



Tạp chí

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

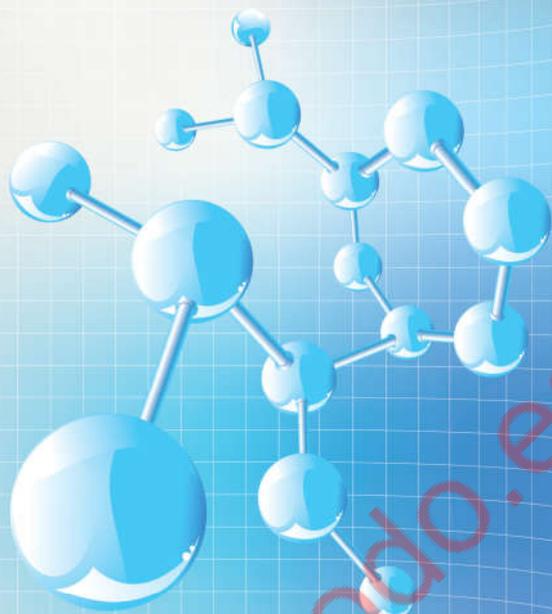
SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

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

SỐ 2 (81) 2023

TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

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



BỘ CÔNG THƯƠNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:

- Số 1: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- Số 2: Số 72, đường Nguyễn Thái Học, phường Thái Học, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- Điện thoại: (02220) 3882 269 Fax: (02220) 3882 921 Website: <http://saodo.edu.vn> Email: info@saodo.edu.vn

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

**Số 2 (81)
2023**



Tạp chí Sao Đỏ

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213; Fax: (0220) 3882 921; Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhn.saodo.edu.vn>/Email: tapchikhn@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 x 29,7cm, tại Công ty TNHH In Trẻ Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

THẺ LỆ GỬI BÀI

TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

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

Tổng Biên tập

TS. Đỗ Văn Đĩnh

Phó Tổng biên tập

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn

Thư ký Tòa soạn

TS. Ngô Hữu Mạnh

Hội đồng Biên tập

NGND.TS. Đinh Văn Nhung - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Quốc Cường

PGS.TS. Nguyễn Văn Liên

GS.TSKH. Trần Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Trần Văn Địch

GS.TS. Phạm Minh Tuấn

PGS.TS. Nguyễn Đoàn Ý

GS.TS. Đinh Văn Sơn

PGS.TS. Trần Thị Hà

PGS.TS. Trương Thị Thủy

TS. Vũ Quang Thập

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

TS. Bùi Văn Ngọc

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

TS. Nguyễn Văn Anh

Ban Biên tập

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Trưởng ban

ThS. Đào Thị Vân

Editor-in-Chief

Dr. Do Van Dinh

Vice Editor-in-Chief

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

Office Secretary

Dr. Ngo Huu Manh

Editorial Board

People's Teacher, Dr. Dinh Van Nhung - Chairman

Prof. Dr. Phạm Thị Ngọc Yến

Assoc. Prof. Dr. Trần Hoài Linh

Assoc. Prof. Dr. Nguyễn Quốc Cường

Assoc. Prof. Dr. Nguyễn Văn Liên

Prof. Dr. Sc. Trần Ngọc Hoàn

Prof. Dr. Sc. Bành Tiến Long

Prof. Dr. Trần Văn Địch

Prof. Dr. Phạm Minh Tuấn

Assoc. Prof. Dr. Nguyễn Đoàn Ý

Prof. Dr. Đinh Văn Sơn

Assoc. Prof. Dr. Trần Thị Hà

Assoc. Prof. Dr. Trương Thị Thủy

Dr. Vũ Quang Thập

Assoc. Prof. Dr. Nguyễn Thị Bất

Assoc. Prof. Dr. Đỗ Quang Kháng

Prof. Dr. Bùi Văn Ngọc

Assoc. Prof. Dr. Ngô Sỹ Lương

Assoc. Prof. Dr. Khuất Văn Ninh

Prof. Dr. Sc. Phạm Hoàng Hải

Assoc. Prof. Dr. Đoàn Ngọc Hải

Assoc. Prof. Dr. Nguyễn Ngọc Hà

Prof. Dr. Yu Ming Zhang

Dr. Nguyễn Văn Anh

Editorial

MSc. Đoàn Thị Thu Hằng - Head

MSc. Đào Thị Vân

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. Tập 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://tapchikhn.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 Phán biên 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 x 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, Tập chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỳ 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://tapchikhn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper. Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên <http://tapchikhn.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, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

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

Website: <http://tapchikhn.saodo.edu.vn>

Email: tapchikhn@saodo.edu.vn

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhn.saodo.edu.vn>/Email: tapchikhn@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 x 29,7cm, tại Công ty TNHH In Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

Tạp chí Nghiên cứu Khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ, Số 2 (81) 2023

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

- Ứng dụng các mô hình tính toán lượng tử phối hợp với thuật toán one - versus - all để xây dựng công cụ nhận dạng và phân loại 5 Trần Hoài Linh
- Ứng dụng xử lý ảnh và mô hình faster P-CNN trong hệ thống chẩn đoán lỗi chi tiết sản phẩm cơ khí 12 Đỗ Văn Đình
Phạm Văn Nam
Nguyễn Văn Thành
Nguyễn Huy Nam
Nguyễn Văn Dũng
- Ứng dụng học sâu trong phát hiện bệnh trên cây lúa sử dụng YOLOv5 19 Trịnh Công Đồng
Mạc Tuấn Anh
Giáp Đăng Khánh
Nguyễn Thanh Hùng
Nguyễn Trọng Các
Bùi Đăng Thành
- Nghiên cứu hiệu quả thay thế động cơ phòng nổ không đồng bộ 3 pha bằng động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu khởi động trực tiếp 24 Trần Hữu Phúc
Trần Thanh Tuyền
Trần Hữu Phan
Nguyễn Trọng Các

NGÀNH CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

- Phân lớp người dùng tiềm năng của hệ thống học trực tuyến vuihoc 29 Hoàng Thị Ngọc Diệp
Trần Duy Khánh
Phạm Huy Hoàng
Trần Đình Khang

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi gia công vật liệu hợp kim đồng - Crom (C18150) trên máy phay CNC cao tốc 37 Mạc Văn Giang
- Ứng dụng mô phỏng số kết hợp với công nghệ Synchronous trong thiết kế và tối ưu hóa cơ cấu Cam 44 Nguyễn Văn Hình
Mạc Văn Giang
- Nghiên cứu khí động học trên xe ô tô 50 Đỗ Tiến Quyết
Nguyễn Lương Căn
Lê Đức Thắng

Xác định thông số công nghệ may tối ưu cho đường may 301 trên quan điểm giảm thiểu độ trượt trên vải tơ tằm

55 Nguyễn Thị Hiền
Tạ Văn Hiến
Đỗ Thị Tàn

NGÀNH TOÁN HỌC

Tính chất toán tử tích chập của phép biến đổi Fourier cosine và Laplace

61 Nguyễn Kiều Hiền

NGÀNH KINH TẾ

Chính sách an sinh xã hội đối nông dân Việt Nam, kinh nghiệm từ Trung Quốc

67 Phạm Thị Hồng Hoa
Nguyễn Minh Tuấn

Giải pháp thúc đẩy thực hành ESG (Environmental - Social - Governance) tại doanh nghiệp

75 Nguyễn Thị Ngọc Mai
Trần Thị Hằng

Nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến thu nhập của người lao động tại các khu công nghiệp tỉnh Hải Dương

83 Nguyễn Thị Huệ

Thực trạng chuyển đổi số ngành ngân hàng tại Việt Nam

89 Lương Thị Hoa

LIÊN NGÀNH HÓA HỌC - CÔNG NGHỆ THỰC PHẨM

Tổng hợp, nghiên cứu tính chất quang học và độ bền của tế bào năng lượng mặt trời dựa trên vật liệu cluster và perovskite

96 Phạm Thị Điệp

NGÀNH GIÁO DỤC

Nâng cao chất lượng dạy học các học phần thực hành cho sinh viên khối ngành kỹ thuật tại Trường Đại học Sao Đỏ

104 Phạm Thị Hường
Nguyễn Thị Phương Oanh
Nguyễn Thị Hồng Nhung

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

Tư tưởng Hồ Chí Minh về sử dụng trí thức yêu nước của xã hội cũ phục vụ sự nghiệp kháng chiến, kiến quốc - sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam trong thời kỳ đổi mới đất nước

111 Phạm Văn Dự
Vũ Văn Chương

Vận dụng tư tưởng Hồ Chí Minh về văn hóa vào xây dựng lối sống văn hóa cho sinh viên Việt Nam hiện nay

117 Phùng Thị Lý

Sự vận dụng tư tưởng Hồ Chí Minh về giáo dục của Đảng trong đổi mới giáo dục đại học ở Việt Nam hiện nay

123 Nguyễn Thị Hải Hà

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

- Application of quantum computation models and one-versus-all approach to implement multi-class pattern recognition solutions 5 Tran Hoai Linh
- Application of image processing and faster R-CNN network model in error diagnosis system for mechanical product components 12 Do Van Dinh
Pham Van Nam
Nguyen Van Thanh
Nguyen Huy Nam
Nguyen Van Dung
- Using deep learning for rice leaf diseases detection using YOLOv5 19 Trinh Cong Dong
Mac Tuan Anh
Giap Dang Khanh
Nguyen Thanh Huong
Nguyen Trong Cac
Bui Dang Thanh
- Effectiveness research replacement of explosion – proof ventilation fan asynchronous motor 3 phase by line-start permanent magnet synchronous motor 24 Tran Huu Phuc
Tran Thanh Tuyen
Tran Huu Phan
Nguyen Trong Cac

TITLE FOR INFORMATION TECHNOLOGY

- Classify potential users of online learning system vuihoc 29 Hoang Thi Ngoc Diep
Tran Duy Khanh
Pham Huy Hoang
Tran Dinh Khang

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

- Study on the effect of cutting mode to rough surface when machining copper - chromium alloy materials (C18150) on high speed CNC milling machines 37 Mac Van Giang
- Application of digital simulation combined with Synchronous technology in designing and optimizing of the Cam mechanism 44 Nguyen Van Hinh
Mac Van Giang
- Study aerodynamics on the car 50 Do Tien Quyet
Nguyen Luong Can
Le Duc Thang
- Determination of optimal sewing technology parameters for seam 301 from the point of view of minimizing slip on silk fabrics 55 Nguyen Thi Hien
Ta Van Hien
Do Thi Tan

TITLE FOR MATHEMATICS

Convolution operator properties of the Fourier cosine transform and the Laplace 61 Nguyen Kieu Hien

TITLE FOR ECONOMICS

Social security policy for Vietnamese farmers, experience from China 67 Pham Thi Hong Hoa
Nguyen Minh Tuan

Solutions to promote ESG (Environmental - Social - Governance) practice at Enterprises 75 Nguyen Thi Ngoc Mai
Tran Thi Hang

Research on factors affecting the income of workers in industrial zones in Hai Duong province 83 Nguyen Thi Hue

The current situation of digital transformation of the banking industry in Vietnam 89 Luong Thi Hoa

TITLE FOR CHEMISTRY AND FOOD TECHNOLOGY

Synthesis and study of optical properties, durability of solar cells based on cluster and perovskite materials 96 Pham Thi Diep

TITLE FOR EDUCATION

Improving the quality of teaching and learning practical modules for engineering students at Sao Do University 104 Pham Thi Huong
Nguyen Thi Phuong Oanh
Nguyen Thi Hong Nhung

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

Ho Chi Minh's thought on using patriotic intellectuals of the old society to serve the cause of resistance war and national construction - the application of the Communist Party of Vietnam in the period of national renewal 111 Pham Van Du
Vu Van Chuong

Applying Ho Chi Minh's thought on culture to build a cultural lifestyle for Vietnamese students today 117 Phung Thi Ly

The application of Ho Chi Minh's thought on education by the Party in the reform of higher education in Vietnam today 123 Nguyen Thi Hai Ha

Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi gia công vật liệu hợp kim đồng - Crom (C18150) trên máy phay CNC cao tốc

Study on the effect of cutting mode to rough surface when machining copper - chromium alloy materials (C18150) on high speed CNC milling machines

Mạc Văn Giang

Tác giả liên hệ: macvngiang@gmail.com

Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 15/02/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 31/5/2023

Ngày chấp nhận đăng: 30/6/2023

Tóm tắt

Độ nhám bề mặt là một trong những yếu tố quyết định đến chất lượng sản phẩm cơ khí. Bài báo này nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi gia công vật liệu hợp kim đồng-Crom trên máy phay CNC cao tốc. Kết quả nghiên cứu cho thấy vận tốc cắt có mức độ ảnh hưởng lớn nhất đến độ nhám bề mặt, sau đó đến lượng chạy dao, tiếp đến là chiều sâu cắt và mức độ ảnh hưởng của bước dịch dao ngang tới độ nhám bề mặt là nhỏ nhất.

Từ khóa: Gia công; chế độ cắt; máy CNC; độ nhám bề mặt; số vòng quay; lượng chạy dao; chiều sâu cắt; bước dịch dao ngang; cao tốc; hồi quy trực giao.

Abstract

Surface roughness is one of the decisive factors for the quality of mechanical products. This paper studies the effect of cutting mode on surface roughness when machining copper-chromium alloy materials on high-speed CNC milling machines. The results show that the cutting speed has the greatest influence on the surface roughness, then on the feed amount, followed by the depth of cut and the degree of influence of the transverse feed on the surface roughness is the smallest.

Keywords: Outsourcing; cutting mode parameters; CNC machine; surface roughness; spindle speed; feed rate; axial depth; step over; high speed; orthogonal regression.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

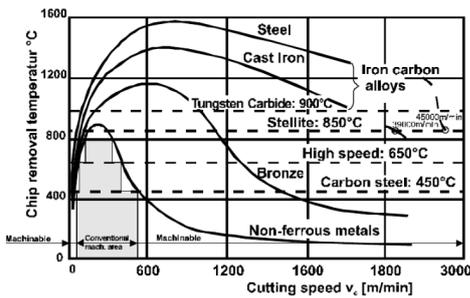
Hợp kim đồng đồng Crom (C18150) nhờ vào thành phần crom 1% và đặc biệt là Zirconium với hàm lượng 0,1% đã làm cho C18150 có tính chất nổi bật so với đồng nguyên chất và hợp kim đồng thông thường như Brông và Latông: Đạt độ cứng trung bình đến 100HB và vẫn đảm bảo tính dẻo dai (đồng nguyên chất có độ cứng khoảng 40HB), tính dẫn điện, dẫn nhiệt, khả năng chống oxi hóa, khả năng chống nóng chảy, tính chịu độ mài mòn và khả năng tạo hình trong biến dạng nguội tốt. Hợp kim C18150 được ứng dụng sản xuất nhiều như điện trở hàn, công tắc điện, thanh dẫn điện, trong lĩnh vực cơ khí C18150 được dùng để gia công bánh răng, trục vít - bánh vít, bạc lót, điện cực máy xung điện...

Hợp kim C18150 có nhược điểm là khả năng thoát và gãy phoi kém trong quá trình gia công, đặc biệt trong gia công bằng phương pháp mài do đó chi phí dung dịch trơn nguội tăng cao. Mặc khác dung dịch trơn nguội sau khi hết hạn sử dụng bị biến chất gây ra oxi hóa thiết bị gia công và tạo chất thải ra khi gia công ngày càng gây ô nhiễm môi trường. Do đó, xu hướng gia công khô ngày càng được sử dụng nhiều trong chế tạo cơ khí nói chung và phương pháp gia công phay CNC nói riêng. Để gia công khô đạt được độ nhám và độ cứng bề mặt của hợp kim C18150 trên máy phay CNC theo yêu cầu, đồng thời hạn chế chi phí dụng cụ cắt thì cần lựa chọn vật liệu dụng cụ cắt được phủ lớp Titan nhằm giảm ma sát giữa phoi và dụng cụ cắt, tạo điều kiện thoát phoi, hạn chế nhiệt phát sinh tại vùng cắt và tránh gây tác hại đối với bề mặt chi tiết gia công để đảm bảo độ nhám bề mặt và năng suất gia công cần sử dụng phương pháp chạy dao theo chế độ cao tốc.

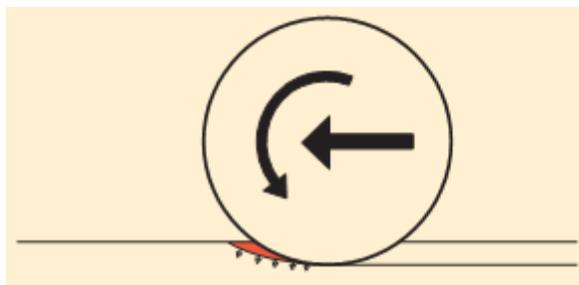
Người phản biện: 1. GS.TS. Trần Văn Địch
2. TS. Nguyễn Văn Hình

Theo [1], trong gia công cao tốc, tốc độ chạy dao rất nhanh (nhanh hơn cả tốc độ truyền nhiệt) nên nhiệt cắt

nhánh chóng được tản ra ngoài, phần lớn truyền vào phôi. Nhiệt ở vùng cắt nhỏ góp phần không làm biến dạng phôi, tăng tuổi bền của dụng cụ cắt.



Hình 1. Đường cong Salmon, thể hiện ảnh hưởng của vận tốc cắt lên nhiệt vùng cắt của các loại vật liệu khác nhau [1]



Hình 2. Sự truyền nhiệt trong gia công cao tốc [1]

- Theo [1], Với dao phay ngón liền khối phủ Titan thì vận tốc cắt: $V = 200\div 250\text{m/ph}$.

- Kết quả nghiên cứu của [1] cũng đã đưa ra công thức tính và chọn thông số chế độ cắt khi gia công vật liệu có độ cứng 100HB nói chung, trong đó:

+ Chiều sâu cắt.

$$t = (0,1\div 0,2) \cdot L_1 \text{ (mm)} \quad (1)$$

Trong đó: L_1 chiều dài phần cắt của dao.

+ Lượng chạy dao răng: $F_z = 0,02\div 0,2\text{mm/răng}$.

+ Bước dịch dao ngang.

$$a_g = (0,1\div 0,2) \cdot d \text{ (mm)} \quad (2)$$

Trong đó d : Đường kính của dao.

Theo [2] nhóm tác giả đã nghiên cứu tối ưu hóa chế độ cắt khi phay cao tốc vật liệu thép C45; trên cơ sở mô hình toán thực nghiệm với điều kiện công nghệ gia công cụ thể, ứng dụng kỹ thuật phân tích phương sai (ANOVA) đưa ra kết quả dự đoán đầu ra là độ nhám bề mặt. Ứng dụng thuật toán di truyền (GA) để giải kết quả đưa ra phương trình hồi quy thể hiện mối quan hệ giữa vận tốc cắt, lượng chạy dao và chiều sâu cắt tới độ nhám bề mặt theo phương trình hồi quy sau:

$$R_a = 0,1441 \cdot V^{0,3023} \cdot F_z^{0,3824} \cdot t^{0,0572} \quad (3)$$

Trong đó:

- Hàm mục tiêu là độ nhám bề mặt: R_a (μm);

- Vận tốc cắt: V (m/ph):

- Lượng chạy dao: F (mm/ph);

- Chiều sâu cắt: t (mm).

Nhóm tác giả đã chỉ rõ rằng với (3) thì $R_a = R_{amin}$ và kiểm thử đã được thực hiện trong quá trình thực tế gia công so với kết quả tính toán 8% và làm cơ sở cho nhà công nghệ chế tạo máy tra cứu tham khảo.

Tuy nhiên hiện nay chưa có công trình nào nghiên cứu về chế độ cắt khi gia công hợp kim đồng crom C18150 trên máy phay CNC cao tốc.

2. MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM

2.1. Thiết bị phục vụ thực nghiệm

- Máy phay CNC cao tốc Mikron Mill S500 có thông số cơ bản: Công suất động cơ trục chính 13,5kW, Số vòng quay trục chính tới 42.000v/ph, lượng chạy dao theo các trục tới 61m/ph.

- Máy đo độ nhám Mitutoyo SJ-201P.

- Các dụng cụ đo phục vụ quá trình gá đặt chi tiết gia công như: Đồng hồ xo Mitutoyo 1/100, thước đo cao Mitutoyo 1/100.

2.2. Dụng cụ cắt và phôi liệu

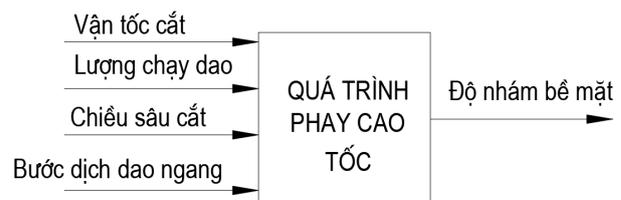
- Dụng cụ cắt: Trong thực nghiệm sử dụng 01 dao phay ngón liền khối phủ hợp kim Titan có $Z = 2$ me cắt của hãng Sandvik, đường kính $d = 4\text{mm}$, chiều dài dao $L = 50\text{mm}$, chiều dài phần cắt $L_1 = 6\text{mm}$.

- Phôi hợp kim đồng crom (C18150) đã gia công đạt kích thước $200 \times 110 \times 14$.

2.3. Xây dựng mô hình thực nghiệm

- Giới hạn hàm điều kiện: Do điều kiện nghiên cứu chưa đáp ứng được với các miền xác định của bài toán tương quan hồi quy vì trên máy phay CNC cao tốc có vận tốc cắt và lượng chạy dao rất lớn, động cơ được điều khiển vô cấp tốc độ lên quy luật biến thiên phức tạp do đó bỏ qua các yếu tố như rung động, mòn và uốn của dụng cụ cắt, tính cắt gọt của vật liệu dao và phôi, tính thích ứng của bộ phận công tác với chương trình điều khiển gia công, không sử dụng dung dịch tưới nguội.

- Sau khi giới hạn các điều kiện, tiến hành xây dựng được sơ đồ mô hình nghiên cứu như sau:



Hình 3. Sơ đồ hóa mô hình nghiên cứu

2.4. Lựa chọn đặc điểm điều khiển chạy dao

Sử dụng phương pháp chạy dao cao tốc (High Speed Machining-HSM) với kiểu chạy dao theo tương thích

bề mặt 3D Adapter, chế độ cắt không đổi tại mỗi vị trí gia công thực nghiệm để duy trì sự ổn định khi xét ảnh hưởng của thông số đầu vào với hàm mục tiêu (Hình 3).

3. NỘI DUNG THỰC NGHIỆM

3.1. Phương pháp thực nghiệm

Sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm trực giao cấp II, đa yếu tố. Hàm mục tiêu là độ nhám bề mặt có mối quan hệ với các thông số chế độ cắt:

$$R_a = (V, F, t, a_e) \quad (4)$$

Trong đó:

- Hàm mục tiêu là độ nhám bề mặt: R_a (μm);
- Vận tốc cắt: V (m/ph);
- Lượng chạy dao: F (mm/ph);
- Chiều sâu cắt: t (mm);
- Lượng dịch dao ngang: a_e (mm)

Thông qua phương trình hồi quy bậc II được xác định theo phương pháp tối ưu bề mặt đáp ứng và thiết kế thực nghiệm Box-Behnken.

3.2. Thực nghiệm đa yếu tố

- Điều kiện biên của thông số thực nghiệm.

+ Vận tốc cắt và số vòng quay trục chính.

$$V = 200 \div 250 \text{ m/ph}$$

Theo [3], số vòng quay của trục chính tương ứng với $d = 4\text{mm}$ được tính như sau:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \quad (5)$$

Thay $V = 1.000 \div 2.000 \text{ m/ph}$ vào (5) được:

$$n = 15.924 \div 19.904 \text{ vg/ph}$$

+ Lượng chạy dao: Theo [3], lượng chạy dao được xác định theo công thức sau:

$$F = Z \cdot F_z \cdot n = 2 \cdot F_z \cdot n \quad (6)$$

Thay giá trị số vòng quay $n = 15.924 \div 19.904 \text{ vg/ph}$ và lượng chạy dao răng $F_z = 0,02 \div 0,2 \text{ mm/răng}$ vào (6) được:

$$F = 637 \div 7.962 \text{ mm/ph}$$

+ Chiều sâu cắt, theo (1):

$$t = (0,1 \div 0,2) \cdot 6 = 0,6 \div 1,2 \text{ mm}$$

+ Bước dịch dao ngang: thay $d = 4\text{mm}$ vào (2) được:

$$a_e = 0,4 \div 0,8 \text{ mm}$$

Thực tế việc đo vận tốc cắt phức tạp hơn so với tính toán gián tiếp thông qua (5) lên thay biến V bằng n trong (4) được:

$$R_a = (n, F, t, a_e) \quad (7)$$

$$\text{Đặt: } Y = R_a; X_1 = n; X_2 = F; X_3 = t; X_4 = a_e$$

Viết lại phương trình (7) được (8):

$$Y = R_a = (X_1, X_2, X_3, X_4) = (n, F, t, a_e) \quad (8)$$

- Đặt các giá trị biến số đầu vào (Bảng 1):

Bảng 1. Biến số đầu vào

$X_{1\text{max}} = 19.904$	$X_{1\text{min}} = 15.924$	$X_{1\text{tb}} = 17.914$
$X_{2\text{max}} = 7.962$	$X_{2\text{min}} = 637$	$X_{2\text{tb}} = 4.299$
$X_{3\text{max}} = 1,2$	$X_{3\text{min}} = 0,6$	$X_{3\text{tb}} = 0,9$
$X_{4\text{max}} = 0,8$	$X_{4\text{min}} = 0,4$	$X_{4\text{tb}} = 0,6$

- Mã hóa giá trị biến đầu vào:

Bảng 2. Mã hóa biến đầu vào

$X_{1\text{max}} = +1$	$X_{1\text{min}} = -1$	$X_{1\text{tb}} = 0$
$X_{2\text{max}} = +1$	$X_{2\text{min}} = -1$	$X_{2\text{tb}} = 0$
$X_{3\text{max}} = +1$	$X_{3\text{min}} = -1$	$X_{3\text{tb}} = 0$
$X_{4\text{max}} = +1$	$X_{4\text{min}} = -1$	$X_{4\text{tb}} = 0$

- Tính toán số lần thực nghiệm:

Theo [4], tổng số thí nghiệm cần thực hiện:

$$N = 2^k + N_\alpha + N_0 \quad (9)$$

Phương án quy hoạch thực nghiệm trực giao cấp II được dùng để xác định giá trị tối ưu của hàm mục tiêu với số lượng yếu tố công nghệ $k = 4$.

Số thí nghiệm ở phương án trực giao toàn phần là: $2^k = 16$.

Số thí nghiệm thực hiện ở điểm sao (*): $N_\alpha = 2 \cdot k = 8$.

Số thí nghiệm thực hiện tại tâm: $N_0 = k = 4$.

Thay các giá trị của biểu thức ở trên vào (9) được tổng số thí nghiệm cần thực hiện là $N = 28$.

Theo [5]:

- Dạng tổng quát phương trình hồi quy cấp II:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i X_i + \sum_{i,j=1}^k b_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} X_i^2 \quad (10)$$

Trong đó:

Y : Hàm mục tiêu là độ nhám bề mặt và năng suất;

b_0 : Hệ số hồi quy bậc 0;

b_j : Hệ số hồi quy bậc 1 mô tả ảnh hưởng của 1 thông số chế độ cắt đến hàm mục tiêu

$b_{i,j}$: Hệ số hồi quy mô tả ảnh hưởng đồng thời của 2 thông số chế độ cắt tới hàm mục tiêu

b_{ii} : Hệ số hồi quy bậc 2 mô tả ảnh hưởng của 1 thông số chế độ cắt tới hàm mục tiêu

$X_{i,j}$: Biến mã hóa ảnh hưởng của thông số chế độ cắt tới hàm mục tiêu

- Khai triển phương trình (10), được phương trình hồi quy dạng chính tắc (11):

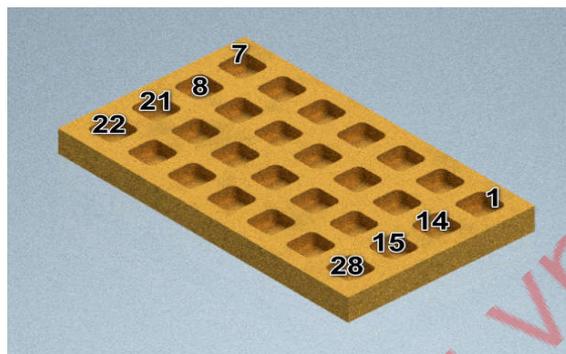
$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{14}X_1X_4 + b_{23}X_2X_3 + b_{24}X_2X_4 + b_{34}X_3X_4 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{44}X_4^2 \quad (11)$$

Các mức thông số chế độ cắt (mức cơ sở, mức trên, mức dưới), được thể hiện ở Bảng 3.

Bảng 3. Mức các yếu tố thực nghiệm trực giao cấp II

Các mức	Các yếu tố ảnh hưởng			
	N vg/ph	F mm/ph	t mm	a _e mm
Mức trên (+1)	19.904	7.962	1,2	0,8
Mức cơ sở (0)	17.914	4.299	0,9	0,6
Mức dưới (-1)	15.924	637	0,6	0,4

Sau khi mã hóa và tiến hành thực nghiệm gia công cao tốc trên máy phay CNC tại 28 vị trí.



Hình 4. Các vị trí gia công thực nghiệm

Đo kiểm tra độ nhám của mặt đáy và thành bên tại các vị trí gia công, xác định giá trị độ nhám trung bình tại 28 vị trí thực nghiệm. Kết quả đo độ nhám R_a (μm) được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4. Ma trận thực nghiệm trực giao cấp II

Vị trí thực nghiệm	N	Biến mã hóa				Biến thực				R _a (μm)
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	n(vg/ph)	F(mm/ph)	t(mm)	a _e (mm)	
1	2 ^k	+1	+1	+1	+1	19.904	7.962	1,2	0,8	0,41
2		+1	+1	+1	-1	19.904	7.962	1,2	0,4	0,46
3		+1	+1	-1	+1	19.904	7.962	0,6	0,8	0,49
4		+1	+1	-1	-1	19.904	7.962	0,6	0,4	0,54
5		+1	-1	+1	+1	19.904	637	1,2	0,8	0,12
6		+1	-1	+1	-1	19.904	637	1,2	0,4	0,15
7		+1	-1	-1	+1	19.904	637	0,6	0,8	0,21
8		+1	-1	-1	-1	19.904	637	0,6	0,4	0,25
9		-1	+1	+1	+1	15.924	7.962	1,2	0,8	0,72
10		-1	+1	+1	-1	15.924	7.962	1,2	0,4	1,07
11		-1	+1	-1	+1	15.924	7.962	0,6	0,8	1,11
12		-1	+1	-1	-1	15.924	7.962	0,6	0,4	1,15
13		-1	-1	+1	+1	15.924	637	1,2	0,8	0,73
14		-1	-1	+1	-1	15.924	637	1,2	0,4	0,99
15		-1	-1	-1	+1	15.924	637	0,6	0,8	1,05
16		-1	-1	-1	-1	15.924	637	0,6	0,4	1,13
17	N _α	-1	0	0	0	15.924	4.299	0,9	0,6	2,31
18		+1	0	0	0	19.904	4299	0,9	0,6	1,47
19		0	-1	0	0	17.914	637	0,9	0,6	1,42
20		0	+1	0	0	17.914	7.962	0,9	0,6	1,74
21		0	0	-1	0	17.914	4.299	0,6	0,6	1,89
22		0	0	+1	0	17.914	4.299	1,2	0,6	1,81
23		0	0	0	-1	17.914	4.299	0,9	0,4	2,03
24		0	0	0	+1	17.914	4.299	0,9	0,8	2,20
25	N ₀	0	0	0	0	17.914	4.299	0,9	0,6	2,22
26		0	0	0	0	17.914	4.299	0,9	0,6	2,21
27		0	0	0	0	17.914	4.299	0,9	0,6	2,19
28		0	0	0	0	17.914	4.299	0,9	0,6	2,18

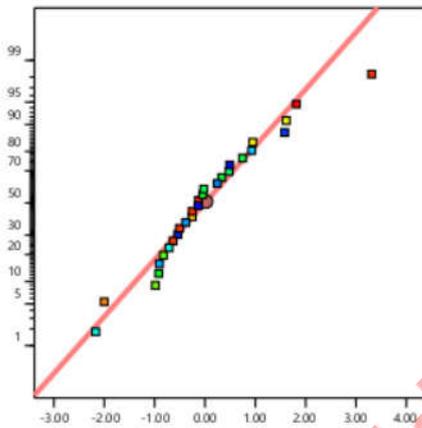
Các số liệu được xử lý bằng phần mềm và phần mềm Design Expert nhằm phân tích các hệ số của phương trình hồi quy cấp II, bề mặt đáp ứng và tối ưu hàm hồi quy. Kiểm tra sự có nghĩa của các hệ theo chuẩn Student và sự tương thích của phương trình hồi quy so với thực nghiệm theo tiêu chuẩn Fisher [6] là $R^2 = 96,97\%$.

Std. Dev.	0.0825	R^2	0.9941
Mean	1.22	Adjusted R^2	0.9877
C.V. %	6.74	Predicted R^2	0.9697
		Adeq Precision	35.3524

The Predicted R^2 of 0.9697 is in reasonable agreement with the Adjusted R^2 of 0.9877; i.e. the difference is less than 0.2.

Adeq Precision measures the signal to noise ratio. A ratio greater than 4 is desirable. Your ratio of 35.352 indicates an adequate signal. This model can be used to navigate the design

Hình 5. Kết quả phân tích tính tương thích của mô hình hồi quy



Hình 6. Đồ thị phân bố sai lệch chuẩn

Nhám bề mặt	=
-27.08080	
+0.002943	* Số vòng quay trục chính
+0.000301	* Lượng chạy dao
+6.96276	* Chiều sâu cắt
-2.76210	* Bước dịch dao ngang
+8.74699E-09	* Số vòng quay trục chính * Lượng chạy dao
+0.000061	* Số vòng quay trục chính * Chiều sâu cắt
+0.000088	* Số vòng quay trục chính * Bước dịch dao ngang
+1.13710E-06	* Lượng chạy dao * Chiều sâu cắt
-6.82886E-06	* Lượng chạy dao * Bước dịch dao ngang
-0.500000	* Chiều sâu cắt * Bước dịch dao ngang
-9.09983E-08	* Số vòng quay trục chính ²
-4.99761E-08	* Lượng chạy dao ²
-4.44847	* Chiều sâu cắt ²
-3.38406	* Bước dịch dao ngang ²

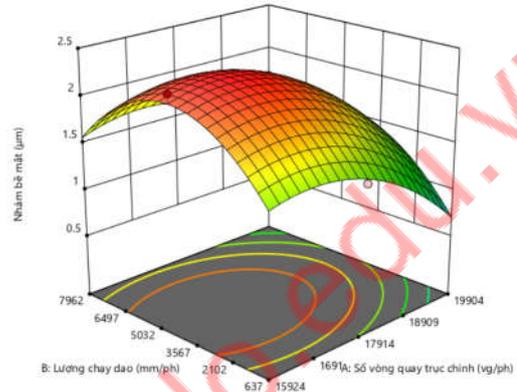
Hình 7. Hệ số hồi quy thực nghiệm

Từ kết quả phân tích ở trên, đánh giá mô hình thực nghiệm là phù hợp. Kết quả tính toán hệ số hồi quy (Hình 7).

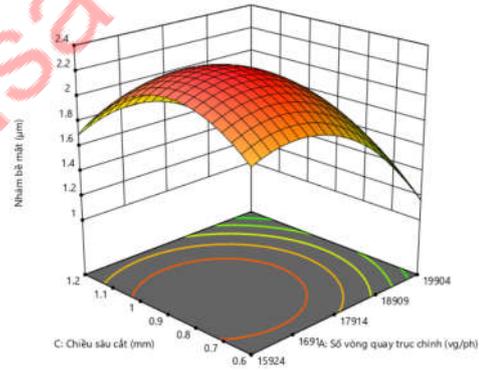
Thay các hệ số hồi quy (7) và biến thực vào phương trình (11) được phương trình hồi quy đánh giá ảnh hưởng của số vòng quay trục chính, lượng chạy dao, chiều sâu cắt và bước dịch dao ngang tới độ nhám bề mặt (12).

$$R_a = -27,08080 + 0,002943.n + 0,000301.F + 6,96276.t + 2,76210.a_e + 8,74699.E^{-9}.n.F + 61.E^{-6}.n.t + 88.E^{-6}.n.a_e + 1,13710.E^{-6}.F.t - 6,82886.E^{-6}.F.a_e - 0,5.t.a_e - 9,09983.E^{-8}.n^2 - 4,99761.E^{-8}.F^2 - 4,44847.t^2 - 3,38406.a_e^2 \quad (12)$$

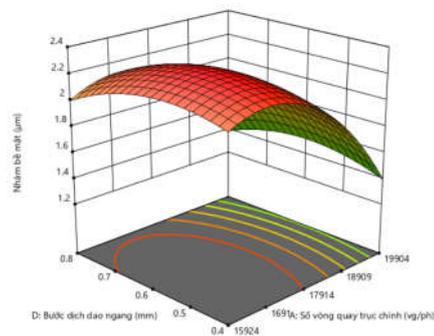
Từ Hình 8 đến Hình 13 biểu diễn mối quan hệ giữa các yếu tố của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt gia công.



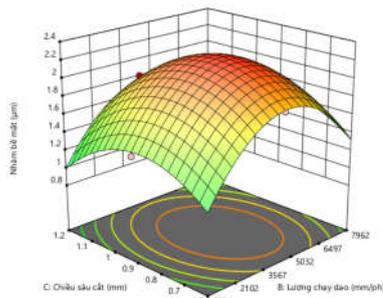
Hình 8. Bề mặt đáp ứng biểu diễn quan hệ giữa số vòng quay trục chính và lượng chạy dao tới độ nhám bề mặt gia công



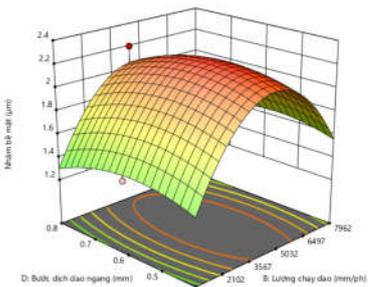
Hình 9. Bề mặt đáp ứng biểu diễn quan hệ giữa số vòng quay trục chính và chiều sâu cắt tới độ nhám bề mặt gia công



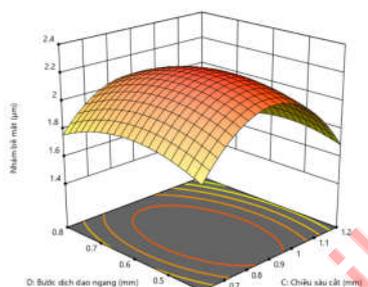
Hình 10. Bề mặt đáp ứng biểu diễn quan hệ giữa số vòng quay trục chính và bước dịch dao ngang tới độ nhám bề mặt gia công



Hình 11. Bề mặt đáp ứng biểu diễn quan hệ giữa lượng chạy dao và chiều sâu cắt tới độ nhám bề mặt gia công

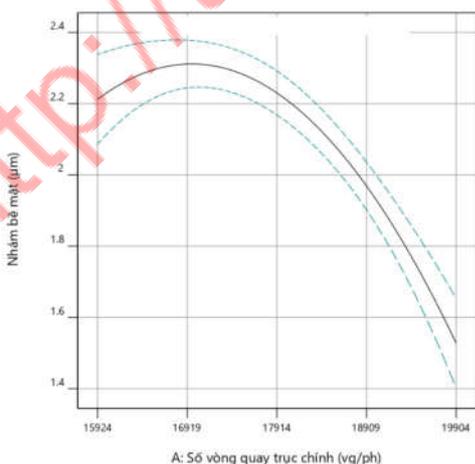


Hình 12. Bề mặt đáp ứng biểu diễn quan hệ giữa lượng chạy dao và bước dịch dao ngang tới độ nhám bề mặt gia công



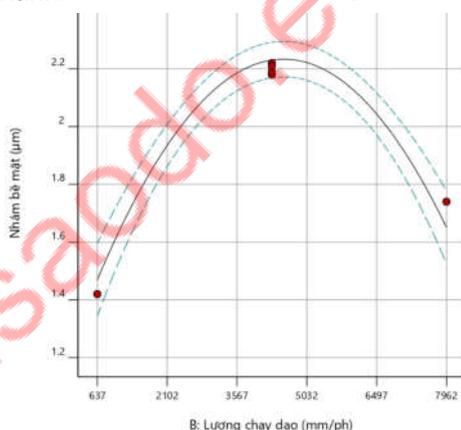
Hình 13. Bề mặt đáp ứng biểu diễn quan hệ giữa chiều sâu cắt và bước dịch dao ngang tới độ nhám bề mặt gia công

Từ các bề mặt đáp ứng trên xác định được đồ thị đánh giá ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt tới hàm mục tiêu.



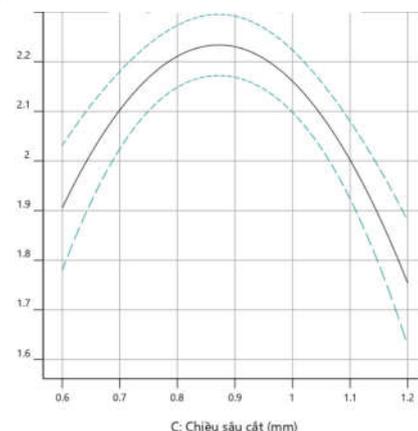
Hình 14. Đồ thị đánh giá ảnh hưởng của số vòng quay trục chính tới độ nhám bề mặt gia công

Nhận xét: Phôi trong gia công cao tốc có tiết diện mỏng do bước dịch dao ngang nhỏ, mặt khác trong gia công cao tốc lượng nhiệt chủ yếu được truyền vào phoi gây ra biến dạng nhiệt, làm mềm, loãng phoi, chống lẹo dao và tạo điều kiện để thoát phoi. Trên Hình 14 khi số vòng quay trục chính tăng từ 15.924vg/ph đến 16.919vg/ph thì độ nhám tăng từ khoảng 2,08 μm đến khoảng 2,27 μm , nguyên nhân dù số vòng quay trục chính tăng nhưng số vòng quay chưa đủ lớn để sinh ra nhiệt truyền vào phoi, một phần phoi lúc này tiếp xúc với bề mặt đã gia công làm tăng độ nhám. Tiếp tục tăng số vòng quay vượt giá trị 16.919vg/ph lên đến 19.904vg/ph thì nhiệt độ trong phoi lúc này tăng lên vượt qua độ bền nhiệt của vật liệu lên quá trình thoát phoi được dễ dàng, mặt khác lúc này tần số làm việc của 1 răng trên dụng cụ cắt tăng lên làm cho độ nhám giảm nhanh.



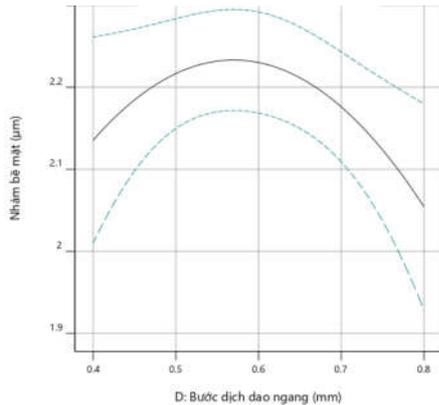
Hình 15. Đồ thị đánh giá ảnh hưởng của lượng chạy dao tới độ nhám bề mặt gia công

Nhận xét: Trong gia công cao tốc tần số làm việc của 1 răng dao lớn nếu như bước tiến nhỏ thì thời gian thoát khỏi vùng đã gia công lớn do đó răng dao tiếp xúc với vùng đã gia công do rung động của hệ thống công nghệ, do bột phoi tiếp xúc làm cho độ nhám tăng nhanh, ngược lại khi giá trị bước tiến vượt qua khoảng 4000mm/ph thì độ nhám giảm nhanh, ngoài các yếu tố như trình bày ở trên thì một phần do lượng nhiệt vào phoi lớn lên và làm quá trình thoát phoi được thuận lợi hơn.



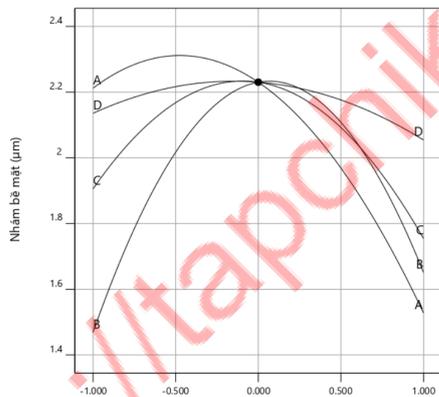
Hình 16. Đồ thị đánh giá ảnh hưởng của chiều sâu cắt tới độ nhám bề mặt gia công

Nhận xét: Khi chiều sâu cắt chưa đủ lớn thì lực cắt còn nhỏ dẫn tới nhiệt trên phoi nhỏ, do vật liệu gia công là hợp kim đồng crom lên lúc này phoi có tính dẻo lên quá trình thoát phoi khó khăn, gây trà sát lên bề mặt gia công làm độ nhám tăng lên, thậm chí nếu chiều sâu cắt quá nhỏ thì kim loại không tách thành phoi mà bề mặt gia công bị biến dạng dẻo cũng làm độ nhám tăng lên. Ngược lại khi chiều sâu cắt lớn hơn khoảng 0,87mm thì lực cắt tăng mạnh sinh ra nhiệt trên phoi lớn làm cho quá trình bóc tách phoi được dễ dàng làm giảm độ nhám bề mặt gia công



Hình 17. Đồ thị đánh giá ảnh hưởng của bước tiến dao tới độ nhám bề mặt gia công

Nhận xét: Cách giải thích tương tự như chiều sâu cắt khi bước dịch dao ngang còn nhỏ thì độ nhám cao, khi bước dịch dao ngang vượt qua giá trị khoảng 0,55mm thì độ nhám giảm nhanh.



Hình 18. Đồ thị tương quan ảnh hưởng của số vòng quay động cơ (A), lượng chạy dao (F), chiều sâu cắt (t) và bước dịch dao ngang (D) tới độ nhám bề mặt gia công

Căn cứ vào độ dốc của các đường (A), (B), (C), (D) biểu diễn cho 4 yếu tố thực nghiệm thì vận tốc cắt có ảnh hưởng lớn nhất tới độ nhám bề mặt của chi tiết gia công, sau đó đến lượng chạy dao, tiếp đến là chiều sâu cắt và mức độ ảnh hưởng tới độ nhám của bề mặt gia công của bước dịch dao ngang là nhỏ nhất.

4. KẾT LUẬN

- Kết quả nghiên cứu cho thấy vận tốc cắt có ảnh hưởng lớn nhất tới độ nhám bề mặt của chi tiết gia công, sau đó đến lượng chạy dao, tiếp đến là chiều sâu cắt và mức độ ảnh hưởng tới độ nhám của bề mặt gia công của bước dịch dao ngang là nhỏ nhất.

- Xây dựng được phương trình hồi quy bậc II (phương trình 12) và các đồ thị để từ đó phân tích được ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt tới độ nhám bề mặt chi tiết.

- Kết quả nghiên cứu này có thể làm tham khảo để tính chọn chế độ cắt cho phù hợp với độ nhám yêu cầu của chi tiết khi phay cao tốc hợp kim đồng-Crom (C18150) trên máy phay CNC cao tốc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Pasko, R.-Przybylski, L.&Slodki, B (2002), *High speed machining (hsm)-The effective way of modern cutting*, International Workshop CA Systems and Technologies, Vol. 37, No.2, pp. 72-79.
- [2]. Hoàng Tiến Dũng, Nguyễn Hoài Sơn (2018), *Tối ưu hóa chế độ cắt khi phay cao tốc vật liệu thép C45 sử dụng dao phay ngón liền khối*, Tạp chí Cơ khí Việt Nam số 6, trang 68-75.
- [3]. Nguyễn Ngọc Đào, Trần Thế San và Hồ Viết Bình (2002), *Chế độ cắt gia công cơ khí*, NXB Đà Nẵng.
- [4]. Nguyễn Minh Tuyền (2005), *Quy hoạch thực nghiệm*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [5]. Nguyễn Doãn Ý (2009), *Xử lý số liệu thực nghiệm trong kỹ thuật*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [6]. Montgomery, Douglas C (2013), *Design and Analysis of Experiments*, Arizona State University.

AUTHOR INFORMATION

Mac Van Giang

Corresponding Author: macvgiang@gmail.com

Sao Do University.