

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT CHI TIẾT GIA CÔNG TRÊN MÁY MÀI PHẪNG

STUDY OF THE EFFECT OF TECHNOLOGY PARAMETERS ON ROUGHNESS IN SURFACE GRINDING

Nguyễn Tuấn Nhân¹, Lưu Đức Bình²

¹Trường Cao đẳng Công nghiệp Huế; ntuanhan@hueic.edu.vn

²Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; ldbinh@dut.udn.vn

Tóm tắt - Là phương pháp gia công tinh lần cuối cho nhóm các bề mặt phẳng, mài phẳng cần đảm bảo chất lượng cho chi tiết, đặc biệt là chất lượng lớp bề mặt. Trong đó, ứng suất dư và biến cứng lớp bề mặt được xử lý bằng các biện pháp nhiệt hoặc hóa lý; còn độ nhám bề mặt được đảm bảo bằng việc lựa chọn các thông số khi gia công cơ. Bài báo trình bày quá trình thực nghiệm, xử lý số liệu sự ảnh hưởng của hai thông số quan trọng là chiều sâu cắt và lượng chạy dao ngang đến độ nhám bề mặt chi tiết thép C40 khi gia công trên máy mài phẳng Arca (Nhật bản) với đá mài Hải dương số hiệu Sx80TB2G. Qua đó, sẽ phân tích, đánh giá sự ảnh hưởng và đưa ra được những cơ sở cho việc lựa chọn các giá trị chiều sâu cắt và lượng chạy dao ngang phù hợp với yêu cầu độ nhám bề mặt của từng bước công nghệ trong nguyên công mài phẳng.

Từ khóa - máy mài phẳng; đá mài; độ nhám bề mặt; quy hoạch thực nghiệm; Box-Hunter.

Abstract - Surface grinding is a method for finishing process of flat surfaces, to ensure the quality of the workpiece, especially the quality of the surface layer. Particularly, residual stress and hardened surface are processed by heat or chemical-physicals; surface roughness is also ensured by the selection of the machining parameters. This paper presents the empirical data analysis of the effects of two important parameters: the depth of cut and width feed to workpiece surface roughness when machining by Arca grinder (Japan) and grindstone Sx80TB2G. Thereby, the paper will analyze and assess the impact and provide the basis for the selection of the value of depth of cut and width feed consistent with the requirements of surface roughness of each step in the surface grinding.

Key words - surface grinder; grindstone; surface roughness; experimental planning; Box-Hunter.

1. Đặt vấn đề

Mài phẳng là phương pháp gia công tinh chủ yếu cho các bề mặt phẳng. Do vậy, quá trình mài phải đảm bảo được chất lượng yêu cầu của chi tiết.

Quá trình mài có bản chất vật lý và cơ chế hình thành bề mặt khi mài tương đối phức tạp và có chất lượng phụ thuộc vào khá nhiều yếu tố. Nghiên cứu quá trình mài là công việc khó, phức tạp và cho đến nay các yếu tố nghiên cứu vẫn chỉ gồm một số thông số đặc trưng của quá trình mài, chứ không thể gồm toàn bộ các thông số ảnh hưởng được.

Một trong những lĩnh vực nghiên cứu chính về mài là nghiên cứu về chất lượng chi tiết gia công và tối ưu hóa các thông số công nghệ. Các nghiên cứu tập trung vào phân tích ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến độ nhám bề mặt của chi tiết. Có thể liệt kê sơ bộ vài nghiên cứu sau đây:

- Nghiên cứu ảnh hưởng của lượng chạy dao dọc S_d đến độ nhám của bề mặt chi tiết gia công của vật liệu thép SUS304. Nghiên cứu thực hiện với ba giá trị lượng chạy dao dọc khác nhau là: $S_d = 9\text{m/p}$; $S_d = 12\text{m/p}$ và $S_d = 15\text{m/p}$. Kết quả đã đưa ra được hàm biểu diễn ảnh hưởng của lượng chạy dao dọc đến độ nhám khi mài thép SUS304; từ đó rút ra được giá trị lượng chạy dao dọc tối ưu [4].

- Nghiên cứu về ảnh hưởng của lượng chạy dao dọc S_d , vận tốc đá mài V và chiều sâu cắt t đến độ nhám của bề mặt chi tiết gia công của một loại vật liệu là thép SUJ2. Nghiên cứu sử dụng hai loại đá mài với hạt mài khác nhau là hạt mài CBN và hạt mài được phủ Al_2O_3 ; sử dụng bộ thông số công nghệ để nghiên cứu là: $S_d = 7 \div 20,5\text{m/p}$; $V = 1700 \div 1905\text{m/p}$ và $t = 0,002 \div 0,012\text{mm}$. Kết quả đã đưa ra được hàm biểu diễn ảnh hưởng của bộ ba thông số S_d , V , t đến độ nhám của thép SUJ2 khi mài bằng hai loại đá khác nhau. Từ đó, so sánh kết quả và rút ra kết luận về việc chọn loại

hạt mài của đá khi mài thép SUJ2 [5].

Tóm lại, nhìn chung hướng nghiên cứu trong lĩnh vực mài nói chung và mài phẳng nói riêng là khá rộng. Việc lựa chọn vật liệu mài, thông số công nghệ, khoảng giá trị biến thiên của các thông số... trong các nghiên cứu khác nhau có ý nghĩa rất cao trong thực tiễn sản xuất.

2. Thực nghiệm xác định ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến độ nhám bề mặt

Từ những phân tích ở trên, các tác giả tiến hành làm thực nghiệm để xác định mối quan hệ của chiều sâu cắt t và lượng chạy dao ngang S_n đến độ nhám bề mặt chi tiết thép C40, loại thép được sử dụng tương đối phổ biến trong sản xuất cơ khí.

2.1. Điều kiện thí nghiệm

Các thí nghiệm thực hiện trong các điều kiện sau:

- Máy mài phẳng Arca (Nhật bản): tốc độ quay trục mang đá: 2850 vòng/ph; kích thước bàn từ: 300x600mm; công suất động cơ mang đá: 2,2kW.

- Đá mài Hải dương, số hiệu Sx80TB2G: đường kính ngoài: Ø250mm; đường kính lắp trên trục Ø25mm; bề rộng đá: 32mm.

- Vận tốc bàn máy theo phương dọc: 15m/ph.

- Dung dịch trơn nguội: dầu emulxi 2,5%, lưu lượng 20 lít/ph.

- Chi tiết: vật liệu C40; hình hộp với kích thước: 30x40x10mm.

- Độ nhám được đo bằng máy Taylor - Hobson.

Các thông số công nghệ điều chỉnh để nghiên cứu nằm trong phạm vi:

- Chiều sâu cắt: $t = 0,05 \div 0,15\text{mm}$.

- Lượng chạy dao ngang: $S_n = 0,16 \div 0,48\text{mm/htk}$.

2.2. Trình tự thí nghiệm

Theo [2], sử dụng quy hoạch quay cấp II Box - Hunter với số yếu tố ảnh hưởng $k = 2$. Như vậy, tổng cộng cần tiến hành thực hiện 13 thí nghiệm ($N = 13$) với:

- Số thí nghiệm ở nhân phương án: $2^k = 4$
- Số thí nghiệm ở các điểm (*): $2.k = 4$
- Số thí nghiệm ở tâm phương án: $n_0 = 5$

Gọi, x_1 và x_2 là các biến ảo được mã hoá từ các biến thực t và S_n tương ứng. Trình tự các thí nghiệm theo ma trận trong Bảng 1.

Bảng 1. Ma trận thí nghiệm

TT	x_0	x_1	x_2	x_1x_2	x_1^2	x_2^2
1	+	-	-	+	+	+
2	+	+	-	-	+	+
3	+	-	+	-	+	+
4	+	+	+	+	+	+
5	+	-1,414	0	0	2	0
6	+	+1,414	0	0	2	0
7	+	0	-1,414	0	0	2
8	+	0	+1,414	0	0	2
9	+	0	0	0	0	0
10	+	0	0	0	0	0
11	+	0	0	0	0	0
12	+	0	0	0	0	0
13	+	0	0	0	0	0

Mức, khoảng biến thiên của các yếu tố như Bảng 2.

Bảng 2. Các mức, khoảng biến thiên của các yếu tố (đã làm tròn)

Biến thực	Các mức của biến ảo					Khoảng biến thiên λ
	Mức $+\alpha$ (+1,414)	Mức trên (+1)	Mức cơ sở (0)	Mức dưới (-1)	Mức $-\alpha$ (-1,414)	
t	0,17	0,15	0,10	0,05	0,03	0,05
S_n	0,55	0,48	0,32	0,16	0,09	0,16

Khi đó, phương trình hồi quy thực nghiệm biểu diễn mối quan hệ giữa độ nhám và chiều sâu cắt cùng lượng chạy dao ngang có dạng:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{\substack{i,j=1; \\ i \neq j}}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} \cdot x_i^2 \quad (1)$$

2.3. Kết quả thí nghiệm

Tiến hành 13 thí nghiệm như bảng 1 với số lần lặp là 2, được 26 chi tiết như Hình 1.

Kết quả sau khi đo độ nhám tương ứng với từng thí nghiệm được cho trong Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm

TT	x_1 (t)	x_2 (S_n)	$y_1(R_a)$	$y_2(R_a)$
1	0,05	0,16	0,32	0,36
2	0,15	0,16	0,18	0,2
3	0,05	0,48	0,33	0,31
4	0,15	0,48	0,32	0,35

5	0,03	0,32	0,35	0,43
6	0,17	0,32	0,21	0,22
7	0,1	0,09	0,19	0,18
8	0,1	0,55	0,2	0,21
9	0,1	0,32	0,21	0,2
10	0,1	0,32	0,18	0,19
11	0,1	0,32	0,22	0,19
12	0,1	0,32	0,21	0,2
13	0,1	0,32	0,22	0,25



Hình 1. Chi tiết sau khi gia công và máy đo độ nhám bề mặt Taylor-Hobson

2.4. Xử lý kết quả thí nghiệm

Theo [2], trình tự xác định phương trình hồi quy thực nghiệm theo quy hoạch quay cấp II Box - Hunter bằng cách giải các phương trình ma trận, nhận được các công thức tính các hệ số và phương sai:

$$b_0 = a_1 \sum_{j=1}^n y_j - a_2 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 \cdot y_j \quad (2)$$

$$b_i = a_3 \sum_{j=1}^n x_{ij} \cdot y_j, \quad \forall i = 1 \div k \quad (3)$$

$$b_{iu} = a_4 \sum_{j=1}^n x_{ij} \cdot x_{uj} \cdot y_j, \quad u \neq i; i, u = 1 \div k \quad (4)$$

$$b_{ii} = a_5 \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 \cdot y_j + a_6 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 \cdot y_j - a_7 \sum_{i=1}^k y_i \quad (5)$$

$$S_{b_0}^2 = a_1 \cdot S_{ts}^2 \quad (6)$$

$$S_{b_i}^2 = a_3 \cdot S_{ts}^2 \quad (7)$$

$$S_{b_{iu}}^2 = a_4 \cdot S_{ts}^2 \quad (8)$$

$$S_{b_{ii}}^2 = (a_5 + a_6) S_{ts}^2 = a_7 \cdot S_{ts}^2 \quad (9)$$

Phương sai tái sinh được xác định theo các thí nghiệm ở tâm quy hoạch.

$$S_{ts}^2 = \frac{\sum_{u=1}^{n_0} (y_u^0 - \bar{y}^0)^2}{n_0 - 1} \quad (10)$$

với số bậc tự do tái sinh:

$$f_{ts} = n_0 - 1. \quad (11)$$

Tổng dư bình phương các giá trị hàm mục tiêu tính theo phương trình hồi quy:

$$S_{pt} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (12)$$

Tổng dư bình phương các giá trị hàm mục tiêu tính theo thực nghiệm:

$$S_{tn} = \sum_{u=1}^{n_0} (y_u^0 - \bar{y}_u^0)^2 \quad (13)$$

Số bậc tự do của phương sai dư là:

$$f_{du} = n - h - (n_0 - 1) \quad (14)$$

với: h là số tham số b_i có nghĩa trong phương trình hồi quy.

Phương sai dư được tính:

$$S_{du}^2 = \frac{S_{pt} - S_{tn}}{f_{du}} = \frac{S_{pt} - S_{tn}}{n - h - n_0 - 1} \quad (15)$$

Chuẩn số Fisher được tính:

$$F_t = \frac{S_{du}^2}{S_{ts}^2} \quad (16)$$

Lựa chọn độ tin cậy của thống kê là 95% trong kiểm tra tính tương thích của mô hình toán theo chuẩn Fisher. Sau khi giải bằng phần mềm Excel, kết quả đạt được phương trình hồi quy như sau:

$$y = 0,21108 - 0,04781.x_1 + 0,01916.x_2 + 0,04125.x_1.x_2 + 0,058877.x_1^2 \quad (17)$$

Trả về lại biến thực, ta có phương trình hồi quy thực nghiệm biểu diễn mối quan hệ ảnh hưởng của chiều sâu cắt cùng lượng chạy dao ngang đến độ nhám bề mặt chi tiết C40 khi mài phẳng trên máy Arca là:

$$R_a = 0,173 - 0,00639.t + 0,0019.S_n + 0,0002.t.S_n + 0,00015.t^2 \quad (18)$$

3. Nhận xét kết quả

Từ (18) nhận thấy, cả hai thông số là lượng chạy dao ngang S_n và chiều sâu cắt t đều có ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt chi tiết gia công, nhưng ở các mức độ khác nhau.

Dùng Matlab để vẽ đồ thị biểu diễn sự ảnh hưởng theo phương trình (18), Hình 2.

Có thể đưa ra mấy nhận xét:

- Chiều sâu cắt t có ảnh hưởng lớn hơn, ảnh hưởng đến độ nhám có dạng đường parabol.

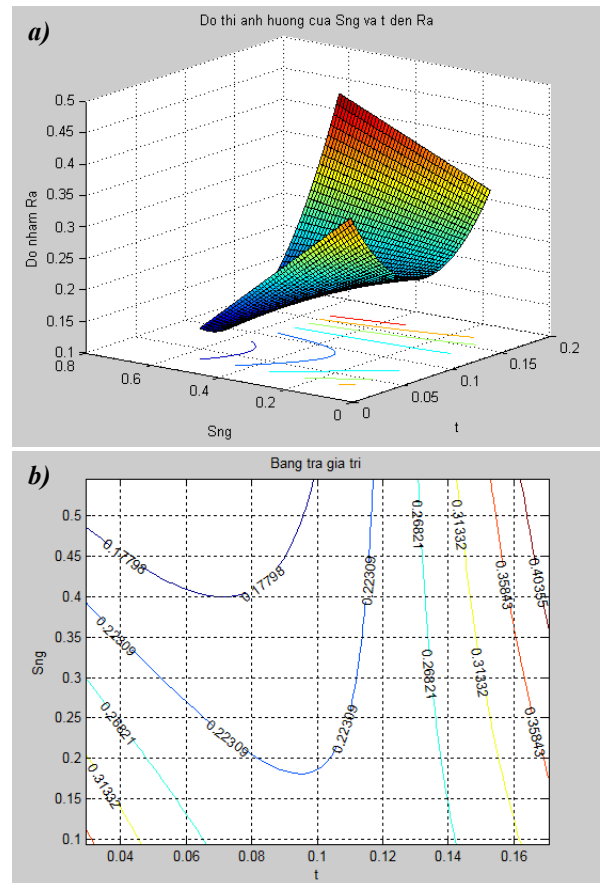
- Lượng chạy dao ngang S_n có ảnh hưởng đến độ nhám nhỏ hơn so với chiều sâu cắt t . Khi tăng giá trị S_n thì độ nhám sẽ giảm.

- Giá trị độ nhám thấp nhất đạt được là 0,17798μm với cặp giá trị (t , S_n) tương ứng lựa chọn theo đồ thị (Hình 2b).

Giải thích như sau:

- Độ nhám bề mặt chi tiết mài hình thành chủ yếu bởi các vết cào xước chồng lên nhau của các điểm cắt trên các hạt mài có chiều cao không bằng nhau. Về nguyên tắc, khi chiều sâu mài t lớn hơn chiều cao nhô lên mặt đá của các hạt mài thì việc thay đổi chiều sâu mài t không làm thay đổi độ nhám bề mặt. Tuy nhiên, khi chiều sâu mài t tăng cao, sẽ sinh ra các yếu tố ảnh hưởng khác như: biến dạng dẻo lớp vật liệu bề mặt, rung động, nhiệt cắt, lực cắt tăng lên... Đây chính là các yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến độ nhám của bề mặt chi tiết gia công. Tổng hợp lại dẫn đến độ nhám bề mặt tăng lên. Mặt khác, nếu giảm chiều sâu cắt t quá nhỏ sẽ làm cho các hạt mài không cắt gọt được. Tại vùng cắt sẽ xảy ra hiện tượng trượt, làm độ nhám bề mặt chi tiết tăng lên.

- Khi tăng lượng chạy dao ngang S_n sẽ làm giảm các vết “xếp chồng” giữa các vết gia công để lại sau mỗi lần chạy dao dọc trên bề mặt gia công, dễ hiểu là điều này sẽ dẫn đến độ nhám của bề mặt chi tiết giảm.



Hình 2. Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa t , S_n đến R_a

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày các thí nghiệm, số liệu thí nghiệm và quá trình xử lý số liệu thực nghiệm, đưa ra được phương trình biểu diễn sự ảnh hưởng của chiều sâu cắt và lượng chạy dao ngang đến độ nhám bề mặt chi tiết bằng vật liệu C40 khi gia công trên máy mài phẳng Arca.

Trên cơ sở các kết quả nhận được từ thực nghiệm, đưa ra được một số nhận xét về xu hướng ảnh hưởng của từng

thông số đến độ nhám bề mặt; xây dựng được đồ thị xác định giá trị các thông số tương ứng với giá trị độ nhám mong muốn khi gia công các chi tiết máy bằng vật liệu thép C40 trên máy mài phẳng Arca, tạo điều kiện cho việc lựa chọn hợp lý giá trị các thông số gia công cho từng bước công nghệ trong sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Tuấn Nhân, Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến độ nhám bề mặt chi tiết khi gia công trên máy mài

phẳng, *Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật*, Đại học Đà Nẵng, 2014.

[2] Lưu Đức Bình, *Quy hoạch thực nghiệm trong lĩnh vực Cơ khí*, Giáo trình Cao học, Đại học Đà Nẵng, 2013.

[3] GS. TSKH. Nguyễn Phùng Quang, *Matlab và Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2005.

[4] Ngô Kiên Dương, Một số biện pháp công nghệ nâng cao độ chính xác, chất lượng bề mặt chi tiết gia công khi mài thép không ri. Ứng dụng để gia công tinh các loại khuôn trong ngành dược phẩm, *Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật*, Đại học Thái Nguyên, 2009.

[5] Nguyễn Thị Linh, Nghiên cứu chất lượng bề mặt gia công khi mài thép SUJ2 bằng đá mài CBN trên máy mài phẳng, *Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật*, Đại học Thái Nguyên, 2009.

(BBT nhận bài: 22/04/2015, phản biện xong: 24/05/2015)