

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP TAGUCHI NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN BÁN KÍNH ĐÁY SẢN PHẨM KHÍ DẬP THỦY TĨNH

Lại Đăng Giang^{1*}, Nguyễn Thị Thu²

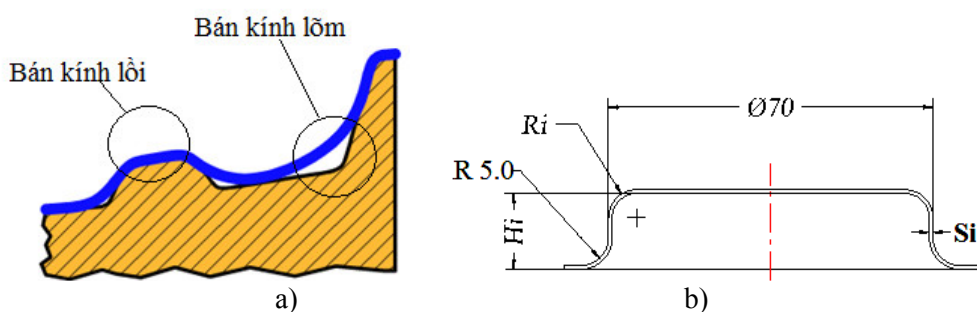
Tóm tắt: Trong bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến bán kính đáy sản phẩm khí dập thủy tĩnh phối tằm theo phương pháp Taguchi. Kết quả nghiên cứu đưa ra được mối quan hệ giữa các thông số công nghệ như áp suất chặn (Q_{ch}), chiều sâu tương đối của cối (H^*) và chiều dày phối tương đối (S^*) đến bán kính đáy sản phẩm. Từ đó xác định được bộ thông số công nghệ tối ưu để đạt được bán kính đáy sản phẩm nhỏ nhất khi dập thủy tĩnh.

Từ khóa: Dập thủy tĩnh; Chiều dày tương đối; Áp lực chặn; Phương pháp Taguchi.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dập thủy tĩnh (DTT) phối tằm là công nghệ sử dụng chất lỏng có áp suất cao để tạo hình sản phẩm theo biên dạng của cối [1]. Đây là công nghệ có nhiều ưu điểm trong tạo hình các chi tiết dạng tằm đơn có biên dạng phức tạp và tằm cặp [2]. Do vậy, công nghệ DTT được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực công nghiệp, đặc biệt trong công nghiệp ô tô [3].

Trong nhiều nghiên cứu về dập thủy tĩnh phối tằm chỉ ra rằng, bán kính góc lượn lõi và lõm có ảnh hưởng nhiều đến quá trình tạo hình sản phẩm [4]. Với đặc điểm dễ dàng ôm sát những vùng lõi hơn của công nghệ DTT, các bán kính miệng cối và vùng lõi khác (nếu có) trong khuôn cũng dễ dàng được hình thành và đạt kích thước mong muốn (hình 1a). Bán kính đáy cối là một vùng điển hình của bán kính lõm. Trong quá trình tạo hình bằng công nghệ DTT, kim loại khó điền đầy vào góc lõm để sản phẩm đạt kích thước theo cối. Qua tìm hiểu thực tế, hiện vẫn chưa có nghiên cứu nào về quá trình hình thành bán kính tại các góc lõm phụ thuộc như thế nào vào các yếu tố công nghệ hay yếu tố hình học của cối và phối ban đầu.



Hình 1. Các bán kính góc lượn đáy cối.

Vì vậy, để phù hợp với các điều kiện nghiên cứu cụ thể tại phòng thí nghiệm, bài báo nghiên cứu quá trình tạo hình chi tiết hình trụ có kích thước cơ bản như hình 1b. Mục đích của nghiên cứu là khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ và đặc điểm hình học của khuôn tới việc hình thành bán kính đáy lõm R_i trong công nghệ dập thủy tĩnh để từ đó có thể điều khiển được quá trình tạo hình sản phẩm.

2. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

2.1. Thiết bị thí nghiệm

Quá trình thực nghiệm được thực hiện trên máy ép thủy lực 125 tấn, đặt tại PTN bộ môn Gia công áp lực - Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.



Hình 2. Thiết bị và khuôn thí nghiệm.



Hình 3. Thiết bị đo áp suất – hành trình.

Hệ thống đo áp suất được kết nối từ thiết bị đến máy tính để có thể theo dõi và điều chỉnh chính xác được các thông số thí nghiệm theo yêu cầu.

2.2. Chuẩn bị thực nghiệm

Thực hiện nghiên cứu quá trình tạo hình chi tiết dạng trụ bằng công nghệ dập thủy tĩnh với vật liệu phôi là DC04. Đây là loại vật liệu khá phổ biến dùng trong dập tấm và đặc biệt là trong ngành công nghiệp ô tô. Để nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố hình học của khuôn và phôi ban đầu, ta chọn đặc điểm của dụng cụ và phôi được cho trong bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm phôi và dụng cụ thí nghiệm.

Đặc điểm phôi		Đặc điểm dụng cụ	
Đường kính phôi D, mm	110	Đường kính cối d, mm	70
Chiều dày phôi s mm	0,8; 1; 1,2	Chiều sâu cối h, mm	16, 18, 20

2.3. Phương pháp thực nghiệm

Sử dụng phương pháp quy hoạch Taguchi [5] để nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến bán kính đáy sản phẩm. Các thông số công nghệ được lựa chọn để nghiên cứu là chiều sâu tương đối của cối $H^* = \frac{h}{d} \cdot 100$ (%), áp suất chặn Q_{ch} (bar) và

chiều dày phôi tương đối $S^* = \frac{s}{D} \cdot 100$ (%). Tương ứng với sự thay đổi về chiều sâu lòng cối và chiều dày phôi, các yếu tố này đều có 3 mức thay đổi được ký hiệu và cho trong bảng 3.

Bảng 2. Giá trị mức biến đổi của các thông số công nghệ.

	Yếu tố	Q_{ch} (bar)	H^*	S^*
Mức biến đổi	1	80	23	0,73
	2	97,5	26	0,91
	3	115	29	1,09

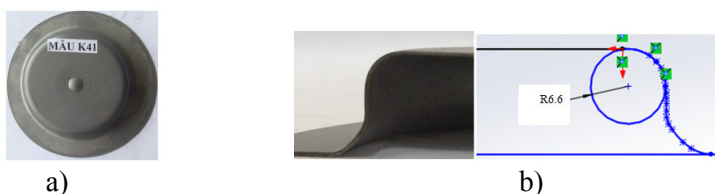
Các thí nghiệm được tiến hành theo ma trận trực giao Taguchi L9 được thiết lập trong bảng 3.

Bảng 3. Bảng ma trận trực giao L9.

Thí nghiệm	Yếu tố đầu vào		
	Q _{ch}	H*	S*
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Tiến hành thí nghiệm theo bảng ma trận trực giao L9 thu sản phẩm như trên hình 4a. Bán kính đáy sản phẩm R_d được đo bằng máy đo μM21 và được cho trong bảng 4.



Hình 4. Sản phẩm và kết quả đo bán kính.

Ảnh hưởng của các yếu tố đầu vào đến yếu tố đầu ra được đánh giá thông qua tỷ số nhiễu S/N. Mục tiêu lựa chọn các thông số công nghệ của quá trình dập thủy tĩnh nhằm tạo hình ra sản phẩm có bán kính đáy là nhỏ nhất. Do đó, giá trị tỷ số nhiễu được tính theo công thức:

$$\left(\frac{S}{N}\right)_k = -10 \log\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_k^2\right) \quad (1)$$

n – Số lần lặp lại thí nghiệm (n = 1);

y_k – Giá trị đo bán kính đáy sản phẩm của thí nghiệm thứ k.

Từ các kết quả bán kính đáy đo được, giá trị tỷ số nhiễu được xác định theo công thức (1) và được cho trong bảng 4.

Bảng 4. Kết quả thực nghiệm.

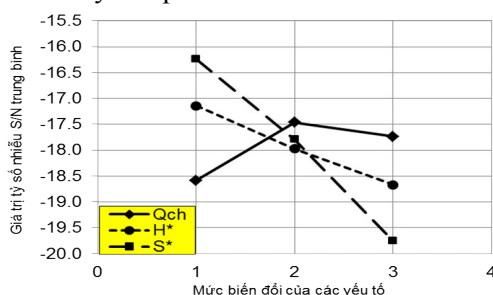
Thí nghiệm	Yếu tố đầu vào			Bán kính đáy sản phẩm	Tỷ số nhiễu
	Q _{ch}	H*	S*	R _d	S/N
1	80	23	0,73	6.31	-16,00
2	80	26	0,91	8.22	-18,30
3	80	29	1,09	11.82	-21,45
4	97,5	23	0,91	6.95	-16,84
5	97,5	26	1,09	9.15	-19,23
6	97,5	29	0,73	6.55	-16,32
7	115	23	1,09	8.49	-18,58
8	115	26	0,73	6.6	-16,39
9	115	29	0,91	8.16	-18,23

Sử dụng phương pháp phân tích phương sai ANOVA để đánh giá các thông số nghiên cứu ta thu được kết quả như trong bảng 5.

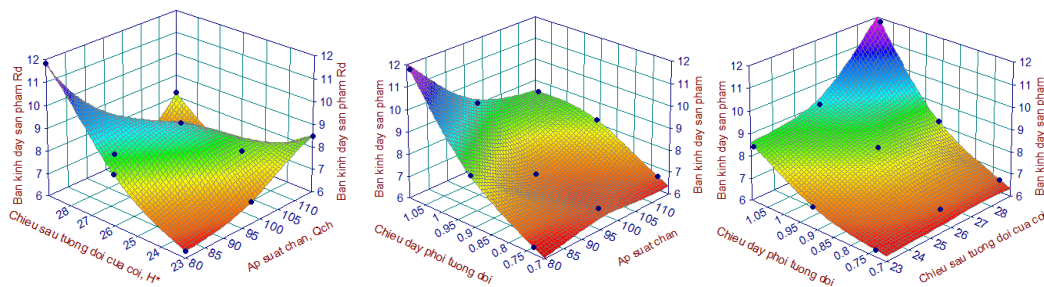
Bảng 5. Bảng phân tích ANOVA.

Mức biến đổi	S/N trung bình theo các mức		
	Q _{ch}	H*	S*
1	-18.58	-17.14	-16.24
2	-17.46	-17.97	-17.79
3	-17.73	-18.67	-19.75
Mean (m)	-17.93	-17.93	-17.93
Max	-17.46	-17.14	-16.24
Delta (max-min)	1.12	1.53	3.51
% ảnh hưởng	18.16	24.83	57.01

Trên cơ sở các kết quả nhận được, xây dựng đồ thị đánh giá mức độ ảnh hưởng riêng rẽ của các thông số công nghệ (hình 5) và ảnh hưởng cặp đôi các thông số công nghệ (hình 6) đến việc hình thành bán kính đáy sản phẩm.



Hình 5. Sự thay đổi giá trị tỷ số nhiễu S/N trung bình theo các mức.



Hình 6. Ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến bán kính đáy sản phẩm.

Từ bảng phân tích ANOVA có thể thấy rằng phương án tối ưu sẽ là phương án với mức biến đổi của các yếu tố có tỷ số S/N trung bình là lớn nhất. Đó là phương án với các thông số sau: Q_{ch} = 97,5 bar; H* = 23; S* = 0,73.

Khi đó tỷ số nhiễu của phương án tối ưu sẽ là [6]:

$$\begin{aligned} \left(\frac{S}{N}\right)_{tu} &= m + (Max_{Q_{ch}} - m) + (Max_{H^*} - m) + (Max_{S^*} - m) \\ &= Max_{Q_{ch}} + Max_{H^*} + Max_{S^*} - 2.m \\ &= -17,46 - 17,14 - 16,24 + 2.17,46 = -14,99 \end{aligned}$$

Bán kính đáy sản phẩm nhỏ nhất đạt được là:

$$(R_d)_{\min} = 10^{-\frac{(S/N)_{tu}}{20}} = 5,62 \text{ mm.}$$

4. KẾT LUẬN

- Từ bảng phân tích ANOVA và đồ thị trên hình 5 ta thấy: mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến sự hình thành bán kính đáy của sản phẩm được xếp theo thứ tự sau: Chiều dày tương đối của phôi S* (chiếm 57,01%), chiều sâu tương đối của cối H* (24,83%) và áp suất chặn phôi S* (18,16%).

- Bán kính sản phẩm càng nhỏ khi chiều dày tương đối của phôi càng giảm. Khi tăng chiều sâu tương đối của cối và áp suất chặn thì bán kính đáy sản phẩm sẽ tăng lên.

- Phương án tối ưu để nhận được bán kính đáy nhỏ nhất là $Q_{ch} = 97,5 \text{ bar}$; $H^* = 23$; $S^* = 0,73$. Khi đó, bán kính đáy nhỏ nhất có thể nhận được là $R_d = 5,62 \text{ mm}$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Văn Nghệ, *Công nghệ dập thủy tĩnh*. NXB Bách Khoa HN (2006)
- [2]. Koç, M. and Cora, O. N. *Introduction and state of the art of hydroforming*. in Koç, Muammer, Editor, *Hydroforming for Advanced Manufacturing*, Woodhead Publishing (2008), pp. 1-29.
- [3]. Altan, T. and Tekkaya, A.E. *Sheet metal forming process and applications*. ASM International, (2012).
- [4]. Nguyen Dac Trung. *Lecture: Calculation for Bulging & Stretching sheet forming*, (2010).
- [5]. Krishankant, Jatin Taneja, Mohit Bector, Rajesh Kumar *Application of taguchi method for optimizing turning process by the effects of machining parameters*, International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), (2012).
- [6]. Banh Tien Long, Nguyen Huu Phan, Ngo Cuong (2016). *Tool wear rate optimization in PMEDM using titanium powder by Taguchi method for die steels*, Science & technology development.

ABSTRACT

RESEARCHING THE EFFECTS OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS TO PRODUCT RADIUS IN HYDROFORMING BY TAGUCHI METHOD

Research on effects of technological parameters to product radius in hydroforming by Taguchi method is presented in this paper. The experimental results demonstrate the relationship between the technological parameters (relative height of die (H^), blank holder pressure (Q_{ch}), relative thickness of the blank (S^*)) and product radius. An optimal set of technological parameters is then determined with minimum radius.*

Keywords: Hydroforming; Relative thickness of the blank; Blank holder pressure; Taguchi method.

Nhận bài ngày 12 tháng 6 năm 2018

Hoàn thiện ngày 18 tháng 7 năm 2018

Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 8 năm 2018

Địa chỉ: ¹ Học viện Kỹ thuật quân sự;
² Đại học Bách khoa Hà Nội.
* Email: danggiang248@gmail.com.