

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN ĐỘ CHÍNH XÁC KÍCH THƯỚC KHI GIA CÔNG THÉP S55C TRÊN MÁY PHAY CNC

Nguyễn Công Nguyên
Trường Đại học Thủy lợi, email: ngcnguyen@tlu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Công nghệ gia công CNC đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao độ chính xác và hiệu quả gia công chi tiết. Tuy nhiên, làm thế nào để nâng cao hơn nữa hiệu quả gia công CNC bằng cách tối ưu hóa các thông số phay vẫn là một vấn đề then chốt. Mục đích của nghiên cứu này là tối ưu hóa các thông số phay CNC thông qua nghiên cứu và thực nghiệm để nâng cao chất lượng sản phẩm. Chất lượng sản phẩm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như máy gia công, dụng cụ cắt, đồ gá, vật liệu gia công và các thông số công nghệ, v.v... Nhưng đối với một hệ thống công nghệ nhất định thì chất lượng chủ yếu phụ thuộc vào các thông số công nghệ (V, S, t). Vì vậy, điều khiển thông số công nghệ là phương pháp cơ bản và hiệu quả để kiểm soát chất lượng gia công và sử dụng thiết bị.

Trong số các chỉ tiêu đánh giá chất lượng, chỉ tiêu độ chính xác kích thước gia công là chỉ tiêu quan trọng, vì nó ảnh hưởng lớn đến chất lượng làm việc của chi tiết máy. Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ trong quá trình gia công cắt gọt đến độ chính xác kích thước là rất cần thiết, vì các thông số công nghệ tối ưu có thể được lựa chọn để gia công đạt độ chính xác kích thước tốt nhất.

Để nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ trong quá trình gia công, nhiều nghiên cứu đã sử dụng phương pháp thiết kế thí nghiệm và xử lý số liệu theo phương pháp Taguchi. Zaisu Wang và cộng sự, đã xem xét tối ưu các thông số công nghệ trong phay CNC. Hong Ky Le đề cập ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ chính xác và độ

nhám bề mặt của cánh turbin. Hoàng Việt đã nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số chế độ cắt đến độ chính xác kích thước gia công trên máy tiện.

Qua các nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy phương pháp Taguchi hoàn toàn phù hợp khi nghiên cứu ảnh hưởng các thông số công nghệ trong quá trình gia công. Phương pháp này cho phép giảm số thí nghiệm, như vậy sẽ giảm thời gian và chi phí cho nghiên cứu.

Báo cáo này nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ trong quá trình phay thép S55C đến độ chính xác kích thước. Từ các kết quả nghiên cứu sẽ lựa chọn bộ thông số công nghệ tối ưu để đạt được độ chính xác kích thước tốt nhất trong phạm vi khảo sát.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này sử dụng phôi gia công bằng thép S55C (tiêu chuẩn JIS) ở trạng thái cung cấp chưa qua nhiệt luyện. Phôi có kích thước 32×32×250 mm được gia công thô.



Hình 1. Phôi gia công 32×32×250 mm

Sau đó, phôi được gia công tinh trên máy phay CNC VMC 850. Chọn dao phay 2 mảnh hợp kim, đường kính 16 mm để gia công tinh.

Như đã phân tích ở trên, độ chính xác kích thước chi tiết gia công phụ thuộc lớn vào ba

thông số công nghệ chính là tốc độ cắt V , lượng tiến dao S , chiều sâu cắt t . Phương pháp Taguchi được áp dụng để bố trí thí nghiệm. Các mức của thông số công nghệ đầu vào được cho trong bảng 1. Các giá trị này được lựa chọn sau khi gia công thử dựa trên khả năng thực tế của máy, các tài liệu tham khảo, vật liệu gia công, và dựa vào lý thuyết nguyên lý cắt gọt kim loại.

Bảng 1. Các mức của thông số công nghệ

Mức	Mức 1	Mức 2	Mức 3
V (m/ph)	100	125	150
S (mm/vòng)	0.05	0.1	0.15
t (mm)	0.2	0.3	0.4

Để khảo sát toàn phần cho 3 thông số (V, S, t) ở 3 mức (1, 2, 3) cần $3^3=27$ thí nghiệm. Để giảm số thí nghiệm, theo phương pháp Taguchi bảng trực giao L9 là phù hợp với nghiên cứu. Do đó, nghiên cứu này bố trí 9 thí nghiệm như thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Bố trí thí nghiệm

STT	Các thông số của chế độ cắt		
	V (m/ph)	S (mm/v)	t (mm)
TN1	100	0.05	0.2
TN2	100	0.1	0.3
TN3	100	0.15	0.4
TN4	125	0.05	0.4
TN5	125	0.1	0.2
TN6	125	0.15	0.3
TN7	150	0.05	0.3
TN8	150	0.1	0.4
TN9	150	0.15	0.2

Để đảm bảo tính chính xác của kết quả thu được trong bố trí thí nghiệm theo Taguchi, mỗi bộ thông số thí nghiệm sẽ được thực hiện gia công 56 lần, sau đó đo bằng thước pamme

điện tử với độ chia 0.001mm. Kết quả của mỗi thí nghiệm là giá trị trung bình của 56 kích thước đo được.

Phương pháp Taguchi sử dụng tỷ số tín hiệu/nhiều (signal - to - noise) S/N để đánh giá ảnh hưởng của các thông số công nghệ. Có ba trường hợp của tỉ số S/N là “Lớn hơn thì tốt hơn”, “Nhỏ hơn thì tốt hơn” và “Trung bình thì tốt hơn” cho thông số mục tiêu. Cụ thể theo từng trường hợp như sau:

Trường hợp “Lớn hơn thì tốt hơn”:

$$\frac{S}{N} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \quad (1)$$

Trường hợp “Nhỏ hơn thì tốt hơn”:

$$\frac{S}{N} = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \quad (2)$$

Trường hợp “Trung bình thì tốt hơn”:

$$\frac{S}{N} = 10 \log_{10} \left(\frac{\bar{y}^2}{s_i^2} \right) \quad (3)$$

trong đó, n và s lần lượt là số thí nghiệm lặp và độ lệch chuẩn. y_i các giá trị đo được. \bar{y} là giá trị trung bình được tính như sau:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i; s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (4)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sau gia công 9 thí nghiệm với các thông số như bảng 2, kết quả kích thước gia công và sai số kích thước gia công được thể hiện trên bảng 3.



Hình 2. Kết quả gia công

Bảng 3. Kết quả đo (mm)

STT	TN 1	TN 2	TN 3	TN 4	TN 5	TN 6	TN 7	TN 8	TN 9
\bar{y}	29.459	29.548	29.328	29.526	29.518	29.458	29.516	29.526	29.533
Khoảng phân bố thực	0.087	0.099	0.070	0.088	0.074	0.089	0.066	0.070	0.082

\bar{y} : Kích thước trung bình, được tính theo công thức (4).

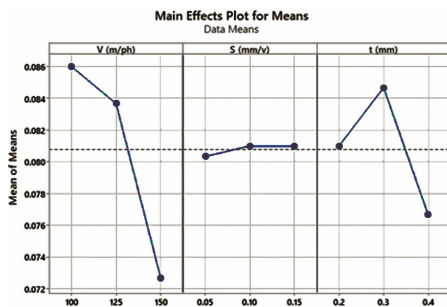
Khoảng phân bố thực: $\delta = y_{\max} - y_{\min}$ (y_{\max} và y_{\min} tương ứng là giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của 56 kích thước đo được).

Kết hợp bảng 2 và 3, ta có bảng 4 trong đó, sai số trung bình bằng hiệu của kích thước trung bình và kích thước danh nghĩa.

Bảng 4. Thống kê số liệu

STT	Các thông số công nghệ			Kích thước TB (mm)	Sai số TB (mm)	Khoảng phân bố thực (mm)
	V (m/ph)	S (mm/v)	T (mm)			
1	100	0.05	0.2	29.459	-0.041	0.087
2	100	0.1	0.3	29.548	0.048	0.099
3	100	0.15	0.4	29.328	-0.172	0.072
4	125	0.05	0.4	29.526	0.026	0.088
5	125	0.1	0.2	29.518	0.018	0.074
6	125	0.15	0.3	29.458	-0.042	0.089
7	150	0.05	0.3	29.516	0.016	0.066
8	150	0.1	0.4	29.526	0.026	0.070
9	150	0.15	0.2	29.533	0.033	0.082

Từ các kết quả thu được trong bảng 4, áp dụng phương pháp Taguchi để phân tích kết quả. Với mong muốn độ chính xác kích thước gia công cao, sai số gia công kích thước càng nhỏ càng tốt. Đồ thị đáp ứng S/N của các yếu tố theo sai số gia công được thể hiện trên Hình 3. Từ Hình 3 có thể thấy vận tốc cắt V ảnh hưởng rất lớn đến sai số gia công. Khi vận tốc càng cao thì sai số gia công càng lớn. Từ hình 3, ta thấy mức độ ảnh hưởng của từng thông số đến độ chính xác kích thước. Với bộ thông số (V = 150m/ph, S = 0.05mm/v, t = 0.4 mm) sẽ cho sai số kích thước nhỏ nhất.



Hình 3. Ảnh hưởng của các thông số V, S, t

Bảng 5 thể hiện xếp hạng ảnh hưởng của các thông số đến độ chính xác kích thước. Bảng 5 cho thấy tốc độ cắt có sự ảnh hưởng lớn nhất (xếp hạng 1), chiều sâu cắt t ảnh hưởng ở hạng 2, cuối cùng là lượng tiến dao S ảnh hưởng ít nhất (xếp hạng 3).

Bảng 5. Xếp hạng ảnh hưởng các thông số

Mức	V (m/ph)	S (mm/v)	t (mm)
1	21.38	21.98	21.85
2	21.58	21.93	21.57
3	22.81	21.86	22.35
Chênh lệch	1.43	0.11	0.78
Xếp hạng	1	3	2

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu thực nghiệm theo phương pháp Taguchi đã được tiến hành để xem xét ảnh hưởng của các thông số công nghệ trong quá trình phay thép S55C đến độ chính xác kích thước. Bộ thông số công nghệ tối ưu được lựa chọn trong phạm vi khảo sát của nghiên cứu này là vận tốc cắt là 150 m/ph; bước tiến dao là 0.05 mm/v; chiều sâu cắt là 0.4 mm để đạt được độ chính xác tốt nhất khi phay thép S55C. Điều này không chỉ có ý nghĩa định hướng cho việc ứng dụng công nghệ gia công CNC trong đào tạo mà còn có giá trị ứng dụng trong thực tế sản xuất.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoàng Việt (2016), Ảnh hưởng của một số thông số chế độ cắt đến độ chính xác kích thước gia công trên máy tiện, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp số 2-2016.
- [2] Hong Ky, Le (2022) “The Effects of Technological Parameters on the Accuracy and Surface Roughness of Turbine Blades”.
- [3] Nguyễn Hữu Lộc (2021), Giáo trình quy hoạch và phân tích thực nghiệm, NXB Đại học Quốc gia Tp Hồ Chí Minh.
- [4] Ranjit K.Roy, a Primery on the Taguchi method, ISBN 13: 978-0-87263-864-8.
- [5] Zairu Wang và các cộng sự (2024), “The milling parameters of mechanical parts are optimized by NC machining technology”.