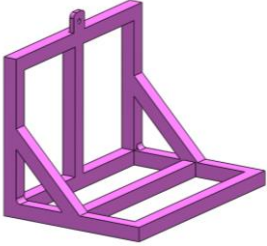
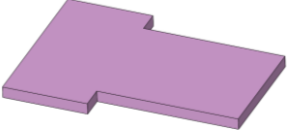
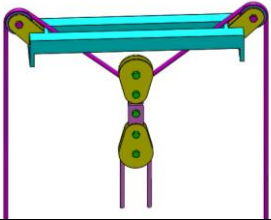
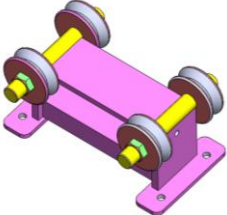
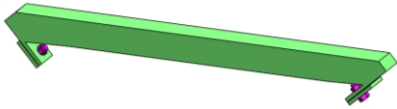
toán theo lực tác dụng thì xem như không có ý nghĩa. Trong trường hợp này, ta dùng thép hộp 40 x 40 (mm), dày 1,4 mm để làm các đoạn tháp cơ sở thì xem như đạt yêu cầu. Các chi tiết khác thì thiết kế dựa theo tính phù hợp với chi tiết máy tiêu chuẩn, phù hợp thẩm mỹ và phù hợp với kinh phí hiện có.

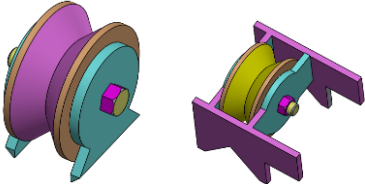
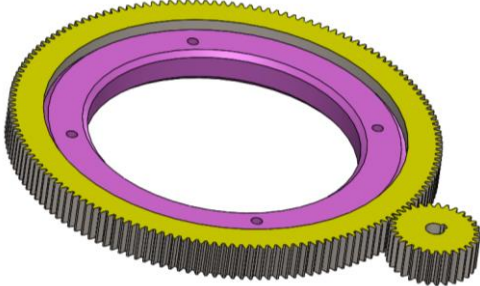
Bảng 1 chỉ ra hình dạng và vật liệu chế tạo các chi tiết cần thiết nhất của “Mô hình kết hợp cần trục tháp và vận thăng xây dựng”.

Hình dạng các chi tiết này do nhóm tác giả nghĩ ra, kết cấu có khác nhiều so với các chi tiết cùng loại nhập của nước ngoài.

Bảng 1. Các chi tiết

STT	Tên gọi	Hình	Vật liệu
1	Tháp cơ sở		Thép hộp vuông 40 X 40
2	Lồng nâng tháp		- Thép hộp vuông 40 X 40 - Thép hộp vuông 10 X 10
3	Tay cần		- Thép hộp vuông 30 X 30 - Thép V20
4	Cần đối trọng		Thép hộp vuông 30 X 30
5	Chóp		Thép hộp vuông 30 X 30

6	Giá cơ cấu quay		<ul style="list-style-type: none"> - Thép hộp vuông 40 X 40 - Thép tấm dày 7 mm
7	Chân đế		Thép hộp vuông 40 X 40
8	Giá vận thăng (bàn nâng)		Thép hộp vuông 40 X 40
9	Đổi trọng		Thép tấm dày 10 mm
10	Hệ thống cáp nâng		<ul style="list-style-type: none"> - Thép hộp vuông 40 X 40 - Ròng rọc: mua theo tiêu chuẩn - Cáp
11	Xe con		<ul style="list-style-type: none"> - Thép hộp vuông 40 X 40 - Thép tấm dày 7 mm - Bánh xe, bulong: Mua theo tiêu chuẩn
12	Thanh chống		<ul style="list-style-type: none"> - Thép hộp vuông 40 X 40 - Thép tấm dày 5 mm - Bulong: Mua theo tiêu chuẩn

13	Các loại bánh xe		<ul style="list-style-type: none"> - Thép tấm dày 3 mm - Bánh xe, bulong: Mua theo tiêu chuẩn
14	Bộ truyền bánh răng và bạc đạn mâm quay		Mua theo tiêu chuẩn

5. Chế tạo và hoàn thiện mô hình

Với ý tưởng thiết kế hình dạng các chi tiết như nói trên, ta tiến hành lập các bản vẽ có đầy đủ kích thước và yêu cầu kỹ thuật. Sau đó, chuyển các bản vẽ này cho các cơ sở gia công cơ khí để thực hiện chế tạo.

Việc chế tạo bằng hàn, cắt, khoan là chủ yếu.

Thông số kỹ thuật chính: Độ cao tối đa: 5m. Khối lượng tổng: ~250kg. Khối lượng vật nâng: 0 – 50kg. Số lượng động cơ điện: 4. Công suất trung bình các động cơ điện: 400W. Khả năng tải của tời điện: 0 – 300kg. Tốc độ nâng vật: 30m/phút. Tốc độ kéo xe con: 60 m/ phút. Tốc độ nâng giá vận thăng: 30 m/ phút. Tốc độ quay cần: 10vòng/ phút. Cách thức truyền động: Truyền động cáp và bánh răng. Vận chuyển và sử dụng: Di chuyển nhờ các bánh xe, tiện lợi và an toàn.

Lắp ráp, vận hành và tháo dỡ: Lắp ráp mô hình này cần từ 3 đến 4 sinh viên, thời gian lắp khoảng 30 phút. Trình tự lắp có trình bày rõ trong tài liệu hướng dẫn kèm theo. Vận hành các dạng chuyển động của mô hình được điều khiển bằng nút nhấn. Tuy nhiên, việc đưa vật vào móc để nâng lên, lấy vật ra, chèn đoạn tháp cơ sở vào thân tháp để tăng độ cao của cần trục thì phải có con người can thiệp. Tháo dỡ thì ngược lại với lắp ráp, thời gian lắp khoảng 20 phút. Có thể tháo dỡ ra từng chi tiết nhỏ hoặc tháo dỡ vài bộ phận nào đó. Cuối cùng là bảo quản sản phẩm trong nhà kho.

Bảo quản: Mô hình được tháo dỡ từng bộ phận và bảo quản trong nhà kho. Các chi tiết nhỏ, dụng cụ kèm theo được giữ kín trong tủ có chốt khóa lại. Nên bôi trơn định kỳ bằng mỡ (mỡ bò) cho các chỗ liên kết trượt, ròng rọc, dây cáp, ray xe con, bánh răng. Theo thời gian, có thể đứt cáp, tróc mối hàn, hư các thiết bị điện, ... lúc đó cần có chi phí để bảo trì tổng thể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Đặng Văn Cứ, Nguyễn Quang Cự, Đoàn Như Kim (2009), *Vẽ kỹ thuật xây dựng, tập 1*, NXB Giáo Dục Việt Nam.

- [2] Trịnh Chất, Lê Văn Uyển (2006), *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí, tập 1 và 2*, NXB Giáo Dục.
- [3] Nguyễn Đăng Cường, Vũ Minh Khương (2010), *Máy xây dựng*, NXB Xây dựng.
- [4] Nguyễn Văn Hùng, Phạm Quang Dũng, Nguyễn Thị Mai (2003), *Máy xây dựng*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [5] Nguyễn Trọng Hữu (2010), *Hướng dẫn sử dụng SolidWorks 2010*, NXB Giao thông Vận tải.
- [6] Trần Hữu Quế, Đặng Văn Cứ, Nguyễn Văn Tuấn (2009), *Vẽ kỹ thuật cơ khí*, NXB Giáo Dục Việt Nam.