

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO THIẾT BỊ GIA CÔNG LỖ TÂM, PHỤC VỤ GIA CÔNG CHI TIẾT DẠNG TRỤC

DESIGN AND MANUFACTURE OF CENTER HOLE MACHINING EQUIPMENT,
SERVING THE PROCESSING OF SHAFT SHAPED PARTS

Lê Thái Sơn, Nguyễn Hữu Ngoạn
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu, phân tích thiết kế mô hình máy phay mặt đầu, khoan lỗ tâm trong gia công chi tiết trục nhằm mục tiêu nâng cao độ chính xác gia công của sản phẩm, tăng năng suất lao động, tiết kiệm chi phí sản xuất phục các trường học, nhà máy, doanh nghiệp.

Từ khoá: Lỗ tâm; Khoan lỗ; Mũi tâm cố định; Mũi tâm quay; Mũi tâm khía nhám.

ABSTRACT

The article introduces the results of research, analysis and design of face milling machine model, center hole drilling in shaft machining with the aim of improving product machining accuracy, increasing labor productivity, saving production costs for schools, factories and businesses.

Keywords: Center hole; Hole drilling; Fixed center bit; Rotating center bit; Roughing center bit.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở các chi tiết dạng trục, độ đồng tâm giữa các cổ trục là rất quan trọng. Để đảm bảo yêu cầu này, khi gia công trục cần phải dùng chuẩn tinh thống nhất. Chuẩn tinh thống nhất khi gia công chi tiết dạng trục là hai lỗ tâm ở hai đầu trục. Như vậy, lỗ tâm có quyết định rất lớn đến độ chính xác gia công chi tiết trục cũng như việc sử dụng để phục hồi lại chi tiết trục trong quá trình sử dụng.

Khi gia công trục dài trung bình $4 \leq l/d \leq 10$ hoặc trục dài có $l/d > 10$ (trong đó d là đường kính và l là chiều dài trục) thường phải công tâm khi gia công [2], có trường

hợp không cần khoan lỗ tâm khi ta dùng mũi côn ngược để gá nhưng phương pháp này năng suất không cao, độ đồng tâm của trục không lớn [1]. Khi gia công trục dài để sử dụng chuẩn tinh thống nhất bắt buộc phải phay mặt đầu và khoan lỗ tâm trên trục [3]. Trong sản xuất lớn nếu gia công lỗ tâm trên máy tiện, máy phay hoặc máy khoan đều cho độ chính xác không cao, năng suất thấp. Việc sử dụng máy khoan mặt, khoan tâm để gia công lỗ tâm sẽ cho năng suất cao, độ chính xác lớn. Để nâng cao năng suất lao động, hạ giá thành sản phẩm, việc thiết kế và chế tạo máy phay mặt đầu, khoan lỗ tâm là yêu cầu cần thiết, có ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn [4].

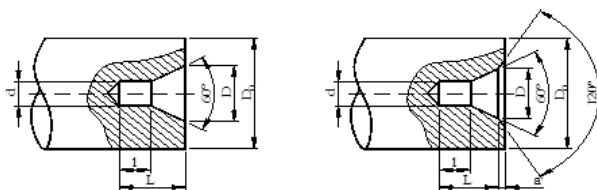
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Xây dựng điều kiện thiết kế, mô phỏng

Để thiết kế, chế tạo thiết bị phay mặt đầu và khoan lỗ tâm có hình dáng như hình 1, ta sử dụng phần mềm Pro/Engineer. Phần mềm này có tính năng ưu việt như:

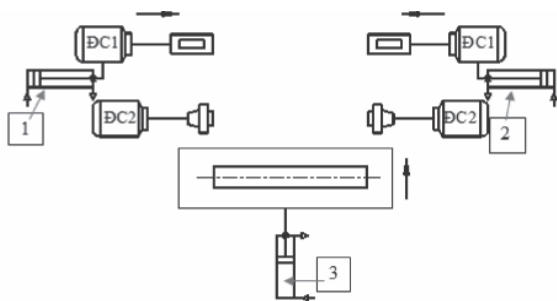
Pro/Engineer là phần mềm của hãng Parametric Technology, Corp là một phần mềm thiết kế theo tham số, có nhiều tính năng rất mạnh trong lĩnh vực CAD/CAM/CAE đảm bảo khả năng:

- Mô hình hóa trực tiếp vật thể rắn;
- Tạo các mô đun bằng các khái niệm và phân tử thiết kế;
- Thiết kế tham số;
- Sử dụng cơ sở dữ liệu thống nhất;
- Có khả năng mô phỏng động học, động lực học kết cấu cơ khí.



Hình 1. Kết cấu lỗ tâm [4]

Sau khi phân tích các số liệu trên hình [1] chọn được mô hình thiết kế trên hình [2]:



Hình 2. Sơ đồ kết cấu động học của thiết bị phay mặt đầu và khoan lỗ tâm

Động cơ ĐC1 làm quay mũi khoan thực hiện chuyển động cắt khi khoan. Chuyển động tịnh tiến của mũi khoan được thực hiện nhờ hai xi lanh khí nén 1 và 2 mang ĐC1 có gắn cỡ hành trình. Động cơ ĐC2 dẫn động dao phay, thực hiện chuyển động cắt khi phay được điều chỉnh theo chiều dài của phôi. Chuyển động mang phôi vào ra được thực hiện nhờ xi lanh khí nén 3 có gắn cỡ hành trình.

Khi gia công, phôi được gá đặt tại vị trí ban đầu như hình vẽ. Các động cơ ĐC1 và ĐC2 được khởi động. Xi lanh 3 mang bàn máy và phôi dịch chuyển đến vị trí dao phay để phay mặt đầu, sau đó tiếp tục di chuyển đến vị trí của hai mũi khoan tâm. Hai mũi khoan tiến vào khoan tâm, đến khi đạt chiều sâu cần tiết thì lùi về vị trí cũ. Bàn máy mang phôi lùi về vị trí ban đầu và tháo chi tiết.

2.2. Kết quả thiết kế, mô phỏng

Với kích thước phôi lớn nhất $D_{\max} = 30\text{mm}$, các kích thước của lỗ tâm là: $d = 2,5$; $D \leq 6$; $L = 6$; $l \leq 3$ [3]. Từ sơ đồ kết cấu động học ở hình 2, máy có hai chuyển động chính: Chuyển động quay của dao phay và chuyển động quay của mũi khoan. Để thực hiện hai chuyển động này, ta cần dùng động cơ điện một chiều truyền qua bộ truyền đai đến trục chính.

Theo tính toán, số vòng quay giới hạn của dao phay là $103 \div 173$ vòng/phút; công suất cắt cực đại là $0,3 \text{ kW}$, ta nhận được kết quả như sau:

Đường kính trục phay:

$$d_B \geq \sqrt[3]{\frac{M_t}{0,1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{14664}{0,1,70}} = 12,70 \text{ (mm)}$$



Đường kính trục khoan: $d \geq \sqrt[3]{\frac{M_x}{0,2[\tau]}}$,

với trục thép C45 có thể lấy $[\tau] = 30 \text{ N/mm}^2$:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{20600}{0,2 \cdot 30}} = 15,08 \text{ (mm)}$$

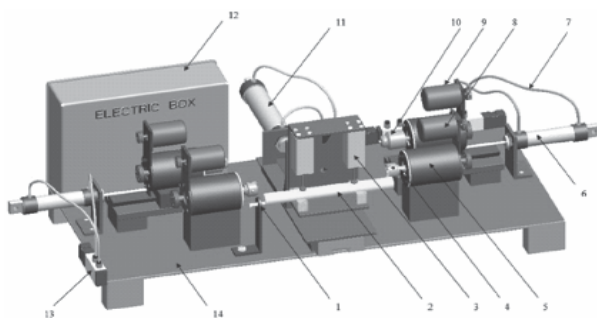
Do hai dao phay ở hai đầu phôi quay ngược chiều nhau nên mô men xoắn tác dụng lên phôi sẽ cân bằng nhau. Do đó, việc tính toán lực kẹp ở đây chủ yếu để chống lại khả năng trượt phôi do lực cắt theo phương chạy dao trong quá trình cắt.

Khi chọn xy lanh có đường kính trong $d = 10 \text{ mm}$, thay vào công thức:

$$p = \frac{W}{\pi d^2 / 4} = \frac{170}{\pi 10^2 / 4} = 2,16 \text{ (N/mm}^2\text{)} =$$

$$21,6 \text{ bar} = 2,16 \text{ MPa}$$

Như vậy, áp suất cần thiết cấp cho xy lanh kẹp phôi là 2,16 MPa. Tương tự, ta tính toán được áp suất của các xi lanh chạy dao khi phay và chạy dao khi khoan với $d = 20 \text{ mm}$. Do dùng một nguồn khí nén cung cấp cho cả ba xy lanh nên chọn áp suất cấp cho hệ thống là áp suất lớn nhất trong ba áp suất trên $p = 8,37 \text{ MPa}$ [6]. Ở đường vào các xy lanh làm việc áp suất thấp hơn ta dùng van giảm áp.

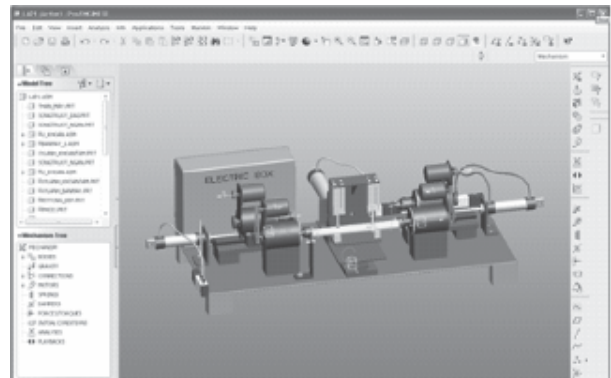


Hình 3. Mô hình mô phỏng:

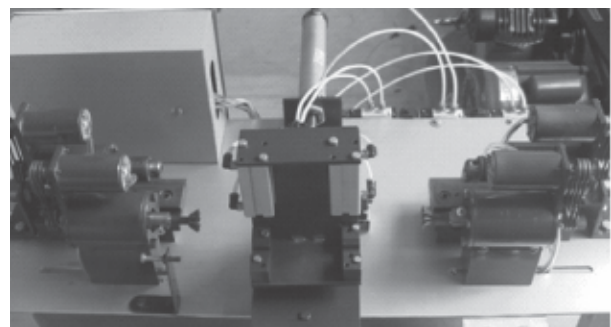
1. Cữ hành trình; 2. Phôi; 3. Xy lanh kẹp phôi; 4. Dao phay; 5. Gối trục phay; 6. Xi lanh tịnh tiến mũi khoan; 7. Ống dẫn khí; 8. Động cơ phay; 9. Động cơ khoan; 10. Đầu khoan; 11. Xi lanh tịnh tiến bàn máy; 12. Hộp điều khiển; 13. Công tắc nguồn; 14. Thân máy

2.3. Xử lý số liệu và thảo luận kết quả

Trên cơ sở mô hình đã tính toán thiết kế, chúng tôi đã xây dựng được mô hình máy phay khoan lỗ tâm [4] trong mô đun Part và Assembly và tiến hành mô phỏng trong Mechanism Design. Các đối tượng tạo trong chế độ Part được sử dụng trong các ứng dụng tiếp theo, có thể chế độ Drawing hay Manufacturing. Assembly cho phép tích hợp các thành phần thiết kế vào một mẫu thiết kế cuối cùng. Mechanism Design sẽ phối hợp để gia công các sản phẩm hoàn thiện trên các máy CNC. Nguyên tắc trong chế tạo máy [1] khi thiết kế, chế tạo máy thì độ chính xác của thiết bị phải chính xác cao hơn so với máy chế tạo phải từ 1-2 cấp. Nên việc chọn máy CNC để chế tạo máy phay mặt đầu và khoan lỗ tâm cần lưu ý đến vấn đề này.



Hình 4. Giao diện trong mô đun Mechanism



Hình 5. Mô hình máy phay mặt đầu và khoan lỗ tâm

3. KẾT LUẬN

Mô hình máy phay mặt đầu và khoan lỗ tâm đề xuất đã hoạt động đạt mục tiêu thiết kế, đưa vào ứng dụng làm mô hình giảng dạy tại Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh, đồng thời có thể ứng dụng trong thực tế sản xuất của doanh nghiệp, nhằm nâng cao độ chính xác, tăng năng suất lao động, tiết kiệm chi phí sản xuất. ❖

Ngày nhận bài: **02/6/2025**

Ngày phản biện: **12/6/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Ngọc Cẩn (2005), “*Thiết kế máy cắt kim loại – tập 2*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. Lê Thái Sơn, Nguyễn Bá Thuận, Lương Hải Chung (2023), “*Nguyên lý cắt và Dụng cụ cắt*”. NXB. Thanh niên.
- [3]. Nguyễn Ngọc Đào, Trần Thế San, Hồ Viết Bình (2006), “*Chế độ cắt gia công cơ khí*”. NXB. Đà Nẵng.
- [4]. Lê Thái Sơn, Nguyễn Hữu Ngoạn, Ngô Văn Giang (2024), “*Nguyên lý, Chi tiết máy*”. NXB. Thanh niên.
- [5]. Trần Văn Địch và các tác giả khác (2008), “*Công nghệ chế tạo máy*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [6]. Nguyễn Ngọc Phương (1999), “*Hệ thống điều khiển bằng khí nén*”. NXB. Giáo dục.