

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA VẬN TỐC, LỰC VÀ THỜI GIAN ĐẾN ĐỘ NHẪN BÓNG BỀ MẶT KHI ĐÁNH BÓNG NỘI NHÔM BẰNG BÁNH NI

RESEARCH THE INFLUENCE OF VELOCITY, FORCE AND TIME ON THE SURFACE ROUGHNESS WHEN POLISHING ALUMINUM COOKWARE USING FELT WHEELS

ThS. Trương Đình Luân, TS. Nguyễn Trọng Doanh, TS. Bùi Quý Lực
Viện Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Đánh bóng bề mặt thường là một nguyên công sau cùng trước khi sản phẩm vào sử dụng, việc đánh bóng không những làm tăng chất lượng bề mặt sản phẩm mà còn tăng hiệu quả sử dụng, tính thẩm mỹ cho sản phẩm. Mặt khác, việc đánh bóng bề mặt lại có tác dụng hữu ích cho một nguyên công tiếp theo (ví dụ như phủ, mạ điện). Trong bài báo này, tác giả trình bày ảnh hưởng của một số thông số công nghệ chủ yếu (vận tốc n , lực F và thời gian t) đến độ nhẵn bóng bề mặt trong quá trình đánh bóng nội nhôm bằng bánh đánh bóng vật liệu ni.

Từ khóa: Đánh bóng, bề mặt, nhôm, ni, thông số, độ nhẵn.

ABSTRACT

Surface polishing is usually the final operation before the product comes into use, the polish increases the surface quality, increases the effectiveness and aesthetics of the product. Another way surface polishing is useful for the next operation (for example: cover, electroplate). In this paper, the author presents the influence of some key technological parameters (velocity n , force F and time t) on the surface roughness in the aluminum polishing process using felt wheels.

Keywords: Polishing, surface, aluminum, felt, parameters, roughness.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong đánh bóng cơ học, các yếu tố ảnh hưởng đến độ bóng bề mặt sản phẩm như sau: Công nghệ (vận tốc, lực, thời gian, góc tiếp xúc, bước tiến dụng cụ...); vật liệu (thép, Inox, nhôm, đồng,...); phụ kiện đánh bóng (ni, xơ, vải, sisal,...) và các yếu tố khác (hình dáng kích thước phôi, độ cứng của phôi, phụ gia). Trong phần nghiên cứu này, tác giả muốn đề cập đến quá trình đánh bóng nổi nhôm bằng vật liệu ni, trên cơ sở qua nghiên cứu thông số các máy đánh bóng có sẵn trên thị trường và qua thực nghiệm sàng lọc đã xác định được miền thông số công nghệ quá trình đánh bóng (bảng 1). Qua đó, để xác định được ảnh hưởng của một số thông số công nghệ đến độ nhẵn bóng bề mặt.

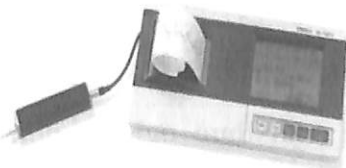
2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM

2.1. Trang thiết bị thực nghiệm

- Mẫu thí nghiệm là nổi nhôm dạng trụ Ø160 (hình 1);
- Máy đo độ nhám cầm tay SJ-301 (hình 2).

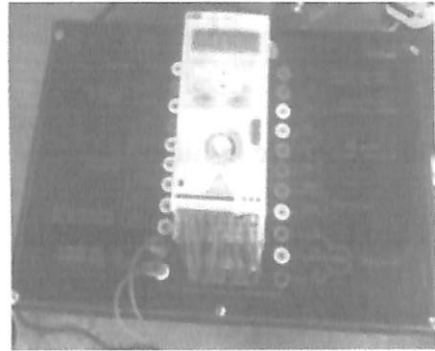


Hình 1. Mẫu thí nghiệm



Hình 2. Máy đo độ nhám cầm tay SJ-301

- Máy tiện T18A (dùng để lắp mẫu đánh bóng, quay với vận tốc 110 vòng/phút);
- Động cơ điện 3 pha, vận tốc 2.850 vòng/phút (mang vật liệu đánh bóng).
- Bộ chỉ thị HPW501.
- Biến tần 1 pha/3 pha để điều chỉnh vận tốc của động cơ điện 3 pha (hình 3).
- Loadcell đo lực tải trọng 50kg, độ chính xác Class – C3 (hình 4).



Hình 3. Biến tần 1 pha/3 pha



Hình 4. Loadcell Keli PST

2.2. Xác định miền thông số công nghệ

Việc lựa chọn các giá trị thông số công nghệ phụ thuộc vào việc tra cứu thông số máy đánh bóng đã có trên thị trường, qua thực nghiệm sàng lọc, được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 1. Giá trị các thông số công nghệ thực nghiệm:

Các thông số công nghệ	Các mức		
	Cao	Trung bình	Thấp
Vận tốc quay n(vòng/ phút)	2800	2400	2000
Lực tiếp xúc F(N)	300	200	100
Thời gian t(s)	90	60	30

2.3. Qui hoạch thực nghiệm

Theo [3], tổng số thí nghiệm là:

$$N+n_0=8+4=12.$$

N: Số thí nghiệm;

n_0 : Số thí nghiệm tại tâm.

Chọn:

$$n_{\min}=2000 \text{ vòng/phút}; F_{\min}=100 \text{ N}; t_{\min}=30\text{s}.$$

$$n_{\max}=2800 \text{ vòng/phút}; F_{\max}=300 \text{ N}; t_{\max}=90\text{s}.$$

Suy ra: $n_j^0=2400$ vòng/phút; $F_j^0=200\text{N}$; $t_j^0=60\text{s}.$

Khoảng biến thiên:

$$\gamma_1^n=400 \text{ vòng/phút}; \gamma_1^F=100\text{N}; \gamma_1^t=30\text{s}$$

Độ nhấn bóng lựa chọn mô hình tuyến tính có dạng như sau:

$$\tilde{y}=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_{12}x_1x_2+b_{23}x_2x_3+b_{13}x_1x_3$$

$$+b_{123}x_1x_2x_3 \tag{1}$$

Trong đó:

b_0 : Hệ số hồi quy;

b_1, b_2, b_3 : Hệ số tuyến tính.

$b_{12}, b_{23}, b_{13}, b_{123}$: Hệ số tương tác cặp, tương tác ba.

Bảng 2. Các biến thực nghiệm:

Yếu tố ảnh hưởng	Vận tốc n (vòng/phút)	Lực F (N)	Thời gian t (s)
Đặt biến	Z_1	Z_2	Z_3
$Z_{j\min}$	2000	100	30
Z_j^0	2400	200	60
$Z_{j\max}$	2800	300	90
ΔZ_j	400	100	30

$Z_{j\min}, Z_{j\max}$: Giá trị nhỏ nhất và lớn nhất của các biến đầu vào;

Z_j^0 : Giá trị tại tâm biến, ΔZ_j : Khoảng biến thiên, j: chỉ số biến (j=1,2,3).

Mã hóa các biến và lập ma trận thực nghiệm:

Mã hóa các biến theo công thức

$$x_j = \frac{z_j - z_j^0}{\Delta z_j} \tag{2}$$

Ma trận thực nghiệm được chỉ dẫn trong bảng sau (bảng 3).

Bảng 3. Ma trận thực nghiệm:

STT	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_2x_3	x_1x_3	$x_1x_2x_3$	Z_1	Z_2	Z_3
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	2000	100	30
2	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	2800	100	30
3	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	2000	300	30
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	2800	300	30
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	2000	100	90
6	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	2800	100	90
7	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	2000	300	90
8	1	1	1	1	1	1	1	1	2800	300	90
9	1	0	0	0	0	0	0	0	2400	200	60
10	1	0	0	0	0	0	0	0	2400	200	60
11	1	0	0	0	0	0	0	0	2400	200	60
12	1	0	0	0	0	0	0	0	2400	200	60

x_0 : Là biến ảo đưa thêm vào ma trận.

2.4. Đo kết quả thực nghiệm

Sử dụng thiết bị đo độ nhám cầm tay Mitutoyo SJ-301 (Nhật Bản) (hình 2).

Bảng 4. Kết quả thực nghiệm:

STT	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 1 Rz1 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 2 Rz2 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 3 Rz3 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 4 Rz4 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 5 Rz5 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 6 Rz6 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 7 Rz7 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 8 Rz8 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 9 Rz9 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 10 Rz10 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 11 Rz11 (µm)	Giá trị độ nhẵn bóng mẫu 12 Rz12 (µm)	Giá trị trung bình độ nhẵn bóng Rz (µm)
1	4.95	5.32	6.24	5.28	5.74	6.02	6.13	5.64	4.33	4.51	5.93	6.00	5.508
2	6.19	3.47	2.98	3.68	3.74	2.87	5.19	6.93	2.96	4.64	7.45	4.01	4.509
3	5.28	2.96	4.84	5.50	4.47	4.69	4.94	5.23	4.96	5.30	4.58	5.00	4.813
4	2.64	3.38	3.96	5.52	2.85	2.12	4.80	3.10	4.48	4.58	3.33	3.61	3.698
5	2.60	2.82	2.72	1.76	2.58	2.25	2.89	3.65	2.56	2.61	3.45	2.70	2.716
6	2.78	2.82	2.73	2.05	2.22	1.91	1.99	3.30	2.64	2.25	1.79	1.79	2.356
7	1.40	1.58	2.14	1.22	1.86	1.63	2.11	2.31	1.67	1.79	1.62	2.40	1.811
8	1.98	2.36	2.14	2.21	1.60	1.00	0.62	2.01	2.10	1.29	0.88	0.63	1.485
9	3.12	3.38	2.11	2.77	3.11	1.87	2.82	2.53	2.91	2.33	2.04	2.59	2.632
10	1.58	2.85	6.78	2.72	4.59	1.94	2.26	6.24	5.39	2.26	1.89	2.21	3.423
11	2.45	2.43	5.46	3.84	1.83	2.83	1.72	3.20	2.79	2.30	2.42	2.36	2.802
12	4.59	4.84	4.61	3.14	2.49	2.64	3.13	1.71	5.70	3.47	2.79	3.95	3.588

2.5. Xử lý và kiểm tra số liệu thực nghiệm

Theo [3], sau khi tính toán các hệ số b, thay vào phương trình (1):

$$\tilde{y} = 3.362 - 0.35x_1 - 0.41x_2 - 1.27x_3 - 0.01x_1x_2 - 0.038x_2x_3 + 0.179x_1x_3 + 0.019x_1x_2x_3 \quad (3)$$

▪ Kiểm tra ý nghĩa của các hệ số b trong phương trình:

Chọn hệ số $\alpha=0.2$, bậc tự do $n_0-1=4-1=3$. Tra bảng Student được $t_{\alpha}=0.978$. Như vậy, chỉ hệ số b_1, b_2, b_3 có nghĩa (vì $t_1, t_2, t_3 > t_{\alpha}$) các hệ số $b_{12}, b_{23}, b_{13}, b_{123}$ loại bỏ. Phương trình hồi quy tuyến tính (3) được viết lại như sau:

$$\tilde{y} = 3.362 - 0.35x_1 - 0.41x_2 - 1.27x_3 \quad (4)$$

▪ Kiểm tra sự tương thích của phương trình hồi quy so với thực nghiệm:

$$\hat{F} = \frac{s_{dư}^2}{s_{t_s}^2} = \frac{0.2677}{0.6498} = 0.412$$

Chọn hệ số $\alpha=0.05$, bậc tự do là $8 - 4=4$, bậc mẫu là $n_0-1=4-1=3$. Tra bảng Fisher được $F_{\alpha}=9.12$.

Vì $\hat{F} < F_{\alpha}$ cho nên phương trình tuyến tính bậc 1 phù hợp với thực nghiệm.

Chuyển (4) về biến Z_j

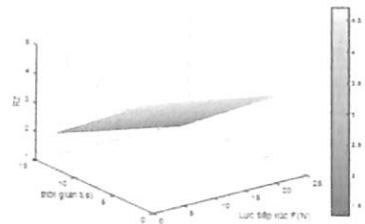
$$\begin{aligned} \tilde{y} &= 3.362 - 0.35 \frac{Z_1 - 2400}{400} - 0.41 \frac{Z_2 - 200}{100} - 1.27 \frac{Z_3 - 60}{30} \\ &= 8.822 - 0.000875Z_1 - 0.0041Z_2 - 0.0423Z_3 \end{aligned} \quad (5)$$

Vậy, mô hình toán học biểu diễn sự phụ thuộc độ nhẵn bóng bề mặt (R_z) phụ thuộc vào vận tốc (n), lực tiếp xúc (F) và thời gian (t)

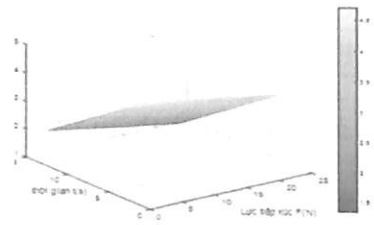
trong quá trình đánh bóng vật liệu nhôm như sau:

$$R_z = 8.822 - 0.000875n - 0.0041F - 0.0423t \quad (6)$$

3. MÔ PHỎNG TRÊN MATLAB R2015a



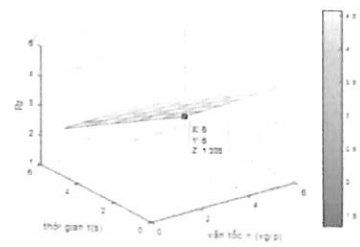
$n=2800$ vòng/phút



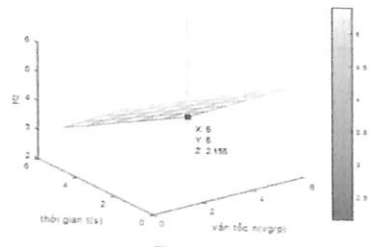
$n=2000$ vòng/phút

Hình 5. Ảnh hưởng của F, t đến độ nhẵn bóng

Trong phạm vi khảo sát, giá trị R_z nhỏ nhất khi $F=300N, t=90s$.



$F=300N$

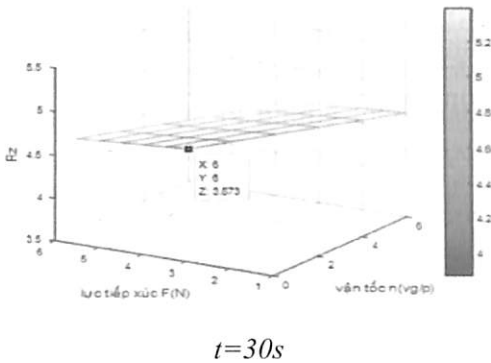
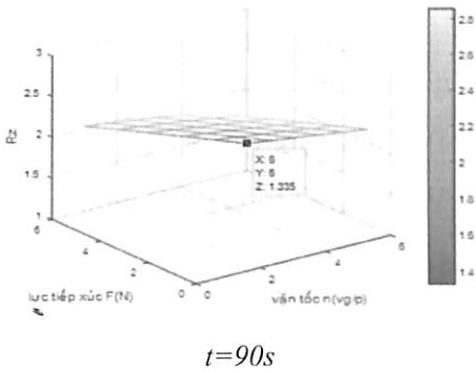


$F=100N$

Hình 6. Ảnh hưởng của n, t đến độ nhẵn bóng.

Giá trị R_z nhỏ nhất khi $n=2.800$ vòng/

phút, $t=90s$.



Hình 7. Ảnh hưởng của n, F đến độ nhẵn-bóng.

Giá trị R_z nhỏ nhất khi $F=300N$, $n=2800$ vòng/phút.

Như vậy: Chế độ công nghệ để đạt được giá trị R_z nhỏ nhất ($R_z=1.335$) là: $n=2800$ vòng/phút; $F=300N$; $t=90s$.

4. KẾT LUẬN

Đưa ra được mô hình toán học biểu diễn quan hệ của độ nhẵn bóng R_z (μm) với các thông số công nghệ vận tốc n (vòng/phút), lực tiếp xúc $F(n)$ và thời gian $t(s)$.

$$R_z = 8.822 - 0.000875n - 0.0041F - 0.0423t$$

Từ mô hình toán học trên cho thấy giá trị R_z (μm) tỷ lệ nghịch với các thông số công nghệ (n, F, t) trong phạm vi khảo sát. ❖

Ngày nhận bài: **05/7/2018**

Ngày phản biện: **18/7/2018**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Trọng Quế, Nguyễn Thị Lan Hương, Phạm Thị Ngọc Yên (2009); *Cơ sở kỹ thuật đo*; NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [2]. PGS,TS. Bùi Minh Trí (2011); *Xác suất thống kê và quy hoạch thực nghiệm*; NXB. Bách Khoa Hà Nội.
- [3]. PGS,TS. Nguyễn Trọng Hùng, TS. Phùng Xuân Sơn (2016); *Giáo trình thiết kế thực nghiệm trong chế tạo máy*; NXB. Xây dựng.
- [4]. V. Facceda, C.W.Corti (1999) *Polishing: The basic principle*.
- [5]. Joe F.Merritt *ALUMINUM Polishing & Buffing*. Buff Polishing & Grind Industrial Supply Co.,Inc.
- [6]. Leonard E. Samuels *Polishing Wear*.