

# ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ CẮT ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT CHI TIẾT GIA CÔNG KHI PHAY BẰNG DAO PHAY MẶT ĐẦU TRÊN MÁY PHAY CNC

Nguyễn Trọng Bình\*, Trương Hữu Chí\*\*, Hoàng Việt Hồng\*\*

\* Trường đại học Bách Khoa Hà Nội, \*\* Viện Máy và dụng cụ công nghiệp

(Bài nhận ngày 17 tháng 6 năm 2002, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 20 tháng 7 năm 2002)

**TÓM TẮT:** Độ nhám bề mặt có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng nguyên công. Việc xây dựng mô hình độ nhám bề mặt rất quan trọng góp phần thực hiện tối ưu hoá chế độ cắt khi phay mặt đầu trên máy phay CNC.

Bài báo này đã phân tích ảnh hưởng của các thông số công nghệ ( Vận tốc cắt, lượng chạy dao, chiều sâu cắt ) đến độ nhám bề mặt. Mô hình độ nhám bề mặt này được xây dựng bằng nghiên cứu thực nghiệm và cho phép xác định độ nhám bề mặt chi tiết gia công thông qua các thông số công nghệ trong quá trình gia công.

## 1. Đặt vấn đề.

Độ nhám bề mặt là một trong các chỉ tiêu quan trọng trong việc đánh giá chất lượng chi tiết cũng như chất lượng nguyên công. Chiều cao nhấp nhô trung bình  $R_z$ , sai lệch profin trung bình cộng  $R_a$ , chiều cao nhấp nhô lớn nhất  $R_t$  của lớp bề mặt là các thông số đặc trưng chính cho độ nhám bề mặt chi tiết gia công.

Chiều cao và hình dạng của nhấp nhô bề mặt cùng với chiều của vết gia công có ảnh hưởng đến ma sát, mài mòn, độ bền mỏi, chống ăn mòn hoá học và độ chính xác mối ghép của chi tiết máy.

Chiều cao nhấp nhô nhỏ cho phép nâng cao tuổi thọ của chi tiết máy, nâng cao khả năng bền mỏi, độ bền va đập tăng, tăng độ chính xác của mối ghép. Chiều cao nhấp nhô càng nhỏ, bán kính đáy nhấp nhô càng lớn thì càng tăng khả năng chống ăn mòn hoá học lớp bề mặt.

Thông qua độ nhám bề mặt chi tiết gia công chúng ta có thể đánh giá độ mòn của dụng cụ, vì khi dụng cụ bị mòn thường để lại trên bề mặt chi tiết gia công các vết gia công có độ nhám thay đổi bất thường.

Chính vì vậy ở bất kỳ nguyên công gia công cơ nào người ta cũng cần nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới độ nhám bề mặt từ đó có cơ sở điều khiển quá trình gia công nhằm đạt được chất lượng chi tiết yêu cầu với giá thành thấp nhất.

Việc xây dựng các mô hình độ nhám bề mặt của quá trình phay bằng dao phay mặt đầu trên máy CNC góp phần xây dựng cơ sở cho việc giải bài toán xác định chế độ cắt tối ưu trên máy phay CNC nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế- kỹ thuật của nguyên công.

Dao phay mặt đầu được dùng rất phổ biến khi gia công các mặt phẳng. Khác với các dao phay khác, dao phay mặt đầu thể hiện một cách tường minh nhất các bản chất công nghệ của quá trình phay bởi lẽ:

- Dao phay mặt đầu có độ cứng vững cao.
- Có thể dùng dao phay mặt đầu dưới dạng dao phay răng chấp nhằm nâng cao số lưỡi cắt tham gia cắt đồng thời trong cùng một thời điểm. Các lưỡi cắt dạng răng chấp dễ dàng thay thế trong khi gia công.



- Dao phay mặt đầu cho phép nâng cao năng suất bóc phoi.

Độ nhám bề mặt chi tiết khi phay bằng dao phay mặt đầu phụ thuộc vào các yếu tố như sau: chế độ cắt khi gia công ( $V, S_z, t$ ), vật liệu gia công, chế độ trôn nguội, độ chính xác về vị trí tương quan giữa các lưỡi cắt, hình dạng các lưỡi cắt,...

Trong điều kiện gia công cụ thể, chúng tôi tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi phay bằng dao phay mặt đầu trên máy phay CNC.

## 2. Ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt.

*Cơ sở lý thuyết:*

- Lượng chạy dao  $S_z$  và thông số hình học của dụng cụ gia công có ảnh hưởng trực tiếp đến độ nhám bề mặt chi tiết gia công. Lượng chạy dao  $S_z$  bé dẫn đến chiều cao nhấp nhô tế vi bề mặt thấp. Ngoài ra lượng chạy dao  $S_z$  còn ảnh hưởng đến mức độ biến dạng dẻo và biến dạng đàn hồi trên bề mặt gia công. Trong khoảng bước tiến nhất định thì chiều cao nhấp nhô bề mặt chi tiết gia công đạt được thấp nhất do sự kết hợp của 2 yếu tố: hình học và biến dạng là nhỏ nhất.

- Chiều sâu cắt cũng có ảnh hưởng tương tự như ảnh hưởng tiến dao  $S_z$  đến độ nhám bề mặt chi tiết gia công. Nói chung không nên chọn giá trị của chiều sâu cắt quá nhỏ vì khi cắt lưỡi cắt có thể bị trượt trên bề mặt gia công và cắt không liên tục.

- Trong các thông số công nghệ thì tốc độ có ảnh hưởng lớn nhất đến độ nhám bề mặt đạt được sau khi gia công. Khi tăng tốc độ cắt thì biến dạng dẻo khi cắt giảm đi do đó chiều cao nhấp nhô bề mặt giảm đi. Khi cắt vật liệu giòn (như gang) ở tốc độ cắt thấp, phoi đứt theo biên giới của các hạt tinh thể khiến cho chiều cao nhấp nhô tế vi lớn. Ở tốc độ cắt cao, các tinh thể bị cắt ngang nên chiều cao nhấp nhô tế vi nhỏ.

Nhưng đối với các vật liệu gia công như nhôm thì kết luận này không hoàn toàn đúng do dao cắt bị mòn đi nhanh khi tăng tốc độ cắt.

*Phương pháp nghiên cứu:*

Để xây dựng mô hình biểu diễn mối quan hệ giữa độ nhám bề mặt với các yếu tố công nghệ trong điều kiện gia công cụ thể tại Việt nam, chúng tôi dùng phương án nghiên cứu thực nghiệm.

## 3. Phương pháp thực nghiệm và kết quả thực nghiệm

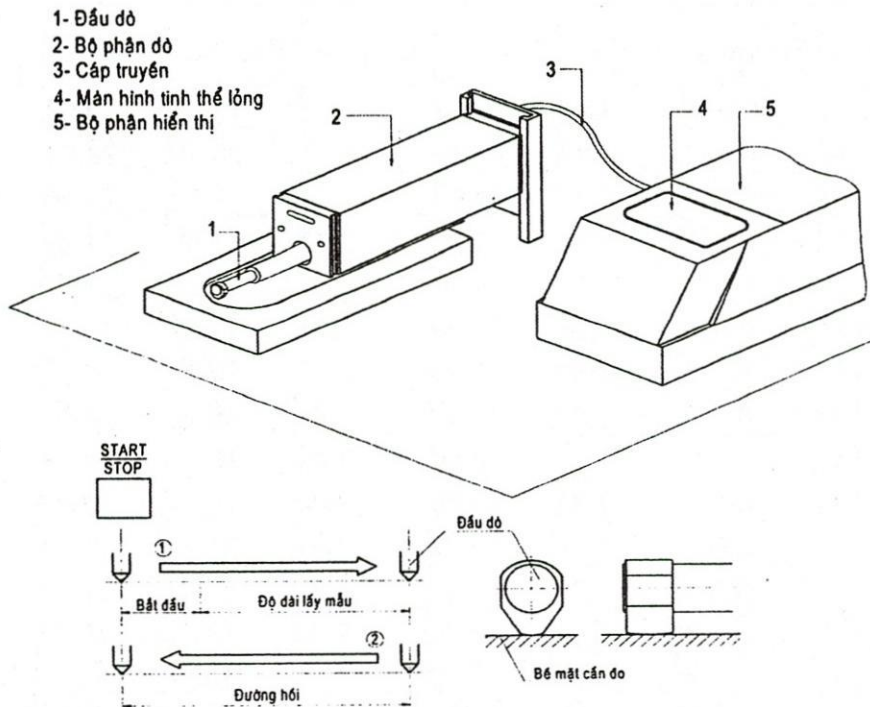
### a. Phương pháp đo và dụng cụ đo.

Các thông số cơ bản đánh giá độ nhám bề mặt cần xác định:

- Chiều cao nhấp nhô trung bình của lớp bề mặt:  $R_z$ .
- Sai lệch profile trung bình  $R_a$ .
- Khoảng cách từ đáy thấp nhất đến đỉnh cao nhất của lớp bề mặt  $R_t$

Phương pháp đo: Dùng phương pháp đo tiếp xúc trực tiếp trên bề mặt chi tiết gia công bằng thiết bị đo độ nhám chuyên dùng. Đặt đầu dò vuông góc với bề mặt chi tiết, xác định chiều dài đo chuẩn. Các số liệu đo được thu thập tự động và được truyền vào các tệp dữ liệu trong máy tính.

Sơ đồ nguyên lý đo độ nhám bằng phương pháp tiếp xúc



Hình 1. Sơ đồ đo độ nhám bề mặt

**b. Các trang thiết bị thí nghiệm:**

- Máy gia công: Máy phay CNC DMU 60T .
- Vật liệu gia công: Thép JIS S55C.
- Dụng cụ gia công: Dao phay mặt đầu  $\phi 25$  ghép mảnh hợp kim.
- Vật liệu mảnh hợp kim: APMT 103508PDER phủ ACZ350
- Dạng phay: phay đối xứng.
- Dung dịch trơn nguội Emunxi 4% phun trực tiếp vào bề mặt đang gia công.
- Dụng cụ đo độ nhám bề mặt: Máy đo độ nhám JS- 201 Mitutoyo - Nhật bản.

**c. Sơ đồ đo độ nhám bề mặt (hình 1).**



**Bảng 1. Kết quả đo độ nhám bề mặt:**

Điểm Thí nghiệm	Thông số công nghệ				Kết quả đo độ nhám		
	V(m/ph)	S(mm/r)	T(mm)	B(mm)	Ra(μm)	Rz(μm)	Rt(μm)
1	113	0.089	3.82	25.00	3.42	17.68	19.63
2	90	0.089	3.82	25.00	3.92	20.40	23.85
3	90	0.089	2.24	25.00	3.89	18.60	23.46
4	113	0.056	1.31	25.00	2.72	11.69	17.29
5	143	0.056	1.31	25.00	2.18	10.25	12.04
6	143	0.056	2.24	25.00	2.34	11.21	15.15
7	143	0.071	1.31	25.00	2.26	10.85	14.35
8	90	0.071	3.82	25.00	3.88	18.54	25.67
9	143	0.071	1.31	25.00	2.31	10.92	14.54
10	143	0.071	1.31	25.00	2.28	10.67	14.49
11	80	0.071	2.24	25.00	3.81	21.21	26.83
12	160	0.071	2.24	25.00	1.87	8.90	11.67
13	113	0.050	2.24	25.00	2.43	13.12	16.52
14	113	0.100	2.24	25.00	3.48	16.75	21.00
15	113	0.071	1.00	25.00	2.79	13.20	17.30
16	113	0.071	5.00	25.00	3.46	16.53	21.37
17	113	0.071	2.24	25.00	2.82	14.17	17.68
18	113	0.071	2.24	25.00	2.91	14.21	17.72
19	113	0.071	2.24	25.00	2.63	14.09	17.89
20	113	0.071	2.24	25.00	2.75	14.25	17.55

**d. Xây dựng phương pháp xử lý số liệu và đánh giá kết quả**

**\* Sơ đồ thí nghiệm với 3 thông số thay đổi.**

Hàm toán học có dạng:  $R = f(x,y,z)$ .

Biến số x được đặc trưng cho Vận tốc cắt V(m/phút).

Biến số y được đặc trưng cho Lượng chạy dao Sz (mm/răng).

Biến số z được đặc trưng cho Chiều sâu cắt t (mm).

Hàm số R được đặc trưng cho các thông số cần khảo sát: Ra, Rz, Rt.

áp dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm cho 3 thông số thay đổi, phương pháp nâng cao độ tin cậy của hệ thống thực nghiệm, ta có thể xây dựng các điểm thực nghiệm như sau đảm bảo độ chính xác yêu cầu. Tại mỗi điểm thực nghiệm tiến hành đo độ nhám bề mặt 3 lần, kết quả đo được lấy trung bình và được tổng hợp theo bảng dưới đây.

**\* Kết quả đo độ nhám bề mặt: ( bảng1)**

**\* Xác định mối quan hệ hàm số giữa ( Ra, Rz, Rt ) với thông số cắt V,Sz,t.**

Dùng phương pháp quy hoạch thực nghiệm ta xác định phương trình phụ thuộc (Ra, Rz, Rt ) với thông số cắt V, Sz,t:

Bảng 2. Phương trình biểu diễn mối quan hệ dạng hàm số mũ giữa các thông số đặc trưng cho độ nhám bề mặt khi phay với các thông số công nghệ

Trong đó:

- $f_i$  với  $i=1\div 4$  là các hệ số đánh giá độ chính xác được tính toán cho hệ số, các số mũ của  $V, S_z, t$  tương ứng với các đại lượng chiều cao nhấp nhô tế vi  $R_a, R_z, R_t$ .
- $R$  - Hệ số tin cậy tương ứng với các đại lượng chiều cao nhấp nhô tế vi  $R_a, R_z, R_t$ .

Phương pháp thực nghiệm và các kết quả thực nghiệm đã được kiểm chứng độ tin cậy, độ chính xác với xác suất lớn hơn 95 %.

$R_a = 463,8.V^{-0,8971}.S^{0,3407}.t^{0,0933}$	$f_1= 12.79$
$R= 0.97036$	$f_2= 9.50$
	$f_3= 3.54$
	$f_4= 2.29$
$R_z = 3392,3.V^{-0,9983}.S^{0,3195}.t^{0,1272}$	$f_1= 19.34$
$R= 0.98147$	$f_2= 12.08$
	$f_3= 3.79$
	$f_4= 3.56$
$R_t = 3688,4.V^{-1,0287}.S^{0,1929}.t^{0,0876}$	$f_1= 16.58$
$R= 0.97070$	$f_2= 10.57$
	$f_3= 1.94$
	$f_4= 2.08$

Kết quả thực nghiệm đạt độ chính xác yêu cầu và cho phép ứng dụng trong thực tế.

#### 4. Các kết luận.

Từ các kết quả thực nghiệm và phương trình thu được ta có một số các nhận xét sau:

1. Khi tăng lượng chạy dao  $S_z$ , chiều sâu cắt  $t$  thì chiều cao nhấp nhô bề mặt tăng lên. Tuy nhiên ảnh hưởng của lượng chạy dao  $S_z$  lớn hơn so với ảnh hưởng của chiều sâu cắt  $t$  đến chiều cao nhấp nhô bề mặt (thể hiện ở số mũ của  $S_z$  lớn hơn số mũ của  $t$ ).
2. Khi tăng vận tốc cắt  $V$  thì chiều cao nhấp nhô bề mặt giảm mạnh (thể hiện ở số mũ âm và trị tuyệt đối giá trị số mũ lớn).
3. Phương trình biểu diễn trên cho phép tiên đoán chính xác kết quả về chất lượng bề mặt sau khi gia công, đồng thời có thể sử dụng phương trình này để điều khiển chất lượng nguyên công thông qua điều khiển chế độ cắt khi gia công.
4. Xây dựng được phương pháp nghiên cứu bằng thực nghiệm với độ chính xác cao.

## THE EFFECT OF CUTTING PARAMETERS ON SURFACE ROUGHNESS IN END MILLING ON CNC MILLING MACHINES

Nguyen Trong Binh, Truong Huu Tri, Hoang Viet Hong

**ABSTRACT:** Surface roughness affects directly on machining process qualities. The surface roughness model is particularly necessary to the optimization of the cutting parameters in an end milling operation on CNC milling machine. The paper analyses the affection of the variation of the cutting conditions (speed of spindle rotation, feed per tooth, axial depth of



cut) on the surface roughness. The validity of the surface roughness model was proved through cutting experiments and the model was used to predict the machined surface roughness from the information of the cutting parameters.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Trọng Bình  
*Tối ưu hoá quá trình cắt gọt.*  
Bài giảng Cao học và Nghiên cứu sinh Đại học BKHN –1997.
- [2]. Trần Văn Địch  
*Nghiên cứu độ chính xác gia công bằng các phương pháp thực nghiệm.*  
Bài giảng Cao học và Nghiên cứu sinh Đại học BKHN –1997.
- [3]. S. Smith, Jtlusty  
An Overview of Modelling and Simulation of the Milling Process  
Journal of Engineering for Industry, Vol 113, 1991
- [4]. V.C Vankatesh, H. Chandrasekaran  
*Experimental techniques in metal cutting.*  
New Dehli, Prentice - Hall of India 1987.
- [5]. Dae Kuyn Baek, Tae Jo Ko, Hee Sool Kim.  
*Optimization of feedrate in a face milling operation using a surface roughness model.*  
International Journal of Machine tools & Manufacture 41( 2001) 451-462