

Đánh giá sự phù hợp của tích hợp Topsis – Taguchi để tối ưu hóa đa mục tiêu thông số công nghệ trong phương pháp gia công bằng tia lửa điện

Nguyễn Hữu Phần

Tóm tắt— Trong bài báo này, hiệu quả của sự tích hợp phương pháp Topsis với Taguchi (Taguchi – Topsis) để giải bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu trong xung định hình với bột trộn vào dung dịch điện môi (PMEDM) sẽ được đánh giá. Các thông số công nghệ được lựa chọn để khảo sát gồm: vật liệu phối, vật liệu điện cực, sự phân cực điện cực, thời gian phát xung (ton), thời gian ngừng phát xung (tof), cường độ dòng điện (I), nồng độ bột Ti. Kết quả cho thấy rằng, Các thông số như: Vật liệu điện cực, nồng độ bột, ton, sự phân cực điện cực, I, tương tác A×G và tương tác B×G là ảnh hưởng mạnh đến hệ số S/N của C*. Nồng độ bột là thông số có ảnh hưởng mạnh nhất. Bộ thông số tối ưu là SKT4, Cu (-), ton = 5 μ s, I = 4 A, tof = 57 μ s, nồng độ bột là 10 g/l. Trị số tối ưu: Nhám bề mặt $R_a = 2.34 \mu$ m và độ cứng tế vi bề mặt gia công HV = 904,96 HV. Tuy nhiên, kết quả tối ưu nhận được bằng phân tích ANOVA cũng đã chỉ ra rằng: Sự tích hợp Taguchi- Topsis để tối ưu hóa đa mục tiêu trong PMEDM sử dụng bột Ti là chưa thực sự phù hợp.

Từ khóa— Taguchi, Topsis, PMEDM, Hệ số S/N, Titan.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Phương pháp gia công bằng tia lửa điện có bột trộn trong dung dịch điện môi (PMEDM) đã và đang thu hút sự quan tâm của rất nhiều chuyên gia kỹ thuật trong lĩnh vực này. Phương pháp này

có thể nâng cao đồng thời năng suất và chất lượng bề mặt gia công bằng tia lửa điện. Số lượng các thông số công nghệ trong PMEDM là rất lớn, điều này dẫn đến việc nghiên cứu tối ưu hóa trong công nghệ này là rất khó khăn và phức tạp. Kỹ thuật tích hợp Topsis - Taguchi được sử dụng rất phổ biến để giải các bài toán đa mục tiêu trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật như: Công nghệ thông tin, điện- điện tử, cơ khí,... Và đây cũng là giải pháp đang được sử dụng phổ biến trong PMEDM. Sự kết hợp này sẽ làm giảm chi phí thực nghiệm và tăng hiệu quả tối ưu.

Các kết quả nghiên cứu gần đây đã cho thấy: Topsis - Taguchi đã được sử dụng để tối ưu hóa đồng thời các chỉ tiêu năng suất gia công, lượng mòn điện cực và nhám bề mặt gia công trong PMEDM [1]. Hiệu quả tối ưu, chất lượng lớp bề mặt tại điều kiện tối ưu cũng được phân tích, đánh giá và cho kết quả tốt. Năng suất gia công, nhám bề mặt và độ chính xác kích thước được sử dụng là chỉ tiêu tối ưu trong bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu bằng Topsis – Taguchi của gia công bằng tia lửa điện khi gia công thép dụng cụ AISI D2 [2]. Kết quả đã cho thấy rằng: Điện áp là ảnh hưởng mạnh nhất (42,42%), thời gian phát xung là ảnh hưởng ít nhất (11,13%). Trong tối ưu hóa nhiều mục tiêu, Topsis là phương pháp đơn giản và dễ hiểu [3]. Đồng thời phương pháp này cho phép xét đến cả các yếu tố định lượng và định tính. Nên nó là giải pháp cho phép tiếp cận giải bài toán tối ưu đa mục tiêu là khách quan hơn. Taguchi – Topsis đã tối ưu hóa đồng thời 7 đặc trưng chất lượng trong gia công tia lửa điện với hiệu quả gia công đã tăng đáng kể [4-6]. Biện pháp này đã dẫn đến số lượng thí nghiệm là nhỏ nhất. Sự kết hợp Taguchi – Topsis cho hiệu quả cao hơn so với Taguchi – GRA trong giải bài toán tối ưu đa mục tiêu của PMEDM [7]. Topsis được sử dụng để tối ưu nhiều chỉ tiêu trong cả gia công truyền thống

Ngày nhận bản thảo: 18-09-2018, ngày chấp nhận đăng: 19-11-2018, ngày đăng: 30-11-2018

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) của Việt Nam theo số tài trợ "107.01-2017.303".

Nguyễn Hữu Phần Khoa cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, Số 298 đường Cầu Diễn, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội (e-mail: phankten@gmail.com).

(phay, tiện, khoan, mài, ...), gia công không truyền thống (EDM, cắt bằng tia nước, ...) và nhiều lĩnh vực khác [8]. Thuật toán của Topsis có thể tối ưu đồng thời một số lượng lớn các đặc trưng chất lượng và cho kết quả tối ưu tốt. Tuy nhiên, Taguchi – Topsis cũng gặp khó khăn trong việc lựa chọn bộ thông số tối ưu [9]. Vì vậy, hiệu quả tối ưu của giải pháp này cũng bị hạn chế.

Từ các kết quả nghiên cứu khảo sát trên đã cho thấy: Taguchi – Topsis đã được sử dụng phổ biến để giải các bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật nhưng phương pháp này cũng tồn tại hạn chế trong một số bài toán tối ưu hóa cụ thể. Bài báo này sẽ phân tích và đánh giá hiệu quả việc Topsis tích hợp trong Taguchi để tối ưu hóa đa mục tiêu thông số công nghệ trong gia công tinh PMEDM sử dụng bột titan khi gia công các thép làm khuôn. Hai chỉ tiêu của bài toán tối ưu là: Nhám (R_a) và độ cứng tế vi (HV) của bề mặt gia công. Trong nghiên cứu này 7 thông số công nghệ và 3 cặp tương tác đã được sử dụng.

2 THIẾT KẾ THỰC NGHIỆM

Máy xung điện CNC-AG40L (Hãng Sodick, Inc. USA) được sử dụng để thực hiện thí nghiệm. Các thông số khảo sát trong ma trận thực nghiệm được thể hiện tại bảng 1. Các phiê kích thước mẫu là $45 \times 27 \times 10$ mm và điện cực có kích thước đường kính $\phi 23$ mm. Bột titan ($\approx 45 \mu\text{m}$) được trộn vào dung dịch điện môi là dầu xung điện HD-1. R_a và HV là 2 chỉ tiêu tối ưu. Nhám bề mặt gia công (R_a) được xác định bằng máy SJ-301 (Hãng Mitutoyo – Japan). Độ cứng tế vi lớp bề mặt đo bằng máy đo độ cứng tế vi Indenta Met 1106 (Hãng Buehler - USA).

Phương pháp được sử dụng để thiết kế quy hoạch thực nghiệm là phương pháp Taguchi. L27 có 13 cột và mỗi cột có 2 dof kết hợp với nhau. Các hệ số được gán vào bảng L27 như sau: A được gán với cột 1, hệ số B được gán với cột 2, G cột 5, C cột 9, D cột 10, E cột 12, F cột 13 và kết quả ma trận thực nghiệm thể hiện như bảng 2. Phương pháp Topsis là phương pháp được sử dụng để trong tối ưu hóa thương lượng đa mục tiêu. Kết quả của kết hợp giữa Taguchi và Topsis được thể hiện tại bảng 2.

Phân tích hệ số S/N:

Thấp hơn là tốt hơn:

$$(S/N)_{LB} = -10 \log(\text{MSD}_{LB}) \quad (1)$$

$$\text{Trong đó: } \text{MSD}_{LB} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r y_i^2$$

MSD_{LB} - sai lệch bình phương trung bình.

r- số lần kiểm tra trong một thí nghiệm (số lần lặp).

y_i - các giá trị của thí nghiệm.

Cao hơn là tốt hơn:

$$(S/N)_{HB} = -10 \log(\text{MSD}_{HB}) \quad (2)$$

$$\text{Trong đó: } \text{MSD}_{HB} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \left(\frac{1}{y_i^2} \right)$$

MSD_{HB} - sai lệch bình phương trung bình.

Hệ số fisher (F):

F để xác định mức ảnh hưởng của các thông số khảo sát đến kết quả đầu ra:

$$F = \frac{MS_{dk}}{MS_{Ldd}} \quad (3)$$

Trong đó: MS_{dk} – cho điều kiện.

MS_{Ldk} – lỗi điều kiện.

Bảng 1. Các thông số khảo sát

TT	Thông số	Kí hiệu	Mức			Dof
			1	2	3	
1	Vật liệu phiê	A	SKD61	SKD11	SKT4	2
2	Vật liệu điện cực	B	Cu	Cu ^a	Gr	1
3	Sự phân cực điện cực	C	-	+	- ^a	1
4	Thời gian phát xung (ton) (μs)	D	5	10	20	2
5	Cường độ dòng điện (A)	E	8	4	6	2
6	Thời gian ngừng phát xung (tof) (μs)	F	38	57	85	2
7	Nồng độ bột Ti (g/l)	G	0	10	20	2
8	Vật liệu phiê tương tác với vật liệu điện cực	A×B	-	-	-	2
9	Vật liệu phiê tương tác với nồng độ bột Ti	A×G	-	-	-	4
10	Vật liệu điện cực tương tác với nồng độ bột Ti	B×G	-	-	-	2
11	Tổng					20

^a– Mức lặp của thông số

Bảng 2. Kết quả của thực nghiệm và phân tích bằng Topsis

TNo	A	B	C	D	E	F	G	SR (μm)	HV (HV)
1	SKD61	Cu	-	5	8	38	0	3,35	506,7
2	SKD61	Cu	+	10	4	57	10	3,21	658,96
3	SKD61	Cu	- ^a	20	6	85	20	2,56	581,6
4	SKD61	Cu ^a	+	10	6	85	0	3,55	496,68
5	SKD61	Cu ^a	- ^a	20	8	38	10	3,61	828,92
6	SKD61	Cu ^a	-	5	4	57	20	1,45	629,84
7	SKD61	Gr	- ^a	20	4	57	0	4,78	544,58
8	SKD61	Gr	-	5	6	85	10	3,24	748,42
9	SKD61	Gr	+	10	8	38	20	4,35	626,18
10	SKD11	Cu	+	20	4	85	0	4,16	509,72
11	SKD11	Cu	- ^a	5	6	38	10	2,05	679,54
12	SKD11	Cu	-	10	8	57	20	3,20	664,2
13	SKD11	Cu ^a	- ^a	5	8	57	0	3,35	546,02
14	SKD11	Cu ^a	-	10	4	85	10	2,04	679,2
15	SKD11	Cu ^a	+	20	6	38	20	4,57	655,18
16	SKD11	Gr	-	10	6	38	0	4,57	469,82
17	SKD11	Gr	+	20	8	57	10	4,45	907,64
18	SKD11	Gr	- ^a	5	4	85	20	2,74	683,52
19	SKT4	Cu	- ^a	10	6	57	0	2,55	530,72
20	SKT4	Cu	-	20	8	85	10	4,31	624,58
21	SKT4	Cu	+	5	4	38	20	2,46	631,68
22	SKT4	Cu ^a	-	20	4	38	0	2,26	468,04
23	SKT4	Cu ^a	+	5	6	57	10	2,89	544,38
24	SKT4	Cu ^a	- ^a	10	8	85	20	3,50	613,84
25	SKT4	Gr	+	5	8	85	0	3,23	445,44
26	SKT4	Gr	- ^a	10	4	38	10	3,24	681,22
27	SKT4	Gr	-	20	6	57	20	5,65	832,66

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả tối ưu bằng Topsis-Taguchi

Phương pháp Topsis là phương pháp được sử dụng rất phổ biến trong tối ưu hóa đa mục tiêu. Phương pháp này cung cấp một cách thức lựa chọn thực tế hơn trong các bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu. Đây là phương pháp quyết định đa mục tiêu nhằm lấy ra một chỉ tiêu tốt nhất (chỉ tiêu lý tưởng nhất) từ các chỉ tiêu tốt và chỉ tiêu tồi nhất (chỉ tiêu tiêu cực nhất) từ các chỉ tiêu tồi trong các chỉ tiêu được chọn. Các bước thực hiện trong phương pháp Topsis được mô tả như sau:

Bước 1: Sắp xếp các chỉ tiêu được lựa chọn dưới dạng ma trận theo (4):

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1j} & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2j} & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{ij} & X_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mj} & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1n}$ – Là chỉ tiêu được lựa chọn trong bài toán tối ưu.

$X_{11}, X_{21}, \dots, X_{m1}$ – Là giá trị của chỉ tiêu 1 tại các mức khác nhau.

n – Số lượng các chỉ tiêu được lựa chọn.

m – Số lượng giá trị của một chỉ tiêu.

Ma trận các chỉ tiêu tối ưu của nghiên cứu:

$$X = \begin{bmatrix} R_{a1} & HV_1 \\ R_{a2} & HV_2 \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ R_{a27} & HV_{27} \end{bmatrix}$$

Bước 2: Chuẩn hóa ma trận, các giá trị chuyển đổi được xác định theo công thức (5) và kết quả cho tại bảng 4:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}} \quad (5)$$

Bước 3: Gán trọng số của các chỉ tiêu được lựa chọn vào ma trận chuẩn hóa và được xác định theo công thức (6):

$$Y = w_j \cdot x'_{ij} \quad (6)$$

w_j - Trọng số của các chỉ tiêu.

Y – Ma trận chuẩn hóa của các chỉ tiêu đã được gán trọng số.

Xác định các trị số y_{11} và y_{12} . Trọng số của các chỉ tiêu R_a và HV được lựa chọn theo kinh nghiệm [1]: $w_{Ra} = 0,4$ và $w_{HV} = 0,6$ và trị số các chỉ tiêu được cho tại bảng 4.

Bước 4: Xác định giải pháp tốt nhất và giải pháp tồi nhất: Từ công thức (7) và (8) xác định được các giải pháp tốt nhất và giải pháp tồi nhất. HV được diễn tả cao hơn là tốt hơn nên R_a diễn tả là nhỏ hơn thì tốt hơn nên giá trị nhỏ nhất được xem xét là giải pháp tốt nhất và trị số lớn nhất là giải pháp tồi nhất. Các giá trị được thể hiện tại bảng 3.

Xác định giải pháp tốt nhất và giải pháp tồi nhất:

Giải pháp tốt nhất:

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i y_{ij} \mid i \in J \right), \left(\min_j y_{ij} \mid j \in J \mid i=1,2,\dots,m \right) \right\}$$

(Chỉ tiêu tốt nhất)

$$A^+ = \{y_1^+, y_2^+, \dots, y_j^+, \dots, y_n^+\} \quad (7)$$

Giải pháp tồi nhất:

$$A^- = \left\{ \left(\min_i y_{ij} \mid i \in J \right), \left(\max_j y_{ij} \mid j \in J \mid i=1,2,\dots,m \right) \right\}$$

(Chỉ tiêu tồi nhất)

$$A^- = \{y_1^-, y_2^-, \dots, y_j^-, \dots, y_n^-\} \quad (8)$$

J được kết hợp với các chỉ tiêu tốt

J' được kết hợp với các chỉ tiêu tồi.

y_j^+ - Là giá trị tốt nhất của x_j .

y_j^- - Là giá trị kém nhất của x_j .

Bảng 3. Giải pháp tốt nhất và kém nhất

Chi tiêu	SR	HV
A+	0,0317	0,1105
A-	0,1237	0,0542

Bước 5: Xác định các trị số S_i^+ và S_i^- theo công thức (9) và (10), trị số được diễn tả tại bảng 4:

Khoảng cách gần nhất:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^+)^2} \quad (9)$$

Khoảng cách xa nhất:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

Bước 6: Xác trị số C_i^* theo công thức (11) và trị số được diễn tả tại bảng 4:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m; 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (11)$$

Bước 7: Sắp xếp giá trị C^* với thứ tự được diễn tả tại bảng 4.

Kết quả tối ưu bằng Topsis: Thí nghiệm 6 sẽ cho C^* là lớn nhất, điều này chứng tỏ R_a và HV đạt giá trị tối ưu với thép SKD61, Cu (-), ton = 5 μ s, I = 4 A, tof = 57 μ s và nồng độ bột 20 g/l.

3.2. Kết quả tối ưu bằng phân tích ANOVA

Nghiên cứu đã sử dụng ma trận thực nghiệm của Taguchi khảo sát 7 thông số với mức là 3, do đó thực chất đề xác định chính xác điều kiện tối ưu theo phương pháp truyền thống sẽ phải có 3⁷ thí nghiệm. Tuy nhiên, trong ma trận thực nghiệm của Taguchi chỉ có 27 thí nghiệm nên khả năng xảy ra trường hợp giá trị tối ưu lại nằm trong phần còn lại của sự kết hợp là rất có thể. Vì vậy, để tìm ra sự kết hợp tối ưu cần thiết phải dựa vào hệ số S/N trong phân tích của Taguchi. Hệ số S/N của C^* có giá trị cao hơn sẽ là tiếp cận kết quả tối ưu hơn. Giá trị của S/N của C^* được tính bằng công thức (2) và trị số chỉ ra tại bảng 4. Kết quả cho thấy rằng: vật liệu điện cực (F=28,8), thời gian ngừng phát xung (F = 13,58), nồng độ bột (F = 22,47), A×G (F = 7,58) và B×G (F = 5,14) là ảnh hưởng mạnh đến S/N của C^* (Bảng 5). Các thông số như vật liệu phôi, sự phân cực điện cực, thời gian ngừng phát xung, cường độ dòng điện và A×B là ảnh hưởng không đáng kể đến S/N của C^* . Nồng độ bột là ảnh hưởng mạnh nhất và vật liệu phôi là ảnh hưởng yếu nhất. Hình 1 và 2 chỉ ra ảnh hưởng của các thông số công nghệ và mật số cặp tương tác giữa chúng đến S/N của C^* . Thông số công nghệ tối ưu: thép SKT4, điện cực Cu, phân cực điện cực âm, I=4 A, t_{on} =5 μ s, t_{of} = 57 μ s và nồng độ bột Ti là 10 g/l. Các giá trị tối ưu của các chỉ tiêu được xác định bởi công thức (12).

$$(SR, HV)_{toiuu} = B_1 + D_1 + G_2 + B_1 \times G_2 + A_2 \times G_2 - 4 \cdot \bar{T} \quad (12)$$

3.3. Nhận xét và đánh giá

Từ kết quả tối ưu của Taguchi-Topsis và phân tích ANOVA tại bảng 6 đã cho thấy: Kết quả tối ưu bằng phân tích ANOVA đã được cải thiện rất đáng kể (R_a giảm 5,29% và độ cứng HV tăng 34,60%), tuy nhiên bộ thông số công nghệ và trị

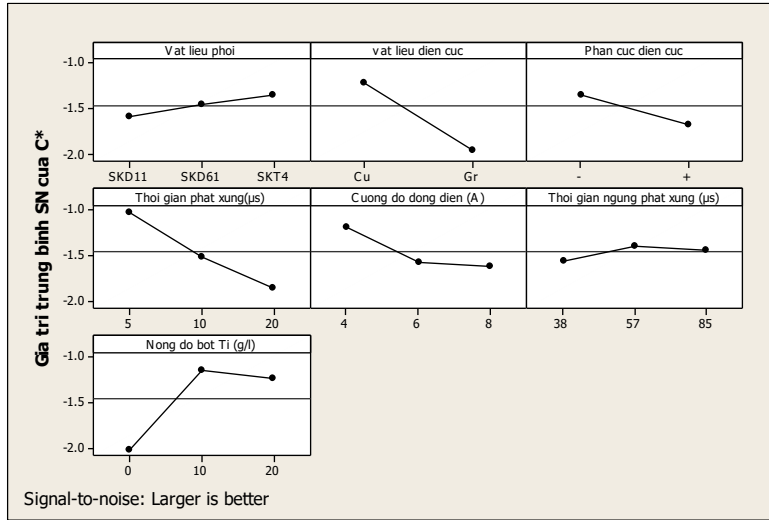
số tối ưu nhận được của hai cách phân tích này là của phương pháp này. Điều này đã gây ra rất có sự khác nhau. Đặc biệt là sự khác nhau về mức nhiều khó khăn trong việc xác định các điều kiện của nồng độ bột tối ưu là thông số quan trọng nhất tối ưu.

Bảng 4. Giá trị qui đổi và hệ số S/N trong Topsis

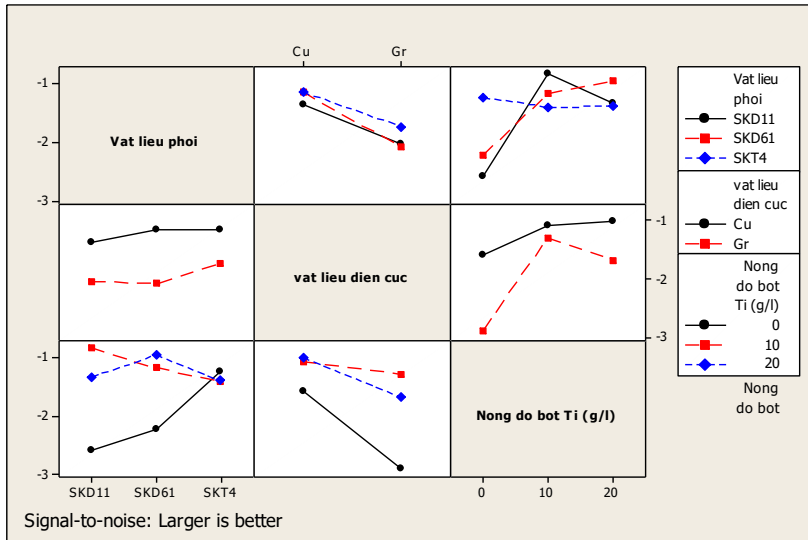
TNo	X_{Rail}	X_{HV2}	y_{i1}	y_{i2}	S_i^+	S_i^-	C_i^*	Xếp hạng	S/N
1	0,183	0,154	0,07332	0,09255	0,045	0,214	0,825	18	-1,67
2	0,176	0,201	0,07026	0,12036	0,040	0,295	0,881	11	-1,10
3	0,140	0,177	0,05603	0,10623	0,025	0,289	0,921	5	-0,71
4	0,194	0,151	0,07770	0,09072	0,050	0,199	0,799	20	-1,95
5	0,198	0,252	0,07901	0,15141	0,063	0,380	0,859	14	-1,32
6	0,079	0,192	0,03174	0,11504	0,005	0,370	0,988	1	-0,10
7	0,262	0,166	0,10462	0,09947	0,074	0,175	0,703	26	-3,06
8	0,177	0,228	0,07091	0,13670	0,047	0,344	0,879	13	-1,12
9	0,238	0,191	0,09521	0,11437	0,064	0,236	0,788	22	-2,07
10	0,228	0,155	0,09105	0,09310	0,062	0,176	0,740	25	-2,62
11	0,112	0,207	0,04487	0,12412	0,019	0,359	0,950	3	-0,45
12	0,175	0,202	0,07004	0,12132	0,040	0,298	0,882	10	-1,09
13	0,183	0,166	0,07332	0,09973	0,043	0,232	0,844	16	-1,47
14	0,112	0,207	0,04465	0,12406	0,019	0,359	0,951	2	-0,44
15	0,250	0,199	0,10003	0,11967	0,069	0,249	0,783	23	-2,12
16	0,250	0,143	0,10003	0,08581	0,073	0,137	0,654	27	-3,69
17	0,243	0,276	0,09740	0,16578	0,086	0,413	0,828	17	-1,64
18	0,150	0,208	0,05997	0,12485	0,032	0,328	0,912	6	-0,80
19	0,140	0,162	0,05581	0,09694	0,028	0,268	0,907	7	-0,85
20	0,236	0,190	0,09433	0,11408	0,063	0,236	0,790	21	-2,05
21	0,135	0,192	0,05384	0,11538	0,023	0,316	0,933	4	-0,60
22	0,124	0,142	0,04947	0,08549	0,031	0,265	0,896	8	-0,95
23	0,158	0,166	0,06325	0,09943	0,033	0,255	0,884	9	-1,07
24	0,192	0,187	0,07661	0,11212	0,045	0,259	0,852	15	-1,39
25	0,177	0,136	0,07070	0,08136	0,049	0,197	0,802	19	-1,92
26	0,177	0,207	0,07091	0,12443	0,042	0,306	0,880	12	-1,11
27	0,309	0,253	0,12366	0,15209	0,101	0,354	0,778	24	-2,18

Bảng 5. ANOVA trị số S/N của C*

Đại lượng khảo sát	DOF	SS	V	F	P	Xếp hạng
A	2	0,2680	0,2777	1,21	0,363	6
B	1	3,2324	3,2324	28,08	0,002	3
C	1	0,6058	0,6058	5,26	0,062	5
D	2	3,1275	3,1275	13,58	0,006	2
E	2	0,9704	0,9704	4,21	0,072	4
F	2	0,1176	0,1176	0,51	0,624	7
G	2	4,1915	5,1751	22,47	0,002	1
A×B	2	0,1365	0,1365	0,59	0,582	-
A×G	4	3,4904	3,4904	7,58	0,016	-
B×G	2	1,1837	1,1837	5,14	0,050	-
Lỗi	6	0,6908	0,6908	-	-	-
Tổng	26	18,0146	-	-	-	-



Hình 1. Ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến hệ số S/N của C*



Hình 2. Ảnh hưởng của các cặp tương tác đến hệ số S/N của C*

Bảng 6. So sánh kết quả tối ưu bằng Taguchi-Topsis và phân tích ANOVA

Đặc trưng chất lượng	Tối ưu Taguchi-Topsis		Tối ưu bằng phân tích ANOVA		Khác nhau (%)
	Điều kiện	Giá trị	Điều kiện	Giá trị	
R _a (μs)	SKD61, Cu (-), ton = 5 μs, I = 4 A, tof = 57 μs, 20 g/l	1,45	SKT4, Cu (-), ton = 5 μs, I = 4 A, tof = 57 μs, 10 g/l	1,37	-5,29
HV (HV)		629,84		847,79	34,60

4 KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã đánh giá sự phù hợp của Taguchi-Topsis để tối ưu hóa đa mục tiêu trong gia công tinh thép làm khuôn (SKD61, SKD11 and SKT4) bằng PMEDM sử dụng bột Ti. Kết quả đã chỉ ra rằng: Các thông số nồng độ bột Ti, vật liệu điện cực, thời gian phát xung, tương tác A×G và

tương tác B×G là ảnh hưởng mạnh đến hệ số S/N của C*. Và nồng độ bột là thông số có ảnh hưởng mạnh nhất. Kết quả tối ưu bằng Taguchi - Topsis đã chỉ ra thí nghiệm 6 là tốt nhất: SKD61, Cu(-), ton= 5 μs, I=4 A, tof=57 μs, nồng độ bột 20 g/l với giá trị tối ưu R_a = 1,45 μs và HV = 629,84 HV. Tuy nhiên, phân tích ANOVA lại cho bộ thông số công nghệ tối ưu là SKT4, Cu(-), ton = 5 μs, I = 4

A, $t_{of} = 57 \mu s$, 10 g/l. với trị số tối ưu là $R_a = 2,34 \mu m$ và $HV = 904,96 HV$. Mặc dù, Topsis với cách tính đơn giản, phương pháp này tích hợp trong Taguchi đã cho số lượng các thông số công nghệ được tối ưu là rất lớn nhưng số lượng các thí nghiệm lại nhỏ nhất. Điều này dẫn đến chi phí vật tư và thời gian của quá trình thực nghiệm giảm. Tuy nhiên, kết quả tối ưu của Topsis – Taguchi và phân tích ANOVA có sự khác biệt, do đó việc ứng dụng Taguchi - Topsis đối với bài toán tối ưu đa mục tiêu này là chưa thực sự phù hợp nên nó là cần thiết phải có giải pháp mới để tránh trường hợp này. Kết quả của nghiên cứu sẽ là cơ sở để đưa ra khuyến cáo với việc sử dụng phương pháp này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. S. Tripathy and D.K. Tripathy, “Multi-response optimization of machining process parameters for powder mixed electro-discharge machining of H-11 die steel using grey relational analysis and Topsis”, *Journal Machining Science and Technology An International Journal*, Vol. 21(3), pp. 362-384, 2017.
- [2]. S. Prabhu and B.K. Vinayagam, “Multiresponse optimization of EDM process with nanofluids using TOPSIS method and Genetic Algorithm”, *Archive of Mechanical Engineering*, Vol.63(1), pp. 45–71, 2016.
- [3]. V. S. Gadakh (2012), “Parametric Optimization of Wire Electrical Discharge Machining Using Topsis Method”, *Advances in Production Engineering & Management*, Vol. 7(3), pp. 157-164, 2012.
- [4]. R. Manivannan and M. P. Kumar, “Multi-attribute decision-making of cryogenically cooled micro-EDM drilling process parameters using TOPSIS method”, *Journal Materials and Manufacturing Processes*, Vol. 32(2), pp. 209-215, 2017.
- [5]. R. Khanna et al, “Multiple performance characteristics optimization for Al 7075 on electric discharge drilling by Taguchi grey relational theory”, *Journal of Industrial Engineering International*, Vol. 11(4), pp. 459-472, 2015.
- [6]. R. Manivannan and M. P. Kumar, “Multi-response optimization of Micro-EDM process parameters on AISI304 steel using TOPSIS”, *Journal of Mechanical Science and Technology*, Vol. 30(1), pp. 137-144, 2016.
- [7]. M. Dastagiri et al, “TOPSIS, GRA Methods for Parametric Optimization on Wire Electrical Discharge Machining (WEDM) Process”, *Design and Research Conference (AIMTDR–2016) College of Engineering-India*, 2016.
- [8]. A. Shukla et al, “Applications of TOPSIS Algorithm on various Manufacturing Processes: A Review”, *Original Research Article Materials Today: Proceedings*, Vol.4(4), pp 5320-5329, 2017.
- [9]. H. Safari, “A New Technique for Multi Criteria Decision Making Based on Modified Similarity Method”, *Middle-East Journal of Scientific Research*, Vol. 145, pp. 712-719, 2013.

Nguyễn Hữu Phần sinh năm 1981 tại Tứ Kỳ, Hải Dương. Ông tốt nghiệp đại học năm 2005, thạc sỹ năm 2009 và học vị tiến sỹ năm 2017 với chuyên ngành kỹ thuật cơ khí tại trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên- Đại học Thái Nguyên.

Ông là tác giả của trên 20 bài báo khoa học. Hướng nghiên cứu chính là: giải pháp nâng cao hiệu quả gia công tia lửa điện; gia công khuôn mẫu và ứng dụng.

Conformity assessment of Topsis-Taguchi integration for multi-characteristics optimization of process parameters in electrical discharge machining

Nguyen Huu Phan

Hanoi University of Industry
Corresponding author: phanktcn@gmail.com

Received: 18-9-2018, Accepted: 19-11-2018, published: 30-11-2018

Abstract—In this study, Topsis and Taguchi method were combined to solve multi-characteristic optimization in die-sinking electrical discharge machining with powder mixed into dielectric fluid (PMEDM). The process parameters considered in this study are electrode material, workpiece material, electrode polarity, pulse on time (ton), pulse off time (tof), current (I) and titanium powder concentration. The experimental results showed that I, electrode material, ton, electrode polarity, powder concentration, interaction between the workpiece material and titanium powder concentration, and interaction between the electrode material and titanium powder concentration are the main factors influenced the S/N ratio of C^* . The powder

concentration is the most significant parameter to S/N ratio. The optimal process parameters include SKT4, Cu (-), ton = 5 μ s, I = 4 A, tof = 57 μ s, powder concentration is 10 g/l. The optimal values include surface roughness ($R_a = 2.34 \mu$ m) and micro-hardness of machined surface (HV = 904.96 HV). However, the optimum results obtained by ANOVA analysis show that Taguchi- Topsis integration to optimize multi-characteristics of PMEDM using Ti powder is not really appropriate.

Index term—Taguchi, Topsis, PMEDM, S/N ratio, Titanium