

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ KHI GIA CÔNG VẬT LIỆU THÉP GIÓ HSS - M2 BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN HÓA

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON HSS - M2 MATERIAL BY ELECTROCHEMICAL MACHINING METHOD

Nguyễn Văn Hiệu, Trần Anh Sơn, Nguyễn Văn Thoại
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

TÓM TẮT

Nghiên cứu trình bày kết quả khảo sát sự ảnh hưởng của các thông số công nghệ cường độ dòng điện (I), hiệu điện thế (U) và nồng độ dung dịch điện phân (C) đến độ nhám bề mặt (Ra) khi gia công điện hóa vật liệu thép gió HSS - M2, dựa trên cơ sở phương pháp quy hoạch thực nghiệm. Kết quả nghiên cứu sẽ là căn cứ để lựa chọn các thông số công nghệ khi gia công điện hóa và tạo cơ sở cho những nghiên cứu sâu hơn trên nhóm vật liệu thép gió HSS.

Từ khóa: Thép gió; Gia công điện hóa; Độ nhám bề mặt.

ABSTRACT

In this study, the influence of technological parameters intensity of the current (I), voltage (U) and concentration of the electrolyte solution (C) on the surface roughness (Ra) of HSS - M2 material by electrochemical machining was investigated, based on experimental planning method. The research results will be the basis for selecting technological parameters when electrochemical machining and for further studies on the HSS material group.

Keywords: High-speed steel; Electrochemical machining; Surface roughness.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

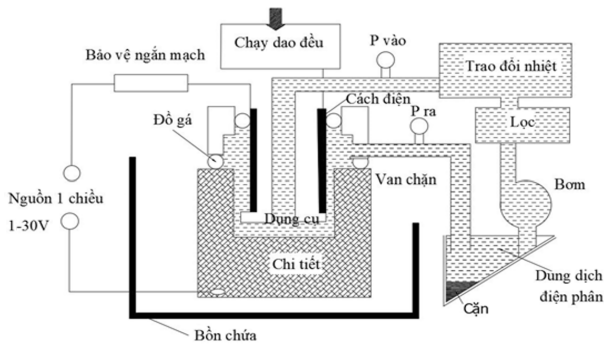
Thép gió là vật liệu có độ cứng cao, cơ tính và tính thấm tôi tốt nên được ứng dụng rất rộng rãi trong ngành cơ khí để chế tạo dụng cụ cắt gọt kim loại. Yêu cầu chung đối với dụng cụ cắt là độ chính xác cao, khả năng cắt gọt tốt. Vì vậy, việc gia công vật liệu cứng như thép gió với độ chính xác cao là khó khăn [1]. Phương pháp gia công điện hóa là phương pháp gia công không tiếp xúc (hình 1) có thể gia công

được các loại vật liệu dẫn điện rất cứng mà không làm dụng cụ bị mài mòn, không tạo ra ứng suất dư, không gây biến dạng do lực cắt và không gây ảnh hưởng bề mặt bởi nhiệt [2-4]. Do đó, trong nghiên cứu này, tác giả bước đầu khảo sát sự ảnh hưởng của các thông số công nghệ trong quá trình gia công đến một trong những yếu tố quan trọng có ảnh hưởng đến khả năng làm việc của chi tiết là chất lượng bề mặt chi tiết gia công.

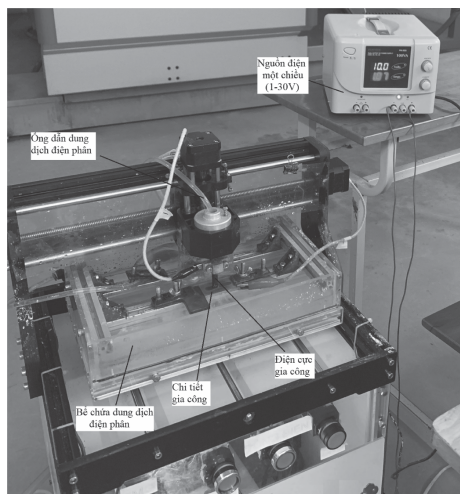
2. THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM

2.1. Thiết bị thí nghiệm

Để tiến hành thí nghiệm, một module gia công điện hóa có cấu trúc như hình 2 đã được thiết kế và chế tạo với các thông số chính được cho trong bảng 1. Điện cực đồng được sử dụng làm dung cụ gia công với dòng điện và hiệu điện thế gia công được điều chỉnh trong phạm vi từ 1÷3 (A) và từ 1÷30 (V) tương ứng. Dung dịch điện phân được cấp vào vùng gia công nhờ một bơm tăng áp sau đó được lọc sạch cặn và thu hồi để tái sử dụng, quá trình này diễn ra tuần hoàn cho đến khi kết thúc quá trình gia công.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý gia công điện hóa



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý gia công điện hóa

Bảng 1. Thông số máy gia công điện hóa

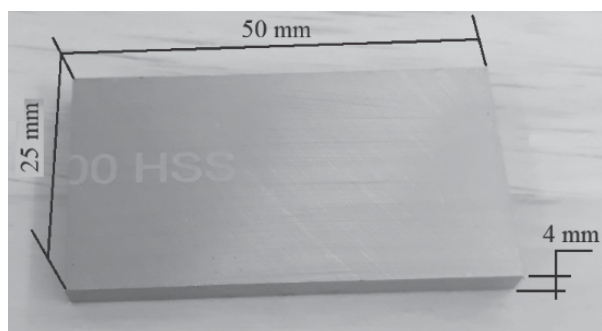
TT	Thông số	Phạm vi điều chỉnh
1	Điện áp vào AC (V/Hz)	110V hoặc 220V (50/60 Hz)
2	Điện áp gia công	0 ÷ 30 V (DC)
3	Dòng điện gia công	0 ÷ 15 A
4	Kích thước máy	400 x 350 x 150 (mm)

Vật liệu thép gió HSS - M2 có thành phần hóa học cho ở bảng 2, để quá trình gia công diễn ra liên tục thì việc lựa chọn dung dịch điện phân cần tránh được hiện tượng tạo thành lớp màng thụ động trên bề mặt anot (chi tiết) nên các muối có gốc Cl^- không được chọn vì sự hình thành của hợp chất molipdenchloride (MoCl_3) không tan sẽ làm cản trở quá trình gia công. Vì vậy, để đạt được kết quả tối ưu, trong nghiên cứu này dung dịch điện phân Na_2SO_4 ở các nồng độ từ 5÷9 (%) đã được sử dụng.

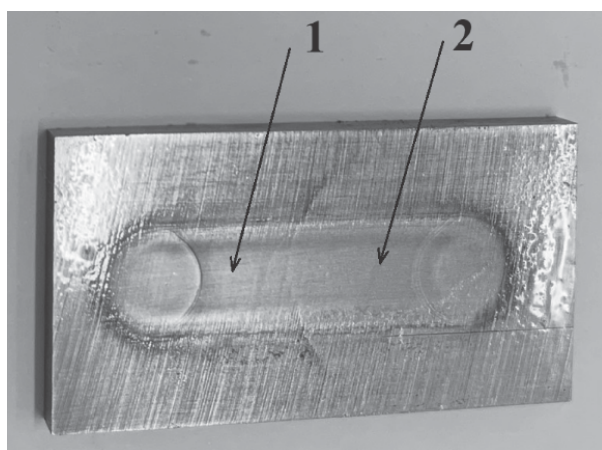
Các mẫu gia công được chuẩn bị với kích thước 50 x 25 x 4 (mm) như hình 3a. Sau khi gia công, độ nhám của bề mặt gia công được đo trên máy đo độ nhám Mitutoyo SJ-410 với độ phân giải 0,001 μm . Để đảm bảo sự ổn định trong quá trình đo và độ chính xác của giá trị đo, các phép đo được thực hiện hai lần tại hai vị trí khác nhau (1, 2 - hình 3b), kết quả đo được lấy là giá trị trung bình của hai giá trị đo nhận được.

Bảng 2. Thành phần hóa học của thép gió HSS - M2

Nguyên tố	Thành phần (%)	Khối lượng riêng (g/cm ³)	Khối lượng nguyên tử	Hóa trị
Carbon (C)	0.85	2.26	12.001	2
Crom (Cr)	4	7.19	51.996	2
Molybden (Mo)	5	10.28	95.94	4
Volfram (W)	6	19.25	183.84	6
Vanadium (V)	2	6.0	50,94	3
Sắt (Fe)	82.15	7.86	55.845	3



Hình 3a. Mẫu gia công



Hình 3b. Bề mặt gia công và các vị trí đo độ nhám

độ nhám bề mặt (R_a), các bề mặt gia công với kích thước 35 x 6,5 x 0,5 mm được gia công trên các mẫu với cùng một chương trình gia công.

Nghiên cứu sự ảnh hưởng đồng thời của các yếu tố công nghệ trên, các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng mối quan hệ giữa độ nhám nhô tế vi lớp bề mặt với các thông số công nghệ tuân theo quy luật toán học của hàm số mũ (phi tuyến).

$$R_a = K_{Ra} \cdot I^\alpha \cdot U^\beta \cdot C^\gamma \quad (1)$$

Sử dụng phương pháp quy hoạch thực nghiệm trực giao cho phép xây dựng mô hình toán học biểu thị quan hệ phụ thuộc giữa các thông số đầu ra và các thông số đầu vào (k) [5]. Với bài toán đặt ra thì ta có 3 yếu tố ảnh hưởng (thông số đầu vào) là I , U , C , vậy số thực nghiệm cần thiết là $2^3 = 8$ thí nghiệm ứng với các giá trị của các thông số công nghệ đầu vào như trình bày ở bảng 3. Trong 8 thí nghiệm theo quy hoạch thực nghiệm, giá trị của các biến được xây dựng như sau: $I \in (1, 2, 3)$ được mã hóa trong ma trận thực nghiệm bởi biến X_1 ; $U \in (10, 20, 30)$ được mã hóa trong ma trận thực nghiệm bởi biến X_2 ; $C \in (5, 7, 9)$ được mã hóa trong ma trận thực nghiệm bởi biến X_3 . Các thí nghiệm được tiến hành và được các mẫu để

2.2. Phương pháp tiến hành thực nghiệm

Để khảo sát sự ảnh hưởng của các thông số công nghệ cường độ dòng điện (I), hiệu điện thế (U) và nồng độ dung dịch điện phân (C) đến

đo độ nhám như trên hình 4 với các kết quả đo độ nhám được trình bày trong bảng 4.

Bảng 3. Ma trận thí nghiệm các thông số đầu vào

TT	Biến mã hóa			Biến thực nghiệm		
	X ₁	X ₂	X ₃	I (A)	U (V)	C (%)
1	-1	-1	-1	1	10	5
2	+1	-1	-1	30	10	5
3	-1	+1	-1	1	30	5
4	+1	+1	-1	3	30	5
5	-1	-1	+1	1	10	9
6	+1	-1	+1	3	10	9
7	-1	+1	+1	1	30	9
8	+1	+1	+1	3	30	9

Bảng 4. Bảng kết quả đo độ nhám

Mẫu	Thông số công nghệ			Kết quả đo độ nhám bề mặt		
	I (A)	U (V)	C (%)	Ra ₁	Ra ₂	Ra _{tb}
1	1	10	5	1.005	1.021	1.013
2	30	10	5	0.867	0.785	0.826
3	1	30	5	0.821	0.884	0.853
4	3	30	5	0.619	0.653	0.636
5	1	10	9	0.825	0.864	0.845
6	3	10	9	0.669	0.601	0.635
7	1	30	9	0.618	0.694	0.656
8	3	30	9	0.475	0.473	0.474

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Xây dựng phương trình hồi quy

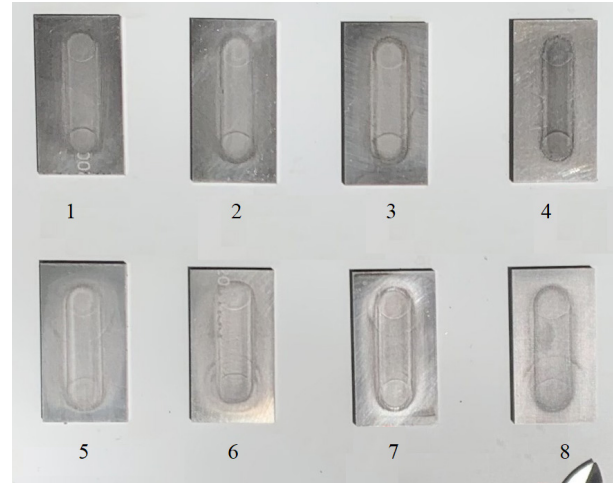
Thực hiện các thuật toán để đưa phương trình (1) về phương trình hồi quy có dạng:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (2)$$

Dựa vào kết quả đo độ nhám ở bảng 4,

lần lượt thực hiện các bước tính toán để xác định các hệ số trong phương trình hồi quy theo phương pháp quy hoạch thực nghiệm, ta được:

$$Y = 1.2355 - 0.25194x_1 - 0.22276x_2 - 0.42571x_3 \quad (3)$$



Hình 4. Các mẫu đo độ nhám

3.2. Tối ưu hóa các thông số công nghệ

Từ phương trình hồi quy thực nghiệm (3) suy ra được phương trình biểu diễn mối quan hệ giữa độ nhám bề mặt (Ra) với các thông số công nghệ (I, U, C) có dạng như sau:

$$R_a = e^{1.2355} \cdot I^{(-0.25194)} \cdot U^{(-0.22276)} \cdot C^{(-0.42571)}$$

Ứng dụng phần mềm Mable cho phép tìm được giá trị tối ưu của hàm hồi quy đạt $Ra_{\min} = 0,47983$ tại (I, U, C) = (3, 9, 30). Giá trị này rất gần với kết quả thực nghiệm đo được là $Ra = 0,474$ tại (I, U, C) = (3, 9, 30). Kết quả này thêm chứng tỏ phương trình hồi quy trên hoàn toàn có nghĩa.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, bằng phương pháp quy hoạch thực nghiệm đã xây dựng được mối quan hệ giữa độ nhám bề mặt (Ra) với ba

thông số công nghệ I, U, C thông qua phương trình hồi quy (3) khi gia công vật liệu thép gió HSS - M2 bằng phương pháp điện hóa. Từ đó, xác định được giá trị thông số công nghệ tối ưu với $I = 3A$, $U = 30V$, $C = 9\%$ để đạt được chất lượng bề mặt gia công là tốt nhất. Kết quả nghiên cứu cũng là cơ sở để lựa chọn loại dung dịch điện phân và các thông số công nghệ phù hợp trong các nghiên cứu tiếp theo trên nhóm vật liệu thép gió HSS. ❖

Ngày nhận bài: **01/6/2022**

Ngày phản biện: **17/7/2022**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Trần Văn Địch; *Công nghệ chế tạo máy toàn tập*. NXB. Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2003.
- [2]. Đinh Minh Diệm; *Phương pháp gia công đặc biệt*. NXB. Khoa học & Kỹ thuật, 2014.
- [3]. Zohoor, Mehdi, et al.; *Effect of electrolyte type on electrochemical machining of 304 steel*. International Journal of Advances in Engineering Research (IJAER), 2016, pp. 20-39.
- [4]. Rao, S. R., Padmanabhan, G.; *Parametric optimization in electrochemical machining using utility based Taguchi method*. Journal of Engineering Science and Technology, 2015, pp. 81-96.
- [5]. Nguyễn Doãn Ý; *Giáo trình quy hoạch thực nghiệm*, NXB. Khoa học & Kỹ thuật, 2003.