

TỐI ƯU CHẾ ĐỘ CẮT KHI MÀI ĐỒNG THAU TRÊN MÁY MÀI PHẪNG

OPTIMIZING CUTTING MODE WHEN GRINDING BRASS ON SURFACE GRINDING MACHINE

Nguyễn Văn Trúc – Trần Văn Mạnh

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

Đến Tòa soạn ngày 16/03/2020, chấp nhận đăng ngày 14/05/2020

Tóm tắt: Đồng thau là vật liệu có tính dẻo cao và được ứng dụng nhiều trong thực tiễn. Trong bài báo, tác giả đã trình bày mô hình thực nghiệm mài đồng thau trên máy mài phẳng, với sự hỗ trợ của phần mềm toán học Maple đã tìm ra mối quan hệ giữa thông số chế độ cắt với độ nhám bề mặt của chi tiết gia công. Từ đó, xác định được chế độ cắt theo tiêu chí tối ưu độ nhám bề mặt khi gia công đồng thau trên máy mài phẳng HFS 2550B C.

Từ khóa: mài phẳng, đồng thau, chế độ cắt tối ưu.

Abstract: Brass is a material which has massive ductile properties and applied in many practical applications. In the article, the author presented the experimental model of grinding brass on surface grinding machine. With the help of the Maple mathematical software, a relationship between the cutting mode parameters and the roughness of the workpiece has been found. From that, the cutting mode can be determined according to the optimum criteria of surface roughness when machining brass on HFS 2550B C surface grinding machine.

Keywords: surface grinding, brass, optimum cutting mode.

1. TỔNG QUAN VỀ MÀI PHẪNG

1.1. Bản chất của quá trình mài phẳng

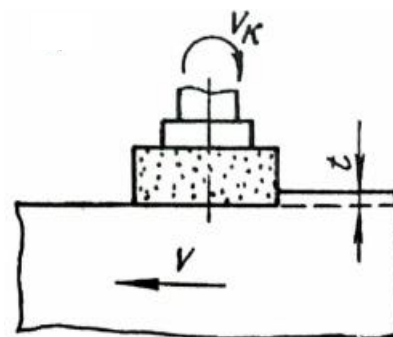
Mài phẳng là một phương pháp gia công tinh bằng hạt mài. Quá trình cắt khi mài được thực hiện bởi một số lượng lớn hạt mài liên kết với nhau nhờ chất dính kết và phân bố không có quy luật trên bề mặt làm việc của đá mài.

Đá mài thường được cấu tạo bởi hỗn hợp của 2 loại vật liệu là: Vật liệu hạt mài (thường là các hạt rất nhỏ, sắc, có nhiều lưỡi cắt với góc trước âm và rất cứng làm nhiệm vụ cắt) và chất kết dính (thường mềm hơn để liên kết các hạt mài theo một hình dạng đá và tạo ra độ bền cho đá). Người ta ép chúng theo một tỷ lệ nhất định để tạo thành đá mài [1].

Mài phẳng có thể thực hiện theo hai phương pháp.

1.1.1. Mài phẳng bằng đá mài mặt đầu

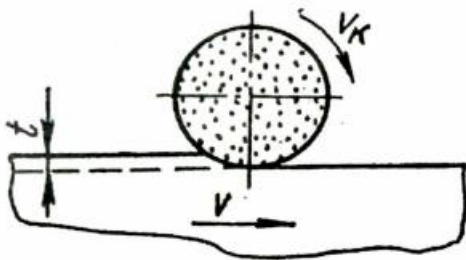
Phương pháp này cho năng suất cao hơn, vì số lượng hạt mài tham gia đồng thời vào quá trình cắt lớn hơn. Tuy nhiên, do diện tích tiếp xúc của đá với chi tiết lớn, nhiệt tỏa ra trong vùng gia công với cường độ cao nên dễ gây biến dạng nhiệt, vết cháy và vết nứt tế vi trên vật mài [3].



Hình 1. Mài phẳng bằng đá mài mặt đầu

1.1.2. Mài phẳng bằng đá mài hình trụ

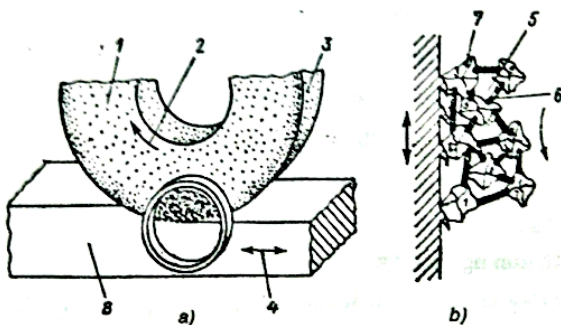
Khi mài bằng phương pháp này, diện tích tiếp giữa đá mài với chi tiết nhỏ, số lượng hạt mài tham gia đồng thời vào quá trình cắt và lượng nhiệt tỏa ra ít hơn, do đó cho phép đạt độ chính xác cao hơn. Mặt khác, khả năng thoát nhiệt, thoát phoi và tưới dung dịch trơn nguội vào vùng gia công tốt. Do đó, nó có thể gia công được các chi tiết mỏng, kém cứng vững, các chi tiết có yêu cầu độ chính xác cao [4].



Hình 2. Mài phẳng bằng đá mài hình trụ

Do đó, trong bài báo tác giả đã sử dụng phương pháp mài phẳng bằng đá mài hình trụ.

1.2. Sơ đồ quá trình mài phẳng



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý mài phẳng bằng đá mài hình trụ

1. Đá mài; 2. chuyển động quay tròn của đá; 3. Bề mặt làm việc của đá; 4. Chuyển động tịnh tiến khứ hồi của phôi; 5. Khoảng cách chống giữa hạt mài và chất kết dính; 6. Chất kết dính; 7. Hạt mài; 8. Phôi

Theo Lyre ta có quan hệ giữa độ nhám với các thông số chế độ cắt khi như sau [6]:

$$R_a = C \cdot s^a \cdot v^p \cdot t^z$$

Trong đó:

s , v , t tương ứng là lượng chạy dao ngang, tốc độ cắt và chiều sâu cắt.

a , p , z tương ứng là các hệ số có tính đến ảnh hưởng của lượng chạy dao ngang, vận tốc cắt và chiều sâu cắt.

2. VẬT LIỆU ĐỒNG THAU

2.1. Thành phần hóa học

Là hợp kim của hai nguyên tố Cu-Zn với lượng chứa Zn ít hơn 45%. Zn nâng cao độ bền và độ dẻo của hợp kim đồng. Ngoài ra còn bổ sung thêm một số nguyên tố như Pb, Al, Sn, Ni... để cải thiện tính chất của hợp kim.

2.2. Ứng dụng đồng thau

Đồng thau có màu sắc đôi khi khá giống màu của vàng, nó có thể duy trì được độ sáng bóng trong điều kiện môi trường bình thường. Đồng thau là một hợp kim thay thế, nó được ứng dụng nhiều vào các lĩnh vực như ống tản nhiệt, ống dẫn và các chi tiết dập sâu, đồ trang trí, vật liệu hàn, thiết bị điện, các loại đầu đạn súng cá nhân, và rất nhiều các nhạc cụ hơi...

3. ĐIỀU KIỆN THÍ NGHIỆM

3.1. Máy gia công



Hình 4. Máy mài KNUTH HFS 2550B C

Các thí nghiệm được tiến hành trên máy mài phẳng KNUTH HFS 2550B C. Máy có các đặc tính kỹ thuật chủ yếu sau [5]:

Kích thước bàn làm việc		255×510 mm
Hành trình bàn	Hành trình dọc	560 mm
	Hành trình ngang	280 mm
Khoảng cách từ trục chính tới bề mặt bàn		520 mm
Hành trình trục đứng		440 mm
Khối lượng		1680 kg

3.2. Dụng cụ cắt

Đá mài 24A40CM17K5 200×25×32.

Các thông số cơ bản của đá là:

24A - vật liệu hạt mài (corun điện trắng);

40 - độ hạt;

CM1- độ cứng của đá;

7 - số hiệu cấu trúc;

K5 - chất dính kết là ceramic;

200×25×32 - đường kính ngoài của đá là 200 mm, bề rộng của đá là 25 mm, đường kính lỗ của đá là 32 mm.

3.3. Mẫu thí nghiệm

Mẫu đồng thau có kích thước: 50×30×20 (mm). Trong suốt quá trình thí nghiệm giữ nguyên vận tốc đá 2850 vòng/phút. Sử dụng phương pháp tưới tràn cho dung dịch trơn nguội dầu Damus 4% với lưu lượng tưới 15 lít/phút.

4. QUY HOẠCH THỰC NGHIỆM

4.1. Thông số đầu vào và đầu ra

Vì mài thường được chọn là nguyên công gia công tinh lần cuối các bề mặt quan trọng nên chỉ tiêu chất lượng bề mặt phản ánh khả năng đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của chi tiết gia công. Qua nghiên cứu các thông số ảnh hưởng đến chỉ tiêu đánh giá quá trình cắt khi mài phẳng bao gồm nhiều yếu tố nhưng trong giới hạn của bài báo, tác giả chọn 3 thông số đầu vào sau:

S_{ng} : là lượng chạy dao ngang (mm/ph);

V_{ct} : là vận tốc chi tiết gia công (m/ph);

t : là chiều sâu cắt (mm).

Các thông số này đều có đặc tính là có khả năng điều chỉnh liên tục và sự điều chỉnh mỗi thông số không kéo theo sự thay đổi các thông số khác [4]. Sự thay đổi của các thông số này cũng ảnh hưởng tới thông số đầu ra là độ nhám bề mặt $R_a(\mu m)$. Như vậy việc nhóm các thông số: S_{ng} , V_{ct} , t vào một kế hoạch thực nghiệm đã đáp ứng được các yêu cầu cơ bản của lý thuyết quy hoạch thực nghiệm.

4.2. Xây dựng quy hoạch thực nghiệm

Để nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ cắt đến độ nhám bề mặt khi mài đồng thau trên máy mài phẳng thì chọn loại kế hoạch thực nghiệm tựa D tối ưu đối xứng với mô hình hồi quy dạng hàm mũ bậc 2 là phù hợp [3].

Bảng 1. Ma trận quy hoạch thực nghiệm

TTTN	Giá trị mã hoá của các thông số ảnh hưởng		
	x_1	x_2	x_3
1	0	-1	-1
2	0	+1	-1
3	0	-1	+1
4	0	+1	+1
5	-1	0	-1
6	+1	0	-1
7	-1	0	+1
8	+1	0	+1
9	-1	-1	0
10	+1	-1	0
11	-1	+1	0
12	+1	+1	0
13	0	0	0

Mô hình hồi quy thực nghiệm dạng đa thức bậc 2 [3]:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{23}x_2x_3 + b_{31}x_3x_1 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (1)$$

Theo ý kiến của chuyên gia và nhà sản xuất khi thực nghiệm mài phẳng vật liệu đồng thau trong các điều kiện khác nhau, tác giả chọn mức đầu vào thông số như sau:

Bảng 2. Các mức thông số

Các mức	Giá trị mã hoá	Các thông số ảnh hưởng		
		S_{ng} (mm/ph)	V_{ct} (m/ph)	t (mm)
Mức trên	+1	17	19	0,015
Mức cơ sở	0	15	18	0,01
Mức dưới	-1	13	17	0,005
Khoảng thay đổi Δ	1	2	1	0,005

Bảng 3. Số liệu thực nghiệm

TT TN	S_d (m/ph)	V_{ct} (m/ph)	t (mm)	R_a (μm)
1	15	17	0,005	0,353
2	15	19	0,005	0,395
3	15	17	0,015	0,372
4	15	19	0,015	0,412
5	13	18	0,005	0,376
6	17	18	0,005	0,378
7	13	18	0,015	0,388
8	17	18	0,015	0,390
9	13	17	0,01	0,360
10	17	17	0,01	0,365
11	13	19	0,01	0,402
12	17	19	0,01	0,405
13	15	18	0,01	0,383

5. XỬ LÝ SỐ LIỆU

Với: $x_1 = \ln(S_{ng})$, $x_2 = \ln(V_{ct})$, $x_3 = \ln(t)$, $y = \ln(R_a)$.

Điều kiện thí nghiệm là tương đối ổn định chỉ có các yếu tố ảnh hưởng cần nghiên cứu là thay đổi theo các điểm trong kế hoạch thực nghiệm. Chính vì vậy nghiên cứu đã đáp ứng được các yêu cầu của phân tích hồi quy đặt ra cho thực nghiệm.

Xử lý số liệu bằng phần mềm Maple. Sau khi kiểm tra khả năng làm việc của mô hình và loại bỏ các hệ số không đủ mức ý nghĩa ta thu được mô hình độ nhám bề mặt gia công như sau:

$$R_a = 0,0218 \times S_{ng}^{0,612} \times V_{ct}^{1,17} \times t^{0,429} \quad (2)$$

Bảng 4. Giá trị Logari của các thông số

TT TN	$x_1 = \ln(S_{ng})$	$x_2 = \ln(V_{ct})$	$x_3 = \ln(t)$	$y = \ln(R_a)$
1	2,7081	2,8332	-5,2983	-1,0413
2	2,7081	2,9444	-5,2983	-0,9289
3	2,7081	2,8332	-4,1997	-0,9889
4	2,7081	2,9444	-4,1997	-0,8867
5	2,5649	2,8904	-5,2983	-0,9782
6	2,8332	2,8904	-5,2983	-0,9729
7	2,5649	2,8904	-4,1997	-0,9467
8	2,8332	2,8904	-4,1997	-0,9416
9	2,5649	2,8332	-4,6052	-1,0217
10	2,8332	2,8332	-4,6052	-1,0079
11	2,5649	2,9444	-4,6052	-0,9113
12	2,8332	2,9444	-4,6052	-0,9039
13	2,7081	2,8904	-4,6052	-0,9597

5.1. Tìm cực trị của phương trình hồi quy

Tìm giá trị của S_{ng}, V_{ct}, t để R_a nhỏ nhất với điều kiện:

$$13 \leq S_{ng} \leq 17; 17 \leq V_{ct} \leq 19; 0,005 \leq t \leq 0,015.$$

Chương trình Maple

with(Optimization) [2];

[ImportMPS, Interactive, LPSolve, LSSolve,

Maximize, Minimize, NLPsolve, QPSolve];

dieukien := [2.5649 <= x[1], x[1] <= 2.8332,
2.8332 <= x[2], x[2] <= 2.9444, -5.2983 <= x[3], x[3] <= -4.1997];

NLPsolve(R[a], dieukien);

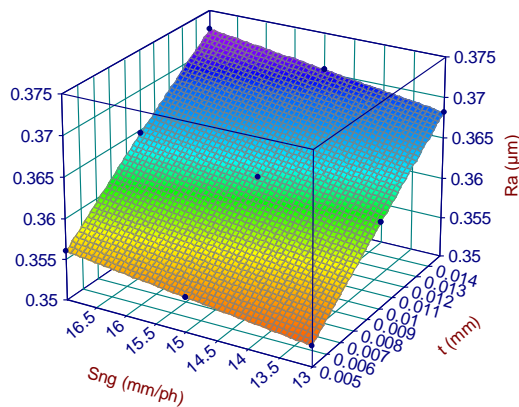
Kết quả:

$R_a = 0,352491282901467862$ (μm) khi:

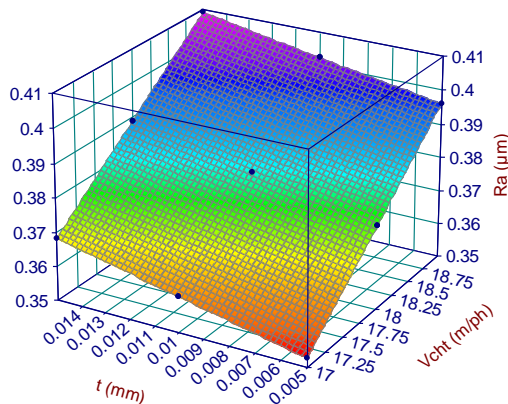
$S_{ng} = 12,99935837$ (mm/ph);

$V_{ct} = 16.99977315$ (m/ph);

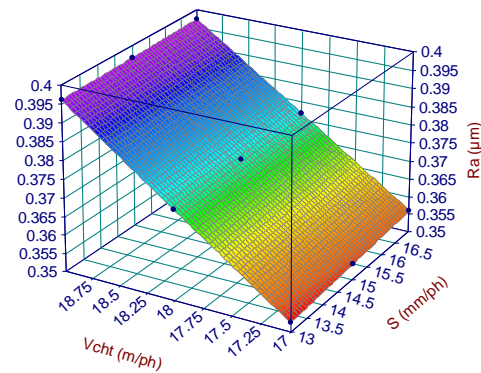
$t = 0,005000086833$ (mm).



Hình 5. Quan hệ tuổi bền đá với t , S_{ng} (V_{ct} tối ưu)



Hình 6. Quan hệ tuổi bền đá với t , V_{ct} (S_{ng} tối ưu)



Hình 7. Quan hệ tuổi bền đá với S_{ng} , V_{ct} (t tối ưu)

5.2. Nhận xét

Phương trình (2) và các đồ thị phản ánh mối quan hệ của các thông số công nghệ (S_{ng}, V_{ct}, t) với độ nhám bề mặt khi mài phẳng.

▪ Các thông số S_{ng}, V_{ct}, t đều ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt khi mài phẳng vật liệu đồng thau. Trong đó mức độ ảnh hưởng của V_{ct} là lớn nhất còn S_{ng} và t là ngang nhau.

▪ Tăng S_{ng}, V_{ct}, t đều làm tăng độ nhám bề mặt của chi tiết gia công.

6. KẾT LUẬN

Như vậy, kết hợp giữa lý thuyết thực nghiệm và phần mềm toán học Maple bài báo đã chỉ ra ảnh hưởng bởi các thông số công nghệ (S_{ng}, V_{ct}, t) đến độ nhám bề mặt và là cơ sở xác định bộ thông số tối ưu $S_{ng}=13$ mm/ph, $V_{ct}=17$ m/ph, $t=0,005$ mm để độ nhám bề mặt $R_a=0,352$ μm nhỏ nhất.

Kết quả này có thể áp dụng trong sản xuất thực tế khi mài tinh đồng thau trên máy mài KNUTH HFS 2550B C.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lưu Văn Nhang, “Kỹ thuật mài kim loại”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
- [2] Nguyễn Nhật Lệ, Phan Mạnh Dân, “Giải bài toán tối ưu hóa ứng dụng bằng MATLAB-MAPLE”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2005.
- [3] Trần Văn Địch, “Nghiên cứu độ chính xác gia công bằng thực nghiệm”, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2003.

- [4] Lê Huy, “Nghiên cứu sự ảnh hưởng của các thông số công nghệ khi mài đến chất lượng bề mặt chi tiết mài”, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 2010.
- [5] Công ty TNHH Công nghệ CAD/CAM Việt Nam, “Hướng dẫn vận hành máy mài phẳng HFS 2550 B C”.
- [6] Y.M. Ali, L.C. Zhang, A fuzzy model for predicting burns in surface grinding of steel, international journal of machine tools and manufacture, 44 (2004).

Thông tin liên hệ:

Nguyễn Văn Trúc

Điện thoại: 0988353261 - Email: nvtruc@uneti.edu.vn

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp.

Trần Văn Mạnh

Điện thoại: 0977598568 - Email: tvmanh@uneti.edu.vn

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp.

