

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ GIA CÔNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT KHI PHAY CNC THÉP Y8

STUDY ON THE EFFECT OF MACHINING PARAMETERS ON SURFACE QUALITY IN CNC MILLING OF Y8 STEEL

TS. Nguyễn Thành Nhân*, TS. Nguyễn Anh Dũng, Nguyễn Tuấn Minh

Trường Cơ khí, Đại học Bách Khoa Hà Nội

*Email: nhan.nguyenthanh@hust.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu này phân tích ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt (tốc độ cắt, lượng ăn dao, chiều sâu cắt) đến độ nhám bề mặt (R_a) khi gia công thép Y8 bằng công nghệ phay CNC. Bằng cách tiến hành thực nghiệm và sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính, một mô hình toán học được xây dựng nhằm dự đoán R_a dựa trên các thông số gia công. Kết quả cho thấy tốc độ cắt có ảnh hưởng lớn nhất đến độ nhám bề mặt, trong khi lượng ăn dao và chiều sâu cắt cũng tác động đáng kể nhưng ở mức độ thấp hơn. Thông qua phân tích thực nghiệm, nghiên cứu đề xuất một dải giá trị hợp lý cho các thông số chế độ cắt giúp nâng cao chất lượng bề mặt và hiệu suất sản xuất, đồng thời mở ra hướng nghiên cứu tiếp theo nhằm tối ưu hóa quy trình gia công CNC.

Từ khóa: Thép Y8; Phay CNC; Độ nhám bề mặt; Hồi quy tuyến tính; Thông số gia công.

ABSTRACT

This study analyzes the effects of machining parameters (cutting speed, feed rate, and depth of cut) on surface roughness (R_a) in the CNC milling of Y8 steel. Through experimental analysis and linear regression modeling, a mathematical model was developed to predict R_a based on machining parameters. The results indicate that cutting speed significantly influences surface roughness, while feed rate and cut depth contribute to a lesser extent. Based on experimental findings, this research proposes a reasonable range of machining parameters to enhance surface quality and production efficiency. Furthermore, it suggests future studies for further optimization of CNC machining processes.

Keywords: Y8 steel; CNC milling; Surface roughness; Linear regression; Machining parameter. 

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thép Y8 là một loại thép dụng cụ cacbon cao, được sử dụng phổ biến trong chế tạo dao cắt, khuôn mẫu và các chi tiết cơ khí chịu mài mòn. Với độ cứng cao, khả năng chịu tải lớn và độ bền tốt, thép Y8 còn được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất các dụng cụ chịu va đập mạnh, giúp đảm bảo độ bền và tuổi thọ của sản phẩm trong điều kiện làm việc khắc nghiệt. [1] Tuy nhiên, trong thực tế sản xuất, chất lượng bề mặt của sản phẩm gia công phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó quan trọng nhất là các thông số chế độ cắt. Vì vậy, việc nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số này đến độ nhám bề mặt khi gia công thép Y8 bằng công nghệ phay CNC là rất cần thiết để tối ưu hóa quy trình và nâng cao chất lượng sản phẩm.

Trong những năm gần đây, nhiều nghiên cứu đã tập trung vào ảnh hưởng của chế độ cắt đến chất lượng bề mặt của các loại thép dụng cụ. Chẳng hạn, nghiên cứu của Nguyễn Chương Đạo và cộng sự đã phân tích ảnh hưởng của vận tốc cắt (V) và lượng chạy dao (F) đến độ nhám bề mặt khi phay CNC thép C45. [2] Kết quả cho thấy rằng khi tăng vận tốc cắt, độ nhám bề mặt có xu hướng giảm, trong khi tăng lượng chạy dao sẽ làm tăng độ nhám. Đây là cơ sở quan trọng để tiếp tục nghiên cứu sự ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đối với thép Y8.

Bên cạnh đó, nghiên cứu của Đỗ Thị Kim Liên về mác thép X12M cũng đã chỉ ra rằng các thông số chế độ cắt như vận tốc cắt, lượng ăn dao và chiều sâu cắt có ảnh hưởng lớn đến độ nhám bề mặt khi gia công trên máy phay CNC. Mô hình hồi quy thực nghiệm được xây dựng trong nghiên cứu này giúp dự đoán độ nhám bề mặt dựa trên các thông số gia công, từ đó đưa ra các khuyến nghị để nâng cao chất lượng bề mặt. [3] Những phương pháp phân

tích này có thể được áp dụng cho thép Y8 để xây dựng mô hình dự đoán tương tự, giúp tối ưu hóa chế độ cắt và cải thiện hiệu suất gia công.

Mặc dù có nhiều nghiên cứu liên quan đến ảnh hưởng của chế độ cắt đối với các loại thép dụng cụ, nhưng vẫn chưa có nhiều nghiên cứu chuyên sâu về thép Y8. Do đó, nghiên cứu này tập trung vào việc đánh giá ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt (tốc độ cắt, lượng ăn dao, chiều sâu cắt) đến độ nhám bề mặt khi gia công thép Y8 bằng công nghệ phay CNC. Mục tiêu là xác định bộ thông số hợp lý nhằm nâng cao chất lượng bề mặt, đảm bảo độ chính xác kích thước và tối ưu hóa quy trình sản xuất trong ngành gia công cơ khí.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và thiết bị

- Vật liệu: Thép Y8 (thành phần hóa học: 0.75-0.84% C, 0.17-0.37 % Si, 0.17-0.37% Mn) [4];

- Kích thước phôi: $\Phi 40 \times 70$ mm;

- Máy phay CNC: Deckel Maho DMU 105 5 trục;

- Dụng cụ cắt: Dao phay $\Phi 25$ BAP300R 25x160-C25-3T gắn mảnh dao phay APMT113508PDER RG-CX31NS;

- Thiết bị đo độ nhám: Hommel-Etamic W10;

- Dung dịch làm mát: Dầu tưới nguội Balaser pha thêm dung môi nước. Tỷ lệ dầu: nước (7...10) %.

2.2. Thông số chế độ cắt

Số thí nghiệm N cần thực hiện khi quy hoạch thực nghiệm được tính theo công thức sau:

$$N = 2^k = 2^3 = 8 \quad (1)$$

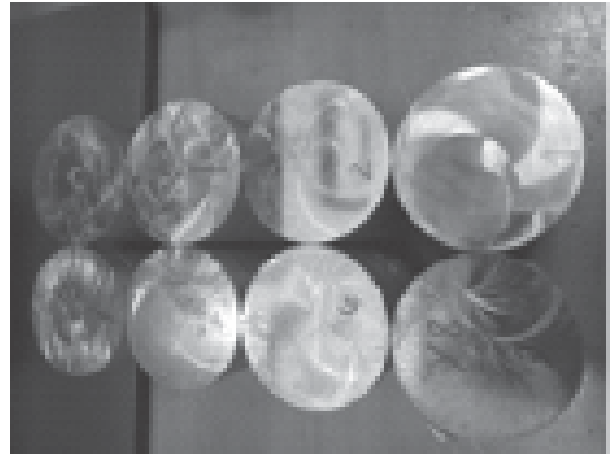
Ở đây, k (k = 3) là số yếu tố ảnh hưởng: Lượng ăn dao (s), tốc độ cắt (v), chiều sâu cắt (t) [5].

Bảng 1. Bảng chế độ cắt khi tiến hành thí nghiệm đối với thép Y8

STT thí nghiệm	Các yếu tố ảnh hưởng		
	Bước tiến “s” (m/ph)	Vận tốc cắt “v” (v/ph)	Chiều sâu cắt “t” (mm)
1	0.06	1000	0.2
2	0.15	1000	1
3	0.06	1500	0.2
4	0.15	1500	1
5	0.06	1000	0.2
6	0.15	1000	1
7	0.06	1500	0.2
8	0.15	1500	1



Hình 1. Sơ đồ cắt khi tiến hành thực nghiệm



Hình 2. Mẫu thép Y8 sau gia công

2.3. Phân tích, xây dựng mô hình hồi quy tuyến tính

Quy hoạch thực nghiệm trực giao cho phép xây dựng mô hình toán học biểu thị quan hệ phụ thuộc giữa thông số đầu ra và các thông số đầu vào. Mô hình toán học này có thể được viết dưới dạng:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + b_{12}X_1X_2 + \dots + b_{(n-1)n}X_{n-1}X_n \quad (2)$$

Phương trình này gọi là phương trình hồi quy [6].

Việc bổ sung các yếu tố tương tác giữa tốc độ cắt, lượng ăn dao và chiều sâu cắt giúp nâng cao độ chính xác của mô hình. Mô hình đạt độ chính xác cao cho phép dự đoán chính xác độ nhám bề mặt dựa trên thông số gia công.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thực nghiệm



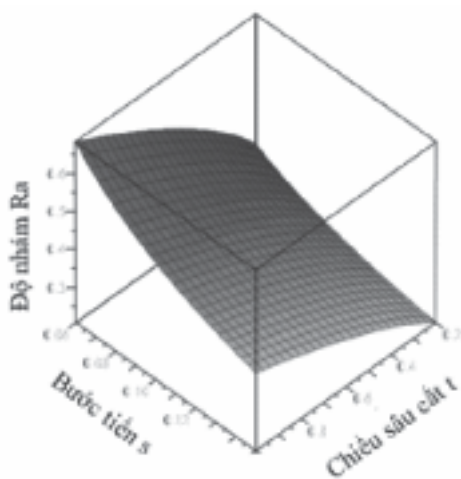
Bảng 2. Kết quả đo độ nhám qua thí nghiệm của mẫu Y8

STT thí nghiệm	Độ nhám đo được Ra (m)			Ra _{tb}
	Ra1	Ra2	Ra3	
1	0.242	0.329	0.152	0.241
2	0.264	0.188	0.136	0.196
3	1.777	2.309	1.282	1.789
4	0.356	0.590	0.679	0.541
5	0.777	0.945	0.549	0.757
6	0.743	0.836	0.899	0.826
7	2.032	0.974	1.569	1.525
8	0.636	0.886	0.776	0.766

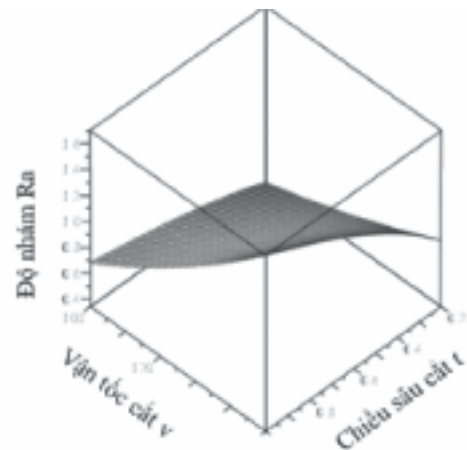
Sau khi tính toán theo quy hoạch thực nghiệm, ta có phương trình biểu thị mối quan hệ giữa độ nhám bề mặt với chế độ cắt của mác thép Y8:

$$Ra = e^{-12.29} \cdot s^{-0.55} \cdot v^{2.25} \cdot t^{0.43} \quad (3)$$

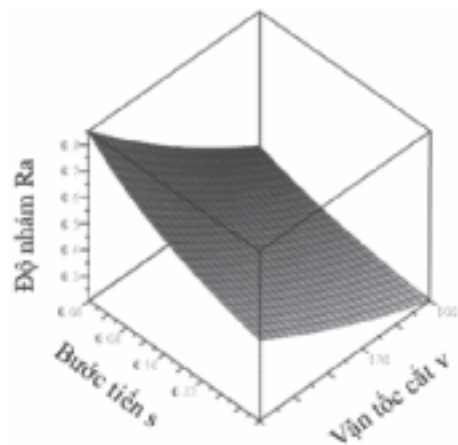
Từ phương trình trên, ta có các đồ thị quan hệ giữa Ra với s, v, t của mác thép Y8 [7].



Hình 3. Đồ thị mối quan hệ giữa Ra với s, t khi v = 100 m/vòng Y8



Hình 4. Đồ thị mối quan hệ giữa Ra với v, t khi s = 0.06 mm/phút của thép Y8



Hình 5. Đồ thị mối quan hệ giữa Ra với s, v khi t = 0.2 mm của thép Y8

3.2. Ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt

Nghiên cứu này đã phân tích ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt (tốc độ cắt, lượng ăn dao và chiều sâu cắt) đến chất lượng bề mặt khi gia công thép Y8 bằng công nghệ phay CNC. Kết quả thực nghiệm cho thấy rằng:

+ Tốc độ cắt là yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất đến độ nhám bề mặt (Ra). Khi tăng tốc độ cắt trong phạm vi nghiên cứu, độ nhám bề mặt có xu hướng giảm, đặc biệt ở khoảng từ 120-

160 m/phút, giúp cải thiện đáng kể chất lượng bề mặt.

+ Lượng ăn dao cũng có ảnh hưởng đáng kể, nhưng tác động theo chiều hướng tăng lượng ăn dao thì độ nhám bề mặt cũng tăng, dẫn đến bề mặt thô hơn. Vì vậy, cần lựa chọn mức ăn dao phù hợp để cân bằng giữa năng suất và chất lượng bề mặt.

+ Chiều sâu cắt có tác động đến Ra, với giá trị chiều sâu cắt lớn làm tăng độ nhám do ảnh hưởng đến độ ổn định của dao cắt trong quá trình gia công.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đánh giá ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến chất lượng bề mặt khi phay CNC thép Y8, qua đó cung cấp cơ sở khoa học và thực tiễn giúp cải thiện hiệu suất gia công. Kết quả cho thấy tốc độ cắt, lượng ăn dao và chiều sâu cắt đều có tác động đáng kể đến độ nhám bề mặt, trong đó tốc độ cắt có ảnh hưởng lớn nhất. Việc điều chỉnh tốc độ cắt trong phạm vi hợp lý giúp cải thiện đáng kể chất lượng bề mặt, giảm độ nhám và nâng cao hiệu suất gia công. Lượng ăn dao cần được lựa chọn cẩn thận để tránh làm thô bề mặt trong khi vẫn đảm bảo năng suất gia công. Chiều sâu cắt cũng tác động đến độ nhám bề mặt, do đó cần xác định mức cắt phù hợp nhằm tối ưu hóa giữa chất lượng và khả năng gia công.

Từ những kết luận trên, nghiên cứu đề xuất tiếp tục thực hiện các nghiên cứu nâng cao nhằm tối ưu hóa hoàn toàn chế độ cắt. Việc áp dụng các thuật toán tối ưu hóa, chẳng hạn như quy hoạch thực nghiệm hoặc trí tuệ nhân tạo, có thể giúp xác định chính xác hơn bộ thông số gia công tối ưu. Ngoài ra, cần nghiên cứu sâu hơn về ảnh hưởng của loại dao cắt và rung

động trong quá trình phay CNC nhằm nâng cao chất lượng bề mặt và độ ổn định của quá trình gia công. Những hướng nghiên cứu này sẽ giúp cải thiện đáng kể năng suất và hiệu quả kinh tế trong sản xuất công nghiệp. ♦

Ngày nhận bài: **18/02/2025**

Ngày phản biện: **11/3/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Trần Văn Địch (2007), “*Sổ tay Dụng cụ cắt và Dụng cụ phụ*”. NXB. Khoa học và Kỹ Thuật.
- [2]. Nguyễn Chương Đạo, Nguyễn Chung, Trần Văn Giang, Đậu Tấn Cương, “*Ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt (F và V) tới độ nhám bề mặt của chi tiết gia công trên máy Phay CNC EMCO MILL 755 với vật liệu thép C45*”. Journal of Educational Equipment: Applied research, Volume 2, Issue 323 (October 2024), ISSN 1859 – 0810.
- [3]. Do Thi Kim Lien, Nguyen Dinh Man, Phung Tran Dinh, “*Investigate the Effect of Cutting Parameters on Surface Roughness When Milling X12m Steel*”. International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET), Online ISSN: 2394-4099, Print ISSN: 2395-1990, Volume 8 Issue 2, pp. 258-263, March-April 2021. <https://doi.org/10.32628/IJSRSET218255>
- [4]. “ГОСТ 1435-99: Прокат сортовой и калиброванный из конструкционных углеродистых качественных сталей”. Технические условия (1999), <https://auremo.biz/files/gosts/gost-1435-99.pdf>
- [5]. Nguyễn Hữu Lộc (2021), “*Giáo trình Quy hoạch và phân tích thực nghiệm*”. NXB. Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- [6]. Trần Văn Địch (2006), “*Nghiên cứu độ chính xác gia công bằng thực nghiệm*” (Giáo trình dùng cho học viên cao học). NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [7]. Maplesoft, “*Maple 17 User Manual*”. Waterloo, Canada: Maplesoft, 2013.