

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT BẰNG PHƯƠNG PHÁP TAGUCHI KHI PHAY THÉP S55C

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

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong gia công cắt gọt, chất lượng của sản phẩm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như máy gia công, dụng cụ cắt, đồ gá, vật liệu gia công và chế độ cắt, v.v... Đối với một hệ thống công nghệ nhất định thì chất lượng chủ yếu phụ thuộc vào thông số công nghệ. 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 [1]. Trong số các chỉ tiêu đánh giá chất lượng gia công cắt gọt, chỉ tiêu độ nhám bề mặt chi tiết gia công là chỉ tiêu quan trọng, ảnh hưởng lớn đến chất lượng làm việc của chi tiết máy như khả năng chống mài mòn, chống ăn mòn, hệ số ma sát trong các cặp lắp ghép lỏng, độ bền mối ghép chặt... Chính vì vậy nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ trong quá trình gia công cắt gọt đến độ nhám là rất cần thiết để có thể lựa chọn được thông số công nghệ tối ưu đạt chất lượng bề mặt gia công 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. Kuram và Ozcelik [5] đã xem xét ảnh hưởng của tốc độ cắt, chiều sâu cắt và bước tiến dao theo thiết kế thí nghiệm Taguchi cho hợp kim Ti-6Al-4V và Inconel 178. Ashok và cộng sự [6] đã áp dụng phương pháp Taguchi và đối chiếu với phương pháp bề mặt đáp ứng để tối ưu hóa thông số công nghệ khi tiện hợp kim phủ cacbit. Ảnh hưởng của thông số công nghệ

đến độ nhám bề mặt khi tiện thép AISI 4340 được nghiên cứu bởi Deepanraj và cộng sự [7]. Từ kết quả đánh giá theo phương pháp Taguchi, nghiên cứu cho thấy bước tiến dao có ảnh hưởng lớn nhất khi tiện thép. Nguyễn Đức Lợi và cộng sự [3] đã nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi phay thép C45 tốc độ cao. 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 cắt gọt. Phương pháp này cho phép giảm số thí nghiệm, như vậy sẽ giảm thời gian và chi phí cho nghiên cứu. Đồng thời, trên cơ sở đánh giá ảnh hưởng các thông số có thể tìm ra được tổ hợp các thông số công nghệ đầu vào để cho kết quả đầu ra tốt nhất [2].

Báo cáo này nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ trong quá trình phay thép S55C đến độ nhám bề mặt bằng nghiên cứu thực nghiệm áp dụng thiết kế thí nghiệm theo phương pháp Taguchi. Từ các kết quả nghiên cứu sẽ lựa chọn bộ thông số công nghệ tối ưu để đạt được độ nhám tốt nhất trong phạm vi khảo sát cho thép S55C.

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

Như đã phân tích ở trên, độ nhám bề mặt chi tiết gia công phụ thuộc lớn vào ba thông số công nghệ chính là lượng tiến dao S , chiều sâu cắt t và tốc độ cắt V . Phương pháp bố trí thí nghiệm Taguchi được áp dụng. 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

Bố trí thí nghiệm theo phương pháp Taguchi theo bảng trực giao L_9 sẽ ra được bảng thí nghiệm như bảng 2. Với mỗi thí nghiệm sẽ được lặp lại 12 lần, sau đó đo độ nhám trên máy Mitutoyo $HR300$.

Bảng 2. Bố trí thí nghiệm

Thứ tự thí nghiệm	Các thông số của chế độ cắt		
	V (m/ph)	S (mm/v)	t (mm)
1	100	0.05	0.2
2	100	0.1	0.3
3	100	0.15	0.4
4	125	0.05	0.4
5	125	0.1	0.2
6	125	0.15	0.3
7	150	0.05	0.3
8	150	0.1	0.4
9	150	0.15	0.2

Phương pháp Taguchi sử dụng tỷ số tín hiệu/nhiều (signal - to - noise) M/N để đánh giá ảnh hưởng của các thông số công nghệ. Trường hợp M/N càng lớn thì yếu tố đầu ra có đặc tính càng tốt. Có ba khả năng đối với thông số đầu ra là “Lớn hơn thì tốt hơn”, “Nhỏ hơn thì tốt hơn” và “Trung bình thì tốt hơn”. Cụ thể theo từng trường hợp như sau [2]:

Trường hợp “Lớn hơn thì tốt hơn”:

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

Trường hợp “Nhỏ hơn thì tốt hơn”:

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

Trường hợp “Trung bình thì tốt hơn”:

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

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

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

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả đo độ nhám R_z được thể hiện trên bảng 3. Giá trị độ nhám được lấy trung bình sau 3 lần đo.

Bảng 3. Kết quả đo độ nhám

Thứ tự thí nghiệm	Các thông số của chế độ cắt			R_z (μm)
	V (m/ph)	S (mm/v)	t (mm)	
1	100	0.05	0.2	12.46
2	100	0.1	0.3	7.72
3	100	0.15	0.4	6.22
4	125	0.05	0.4	2.29
5	125	0.1	0.2	3.0
6	125	0.15	0.3	3.99
7	150	0.05	0.3	2.01
8	150	0.1	0.4	2.98
9	150	0.15	0.2	10.67

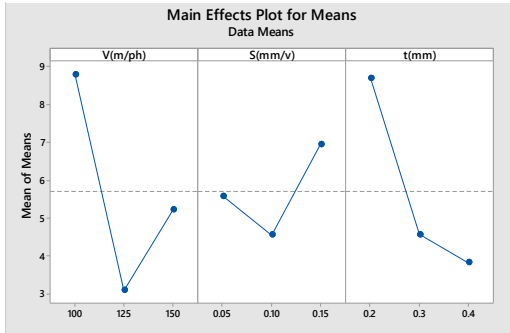
Kết quả phân tích số liệu theo phương pháp Taguchi được thực hiện trên phần mềm Minitab. Do độ nhám đạt được càng nhỏ càng tốt nên lựa chọn công thức (2) cho trường hợp “Nhỏ hơn thì tốt hơn” để xử lý số liệu. Hình 1 là đồ thị biểu hiện ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ nhám và Hình 2 là đồ thị đáp ứng S/N của các yếu tố công nghệ đầu vào đối với thông số độ nhám. Từ kết quả

phân tích cho thấy độ nhám bề mặt chi tiết gia công càng tăng khi vận tốc cắt quá cao hoặc quá thấp. Do đó, cần lựa chọn vận tốc cắt hợp lý để không làm tăng độ nhám bề mặt mà không ảnh hưởng nhiều đến năng suất gia công. Bước tiến dao cần lựa chọn phù hợp vì bước tiến dao quá nhỏ hay quá lớn sẽ làm tăng độ nhám. Trong khi đó, chiều sâu cắt tăng trong phạm vi khảo sát, độ nhám bề mặt chi tiết gia công lại giảm xuống. Trong trường hợp này, tăng chiều sâu cắt sẽ vừa tăng được năng suất gia công vừa đạt được chất lượng bề mặt chi tiết gia công tốt hơn.

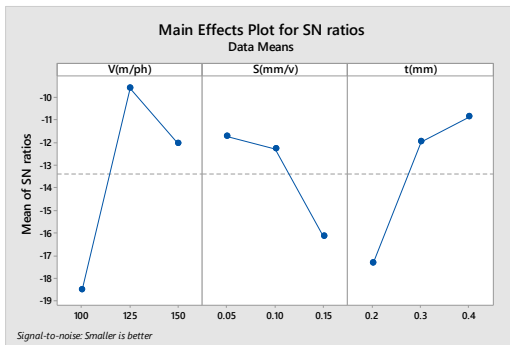
ảnh hưởng lớn nhất, sau đó là chiều sâu cắt. Bước tiến dao có ảnh hưởng ít nhất đến độ nhám bề mặt khi phay thép.

Bảng 4. Xếp hạng ảnh hưởng các thông số

Mức	V (m/ph)	S (mm/v)	t (mm)
1	8.800	5.587	8.710
2	3.093	4.567	4.573
3	5.220	6.960	3.830
Chênh lệch	5.707	2.393	4.880
Xếp hạng	1	3	2



Hình 1. Ảnh hưởng của các thông số công nghệ



Hình 2. Độ thị đáp ứng M/N

Từ kết quả thu được có thể lựa chọn các giá trị tối ưu của các thông số công nghệ trong phạm vi khảo sát để đạt được độ nhám bề mặt tốt nhất là: vận tốc cắt là 125 m/ph; bước tiến dao là 0.1 mm/v; chiều sâu cắt là 0.4 mm.

Bảng 4 thể hiện xếp hạng ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ nhám bề mặt. Từ kết quả bảng trên cho thấy, vận tốc cắt có

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 nhám bề mặt. Từ các kết quả nghiên cứu cho thấy vận tốc cắt có ảnh hưởng lớn nhất, sau đó là chiều sâu cắt, cuối cùng là bước tiến dao có ảnh hưởng ít nhất đến độ nhám bề mặt khi phay thép. Bộ thông số công nghệ tối ưu được lựa chọn trong phạm vi khảo sát của nghiên cứu này là vận tốc cắt là 125 m/ph; bước tiến dao là 0.1 mm/v; chiều sâu cắt là 0.4 mm để đạt được độ nhám tốt nhất khi phay thép S55C.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoàng Việt (2016), Ảnh hưởng của một số thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt gia công trên máy tiện, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp số 2-2016.
- [2] Nguyễn Hữu Lộc (2021), Giáo trình Quy hoạch và phân tích thực nghiệm, NXB Đại học Quốc gia Tp Hồ Chí Minh.
- [3] Nguyễn Đức Lợi (2021), Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi phay cao tốc thép C45 trên máy phay CNC TC500, Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Tập 24, số 3 (2021): 86-94.
- [4] Ranjit K.Roy, a Primery on the Taguchi method, ISBN 13: 978-0-87263-864-8.
- [5] Kuram E, Ozcelik B. Optimization of machining parameters during micro-milling of Ti6Al4V titanium alloy and Inconel 718.