

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHẦN MỀM CAD/CAM ĐỂ LẬP TRÌNH CHẠY DAO TIẾP TUYẾN THEO BIÊN DẠNG CHO MÁY CẮT TẮM PHI KIM LOẠI

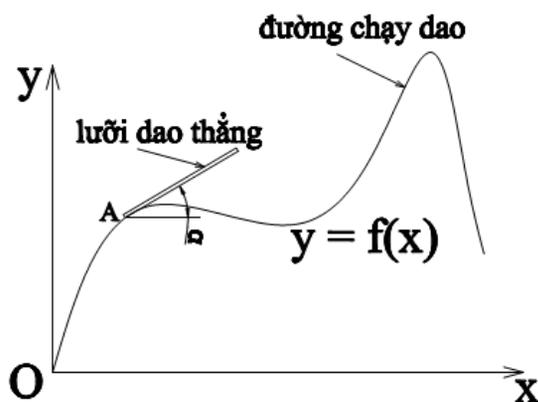
Nguyễn Văn Hưởng¹, Vũ Hoàng¹

Tóm tắt: Nhu cầu sử dụng các tấm vật liệu phi kim loại như da, giấy, nhựa, cao su, gỗ là rất lớn nên đòi hỏi phải sử dụng các máy CNC có độ chính xác và năng suất cao. Tuy nhiên, trong nước chưa có công bố liên quan đến việc điều khiển dao tiếp tuyến mà hầu hết là các máy cắt được mua sẵn. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo mô hình máy cắt CNC 4 trục, sử dụng phần mềm Mach3, Inkscape để điều khiển và lập trình gia công tự động.

Từ khóa: dao tiếp tuyến, máy cắt CNC

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các tấm phi kim loại như da, cao su, giấy, nhựa, vải... được ứng dụng rất nhiều trong ngành quảng cáo, công nghiệp bao bì, dệt may, da giày, nghệ thuật đồ họa, thủ công mỹ nghệ, cơ khí,... Có nhiều phương pháp cắt các vật liệu này như cắt bằng tia laze, cắt thủ công, cắt trên khuôn dập, cắt bằng dao trên máy cắt điều khiển số CNC. Phương pháp cắt bằng dao trên máy cắt CNC có thể cắt đường thẳng, đường cong bất kỳ, mép phẳng nhẵn, sạch không bị cháy do nhiệt bởi tia laze.



Hình 1. Đường chạy của lưỡi dao

Để cắt bằng dao thì phải điều khiển chạy dao tiếp tuyến với biên dạng cắt (hình 1). Giả sử đường cắt có phương trình là $y = f(x)$, theo tính

chất đường tiếp tuyến tại một vị trí bất kỳ $A(x,y)$ dao phải quay một góc $\alpha = \arctan(y')$ trong đó y' là đạo hàm của hàm số $y = f(x)$. Do đó nếu viết được phương trình đường chạy dao thì ta sẽ xác định được giá trị góc quay tại vị trí bất kỳ trên đường cắt. Từ đó ta có thể xây dựng thuật toán chạy dao cho một đường cong cụ thể. Để đơn giản hơn tác giả sử dụng phần mềm Inkscape cho phép xuất tọa độ lập trình (gcode) cho mọi đường cong.

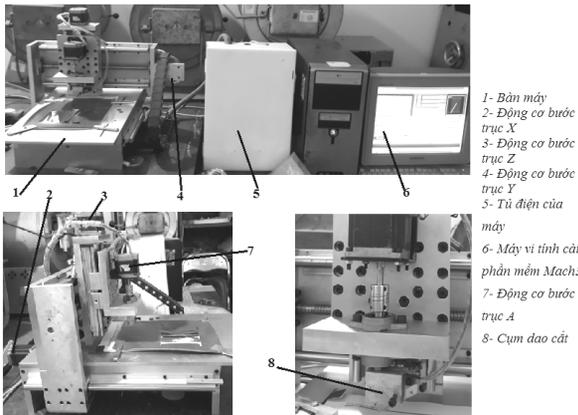
2. NỘI DUNG

2.1. Chế tạo mô hình máy cắt CNC 4 trục

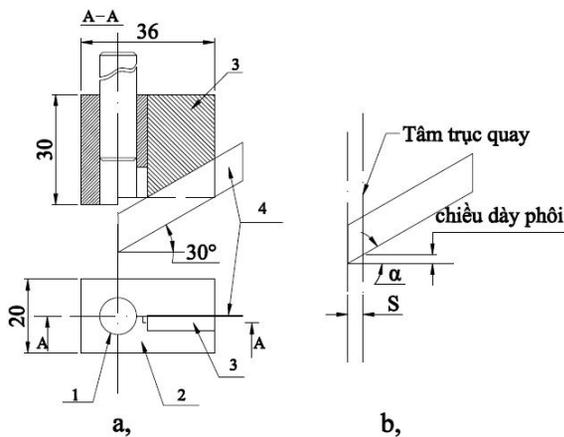
Kết quả sản phẩm máy được chế tạo thể hiện trên hình 2. Các thông số kỹ thuật của máy được thể hiện trong bảng 1.

Đặc điểm cấu tạo và làm việc của máy: Máy gồm 2 phần chính là phần cơ khí và phần điều khiển. Phần cơ khí được chế tạo bằng hợp kim nhôm bao gồm 4 cụm trục XYZA. Cụm XYZ đóng vai trò điều khiển 3 trục tịnh tiến của máy giống như máy phay cnc 3 trục còn trục A dùng để điều khiển quay lưỡi dao. Cụm dao cắt bao gồm phần gá dao và lưỡi dao (tác giả sử dụng lưỡi dao cắt giấy) (hình 3). Theo hình 3 lưỡi dao 4 được định vị bằng mặt phẳng của thân số 2 và tâm định vị số 3. Vị trí của mũi dao (hình 3b) cách tâm trục quay số 1 khoảng S tùy thuộc chiều dày phi h và góc α . Theo hình vẽ $S = h \cdot \cot\alpha$. Với mỗi góc α của lưỡi dao khác nhau sẽ có 1 chỉ tiết số 3 khác nhau để định vị.

¹ Khoa Cơ Khí, Trường Đại học Giao thông vận tải



Hình 2. Máy cắt tấm phi kim loại bằng dao



Hình 3. Cụm dao cắt: 1 - Trục quay dao; 2 - Thân; 3 - Tấm định vị dao; 4 - Lưỡi dao

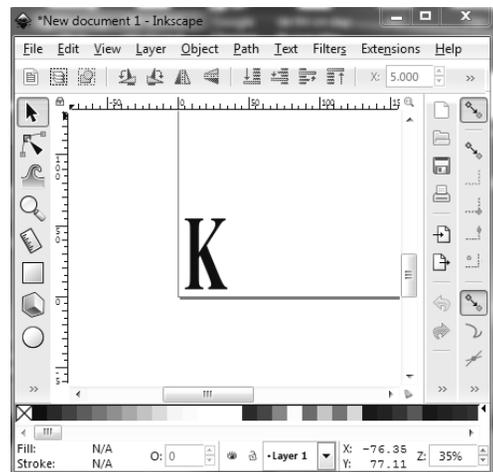
Bộ phận điều khiển (Tạ Duy Liêm, 1999) gồm có máy tính, nguồn điện 1 chiều, driver động cơ (mạch điều khiển động cơ), board mạch CNC Mach 3 (Mạch đệm). Phôi tấm phi kim loại được đặt trên bàn máy, động cơ 2,3,4 quay để di chuyển cụm dao cắt số 8 đến tọa độ cần gia công, để quay dao theo biên dạng đường cắt sử dụng động cơ số 7. Các trục X, Y, Z, A được dẫn động bằng bộ truyền vít me đai ốc bi.

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật của máy chế tạo

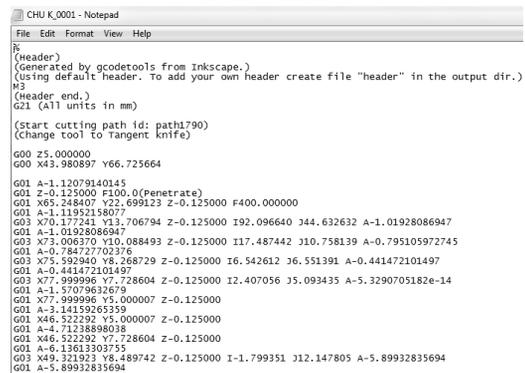
STT	Các thông số	Giá trị
1	Kích thước phôi cắt tối đa	340 x 220 (mm)
2	Trọng lượng phôi tối đa	2 (kg)
3	Vật liệu gia công	Giấy, nhựa, da nhân tạo, xốp có chiều dày nhỏ hơn 0,5 (mm)
4	Kích thước bàn máy	460x340 (mm)

2.2. Ứng dụng phần mềm inkscape để lập trình chạy dao

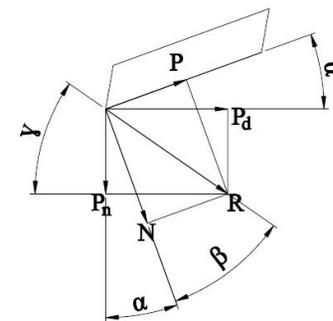
Inkscape là phần mềm mã nguồn mở chuyên sử lý đồ họa vec to. Phần mềm có ưu điểm dễ sử dụng, có khả năng xuất chương trình gia công mã G-code cho các máy CNC. Inkscape rất phù hợp để thiết kế, chỉnh sửa các biên dạng 2D phức tạp như chữ viết, hoa văn. Vì vậy Inkscape phù hợp để tạo chương trình gia công cho máy cắt giấy, nhựa.



Hình 4. Giao diện của phần mềm Inkscape



Hình 5. Phần chương trình gia công sau khi xuất Gcode trong Inkscape



Hình 6. Sơ đồ lực do lưỡi dao tác dụng lên phôi

Trình tự thực hiện trong Inkscape: Bước 1:Thiết lập kích thước, chọn kích thước khổ giấy; bước 2: chọn file đề thiết kế; bước 3:Tách màu của file và lấy biên dạng gia công; bước 4: Chinh sửa biên dạng gia công được như hình; bước 5: xuất file G-code; bước 7: chỉnh sửa chương trình cho phù hợp. Ví dụ chương trình để cắt chữ K như hình 5. Giá trị của góc quay trong hình 5 theo đơn vị rad. Chiều dày phôi được điều chỉnh thông qua tọa độ Z, được cài đặt trong phần mềm.

2.3. Thử nghiệm máy

2.3.1. Ảnh hưởng của góc lưỡi dao α , chiều dày phôi h

Áp dụng tương tự trường hợp cắt trên máy cắt dao nghiêng (Nguyễn Mậu Đăng, 2004) nên lực cắt tính như sau $P = (1,1 + 1,3) \frac{0,5h^2\sigma_c}{\tan\beta}$.

Trong đó P - lực cắt; σ_c - trở lực cắt vật liệu phôi; h - chiều dày phôi; α - góc nghiêng lưỡi dao.

Ta có thể mô tả sơ đồ lực do lưỡi dao tác dụng lên phôi như hình 6, trong đó P_d - lực đẩy phôi; P_n - lực giữ phôi khi cắt; P lực cắt; N phản lực ; R tổng hợp lực của P và N. Theo hình 6 ta có

$$R = \frac{P}{\sin\beta}; P_d = R \cdot \sin(\alpha + \beta);$$

$$P_n = R \cdot \cos(\alpha + \beta);$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ; \text{ Từ đó ta rút ra:}$$

$$P_d = \frac{P \sin(\alpha + \beta)}{\sin\beta}; P_n = \frac{P \cos(\alpha + \beta)}{\sin\beta}$$

Thay biểu thức của P vào ta được:

$$P_d = \frac{(1,1+1,3)0,5h^2\sigma_c \sin(\alpha+\beta)}{\sin\beta} = A \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\sin\beta} \quad (1)$$

$$P_n = \frac{(1,1+1,3)0,5h^2\sigma_c \cos(\alpha+\beta)}{\sin\beta} = A \frac{\cos(\alpha+\beta)}{\sin\beta} \quad (2)$$

$$\text{; từ đó có } \frac{P_d}{P_n} = \tan(\alpha + \beta) \quad (3)$$

$$\text{Trong đó } A = (1,1 + 1,3)0,5h^2 \cdot \sigma_c \quad (4)$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ; \beta - \text{ góc ma sát, gần đúng có thể coi } \beta = \gamma, \text{ do đó: } \alpha + 2\beta = 90^\circ \quad (5)$$

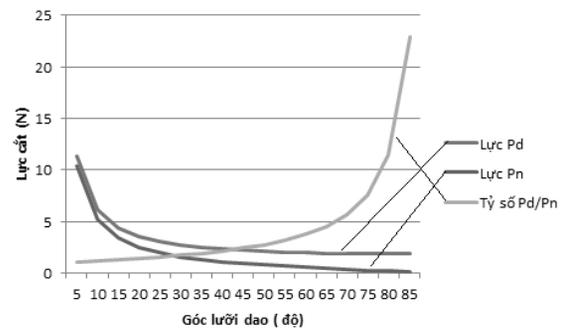
Bảng 2. Sự phụ thuộc của P_d, P_n theo góc α với $h = 0,1$ mm

α (độ)	P_d	P_n	$\frac{P_d}{P_n}$
5	11.30118	10.35563	1.091309
10	6.123446	5.138181	1.191754
15	4.406515	3.381238	1.303225
20	3.554967	2.489215	1.428148

α (độ)	P_d	P_n	$\frac{P_d}{P_n}$
25	3.049779	1.942923	1.569686
30	2.718	1.569238	1.732051
35	2.485563	1.293902	1.920982
40	2.315486	1.079729	2.144507
45	2.187277	0.906	2.414214
50	2.088699	0.760224	2.747477
55	2.012022	0.634388	3.171595
60	1.952159	0.523079	3.732051
65	1.90566	0.422475	4.510709
70	1.870145	0.329757	5.671282
75	1.84396	0.242762	7.595754
80	1.825977	0.159752	11.43005
85	1.815461	0.079265	22.90377

Tác giả tiến hành thực nghiệm với chiều dày phôi lần lượt $h = 0,1$ (mm); $0,2$ (mm); $0,4$ (mm) với vật liệu là giấy A4.

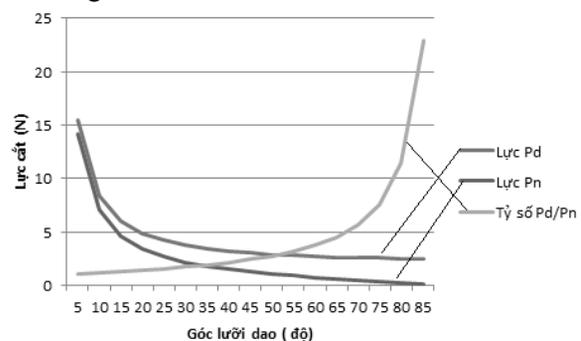
Trường hợp 1 với $h = 0,1$ có $\sigma_c = 1510$ (mN/m²) (Tra cứu, phân loại hàng hoá - Tổng cục Hải quan Việt Nam, 2013) thay vào (1), (2), (3),(4),(5) ta có bảng 2 và hình 7



Hình 7. Đồ thị lực cắt theo góc lưỡi dao với $h = 0,1$ mm

Trường hợp 2 với $h = 0,2$ có $\sigma_c = 2070$ (mN/m²)

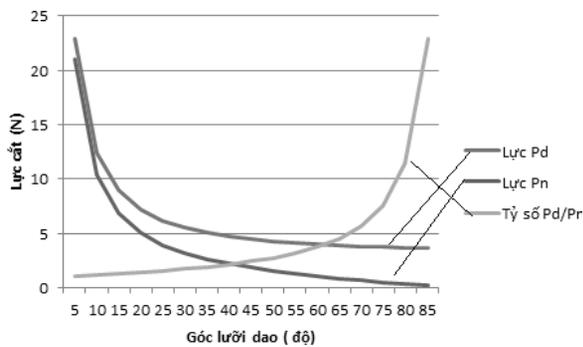
Tương tự có hình 8



Hình 8. Đồ thị lực cắt theo góc lưỡi dao với $h = 0,2$ mm

Trường hợp 2 với $h = 0,4$ có $\mu_r = 3060$ (mN/m²)

Tương tự có hình 9



Hình 9. Đồ thị lực cắt theo góc lưỡi dao với $h = 0,4$ mm

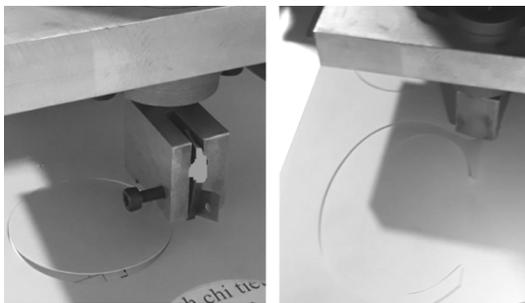
Như vậy theo bảng 2 và hình 7, hình 8, hình 9 ta thấy với góc α càng nhỏ càng dễ cắt và phôi ít bị trượt hơn do lực cắt do dao tác dụng lên phôi lớn, P_n góp phần tạo lực kẹp phôi. Khi tăng góc lưỡi dao tỷ số P_d/P_n tăng lên rất nhanh làm phôi dễ bị trượt ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm cắt. Chiều dày phôi càng lớn lực cắt càng tăng lúc đó phải chọn dao có góc lưỡi dao nhỏ hơn khi cắt tấm mỏng

Khi h nhỏ nên chọn $\alpha = 5^0 - 20^0$ (hình 7)

Khi h lớn nên chọn $\alpha = 20^0 - 60^0$ (hình 9)

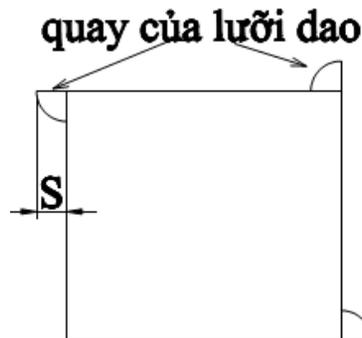
2.3.2 Cách điều chỉnh khi cắt bị lẹm và va dao vào bề mặt biên ngoài

Khi biên dạng chi tiết có tiếp tuyến tại điểm cắt thay đổi liên tục (cắt đường gấp khúc), biên dạng tại điểm cắt là điểm dừng (thường là góc vuông-liên tục nhưng không có đạo hàm) thì phôi tấm bị cắt lẹm



Hình 11. Cắt đường tròn và chữ C

(hình 10). Theo hình 3 khoảng điều chỉnh dao $S=h.\cot\alpha$ do đó khi góc lưỡi dao α càng lớn S càng giảm nên độ lẹm sẽ ít hơn. Khi cắt tấm càng dày h lớn thì S lớn nên mức độ lẹm lớn. Để khắc phục hiện tượng này ta có một số giải pháp như sau:



Hình 10. Đường chạy của lưỡi dao khi cắt hình vuông

Khi cắt các tấm dày không nên cắt với góc lưỡi dao quá nhỏ đồng thời phải tăng lực kẹp phôi. Sau khi đã xuất gcode từ inkscape ta chỉnh sửa lại chương trình để đến chỗ điểm dừng lưỡi dao nhấc lên khỏi phôi sau đó quay dao rồi hạ xuống cắt đường tiếp theo. Cắt hình vuông, hình gấp khúc ta có thể chỉnh sửa lại chương trình một cách đơn giản là các đường thẳng.

Khi cắt tấm có h lớn do S lớn nên dễ va dao biên dạng bên ngoài hình cắt dẫn đến có thể gãy dao khi quay do đó ta chọn góc lưỡi dao lớn để S nhỏ

2.3.3 Một số hình cắt minh họa



Hình 12. Cắt hình chữ K với vật liệu giấy và da nhân tạo

4. KẾT LUẬN

Kết quả của bài báo là đã ứng dụng được phần mềm Inkscape và Mach 3 để điều khiển chạy dao tiếp tuyến theo biên dạng cắt thông qua việc chế tạo

mô hình máy cắt tấm phi kim loại; chọn được vị trí phù hợp của lưỡi dao để đảm bảo quá trình cắt thuận lợi nhất góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm. Sản phẩm của đề tài là mô hình máy sẽ được

sử dụng tài liệu phục vụ giảng dạy môn Gia công trên máy CNC cho sinh viên khoa Cơ Khí trường đại học Giao thông vận tải. Kết quả của đề tài có thể ứng dụng cho nhiều loại máy cắt như cắt giấy, vải, nhựa, xốp, ...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Mậu Đăng , (2004), *Công nghệ tạo hình kim loại tấm*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
Tạ Duy Liêm, (1999), *Hệ thống điều khiển số cho các máy công cụ*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
Tra cứu, phân loại hàng hoá - Tổng cục Hải quan Việt Nam (2013), *Giấy và cáctông, các sản phẩm làm bằng bột giấy, bằng giấy hoặc bằng cáctông*.

Abstract:

RESEARCHING INTO APPLYING CAD/CAM SOFTWARE TO PROGRAM TO RUNNING THE KNIFE THAT ALWAYS MOVES TANGENT TO THE CURVE FOR NON-METALLIC SHEET CUTTING MACHINE

The demand for using non-metallic materials such as leather, paper, plastic, rubber, and wood is very high, so it requires the use of high-precision and high-performance CNC machines. However, there has been no announcement in the country regarding the control of tangent knife, but most of them are available. The paper presents the results of research on manufacturing 4-axis CNC cutting machine model, using Mach3 and Inkscape software for automatic control and programming.

Keywords: tangent knife, CNC cutting machines

Ngày nhận bài: 01/7/2019

Ngày chấp nhận đăng: 12/9/2019