

ỨNG DỤNG MÁY TÍNH VÀO TÍNH TOÁN ĐIỀU CHỈNH ĐỘNG HỌC MÁY MÀI RĂNG ĐỂ NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

APPLICATION OF COMPUTER IN CALCULATION OF ADJUSTING THE DYNAMICS OF TEETH GRINDING MACHINES TO IMPROVE PROCESSING ACCURACY

Dương Công Định

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

Email: dcdinh@tnut.edu.vn

TÓM TẮT

Máy mài răng được sử dụng trong gia công để nâng cao độ bóng và độ chính xác bề mặt răng của các bánh răng đã nhiệt luyện. Độ chính xác động học của các xích truyền động là một yếu tố ảnh hưởng lớn đến độ chính xác của bánh răng gia công. Độ chính xác bước răng được quyết định bởi độ chính xác tỷ số truyền của khâu điều chỉnh xích bao hình của máy. Trong nội dung bài báo này sẽ trình bày việc ứng dụng máy tính để tính toán điều chỉnh động học xích bao hình của máy mài răng nhằm nâng cao độ chính xác gia công trên máy.

Từ khóa: Gia công răng; Mài răng; Độ chính xác; Tỷ số truyền; Xích động học; Bánh răng thay thế; Điều chỉnh động học.

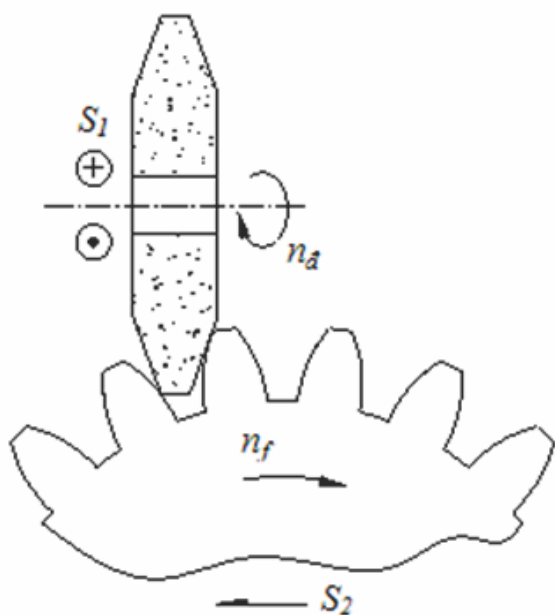
ABSTRACT

Gear grinding machines are used in machining to improve the surface finish and accuracy of the teeth of heat-treated gears. The kinematic accuracy of the transmission chains is a factor that greatly affects the accuracy of the machined gears. The pitch accuracy is determined by the accuracy of the gear ratio of the machine's blanking chain adjustment. This article will present the application of computers to calculate the kinematic adjustment of the blanking chain of the gear grinding machine to improve the machining accuracy on the machine.

Keywords: Gear machining; Gear grinding; Precision; Gear ratio; Kinematic chain; Replacement gear; Kinematic adjustment. 

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Gia công răng trên máy mài răng nhắc lại sự ăn khớp của bộ truyền thanh răng-bánh răng. Sơ đồ gia công tạo hình biên dạng răng biểu diễn trên hình 1 [1]. Đá mài đĩa quay n_d để tạo vận tốc cắt và chuyển động chạy dao tịnh tiến S_1 . Phôi bánh răng quay n_f và chuyển động chạy dao tịnh tiến S_2 . Trong quá trình gia công, đá mài đóng vai trò là răng của thanh răng và phôi đóng vai trò là bánh răng. Chuyển động quay của phôi thực hiện quá trình phân độ và cùng với chuyển động tịnh tiến của nó đảm bảo thực hiện quá trình bao hình để tạo hình biên dạng răng. Mỗi quan hệ giữa hai chuyển động n_f và S_2 là yếu tố quan trọng đảm bảo độ chính xác bước và biên dạng răng. Trên máy mài răng, quan hệ giữa hai chuyển động này được thực hiện bằng liên kết động học của xích bao hình. Do vậy, ta cần phải tính toán điều chỉnh tỷ số truyền trong xích động học bao hình này với độ chính xác cần thiết thì mới đảm bảo được độ chính xác bước và biên dạng của bánh răng gia công.



Hình 1. Sơ đồ tạo hình biên dạng răng

2. ĐIỀU CHỈNH ĐỘNG HỌC XÍCH BAO HÌNH MÁY MÀI RĂNG

Sơ đồ cấu trúc động học máy mài răng như hình 2 [2]. Phương trình động học của xích bao hình như sau:

$$\frac{1}{Z} \times i_{11-10} \times \frac{1}{i_y} \times i_{9-8} \times i_{12-13} \times i_x \times i_{14-15} \times t_{vm} = \pi m_s$$

Trong đó:

- m_s : Mô đun mặt đầu của bánh răng gia công;

- Z : Số răng của bánh răng gia công;

- i_y : Công thức điều chỉnh của xích phân độ.

i_y được tính toán từ phương trình động học xích phân độ:

$$n_{z0} \times i_{8-9} \times i_y \times i_{10-11} = \frac{Z_i}{Z}$$

Ta có:

$$i_y = C_y \cdot \frac{Z_i}{Z}$$

Ở đây:

- C_y : Hằng số của xích động học;

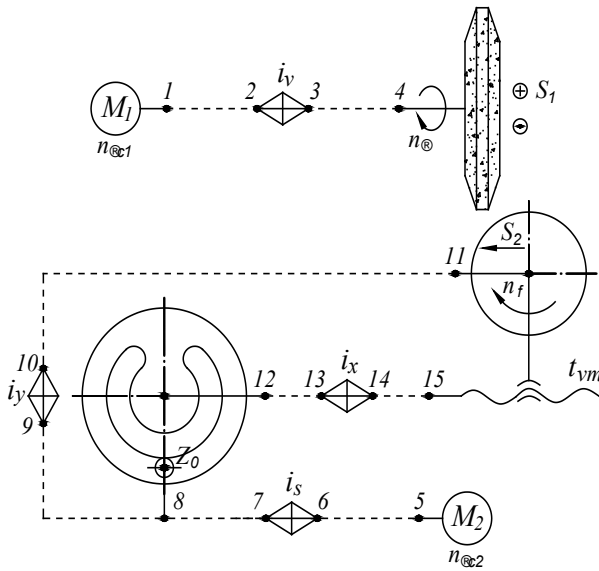
- n_{z0} : Số vòng quay của bánh răng Z_0 trong một chu kỳ gia công;

- Z_i : Số răng quay phân độ của phôi trong một chu kỳ gia công.

Thay i_y vào phương trình động học của xích bao hình trên, ta sẽ rút ra công thức điều chỉnh của xích bao hình là:

$$i_x = C_x \cdot m_s \cdot Z_i$$

Trong đó: C_x là hằng số của xích động học.



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc động học máy mài răng

Để có thể đảm bảo được tỷ số truyền chính xác, khâu điều chỉnh xích bao hình i_x của máy mài răng sử dụng cơ cấu bánh răng thay thế:

$$i_{\pi} = \frac{a}{b} \times \frac{c}{d}$$

Trong đó: a, b, c, d là số răng của các bánh răng thay thế, đảm bảo điều kiện:

$$a + b > c + (20 \div 25) \text{ và } c + d > b + (20 \div 25) \quad [3]$$

Việc tính chọn số răng a, b, c, d của các bánh răng thay thế quyết định đến độ chính xác tỷ số truyền của xích động học và nó ảnh hưởng đến độ chính xác bước răng của bánh răng gia công. Nếu sai số bước răng cho phép của bánh răng là f_{pr} thì khi chọn các bánh răng thay thế a, b, c, d cần thỏa mãn điều kiện:

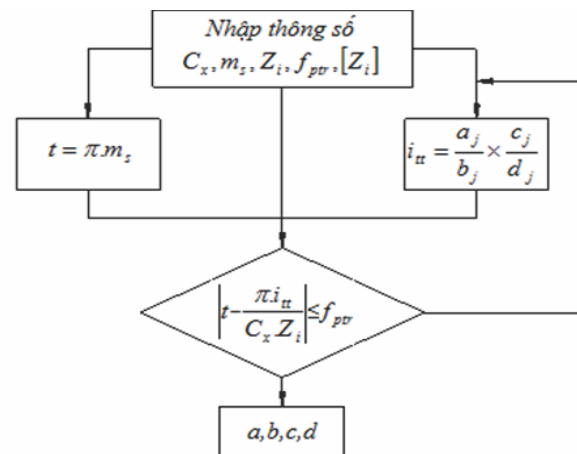
$$\left| \pi \cdot m_s - \frac{\pi}{C_x \times Z_i} \times \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} \right| \leq f_{pr}$$

3. ỨNG DỤNG MÁY TÍNH VÀO TÍNH TOÁN ĐIỀU CHỈNH ĐỘNG HỌC

3.1. Sơ đồ tính toán

Để xác định a, b, c, d, ta có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau, trong đó phương pháp dùng máy tính để tính toán sẽ cho kết quả nhanh chóng, chính xác và thuận lợi trong sử dụng. Hiện nay, có nhiều phần mềm có thể áp dụng để lập trình tính toán như Turbo Pascal, lập trình C, Foxpro, Matlab, Excel... Trong nội dung nghiên cứu ở đây, tác giả sử dụng ngôn ngữ lập trình Turbo Pascal để lập phần mềm tự động cho quá trình tính toán.

Sơ đồ thuật toán tính bánh răng thay thế khi mài răng như hình 3 [5], [6]. Các thông số cần nhập vào chương trình là hệ số C_x của máy, mô đun m_s , số răng phân độ Z_i , sai số bước răng cho phép f_{pr} , số răng của các bánh răng thay thế $[Z_i]$ của máy. Chương trình tính toán sẽ đưa ra kết quả là số răng của các bánh răng thay thế a, b, c, d đảm bảo tỷ số truyền yêu cầu.



Hình 3. Sơ đồ tính toán bánh răng thay thế

3.2. Lập trình tính toán

Lập chương trình tính toán tự động cho xích bao hình của máy mài răng $5\pi 84$. Công

thức điều chỉnh của xích bao hình của máy mài răng 5π84 là:

$$i_x = \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{m_s \cdot Z_i}{80} \quad [2]$$

Hằng số của của xích động học:

$$C_x = \frac{1}{80}$$

Trong lập trình, hệ số C_x được tính

thông qua $C_{x1} = 1$ và $C_{x2} = 80$: $C_x = \frac{C_{x1}}{C_{x2}}$

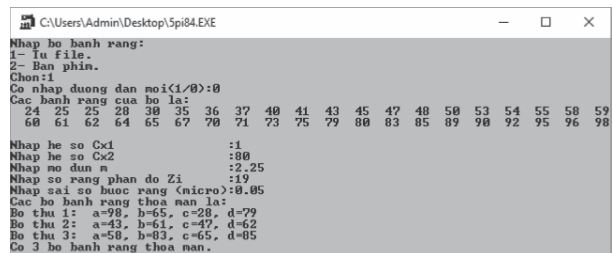
Tính toán khi mài bánh răng trụ răng thẳng có mô đun $m = 2,25$; số răng phân độ $Z_i = 19$; sai số bước răng cho phép $f_{ptr} = 0,05\mu m$ [4]. Bộ bánh răng thay thế $[Z_i]$ của xích bao hình có các bánh răng với số răng là: 24, 25, 25, 28, 30, 35, 36, 37, 40, 41, 43, 45, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 67, 70, 71, 73, 75, 79, 80, 83, 85, 89, 90, 92, 95, 96, 98 [3].

Kết quả chạy chương trình tính toán trên máy tính có màn hình hiển thị như hình 4. Kết quả có ba bộ bánh răng thay thế thỏa mãn yêu cầu:

$$\text{Bộ thứ nhất: } \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{98}{65} \times \frac{28}{79};$$

$$\text{Bộ thứ hai: } \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{43}{61} \times \frac{47}{62};$$

$$\text{Bộ thứ ba: } \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{58}{83} \times \frac{65}{85}$$



Hình 4. Màn hình hiển thị chạy chương trình

4. KẾT LUẬN

Việc ứng dụng máy tính với các công cụ lập trình tự động để lập chương trình tính toán trợ giúp cho quá trình điều chỉnh động học máy đưa ra được kết quả tính toán chính xác, nhanh chóng, đảm bảo nâng cao được độ chính xác gia công. Kết quả nghiên cứu lập trình tính toán tự động này có thể phát triển để ứng dụng trong việc tính toán điều chỉnh cho nhiều xích động học khác. Nó có thể được dùng làm tài liệu hướng dẫn, tham khảo cho sinh viên trong quá trình học tập, nghiên cứu khoa học để nâng cao chất lượng đào tạo và áp dụng vào thực tế sản xuất để nâng cao chất lượng sản phẩm. ❖

Ngày nhận bài: 12/02/2025

Ngày phản biện: 07/3/2025

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Phạm Văn Hùng, Nguyễn Phương, “Cơ sở máy công cụ”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2007.
- [2]. N. Acherkan, D.Sc, “Machine tool design”. Mir Publishers Moscow, 1968.
- [3]. Мипетрик, В.А. шишов, “Тавлицы для подбора зубчатых клес”. Мациностроение, 1973.
- [4]. A.N. Zuravlev, “Dung sai và kỹ thuật đo lường”. NXB. Công nhân kỹ thuật, 1987.
- [5]. Bùi Thế Tâm, Võ Văn Tuấn Dũng, “Pascal 7.0”. NXB. Giao thông Vận tải, 1998.
- [6]. Nguyễn Viết Trung, Hoàng Hồng, “Turbo Pascal 7.0 – Chương trình mẫu trong các ngành kỹ thuật”. NXB. Giao thông Vận tải, 1997.