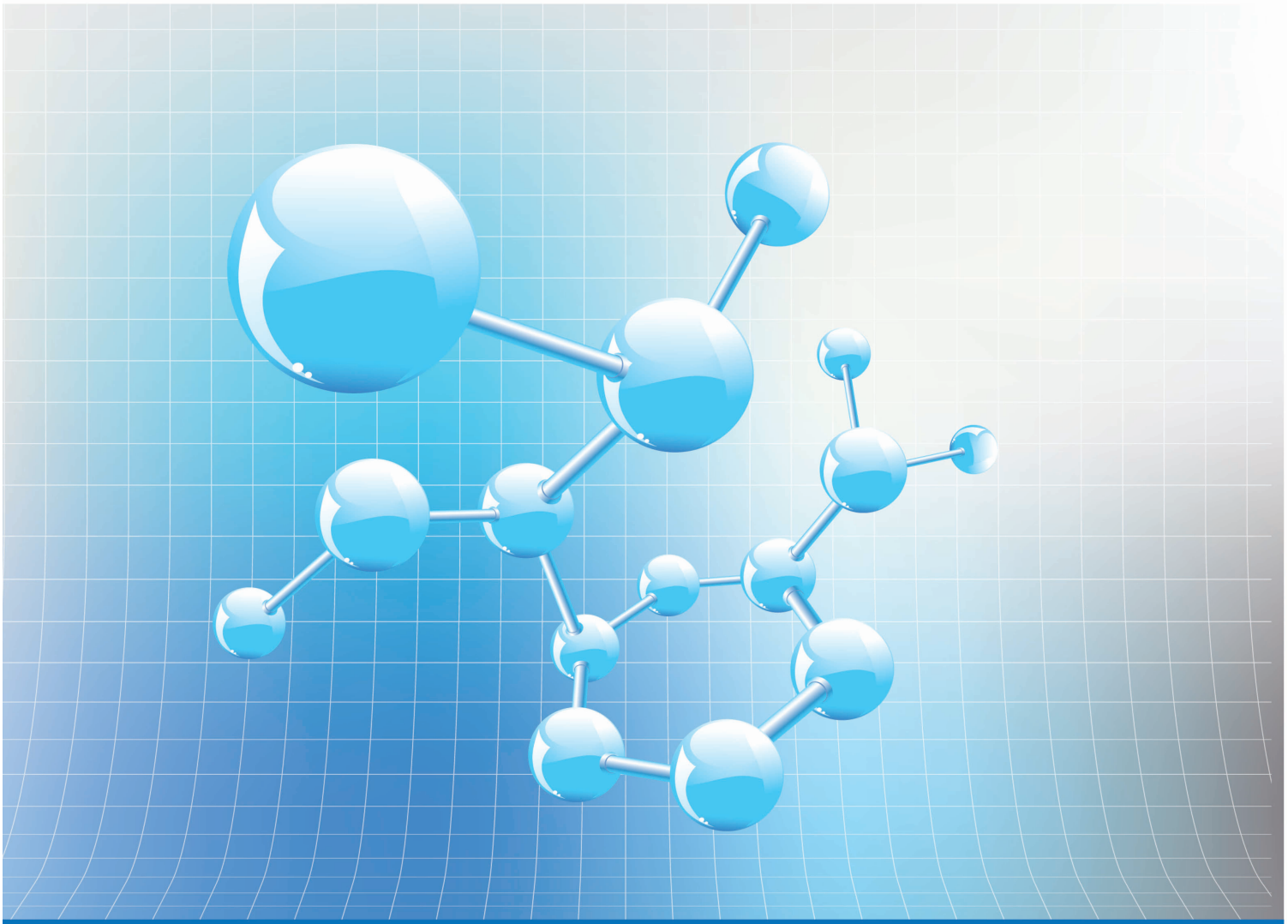
Tạp chí
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

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



Số 4 (92)
2025

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

■ **Tổng Biên tập**
TS. Đỗ Văn Đỉnh

■ **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. Banh Tien 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. Truong Thi Thuy
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.

TẠP CHÍ
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

TRONG SỐ NÀY

Số 4(92) 2025

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

Thiết kế bộ điều khiển có tham số thay đổi	5	Nguyễn Thu Hà Trần Tiến Đức Nguyễn Đức Quang
Ứng dụng phương pháp MPC để bù trễ truyền thông	11	Nguyễn Trọng Các
Ảnh hưởng của điện mặt trời áp mái nhà tới điện áp lưới điện phân phối	17	Nguyễn Đình Thắng Nguyễn Việt Đức Nguyễn Đức Thuận Nguyễn Thị Thu Hương Phạm Văn Nam Lê Viết Sơn Nguyễn Văn Hùng Nguyễn Đức Minh Đỗ Văn Đỉnh
Ứng dụng mạng neural tích chập kết hợp với bộ điều khiển khả trình PLC để hỗ trợ thực hiện tránh va tự động cho tàu thủy	26	Đinh Anh Tuấn Đoàn Hữu Khánh Mạc Trung Phúc Nguyễn Phương Tỵ
Nghiên cứu ứng dụng thị giác máy trong tự động hóa hệ thống rót than cho toa xe tại Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV)	32	Lê Văn Thông Phương Mạnh Tuấn Phạm Thị Thu Hương Phạm Văn Nam Đỗ Văn Đỉnh

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

Mô phỏng ứng suất, chuyển vị, biến dạng và hệ số an toàn trong lắp ghép mặt bích ống chịu tải trọng phức hợp	39	Vũ Hoa Kỳ
Nghiên cứu ứng dụng ngôn ngữ lập trình Python tối ưu hóa chế độ cắt khi tiện CNC thép không gỉ AL-6XN	45	Mạc Thị Nguyên Nguyễn Thị Thảo Đào Văn Kiên
Phân tích đa vật lý về Điện - Nhiệt - Cơ của Vi kết nối	52	Mạc Văn Giang

TẠP CHÍ
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

TRONG SỐ NÀY

Số 4(92) 2025

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

Nghiên cứu tối ưu hóa tấm phẳng hợp kim nhôm 6061-T6 theo hai phương pháp hình dạng và cấu trúc	58	Nguyễn Văn Hinh
Mô phỏng và phân tích ứng suất, biến dạng trên dao phay carbide K10 khi phay mặt bên thép SKD61 theo hai sơ đồ tiếp xúc	65	Mạc Thị Nguyên Mạc Văn Giang

NGÀNH KINH TẾ

Giải pháp thúc đẩy phát triển sản phẩm dịch vụ trong thời kỳ chuyển đổi số ở Việt Nam hiện nay	72	Ngô Thị Luyện
Chi phí logistics và năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp Việt Nam	78	Nguyễn Minh Tuấn
Tiến tới Net Zero -Thực trạng phát triển thị trường Các-bon tại Việt Nam	84	Lương Thị Hoa Nguyễn Thị Thủy
Truyền thông số trong Marketing du lịch địa phương: Trường hợp khu di tích Côn Sơn - Kiếp Bạc, Thành phố Hải Phòng	90	Vũ Thị Hường
Chính sách thuế dưới giác độ cảm nhận của hộ kinh doanh	96	Phạm Thị Hồng Hoa

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

Ứng dụng chuyển đổi số trong giảng dạy học phần tư tưởng Hồ Chí Minh ở Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay	104	Nguyễn Thị Hải Hà
Lý luận năng suất lao động của Mác-Lênin và quan điểm của Đảng Cộng sản Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi số ngày nay	109	Vũ Văn Đông
Tư tưởng Hồ Chí Minh về xây dựng đội ngũ nhà giáo và sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam trong thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa hiện nay	114	Đặng Thị Dung
Tư tưởng Hồ Chí Minh về nhà nước pháp quyền xã hội chủ nghĩa và sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam hiện nay	120	Vũ Văn Đông Trần Thị Hồng Nhung
Phát triển nguồn nhân lực trong kỷ nguyên số thông qua mô hình hợp tác đào tạo giữa nhà trường và doanh nghiệp - Hướng đi mới cho quản lý giáo dục và nâng cao chất lượng lao động	125	Đỗ Thị Thùy

SCIENTIFIC JOURNAL
SAO DO UNIVERSITY

CONTENTS

No 4(92) 2025

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

Design of a variable parameter controller	5	Nguyen Thu Ha Tran Tien Duc Nguyen Duc Quang
Application of Model predictive control for communication delay compensation	11	Nguyen Trong Cac
Effects of rooftop photovoltaic systems on distribution grid voltage	17	Nguyen Dinh Thang Nguyen Viet Duc Nguyen Duc Thuan Nguyen Thi Thu Huong Pham Van Nam Le Viet Son Nguyen Van Hung Nguyen Duc Minh Do Van Dinh
Application of convolutional neural network (CNN) combined with programmable logic controller (PLC) to support automatic collision avoidance for ships	26	Dinh Anh Tuan Doan Huu Khanh Mac Trung Phuc Nguyen Phuong Ty
A Study on the application of Machine vision in automating coal loading Systems for Railcars at Vietnam National Coal and Mineral Industries Group (TKV)	32	Le Van Thong Phuong Manh Tuan Pham Thị Thu Huong Pham Van Nam Do Van Dinh

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

Stress, displacement, strain and safety factor simulation in flange pipe assembly under complex loading	39	Vu Hoa Ky
Python based optimization of cutting parameters in CNC turning of AL-6XN stainless steel	45	Mac Thi Nguyen Nguyen Thi Thao Dao Van Kien
Multiphysics Analysis of Electro - Thermo - Mechanical Interactions in Micro - Interconnects	52	Mac Van Giang

SCIENTIFIC JOURNAL
SAO DO UNIVERSITY

CONTENTS

No 4(92) 2025

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

Research on optimizing 6061-T6 aluminum alloy flat plate using two methods shape and structure	58	Nguyen Van Hinh
Simulation and analysis of stress and strain on carbide K10 end mills for SKD61 steel side milling under two contact schemes	65	Mac Thi Nguyen Mac Van Giang

TITLE FOR ECONOMICS

Solutions to promote service products development in the current digital transformation period in Vietnam	72	Ngo Thi Luyen
Logistics costs and competitiveness of Vietnamese enterprises	78	Nguyen Minh Tuan
Toward Net Zero - The current development of the Carbon market in Vietnam	84	Luong Thi Hoa Nguyen Thi Thuy
Digital communication in Local Tourism Marketing: The Case of the Con Son - Kiep Bac Historical Site, Hai Phong City	90	Vu Thi Huong
Tax policy from the perspective of business households	96	Pham Thi Hong Hoa

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

The application of digital transformation in teaching the subject of Ho Chi Minh's thought at Sao Do University today	104	Nguyen Thi Hai Ha
The theory of labor productivity of Marx-Lenin and the viewpoint of the Communist Party of Vietnam in the context of today's digital transformation	109	Vu Van Dong
Ho Chi Minh's thoughts on building a team of teachers and its application by the Communist Party of Vietnam in the current period of industrialization and modernization	114	Dang Thi Dung
Ho Chi Minh's thought on the socialist rule of law state and its application by the Communist Party of Vietnam today	120	Vu Van Dong Tran Thi Hong Nhung
Developing human resources in the digital era through a training cooperation model between schools and businesses - A new direction for educational management and improving labor quality	125	Do Thi Thuy

Mô phỏng và phân tích ứng suất, biến dạng trên dao phay carbide K10 khi phay mặt bên thép SKD61 theo hai sơ đồ tiếp xúc

Simulation and analysis of stress and strain on carbide K10 end mills for SKD61 steel side milling under two contact schemes

Mạc Thị Nguyên*, Mạc Văn Giang

Trường Đại học Sao Đỏ

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

Ngày nhận bài: 21/03/2025
Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 02/11/2025
Ngày chấp nhận đăng: 26/11/2025

Tóm tắt

Nghiên cứu này phân tích ảnh hưởng của hai sơ đồ tiếp xúc dao (hướng kính và dọc trục) đến ứng suất và biến dạng trên dao phay ngón carbide K10 trong quá trình phay mặt bên thép SKD61. Trong nghiên cứu, lực cắt phát sinh trong quá trình phay được mô phỏng số bằng phần mềm Altair Inspire, sau đó ứng suất và biến dạng trên dao cắt được phân tích bằng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) dựa trên các lực mô phỏng này. Kết quả cho thấy sơ đồ tiếp xúc hướng kính giúp giảm đáng kể lực cắt tổng hợp (131,213N so với 2341N), ứng suất lớn nhất (112,2 MPa so với 528,3MPa) và biến dạng ($3,62.10^{-3}$ mm so với $3,2478.10^{-2}$ mm) so với sơ đồ tiếp xúc dọc trục. Các phát hiện này cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho việc lựa chọn chiến lược gia công tối ưu trên máy phay CNC, nhằm kéo dài tuổi thọ dao, cải thiện chất lượng chi tiết và nâng cao hiệu quả sản xuất.

Từ khóa: *Mô phỏng số; phương pháp phần tử hữu hạn (FEM); ứng suất; biến dạng; lực cắt; máy phay CNC; chất lượng gia công.*

Abstract

This study focuses on analyzing the influence of two tool contact schemes (radial and axial) on the stress and strain on carbide K10 end mills during the side milling process of SKD61 steel. In this study, the cutting forces generated during the milling process were numerically simulated using Altair Inspire software, and subsequently, the stress and strain on the cutting tool were analyzed using the Finite Element Method (FEM) based on these simulated forces. The results show that the radial contact scheme significantly reduces the resultant cutting force (131,213N compared to 2341N), maximum stress (112,2 MPa compared to 528,3 MPa), and deformation ($3,62.10^{-3}$ mm compared to $3,2478.10^{-2}$ mm) compared to the axial contact scheme. These findings provide an important scientific basis for selecting optimal machining strategies on CNC milling machines, aiming to extend tool life, improve part quality, and enhance production efficiency.

Keywords: *Numerical simulation; finite element method (FEM); stress; strain; cutting force; CNC milling machine; machining quality.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phay là phương pháp gia công cắt gọt phổ biến và hiệu quả, tuy nhiên khi ứng dụng với vật liệu có độ cứng cao như thép SKD61 (được sử dụng chủ yếu trong chế tạo khuôn mẫu), quá trình gia công thường gặp nhiều khó khăn. Với độ cứng dao động từ 50 đến 55 HRC, khi gia công thép SKD61 có lực cắt lớn và nhiệt độ gia công cao, dẫn đến dao cắt nhanh bị mài mòn và biến dạng. Những yếu tố này không chỉ làm giảm tuổi thọ dao cắt mà còn ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng sản phẩm và hiệu quả kinh tế của quá trình sản xuất.

Trong các nguyên công phay, phay mặt bên là nguyên công quan trọng nhưng ít được nghiên cứu sâu so với phay mặt phẳng hay phay rãnh, đặc biệt với thép SKD61. Sơ đồ tiếp xúc dao (theo hướng kính hoặc dọc trục) tác động mạnh đến lực cắt, từ đó ảnh hưởng đến ứng suất và biến dạng trên dao. Lực cắt lớn có thể gây rung động, mài mòn, biến dạng, thậm chí gãy dao, làm giảm năng suất và độ chính xác gia công. Do

Người phản biện: 1. TS. Nguyễn Văn Hinh
2. PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

đó, việc kiểm soát lực cắt thông qua lựa chọn sơ đồ tiếp xúc phù hợp là rất quan trọng, đặc biệt trong gia công CNC.

Do đó, việc nghiên cứu và mô phỏng lực cắt dưới các điều kiện tiếp xúc khác nhau của dao cắt là cần thiết để nâng cao hiệu quả kinh tế và kỹ thuật trong quá trình gia công, nhất là trên máy phay CNC. Nhiều nghiên cứu trước đây đã đặt nền tảng quan trọng cho vấn đề này.

Nội dung bài báo [1] đã dự đoán và xác nhận lực cắt trong phay vi mô thép AISI H13 (tương đương SKD61) bằng dao phay ngón cacbua K10, sử dụng mô hình phần tử hữu hạn (FEM) trên phần mềm ABAQUS/ Explicit. Nghiên cứu này tích hợp tính chất vật liệu đàn hồi-nhựa dẻo, với các thông số như độ dày phoi (≤ 20 µm) và vận tốc cắt (104,7÷4,723 mm/s). Thực nghiệm được thực hiện với dao đường kính 0,4 mm, tốc độ trục chính từ 10.000÷30.000 vòng/phút và lượng chạy dao 2÷8 µm/răng. Kết quả cho thấy lực cắt tăng theo độ cứng vật liệu, nhiệt độ cắt đạt 200÷450°C và phoi chuyển từ trạng thái liên tục sang phân đoạn ở độ cứng cao, với sai số giữa mô phỏng và thực nghiệm từ 5÷15%.

Theo [2] Malekian et al đã mô hình hóa lực cắt động trong phay vi mô trên vật liệu cứng bằng dao phay ngón cacbua K10, kết hợp cơ học cắt gọt và FEM để phân tích các yếu tố động lực học như dao lệch và rung động. Thực nghiệm sử dụng dao đường kính 0,5 mm, tốc độ trục chính từ 20.000÷60.000 vòng/ phút, lượng chạy dao 0,5÷2 µm/răng và chiều sâu cắt 10÷50 µm. Lực cắt đo được bằng dynamometer Kistler nằm trong khoảng Fx: 0,1÷1,5 N, F_y: 0,2÷2,0 N, F_z: 0,05÷0,8 N, với sai số mô phỏng-thực nghiệm từ 5÷15%. Những kết quả này hỗ trợ việc tối ưu hóa thông số gia công vi mô.

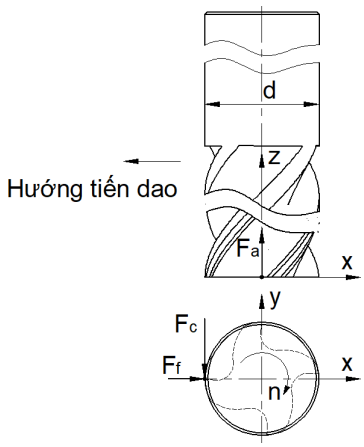
Tuy nhiên, các nghiên cứu trên chủ yếu tập trung vào phay vi mô với dao đường kính nhỏ (0,4÷0,5 mm) và chiều sâu cắt hạn chế (dưới 50 µm), trong khi thực tế gia công thép SKD61 thường sử dụng dao phay ngón lớn hơn (6÷12 mm) và chế độ cắt nặng hơn (chiều sâu cắt 0,5÷2 mm). Sự khác biệt này đòi hỏi phải mở rộng nghiên cứu để mô phỏng lực cắt trong điều kiện phay thông thường, nhằm dự đoán chính xác lực cắt, tối ưu hóa thông số gia công, giảm mài mòn dao và nâng cao chất lượng chi tiết.

Bài báo này sử dụng phần mềm Altair Inspire mô phỏng số lực cắt theo hai sơ đồ tiếp xúc hướng kính và dọc trục khi phay mặt bên thép SKD61 bằng dao phay ngón carbide K10, đường kính dao là Φ12 mm.

Phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) được áp dụng để phân tích phân bố ứng suất và biến dạng trên dao cắt dưới tác động của các lực này. Nghiên cứu nhằm cung cấp dữ liệu khoa học, làm cơ sở cho việc chọn chiến lược gia công tối ưu, từ đó nâng cao tuổi thọ của dao cắt và hiệu quả sản xuất.

2. MÔ HÌNH BÀI TOÁN

2.1. Sơ đồ lực cắt



Hình 1. *Lực cắt do tác dụng từ phôi lên dao*

Lực cắt trong quá trình phay là lực tổng hợp tác động từ dao cắt lên phôi để bóc tách vật liệu. Trên hình 1 trình bày phương và chiều của các lực tác dụng, bao gồm ba thành phần chính: Lực cắt chính (F_c), lực dọc trục (F_a) và lực tiến dao (F_f), khi phay bằng dao phay ngón, lực cắt phụ thuộc vào các yếu tố như hình học dao (đường kính, số lưỡi cắt, góc xoắn), thông số gia công (Số vòng quay trục chính S, lượng chạy dao F, chiều sâu cắt a_p và bước dịch chuyển ngang a_e), đặc tính vật liệu phôi…

2.2. Điều kiện biên của mô phỏng

2.2.1. Sơ đồ gia công

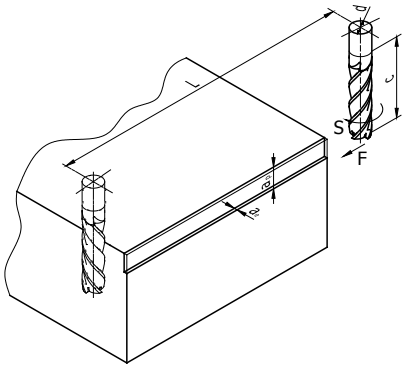
Theo [3] chọn dao cắt có đường kính d = 12 mm, chiều dài phần lưỡi cắt e = 30 mm, vật liệu chế tạo dao cắt là carbide K10, chiều dài công xôn gá dao là c = 35 mm, chọn phôi có kích thước 150×175×70 mm, vật liệu phôi là thép SDK61, tra được chế độ cắt theo 2 sơ đồ trình bày trên Bảng 1 như sau:

Bảng 1. *Chế độ cắt theo sơ đồ tiếp xúc hướng kính và dọc trục*

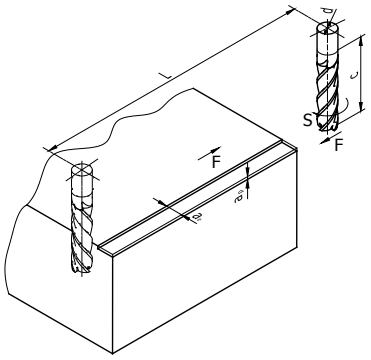
Loại sơ đồ	S (vg/ph)	F (mm/ph)	a_p (mm)	a_e (mm)
Sơ đồ tiếp xúc dao theo hướng kính	800	300	12	0,24
Sơ đồ tiếp xúc dao theo dọc trục			0,24	12

Chọn chiều dài đường chạy dao trên hai sơ đồ gia công cùng là L = 200 mm

Sơ đồ gia công tiếp xúc hướng kính được trình bày trên Hình 2, sơ đồ gia công tiếp xúc dọc trục được trình bày trên Hình 3.



Hình 2. *Sơ đồ tiếp xúc dao theo hướng kính*



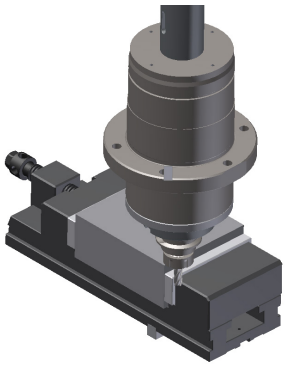
Hình 3. *Sơ đồ tiếp xúc dao theo dọc trục*

Nhận xét:

Trong 2 sơ đồ gia công trên thì năng suất gia công tương tự nhau do phần thể tích phần vật liệu được cắt đi trong 1 hành trình của dao cắt như nhau.

2.2.2. Xây dựng mô hình mô phỏng dạng 3D

Dựa trên sơ đồ gia công và theo tài liệu tham khảo [4], cụm trục chính của máy phay CNC sử dụng hệ điều hành Fanuc với bầu dao BT40 đã được sử dụng để xây dựng mô hình mô phỏng, được trình bày trong Hình 4.



Hình 4. *Mô hình kết cấu mô phỏng*

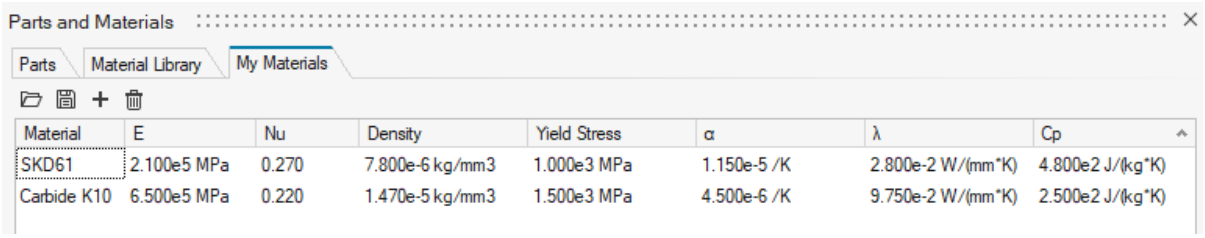
Gán vật liệu: Vật liệu của dao cắt là carbide K10, vật liệu của phôi là SKD61, các chi tiết khác vật liệu gán theo [4].

Theo [5] đặc tính vật liệu carbide K10 và SKD61 được trình bày trên Bảng 2 như sau:

Bảng 2. *Đặc tính của vật liệu carbide K10 và SKD61*

Thông số	Carbide K10	SKD61
E - Mô đun đàn hồi) (Mpa)	~650000	~210000
Nu - Hệ số Poisson)	~0,22	~0,27
Density - Khối lượng riêng (kg/mm^3)	~14,7.10^{-6}	~7,8.10^{-6}
Yield Stress- Giới hạn chảy (Mpa)	~1500	~1000
α - Hệ số giãn nở nhiệt (/K)	~4,5.10^{-6}	~11,5.10^{-6}
λ - Độ dẫn nhiệt (W/(mm.K))	~0,0975	~0,028
C_p - Nhiệt dung riêng (J/(kg·K))	~250	~480

Theo [6], bổ xung vật liệu dao cắt và phôi cho thư viện trên phần mềm Altair Inspire, được thể hiện trên Hình 5.



Hình 5. *Đặc tính vật liệu carbide K10 và SKD61*

2.2.3. Thiết lập các thông số động lực học và mô phỏng

a. Đặc tính điều khiển động cơ trục chính

- Tính toán chu kỳ hành trình

$$t = L/F \text{ (s)} \quad (1)$$

Trong đó:

+ Chiều dài hành trình: L = 200 mm.

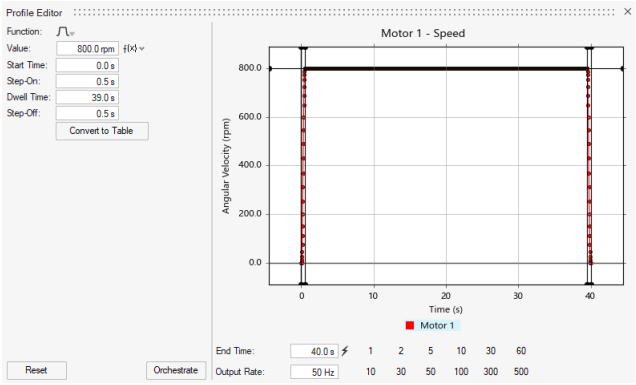
+ Bước tiến: F = 300 mm/ph = 5 mm/s.

Thay số vào (1) được: t = 40 s.

- Theo [4] thời gian ổn định tốc độ và thời giam hãm của động cơ servo trục chính là 0,5 s, vậy thời gian tốc độ trục chính ổn định với S = 800 vg/ph là 39 s

- Chọn số hình ảnh hiển thị trong 1 s là 50.

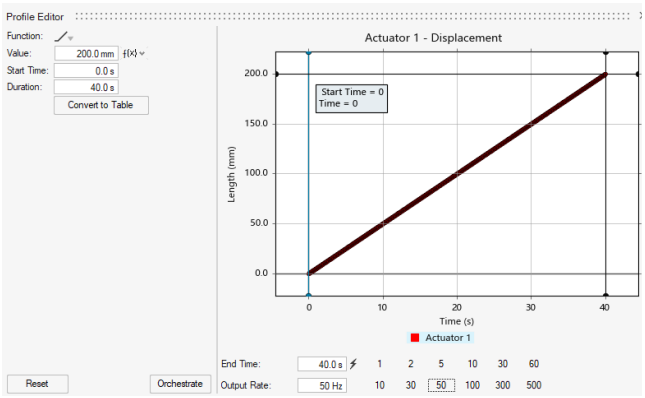
Các đặc tính điều khiển động cơ trục chính được thể hiện trên Hình 6.



Hình 6. *Đặc tính điều khiển động cơ trục chính*

b. Đặc tính điều khiển bàn máy

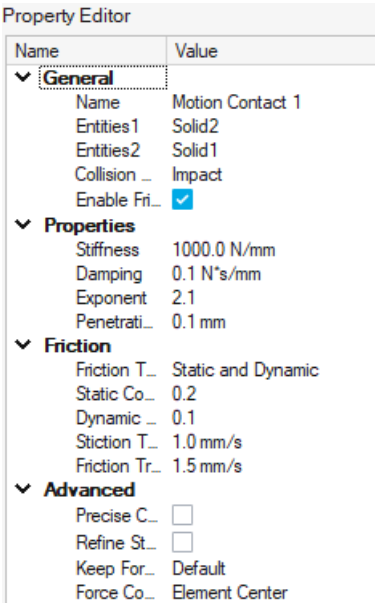
Đặc tính điều khiển chuyển động tịnh tiến đều của bàn máy được trình bày trên Hình 5 với chiều dài hành trình L = 200 mm và được trình bày trên Hình 7.



Hình 7. *Đặc tính điều khiển bàn máy*

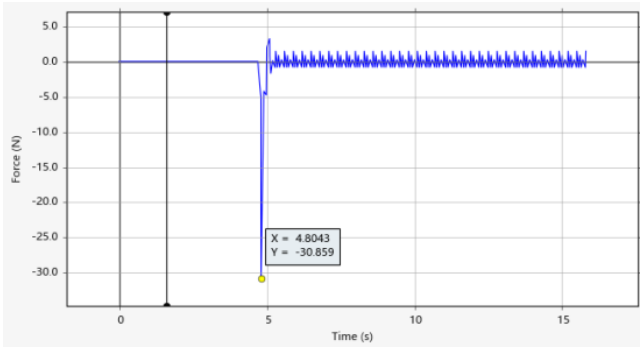
c. Thiết lập tương tác cắt gọt

Dao cắt và phôi có tương tác cắt gọt theo tính chất vật lý của 2 vật rắn, trong điều kiện có ma sát, các thông số tương tác cắt gọt được trình bày trên Hình 8.

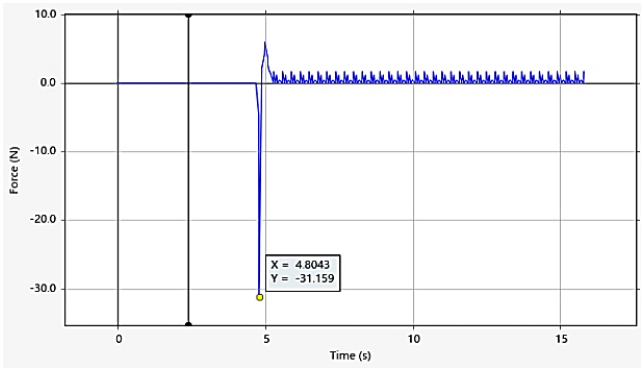


Hình 8. *Tương tác cắt gọt*

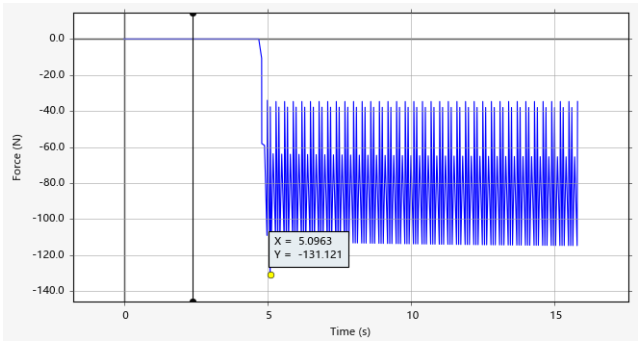
Tiến hành mô phỏng và xác định được các đồ thị lực cắt trong trường hợp 1, theo sơ đồ tiếp xúc dao theo phương hướng kính được trình bày từ Hình 9 đến Hình 12 như sau:



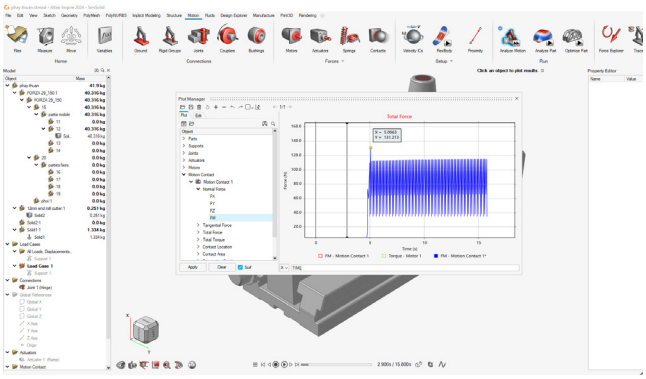
Hình 9. *Đồ thị lực dọc trục F_{a1}*



Hình 10. *Đồ thị lực tiến dao F_{f1}*

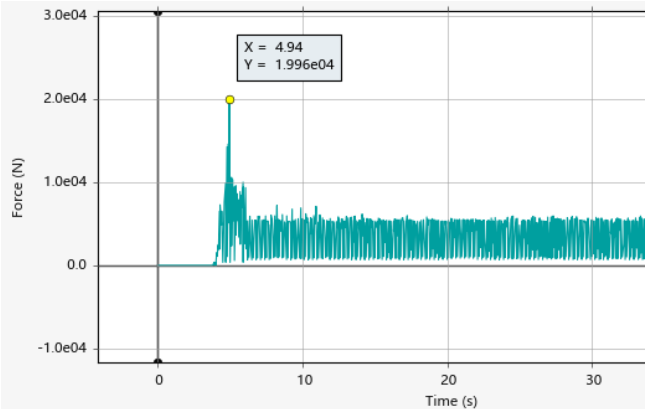


Hình 11. *Đồ thị lực cắt chính F_{c1}*

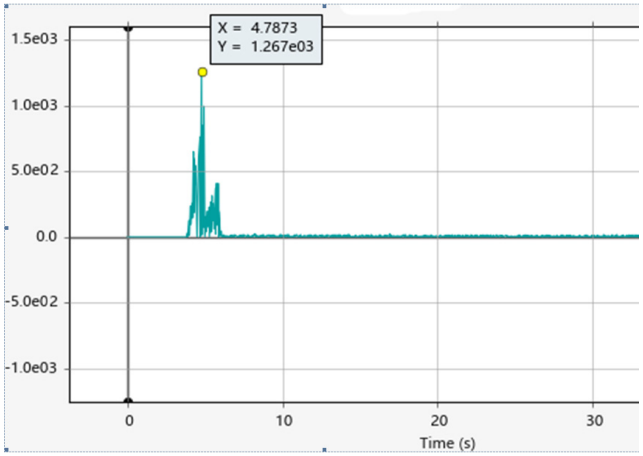


Hình 12. *Đồ thị lực cắt tổng hợp F_1*

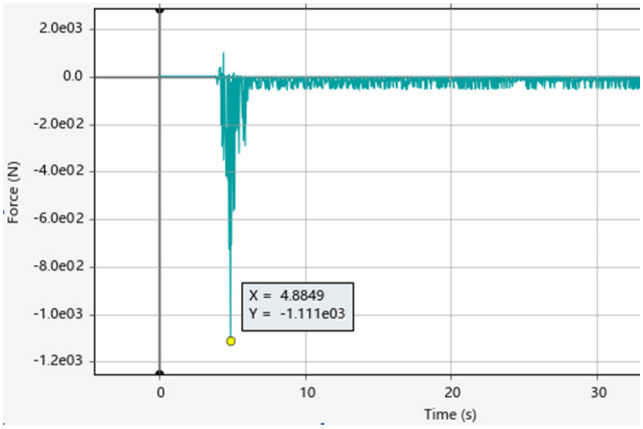
Tiến hành mô phỏng và xác định được các đồ thị lực cắt trong trường hợp 2, theo sơ đồ tiếp xúc dao theo phương dọc trục được trình bày từ Hình 13 đến Hình 16 như sau:



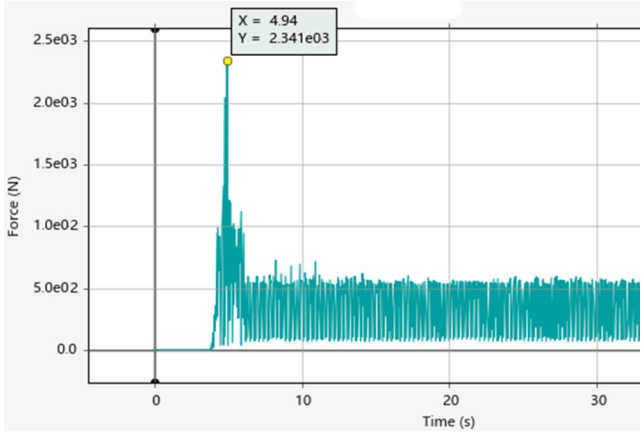
Hình 13. *Đồ thị lực dọc trục F_{a2}*



Hình 14. *Đồ thị lực tiến dao F_{f2}*



Hình 15. *Đồ thị lực cắt chính F_{c2}*



Hình 16. *Đồ thị lực cắt tổng hợp F_2*

Nhận xét:

Phương án gia công theo cả 2 sơ đồ tiếp xúc dao trên thì có đặc điểm giống nhau là thời điểm bắt đầu quá trình cắt gọt, lực cắt tăng mạnh do sự tiếp xúc đột ngột giữa công cụ cắt và phôi. Ngoài ra, khi dao cắt tiếp xúc vào bề mặt chi tiết gia công, lực cắt cũng tăng đột ngột do ma sát và biến dạng của vật liệu. Trong các giai đoạn tiếp theo, lực cắt dao động theo chu kỳ, tương ứng với mỗi vòng quay của dao cắt. Tuy nhiên lực cắt khi gia công theo sơ đồ tiếp xúc dao theo hướng kính có giá trị lực cắt nhỏ hơn khi gia công theo sơ đồ tiếp xúc dao theo dọc trục tính theo giá trị lực cắt tổng hợp lớn nhất thì F_2/F_1 = 2341/131,213 =17,8 lần, nguyên nhân khi sử dụng sơ đồ tiếp xúc dao theo hướng kính tổng lực cắt được phân bố trên chiều dài lưỡi cắt lên lực cắt tại một vị trí giảm nhiều lần như trên

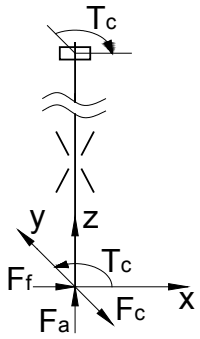
3. PHÂN TÍCH PHẦN TỬ HỮU HẠN CHO DAO CẮT

Theo [6], xuất file CSV được kết quả các thành phần lực có giá trị tổng hợp lớn nhất trong 2 sơ đồ gia công được trình bày trên Bảng 3.

Bảng 3. *Các thành phần lực cắt*

Loại sơ đồ	F_a (N)	F_f (N)	F_c (N)	F (N)
Sơ đồ tiếp xúc dao theo hướng kính	3,241	3,7	131,127	131,213
Sơ đồ tiếp xúc dao theo dọc trục	1996,485	997,4254	708,273	2341,466

Sơ đồ đặt lực được trình bày trên Hình 13.



Hình 17. *Sơ đồ đặt lực tác dụng khi phân tích*

Mô men xoắn tác dụng lên dao cắt là:

$$T_{c1} = F_{c1} \times d/2 = 131,127.12/2 = 786,8 N.mm \quad (2)$$

$$Tc_2 = Fc2 \times d/2 = 7082,73.6 = 42496,38 N.mm \quad (3)$$

Theo [6] tiến hành các bước phân tích phần tử hữu hạn cho dao cắt:

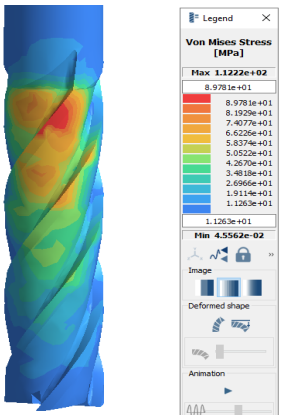
- Gán vật liệu cho các chi tiết.

- Thiết lập liên kết giữa các chi tiết.

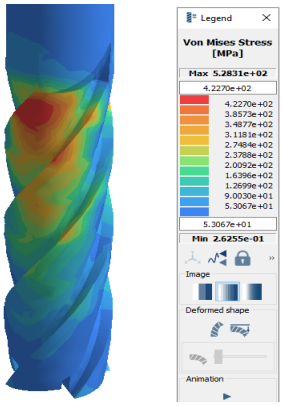
- Đặt tải trọng.

- Chia lưới.

- Chạy chương trình và phân tích được các biểu đồ trình bày trên Hình 18 đến Hình 19 như sau:



Hình 18. *Đồ thị phân bố ứng suất trên dao cắt khi gia công theo sơ đồ tiếp xúc dao theo hướng kính*

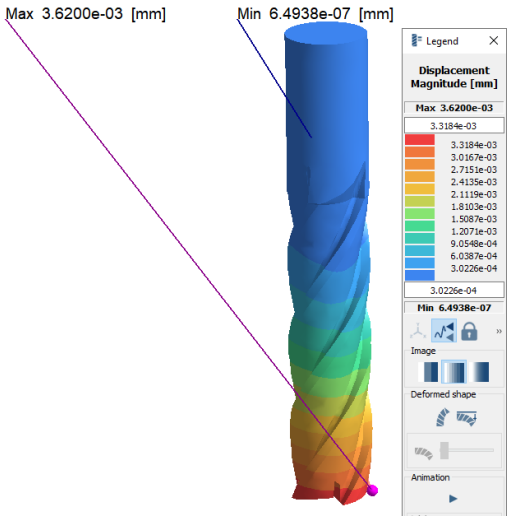


Hình 19. *Đồ thị phân bố ứng suất trên dao cắt khi gia công theo sơ đồ tiếp xúc dao theo dọc trục*

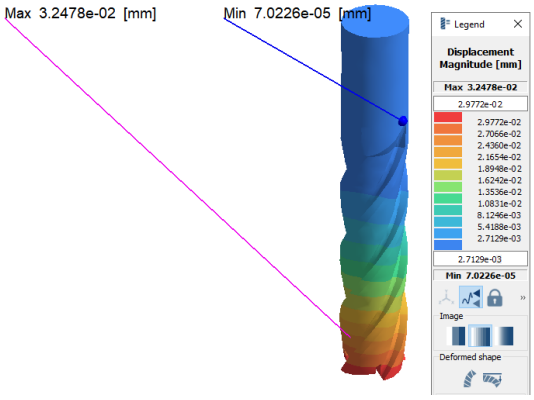
Nhận xét:

Kết quả phân tích cho thấy ứng suất lớn nhất trên dao cắt, khi làm việc theo cả hai sơ đồ, đều tập trung ở vị trí cuối phần lưỡi cắt. Điều này phù hợp với thực tế rằng dao cắt thường có xác suất gãy ở phần này cao hơn so với các vị trí khác trên dụng cụ. Giá trị ứng suất lớn nhất khi gia công theo sơ đồ tiếp xúc dao theo hướng kính là 112,2 MPa có tỉ lệ bằng 21,2% so với khi gia công theo sơ đồ tiếp xúc dao theo dọc trục có giá trị lớn nhất là 528,3 MPa, cả 2 trường hợp đều thỏa mãn điều kiện bền của vật liệu carbide K10 có [σ] ≈ 1.500 Mpa.

Kết quả phân tích biến dạng của dao cắt thông qua chuyển vị ở mặt đầu của dao cắt trong hai sơ đồ gia công được trình bày trên Hình 20 và Hình 21.



Hình 20. *Đồ thị chuyển vị trên dao cắt khi gia công theo sơ đồ tiếp xúc dao theo hướng kính*



Hình 21. *Đồ thị chuyển vị trên dao cắt khi gia công theo sơ đồ tiếp xúc dao theo dọc trục*

Nhận xét:

Kết quả phân tích cho thấy chuyển vị của điểm trên mặt đầu của dao cắt là lớn nhất và giá trị đó nhỏ dần cho đến hết phần công xôn của dao cắt giá trị chuyển vị lớn nhất khi gia công theo sơ đồ tiếp xúc dao theo hướng kính là $3,62.10^{-3}$ mm có tỉ lệ bằng 11,1% so với khi gia công theo sơ đồ tiếp xúc dao theo dọc trục có giá trị lớn nhất là $3,2478.10^{-2}$ mm. Trong thực tế để giảm giá trị chuyển vị này thì có gá đặt dao cắt trên bầu dao với chiều dài công xôn ngắn nhất trong phạm vi cho phép.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã sử dụng phần mềm Altair Inspire kết hợp phương pháp phần tử hữu hạn để mô phỏng và phân tích ứng suất, biến dạng trên dao phay carbide K10 K10 khi phay mặt bên thép SKD61, so sánh hai sơ đồ tiếp xúc dao là hướng kính và dọc trục. Kết quả chỉ rõ ưu thế của sơ đồ tiếp xúc hướng kính: Lực cắt tổng hợp giảm mạnh (131,213 N so với 2341 N), ứng suất cực đại giảm 78,7% (112,2 MPa so với 528,3 MPa) và biến dạng giảm 88,8% ($3,62.10^{-3}$ mm so với $3,2478.10^{-2}$ mm) so với sơ đồ dọc

trục. Dù cả hai trường hợp đều đảm bảo an toàn về độ bền vật liệu dao, sơ đồ hướng kính giúp phân bố tải trọng đều hơn, giảm thiểu ứng suất tập trung và rủi ro hư hỏng dao.

Kết quả nghiên cứu cung cấp dữ liệu tham khảo hữu ích cho việc tối ưu hóa chiến lược gia công và ứng dụng mô phỏng trong cơ khí, đồng thời nội dung bài báo là tài liệu tham khảo cho việc ứng dụng phần mềm vào mô phỏng lực cắt, ứng suất biến dạng của dao cắt nói riêng và động lực học các cơ cấu cơ khí nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Afazov, S. M., Ratchev, S. M., Segal, J., & Popov, A. A. (2012), *Prediction and experimental validation of micro-milling cutting forces of AISI H13 steel at hardness between 35 and 60 HRC*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 62(9-12), 887-899.

[2]. Malekian, M., Park, S. S., & Jun, M. B. G. (2009), *Modeling of dynamic micro-milling cutting forces*, International Journal of Machine Tools and Manufacture, 49(7-8), 586-598.

[3]. NS Tool Endmill Catalog Vol. 20 2022.11.

[4]. Fanuc Series-oi MC O peration's Manual, 2017

[5]. Roberts, G., & Krauss, G. (1998), *Tool steels* (5th ed.), ASM International

[6]. https://2024.help.altair.com/2024/inspire/en_us/index.htm

AUTHORS INFORMATION

Mac Thi Nguyen*, Mac Van Giang

**Corresponding author: nguyenmacthi@gmail.com*

Sao Do University.

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

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

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

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

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

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

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

THÔNG TIN LIÊN HỆ:

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

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

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

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

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

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

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

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

Số 4 (92)
2025

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

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