

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CHẾ ĐỘ CẮT (S VÀ V) TỚI ĐỘ NHÁM BỀ MẶT CỦA CHI TIẾT GIA CÔNG TRÊN MÁY TIỆN CNC EMCO TURN E65 VỚI VẬT LIỆU THÉP C45

INFLUENCE OF CUTTING MODE PARAMETERS (S AND V) ON SURFACE ROUGHNESS OF MACHINED PARTS ON EMCO TURN E65 CNC LATHE WITH C45 STEEL MATERIAL

ThS. **Đậu Tấn Cường**, ThS. **Trần Văn Giang**, ThS. **Nguyễn Chương Đạo**
Khoa Cơ khí chế tạo, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

TÓM TẮT

Ngày nay, nền công nghiệp gia công cơ khí đang hướng tới một công nghệ đảm bảo độ chính xác gia công và chất lượng bề mặt chi tiết đòi hỏi ngày càng cao. Vì thế, các loại máy công cụ điều khiển số NC, CNC là lựa chọn hàng đầu, nhưng sử dụng máy như thế nào cho phù hợp là vấn đề cấp thiết.

Do đó, việc nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt (S, V) đến chất lượng bề mặt khi tiện trên máy CNC Emco Turn E65 với vật liệu thép C45 nhằm đưa ra khuyến cáo cho giảng viên, sinh viên thực hành trên máy có thể chọn đúng các thông số chế độ cắt phù hợp để gia công sản phẩm (bài tập của sinh viên) là vấn đề cần thiết.

Từ khóa: Ảnh hưởng; Chế độ cắt; Chất lượng bề mặt; Máy tiện Emco Turn E65.

ABSTRACT

Today, the mechanical processing industry is moving towards a technology that ensures machining accuracy and surface quality of parts is increasingly demanding. Therefore, NC and CNC numerical control machine tools are the top choice, but how to use the machine appropriately is an urgent issue.

Therefore, studying the effects of cutting modes (S, V) on surface quality when turning on Emco Turn E65 CNC machine with C45 steel material is to provide recommendations for lecturers and students practicing on the machine. Being able to choose the right cutting parameters to process the product (student exercise) is a necessary issue.

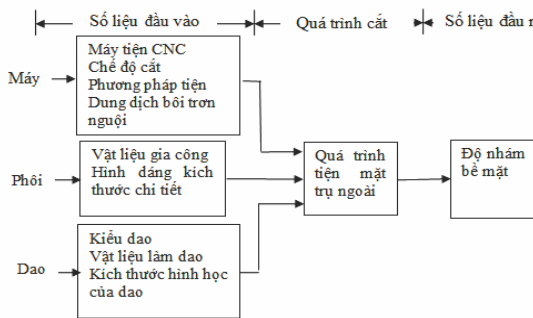
Keywords: Affect; Cutting mode; Surface quality; Emco Turn E65 lathe.



1. MỞ ĐẦU

Trong gia công cắt gọt nói chung và gia công trên máy CNC nói riêng, có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác gia công và chất lượng bề mặt chi tiết máy. Các thông số ảnh hưởng đến quá trình cắt bao gồm: Hệ thống công nghệ, chế độ cắt, dung dịch trơn nguội, vật liệu làm dụng cụ cắt và vật liệu gia công, v.v...

Mô hình nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến nhám bề mặt thể hiện trên hình 1. Trong đó, đầu vào là các thông số của quá trình tiện, còn đầu ra là độ nhám bề mặt của chi tiết máy.



Hình 1. Mô hình thí nghiệm tổng quát.

Thông qua điều chỉnh các thông số chế độ cắt S và V, ta xác định độ nhẵn của bề mặt của chi tiết gia công tương ứng với mỗi trị số S và V khác nhau, từ đó tìm ra mối liên hệ giữa S và V tới độ nhẵn của bề mặt chi tiết gia công.

2. CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ CƠ BẢN CỦA HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM VÀ QUÁ TRÌNH THỰC NGHIỆM

2.1. Các thông số công nghệ cơ bản của hệ thống thí nghiệm

2.1.1. Máy cắt

Máy tiện được sử dụng trong các thí

nghiệm cắt là máy tiện CNC Emco Turn E65. Các thông số cơ bản của máy trong bảng 1.

Bảng 1. Các thông số cơ bản của máy tiện CNC Emco Turn E65.

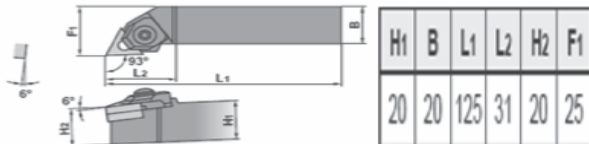
Khả năng của máy	Đường kính phôi tiện lớn nhất	500mm
	Chiều dài tiện lớn nhất	520mm
Hành trình	Hành trình trục X, Z	260/610mm
	Hành trình trục Y	40mm
Trục chính	Tốc độ quay lớn nhất của trục chính	5000v/p
Đài dao	Số vị trí dao	12
	Chiều cao gá thân dao vuông	20mm
	Chiều cao gá thân dao tròn	25mm
	Thời gian thay dao	02/0.3s
Bước tiến	Bước tiến nhanh	X:15000 mm/ph
		Z:20000 mm/ph
Động cơ	Điều khiển động cơ trục chính	7.5KW
Kích thước của máy	Chiều cao máy	2010mm
	Chiều rộng máy	2010mm
	Chiều dài của máy	2348mm
	Trọng lượng máy	6000kg

2.1.2. Dụng cụ cắt

- Loại dao: Dao tiện ngoài;
- Ký hiệu: CCMT060204 NX2525 của hãng MISUBISHI;
- Vật liệu làm dao: Hợp kim cứng có phủ cacbit TiN để tiện nhẹ hoặc nặng (có hoặc không có dung dịch trơn nguội) với vật liệu phôi là thép C45;

- Kích thước hình học của dao: Kích thước hình học và các thông số của lưỡi cắt được thể hiện trên hình 2.

Chiều dài: 9, dày 3,97, góc mũi dao $r = 0,2$, góc trước $\gamma = 6^\circ$, góc mũi dao $\varepsilon = 80^\circ$, góc sau $\alpha = 11^\circ$ và đường kính lỗ bắt vít $\varnothing 4,4$.



Hình 2. Thông số kỹ thuật dao tiện ngoài do hãng MISUBISHI sản xuất.

Chế độ cắt gợi ý của nhà sản xuất:

- Vận tốc cắt V: $200 \div 310$ m/phút;
- Tốc độ chạy dao S: $0,07 \div 0,28$ mm/vòng;
- Chiều sâu mỗi lát cắt t: $0,5 \div 2,7$ mm.

2.1.3. Phương pháp tiện

Tiện trụ ngoài, chi tiết được gá trên mâm cặp 3 vấu tự định tâm.



Hình 3. Hình ảnh quá trình tiện mẫu trên máy CNC Emco Turn E65.



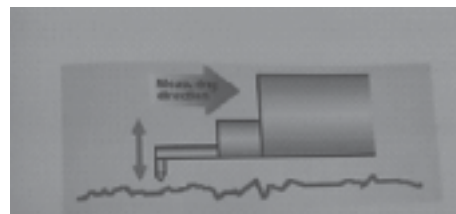
Hình 4. Sản phẩm mẫu khi thí nghiệm.

2.1.4. Dung dịch làm nguội

Trong khi cắt sử dụng dung dịch làm nguội emuxin 5% để làm nguội vùng cắt, khi cắt dung dịch được phun trực tiếp vào vùng gia công với lưu lượng 20 (L/phút).

2.1.5. Thiết bị đo độ nhám chi tiết sau gia công

Việc đo độ nhám của chi tiết sau gia công được thực hiện bằng máy đo độ nhám. Việc đo được thực hiện trên máy đo TR200 của hãng Time Group Inc, xuất xứ Trung Quốc, sử dụng đầu dò cơ học, chọn khoảng dò chuẩn $L = 3$ mm, đường kính đầu dò $1\mu\text{m}$, kết quả đo lấy theo tiêu chuẩn ISO. Hình ảnh máy và hình ảnh quá trình đo được mô phỏng trên hình 4 và hình 5 của Phòng Thí nghiệm Đo lường, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh.



Hình 5. Đầu đo thực hiện đo độ nhám.

Hình 5 là sơ đồ đầu đo để thực hiện việc đo độ nhám. Chiều tiến của đầu đo là từ ngoài vào trong.

2.2. Tiến trình thí nghiệm

➤ Xây dựng ma trận quy hoạch thực nghiệm

Các thông số đầu vào được mã hóa là: $X_1 = S$, $X_2 = V$. Khi đó, số điểm thí nghiệm cần thiết N là: $N = 2^n$ [2].

Trong đó, n là thông số đầu vào, $n = 2$, do đó $N = 2^2 = 4$ (điểm). Từ đó, ta tiến hành thí nghiệm với kết quả sau.

Bảng 2. Kết quả đo 4 mẫu thí nghiệm.

Mẫu	Thông số đầu vào		Kết quả đầu ra
	S (mm/v)	V (m/p)	R_a (μ m)
1	0.07	200	0.159
2	0.15	200	0.371
3	0.07	300	0.104
4	0.15	300	0.376

Bảng 3. Ma trận thực nghiệm.

Số TN	Thông số đầu vào (dạng mã hóa)		Thông số đầu vào (Giá trị thực)		Thông số đầu ra
	X_1	X_2	S (mm/v)	v (mm/P)	R_a (μ m)
1	-1	-1	0.07	200	0.159
2	1	-1	0.15	200	0.371
3	-1	1	0.07	300	0.104
4	1	1	0.15	300	0.376

Xử lý số liệu bằng phần mềm Matlab 7.9.0

Phương trình biểu hiện mối quan hệ kết hợp giữa các thông số đầu vào và thông số đầu ra có dạng phương trình [4]:

$$R_a = C.S^x.V^y \quad (3.1)$$

Ta lấy ln cả hai vế của phương trình (3.1), ta có:

$$\ln R_a = \ln C + x.\ln S + y.\ln V \quad (3.2)$$

Đặt: $\ln R_a = Y$; $\ln C = a_0$; $\ln S = X_1$; $\ln V = X_2$, phương trình (3.2) trở thành:

$$Y = a_0 + a_1.X_1 + a_2.X_2 \quad (3.3)$$

Như vậy, Y quan hệ với X_1 , X_2 theo dạng hàm số có nhiều biến số. Để xác định a_0 , a_1 , a_2 , ta áp dụng phương pháp BPNN.

Ma trận chế độ cắt S , V (ma trận thông số đầu vào) và ma trận ln của chế độ cắt $\ln S, V$.

$$S, V = \begin{bmatrix} 0,07 & 200 \\ 0,07 & 200 \\ 0,15 & 300 \\ 0,15 & 300 \end{bmatrix} \quad \ln S, V = \begin{bmatrix} 5,2983 & -2,6593 \\ 5,2983 & -1,8971 \\ 5,7038 & -2,6593 \\ 5,7038 & -1,8971 \end{bmatrix}$$

Từ đó có ma trận tham số X :

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 5,2983 & -2,6593 \\ 1 & 5,2983 & -1,8971 \\ 1 & 5,7038 & -2,6593 \\ 1 & 5,7038 & -1,8971 \end{bmatrix}$$

$$X^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 5,2983 & 5,2983 & 5,7038 & 5,7038 \\ -2,6593 & -1,8971 & -2,6593 & -1,8971 \end{bmatrix}$$

Ma trận $M = X^T \cdot X$

$$M = \begin{bmatrix} 4,0000 & 22,0042 & -9,1128 \\ 22,0042 & 121,2106 & -50,1300 \\ -9,1128 & -50,1300 & 21,3417 \end{bmatrix}$$

Ma trận nghịch đảo của ma trận M :

$$M^{-1} = \begin{bmatrix} 193,2228 & -33,4552 & 3,9215 \\ -33,4552 & 6,0816 & -0,0000 \\ 3,9215 & -50,1300 & 21,3417 \end{bmatrix}$$

Ma trận đầu ra (R_a) và ma trận $\ln R_a$ được xác định như sau:

$$R_a = \begin{bmatrix} 0,159 \\ 0,371 \\ 0,104 \\ 0,376 \end{bmatrix} \quad Y = \ln R_a = \begin{bmatrix} -1,8389 \\ -0,9916 \\ -2,2643 \\ -0,9782 \end{bmatrix}$$

Từ đó, ta có ma trận hệ số được xác định như sau:

$$a = M^{-1} \cdot M^T \cdot Y$$

$$a = \begin{bmatrix} 4,4577 \\ -0,5069 \\ 1,3989 \end{bmatrix}$$

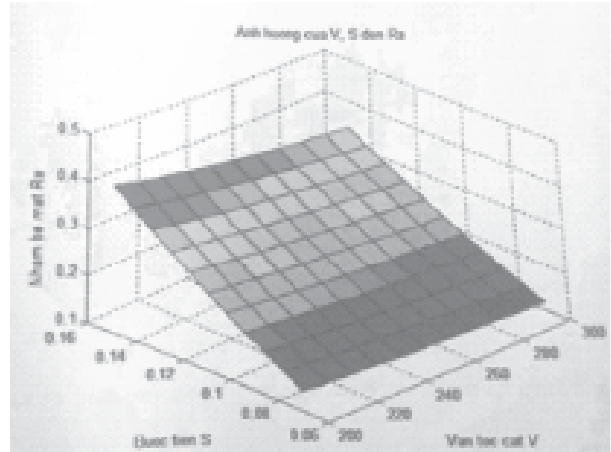
Với $a_0 = 4,457 \Rightarrow C = e^{a_0} = 2,7183^{4,45} = 86,2914$.

Thay các giá trị C , a_1 , a_2 vào biểu thức (3.1), ta có quan hệ giữa độ nhám bề mặt và chế độ cắt thực nghiệm là:

$$R_a = 86,2914 \cdot V^{-0,5069} \cdot S^{1,399}$$

Các kết quả trên được tính toán bằng phần mềm Matlab 7.9.0 với chương trình sau:

```
>> % chương trình hệ số quan hệ
>> SV = [ ]; % Nhập ma trận chế độ cắt
>> lnSV = log ( SV); % Lấy ln ma trận chế độ cắt
>> Mos = ones (4,1); % Tạo ma trận đơn vị 1 cột 4 hàng
>> X = [ Mos ln SV]; % Gộp ma trận đơn vị và ma trận lnSV
% Để tạo ra ma trận tham số
>> XT = X-1; % Chuyển vị ma trận tham số
>> M = XT* X; % Tạo ma trận M
>> M1 = M-1; % Ma trận nghịch đảo ma trận M
>> Ra = [ ]; % Nhập ma trận độ nhám
>> Y = log(Ra); % Lấy ln của ma trận độ nhám
% Để tạo ra ma trận hàm số
```



Hình 6. Ảnh hưởng của S , V đến nhám bề mặt R_a .

3. KẾT LUẬN CHUNG, KIẾN NGHỊ VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

➤ Kết luận

- Tiềm tốc độ cao trên máy CNC hiện nay là một xu hướng phát triển chung trong gia công cắt kim loại nhằm nâng cao năng suất gia công và chất lượng bề mặt chi tiết máy. Các nghiên cứu trên cho thấy tiềm cao tốc trên máy CNC đã làm tăng độ nhám bề mặt lên 1 đến 2 cấp so với tiềm thông thường cùng một điều kiện gia công như máy, dụng cụ, chế độ cắt [5].

- Trong quá trình tiềm cao tốc trên máy CNC, ảnh hưởng của tốc độ chạy dao cũng như vật liệu chi tiết gia công đến độ nhám bề mặt cũng tương tự như tiềm thông thường. Khi tiềm tốc độ cao trên máy CNC không nên thực hiện với tốc độ chạy dao quá bé, khi tiềm các vật liệu có độ dẻo dai cao vì khi đó sẽ làm tăng độ nhám bề mặt chi tiết [5].

- Khi tăng vận tốc cắt lên thì nhám bề mặt có xu thế giảm xuống, nhưng từ vận tốc cắt $v = 200 \div 300 \text{ m/p}$ thì nhám bề mặt giảm không đáng kể. Điều đó lý giải với dây tốc cắt thì mức độ biến dạng khi tạo phoi là như nhau, do đó

biến dạng dẻo tới độ nhám bề mặt là như nhau. Tuy nhiên, khi tăng vận tốc cắt lớn hơn 300m/p thì do rung động lớn làm cho độ nhám bề mặt cũng tăng lên [3].

=> Do vậy, một vấn đề cần giải quyết ở đây là khi tiện với vận tốc cắt cao thì phải rung động của quá trình cắt.

➤ Quan hệ giữa chế độ cắt với độ nhám bề mặt khi tiện trên máy CNC Emco Turn E65 được thiết lập như sau: $R_a = 86,2914 \cdot V^{-0,5069} \cdot S^{1,399}$

➤ Kiến nghị

Có thể áp dụng các kết quả nghiên cứu vào thực tế sản xuất và làm tài liệu tham khảo cho giảng viên giảng dạy và cho sinh viên học tập tại xưởng của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh.

➤ Hướng nghiên cứu tiếp theo

Để ứng dụng tiện tốc độ cao trên máy CNC vào trong sản xuất thì không chỉ nghiên cứu đến độ nhám bề mặt mà còn phải tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng đến các yếu tố khác như tuổi bền dụng cụ cắt, nhiệt cắt sinh ra trong khi tiện, độ biến cứng bề mặt và ứng suất dư gây ra trong khi tiện. Do đó, một số hướng nghiên cứu tiếp theo trong tương lai là:

- Nghiên cứu độ bền dụng cụ cắt khi tiện cao tốc;

- Nghiên cứu nhiệt sinh ra trong vùng cắt và ảnh hưởng của nhiệt cắt tới chi tiết gia công;

- Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ tới độ biến cứng và ứng suất dư trong lớp bề mặt chi tiết máy;

- Nghiên cứu ảnh hưởng của rung động đến chất lượng bề mặt của chi tiết gia công. ❖

Ngày nhận bài: **16/11/2023**

Ngày phản biện: **11/12/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Trọng Bình, Nguyễn Thế Đạt, Trần Văn Địch, Nguyễn Văn Huyền, Nguyễn Đắc Lộc, Lê Văn Tiến, Nguyễn Việt Tiếp, Đỗ Đức Túy, Trần Xuân Việt, Lê Văn Vĩnh (2002), *Công chế tạo máy*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. Nguyễn Văn Kháng (2006), *Quy hoạch thực nghiệm*, Trường Đại học Mỏ – Địa chất, Hà Nội.
- [3]. Trần Văn Địch (2003), *Nghiên cứu độ chính xác gia công bằng thực nghiệm*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [4]. Nguyễn Ngọc Đào, Hồ Viết Bình, Trần Thế Sang (2002), *Chế độ cắt gia công cơ khí*, NXB. Đà Nẵng.
- [5]. Phạm Ngọc Tuấn, Nguyễn Văn Tường (2007), *Các phương pháp gia công đặc biệt*, NXB. Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.