

ỨNG DỤNG TIN HỌC TRONG VIỆC TÍNH TOÁN LỰA CHỌN THIẾT BỊ CỦA CƠ CẤU NÂNG CẦU TRỤC

Ngô Thanh Long^a, Tống Đức Năng^{a,*}, Nguyễn Trung Kiên^b

^aKhoa Cơ khí, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 55 Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

^bCông ty Cổ phần Đầu tư Phát triển Công nghiệp Việt Nam, số 16 ngõ Nhân Hòa, đường Hái Bối, xã Hái Bối, huyện Đông Anh, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 10/8/2022, Sửa xong 19/9/2022, Chấp nhận đăng 24/11/2022

Tóm tắt

Việc tính toán lựa chọn thiết bị của cơ cấu nâng cầu trục nếu được rút ngắn thời gian sẽ mang lại hiệu quả kinh tế lớn. Việc cần thiết để giải quyết vấn đề này là xây dựng phần mềm tự động tính toán lựa chọn thiết bị cho cơ cấu nâng và xuất dữ liệu cần thiết ra bảng kê theo yêu cầu để giúp đẩy nhanh tính toán lựa chọn thiết bị cho cơ cấu nâng của cầu trục. Tuy nhiên, vấn đề này hiện nay chưa được quan tâm đúng mức. Nghiên cứu này ứng dụng tin học trong việc tính toán lựa chọn thiết bị của cơ cấu nâng cầu trục với mục đích rút ngắn thời gian tính toán, tiết kiệm nhân lực và nâng cao chất lượng thiết kế cầu trục. Kết quả nghiên cứu của các tác giả thiết lập được chương trình tính cho việc lựa chọn thiết bị nâng. Có thể ứng dụng kết quả của bài báo để thiết lập chương trình tính toán cho các loại cơ cấu nâng cầu trục nói riêng và cơ cấu nâng của các thiết bị nâng khác nói chung.

Từ khóa: cơ cấu nâng; cầu trục; ứng dụng tin học; thiết bị nâng của cầu trục; thiết kế cầu trục.

APPLICATION OF INFORMATICS IN CALCULATING AND SELECTING EQUIPMENT OF OVER-HEAD CRANE LIFTING MECHANISM

Abstract

The calculation and selection of equipment of the overhead crane lifting mechanism, if shortened in time, will bring great economic efficiency. The necessity to solve this problem is to build software that automatically calculates the selection of equipment for the lifting mechanism and outputs the necessary data to the required list to help speed up the calculation of equipment selection for the overhead crane lifting mechanism. However, this issue has not been given due attention at present. The research applies information technology in calculating and selecting equipment of overhead crane lifting mechanism with the aim of shortening calculation time, saving manpower and improving the quality of overhead crane design. As a result, the authors set up a calculation program for device selection. The results of the article can be applied to set up a calculation program for overhead crane lifting mechanisms in particular and lifting mechanisms of other lifting devices in general.

Keywords: lifting mechanism; overhead crane; the applications IT; equipment of overhead crane lifting mechanism; overhead crane design.

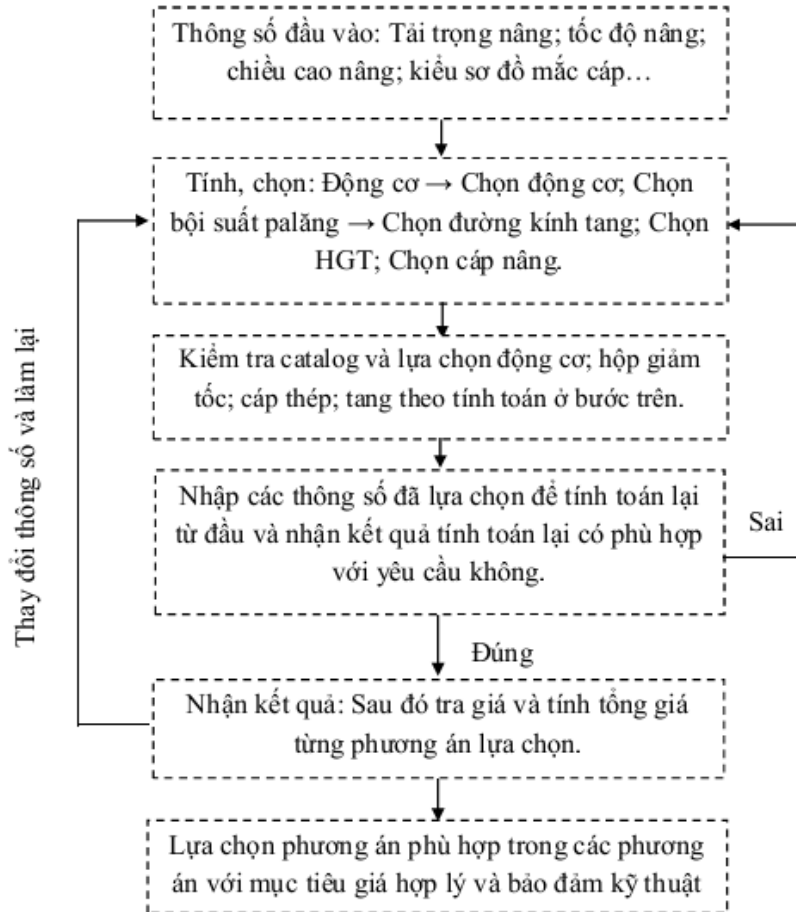
[https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2022-16\(5V\)-04](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2022-16(5V)-04) © 2022 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Mở đầu

Cầu trục được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau như xây dựng, sản xuất chế tạo, luyện kim, khai thác mỏ bởi năng suất cao, chi phí thấp, dễ lắp đặt, bảo dưỡng, an toàn cao và có thể vận chuyển được những vật có trọng lượng rất lớn mà sức người không thể thực hiện được [1–5].

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: nangtd@huce.edu.vn (Năng, T. Đ.)

Cầu trục được lắp đặt trong các nhà máy, các xưởng sản xuất dùng để bốc, xếp hàng hóa, vật liệu có tải trọng lớn lên đến 500 tấn, kích thước công kênh [4, 5]. Trong quá trình thiết kế các nhà máy, các xưởng sản xuất hiện nay người ta thường lựa chọn các loại cầu trục đã được các hãng trên thế giới thiết kế, chế tạo. Việc lựa chọn hợp lý cầu trục nói chung và cơ cấu nâng cầu trục là một công việc khó, đòi hỏi mất nhiều thời gian, ảnh hưởng tới tiến độ của dự án. Trong cầu trục, cơ cấu nâng là cụm thiết bị quan trọng nhất bao gồm động cơ dẫn động, hệ truyền động, cụm tang, puly, cáp, móc treo, hệ thống phanh. Các thiết bị này quyết định đến các đặc tính kỹ thuật chính như tải trọng nâng, vận tốc nâng và giá thành của cầu trục cũng như toàn bộ dự án.



Hình 1. Quá trình tính toán, lựa chọn cơ cấu nâng cầu trục

Hiện nay ở Việt Nam việc lựa chọn các cơ cấu nâng cầu trục được thực hiện thủ công. Người thiết kế căn cứ vào các tài liệu chuyên ngành về tính toán thiết bị nâng chuyên, tính và lựa chọn các thông số của từng thiết bị của cơ cấu nâng cầu trục (Hình 1). Quá trình tính toán lựa chọn như trên làm mất nhiều thời gian của người thiết kế do phải tính toán và so sánh nhiều phương án về mặt kỹ thuật cũng như giá thành.

Ở Việt Nam cũng như trên thế giới việc nghiên cứu thiết kế và chế tạo cầu trục nói chung, cụm cơ cấu nâng cầu trục nói riêng đã có nhiều nghiên cứu. Một số nghiên cứu trong nước đã tập trung vào nghiên cứu cụ thể một số bộ phận của cơ cấu trục cũng như cơ cấu nâng cầu trục. [1, 6] nghiên cứu kết cấu thép của cầu trục. [7] nghiên cứu về việc khử dao động cho cầu trục vận chuyển container.

Các nghiên cứu khác trên thế giới tập trung vào tối ưu một thông số nào đó của cầu, mô phỏng cầu trục dạng 2D, 3D, đánh giá các điều kiện kỹ thuật của cầu trục trong quá trình làm việc [2-4, 8, 9].

Trong tính toán thiết kế cầu trục hiện nay, các cơ cấu nâng, di chuyển thường được tính chọn bởi các chi tiết, cụm chi tiết của chúng đã có tính chuyên môn hóa cao, được các hãng nổi tiếng, nghiên cứu, chế tạo sẵn chỉ cần ghép nối. Việc tính toán và lựa chọn cơ cấu nâng cầu trục cần sử dụng các công thức tính toán trong các tài liệu nghiên cứu, giáo trình đã được công bố, các tiêu chuẩn hóa để tính chọn động cơ; hệ truyền động; hệ thống cáp – pulley; cụm móc – thiết bị kết nối, thiết bị phanh hãm. Căn cứ vào các thiết bị có sẵn trên thị trường thông qua catalog của các hãng trên thế giới người thiết kế lựa chọn thiết bị đáp ứng yêu cầu kỹ thuật và giá thành phù hợp nhất. Việc làm này nhằm giảm bớt thời gian thiết kế, chế tạo các chi tiết có tính an toàn cao, tăng độ tin cậy và hiệu suất của thiết bị và đáp ứng được thực tế là các phương án thiết kế cầu trục thường có sự thay đổi dẫn đến cơ cấu nâng cũng cần thay đổi, đặc biệt giá thành của các cụm chi tiết của các hãng rất khác nhau. Vì vậy, ngoài việc đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật, thì một yếu tố quyết định đến việc lựa chọn thiết bị cơ cấu nâng cầu trục là giá thành.

Trong thực tế, phương án thiết kế thường thay đổi nhiều, với quy trình này khối lượng tính toán tay nhiều. Để trợ giúp quá trình tính toán, người thiết kế thông thường sẽ lập các file excel để hỗ trợ tính toán các thông số kỹ thuật, sau đó tra catalog lựa chọn thiết bị với nhiều phương án khác nhau. Phương pháp này dẫn đến kéo dài thời gian tính toán, lựa chọn; kết quả có thể thiếu chính xác do lựa chọn nhiều thiết bị trên cùng một tính toán có thể nhầm lẫn số liệu nhập vào và sau khi lựa chọn cần phải có bước xác định giá thành thiết bị. Việc cần thiết để giải quyết bài toán này là xây dựng phần mềm tự động tính toán lựa chọn thiết bị cho cơ cấu nâng và xuất dữ liệu cần thiết như là các thông số kỹ thuật, giá thành ra bảng kê theo yêu cầu để giúp đẩy nhanh thiết kế lựa chọn thiết bị cho cụm tời là bài toán cần thiết hỗ trợ cho người thiết kế; cán bộ kiểm tra; tính chọn nhanh các thiết bị liên quan như điều khiển; đường điện hệ thống điện; tiết diện dây dẫn và công suất điện mà không mất nhiều thời gian.

Nhằm giải quyết các bước lặp lại tính toán và lựa chọn nhanh chóng nghiên cứu này đã thực hiện: “Xây dựng phần mềm tự động tính toán lựa chọn thiết bị của cơ cấu tời nâng” để thực hiện các bước tính toán nhanh, chính xác và hỗ trợ tốt nhất cho người làm thiết kế - kiểm tra. Ưu điểm của phương pháp ứng dụng tin học này là:

- Tự động tính toán thông số thiết bị khi người dùng nhập dữ liệu và các điều kiện kỹ thuật kèm theo;

- Tự chọn thiết bị phù hợp cho từng mục để chọn được các thiết bị cho cơ cấu nâng;
- Tự động xuất thuyết minh tính toán khi người dùng lựa chọn xuất thuyết minh tính toán;
- Tự động lên tổng giá thành thiết bị cho cơ cấu nâng cho mỗi lựa chọn của người dùng.

Yêu cầu cần thiết là phải có cơ sở dữ liệu thiết bị nhập vào để phần mềm lựa chọn theo thông số kỹ thuật của thiết bị; các hệ số an toàn và hệ số tính toán khác để phần mềm thực thi theo từng điều kiện làm việc của cơ cấu nâng.

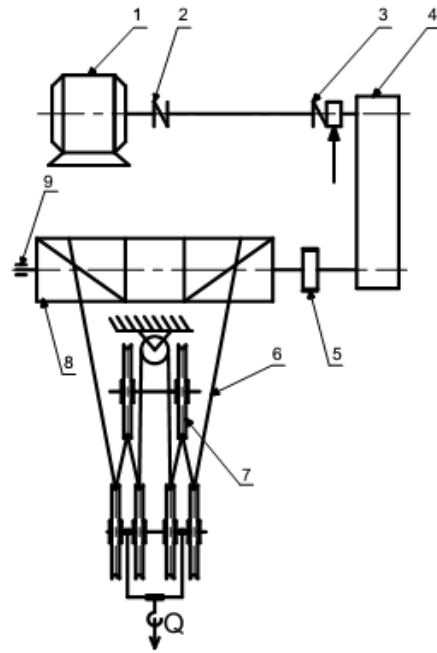
Bài báo này đã ứng dụng ngôn ngữ Visual Studio 2015 của hãng Microsoft để xây dựng một phần mềm tính toán, lựa chọn cơ cấu nâng của cầu trục. Phần mềm giúp người thiết kế giảm bớt được thời gian tính chọn, bảo đảm được yêu cầu kỹ thuật và xác định được ngay giá thành hợp lý (giá thành thấp nhất trong các phương án lựa chọn). Kết quả của bài báo có thể mở rộng để ứng dụng vào việc tính chọn các thiết bị nâng khác khác trong lĩnh vực xây dựng như cơ cấu nâng cần trục, công trục.

2. Xây dựng phần mềm

2.1. Cơ sở xây dựng phần mềm

Bài báo đã sử dụng các công thức tính toán để lựa chọn các thiết bị cơ cấu nâng cầu trục được trình bày trong các giáo trình, tài liệu chuyên ngành [10, 11]. Các hệ số sử dụng trong bài báo được lựa chọn theo các tiêu chuẩn của Việt Nam về máy và thiết bị nâng [12–14]. Mô hình của cơ cấu nâng cầu trục được sử dụng trong bài báo này (Hình 2) bao gồm các bộ phận: Động cơ điện 1 truyền chuyển động qua khớp nối 2 tới khớp nối có bánh phanh 3 và đi vào đầu vào của hộp giảm tốc 4, tại đầu ra của hộp giảm tốc sẽ nối với khớp nối tang 5 truyền chuyển động cho tang cuốn cáp 8 cuộn cáp thép 6 vào ra tang, hệ pully trung gian 7 được mắc vào hệ cáp thép và tất cả được đỡ trên cụm ổ đỡ 9.

Nguyên lý hoạt động của cơ cấu nâng ở Hình 2 như sau: Động cơ truyền chuyển động và mô-men xoắn đến hộp giảm tốc; tiếp đến được truyền đến tang qua khớp nối từ trục ra hộp giảm tốc ra tang; tang quay cùng với mô-men quay trên tang cuộn nhả cáp thép để biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến của cáp; cáp qua hệ pully móc treo để kéo vật lên xuống theo phương thẳng đứng; Phanh là cơ cấu an toàn giúp hãm chuyển động đồng thời giữ vật nâng đứng theo yêu cầu, đảm bảo an toàn cho toàn bộ hệ thống khi hoạt động cũng như sự cố mất điện, quá tải, ...



1- Động cơ điện; 2- Khớp nối; 3- Phanh, khớp nối bánh phanh; 4- Hộp giảm tốc; 5- Khớp nối ra tang; 6- Cáp thép; 7- Hệ pully trung gian; 8- Tang cuốn cáp; 9- Gối đỡ

Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của cơ cấu nâng cầu trục

2.2. Các thông số đầu vào và đầu ra

Các thông số đầu vào quan trọng của các cầu trục trong nghiên cứu này bao gồm: (1) Tải trọng nâng là khả năng nâng của cầu trục có giá trị từ 10 tấn đến 50 tấn. (2) Tốc độ nâng là vận tốc nâng vật có giá trị từ 2 m/phút đến 40 m/phút. (3) Chiều cao nâng là chiều cao được tính từ sàn nhà xưởng lên đến điểm cao nhất của móc cầu có giá trị đến 50 m.

Các thông số đầu ra quan trọng bao gồm: (1) Công suất động cơ là độ lớn công suất động cơ điện dùng để dẫn động cơ cấu nâng (kW). (2) Tỷ số truyền hộp giảm tốc là tỷ số vận tốc của trục vào và trục ra của hộp giảm tốc; Đường kính tang (mm); Chiều dài tang cáp (mm);

2.3. Trình tự tính toán cơ cấu nâng

Bước 1: Lựa chọn sơ đồ cơ cấu cùng với những giải pháp về động học và kết cấu;

Bước 2: Căn cứ vào sơ đồ mắc cáp đã chọn ở bước 1, xác định bội suất pa lăng cáp, lực căng cáp lớn nhất và chọn cáp. Sử dụng phương pháp tính chọn theo công thức tính toán cơ cấu nâng được trình bày trong các tài liệu [12–14].

Tính chọn cáp theo lực căng cáp lớn nhất:

$$S_{\max} = \frac{9,81(Q + G_m)}{2a\eta_p\eta_\delta} \quad (\text{KN}) \quad (1)$$

trong đó Q là tải trọng nâng (Kg); G_m là tự trọng móc, được xác định bằng khoảng 5% Q (Kg); a là bội suất pa lăng; η_p là hiệu suất pa lăng; η_δ là hiệu suất tang.

Bước 3: Tính chọn tang cuốn cáp:

$$D \geq Hd \quad \text{mm} \quad (2)$$

trong đó D là đường kính bé nhất của tang được xác định theo đường kính cáp; H là hệ số phụ thuộc vào nhóm cơ cấu; d là đường kính danh nghĩa của cáp (mm) - Bảng 1.

Bảng 1. Các giá trị của H [12]

Nhóm cơ cấu	Tang	Puly	Puly cân bằng
M1	11,2	12,5	11,2
M2	12,5	14	12,5
M3	14	16	12,5
M4	16	18	14
M5	18	20	14
M6	20	22,4	16
M7	22,4	25	16
M8	25	28	18

+) Chọn được đường kính danh nghĩa của tang theo tiêu chuẩn: D_t (mm);

Bước 4: Tốc độ quay cần thiết của tang

$$n_t = \frac{1000Va}{\pi D} \quad (\text{vg/ph}) \quad (3)$$

Bước 5: Tính chọn công suất động cơ trong trạng thái làm việc ổn định

$$P_{dc} = \frac{(Q + G_m)V}{1000\eta} \quad (\text{kW}) \quad (4)$$

trong đó V là vận tốc nâng vật (m/s); η là hiệu suất của toàn bộ cơ cấu nâng (hiệu suất này phụ thuộc vào từng thiết bị có trong cơ cấu nâng, số lượng thiết bị càng nhiều thì hiệu suất này càng thấp; η từ 0,8 đến 0,85).

Bước 6: Tính chọn hộp giảm tốc

Tốc độ quay cần thiết của tang:

$$n_t = \frac{1000Va}{\pi D} \quad (\text{vg/ph}) \quad (5)$$

trong đó V là vận tốc nâng vật (m/s); a là bội suất pa lăng từ 1 đến 6 tùy thuộc vào sơ đồ mắc cáp, và thường có giá trị bằng 4 đối với pa lăng kép; D là đường kính tang (mm).

Tỷ số truyền cần thiết của hộp giảm tốc:

$$u = \frac{n_{dc}}{n_t} \quad (6)$$

trong đó n_{dc} là tốc độ của động cơ dẫn động cơ cầu nâng.

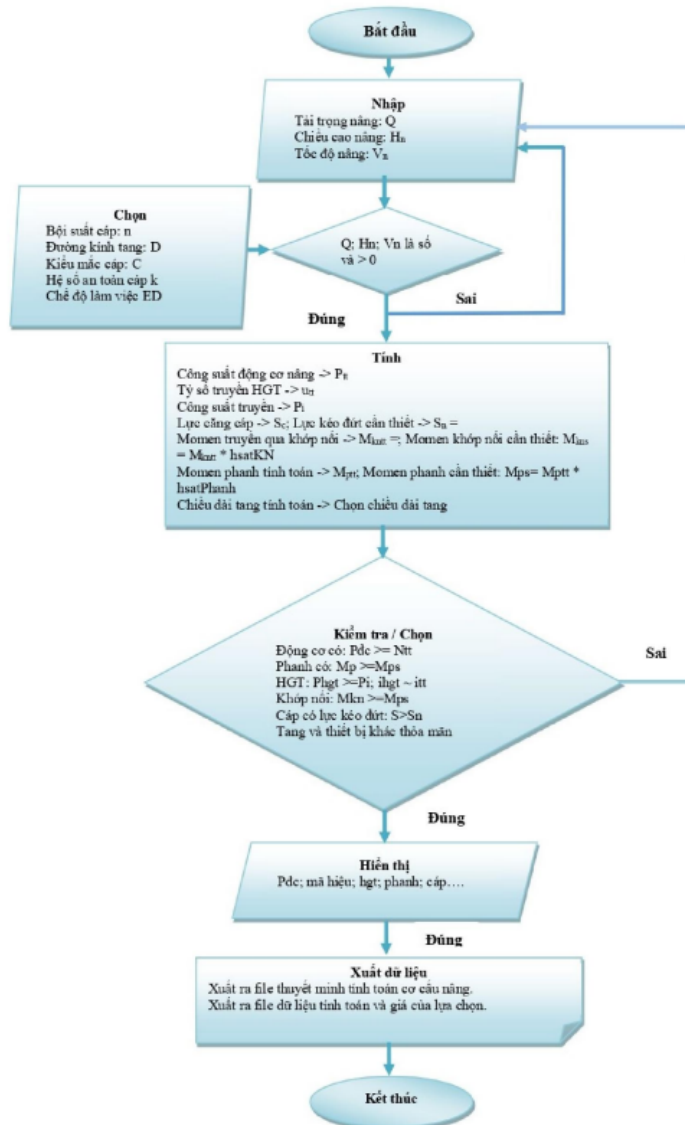
Bước 7: Tính chọn phanh dựa vào mômen phanh

$$M_p = M_{dc} K_t \quad (7)$$

trong đó M_p là mômen phanh (Nm); M_{dc} là mômen của động cơ dẫn động cơ cầu nâng (Nm); K_t là hệ số an toàn phanh với chế độ làm việc M3-M4 chọn là $K_t \geq 1,5$; với chế độ làm việc M5 chọn $K_t \geq 1,75$; với chế độ làm việc M6-M7 chọn $K_t \geq 2,2$.

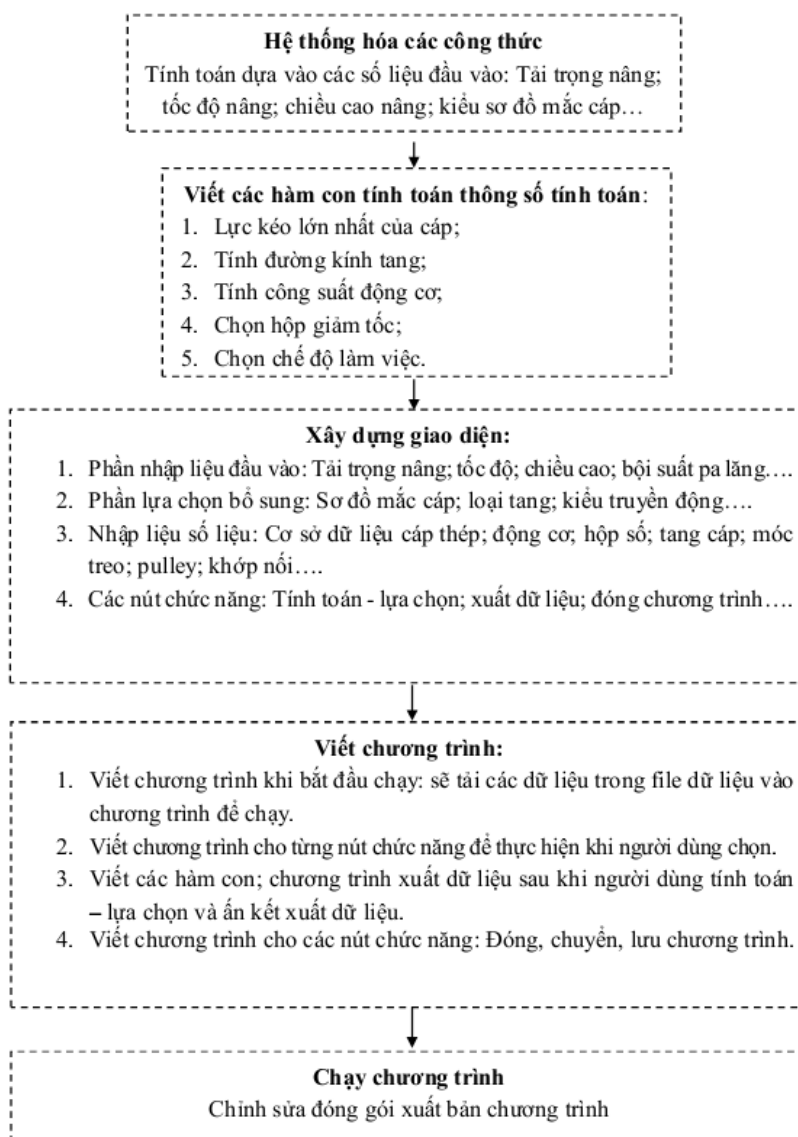
Bước 8: Chọn chế độ làm việc (ED): 25%/40%/60%;

2.4. Sơ đồ thuật toán và chương trình tính



Hình 3. Lưu đồ thuật toán cho phần mềm

Lưu đồ thuật toán cho phần mềm lựa chọn thiết bị của cơ cấu nâng cầu trục (Hình 3) là một sơ đồ mô tả toàn bộ quá trình xử lý của một hệ thống điều khiển. Sơ đồ này giúp người lập trình kiểm tra tính khả thi của việc lập trình tính toán theo các công thức đã được tiêu chuẩn hóa, đưa ra những giải thuật để viết chương trình một cách nhanh chóng và hiệu quả. Trong quá trình có các bước xử lý tuần tự theo các khối như khối bắt đầu, điều kiện rẽ nhánh, luồng xử lý, nhập, xuất, xử lý, tính toán, gán, trả về giá trị và điểm nối liên kết. Việc mô tả chi tiết hóa các bước tính thông thường của người kỹ sư khi tính chọn cơ cấu nâng cho cầu trục bằng lưu đồ thuật toán, tích hợp các tiêu chuẩn kỹ thuật và giá thành của các bộ tài có trên thị trường, từ đó sẽ cho kết quả với thời gian nhanh nhất, xác suất và độ chính xác cao nhất trong quá trình tính chọn.



Hình 4. Quy trình xây dựng phần mềm

Quy trình xây dựng phần mềm được trình bày như trên Hình 4. Các thông số đầu vào là cơ sở để thiết lập các bước tính chọn dựa vào cách lập hàm con cho từng thông số tính chọn, mỗi hàm con chịu trách nhiệm tính toán một thông số cụ thể của cơ cấu. Kết quả tổng hợp của các hàm con sẽ được đưa vào điều kiện vòng lặp và cho ra thông số tối ưu. Giao diện phần mềm được chia thành các phần cơ bản như sau:

Phần nhập giữ liệu tính toán đầu vào: Nhập tải trọng nâng; Nhập tốc độ nâng; Nhập chiều cao nâng; Nhập tải trọng xe con (nếu không nhập sẽ mặc định 12% tải trọng nâng); Nhập tải trọng móc nâng (Nếu không nhập sẽ mặc định 5% tải trọng nâng).

Phần lựa chọn bổ sung: Lựa chọn sơ đồ mắc cáp; loại tang; kiểu truyền động, ...

Phần chọn theo mặc định của phần mềm: Chọn chế độ làm việc là M3-M4/M5/ M6-M7; Chọn bội suất cáp; Chọn đường kính tang; Chọn kiểu cáp trên tang: Trong nghiên cứu này, chúng tôi xây dựng phần mềm đối với tang kép – một lớp cáp (Mặc định một kiểu là tang kép – một lớp cáp); Chạy chương trình và nhận kết quả; Nút bấm chạy chương trình; Nút bấm chọn số liệu; Bảng Datagroup để lưu kết quả chọn; Xuất dữ liệu; Nút xuất dữ liệu ra file thuyết minh tính toán; Nút xuất dữ liệu kết quả để so sánh các phương án giá của các phương án chọn lựa; Kết thúc; Nút Exit – đóng chương trình. Toàn bộ giao diện của chương trình tính được thể hiện ở Hình 5.

Hình 5. Giao diện thiết kế của phần mềm

Người sử dụng chọn các lựa chọn theo phần mềm đã đề xuất để phần mềm kiểm tra dữ liệu chọn và tiếp bước tiếp theo là lựa chọn. Sau tính toán có nhiều kết quả thiết bị thỏa mãn. Người thiết kế có thể lựa chọn để thay đổi thiết bị hoặc để mặc định với phương án phần mềm lựa chọn. Khi người dùng lựa chọn xong sau khi xác nhận sẽ lấy thiết bị chọn để đưa vào danh sách kết quả và tổng giá của phương án chọn. Đây là cơ sở dữ liệu để phần mềm lấy dữ liệu kết xuất ra file mong muốn.

3. Ứng dụng phần mềm

Để kiểm tra tính chính xác cũng như độ tin cậy của chương trình tính toán lựa chọn thiết bị cơ cấu nâng cầu trục đã xây dựng, nghiên cứu ứng dụng tính toán cho trường hợp tời nâng 10 tấn – chiều cao nâng 12 m – tốc độ nâng 7 m/ph; chế độ làm việc nhẹ. Nhập số liệu ban đầu (Hình 6) với các thông số đầu vào và lựa chọn các thông số làm việc của cơ cấu trong môi trường phần mềm đã khởi tạo.

Hình 6. Nhập các thông số đầu vào và lựa chọn các thông số làm việc của cơ cấu

Bảng 2. Kết quả tính toán và lựa chọn các thông số của bộ tời 10 tấn – chiều cao nâng 12m – tốc độ nâng 7m/ph; chế độ làm việc nhẹ theo phương án 1

Thông số thiết kế		Thông số lựa chọn		
Tải trọng nâng (tấn)	10	Chế độ làm việc	M3-M4	
Tốc độ nâng (m/ph)	7	Bội suất cáp	2	
Chiều cao nâng (m)	12	Đường kính tang (mm)	400	
		Kiểu cáp trên tang	2	
		Tốc độ động cơ (v/ph)	1000	

TT	Thông số kỹ thuật	Số lượng	Đơn giá	Tổng giá
1	Đường kính cáp: 16 mm Loại cáp: 6×37+FC Lực kéo đứt: 158 Trọng lượng cáp: 94,4 kg	52,8	122.720	6.479.616
2	Tang cuộn cáp: 400×1500 mm Trọng lượng tang: 456 kg	1	20.520.000	20.520.000
3	Công suất động cơ: 15 kW Mã hiệu: YZB180L-6 Tốc độ động cơ: 975 v/ph Dòng điện định mức: 143,3A Trọng lượng một động cơ: 208 kg Điện áp: 3pha, 380 V, 50 Hz	1	22.880.000	22.880.000
4	Công suất truyền: 15 kW Mã hiệu: ZQ500+150 Tốc độ trục vào: 1000 v/ph Tỷ số truyền: 92,21 Chế độ làm việc: M3 Trọng lượng HGT: 770 kg	1	53.900.000	53.900.000

TT	Thông số kỹ thuật	Số lượng	Đơn giá	Tổng giá
5	Mã hiệu: ZLL2 Momen truyền động: 630 Nm Đường kính tang phanh: 200 mm Trọng lượng KN: 40 kg	1	4.000.000	4.000.000
6	Tải trọng nâng của móc: 10 tấn Số pully: 2 Trọng lượng móc: 215 kg	1	19.350.000	19.350.000
7	Mã hiệu: YW200-E30 Momen phanh: 140 - 315 Nm Đường kính tang phanh: 200 mm Trọng lượng phanh: 38 kg	1	4,180.000	4.180.000
8	Đường kính pully: 280 mm Mã hiệu: PL280 Lực chịu tải một pully: 80 KN Trọng lượng một pully: 15 kg	1	1.500.000	1.500.000
9	Tổng cộng phương án 1	1	132.809.616	132.809.616

Bảng 3. Kết quả tính toán và lựa chọn các thông số của bộ tời 10 tấn – chiều cao nâng 12 m – tốc độ nâng 7 m/ph; chế độ làm việc nhẹ theo phương án 2

Thông số thiết kế		Thông số lựa chọn		
Tải trọng nâng (tấn)	10	Chế độ làm việc	M3-M4	
Tốc độ nâng (m/ph)	7	Bộ suất cáp	2	
Chiều cao nâng (m)	12	Đường kính tang (mm)	400	
		Kiểu cáp trên tang	1	
		Tốc độ động cơ (v/ph)	1000	

TT	Thông số kỹ thuật	Số lượng	Đơn giá	Tổng giá
1	Đường kính cáp: 22 mm Loại cáp: 6×37+FC Lực kéo đứt: 299 Trọng lượng cáp: 178 kg	26,4	231.400	6,108.960
2	Tang cuốn cáp: 400×1000 mm Trọng lượng tang: 340 kg	1	15.300.000	15.300.000
3	Công suất động cơ: 15 kW Mã hiệu: YZB180L-6 Tốc độ động cơ: 975 v/ph Dòng điện định mức: 143,3 A Trọng lượng một động cơ: 208 kg Điện áp: 3pha, 380 V, 50 Hz	1	22.880.000	22.880.000

TT	Thông số kỹ thuật	Số lượng	Đơn giá	Tổng giá
4	Công suất truyền: 15 kW Mã hiệu: ZQ500+150 Tốc độ trục vào: 1000 v/ph Tỷ số truyền: 92,21 Chế độ làm việc: M3 Trọng lượng HGT: 770 kg	1	53.900.000	53.900.000
5	Mã hiệu: ZLL2 Momen truyền động: 630 Nm Đường kính tang phanh: 200 mm Trọng lượng KN: 40 kg	1	4.000.000	4.000.000
6	Tải trọng nâng của móc: 10 tấn Số pully: 1 Trọng lượng móc: 200 kg	1	18.000.000	18.000.000
7	Mã hiệu: YW200-E30 Momen phanh: 140 - 315 Nm Đường kính tang phanh: 200 mm Trọng lượng phanh: 38 kg	1	4.180.000	4.180.000
8	Đường kính pully: 450 mm Mã hiệu: PL450 Lực chịu tải một pully: 150 KN Trọng lượng một pully: 45 kg	0	4.500.000	0
9	Tổng cộng phương án 2	1	124.368.960	124.368.960

Với hai phương án tính toán sử dụng tang đơn và tang kép, chương trình đưa ra hai kết quả gồm thiết bị có các thông số kỹ thuật đáp ứng được yêu cầu và giá thành tổng thể của từng phương án: giá thành phương án 1 (Bảng 2): 132.809.616 (đồng); giá thành phương án 2 (Bảng 3): 124.368.960 (đồng). Căn cứ vào tình hình thực tế, người dùng có thể lựa chọn một trong hai phương án. Các số liệu tính toán từ chương trình tính của hai phương án đã được kiểm nghiệm bằng phương pháp tính truyền thống được Công ty Cổ phần Đầu tư Phát triển Công nghiệp Việt Nam áp dụng từ trước cho đến nay, cho kết quả tương đồng. Với chương trình đã xây dựng, người thiết kế, có thể tính nhiều phương án khác nhau, căn cứ kết quả của các phương án lựa chọn phương án tối ưu để sử dụng.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày phương pháp ứng dụng tin học trong tính toán lựa chọn thiết bị cho cơ cấu nâng cầu trục nhằm rút ngắn thời gian tính toán và đưa ra được phương án tối ưu có giá thành hợp lý nhất để người thiết kế có thể lựa chọn trong các phương án tính toán. Qua đó cho thấy được hiệu quả kinh tế, rút ngắn thời gian khi ứng dụng tin học trong việc tính toán thiết kế thiết bị nâng. Từ phương pháp tính toán các tác giả thiết lập được chương trình tính có tích hợp giá thành các thiết bị của cơ cấu nâng có cập nhật liên tục với thị trường, giúp người sử dụng thuận tiện so sánh giá thành các phương án một cách nhanh nhất, rút ngắn thời gian thiết kế, nâng cao hiệu quả kinh tế. Các kết quả của bài báo

có thể dùng phục vụ việc tự động hóa quá trình thiết kế các cơ cấu nâng của các thiết bị nâng, và có thể mở rộng phát triển thêm cơ cấu di chuyển. Trong bài báo này dữ liệu thiết bị còn hạn chế, mới chỉ có số liệu một số hãng của Trung Quốc, Hàn Quốc; chưa tự động cập nhật các dữ liệu của các hãng trên thế giới. Các nghiên cứu sau sẽ giải quyết các vấn đề này.

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn Công ty Cổ phần Đầu tư Phát triển Công nghiệp Việt Nam, Số 16, Ngõ Nhân Hòa, Đường Hải Bối, Xã Hải Bối, Huyện Đông Anh, TP. Hà Nội, Việt Nam đã giúp đỡ và ứng dụng kết quả nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

- [1] Giang, D. T., Phán, H. T. (2014). Nghiên cứu tính toán các thông số hình học hợp lý kết cấu thép cầu trục dạng hộp có xét đến sự ảnh hưởng điều kiện ổn định cục bộ. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCVND) - ĐHXDHN*, 21(11):36–43.
- [2] Kiss, B., Wang, N. (2018). [Robust exact linearization of a 2D overhead crane](#). *IFAC-PapersOnLine*, 51(22):354–359.
- [3] Cheng, C.-C., Chen, C.-Y. (1996). [Controller design for an overhead crane system with uncreinty](#). *Control Engineering Practice*, 4(5):645–653.
- [4] Maghsoudi, M. J., Mohamed, Z., Sudin, S., Buyamin, S., Jaafar, H. I., Ahmad, S. M. (2017). [An improved input shaping design for an efficient sway control of a nonlinear 3D overhead crane with friction](#). *Mechanical Systems and Signal Processing*, 92:364–378.
- [5] Tiến, N. V. (2020). Nghiên cứu cải tiến dây chuyền vận chuyển đa cầu trục sử dụng bộ logic khả trình PLC. *Tạp chí khoa học công nghệ Giao thông vận tải*, 36:3–8.
- [6] Tiến, N. H., Linh, N. T., Quyết, T. N. (2018). Thiết kế và lựa chọn tối ưu kết cấu thép cầu trục. *Hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc về cơ khí lần thứ V-VCME*.
- [7] Long, N. H. P., Tùng, P. P., Chí, N. Q. (2016). Phát triển hệ thống khử dao động tích hợp hệ thống thị giác cho cầu trục container. *Hội nghị toàn quốc lần thứ 8 về cơ điện tử-VCME*.
- [8] Przybyłek, G., Wieckowski, J. (2022). [Method of assessing the technical condition and failure of overhead cranes designed to work in difficult conditions](#). *Case Studies in Construction Materials*, 16:e00811.
- [9] Bey-Temsamani, A., Schouterden, G., den Bergh, J. V., Meskens, J., Incirci, T., Kellens, K. (2022). [Intelligent overhead crane improves operator ergonomics and productivity](#). *Procedia CIRP*, 106:132–137.
- [10] Thành, T. Q., Dũng, P. Q. (2004). *Máy và thiết bị nâng*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [11] Giang, D. T. *Hướng dẫn thuyết minh tính toán đồ án môn học Máy và thiết bị nâng*. Nhà xuất bản Xây Dựng.
- [12] TCVN 4244:2005. *Thiết bị nâng, thiết kế, chế tạo, kiểm tra kỹ thuật*. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [13] TCVN 8590:2010 (ISO 4301). *Cầu trục phân loại theo chế độ làm việc*. Bộ Khoa học và Công nghệ.
- [14] TCVN 8855:2011 (ISO 4308). *Cầu trục và thiết bị nâng - Chọn cáp*. Bộ Khoa học và Công nghệ.