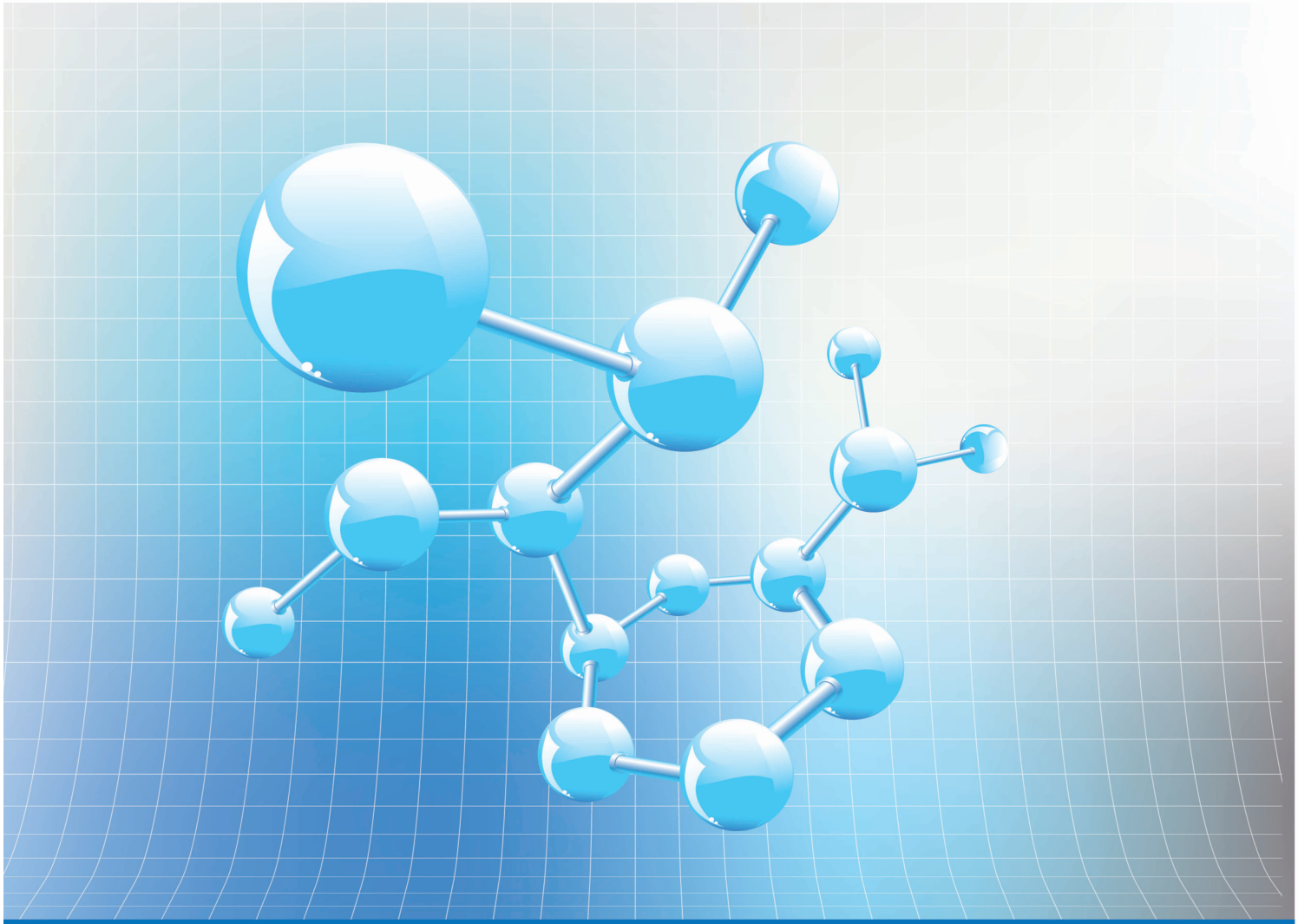
Tạp chí
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
ĐẠI HỌC SAO ĐỎ
SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X



Số 3 (91)
2025

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

Địa chỉ Tòa soạn:
Trường Đại học Sao Đỏ.
Số 76, Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, P. Chu Văn An, TP. Hải Phòng.
Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.
Website: http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

TẠP CHÍ
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

TRONG SỐ NÀY

Số 3(91) 2025

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

TẠP CHÍ
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

TRONG SỐ NÀY

Số 3(91) 2025

NGÀNH KINH TẾ

LIÊN NGÀNH TRIẾT HỌC - XÃ HỘI HỌC - CHÍNH TRỊ HỌC

SCIENTIFIC JOURNAL
SAO DO UNIVERSITY

CONTENTS

No 3(91) 2025

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

SCIENTIFIC JOURNAL
SAO DO UNIVERSITY

CONTENTS

No 3(91) 2025

TITLE FOR ECONOMICS

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

Study on the effect of cutting parameters on surface roughness during CNC milling of S136 stainless steel

Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi gia công thép không gỉ S136 trên máy phay CNC

Mac Thi Nguyen*, Dao Van Kien

**Corresponding Author: nguyenmacthi@gmail.com*

Sao Do University

Received date: 07/12/2024
Accepted date: 05/5/2025
Published date: 29/8/2025

Abstract

This paper presents an experimental study to investigate the impact of several cutting parameters on the surface roughness R_a(µm) when machining S136 stainless steel using a CNC milling machine. The study employed the Response Surface Methodology with a 25-point experimental matrix. The data was analyzed and visualized using the Pandas, Matplotliband NumPy libraries in the Python programming language on Visual Studio Code. The results revealed the influence and interaction of the four mentioned input cutting parameters cutting speed V(m/min), feed per tooth F_z(mm/tooth), depth of cut a_p(mm) and width of cut a_e(mm) on the surface roughness R_a, with this relationship represented through a second-order regression equation within the studied paper. The analysis showed that the effect of increasing the cutting parameters on R_a varies depending on each specific parameter and their interactions, detailed through the regression model. The research findings also indicate that the feed per tooth had the most significant impact on surface roughness, followed by cutting speed, then depth of cut, with the width of cut having the least effect on surface roughness.

Keywords: *Machining; cutting parameters; CNC milling machine; surface roughness; cutting speed; feed per tooth; depth of cut; width of cut.*

Tóm tắt

Bài báo này thực hiện nghiên cứu thực nghiệm nhằm khảo sát tác động của một số thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt Ra(µm) khi gia công thép không gỉ S136 trên máy phay CNC. Nghiên cứu sử dụng phương pháp bề mặt đáp ứng với ma trận 25 điểm thí nghiệm. Dữ liệu được phân tích và trực quan hóa bằng thư viện Pandas, Matplotlib và Numpy trong ngôn ngữ lập trình Python trên Visual Studio Code. Kết quả đã cho thấy ảnh hưởng và sự tương tác của bốn thông số chế độ cắt đầu vào được đề cập là vận tốc cắt V(m/ph), lượng chạy dao F_z(mm/răng), chiều sâu cắt a_p(mm) và chiều rộng cắt a_e(mm) đến độ nhám bề mặt Ra, mối quan hệ đó được biểu diễn thông qua phương trình hồi quy bậc II trong nội dung bài báo đã nghiên cứu. Phân tích cho thấy ảnh hưởng của việc tăng các thông số chế độ cắt đến R_a thay đổi tùy thuộc vào từng thông số cụ thể và tương tác giữa chúng, được mô tả chi tiết qua mô hình hồi quy. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy lượng chạy dao răng có mức độ ảnh hưởng lớn nhất đến độ nhám bề mặt, sau đó đến vận tốc cắt, tiếp đến là chiều sâu cắt và mức độ ảnh hưởng của chiều rộng cắt tới độ nhám bề mặt là thấp nhất.

Từ khóa: *Gia công; chế độ cắt; máy phay CNC; độ nhám bề mặt; vận tốc cắt; lượng chạy dao răng; chiều sâu cắt; chiều rộng cắt.*

I. INTRODUCTION

In the modern mechanical manufacturing industry, the machining of machine parts from stainless steel is increasingly popular due to the outstanding advantages of this material in terms of durability and corrosion resistance. In particular, S136 stainless steel is commonly used for making plastic injection mold cores and cavities due to its corrosion resistance, high hardness and good polishing ability. Given the high hardness and difficult machinability of S136, ensuring the surface roughness after machining is a critical factor to reduce the risk of product sticking when the plastic is ejected from the mold. In the CNC milling process, surface roughness is affected by many factors, among which cutting regime parameters play a crucial role.

Reviewers: 1. Prof.Dr. Ngo Huu Manh
2. Prof.Dr. Nguyen Duc Toan

Selecting appropriate cutting regimes not only ensures the quality of the machined surface but also directly affects the productivity and economic efficiency of the manufacturing process.

Several studies have been published concerning CNC milling for mold materials: Study [1] experimentally investigated the influence of two cutting regime parameters, spindle speed (n) and feed rate (S), on surface roughness (R_a) when machining SKD61 steel on a CNC milling machine. The research results showed that the level of influence of n on Ra was greater than S. Study [2] investigated the influence of three cutting regime parameters when machining 40Cr steel on a CNC milling machine. The study developed a regression equation to evaluate the influence of three cutting parameters: Cutting speed (V), feed rate (S), depth of cut (t) on surface roughness: R_a=0,01079. $V^{0,77396}.S^{1,20887}.t^{-0,28811}$. The values of the exponents show that the influence of the feed rate on surface roughness is the greatest, followed by the cutting speed, the influence of the depth of cut on surface roughness is the smallest. Study [3] focused on optimizing machining parameters when CNC milling AISI H13 steel using the response surface method. The paper proposed the optimal cutting parameters: Spindle speed S = 4500 (rpm), feed per tooth F_z= 0,01 mm/tooth and depth of cut ap = 0,2 (mm), achieving a surface roughness of R_a= 0,113 (µm). Surface roughness decreased with increasing spindle speed and increased with increasing feed rate or depth of cut.

Despite numerous studies on the influence of cutting regimes on the surface quality of CNC milling, the relationship between these parameters and the surface roughness when machining S136 stainless steel has not been fully and systematically investigated, especially when considering all four input parameters simultaneously. Therefore, it is necessary to study the influence of cutting regime parameters such as cutting speed, feed per tooth, depth of cut and width of cut on the surface roughness when machining S136 stainless steel on a CNC milling machine. This research will contribute to the optimization of the machining process, improving the surface quality for mechanical products in general and in the field of mold making in particular.

2. EXPERIMENTAL SETUP AND MATERIALS

2.1. Experimental workpiece

The experimental workpiece has dimensions of 198×58×30 (Figure 1), the material is S136 stainless steeland the hardness after heat treatment is 48÷54 HRC.

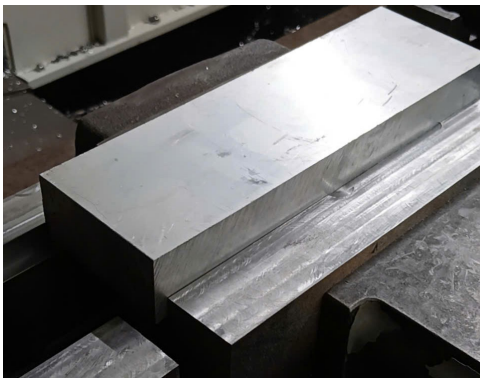


Figure 1. *S136 stainless steel workpiece clamped on a vise*

According to [4], the chemical composition of S136 stainless steel is presented in Table 1.

Table 1. *Chemical Composition of S136 Stainless Steel*

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Mo (%)	V (%)	S (%)
~0.38	~0,8	~0,50	~13.6	~0,3	~0,2	<0.03

2.2. Experimental equipment

a. Machining equipment

Machining Equipment: CNC milling machine Xmill - M900 with a maximum spindle speed of n = 10000 RPM and spindle motor power P = 7.5 kW (Figure 2).

Figure 2. *CNC Milling Machine Xmill-M900*

b. Cutting tool

According to [5], the Coromill 390 end mill from Sandvik was selected, with a diameter D = 10 (mm) and number of teeth Z = 3, mounted on a BT40 tool holder (Figure 3).

Figure 3. *End mill mounted on the spindle*

c. Measuring equipment

A Mitutoyo SJ-201P surface roughness tester was used (Figure 4).

Figure 4. *Mitutoyo SJ-201P surface roughness tester*

3. PLANNING METHOD

3.1. Selection of planning method

a. Number of experiments

According to [6], the response surface methodology is chosen using central composite design with axial points, excluding factorial points. The total number of experiments is denoted by N:

$$N = 2.k\,(k-1) + N_0 = 25 \quad (1)$$

Where:

Number of input variables: k = 4.

Number of central experiments: N_0 = 1.

b. General form of the regression equation

According to [6], when using a second-order orthogonal experimental design, the regression equation has the following second-order form:

$$Y=b_0+\sum_{i=1}^{k} b_i X_i+\sum_{i,j=1}^{k} b_{ij} X_i X_j+\sum_{i=1}^{k} b_{ii} X_i^2 \quad (2)$$

Where:

Y: The objective function is surface roughness.

β_0: The zero-order regression coefficient.

β_j: The first-order regression coefficient describing the effect of a single cutting parameter on the objective function.

β_{ij}: The regression coefficient describing the simultaneous effect of two cutting parameters on the objective function.

β_{jj}: The second-order regression coefficient describing the effect of a single cutting parameter on the objective function.

X_{ij}: The coded variable representing the effect of the cutting parameter on the objective function.

Expanding equation (2), we get the canonical form of the regression equation (3) as follows:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{14}X_1X_4 + b_{23}X_2X_3 + b_{24}X_2X_4 + b_{34}X_3X_4 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{44}X_4^2 \quad (3)$$

c. Levels of factors in the second-order orthogonal experiment

According to [5], the levels of cutting regime parameters are presented in Table 2.

Table 2. *Levels of factors in the second-order orthogonal experiment*

Levels	Influencing factors			
	X_1 = V m/min	$X_2 = F_z$ mm/tooth	$X_3 = a_p$ mm	X4 = a_e mm
Higher level (+1)	90	0,04	0,3	3
Basic level (0)	80	0,03	0,25	2,5
Lower level (-1)	70	0,02	0,2	2

d. Research model diagram

The relationship between the parameters is shown (Figure 5).

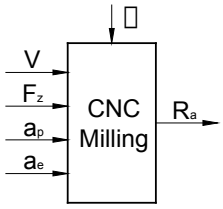


Figure 5. *Relationship between parameters*

Where:

ξ is a random variable affecting surface roughness such as: tool wear, vibration, homogeneity of the tool and workpiece material pair, properties of the cutting fluid, ambient temperature, accuracy of the CNC milling machine,...

4. EXPERIMENTAL PROCEDURE

4.1. Building experimental data

In order to save costs and reduce the influence of setup errors, the experiment used a single workpiece with 25 machining positions as open cavities.

After machining, the surface roughness was measured sequentially for each machining position. The method of measuring surface roughness is shown in Figure 6 and the surface roughness values are presented in Table 3.

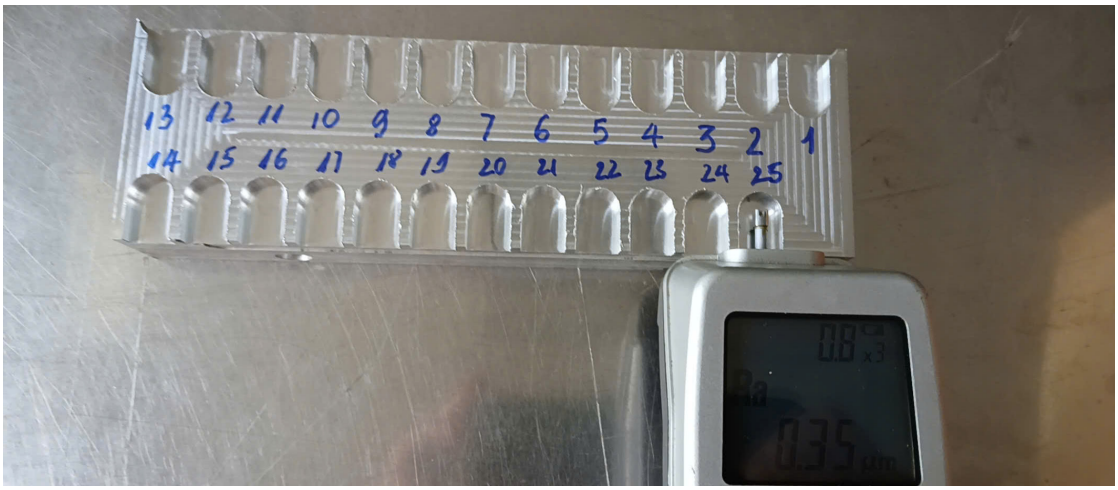


Figure 6. *Measuring surface roughness at the experimental positions*

The experimental data are synthesized and presented in Table 3.

Table 3. *Second-order orthogonal experimental matrix (24 experiments with 2 factors varied simultaneously, the other 2 factors kept at the center leveland 1 experiment at the center point)*

Experimental position	Encoded variable				Influencing factors				R_a((μm))
	X_1	X_2	X_3	X_4	V(m/min)	F_z(mm/min)	a_p(mm)	a_e(mm)	
1	-1	-1	0	0	70	0,02	0,25	2,5	0,38
2	+1	-1	0	0	90	0,02	0,25	2,5	0,42
3	-1	+1	0	0	70	0,04	0,25	2,5	0,45
4	+1	+1	0	0	90	0,04	0,25	2,5	0,48
5	-1	0	-1	0	70	0,03	0,20	2,5	0,40
6	+1	0	-1	0	90	0,03	0,20	2,5	0,43
7	-1	0	+1	0	70	0,03	0,30	2,5	0,42
8	+1	0	+1	0	90	0,03	0,30	2,5	0,45
9	0	-1	-1	0	80	0,02	0,20	2,5	0,39
10	0	+1	-1	0	80	0,04	0,20	2,5	0,46
11	0	-1	+1	0	80	0,02	0,30	2,5	0,41
12	0	+1	+1	0	80	0,04	0,30	2,5	0,47
13	-1	0	0	-1	70	0,03	0,25	2,0	0,41
14	+1	0	0	-1	90	0,03	0,25	2,0	0,44
15	-1	0	0	+1	70	0,03	0,25	3,0	0,42
16	+1	0	0	+1	90	0,03	0,25	3,0	0,45
17	0	-1	0	-1	80	0,02	0,25	2,0	0,40
18	0	+1	0	-1	80	0,04	0,25	2,0	0,47
19	0	-1	0	+1	80	0,02	0,25	3,0	0,41

Experimental position	Encoded variable				Influencing factors				R_a((μm))
	X_1	X_2	X_3	X_4	V(m/min)	F_z(mm/min)	a_p(mm)	a_e(mm)	
20	0	+1	0	+1	80	0,04	0,25	3,0	0,48
21	0	0	-1	-1	80	0,03	0,20	2,0	0,42
22	0	0	+1	-1	80	0,03	0,30	2,0	0,44
23	0	0	-1	+1	80	0,03	0,20	3,0	0,43
24	0	0	+1	+1	80	0,03	0,30	3,0	0,41
25	0	0	0	0	80	0,03	0,25	2,5	0,35

4.2. Experimental data processing

To investigate the influence of cutting parameters including cutting speed V (m/min), feed rate F_z(mm/tooth), depth of cut a_p (mm) and width of cut a_e(mm) on surface roughness R_a(μm), a second-order polynomial regression model was built and analyzed using the Python programming language.

The experimental data, comprising 25 experiments (as presented in Table 3), was used as the basis. Before building the model, the input variables (V, F_z, a_p, a_e) were standardized using the centering method around the central point of the design domain: V = 80, F_z= 0,03, a_p= 0,25 and a_e= 2,5.

The second-order polynomial regression model, including linear terms, quadratic termsand two-factor interaction terms of the centered variables, was created using the Polynomial Features class from the scikit-learn library [7]. The coefficients of the regression model were then determined using the linear regression method based on the generated polynomial features and the Ra values measured from the experiments.

The regression equation representing the relationship between R_a and the input parameters was extracted from the trained model as follows:

$$R_a = 0,35 + 1583.10^{-6}.V + 3,333333.F_z + 0,116667.a_p + 3333.10^{-6}.a_e + 379.10^{-6}.V^2 - 25.10^{-6}.V.F_z + 466,666667.F_z^2 - 5.F_z.a_p + 14,166667.a_p^2 - 0,4.a_p.a_e + 0,166667.a_e^2 \quad (4)$$

The regression model demonstrates a high level of fit with the experimental data, with a coefficient of determination R-squared (R^2) of 0,9767, indicating that the model explains 97.67% of the variability in the R_a(μm) data. The average prediction error, measured by the Root Mean Squared Error (RMSE), is 0,0048. To evaluate the accuracy at specific points, a comparison between the actual R_a(μm) values and the values predicted by the model is presented in Table 4.

Table 4. *Predicted R_a at the experimental points*

TT	V	F_z	a_p	a_e	Ra	Ra predicted
1	70	0,02	0,25	2,5	0,38	3,829
2	90	0,02	0,25	2,5	0,42	4,196
3	70	0,04	0,25	2,5	0,45	4,546
4	90	0,04	0,25	2,5	0,48	4,813
5	70	0,03	0,20	2,5	0,4	4,017
6	90	0,03	0,20	2,5	0,43	4,333
7	70	0,03	0,30	2,5	0,42	4,133
8	90	0,03	0,30	2,5	0,45	4,450
9	80	0,02	0,20	2,5	0,39	3,904
10	80	0,04	0,20	2,5	0,46	4,621
11	80	0,02	0,30	2,5	0,41	4,071
12	80	0,04	0,30	2,5	0,47	4,688
13	70	0,03	0,25	2,0	0,41	4,121
14	90	0,03	0,25	2,0	0,44	4,438
15	70	0,03	0,25	3,0	0,42	4,154
16	90	0,03	0,25	3,0	0,45	4,471
17	80	0,02	0,25	2,0	0,4	4,033
18	80	0,04	0,25	2,0	0,47	4,700
19	80	0,02	0,25	3,0	0,41	4,067
20	80	0,04	0,25	3,0	0,48	4,733
21	80	0,03	0,20	2,0	0,42	4,096
22	80	0,03	0,30	2,0	0,44	4,412
23	80	0,03	0,20	3,0	0,43	4,329
24	80	0,03	0,30	3,0	0,41	4,246
25	80	0,03	0,25	2,5	0,35	3,500

Numerical optimization (L-BFGS-B algorithm, SciPy library [9]) was performed to find the set of cutting

parameters (V, F_z, a_p, a_e) that minimize the R_a value predicted by the regression model, within the investigated range. Extracting the Python program execution results in Appendix I yielded the optimal result: R_{amin}= 0,34(µm) at V = 77,792(m/min), F_z = 0,026 (mm/tooth), a_p= 0,245 (mm), a_e= 2,484 (mm). The effects of the parameters are illustrated by the 2D plots presented in Figures 7 to 10 [9].

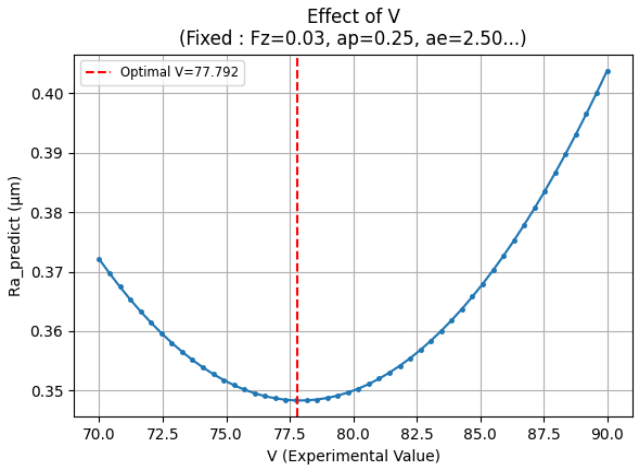


Figure 7. *Effect of V on R_a*

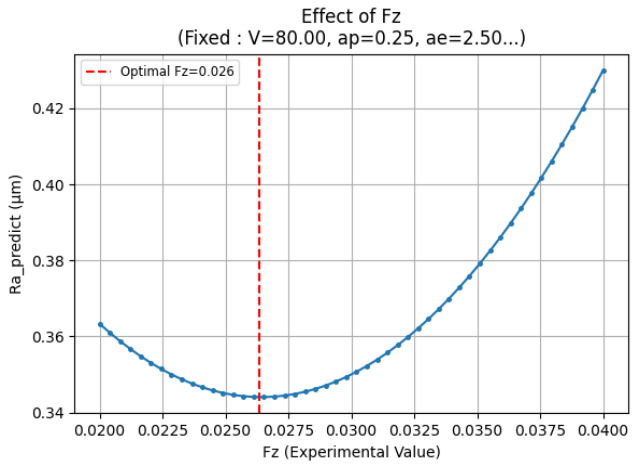


Figure 8. *Effect of F_z on R_a*

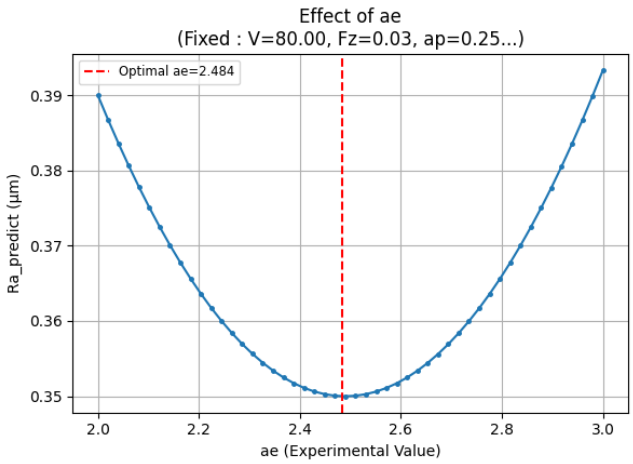


Figure 9. *Effect of a_p on R_a*

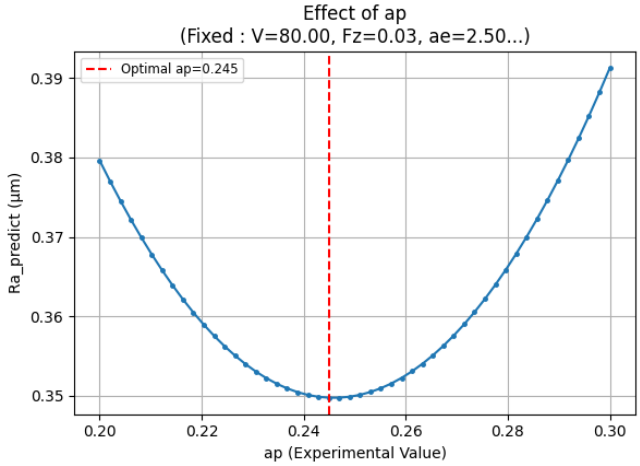


Figure 10. *Effect of a_e on R_a*

Extracted from [10], the quantification of the influence of cutting mode parameters on R_a is ranked from highest to lowest as follows:

F_z: Range of variation R_a ≈ 0,0859 (µm), corresponding to 38%.

V: Range of variation R_a ≈ 0,0554 (µm), corresponding to 24.5%.

a_e: Range of variation R_a ≈ 0,0433 (µm), corresponding to 19.2%.

a_p: Range of variation R_a ≈ 0,0415 (µm), corresponding to 18.4%.

Using the NumPy library in combination with the minimize function from the optimize module of SciPy [9], the numerical optimization of the regression equation (4) was performed. A Python program (Appendix 2) was developed to calculate the set of parameters (V, F_z, a_p, a_e) for a given Ra to ensure surface roughness meets machining requirements, with the program's constraints based on [10] for the Xmill-M900 CNC milling machine: V = 7,85÷1979,2 m/min, F_z= 0,01÷0,25 (mm/tooth), a_p= 0,01d÷1d(mm), a_e = 0,02d÷0,75d (mm).

4.3. Discussion of results

Surface roughness in milling is a complex parameter influenced by the interaction of multiple cutting mode parameters. This study simultaneously investigates four key parameters: cutting speed (V), feed per tooth (F_z), depth of cut (a_p) and width of cut (a_e) to comprehensively evaluate their effects.

Quantitative analysis results indicate that feed per tooth (F_z) is the dominant factor affecting surface roughness when milling S136 steel, accounting for 38% of the total variation. This influence mechanism is directly related to the geometry of the cut: an increase in F_z results in larger cutting marks on the surface, leading to the formation of higher peaks and thus increasing the R_a

roughness value. Conversely, reducing F_z minimizes the size of the cutting marks, resulting in a smoother surface. Therefore, F_z plays a decisive role in shaping the surface microtexture.

Cutting speed (V) is identified as the second most significant factor (24.5%). Although increasing V may reduce cutting forces and localized temperatures, potentially improving roughness, its influence is less dominant than that of F_z. The depth of cut (a_p) and width of cut (ae) primarily affect cutting forces and material removal efficiency. Within the surveyed range and stable machining conditions, their direct impact on surface roughness is negligible compared to F_z and V, unless their values are large enough to induce vibration.

Compared to previous studies, the dominant role of Fz in S136 steel aligns with findings for 40Cr steel [2], but differs from studies on SKD61 steel [1] (where spindle speed, related to V, had a greater impact) or AISI H13 steel [3] (which also emphasized F_z but within a different optimized parameter set). These differences can be attributed to the specific material properties of S136 stainless steel (high hardness post-heat treatment) and the particular machining conditions. Additionally, the simultaneous analysis of all four parameters in this study provides a more comprehensive assessment of their interactions compared to prior research, which often focused on only two or three parameters.

The results underscore the critical importance of controlling F_z as a key factor in achieving the desired surface roughness when milling S136 steel. Optimal adjustment of F_z, combined with rational selection of V, a_p and a_e, is essential to ensure surface quality and overall machining efficiency.

By fixing the random variable ξ, a set of cutting mode parameters dependent on the required roughness can be extracted for machining S136 stainless steel under the given conditions (as per the Python program in Appendix II).

5. CONCLUSION

This study successfully developed a second-order regression equation (4) to model the relationship between cutting mode parameters and surface roughness in CNC milling of S136 steel. Quantitative analysis revealed that feed per tooth (F_z) is the predominant factor influencing surface roughness, contributing 38%. Cutting speed (V) and depth of cut (a_p) also exhibit notable effects, though to a lesser extent, while the impact of width of cut (a_e) is minimal.

These findings provide a scientific basis for optimizing the machining process. Specifically, the regression equation (4) and the influence evaluation charts (Figures 7÷10) serve as technical tools for support. Using these tools, operators can predict and select an appropriate combination of cutting mode parameters (particularly F_z and V) to achieve the required surface roughness for S136 steel components, significantly reducing the time and cost of experimental trials.

The practical significance of this research is particularly evident in the field of mold manufacturing, where S136 steel is widely usedand high surface quality is critical to ensuring the functionality and longevity of mold products.

REFERENCES

[1]. Nguyễn Văn Thiện, Hoàng Tiến Dũng, Đỗ Đức Trung, Lại Văn Thuyền (2018), *Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi gia công thép SKD61 trên máy phay CNC,* Tạp chí Khoa học & Công nghệ, Đại học Công nghiệp Hà Nội - Số 47 (8/2018): 48-51.

[2]. Nguyễn Huy Kiên, Phạm Văn Đông, Phạm Văn Bổng, Trần Văn Địch (2014), *Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi gia công trên máy phay CNC,* Tạp chí Khoa học & Công nghệ, Số 22.

[3]. Anmol Kumar and M K Paswan1 (2013), *Optimization of cutting parameters of aisi h13 with multiple performance characteristics*, ISSN 2278 - 0149 Vol. 2, No. 3, July.

[4]. https://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=c40d1dc6431c4e8695d7319f959fde94.

[5]. NS TOOL ENDMILL CATALOG Vol. 20 2022.11.

[6]. Montgomery, Douglas C (2013), *Design and Analysis of Experiments,* Arizona State University.

[7]. Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., & Duchesnay, E. (2011), *Scikit-learn: Machine Learning in Python. Journal of Machine Learning Research*, 12(Oct), 2825-2830.

[8]. Hunter, J. D (2007), *Matplotlib: A 2D graphics environment*, Computing in Science & Engineering, 9(3), 90-95. DOI: 10.1109/MCSE.2007.55.

[9]. Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., Burovski, E., Peterson, P., Weckesser, W., Bright, J., van der Walt, S. J., Brett, M., Wilson, J., Millman, K. J., Mayorov, N., Nelson, A. R. J., Jones, E., Kern, R., Larson, E.,... & SciPy 1.0 Contributors (2020), *SciPy 1.0: Fundamental Algorithms for Scientific Computing in Python*, Nature Methods, 17(3), 261-272.

[10]. Fanuc Series-oi MC Operation's Manual, 2017

THÔNG TIN TÁC GIẢ

Mạc Thị Nguyên*, Đào Văn Kiên

**Tác giả liên hệ: nguyenmacthi@gmail.com*

Trường Đại học Sao Đỏ.

APPENDIX

Appendix I: Python Program Verified for Legality and Stored as Follows: GPG key ID: B5690EEEBB952194

https://github.com/giangmac/M-C-V-N-GIANG--I-H-C-SAO-/blob/main/88.05.02.py

Appendix II: Python Program Verified for Legality and Stored as Follows: GPG key ID: B5690EEEBB952194

https://github.com/giangmac/M-C-V-N-GIANG--I-H-C-SAO-/blob/main/88.05.02-opt.py

THỂ LỆ GỬI BÀI
TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ (P. ISSN 1859-4190, E. ISSN 2815-553X), thường xuyên công bố kết quả, công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ của các nhà khoa học, cán bộ, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên ở trong và ngoài nước.

1. Tạp chí xuất bản 01 số/quý bằng hai ngôn ngữ tiếng Việt và tiếng Anh. Tạp chí nhận đăng các bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực: Điện - Điện tử - Tự động hóa; Cơ khí - Động lực; Kinh tế; Triết học - Xã hội học - Chính trị học; Các lĩnh vực khác gồm: Công nghệ thông tin; Hóa học - Công nghệ thực phẩm; Ngôn ngữ học; Toán học; Vật lý; Văn hóa - Nghệ thuật - Thể dục thể thao...
2. Bài nhận đăng là những công trình nghiên cứu khoa học chưa công bố trong bất kỳ ấn phẩm khoa học nào.
3. Tòa soạn chỉ nhận bài báo gửi online trên website http://tapchikhcn.saodo.edu.vn. Bài báo gửi về toà soạn dưới dạng file điện tử (*.doc *.docx và *.pdf); cuối bài báo, tác giả ghi rõ thông tin địa chỉ liên hệ, số điện thoại, email và cập nhật thông tin trên website. Bài báo phải được trình bày đúng định dạng, rõ ràng; Trường hợp bài báo phải chỉnh sửa theo thể lệ hoặc theo yêu cầu của Phản biện thì tác giả sẽ cập nhật trên website. Người phản biện sẽ do tòa soạn mời. Tòa soạn không gửi lại bài nếu không được đăng.
4. Các công trình thuộc đề tài nghiên cứu có Cơ quan quản lý cần kèm theo giấy phép cho công bố của cơ quan (Tên đề tài, mã số, tên chủ nhiệm đề tài, cấp quản lý,...).
5. Tên bài báo trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 14, in đậm, căn giữa.
6. Tên tác giả (không ghi học hàm, học vị), font Arial, cỡ chữ 10, in đậm, căn lề phải; cơ quan công tác của các tác giả, font Arial, cỡ chữ 9, in nghiêng, căn lề phải.
7. Chữ "Tóm tắt" in đậm, font Arial, cỡ chữ 10; Nội dung tóm tắt của bài báo không quá 10 dòng, trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 10, in thường.
8. Chữ "Từ khóa" in đậm, nghiêng, font Arial, cỡ chữ 10; Có từ 03÷05 từ khóa, font Arial, cỡ chữ 10, in nghiêng, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy, cuối cùng là dấu chấm.
9. Nội dung bài báo viết bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Việt: Tiêu đề tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Tóm tắt tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Từ khóa tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Anh: Tiêu đề tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Tóm tắt tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Từ khóa tiếng Anh trước, tiếng Việt sau.
10. Bài báo được đánh máy trên khổ giấy A4 (21 × 29,7cm) có độ dài không quá 8 trang, font Arial, cỡ chữ 10, giãn dòng At least 12pt, Before 3pt, After 3pt; căn lề trên 2.5cm, dưới 2.5cm, trái 3cm, phải 2cm; hình vẽ phải rõ ràng, đủ nét và được định dạng dưới dạng file ảnh (*.jpg); Phương trình, công thức phải soạn thảo bằng Mathtype hoặc Equation; Phần nội dung bài báo được chia thành 02 cột, khoảng cách cột là 1cm; Trong trường hợp hình vẽ, hình ảnh có kích thước lớn, bảng biểu có độ rộng lớn hoặc công thức, phương trình dài thì cho phép trình bày dưới dạng 01 cột.
11. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự tài liệu được trích dẫn trong bài báo.

    - Nếu là sách/luận án: Tên tác giả (năm), Tên sách/luận án/luận văn, Nhà xuất bản/Trường/Viện, lần xuất bản/tái bản.

    - Nếu là bài báo/báo cáo khoa học: Tên tác giả (năm), Tên bài báo/báo cáo, Tạp chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỷ yếu, số, trang.

    - Nếu là trang web: Phải trích dẫn đầy đủ tên website và đường link, ngày cập nhật.
12. Định dạng mẫu bài báo tham khảo tại địa chỉ http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper

    Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên http://tapchikhcn.saodo.edu.vn.

THÔNG TIN LIÊN HỆ:

Ban Biên tập Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ

Phòng 203, Tầng 2, Nhà B1, Trường Đại học Sao Đỏ.

Địa chỉ: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, P. Chu Văn An, TP. Hải Phòng.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: http://tapchikhcn.saodo.edu.vn

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:
- **Số 1:** Số 76, đường Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.
- **Số 2:** Số 72, đường Nguyễn Thái Học, quốc lộ 37, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.
- **Điện thoại:** (0220) 3882 269 **Fax:** (0220) 3882 921 **Website:** http://saodo.edu.vn **Email:** info@saodo.edu.vn

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

Số 3 (91)
2025

Địa chỉ Tòa soạn:
Trường Đại học Sao Đỏ
Số 76, đường Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.
Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.
Website: http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.