

# XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN ĐỘNG HỌC HỆ DẪN ĐỘNG CƠ KHÍ ESTABLISHING A PROGRAM THAT IS USED FOR CALCULATING KINETICS OF MECHANISMS TRANSMISSION SYSTEMS

KS. CAO NGỌC VI  
Khoa Đóng tàu, Trường ĐHHH

## **Tóm tắt:**

Bài báo này trình bày trình tự tính toán và xây dựng chương trình tự động tính toán động học hệ dẫn động cơ khí.

## **Abstract:**

This article presents the order of computation and the establishment a program for automatic kinetics calculating of mechanisms transmission systems.

## **1. Đặt vấn đề**

Hệ dẫn động cơ khí (HDĐCK) được sử dụng rất rộng rãi trong ngành Cơ khí đóng tàu để truyền chuyển động và tải trọng từ trục động cơ tới bộ phận công tác của máy.

Hiện nay, việc tính toán động học HDĐCK vẫn được thực hiện theo phương pháp thủ công, tốn nhiều thời gian, công sức, khó chọn được phương án tính toán tối ưu và bất tiện vì luôn cần mang theo tài liệu để tra cứu.

Trong bài báo này trình bày nội dung và trình tự tính toán động học, đồng thời xây dựng chương trình tự động tính toán động học các HDĐCK gồm: Động cơ điện – Bộ truyền đai – Hộp giảm tốc 2 cấp bánh răng – bánh răng hoặc trục vít – bánh răng.

## **2. Trình tự tính toán động học HDĐCK**

### **2.1. Tính chọn động cơ dẫn động**

#### **2.1.1. Xác định công suất cần thiết trên trục động cơ**

$$\text{Công suất cần thiết trên trục động cơ: } P_{ct} = P_t / \eta \quad (2.1)$$

$P_t$  – công suất tính toán trên trục máy công tác, kW

$$P_t = P_{td} = \sqrt{\frac{\sum P_i^2 t_i}{\sum t_i}} = P_1 \sqrt{\frac{\sum (P_i / P_1)^2 t_i}{\sum t_i}} = P_1 \sqrt{\frac{\sum (T_i / T_1)^2 t_i}{\sum t_i}} \quad (2.2)$$

$P_i, T_i$  – công suất và mômen trên trục máy công tác ở chế độ tải trọng thứ  $i$ , kW, Nmm;

$$\eta - \text{hiệu suất của hệ thống: } \eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \dots \quad (2.3)$$

$\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots$  - hiệu suất của các bộ truyền, các cặp ổ lăn trong hệ dẫn động.

#### **2.1.2. Xác định sơ bộ số vòng quay đồng bộ trên trục động cơ**

$$\text{Số vòng quay đồng bộ trên trục động cơ được xác định sơ bộ: } n_{sb} = n_{lv} u_{tsb}, \quad (2.4)$$

$n_{lv}$  – số vòng quay trên trục máy công tác, vg/ph;

$$u_{tsb} - \text{tỉ số truyền tổng sơ bộ của hệ dẫn động, } u_{tsb} = u_{đsb} u_{hsb}, \quad (2.5)$$

$u_{đsb}, u_{hsb}$  – tỉ số truyền sơ bộ của bộ truyền đai và của hộp giảm tốc.

#### **2.1.3. Chọn động cơ điện**

Động cơ điện được chọn khi thỏa mãn đồng thời các điều kiện sau:

$$\begin{cases} P_{đc} \geq P_{ct}; n_{đc} \approx n_{sb}; T_k / T_{đn} = T_{mm} / T. \end{cases} \quad (2.6)$$

$P_{đc}, n_{đc}, n_{sb}, T_k, T_{đn}$  – công suất, số vòng quay đồng bộ, số vòng quay sơ bộ, mômen khởi động và mômen danh nghĩa trên trục động cơ;

$P_{ct}, T_{mm}, T$  – công suất cần thiết, mômen mở máy và mômen định mức của hệ dẫn động.

### **2.2. Phân phối tỉ số truyền cho các bộ truyền trong hệ thống**

$$\text{Tỉ số truyền lí thuyết của hệ thống được xác định theo công thức: } u_{lt} = n_{đc} / n_{lv}. \quad (2.7)$$

$$\text{Tỉ số truyền tính toán sơ bộ của hộp giảm tốc: } u_{hsb} = u_{lt} / u_{đsb}, \quad (2.8)$$

$u_{đsb}$  – tỉ số truyền sơ bộ của bộ truyền đai, đã chọn ở trên.

Từ trị số  $u_{hsb}$ , tìm trị số gần nhất  $u_h$  của hộp giảm tốc và phân  $u_h$  cho các bộ truyền trong hộp giảm tốc.

$$\text{Tính tỉ số truyền lí thuyết } u_{đ} \text{ của bộ truyền đai: } u_{đ} = u_{lt} / u_h, \quad (2.9)$$

### **2.3. Xác định các thông số: công suất, vòng quay và mômen trên các trục Trục động cơ**

$$P_{đc} = P_{ct}, \text{ kW}; T_{đc} = 9,55 \cdot 10^6 P_{ct} / n_{đc}, \text{ Nmm}. \quad (2.10)$$

**Trục 1**

$$P_1 = P_{ct} \eta_d \eta_{ol}, \text{ kW}; n_1 = n_{dc} / u_d, \text{ v / p}; T_1 = 9,55 \cdot 10^6 P_1 / n_1, \text{ Nmm.} \quad (2.11)$$

$u_d$ , – tỉ số truyền của bộ truyền đai, xác định theo (2.8);

$\eta_d, \eta_{ol}$  – hiệu suất của bộ truyền đai, của 1 cặp ổ lăn.

**Trục 2**

- Đối với hộp giảm tốc 2 cấp bánh răng trụ

$$P_2 = P_1 \eta_{brt} \eta_{ol}, \text{ kW}; n_2 = n_1 / u_1, \text{ v / p}; T_2 = 9,55 \cdot 10^6 P_2 / n_2, \text{ Nmm.} \quad (2.12)$$

$\eta_{brt}$  – hiệu suất của bộ truyền bánh răng trụ;

$u_1$ , – tỉ số truyền của cấp 1.

- Đối với hộp giảm tốc 2 cấp bánh răng côn - trụ

$$P_2 = P_1 \eta_{brc} \eta_{ol}, \text{ kW}; n_2 = n_1 / u_1, \text{ v / p}; T_2 = 9,55 \cdot 10^6 P_2 / n_2, \text{ Nmm.} \quad (2.13)$$

$\eta_{brc}$ : hiệu suất của bộ truyền bánh răng côn.

- Đối với hộp giảm tốc 2 cấp trục vít - bánh răng

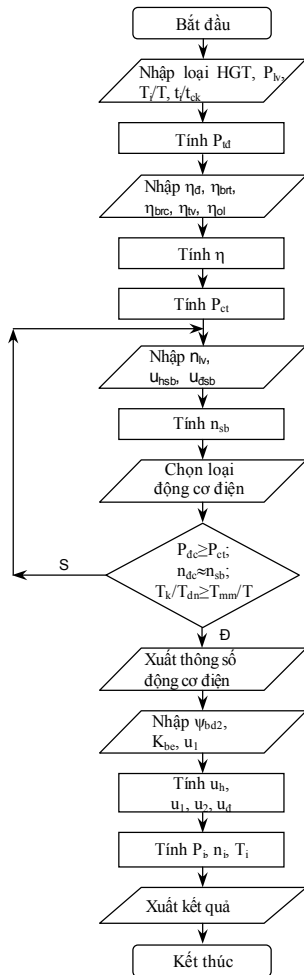
$$P_2 = P_1 \eta_{tv} \eta_{ol}, \text{ kW}; n_2 = n_1 / u_1, \text{ v / p}; T_2 = 9,55 \cdot 10^6 P_2 / n_2, \text{ Nmm.} \quad (2.14)$$

$\eta_{tv}$  – hiệu suất của bộ truyền trục vít.

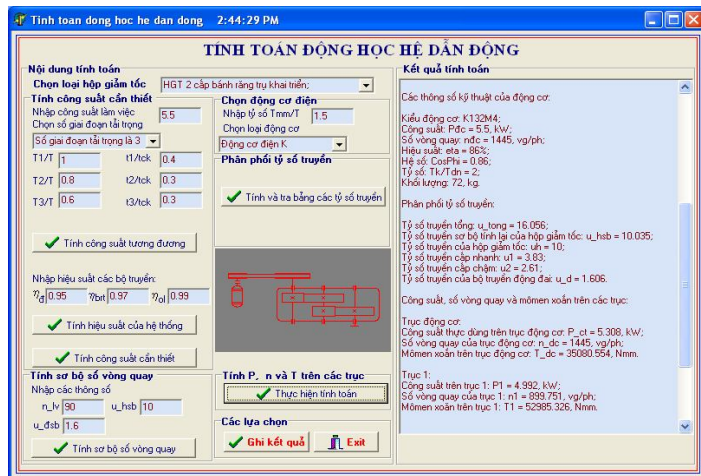
**Trục 3**

$$P_3 = P_2 \eta_{brt} \eta_{ol}, \text{ kW}; n_3 = n_2 / u_2, \text{ vg / ph}; T_3 = 9,55 \cdot 10^6 P_3 / n_3, \text{ Nmm.}$$

$u_2$ , – tỉ số truyền của cấp 2;



Hình 3.1. Lưu đồ thuật giải của chương trình



Hình 3.2. Giao diện của chương trình TinhToanDongHoc

**3. Xây dựng chương trình tự động tính toán động học HĐĐCK**

**3.1. Xây dựng chương trình**

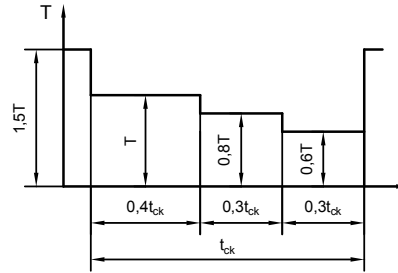
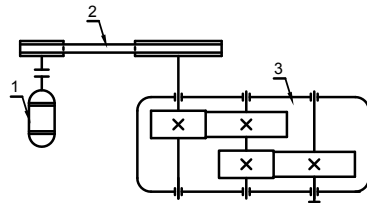
Chương trình tự động tính toán động học HĐĐCK có tên gọi **TinhToanDongHoc** được xây dựng bằng ngôn ngữ lập trình Delphi, là một ngôn ngữ mạnh có cấu trúc chặt chẽ, rất thích hợp để lập trình tính toán giải quyết các vấn đề kĩ thuật.

Lưu đồ thuật giải của chương trình được trình bày trên hình 3.1, và giao diện của chương trình được trình bày trên hình 3.2.

**3.2. Thí dụ sử dụng chương trình**

Để minh chứng cho tính chính xác của chương trình **TinhToanDongHoc**, ta sử dụng nó để tính toán cho một trường hợp cụ thể.

**Thí dụ:** Cần tính toán động học HĐĐCK có sơ đồ như hình 3.3. Đồ thị thay đổi tải trọng cho trên hình 3.4. Các số liệu cho trước là: Công suất trục ra  $P_{iv} = 5,5 \text{ kW}$ , số vòng quay trục ra  $n_{iv} = 90 \text{ vg/ph}$ , thời gian phục vụ của hệ thống là 11508 giờ, sai số cho phép 4%.



**Hình 3.3. Sơ đồ hệ dẫn động cơ khí:**

1- động cơ điện; 2- bộ truyền đai;  
3- hộp giảm tốc 2 cấp bánh răng trụ khai triển

**Hình 3.4. Đồ thị thay đổi tải trọng**

Sử dụng chương trình TinhToanDongHoc để tính ta thu được kết quả như sau (kết quả tính được sao chép từ tệp tin Kết quả):

Các thông số để chọn động cơ:

Công suất làm việc:  $P_{lv} = 5.5$ , kW;

Công suất tương đương:  $P_{td} = 4.602$ , kW;

Hiệu suất bộ truyền động đai:  $\eta_d = 0.95$ ;

Hiệu suất của bộ truyền bánh răng trụ:  $\eta_{brt} = 0.97$ ;

Hiệu suất của 1 cặp ổ lăn:  $\eta_{ol} = 0.99$ ;

Hiệu suất của hệ thống:  $\eta = 0.867$ ;

Công suất cần thiết trên trục động cơ:  $P_{ct} = 5.308$ , kW;

Số vòng quay làm việc:  $n_{lv} = 90$ , vg/ph.

Tỷ số truyền số bộ của hộp giảm tốc:  $u_{hsb} = 10$ ;

Tỷ số truyền số bộ của bộ truyền động đai:  $u_{dsb} = 1.6$ ;

Số vòng quay động bộ số bộ trên trục động cơ:  $nsb = 1440$ , vg/ph;

Tỷ số  $T_{mm}/T = 1.5$ .

Các thông số kĩ thuật của động cơ:

Kiểu động cơ: K132M4;

Công suất:  $P_{dc} = 5.5$ , kW;

Số vòng quay:  $n_{dc} = 1445$ , vg/ph;

Hiệu suất:  $\eta = 86\%$ ;

Hệ số:  $\cos\Phi = 0.86$ ;

Tỷ số:  $T_k/T_{dn} = 2$ ;

Khối lượng: 72, kg.

Phân phối tỷ số truyền:

Tỷ số truyền tổng:  $u_{tong} = 16.056$ ;

Tỷ số truyền số bộ tính lại của hộp giảm tốc:  $u_{hsb} = 10.035$ ;

Tỷ số truyền của hộp giảm tốc:  $u_h = 10$ ;

Tỷ số truyền cấp nhanh:  $u_1 = 3.83$ ;

Tỷ số truyền cấp chậm:  $u_2 = 2.61$ ;

Tỷ số truyền của bộ truyền động đai:  $u_d = 1.606$ .

Công suất, số vòng quay và momen xoắn trên các trục:

Trục động cơ:

Công suất thực dụng trên trục động cơ:  $P_{ct} = 5.308$ , kW;

Số vòng quay của trục động cơ:  $n_{dc} = 1445$ , vg/ph;

Momen xoắn trên trục động cơ:  $T_{dc} = 35080.554$ , Nmm.

Trục 1:

Công suất trên trục 1:  $P_1 = 4.992$ , kW;

Số vòng quay của trục 1:  $n_1 = 899.751$ , vg/ph;

Momen xoắn trên trục 1:  $T_1 = 52985.326$ , Nmm.

Trục 2:

Công suất trên trục 2:  $P_2 = 4.794$ , kW;

Số vòng quay của trục 2:  $n_2 = 234.922$ , vg/ph;

Momen xoắn trên trục 2:  $T_2 = 194884.685$ , Nmm.

Trục 3:

Công suất trên trục 3:  $P_3 = 4.604$ , kW;  
Số vòng quay của trục:  $n_3 = 90.008$ , vg/ph;  
Momen xoắn trên trục 3:  $T_3 = 488492.134$ , Nmm.

### 3.2. Đánh giá kết quả

Chương trình TinhToanDongHoc cho kết quả tính toán động học HDĐCK nói trên hoàn toàn phù hợp với kết quả tính theo phương pháp thủ công truyền thống (đã được trình bày trong mục 4 chương 3, trang 29-31 tài liệu [1]).

### 4. Kết luận và khuyến nghị

1. Bài báo đã trình bày nội dung và trình tự để tính toán động học HDĐCK. Đồng thời xây dựng được chương trình TinhToanDongHoc, cho phép tự động tính toán động học làm cơ sở cho việc tính toán thiết kế HDĐCK;

2. Chương trình TinhToanDongHoc có thể được sử dụng như một phần mềm trợ giúp thiết kế cũng như phục vụ công tác giảng dạy và học tập.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đào Ngọc Biên. *Thiết kế môn học Chi tiết máy*. Nxb Hải phòng. Hải phòng, 2008.
- [2]. Đào Ngọc Biên. *Xây dựng phần mềm tự động hiển thị dãy SLCB và tra bảng tìm trị số các SLCB theo TCVN 2244-99*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, số 11+12/11/2007, Tr. 9-13.
- [3]. Đào Ngọc Biên. *Tự động hóa tính chọn lắp ghép tiêu chuẩn*. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường. Đại học Hàng hải. Hải Phòng, 2006.
- [4]. Trịnh Chất. *Cơ sở thiết kế máy và chi tiết máy*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 2007.
- [5]. Trịnh Chất, Trịnh Đồng Tính. *Tự Động hóa thiết kế cơ khí*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 2005.
- [6]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển. *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí tập 1 và tập 2*. Nxb Giáo dục. Hà Nội, 1998.
- [7]. Nguyễn Trọng Hiệp. *Chi tiết máy tập 1 và 2*. Nxb Giáo dục. Hà Nội, 2001.
- [8]. Lê Phương Lan, Hoàng Đức Hải. *Giáo trình lý thuyết và bài tập Delphi*. Nxb Lao động – Xã hội. Tp. Hồ Chí Minh, 2003.
- [9]. Đỗ Xuân Lôi. *Cấu trúc dữ liệu và giải thuật*. Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội. Hà Nội, 2007.
- [10]. Nguyễn Việt Trung, Nguyễn Bắc Hà. *Lập trình Delphi 5.0*. Nxb Giao thông vận tải. Hà Nội, 2001.

---

**Người phản biện: TS. Đào Ngọc Biên**