

ỨNG DỤNG MÁY TÍNH VÀO THIẾT KẾ ĐỘNG HỌC MÁY CÔNG CỤ

COMPUTER APPLICATIONS TO DESIGN THE KINEMATICS MACHINE TOOLS

Dương Công Định

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên

TÓM TẮT

Cơ cấu bánh răng được sử dụng rộng rãi trong truyền động của các máy công cụ. Tính toán xác định số răng của các bánh răng để đảm bảo tỷ số truyền theo yêu cầu là nội dung cần giải quyết trong thiết kế truyền dẫn động học máy. Hiện nay, có thể dùng máy tính với nhiều công cụ lập trình, phần mềm ứng dụng để thực hiện việc tính toán một cách nhanh chóng, đảm bảo độ chính xác và sử dụng tiện lợi. Trong nội dung bài báo này sẽ trình bày việc ứng dụng Microsoft Excel của phần mềm các ứng dụng văn phòng Microsoft Office để tính toán động học máy công cụ sử dụng cấu trúc nhân với truyền động bánh răng trụ.

Từ khóa: Động học bánh răng; Bánh răng di trượt; Bánh răng trụ; Tỷ số truyền; Trục song song; Bội số chung.

ABSTRACT

Gear mechanisms are widely used in the transmission of machine tools. Calculation to determine the number of teeth of gears to ensure the required gear ratio is the content needs to be solved in the design of machine learning tools and application software to perform calculation quickly, ensuring accuracy and convenient use. In this paper, the application of Microsoft Excel of Microsoft Office applications software is presented to calculate machine tool kinematics using structure multiplied by helical gear transmission.

Keywords: Gear kinematics; Sliding gear; Cylindrical gear; Gear ratio; Parallel shaft; Common multiple.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Truyền động sử dụng cấu trúc nhân

Truyền động cấu trúc nhân tạo ra Z cấp tốc độ quay cho một trục là $n_1, n_2, n_3, \dots, n_{j-1}, n_j, \dots, n_z$. Các số vòng quay của trục tuân theo quy luật cấp số nhân, nghĩa là $n_j = n_{j-1} \cdot \phi$. Trong đó, ϕ là công bội của chuỗi số vòng quay. Để

tạo ra Z cấp tốc độ, ta sử dụng một cấu trúc nhân có m nhóm truyền có công thức cấu trúc động học:

$$Z = P_1^I \times P_2^{II} \times P_3^{III} \times P_i^{IV} \times \dots \times P_m^N$$

Các chỉ số dưới 1, 2, 3, ..., m là trật tự về kết cấu của các nhóm. Các chỉ số trên I, II, III, ..., 

N là trật tự động học. Trật tự động học này tùy thuộc vào phương án lựa chọn. Trong mỗi nhóm truyền P_i có p tỷ số truyền với các tỷ số truyền là $i_1, i_2, i_3, \dots, i_p$. Các tỷ số truyền trong các nhóm truyền đảm bảo:

$$i_1 : i_2 : i_3 : \dots : i_p = 1 : \varphi^{X_1} : \varphi^{2X_1} : \dots : \varphi^{(p-1)X_1}$$

Nghĩa là các tỷ số truyền trong các nhóm truyền cũng tuân theo quy luật cấp số nhân với công bội $\varphi_i = \varphi^{X_i}$. Với X_i là đặc tính của nhóm truyền thứ i , nó bằng tích số của số các tỷ số truyền có trật tự động học trước nó. Tỷ số truyền trong nhóm xác định: $i_j = i_{j-1} \cdot \varphi_i$.

1.2. Tính toán động học bánh răng

Nhóm truyền giữa hai trục I và II (Hình 1) có p tỷ số truyền là $i_1, i_2, i_3, \dots, i_p$ sử dụng bánh răng trụ răng thẳng cùng mô đun m . Gọi Z_j và Z'_j là số răng của bánh răng chủ động và bánh răng bị động. Các bộ truyền đều có khoảng cách trục là A , ta có:

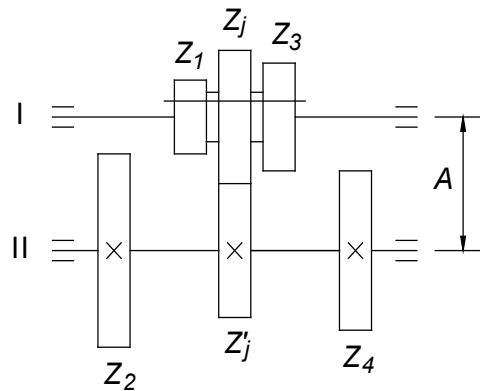
$$A = \frac{1}{2}m(Z_1 + Z_2) = \frac{1}{2}m(Z_3 + Z_4) = \dots = \frac{1}{2}m(Z_j + Z'_j)$$

Ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} Z_j + Z'_j = \frac{2A}{m} = S_z \\ \frac{Z_j}{Z'_j} = i_j = \frac{a_j}{b_j} \end{cases}$$

Trong đó: S_z là tổng số răng, i_j là tỷ số truyền, a_j và b_j là các số nguyên dương. Giải hệ phương trình trên, ta được:

$$Z_j = \frac{a_j}{a_j + b_j} \cdot S_z; \quad Z'_j = \frac{b_j}{a_j + b_j} \cdot S_z$$



Hình 1. Sơ đồ nhóm truyền

Để số răng Z_j và Z'_j là số nguyên thì tổng số răng S_z phải là bội số chung của các tổng $(a_j + b_j)$. Nếu K là bội số chung nhỏ nhất (BSCNN) của các tổng $a_j + b_j$ thì tổng số răng của các bộ truyền trong nhóm truyền là $S_z = E \cdot K$, trong đó E là một số nguyên đưa vào để đảm bảo cho số răng của bánh răng nhỏ nhất trong nhóm truyền lớn hơn số răng tối thiểu cho phép $[Z_{\min}]$, thông thường chọn $[Z_{\min}] = 17$ hay 18. Hệ số $E_{\min}$ nhỏ nhất được xác định:

Nếu bánh răng nhỏ nhất là bánh răng chủ động thì:

$$E_{\min} = \frac{a_j}{(a_j + b_j)K} [Z_{\min}]$$

Nếu bánh răng nhỏ nhất là bánh răng bị động thì:

$$E_{\min} = \frac{b_j}{(a_j + b_j)K} [Z_{\min}]$$

E là số nguyên làm tròn tăng lên gần nhất với $E_{\min}$. Số răng của các bánh răng trong nhóm truyền được xác định như sau:

$$Z_j = \frac{a_j}{a_j + b_j} \cdot EK; \quad Z'_j = \frac{b_j}{a_j + b_j} \cdot EK$$

Trị số a_j và b_j được xác định theo φ như sau:

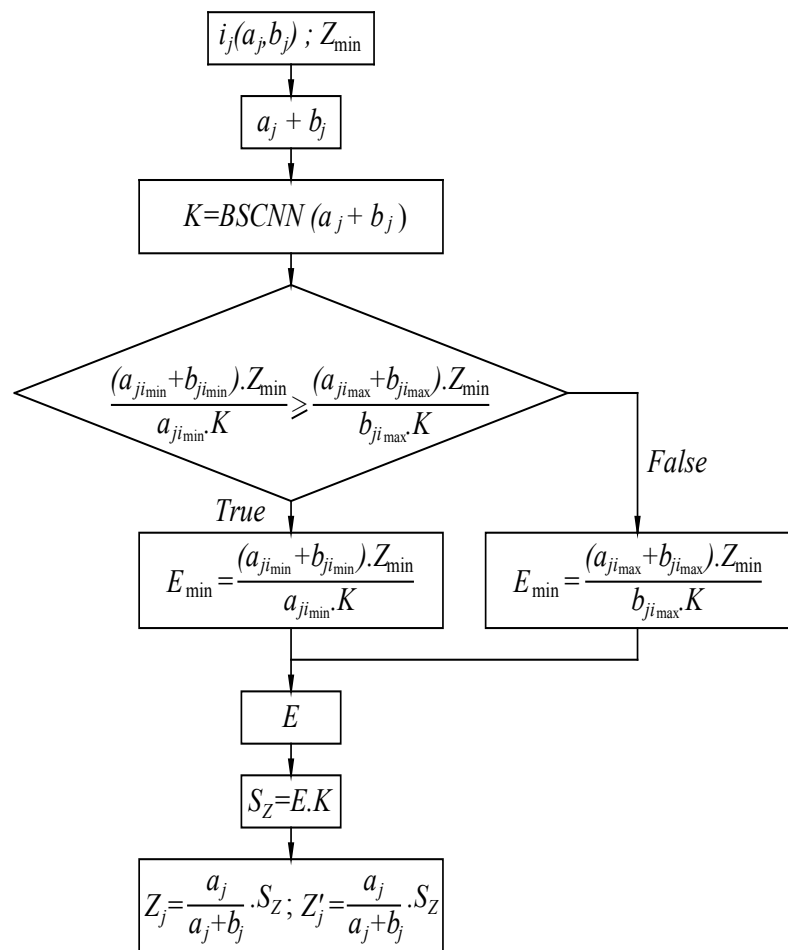
Bảng 1. Trị số a_j và b_j được xác định theo φ

φ	φ^{-1}		φ^{-2}		φ^{-3}		φ^{-4}		φ^{-5}		φ^{-6}	
	a_j	b_j	a_j	b_j	a_j	b_j	a_j	b_j	a_j	b_j	a_j	b_j
1,26	4	5	7	11	1	2	2	5	16	50	1	4
1,41	5	7	1	2	19	53	1	4	-	-	-	-
1,58	7	11	2	5	1	4	-	-	-	-	-	-

2. ỨNG DỤNG MÁY TÍNH VÀO TÍNH TOÁN ĐỘNG HỌC BÁNH RĂNG

2.1. Sơ đồ tính toán

Hiện nay, có rất nhiều công cụ lập trình tự động có thể sử dụng để tính toán số răng của các bánh răng như phần mềm Matlab, lập trình C, Pascal, Excel... Trong đó, Excel là một ứng dụng của phần mềm các ứng dụng văn phòng Microsoft Office được sử dụng rất rộng rãi với nhiều tiện ích, ta có thể áp dụng các hàm chức năng của Excel để thực hiện việc tính toán số răng của các bánh răng một cách nhanh chóng và thuận lợi. Với một phương án cấu trúc động học tạo ra chuỗi số vòng quay cấp số nhân công bội φ cùng với các tỷ số truyền ban đầu, ta xác định đặc tính X_p , công bội chuỗi tỷ số truyền trong các nhóm truyền φ_p , các tỷ số truyền $i_j(a_j, b_j)$, bội số chung nhất K của các tổng $(a_j + b_j)$, hệ số E , tổng số răng S_z và từ đó xác định số răng của các bánh răng Z_j và Z'_j của các bánh răng trong nhóm. Quá trình tính toán này được biểu diễn trong sơ đồ thuật toán trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ thuật toán tính số răng bánh răng

2.2. Chương trình tính

Tính toán số răng của các bánh răng trong cấu trúc nhân: $Z = 2^I \times 3^{II} \times 2^{III}$; công bội chuỗi số vòng quay $\varphi = 1,26$. Các tỷ số truyền lớn nhất trong các nhóm truyền là 1. Kết quả chương trình như bảng sau.

Bảng 2. Kết quả chương trình tính toán số răng của các bánh răng trong cấu trúc nhân

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	TÍNH SỐ RĂNG CỦA BÁNH RĂNG TRONG CẤU TRÚC NHÂN $Z=2^I \times 3^II \times 2^{III}$															
2	P_i	φ	X_i	φ_i	i_j	a_j	b_j	a_j+b_j	K	$Z_{\min}$	$E_{\min}$	E	S_z	Z_j	Z'_j	
3	2		1	1.26	i_1	0.79	4	5	9	18	18	2.25	3	54	24	30
4					i_2	1.00	1	1	2						27	27
5	3	1.26	2	1.59	i_3	0.40	2	5	7	126	18	0.50	1	126	36	90
6					i_4	0.63	7	11	18						49	77
7					i_5	1.00	1	1	1						63	63
8	2		6	4.00	i_6	0.25	1	4	5	10	18	9.00	9	90	18	72
9					i_7	1.00	1	1	2						45	45

Kết quả tính toán:

Nhóm truyền thứ nhất 2^I :

$$i_1 = 0,79 = \frac{Z_1}{Z'_1} = \frac{24}{30}; i_2 = 1 = \frac{Z_2}{Z'_2} = \frac{27}{27}$$

Nhóm truyền thứ hai 3^{II} :

$$i_3 = 0,4 = \frac{Z_3}{Z'_3} = \frac{36}{90}; i_4 = 0,63 = \frac{Z_4}{Z'_4} = \frac{49}{77}; i_5 = 1 = \frac{Z_5}{Z'_5} = \frac{63}{63}$$

Nhóm truyền thứ ba 2^{III} :

$$i_6 = 0,25 = \frac{Z_6}{Z'_6} = \frac{18}{72}; i_7 = 1 = \frac{Z_7}{Z'_7} = \frac{45}{45}$$

3. KẾT LUẬN

Chương trình tính toán đã đưa ra kết quả nhanh và chính xác. Có thể sử dụng để làm công cụ cho việc phân tích lựa chọn phương án trong quá trình thiết kế động học máy. Excel là một tiện ích sử dụng phổ biến rộng rãi nên có thể áp dụng thuận tiện trong thực tế cũng

như trong học tập, làm đồ án của sinh viên để nâng cao chất lượng giảng dạy và nghiên cứu khoa học. Một số nội dung cần được tiếp tục nghiên cứu giải quyết tiếp mà ở đây chưa đề cập như dùng bánh răng có mô đun khác nhau, dùng bánh răng nghiêng,... cũng như ứng dụng những phần mềm khác mạnh và hiệu quả hơn cho quá trình tính toán thiết kế. ♦

Ngày nhận bài: 22/9/2022

Ngày phản biện: 01/10/2022

Tài liệu tham khảo:

- [1]. P.H. Joshi; *Machine Tools Handbook: Design and Operations*. McGraw Hill, 2007.
- [2]. N.ACHERKAN, D.Sc; *Machine Tool Design*. Mir Publishers, 1987.
- [3]. Н.С. колев; *Металлорежущие станки. Машиностроение*, 1980.
- [4]. Bùi Thế Tâm; *Giáo trình tin học văn phòng*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
- [5]. Hoàng Phương, Minh Hồng; *Hướng dẫn sử dụng Microsoft Excel 7.0a*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 1997.