



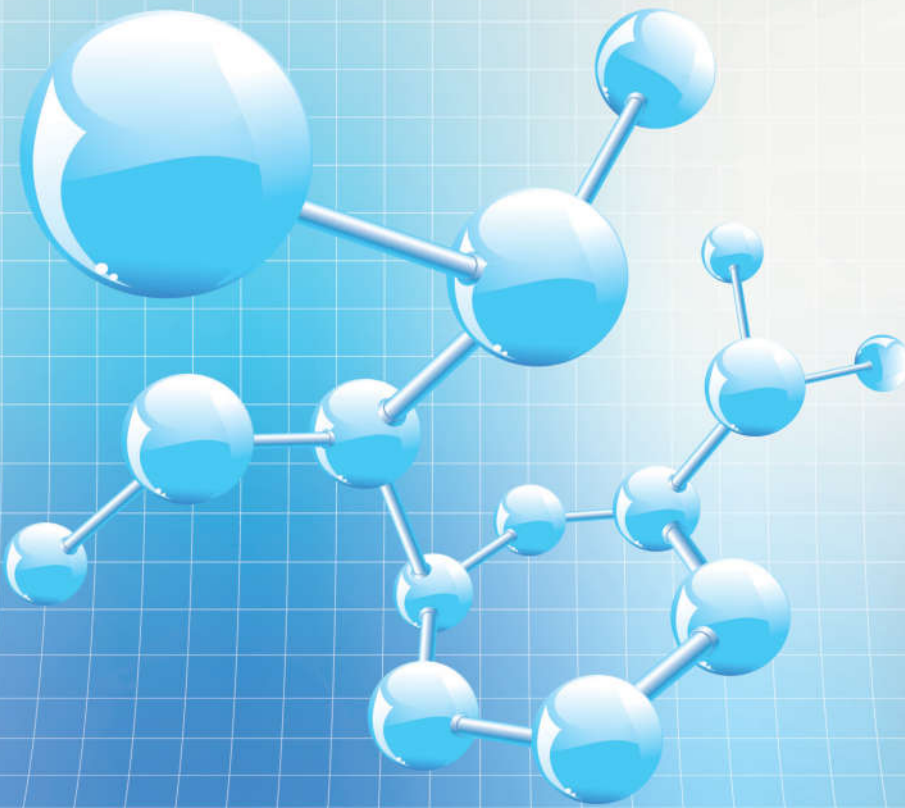
Tap chí

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

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



Số 4 (87)

2024

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. Nguyễn Thị Bất

Prof.Dr. Do Quang Kháng

Assoc.Prof.Dr. Ngô Sỹ Lương

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Phạm Hoàng Hai

Assoc.Prof.Dr. Đoàn Ngọc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyễn Ngọc Hà

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Prof.Dr. Nguyễn Văn 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, 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://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

- Mô hình học sâu cho phát hiện bệnh trên cây lúa ở Việt Nam sử dụng YOLOv10 5 Hàn Hồng Hạnh
Cần Vũ Sơn Hà
Trần Văn Kiên
Đỗ Lê Trà My
Trịnh Công Đồng
Võ Đức Nhân
Ngô Phương Thủy
Bùi Đăng Thành
- Nghiên cứu, thiết kế, xây dựng hệ thống mạng cảm biến không dây để giám sát trạng thái hoạt động của máy bơm tại nhà máy chế biến khoáng sản ở Việt Nam 12 Phạm Văn Nam
Triệu Tuấn Anh
Vương Anh Đức
Đỗ Văn Đình
- Thiết kế hệ thống giám sát xâm nhập mặn ứng dụng công nghệ IoT 18 Nguyễn Thị Nhật Quỳnh
Phạm Minh Tiến
Nguyễn Trung Nam
Trần Ngọc Tạo
Nguyễn Văn Thái
Nguyễn Trọng Các
- Nghiên cứu tổng quan vật liệu silicon trong ngành thiết bị bán dẫn 25 Châu Thanh Phương

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- Sự thay đổi đặc tính khi thử nghiệm độ bền kéo trong mặt phẳng của vật liệu kép 30 Phạm Văn Trọng
Phùng Đức Hải Anh
Cao Huy Giáp
Đỗ Tiến Quyết
- Nghiên cứu tối ưu hóa cấu trúc chi tiết máy theo phương pháp thiết kế sinh học 36 Mạc Văn Giang
Tạ Hồng Phong
Mạc Thị Nguyên
Trịnh Văn Cường
- Mô phỏng ứng suất và biến dạng khi làm việc của sàng rung 44 Trần Văn Dũng
Ngô Hữu Mạnh
Trần Hải Đăng
Vũ Văn Tấn
Mạc Văn Giang
- Nghiên cứu ảnh hưởng của một số nhân tố đến lực cắt và dao động khi phay thô thép SKD11 sử dụng mảnh cắt hình tròn 50 Nguyễn Thị Liễu

NGÀNH KINH TẾ

- Kiểm soát giá nhằm giảm tác động kép từ bão Yagi và dịp Tết Nguyên đán tại tỉnh Hải Dương 57 Ngô Thị Luyện
- Các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định mua hàng đối với sản phẩm bánh trung thu của khách hàng tại Hà Nội 63 Nguyễn Thị Ngọc Mai
Lê Thị Huyền
- Chính sách hỗ trợ doanh nghiệp nhỏ và vừa tại tỉnh Hải Dương 69 Phạm Thị Hồng Hoa
Nguyễn Minh Tuấn
- Thu hút vốn đầu tư vào tỉnh Hải Dương và triển vọng những năm tiếp theo 76 Lương Thị Hoa

NGÀNH TOÁN HỌC

- Sự không tồn tại nghiệm của một lớp hệ phương trình gradient elliptic suy biến 82 Nguyễn Thị Diệp Huyền

NGÀNH HÓA HỌC - THỰC PHẨM

- Ảnh hưởng của các chất keo Carboxymethyl xellulose, Xanthan gum, Alginate natri đến độ bền phân tán của nha đam (*Aloe vera*) trong nước giải khát sắn dây 86 Bùi Văn Tú

NGÀNH KHOA HỌC GIÁO DỤC

- Tăng cường đào tạo kỹ năng số cho lực lượng lao động tại Việt Nam 93 Vũ Thị Thanh Thủy
- Phát triển du lịch gắn với phát triển văn hóa ở tỉnh Hải Dương 100 Trần Hoàng Yến
Đặng Thị Thanh

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

- Lý luận về hàng hóa sức lao động của C. Mác và giá trị trong phát triển thị trường lao động thời kỳ Cách mạng công nghiệp 4.0 ở nước ta 106 Vũ Văn Đông
- Giải quyết việc làm cho lao động nông thôn ở Hải Dương hiện nay 113 Nguyễn Thị Kim Nguyên
- Quan điểm chỉ đạo của Đảng cộng sản Việt Nam về việc đẩy mạnh chuyển đổi số trong quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước 118 Phạm Văn Dự
- Lý luận của chủ nghĩa Mác-Lênin về giải phóng phụ nữ và sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam 125 Trần Thị Hồng Nhung
Vũ Văn Đông

Nghiên cứu ảnh hưởng của một số nhân tố đến lực cắt và dao động khi phay thô thép SKD11 sử dụng mảnh cắt hình tròn

Research the effects of factors on cutting force and vibration when rough milling SKD11 steel use circular cutting piece

Nguyễn Thị Liễu

Tác giả liên hệ: utlieu84@gmail.com

Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 26/9/2024

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 28/11/2024

Ngày chấp nhận đăng: 29/11/2024

Tóm tắt

Nghiên cứu về lực và dao động trong quá trình gia công được thực hiện nhằm tối ưu hóa các thông số công nghệ trong quá trình cắt. Ngoài ra, việc nghiên cứu để giảm dao động, giảm lực cắt sẽ góp phần nâng cao chất lượng bề mặt gia công [1]. Xây dựng mô hình lực cắt và dao động phụ thuộc vào các thông số công nghệ khi phay với điều kiện gia công cụ thể thường gặp trong sản xuất. Từ đó, có thể đánh giá ảnh hưởng của từng yếu tố công nghệ đến lực cắt và dao động, qua đó cho ta khả năng xác định các kiểu kiện thực hiện tối ưu hóa khi phay và điều khiển quá trình phay nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của quá trình gia công.

Từ khóa: Lực cắt trong quá trình gia công; dao động trong quá trình gia công; chế độ cắt.

Abstract

Research on force and vibration during machining is carried out to optimize technological parameters during cutting. In addition, research to reduce vibration and cutting force will contribute to improving the quality of machined surface [1]. Building a cutting force and vibration model depends on technological parameters when milling with specific machining conditions commonly encountered in production. From there, it is possible to evaluate the influence of each technological factor on cutting force and vibration, thereby giving us the ability to determine the conditions for optimizing milling and controlling the milling process to improve the economic and technical efficiency of the machining process.

Keywords: Cutting force during machining; vibration during machining; cutting mode.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lực cắt và dao động trong quá trình phay có thể được dự đoán bằng nhiều phương pháp khác nhau. Trong đó có thể phân loại theo hai phương pháp chính là phương pháp mô hình hóa lý thuyết và phương pháp mô hình hóa theo quy hoạch thực nghiệm. Có rất nhiều các nghiên cứu đã được thực hiện theo hai phương pháp này.

Để có kết quả đánh giá cụ thể hơn về lực cắt về dao động trong quá trình phay mặt phẳng, tác giả nghiên cứu ảnh hưởng của một số nhân tố đến lực cắt và dao động khi phay thô thép SKD11 sử dụng mảnh cắt hình tròn.

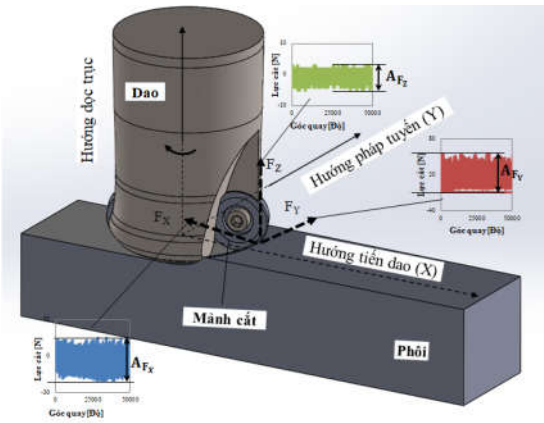
Nghiên cứu bằng thực nghiệm dựa trên cơ sở lý thuyết quy hoạch thực nghiệm. Xây dựng hệ thống thí nghiệm ổn định, có sử dụng các thiết bị đo hiện đại, kết nối với hệ thống máy tính để có thể tự động hóa thu thập số liệu và lưu trữ kết quả, tạo điều kiện cho quá trình xử lý số liệu bằng các phần mềm tiện ích nhằm đạt được độ chính xác và độ tin cậy cao.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

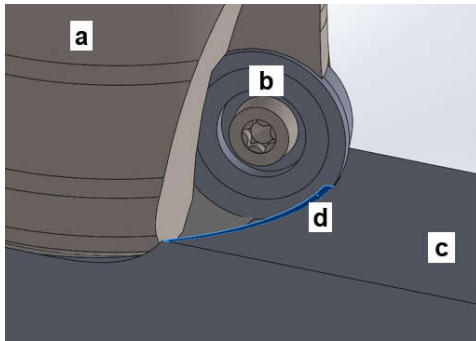
2.1. Mô hình hình học quá trình gia công

Mô hình quá trình phay bằng dao phay gán mảnh cắt hình tròn được mô tả trong Hình 1. Trong quá trình cắt bằng sự tương tác giữa phôi và các cạnh cắt thì phoi được hình thành và được mô tả trong Hình 2. Lực cắt và dao động sẽ được hình thành theo ba phương khác nhau: Phương tiến dao (phương X), phương vuông góc với phương tiến dao (phương Y) và phương dọc trục (phương Z).

Người phản biện: 1. PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh
2. GS.TS. Trần Văn Địch



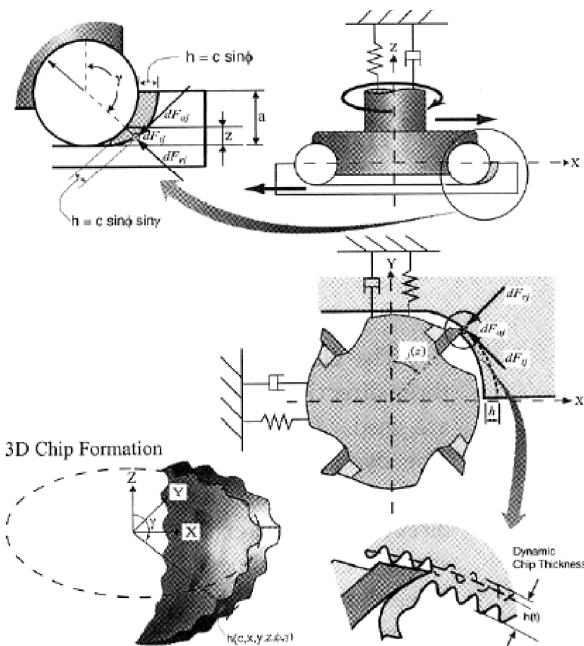
Hình 1. Mô hình quá trình phay



Hình 2. Mô hình quá trình hình thành phoi
a. Dao; b. Mảnh cắt; c. Phôi; d. Phoi

2.2. Lực cắt trong quá trình gia công

Các lực cắt có thể kích thích các chế độ rung theo cả ba hướng, do đó dẫn đến sự biến đổi của phôi cắt theo hướng trục X, trục Y và trục chính Z, gây ra các chuyển động động x, y, z tương ứng được mô tả trong Hình 3.



Hình 3. Dao phay mặt đầu gắn mảnh cắt [2]

Và tổng hợp các lực cắt được đóng góp bởi tất cả các mảnh cắt, tổng lực cắt tác dụng lên dao cắt được tính theo các công thức (1).

$$\begin{cases} F_x = \sum_{j=0}^{N-1} F_{x,j} \\ F_y = \sum_{j=0}^{N-1} F_{y,j} \\ F_z = \sum_{j=0}^{N-1} F_{z,j} \end{cases} \quad (1)$$

Lực cắt trong quá trình phay phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, việc tính toán lực cắt bằng phương pháp toán học là rất khó khăn. Vì vậy, việc tính toán lực cắt bằng phương pháp thực nghiệm là tối ưu hơn cả.

2.3. Dao động trong quá trình gia công

Lực cắt theo các hướng x, y, z được xác định theo công thức (2).

$$\begin{cases} dF_x \\ dF_y \\ dF_z \end{cases} \begin{bmatrix} -\sin(\gamma) \cos(\theta) - \cos(\theta) - \cos(\gamma) \sin(\theta) \\ -\sin(\gamma) \cos(\theta) \sin(\theta) - \cos(\gamma) \cos(\theta) \\ \cos(\gamma) & 0 & -\sin(\gamma) \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{cases} dF_r \\ dF_t \\ dF_a \end{cases}$$

Trong quá trình phay bằng máy phay CNC, các lực cắt và dao động được tính theo cùng phương trình, nó được mô tả bởi biểu thức (3).

$$\begin{cases} dF_{t,j}(\phi_j, z) = K_{te} * dz + K_{tc} * h_j(\phi_j(z)) * dz \\ dF_{r,j}(\phi_j, z) = K_{re} * dz + K_{rc} * h_j(\phi_j(z)) * dz \\ dF_{a,j}(\phi_j, z) = K_{ae} * dz + K_{ac} * h_j(\phi_j(z)) * dz \end{cases} \quad (3)$$

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ

3.1. Kết quả thu nhận dữ liệu

Việc nghiên cứu thực nghiệm bắt đầu từ nội dung xây dựng mô hình thí nghiệm, các thiết bị thực nghiệm như: Máy, thiết bị đo, phôi, dụng cụ cắt,... cần được chuẩn bị. Tiếp theo là công việc thiết kế giá trị (mức) của các thông số đầu vào, từ đó tiến hành thiết kế ma trận thực nghiệm. Dữ liệu đo sẽ được lưu trữ và phân tích phương sai, xây dựng các mô hình hồi quy. Kết quả dự đoán từ các mô hình hồi quy sẽ được so sánh với kết quả thực nghiệm để đánh giá khả năng sử dụng của mô hình hồi quy. Cuối cùng là đưa ra kết luận. Thông số đầu vào của nghiên cứu thực nghiệm được thống kê trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông số đầu vào

TT	Thông số	Mức 1	Mức 2	Mức 3
		-1	0	1
1	Vận tốc cắt	80	140	200
2	Lượng tiến dao vòng	0.05	0.10	0.15
3	Chiều sâu cắt	1.0	1.5	2.0
4	Chiều sâu cắt hướng kính	4.0	8.0	12.0

Trong nghiên cứu thực nghiệm, với 4 thông số đầu vào, mỗi thông số gồm có 3 mức khác nhau. Ma trận thí nghiệm phù hợp nhất là [1-2] ($L_{27} - 3^4$) bao gồm 27 thí nghiệm được lựa chọn để tiến hành nghiên cứu

thực nghiệm ảnh hưởng của 4 thông số chế độ cắt là vận tốc cắt, lượng tiến dao vòng, chiều sâu cắt dọc trục, chiều sâu cắt hướng kính đến lực cắt và dao động trong quá trình phay bằng dao phay gắn mảnh cắt.

Bảng 2. Ma trận thực nghiệm trực dao Taguchi $L_{27} (3^4)$

TT	X1	X2	X3	X4	Vc [mm/min]	ft [mm/rev]	a [mm]	b [mm]
1	-1	-1	-1	-1	80	0.05	1	4
2	-1	-1	0	0	80	0.10	1	8
...
24	1	0	1	-1	200	0.15	1.5	4
25	1	1	-1	-1	200	0.05	2	4
26	1	1	0	0	200	0.10	2	8
27	1	1	1	1	200	0.15	2	12

Bảng 3. Bảng tổng hợp kết quả nghiên cứu thực nghiệm

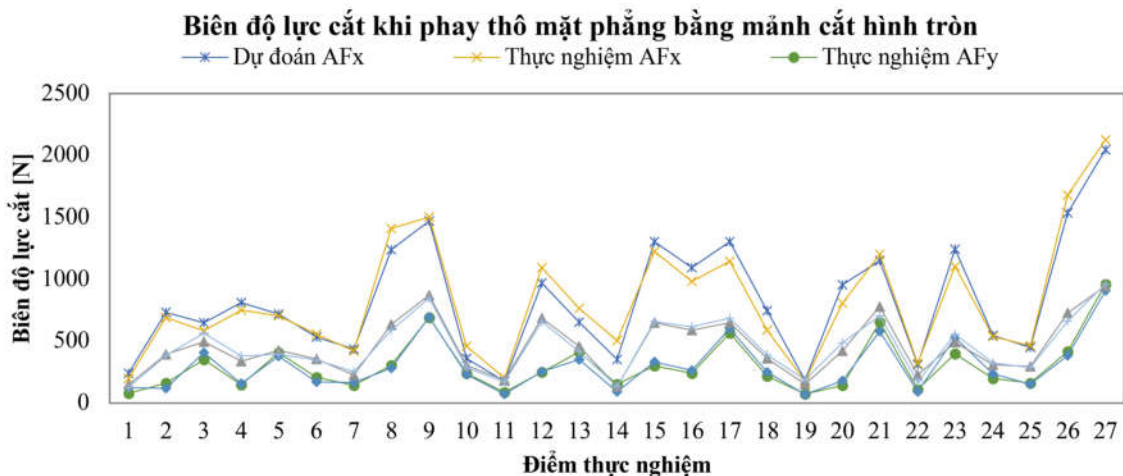
TT	Vc [mm/min]	ft [mm/rev]	a [mm]	b [mm]	AF _x [N]	AF _y [N]	AF _z [N]	A _x [μm]	A _y [μm]	A _z [μm]
1	80	0.05	1	4	197.88	77.35	147.91	0.0048	0.0090	0.0046
2	80	0.10	1	8	693.18	160.53	395.17	0.0051	0.0093	0.0040
...
25	200	0.05	2	4	463.25	161.84	295.44	0.0109	0.0214	0.0078
26	200	0.10	2	8	1679.5	418.59	727.22	0.0090	0.0187	0.0085
27	200	0.15	2	12	2126.63	960.51	945.12	0.0117	0.0221	0.0078

3.1.1. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số chế độ cắt đến lực cắt

Đối với biên độ lực cắt theo phương X, lượng tiến dao vòng và chiều sâu cắt có mức độ ảnh hưởng gần như nhau tới biên độ lực cắt (mức độ ảnh hưởng của lượng tiến dao vòng là 23,61%, của chiều sâu cắt dọc trục là 24,26%) [3]. Trong khi đó, đối với biên độ lực cắt theo phương Y và Z, lượng tiến dao có mức độ ảnh hưởng xếp thứ 2 (23,37% đối với biên độ lực cắt theo hướng

Y và 30,80% đối với biên độ lực cắt theo phương Z). Trong 4 thông số được chọn để nghiên cứu, vận tốc cắt là thông số có mức độ ảnh hưởng thấp nhất tới biên độ của lực cắt (2,82% đối với biên độ lực cắt theo phương X, 2,62% đối với biên độ lực cắt theo phương Y và 0,90% đối với biên độ lực cắt theo phương Z).

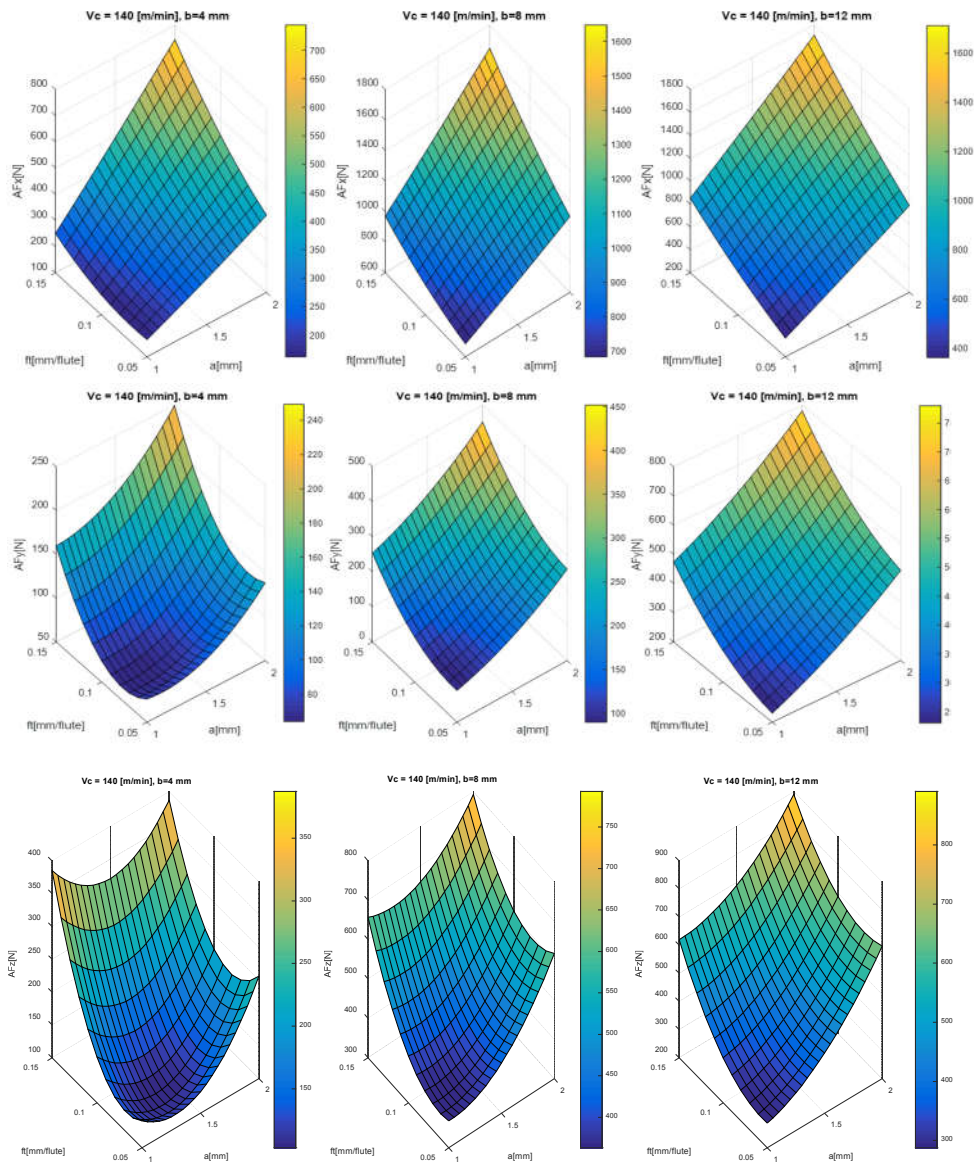
Mô hình hồi quy của biên độ lực cắt khi phay thô theo 3 phương X, Y, Z được kiểm tra trên cơ sở so sánh kết quả dự đoán biên độ lực cắt với biên độ lực cắt thực nghiệm.



Hình 4. Kết quả so sánh giữa biên độ lực cắt dự đoán và biên độ lực cắt thực nghiệm

Kết quả so sánh được mô tả ở Hình 4. Kết quả so sánh một lần nữa chỉ ra rằng, biên độ lực cắt dự đoán là rất

gần với biên độ lực cắt thực nghiệm.



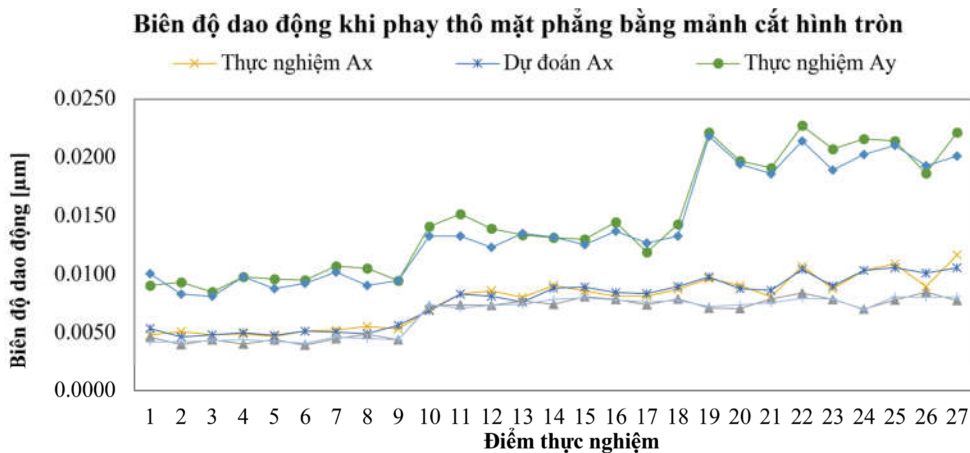
Hình 5. Ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến biên độ lực cắt

3.1.2. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số chế độ cắt đến dao động

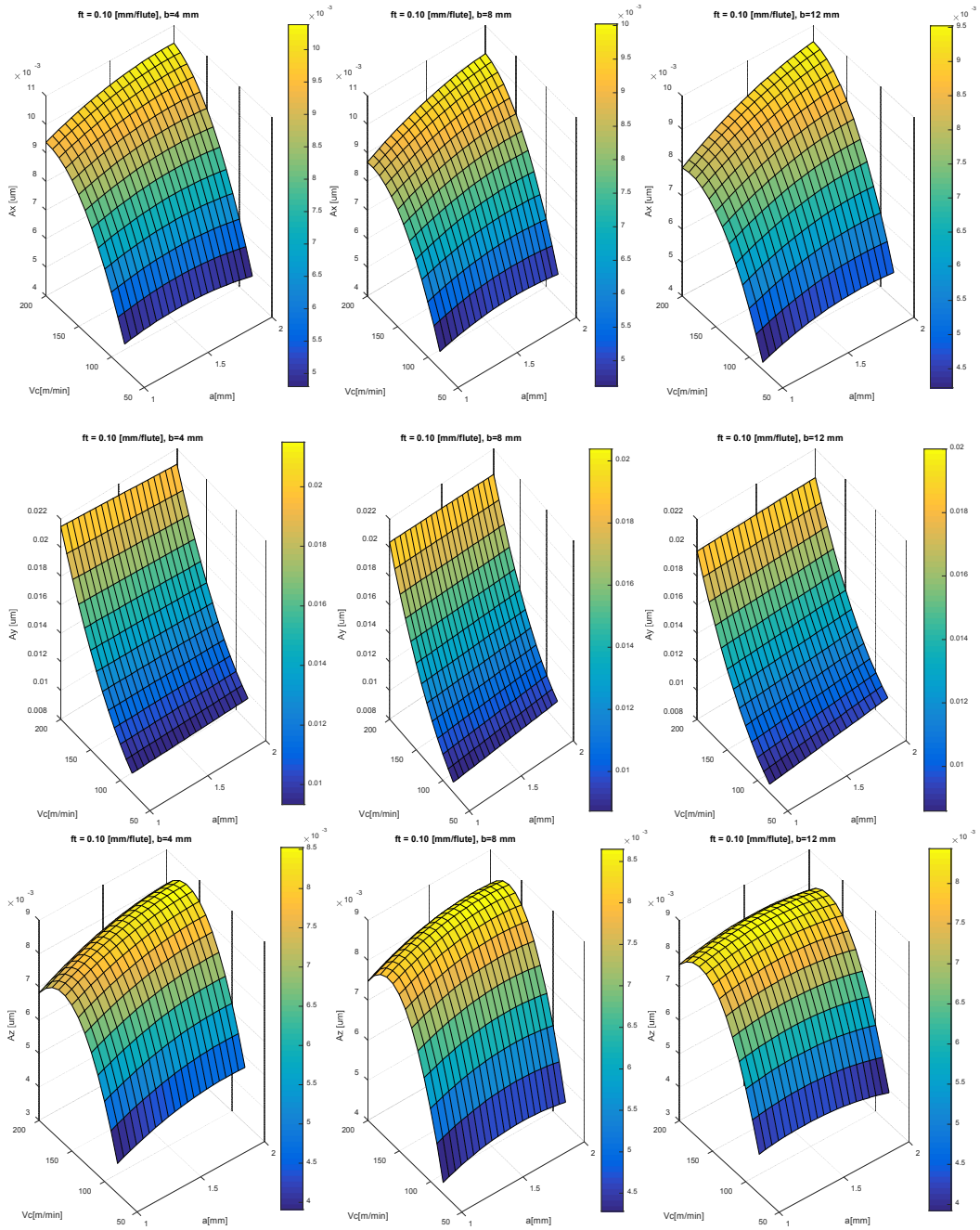
Mô hình hồi quy của biên độ dao động khi phay thô theo 3 phương X, Y, Z được kiểm tra trên cơ sở so

sánh kết quả dự đoán biên độ dao động với biên độ dao động thực nghiệm.

Kết quả so sánh được mô tả ở Hình 6. Kết quả so sánh một lần nữa chỉ ra rằng, biên độ dao động dự đoán rất sát so với biên độ dao động thực nghiệm.



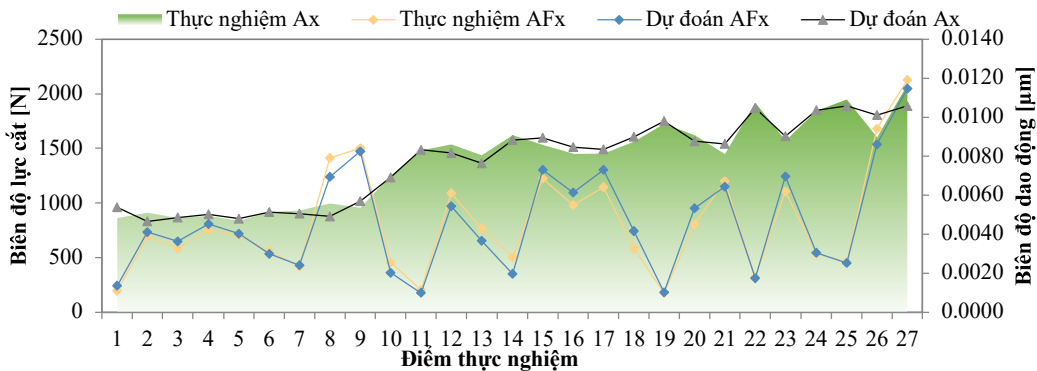
Hình 6. Kết quả so sánh giữa biên độ dao động dự đoán và biên độ dao động thực nghiệm



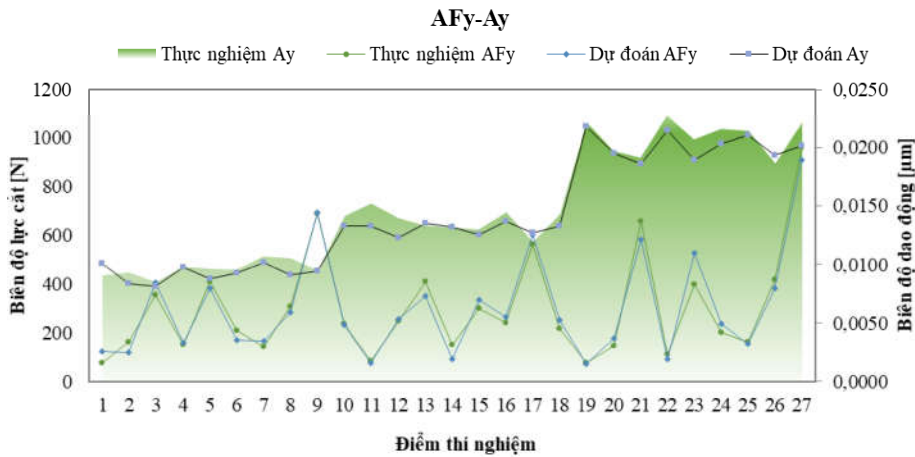
Hình 7. Ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt đến biên độ dao động

3.1.3. Mối quan hệ giữa biên độ lực cắt và biên độ dao động

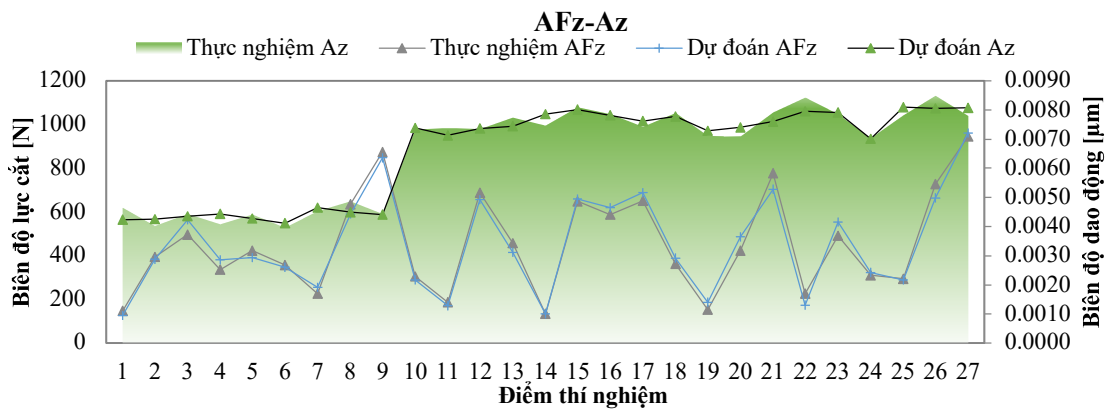
AF_x-A_x



Hình 8. Mối quan hệ giữa biên độ lực cắt và biên độ dao động trên phương X



Hình 9. Mối quan hệ giữa biên độ lực cắt và biên độ dao động trên phương Y



Hình 10. Mối quan hệ giữa biên độ lực cắt và biên độ dao động trên phương Z

3.2. Đánh giá kết quả

Khi sử dụng dao phay gắn mảnh cắt hình tròn, các thông số điều kiện cắt là vận tốc cắt, lượng tiến dao vòng, chiều sâu cắt dọc trục, chiều sâu cắt hướng kính có mức độ ảnh hưởng khác nhau đến biên độ lực cắt và biên độ dao động.

Trong quá trình gia công mặt phẳng, chiều sâu cắt hướng kính có mức độ ảnh hưởng lớn nhất đến biên độ lực cắt, vận tốc cắt là thông số có mức độ ảnh hưởng lớn nhất đến biên độ dao động.

Mô hình biên độ lực cắt và biên độ dao động là hàm bậc hai của các thông số chế độ cắt là vận tốc cắt, lượng tiến dao vòng, chiều sâu cắt hướng trục và chiều sâu cắt hướng kính. Các mô hình hồi quy có độ tin cậy bằng việc so sánh giữa các kết quả dự đoán và kết quả thực nghiệm.

Biên độ lực cắt theo phương X thường lớn nhất, lớn hơn biên độ lực cắt theo phương Z và lớn hơn biên độ lực cắt theo phương Y. Trong khi đó, biên độ dao động theo phương Y là lớn nhất, lớn hơn biên độ dao động theo phương X và cả hai lớn hơn biên độ dao động theo phương Z.

Khi biên độ lực cắt thay đổi thì biên độ dao động cũng thay đổi. Tuy nhiên, xu hướng thay đổi giữa biên độ lực cắt và biên độ dao động là không giống nhau.

4. KẾT LUẬN

Xác định ảnh hưởng của các thông số chế độ cắt (Vận tốc cắt, lượng tiến dao vòng, chiều sâu cắt dọc trục, chiều sâu cắt hướng kính) đến biên độ lực cắt và biên độ dao động.

Xác định mức độ ảnh hưởng của các thông số điều kiện cắt đến biên độ của lực cắt và dao động.

Khi phay bằng dao phay gắn mảnh cắt biên độ lực cắt theo phương X (phương tiến dao) thường lớn hơn biên độ lực cắt theo phương Z (phương dọc trục) và biên độ lực cắt theo hai phương này lớn hơn biên độ lực cắt theo phương Y (phương vuông góc với phương tiến dao). Trong khi đó, biên độ dao động theo phương Y lớn hơn biên độ dao động theo phương X và biên độ dao động theo hai phương này lớn hơn biên độ dao động theo phương Z.

Xây dựng mô hình hồi quy của biên độ lực cắt và biên độ dao động và mô hình hồi quy là hàm bậc hai của các thông số điều kiện cắt (Vận tốc cắt, lượng tiến dao vòng, chiều sâu cắt dọc trục, chiều sâu cắt hướng kính) với hệ số xác định rất cao $R^2 > 95\%$.

Độ tin cậy của các mô hình hồi quy đã được kiểm tra bằng cách so sánh giữa kết quả dự đoán và kết quả thực nghiệm.

Các mô hình hồi quy có thể được sử dụng để dự đoán biên độ lực cắt và biên độ dao khi phay thô và phay tinh mặt phẳng vật liệu SKD11 bằng dao phay gắn mảnh cắt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Altintas Y (2000), *Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations and CNC design, first edn.* Cambridge University Press, New York.

[2]. Altintas, Yusuf (2001), *Analytical prediction of three dimensional chatter stability in milling*, JSME International Journal Series C Mechanical Systems, Machine Elements and Manufacturing 44, no. 3 (2001), pp 717-723.

[3]. Trần Văn Huân (2019), Luận văn thạc sỹ kỹ thuật cơ khí, *Nghiên cứu ảnh hưởng của một số nhân tố đến lực cắt và dao động khi phay thép SKD 11.*

AUTHOR INFORMATION

Nguyen Thi Lieu

*Corresponding Author: utlieu84@gmail.com

Sao Do Univesity.