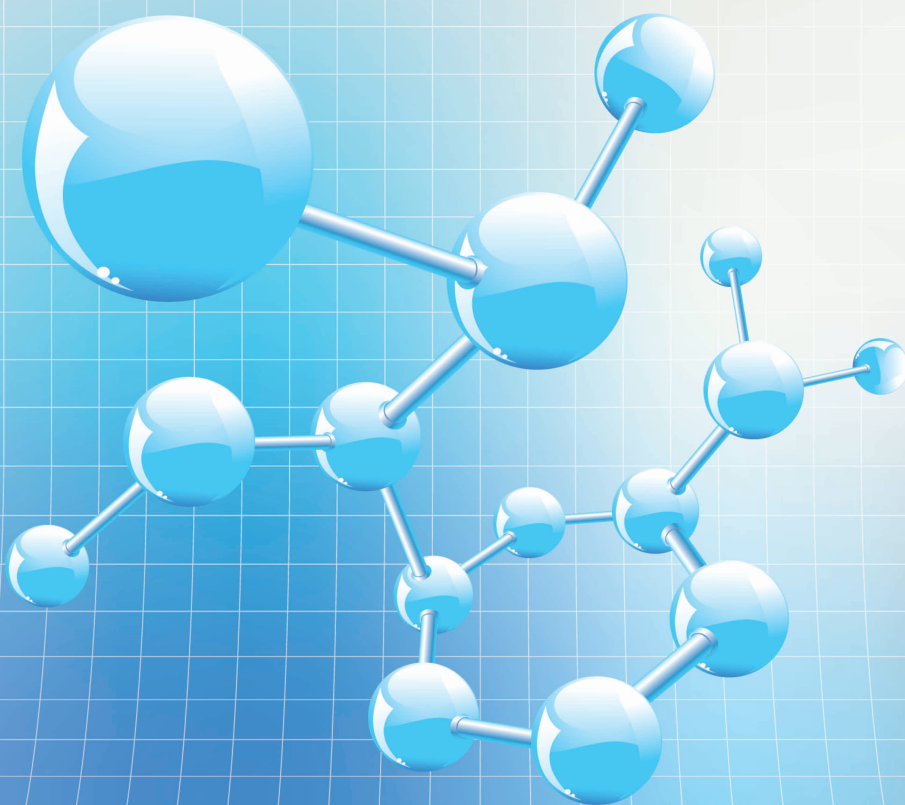




Tap chí NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

Đ A I H Ọ C S A O ĐỎ
SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

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



Số 2 (94)
2026

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

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đĩnh

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyên

■ **Thư ký Tòa soạn**

PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyên - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Văn Liễn

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Nguyễn Đức Toàn

PGS.TS. Lê Thu Quý

GS.TS. Lê Anh Tuấn

GS.TS. Đinh Văn Sơn

PGS.TS. Trương Thị Thủy

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

PGS.TS. Ngô Sỹ Lương

PGS.TS. Khuất Văn Ninh

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải

PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà

GS.TS. Yu Ming Zhang

GS.TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

TS. Vũ Văn Đông - Trưởng ban

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Phó Trưởng ban

■ **Editor-in-Chief**

Dr. Do Van Dinh

■ **Vice Editor-in-Chief**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

■ **Office Secretary**

Assoc.Prof.Dr. Ngo Huu Manh

■ **Editorial Board**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen - Chairman

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Bành Tiến Long

Prof.Dr. Nguyen Duc Toan

Assoc.Prof.Dr. Le Thu Quy

Prof.Dr. Le Anh Tuan

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Trương Thị Thủy

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Thi Bat

Prof.Dr. Do Quang Khang

Assoc.Prof.Dr. Ngo Sy Luong

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Pham Hoang Hai

Assoc.Prof.Dr. Doan Ngoc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Ngoc Ha

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Prof.Dr. Nguyen Van Anh

■ **Editorial**

Dr. Vu Van Dong - Head

MSc. Doan Thi Thu Hang - Deputy Head

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.

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

- | | | |
|--|----|---|
| Cải thiện tính chính xác trong việc phát hiện bệnh trên lá cây cà chua bằng mô hình YOLOv11 kết hợp với hàm mất mát WIoU | 5 | Nguyễn Hoàng Tuyên
Bùi Đăng Thành
Ngô Phương Thủy
Lê Thành Trung |
| Hệ thống giám sát và dự đoán tình trạng cây trồng dựa trên trí tuệ nhân tạo, sử dụng mạng cảm biến và điện toán biên | 12 | Phạm Văn Nam
Mai Thế Thắng
Đoàn Đức Thắng
Đỗ Văn Đình |
| Tăng trưởng màng Aluminum Oxide trong thiết bị bán dẫn tiên tiến bằng kỹ thuật lắng đọng lớp nguyên tử | 18 | Trần Minh Hải
Đào Thị Mỹ Linh
Trần Thế Quang
Nguyễn Phương Ty |
| Sử dụng mô hình học sâu cho hệ thống báo cháy tự động | 23 | Phạm Như Phẩm
Nguyễn Minh Nhựt
Phạm Anh Tiến
Lý Quang Minh |
| Phân tích tương tác từ trường - cơ học trong động cơ nam châm vĩnh cửu | 31 | Nguyễn Thị Hồng Nhung |

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- | | | |
|--|----|--|
| Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số chế độ cắt tới độ nhám bề mặt chi tiết khi tiện CNC thép SUS440C | 37 | Mạc Văn Giang |
| Nghiên cứu thực nghiệm lực cắt và dao động trong phay tinh thép SKD11 bằng mảnh cắt hình bình hành | 44 | Nguyễn Thị Liễu |
| Nghiên cứu mô phỏng quá trình nhiệt trên pin lithium ion | 50 | Đỗ Tiến Quyết
Phùng Đức Hải Anh
Phạm Thị Hoan |
| Khảo sát các yếu tố chính ảnh hưởng đến chiều dày vật liệu trong công nghệ tạo hình tấm biến dạng cục bộ | 56 | Trần Hải Đăng
Trần Văn Diện
Mai Thị Thủy
Nguyễn Thị Thu |
| Thực nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của tải trọng xoắn đến sức bền giới hạn kết cấu tàu | 61 | Vũ Văn Tản |

NGÀNH KINH TẾ

- Giải pháp hoàn thiện công tác quản lý và khai thác nguồn thu từ hộ kinh doanh cá thể trên địa bàn thành phố Hải Phòng 67 Hoàng Thị Bích Ngọc
Vũ Thị Thanh Thủy
Vũ Thị Lý
- Quản trị môi trường cấp tỉnh và sức hút đầu tư FDI xanh: Phân tích so sánh các nhóm địa phương tại Việt Nam 73 Ngô Thị Luyện
- Chuyển đổi số trong phát triển kinh tế số ở Việt Nam: Cơ hội và thách thức 79 Nguyễn Thị Huế
- Chuyển đổi số trong quản lý thuế đối với hộ kinh doanh tại Việt Nam: Thực trạng và tác động dưới góc nhìn quản lý nhà nước 86 Đinh Thị Kim Thiết
- Ảnh hưởng của chất lượng cung ứng dịch vụ logistics đến ý định tiếp tục sử dụng dịch vụ của khách hàng: Nghiên cứu trường hợp tại phía Tây Hải Phòng 92 Lê Thị Huyền
Nguyễn Thị Ngọc Mai

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

- Chuyển đổi số trong quản lý hoạt động kết nối phục vụ cộng đồng của sinh viên Trường Đại học Sao Đỏ 99 Nguyễn Thị Nhan
- Hoạt động làm thêm của sinh viên ở Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay 106 Nguyễn Thị Hiền
- Tôn trọng, bảo vệ và bảo đảm quyền con người, quyền công dân trong nhà nước pháp quyền xã hội chủ nghĩa ở Việt Nam hiện nay 111 Phạm Xuân Đức
Trần Thị Hiền
Nguyễn Chí Dũng
Nguyễn Vinh Diện
- Đặc trưng của làng truyền thống Việt Nam 117 Phạm Xuân Đức
Nguyễn Ngọc Hà
- Phát huy hệ giá trị văn hóa Việt Nam trong kỷ nguyên vươn mình của dân tộc 123 Đỗ Thị Thùy

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

- | | | |
|--|----|---|
| Enhancing the accuracy of disease detection on tomato leaves by using the YOLOv11 model combined with the WIoU loss function | 5 | Nguyen Hoang Tuyen
Bui Dang Thanh
Ngo Phuong Thuy
Le Thanh Trung |
| An AI-based plant health monitoring and prediction system using sensor networks and edge computing | 12 | Pham Van Nam
Mai The Thang
Doan Duc Thang
Do Van Dinh |
| Growth of Aluminum Oxide thin films for advanced semiconductor devices via atomic layer deposition | 18 | Tran Minh Hai
Dao Thi My Linh
Tran The Quang
Nguyen Phuong Ty |
| Using deep learning models for automatic fire alarm systems | 23 | Pham Nhu Pham
Nguyen Minh Nhut
Pham Anh Tien
Ly Quang Minh |
| Magnetic - Mechanical interaction analysis in permanent magnet motors | 31 | Nguyen Thi Hong Nhung |

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

- | | | |
|--|----|--|
| Study the influence of cutting parameters on surface roughness in CNC turning of SUS440C steel | 37 | Mac Van Giang |
| Experimental investigation of cutting forces and vibrations during finish milling of SKD11 steel with parallelogram-shaped inserts | 44 | Thi Lieu Nguyen |
| Simulation research on thermal processes in lithium-ion batteries | 50 | Do Tien Quyet
Phung Duc Hai Anh
Pham Thi Hoan |
| Inspection of key factors affecting the thickness of materials in incremental sheet forming technology | 56 | Tran Hai Dang
Tran Van Dien
Mai Thi Thuy
Nguyen Thi Thu |
| Experimental study on the effect of torsional loads on the ultimate strength of ship structures | 61 | Vu Van Tan |

TITLE FOR ECONOMICS

- Solutions for improving the management and revenue mobilization from individual business households in Hai Phong City 67 Hoang Thi Bich Ngoc
Vu Thi Thanh Thuy
Vu Thi Ly
- Provincial environmental governance and the attraction of green FDI: A comparative analysis of local government groups in Vietnam 73 Ngo Thi Luyen
- Digital transformation in the development of the digital economy in Vietnam: Opportunities and challenges 79 Nguyen Thi Hue
- Digital transformation in tax management for household businesses in Viet Nam: current situation and impact from a state management perspective 86 Dinh Thi Kim Thiet
- The Impact of logistics service quality on customers' continuance intention: A case study in the west of Hai Phong City 92 Le Thi Huyen
Nguyen Thi Ngoc Mai

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

- Digital transformation in managing students' community engagement activities at Sao Do University 99 Nguyen Thi Nhan
- Current part-time activities of students at Sao Do University 106 Nguyen Thi Hien
- Respecting, protecting and guaranteeing human rights and civil rights in the current socialist rule of law state in Vietnam today 111 Pham Xuan Duc
Tran Thi Hien
Nguyen Chi Dung
Nguyen Vinh Dien
- The Traditional Vietnamese Village 117 Pham Xuan Duc
Nguyen Ngoc Ha
- Promoting a system of Vietnamese cultural values in the era of national progress 123 Do Thu Thuy

Nghiên cứu ảnh hưởng của thông số chế độ cắt tới độ nhám bề mặt chi tiết khi tiện CNC thép SUS440C

Study the influence of cutting parameters on surface roughness in CNC turning of SUS440C steel

Mạc Văn Giang

Trường Đại học Sao Đỏ

Tác giả liên hệ: macvngiang@gmail.com

Ngày nhận bài: 25/5/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/3/2026

Ngày chấp nhận đăng: 01/6/2026

Tóm tắt

Bài báo nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt bao gồm vận tốc cắt (V), lượng chạy dao (F) và chiều sâu cắt (t) đến mức độ nhám bề mặt chi tiết R_a (μm) khi tiện CNC thép không gỉ SUS440C. Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình toán học dựa trên hồi quy có mức độ phù hợp cao với dữ liệu quá trình thử nghiệm (Hệ số xác định $R^2 = 0,9697$). Nghiên cứu đã làm rõ được bộ thông số cắt tối ưu để đạt được mức độ nhám bề mặt chi tiết nhỏ nhất ($R_a \approx 0,44 \mu\text{m}$) là: $V = 125,5 \text{ m/phút}$, $F = 0,069 \text{ mm/vòng}$, và $t = 0,76 \text{ mm}$. Đồng thời, nghiên cứu cũng đánh giá mức độ ảnh hưởng của từng thông số, trong đó vận tốc cắt là yếu tố chi phối quan trọng nhất đến R_a (42,68%), tiếp theo là chiều sâu cắt (31,68%) và cuối cùng là lượng chạy dao (25,64%).

Từ khóa: Thép SUS440C; tiện CNC; độ nhám bề mặt; thông số chế độ cắt; cách tiếp cận quá trình thử nghiệm Taguchi; tối ưu hóa; mô hình hồi quy.

Abstract

The paper investigates the influence of cutting parameters, including cutting speed (V), feed rate (F), and depth of cut (t), on the surface roughness R_a (μm) of SUS440C stainless steel during CNC turning. The results indicate that the regression-based mathematical model exhibits a high level of agreement with the experimental data (coefficient of determination $R^2 = 0,9697$). The study determined the optimal cutting parameters for achieving the lowest surface roughness ($R_a \approx 0,44 \mu\text{m}$) as $V = 125,5 \text{ m/min}$, $F = 0,069 \text{ mm/rev}$ and $t = 0,76 \text{ mm}$. Furthermore, the analysis of the influence of each parameter revealed that cutting speed is the most dominant factor affecting R_a (42,68%), followed by depth of cut (31,68%) and feed rate (25,64%).

Keywords: SUS440C steel; CNC Turning; surface roughness; cutting parameters; taguchi method; optimization; regression model.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thép không gỉ SUS440C, với hàm lượng carbon cao và chứa crom (Cr), sở hữu độ cứng và khả năng chống ăn mòn vượt trội, được áp dụng rộng rãi trong các sản phẩm yêu cầu độ bền cao như sản xuất dao cạo, ổ bi và thiết bị y tế. Tuy nhiên, do độ dai lớn, xu hướng biến cứng mạnh và độ dẫn nhiệt thấp, SUS440C gây nhiều khó khăn trong quá trình gia công. Độ nhám bề mặt (R_a) là một chỉ tiêu chất lượng quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất và tuổi thọ của chi tiết máy. Độ nhám này phụ thuộc chủ yếu vào các thông số chế độ cắt (vận tốc cắt V , lượng chạy dao F , chiều sâu cắt t) trong quá trình tiện CNC. Vì vậy, việc nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến mức độ nhám

bề mặt chi tiết đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng bề mặt, đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của chi tiết máy.

Liên quan đến nội dung nghiên cứu trong bài báo này, nhiều công trình đã được thực hiện nhằm điều kiện hiệu quả nhất hóa mức độ nhám bề mặt chi tiết (R_a) cho các loại thép khác nhau:

Bài báo khoa học của tác giả Trần Văn Khiêm đã sử dụng phương pháp Taguchi tiện thép S45C, đạt điều kiện hiệu quả nhất tại $V = 135 \text{ m/phút}$, $F = 0,08 \text{ mm/vòng}$, $t = 1,1 \text{ mm}$, cho $R_a = 0,79 \mu\text{m}$ [1].

Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả NJ Rathod, MK Chopra, Prem Kumar Chaurasiya đã sử dụng Taguchi và ANOVA tiện thép AISI 304, đạt điều kiện hiệu quả nhất tại $V = 550 \text{ m/phút}$, $F = 0,14 \text{ mm/vòng}$, $t = 0,4 \text{ mm}$, cho $R_a = 0,97 \mu\text{m}$ [2].

Người phản biện: 1. TS. Nguyễn Văn Hình
2. PGS.TS. Trần Vệ Quốc

Trong nghiên cứu [3] tác giả Nguyễn Thanh Bình đã sử dụng DOE trực giao bậc II tiện thép C45, đạt điều kiện hiệu quả nhất trong khoảng $V = 150 \div 180$ m/phút, $F = 0,1 \div 0,15$ mm/vòng, $t = 0,2 \div 0,3$ mm, cho $R_a = 0,63 \div 1,25$ μ m.

Bài báo của nhóm tác giả Ramu, I., Srinivas, P., & Vekatesh, K. đã sử dụng ANOVA & GRA để điều kiện hiệu quả nhất đồng thời R_a và tốc độ loại bỏ vật liệu (MRR). ANOVA minh chứng rằng lượng chạy dao ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt nhất. GRA làm rõ tổ hợp điều kiện hiệu quả nhất là vận tốc cắt là 240 mm/phút, Lượng chạy dao $F = 15$ mm/phút, Chiều sâu cắt $t = 0,3$ mm và kết luận chiều sâu cắt ảnh hưởng nhất đến hiệu suất tổng thể [4].

Bài báo của nhóm tác giả Zuperl, U. và Cus, F. đã sử dụng Mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) để dự đoán ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt tới mòn dao và mức độ nhám bề mặt chi tiết R_a khi gia công thép SC45 với mô hình dự đoán có độ chính xác cao, hệ số làm rõ của hai mô hình dự đoán lần lượt là $R^2 = 0,9893$ và $R^2 = 0,9879$ [5].

Mặc dù có nhiều đóng góp đáng kể, các nghiên cứu trước đây thường hướng đến vào những vật liệu khác với thép SUS440C (đối tượng của nghiên cứu này) và chủ yếu áp dụng các phương pháp xử lý dữ liệu truyền thống. Ở nghiên cứu hiện tại, tác giả đã sử dụng phương pháp Taguchi [6] để thu thập bộ số liệu quá trình thử nghiệm. Các số liệu này sau đó được xử lý và phân tích thông qua web front-end, được phát triển bằng HTML, CSS (Tailwind CSS) và JavaScript (với các thư viện React.js, Math.js, Plotly.js cùng Babel để biên dịch JSX), nhằm mô hình hóa mối quan hệ giữa các thông số cắt V , F , t tới mức độ nhám bề mặt chi tiết R_a . Mục đích là xây dựng mô hình toán học dựa trên hồi quy đáng tin cậy và làm rõ chế độ cắt điều kiện hiệu quả nhất nhằm đạt độ nhám bề mặt cực tiểu, cải thiện hiệu quả gia công vật liệu SUS440C.

2. THIẾT BỊ VÀ VẬT LIỆU THÍ NGHIỆM

2.1. Thiết bị quá trình thử nghiệm

a. Máy gia công

Máy tiện CNC băng nghiêng JG-100.



Hình 1. Máy tiện CNC băng nghiêng JG-100

b. Dụng cụ cắt

Sử dụng dao tiện gắn mảnh chip có ký hiệu CNMG 120408: Dạng hình thoi, bán kính góc mũi dao $R = 0,8$ mm, vật liệu Carbide với lớp TiAlN của hãng Sandvik oromant (Hình 2).



Hình 2. Dao tiện gắn mảnh chip CNMG 120408

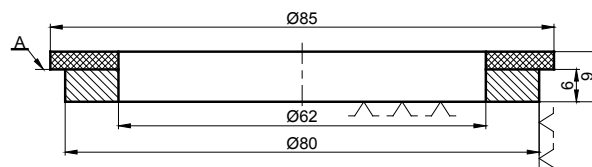
c. Dụng cụ đo

Sử dụng máy đo mức độ nhám bề mặt chi tiết Mitutoyo SJ-201P.

2.2. Bản vẽ gia công và phôi trong quá trình thử nghiệm

Phôi thép không gỉ SUS440C có độ cứng $20 \div 25$ HRC, dạng trụ rỗng đã gia công một đầu để đảm bảo độ chính xác các chi tiết gia công khi gá đặt trên máy tiện CNC.

Trên Hình 3 trình bày bản vẽ lồng phôi cho chi tiết trong quá trình thử nghiệm, trong đó A là bề mặt đo độ nhám trong quá trình thử nghiệm.



Hình 3. Bản vẽ lồng phôi chi tiết (đã xoay 90° so với vị trí trên máy)

3. PHƯƠNG PHÁP QUY HOẠCH THÍ NGHIỆM

3.1. Lựa chọn số thí nghiệm

Để phục vụ mục tiêu xây dựng mô hình toán học dựa trên hồi quy đa thức bậc hai, nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp Taguchi với ma trận trực giao L27. Ma trận này bao gồm 27 thí nghiệm được thiết kế cho 3 yếu tố đầu vào (V , F , t), mỗi yếu tố được khảo sát ở 3 mức khác nhau. Thiết kế L27 cho phép thu thập đủ dữ liệu cần thiết để phân tích ảnh hưởng của các yếu tố chính cũng như các tương tác giữa chúng, qua đó xây dựng và ước tính các hệ số của mô hình toán học dựa trên hồi quy bậc hai một cách đầy đủ.

3.2. Phương trình hồi quy

Mối quan hệ giữa biến đáp ứng (Độ nhám bề mặt, $Y = R_a$) và các biến đầu vào đã mã hóa (X_1 cho V , X_2 cho

F, X_3 cho t) được mô hình hóa bằng phương trình đa thức bậc hai:

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

Khai triển phương trình (2) với $k = 3$ yếu tố ta được dạng cụ thể được áp dụng trong nghiên cứu trong nghiên cứu này:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2 \quad (2)$$

3.3. Các mức của yếu tố trong thí nghiệm trực giao bậc II

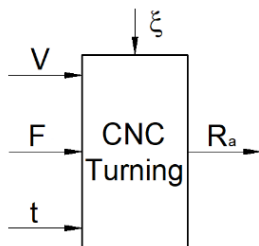
Dựa trên khuyến nghị của nhà sản xuất dụng cụ cắt [6], đặc tính vật liệu và các thử nghiệm sơ bộ, ba mức (thấp -1, tâm 0, cao +1) đã được chọn cho mỗi thông số cắt, như trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Các mức của yếu tố trong thí nghiệm trực giao bậc II

Các mức	Các yếu tố ảnh hưởng		
	$X_1 = V$ m/ph	$X_2 = F$ mm/vg	$X_3 = t$ mm
Mức trên (+1)	150	0,15	1,0
Mức cơ sở (0)	115	0,1	0,6
Mức dưới (-1)	80	0,05	0,2

3.4. Sơ đồ mô hình nghiên cứu

Mối quan hệ khái niệm giữa các thông số cắt đầu vào (V, F, t) và mức độ nhám bề mặt chi tiết đầu ra (R_a), có tính đến nhiễu ngẫu nhiên tiềm ẩn (ξ), được minh họa trong Hình 4.



Hình 4. Mối quan hệ giữa các thông số

Trong đó ξ đại diện cho sự biến thiên ngẫu nhiên do các yếu tố không được kiểm soát rõ ràng, chẳng hạn như sự thay đổi nhỏ về độ mòn dao, rung động của máy, sự không đồng nhất của vật liệu, tính chất của dung dịch

Bảng 2. Ma trận quá trình thử nghiệm Taghuchi L27

Vị trí quá trình thử nghiệm	Biến mã hóa			Biến thực			$R_a (\mu m)$
	X_1	X_2	X_3	$V(m/ph)$	$F(mm/vg)$	$t(mm)$	
1	-1	-1	-1	80	0,05	0,2	1,55
2	-1	-1	0	80	0,05	0,6	1,05
3	-1	-1	1	80	0,05	1,0	1,13
4	-1	0	-1	80	0,1	0,2	1,54

làm mát, sự tương tác giữa cặp vật liệu của dụng cụ cắt và phôi, độ cứng vững của hệ thống công nghệ.

4. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM VÀ PHÂN TÍCH SỐ LIỆU

4.1. Quy trình thí nghiệm và Thu thập dữ liệu

Tiến hành gia công 27 chi tiết tương ứng với 27 quá trình thử nghiệm (Hình 5). Sau khi gia công 1 chi tiết quá trình thử nghiệm tiến hành đo độ nhám cho mặt A ba lần tại các vị trí khác nhau bằng máy đo Mitutoyo SJ-201P (Hình 6).



Hình 5. Các chi tiết gia công trong quá trình thử nghiệm



Hình 6. Đo độ nhám bề mặt gia công (mặt A) tại thí nghiệm 23

Giá trị trung bình của ba phép đo được ghi nhận là giá trị R_a cho lượt quá trình thử nghiệm gia công các chi tiết như trên. Ma trận thiết kế thí nghiệm Taghuchi L27 và các giá trị R_a trung bình đo được tương ứng được trình bày trong Bảng 2.

Vị trí quá trình thử nghiệm	Biến mã hóa			Biến thực			$R_a(\mu m)$
	X_1	X_2	X_3	V(m/ph)	F(mm/vg)	t(mm)	
5	-1	0	0	80	0,1	0,6	1,16
6	-1	0	1	80	0,1	1,0	1,23
7	-1	1	-1	80	0,15	0,2	1,92
8	-1	1	0	80	0,15	0,6	1,52
9	-1	1	1	80	0,15	1,0	1,49
10	0	-1	-1	115	0,05	0,2	0,89
11	0	-1	0	115	0,05	0,6	0,70
12	0	-1	1	115	0,05	1,0	0,56
13	0	0	-1	115	0,1	0,2	0,94
14	0	0	0	115	0,1	0,6	0,45
15	0	0	1	115	0,1	1,0	0,68
16	0	1	-1	115	0,15	0,2	1,39
17	0	1	0	115	0,15	0,6	0,75
18	0	1	1	115	0,15	1,0	1,01
19	1	-1	-1	150	0,05	0,2	1,16
20	1	-1	0	150	0,05	0,6	0,68
21	1	-1	1	150	0,05	1,0	0,70
22	1	0	-1	150	0,1	0,2	1,06
23	1	0	0	150	0,1	0,6	0,61
24	1	0	1	150	0,1	1,0	0,70
25	1	1	-1	150	0,15	0,2	1,49
26	1	1	0	150	0,15	0,6	1,14
27	1	1	1	150	0,15	1,0	1,23

4.2. Xử lý dữ liệu quá trình thử nghiệm

Để phân tích dữ liệu quá trình thử nghiệm một cách có hệ thống, xây dựng mô hình toán học dựa trên hồi quy, đánh giá ảnh hưởng của các thông số và thực hiện điều kiện hiệu quả nhất hóa, một quy trình xử lý dữ liệu đã được thực hiện bằng web front-end [7]. Giao diện chương trình xử lý dữ liệu thực nghiệm được trình bày trên Hình 7.

Hình 7. Giao diện ban đầu của chương trình

Các bước xử lý dữ liệu quá trình thử nghiệm bao gồm:

- Thu thập & nhập liệu: Người dùng cung cấp dữ liệu V , F , t , R_a .
- Kiểm tra & chuẩn hóa: Dữ liệu được xác thực và các biến V , F , t được mã hóa.
- Xây dựng mô hình: Một mô hình toán học dựa trên hồi quy đa thức bậc hai được phát triển để liên kết V , F , t với R_a .
- Đánh giá mô hình: Các thông số đánh giá tính tương thích của mô hình gồm hệ số làm rõ (R -squared) nhằm đánh giá khả năng giải thích của mô hình toán học dựa trên hồi quy, R bình phương điều chỉnh (Adjusted R -squared - R^2) để giải thích khả năng biến thiên của mô hình lẫn độ phức tạp (số lượng biến) của nó, Sai số tiêu chuẩn ước lượng (Std. Error of Estimate-Se) nhằm đo lường độ chính xác trung bình của các dự đoán.
- Tối ưu hóa: Tìm bộ (V , F , t) cho R_a nhỏ nhất dựa trên mô hình.

- Dự báo ngược: Tìm (V, F, t) cho một R_a mục tiêu.
- Trình bày: Kết quả, phương trình, đồ thị được hiển thị cho nghiên cứu được trình bày trên Hình 9 và mã nguồn của chương trình phân tích được trình bày trong phần phụ lục.

4.3. Kết quả phân tích dữ liệu bằng web front-end

Dữ liệu quá trình thử nghiệm (Bảng 3) được xử lý bằng web front-end được phát triển với sự trợ giúp của các công cụ HTML, CSS (Tailwind CSS) và JavaScript (với React.js, Math.js, Plotly.js và Babel để biên dịch JSX). Phân tích dữ liệu chỉ ra rằng mô hình toán học dựa trên hồi quy xây dựng được phù hợp tốt với dữ liệu quá trình thử nghiệm: Hệ số làm rõ (R^2) đạt 0,9697 (giải thích 96,97% sự biến thiên của R_a), R^2 điều chỉnh ở mức cao là 95,02% và sai số tiêu chuẩn ước lượng (Se) ở mức thấp có giá trị là 0,0833. Các thông số trên minh chứng rằng độ chính xác dự đoán cao. Phương trình hồi quy thể hiện ảnh hưởng tổng hợp của 3 thông số chế độ cắt đến mức độ nhám bề mặt chi tiết R_a là:

$$R_a = 0,5661 - 0,2098V + 0,1956F - 0,1775t + 0,0171VF + 0,0067Vt + 0,0075Ft + 0,3683V^2 + 0,1517F^2 + 0,2517t^2 \quad (3)$$

Từ phương trình hồi quy (3) phân tích đưa ra bộ

thông số điều kiện hiệu quả nhất trong quy hoạch quá trình thử nghiệm thông qua truy xuất từ chương trình (Hình 10).

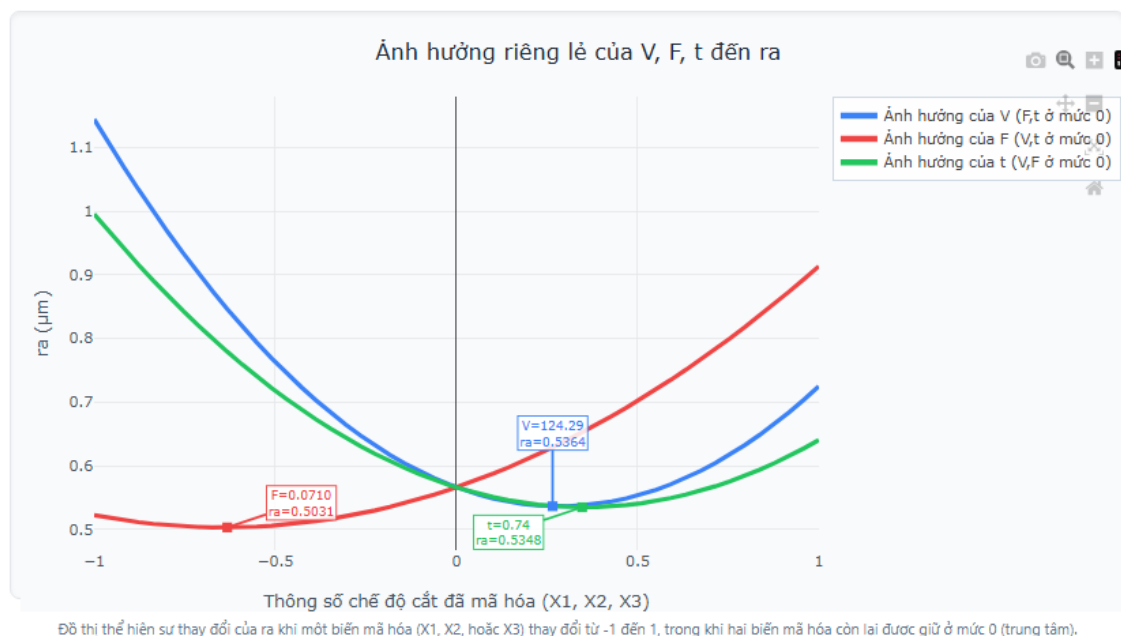
3. Thông số tối ưu (dự đoán bởi mô hình để R_a nhỏ nhất):

V tối ưu (mã hóa X1): 0.3000	F tối ưu (mã hóa X2): -0.7000	t tối ưu (mã hóa X3): 0.4000
V tối ưu (thực tế): 125.50 m/ph	F tối ưu (thực tế): 0.0690 mm/vg	t tối ưu (thực tế): 0.76 mm
Ra dự đoán tối ưu: 0.4381 μ m		

Hình 8. Kết quả phân tích bộ thông số điều kiện hiệu quả nhất

Hình 8, cho những phát hiện bộ thông số chế độ cắt điều kiện hiệu quả nhất: $V_{op} = 125,5\text{mm/ph}$, $F_{op} = 0,069\text{mm/vg}$, $t_{op} = 0,76\text{mm}$ cho mức độ nhám bề mặt chi tiết nhỏ nhất là $R_a \approx 0,44\mu\text{m}$.

Hình 9 thể hiện mối quan hệ giữa các thông số chế độ cắt và mức độ nhám bề mặt chi tiết R_a (μm). Trong đó, trục tung biểu thị giá trị độ nhám R_a (μm), trục hoành biểu thị các thông số chế độ cắt được biểu diễn dưới dạng biến mã hóa (X_1, X_2, X_3). Các đường cong trên đồ thị minh chứng rằng sự ảnh hưởng riêng lẻ của từng thông số: vận tốc cắt $V(X_1)$, lượng chạy dao $F(X_2)$ và chiều sâu cắt $t(X_3)$. Điểm cực trị trên mỗi đường cong được làm rõ như sau: với V là 124,29 mm/phút ($X_1 = 0,5364$), với F là 0,071 mm/vòng ($X_2 = -0,5031$) và với t là 0,74 mm ($X_3 = -0,5348$).



Hình 9. Đồ thị tương quan ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt tới R_a

Các điểm cực trị minh chứng rằng mỗi thông số chế độ cắt có một giá trị lý tưởng để điều kiện hiệu quả nhất hóa mức độ nhám bề mặt chi tiết. Nếu vượt quá hoặc thấp hơn các giá trị này, độ nhám R_a sẽ tăng, làm giảm chất lượng bề mặt.

Nhận xét: Đối với vận tốc cắt (V): Việc R_a giảm mạnh khi tăng V từ 80 mm/phút đến khoảng 124,9 mm/phút (điểm cực trị) và sau đó tăng trở lại với mức độ chậm hơn khi V tăng tiếp đến 150 mm/phút là nhất quán với

dạng đường cong parabol. Khoảng thay đổi của V từ giới hạn dưới (80 mm/phút) đến điểm điều kiện hiệu quả nhất ($\approx 124,9$ mm/phút) lớn hơn khoảng thay đổi từ điểm điều kiện hiệu quả nhất đến giới hạn trên (150 mm/phút), giải thích cho sự khác biệt về “mức độ” thay đổi tổng cộng của R_a trên hai đoạn này.

Đối với lượng chạy dao (F): R_a giảm nhẹ khi tăng F từ 0,05 mm/vòng đến khoảng 0,071 mm/vòng (điểm cực trị) và sau đó tăng mạnh hơn khi F tăng tiếp đến 0,15

mm/vòng. Điều này cũng phù hợp với dạng parabol, nơi khoảng thay đổi của F từ điểm điều kiện hiệu quả nhất ($\approx 0,071$ mm/vòng) đến giới hạn trên (0,15 mm/vòng) lớn hơn đáng kể so với khoảng thay đổi từ giới hạn dưới (0,05 mm/vòng) đến điểm điều kiện hiệu quả nhất.

Đối với chiều sâu cắt (t): Tương tự, R_a giảm mạnh khi tăng t từ 0,2 mm đến khoảng 0,74 mm (điểm cực trị), và sau đó tăng với mức độ thấp hơn khi t tăng tiếp đến 1,0 mm. Điều này là do khoảng thay đổi của t từ giới hạn dưới (0,2 mm) đến điểm điều kiện hiệu quả nhất ($\approx 0,74$ mm) lớn hơn khoảng thay đổi từ điểm điều kiện hiệu quả nhất đến giới hạn trên (1,0 mm).

Kết quả phân tích từ chương trình cho những phát hiện định lượng ảnh hưởng tổng hợp của các thông số chế độ cắt tới mức độ nhám bề mặt chi tiết như sau:

Ảnh hưởng của V tới R_a chiếm 42,68%.

Ảnh hưởng của F tới R_a chiếm 25,64%.

Ảnh hưởng của t tới R_a chiếm 31,68%.

Từ những phát hiện định lượng ở trên thì thứ tự ảnh hưởng của các thông số đến R_a là: V (lớn nhất) > t > F (nhỏ nhất). Dưới đây là những phát hiện chi tiết về ảnh hưởng riêng lẻ của từng thông số:

$$\begin{aligned} R_a(V) &= 0,5661 - 0,2098V + 0,3683V^2 \\ R_a(F) &= 0,5661 + 0,1956F + 0,1517F^2 \\ R_a(t) &= 0,5661 - 0,1775t + 0,2517t^2 \end{aligned} \quad (4)$$

5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Nghiên cứu này đã thành công trong việc xây dựng một mô hình toán học dựa trên hồi quy đa thức bậc hai mô tả mối quan hệ giữa các thông số chế độ cắt (vận tốc cắt V , lượng chạy dao F , chiều sâu cắt t) và mức độ nhám bề mặt chi tiết R_a khi tiện CNC thép SUS440C. Độ tin cậy của mô hình được khẳng định với hệ số làm rõ R^2 rất cao (0,9697), minh chứng rằng khả năng giải thích 96,97% sự biến thiên của R_a . Các chỉ số khác như R^2 điều chỉnh (95,02%) và sai số tiêu chuẩn ước lượng thấp ($S_e = 0,0833$) càng củng cố độ chính xác và năng lực dự đoán của mô hình.

Thông số cắt điều kiện hiệu quả nhất làm rõ được ($V = 125,5$ m/phút, $F = 0,069$ mm/vòng, $t = 0,76$ mm) cho phép đạt mức độ nhám bề mặt chi tiết $R_a \approx 0,44$ μ m. Kết quả này có ý nghĩa thực tiễn cao, cung cấp chỉ dẫn cụ thể để cải thiện chất lượng bề mặt khi gia công thép SUS440C - một vật liệu vốn khó gia công do độ dai lớn và độ dẫn nhiệt thấp.

Phân tích mức độ ảnh hưởng minh chứng rằng vận tốc cắt (V) tác động lớn nhất đến R_a (42,68%), tiếp theo là chiều sâu cắt (t) (31,68%) và lượng chạy dao (F) (25,64%). Thứ tự ảnh hưởng này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc lựa chọn vận tốc cắt phù hợp để kiểm soát R_a . Các đồ thị ảnh hưởng riêng lẻ của từng

thông số (Hình 11) đều minh chứng rằng mối quan hệ dạng parabol giữa chúng và R_a với các điểm cực trị làm rõ giá trị điều kiện hiệu quả nhất cho mỗi thông số. Cụ thể, R_a giảm khi V tăng đến khoảng 124,29 m/phút rồi tăng trở lại; giảm nhẹ khi F tăng đến 0,071 mm/vòng rồi tăng mạnh; và giảm khi t tăng đến 0,74 mm rồi tăng lại. Điều này phù hợp với lý thuyết và quá trình thử nghiệm gia công kim loại: việc thay đổi các thông số cắt ra ngoài khoảng điều kiện hiệu quả nhất thường dẫn đến suy giảm chất lượng bề mặt. Ví dụ, vận tốc cắt quá thấp có thể gây leo dao, trong khi vận tốc quá cao gây rung động hoặc mòn dao nhanh, đều làm tăng độ nhám. Tương tự, lượng chạy dao quá lớn trực tiếp làm tăng chiều cao nhấp nhô tế vi, còn chiều sâu cắt không phù hợp có thể ảnh hưởng đến sự ổn định của quá trình cắt.

So với các nghiên cứu trước đó trên thép S45C (Trần Văn Khiêm, $R_a = 0,79$ μ m [1]), thép AISI 304 (NJ Rathod và cộng sự, $R_a = 0,97$ μ m [2]), hay thép C45 (Nguyễn Thanh Bình, $R_a = 0,63 \pm 1,25$ μ m [3]), nghiên cứu này đạt được giá trị R_a thấp hơn ($\approx 0,44$ μ m) trên vật liệu SUS440C. Dù điều kiện điều kiện hiệu quả nhất và vật liệu khác nhau, những phát hiện này khẳng định tiềm năng điều kiện hiệu quả nhất hóa quy trình tiện SUS440C. Điểm nổi bật của nghiên cứu là sự hướng đến vào thép SUS440C và việc ứng dụng phương pháp Taguchi cùng công cụ xử lý dữ liệu hiện đại dựa trên web front-end, khác biệt với các nghiên cứu trước đây thường hướng đến vào vật liệu khác hoặc sử dụng phương pháp xử lý truyền thống.

Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở chọn chế độ cắt tối ưu khi tiện thép SUS440C, giúp đạt chất lượng bề mặt mong muốn mà không cần thử - sai nhiều. Mô hình hồi quy và bộ thông số hiệu quả nhất hỗ trợ cải thiện gia công trong các ngành yêu cầu độ chính xác cao như dao cụ, ổ bi, thiết bị y tế - ứng dụng phổ biến của SUS440C.

Dù vậy, nghiên cứu sâu hơn cần xem xét thêm dung dịch làm mát, độ mòn dao theo thời gian và đặc tính bề mặt khác (như độ cứng vi mô) để toàn diện hơn.

6. KẾT LUẬN

Nội dung nghiên cứu đã xây dựng thành công mô hình toán học dựa trên hồi quy đa thức bậc hai mô tả mối quan hệ giữa các thông số chế độ cắt (V , F , t) và mức độ nhám bề mặt chi tiết (R_a).

Mô hình này minh chứng rằng sự phù hợp cao với dữ liệu quá trình thử nghiệm. Hệ số làm rõ (R^2) đạt 0,9697 (giải thích 96,97% sự biến thiên của R_a), R^2 điều chỉnh ở mức cao là 95,02% và sai số tiêu chuẩn ước lượng (S_e) ở mức thấp có giá trị là 0,0833. Phương trình hồi quy cụ thể là:

$$R_a = 0,5661 - 0,2098V + 0,1956F - 0,1775t + 0,0171VF + 0,0067Vt + 0,0075Ft + 0,3683V^2 + 0,1517F^2 + 0,2517t^2$$

Bộ thông số chế độ cắt điều kiện hiệu quả nhất trong phạm vi khảo sát để đạt được mức độ nhám bề mặt chi tiết nhỏ nhất ($R_a \approx 0,44 \mu\text{m}$) đã được làm rõ là: Vận tốc cắt $V = 125,5 \text{ m/phút}$, lượng chạy dao $F = 0,069 \text{ mm/vòng}$, và chiều sâu cắt $t = 0,76 \text{ mm}$.

Phân tích mức độ ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt cho thấy vận tốc cắt (V) chi phối nhất (42,68%), tiếp theo là chiều sâu cắt (t) (31,68%) và lượng chạy dao (F) (25,64%). Nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học và dữ liệu thực tiễn để tối ưu chế độ tiện CNC thép SUS440C, đạt chất lượng bề mặt mong muốn và nâng cao hiệu quả gia công.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Văn Khiêm (2017), *Phương pháp Taguchi và ứng dụng trong điều kiện hiệu quả nhất hóa chế độ cắt*, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, Số 4 năm 2017.
- [2]. NJ Rathod, MK Chopra, Prem Kumar Chaurasiya (2023), *Optimization of Tool Life, Surface Roughness and Production*

Time in CNC Turning Process Using Taguchi Method and ANOVA, Springer Nature, Volume 10, pages 1179-1197.

- [3]. Nguyễn Thanh Bình (2018), *Nghiên cứu làm rõ chế độ cắt điều kiện hiệu quả nhất theo hàm mục tiêu chất lượng bề mặt*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [4]. Ramu, I., Srinivas, P., & Vekatesh, K. (2018), *Taguchi based grey relational analysis for optimization of machining parameters of CNC turning steel 316*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 377, Article 012078.
- [5]. Zuperl, U and Cus, F., (2002), *Optimization of Cutting Conditions During Machining by Using Neural Networks*. International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, Dresden, Germany, pp. 1-11.
- [6]. <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/knowledge>
- [7]. <https://developer.mozilla.org/en-US/>

AUTHOR INFORMATION

Mac Van Giang

Corresponding author: macvngiang@gmail.com

Sao Do University.

THẺ 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 tòa 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 2 (94)
2026



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.