

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ DẬP TỐI ƯU BÌNH CHỮA CHÁY BẰNG PHẦN MỀM ESI PAM-STAMP Ở TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ AN GIANG

Huỳnh Hữu Trí
Trường Cao đẳng Nghề An Giang

Tóm tắt: Trong bối cảnh ngành công nghiệp cơ khí ngày càng phát triển, nhu cầu về các sản phẩm khuôn mẫu chất lượng cao ngày càng tăng. Tuy nhiên, việc phụ thuộc vào khuôn mẫu nhập khẩu khiến chi phí cao và năng suất chưa tối ưu. Bài báo trình bày nghiên cứu xác định chế độ dập tối ưu cho bình chữa cháy bằng phần mềm ESI PAM-STAMP, nhằm nâng cao hiệu quả thiết kế khuôn trong nước. Nghiên cứu tập trung phân tích ảnh hưởng của các tham số như lực chặn, bán kính cối, độ dày phôi và gân vuốt đến chất lượng sản phẩm (chiều dày nhỏ nhất, độ nhăn, rách, độ sâu chi tiết). Dựa trên mô phỏng dập vuốt và phân tích số liệu bằng Minitab, nghiên cứu đề xuất chế độ dập tối ưu, góp phần xây dựng cơ sở dữ liệu phục vụ thiết kế và sản xuất bình chữa cháy trong nước.

Từ khóa: Dập vuốt, bình chữa cháy, Pam-Stamp, tối ưu chế độ dập, phân tích tham số.

RESEARCH ON DETERMINING THE OPTIMAL EXTINGUISHING MODE OF FIRE EXTINGUISHERS USING ESI PAM-STAMP SOFTWARE AT AN GIANG VOCATIONAL COLLEGE

Huynh Huu Tri
An Giang Vocational College

Abstract: In the context of the increasingly developing mechanical industry, the demand for high-quality mold products is increasing. However, the dependence on imported molds causes high costs and suboptimal productivity. This article presents a study to determine the optimal stamping mode for fire extinguishers using ESI PAM-STAMP software, in order to improve the efficiency of domestic mold design. The study focuses on analyzing the influence of parameters such as blocking force, die radius, blank thickness and drawing ribs on product quality (minimum thickness, wrinkles, tears, and detail depth). Based on the drawing simulation and data analysis using Minitab, the study proposes the optimal stamping mode, contributing to the construction of a database for the design and production of domestic fire extinguishers.

Keywords: Deep drawing, fire extinguisher, Pam-Stamp, drawing process optimization, parameter analysis.

Nhận bài: 06/04/2025

Phản biện: 07/05/2025

Duyệt đăng: 12/05/2025

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu của Bor-Tsuen Lin và các tác giả [1] đã nghiên cứu về Sử dụng phần mềm DEFORM 2D, mô phỏng quá trình dập sâu cho một vỏ động cơ bằng thép không với quy trình dập sâu 6 lần, với chày có gờ nhỏ. Và kết quả là rút ngắn được hai lần dập khi sử dụng chày có gờ nhỏ, các kết quả mô phỏng cho thấy tỷ lệ định mức chảy của vật liệu giảm 11% và giảm 6% lực dập khi quá trình dập sâu 4 lần được thay thế bằng quá trình dập sâu 6 lần.

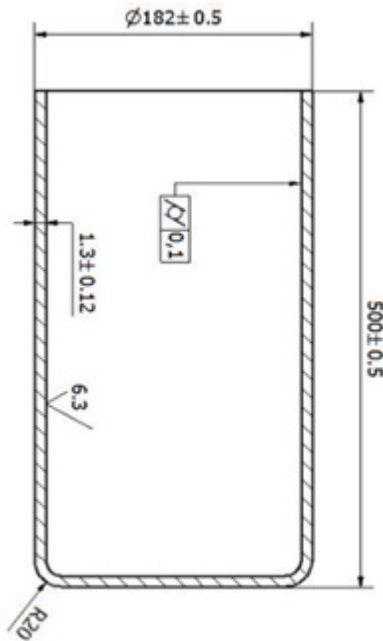
Nghiên cứu của Gerrit Behrens và các tác giả [2] đã nghiên cứu ảnh hưởng của thông số hình học của công cụ và lực dập trong dập vuốt chi tiết nhỏ hình chữ nhật. kết quả như sau: Khi mở rộng bán kính góc từ 147 đến 250 μm dẫn đến lực dập cao hơn 36%, Ngược lại, khi tăng bán kính khuôn sẽ làm giảm lực dập, ở nghiên cứu này đã tăng bán kính khuôn từ 76 lên 143 μm dẫn đến giảm lực dập 26%, thông số tối ưu của lực dập chịu tác động của bán kính khuôn và bán kính góc

Sau khi chọn được phương án công nghệ phù hợp thì bước tiếp theo là chế tạo sản phẩm mẫu và kiểm chứng độ chính xác của sản phẩm mẫu so với thiết kế. Nếu chất lượng đạt yêu cầu thì có thể cho sản xuất loạt lớn, nếu còn có nhưng sai sót ta có thể thay đổi điều kiện biên như lực chặn, tốc độ biến dạng hay ma sát để đạt được kết quả tốt hơn. Nhưng chắc chắn sự thay đổi này không lớn, bởi kết quả mô phỏng đó đánh giá một cách kỹ lưỡng. Trong suốt thời gian sản xuất loạt, ta vẫn phải kiểm tra lại, đánh giá sản phẩm để đảm bảo độ chính xác và đánh giá ảnh hưởng của các thông số công nghệ. Vì tính ưu việt của phương pháp mô phỏng số để thiết kế khuôn kể trên nên quyết định chọn phần mềm ESI PAM-STAMP xác định chế độ dập tối ưu bình chữa cháy.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết kế mẫu thí nghiệm

Các thông số kỹ thuật của chi tiết được thể hiện ở hình 1.



Hình 1: Thông số chi tiết sản phẩm

Kích thước yêu cầu: Chiều cao chi tiết : h = 500 ± 0,5 mm; Đường kính chi tiết: d= 182 ± 0,5 mm; Chiều dày chi tiết: S = 1,3 ± 0,12 mm. Vật liệu chế tạo bình chứa cháy: Vật liệu chi tiết dập là thép DC04 với thành phần hóa học và đặc tính cơ học được thể hiện ở bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1: Thành phần hóa học vật liệu dập [3]

Thành phần	C max	Mn max	Si max	P max	S max	Al min
EN 10130 DC04	0,08	0,4	0,025	0,025	0,025	0,02

Bảng 2. Đặc tính cơ vật liệu dập [3]

Vật liệu sản phẩm	Giới hạn chảy $\sigma_c (MPa)$	Giới hạn bền kéo $\sigma_b (MPa)$	Độ cứng	Độ giãn dài %
Thép EN 10130 DC04	210	270-350	60-65 RB	38

2.2. Tính toán thông số dập

2.2.1. Tính toán Đường kính phôi

Tính toán đường kính phôi theo công thức (3.1), [4] ta có:

$$D = \sqrt{d_n^2 + 4d_n H_{Bp}} = \sqrt{182^2 + 4 \cdot 182 \cdot 500} = 630 (mm) \quad (2.1)$$

2.2.2. Hệ số β

Hệ số β là hệ số dập thực tế được tính toán theo công thức (2.2), [4]:

$$\beta_{actual} = \frac{D}{d_n} = \frac{630}{182} = 3,46 \quad (2.2)$$

2.2.3. Hệ số giới hạn bền cho phép

Ở đây ta xét quá trình dập cho vật liệu có cơ tính trung bình áp dụng công thức (2.3), [4] như sau:

$$\beta_{0perm} = 2.0 - \frac{1,1.d_n}{1000.S} = 2 - \frac{1,1.182}{1000.1,3} = 1,84 \quad (2.3)$$

Vì $\beta_{0perm} > \beta_{actual}$: 1,84 < 3,46 nên chi tiết cần

dập qua nhiều lần.

2.2.4. Đường kính của các bước dập vuốt

Đường kính phôi sau lần dập vuốt thứ nhất được tính toán theo công thức (2.4), [5]

$$d_1 = \frac{D}{\beta_0} = \frac{630}{1,84} = 342.39 (mm) \approx 340 (mm) \quad (2.4)$$

Đối với dập vuốt sâu, sau mỗi nguyên công tính dẻo của vật liệu bị giảm đi đáng kể nên cần có công đoạn ủ trung gian khử bền. Tại lần dập thứ 2, giá trị β_1 được giả định ở giá trị $\beta_1 = 1,3$, lần dập thứ 3 có giá trị thấp hơn $\beta_1 = 1,2$ không trải qua quá trình ủ trung gian. Nếu ủ trung gian được thực hiện sau nguyên công dập vuốt 1 thì giá trị β_1 cao hơn 20%: $\beta_1 = 1,6$. Vậy ta quyết định ủ trung gian sau lần dập thứ nhất.

Đường kính bán thành phẩm sau lần dập thứ 2 :

$$d_2 = \frac{d_1}{\beta_1} = \frac{340}{1,6} = 212.5 (mm) \approx 210 (mm) \quad (2.5)$$

Đường kính bán thành phẩm sau lần dập thứ 3:

$$d_3 = \frac{d_2}{\beta_2} = \frac{210}{1,2} = 175 (mm) \quad (2.6)$$

Hiệu chỉnh hệ số dập vuốt β_2 :

$$\beta_2 = \frac{d_2}{d_3} = \frac{210}{182} = 1,15$$

$$d_3 = \frac{d_2}{\beta_2} = \frac{210}{1,15} = 182,6 (mm) \approx 182 (mm)$$

Vậy để tạo hình được sản phẩm cần trải qua 3 nguyên công dập vuốt trong đó thực hiện việc ủ trung gian sau nguyên công 1.

2.2.5. Chiều cao bán thành phẩm

Theo công thức (2.7), [4] Chiều cao bán thành phẩm qua các lần dập:

$$H_{B1} = \frac{D^2}{4d_1} = \frac{630^2}{4.340} = 291 (mm) \approx 290 (mm) \quad (2.7)$$

Chiều cao bán thành phẩm sau lần dập thứ hai H_{B2} :

$$H_{B2} = \frac{D^2}{4d_2} = \frac{630^2}{4.210} = 472 (mm) \approx 470 (mm) \quad (2.8)$$

Chiều cao bán thành phẩm sau lần dập thứ ba H_{B3} :

$$H_{B3} = \frac{D^2}{4d_3} = \frac{630^2}{4.182} = 545,19 (mm) \approx 500 (mm) \quad (2.9)$$

2.2.6. Xác định lực dập cần thiết

Sau khi có các thông số trên, lực dập cần thiết được tính bằng công thức (2.6), [4]:

$$F_{dr} = d \cdot \pi \cdot s \cdot R_m \cdot n \quad (2.10)$$

Lực dập vuốt nguyên công dập thứ nhất được tính toán theo công thức 2.11:

$$F_{sec} = \frac{F_{dr}}{2} + d_{p2} \cdot \pi \cdot s \cdot R_m \cdot n = \frac{466327,7}{2} + 210 \cdot \pi \cdot 1,3 \cdot 350,0,7 = 443182,7 (N) \approx 440 (KN) \quad (2.11)$$

Lực dập vuốt cho nguyên công thứ 2 được xác định theo công thức (2.12), [2] như sau:

$$F_{sec} = \frac{F_{dr}}{2} + d_{p2} \cdot \pi \cdot s \cdot R_m \cdot n = \frac{466327,7}{2} + 210 \cdot \pi \cdot 1,3 \cdot 350,0,7 = 443182,7 (N) \approx 440 (KN) \quad (2.12)$$

Tương tự lực dập vuốt cho nguyên công thứ 3 được xác định theo công thức 2.13:

$$F_{sec} = \frac{F_{dr}}{2} + d_{p3} \cdot \pi \cdot s \cdot R_m \cdot n = \frac{443182,7}{2} + 182 \cdot \pi \cdot 1,3 \cdot 350,0,275 = 293097,8 (N) \approx 295 (KN) \quad (2.13)$$

2.2.7. Khe hở giữa chày và khuôn

Khe hở giữa chày và khuôn được tính thông qua công thức 2.14, [6]:

$$w = s \sqrt{\frac{D}{d}} = 1,3 \sqrt{\frac{630}{340}} = 1,77 (mm) \quad \text{Chọn } w = 1,8 (mm) \quad (2.15)$$

2.2.8. Xác định bán kính góc lượn ở khuôn Rc

Để tính được bán kính góc lượn ở khuôn, ta tính bằng công thức 2.16, tài liệu [6]:

$$R_c = \frac{0,035}{\sqrt{mm}} [50mm + (D-d)] \sqrt{s} \quad (2.16)$$

$$= \frac{0,035}{\sqrt{mm}} [50mm + (630mm - 340mm)] \sqrt{1,3mm} = 13,56 (mm)$$

Chọn $R_c = 14 (mm)$

Lực chặn phôi được tính theo công thức 2.17, [6]:

$$F_{BH} = A_{BH} \cdot p \quad (2.17)$$

Áp lực chặn phôi được tính toán theo công thức 2.18, tài liệu [6]

$$p = \left[(\beta_{actual} - 1)^2 + \frac{d}{200 \cdot s} \right] \cdot \frac{R_m}{400} = \left[(1,85 - 1)^2 + \frac{340}{200 \cdot 1,3} \right] \cdot \frac{350}{400} = 1,77 (N/mm^2) \quad (2.18)$$

Diện tích chặn phôi được tính toán thông qua công thức 2.19 và 2.20, tài liệu [6]:

$$d_e = d + 2 \cdot w + 2 \cdot R_c = 340 + 2 \cdot 1,8 + 2 \cdot 13,5 = 370,6 (mm) \quad (2.19)$$

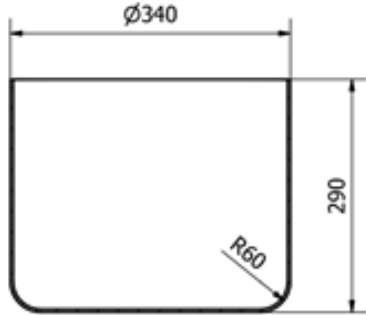
$$A_{BH} = \left(D^2 - d_e^2 \right) \cdot \frac{\pi}{4} = \left(630^2 - 370,6^2 \right) \cdot \frac{\pi}{4} \approx 204100 (mm^2) \quad (2.20)$$

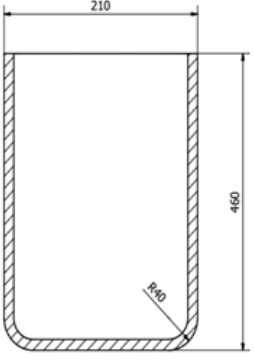
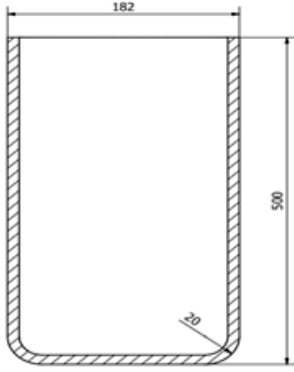
Thay các thông số vào công thức 2.32 ta có:

$$F_{BH} = A_{BH} \cdot p = 204100 mm^2 \cdot 1,77 N/mm^2 = 3619257 (N) \approx 361 (KN) \quad (2.31)$$

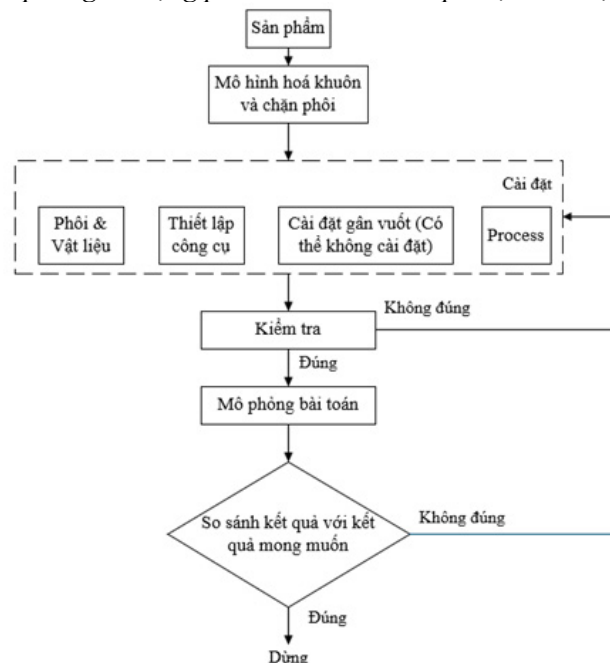
2.3. Bố trí nguyên công cho các lần dập

Bảng 3: Bố trí nguyên công các lần dập

Khuôn 1: Thông số chi tiết dập vuốt lần 1: $\Phi 340$ (mm), H= 290 (mm) Phôi tròn $\Phi 630$ (mm)	 Thông số bán thành phẩm 1
--	---

Khuôn 2: Thông số chi tiết dập vuốt lần 2: $\Phi 210$ (mm), H= 470 (mm)	 Thông số bán thành phẩm 2
Khuôn 3: Thông số chi tiết dập vuốt lần 3: $\Phi 182$ (mm), H= 500 (mm)	 Thông số thành phẩm

Trình tự mô phỏng sử dụng phần mềm Pamstamp được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Trình tự mô phỏng sử dụng phần mềm Pamstamp

Trình tự mô phỏng sử dụng phần mềm Pam Stamp được biểu diễn ở hình 2.

Các thông số đầu ra của sản phẩm: Đường kính $d = 340$ mm; Chiều cao $h = 290$ mm; Chiều dày sản phẩm $s = 1,3 \pm 0,12$ mm

Từ yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm ta có thể ước tính các thông số giới hạn đầu vào như sau: Khi vuốt các chi tiết từ thép cacbon thấp có độ dày dưới 3mm thì $R_c \approx (7 \div 10)s$; Trên cơ sở số

liệu thí nghiệm từ tài liệu [4] đã xác lập được rằng trị số trung bình của độ hở phải là: $w = (1.35 \div 1.5)s$.

Trị số lực chặn phôi được tính gần đúng như công thức sau:

Từ cơ sở trên ta tiến hành tính toán các thông số áp dụng cho quá trình mô phỏng bằng phần mềm Pamstamp.

2.4. Thiết kế thí nghiệm

Bảng 4. Mã hóa các thông số đầu vào

Các hệ số	Hệ số Mã hóa	Cấp độ	
Lực chặn-Q(KN)	X1	-1	1
Bán kính cối- rm(mm)	X2	-1	1
Chiều dày phôi-S(mm)	X3	-1	1
Gân vuốt	X4	-1	1

Theo [7] ta có thí nghiệm $2^4=16$ thí nghiệm được mô tả ở bảng 3

Bảng 4: Thí nghiệm mã hóa

Stt	Đầu vào				Đầu ra			
	Q(KN)	R _c (mm)	S(mm)	Gân vuốt	S _{min} (mm)	Nhấn	Đứt/Rách	Chiều cao
1	-1	-1	-1	-1	??	??	??	??
2	1	-1	-1	-1	??	??	??	??
3	-1	1	-1	-1	??	??	??	??
4	1	1	-1	-1	??	??	??	??
5	-1	-1	1	-1	??	??	??	??
6	1	-1	1	-1	??	??	??	??
7	-1	1	1	-1	??	??	??	??
8	1	1	1	-1	??	??	??	??
9	-1	-1	-1	1	??	??	??	??
10	1	-1	-1	1	??	??	??	??
11	-1	1	-1	1	??	??	??	??
12	1	1	-1	1	??	??	??	??
13	-1	-1	1	1	??	??	??	??
14	1	-1	1	1	??	??	??	??
15	-1	1	1	1	??	??	??	??
16	1	1	1	1	??	??	??	??

Dùng chương trình Minitab để thiết kế thí nghiệm và sau đó đặt các thông số đầu vào thì chương trình cho ra bảng thí nghiệm 5

Bảng 5: Thí nghiệm thay bằng thông số đầu vào

STT	ĐẦU VÀO				ĐẦU RA			
	Lực Chặn Q-(KN) "X ₁ "	Bán Kính Cối R _c -(mm) "X ₂ "	Độ Dày Phôi S-(mm) "X ₃ "	Gân Vuốt "X ₄ "	Smin-(mm) "y ₁ "	NHẤN "y ₂ "	ĐỨT,RÁCH "y ₃ "	ĐATCHIẾU SÂU "y ₄ "
1	350	6	1.3	Không	??	??	??	??
2	650	6	1.3	Không	??	??	??	??
3	350	14	1.3	Không	??	??	??	??
4	650	14	1.3	Không	??	??	??	??
5	350	6	1.6	Không	??	??	??	??
6	650	6	1.6	Không	??	??	??	??
7	350	14	1.6	Không	??	??	??	??
8	650	14	1.6	Không	??	??	??	??
9	350	6	1.3	Có	??	??	??	??
10	650	6	1.3	Có	??	??	??	??
11	350	14	1.3	Có	??	??	??	??
12	650	14	1.3	Có	??	??	??	??
13	350	6	1.6	Có	??	??	??	??
14	650	6	1.6	Có	??	??	??	??
15	350	14	1.6	Có	??	??	??	??
16	650	14	1.6	Có	??	??	??	??

2.5. Kết quả thí nghiệm

Sau khi chạy mô phỏng với phần mềm Pam-stamp cho ta kết quả

Bảng 6: Kết quả thí nghiệm

STT	ĐẦU VÀO				ĐẦU RA			
	Lực Chặn Q-(KN) "X ₁ "	Bán Kính Cối R _c -(mm) "X ₂ "	Độ Dày Phôi S-(mm) "X ₃ "	Gân Vuốt "X ₄ "	Smin-(mm) "y ₁ "	NHẤN "y ₂ "	ĐỨT,RÁCH "y ₃ "	ĐATCHIẾU SÂU "y ₄ "
1	350	6	1.3	Không	1.09	Có	Không	Đạt
2	650	6	1.3	Không	1.03	Không	Không	Đạt
3	350	14	1.3	Không	1.18	Có	Không	Không
4	650	14	1.3	Không	1.14	Có	Không	Đạt
5	350	6	1.6	Không	1.33	Có	Không	Đạt
6	650	6	1.6	Không	1.26	Không	Không	Đạt
7	350	14	1.6	Không	1.45	Có	Không	Không
8	650	14	1.6	Không	1.41	Có	Không	Đạt
9	350	6	1.3	Có	0.99	Không	Không	Đạt
10	650	6	1.3	Có	0.01	Có	Có	Đạt
11	350	14	1.3	Có	1.10	Có	Không	Đạt
12	650	14	1.3	Có	1.00	Có	Không	Đạt
13	350	6	1.6	Có	1.23	Không	Không	Đạt
14	650	6	1.6	Có	0.01	Có	Có	Đạt
15	350	14	1.6	Có	1.37	Có	Không	Đạt
16	650	14	1.6	Có	1.31	Có	Không	Đạt

Dựa vào kết quả thí nghiệm chúng ta có thể nhận xét một số thí nghiệm điển hình của tập thí nghiệm 24 = 16 thí nghiệm như sau:

Tập thí nghiệm gồm 16 thí nghiệm trong đó các yếu tố đầu ra được thể hiện ở bảng 1 trong đó nhận thấy thí nghiệm 1,2,3,4,9,10,11,12,14 không đạt yêu cầu về chiều dày.

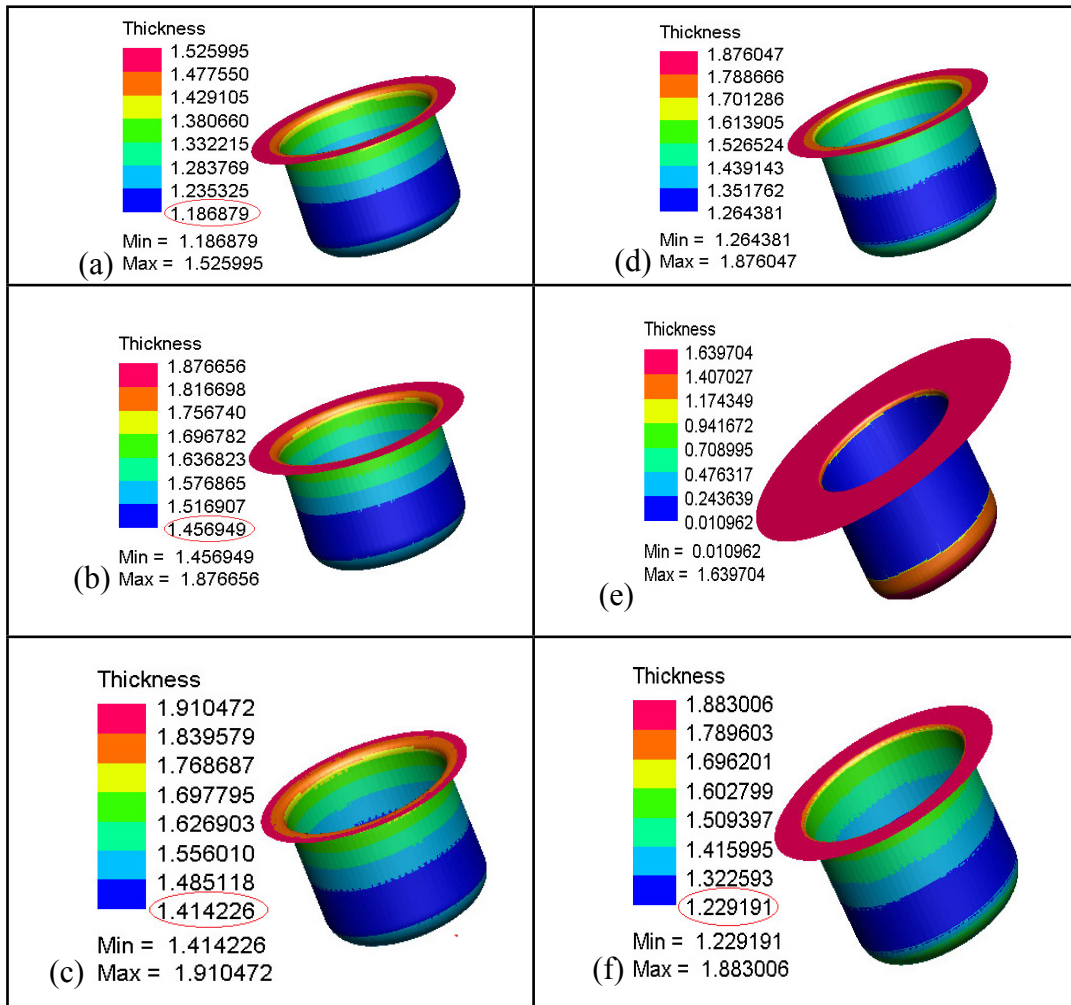
Thí nghiệm 2,6,9,13 đạt yêu cầu về độ nhẵn

Thí nghiệm 10 và 14 bị rách chi tiết

Thí nghiệm 3, 7 không đạt yêu cầu về chiều sâu chi tiết

Từ kết quả thí nghiệm ở Bảng 6 ta rút ra các kết quả theo nhóm, thứ tự như sau :

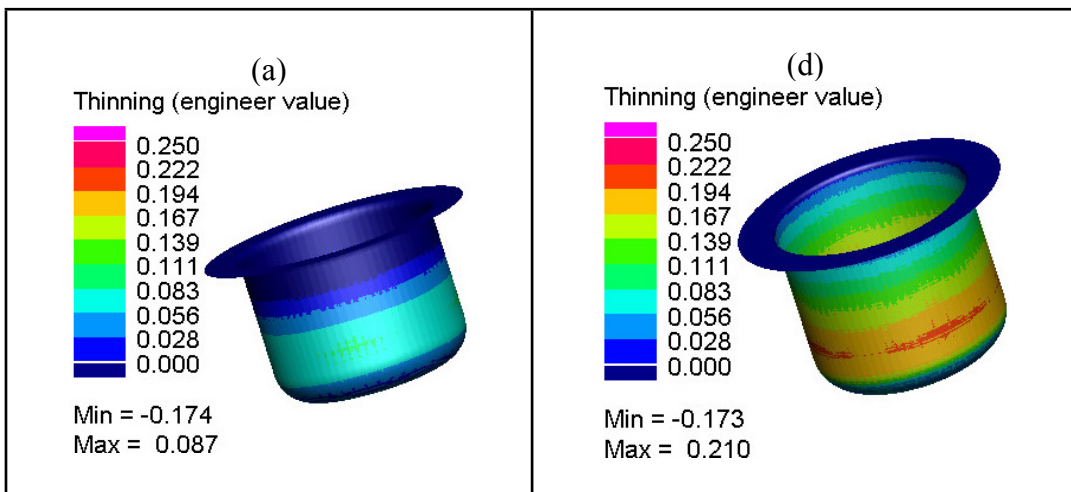
Chiều dày chi tiết

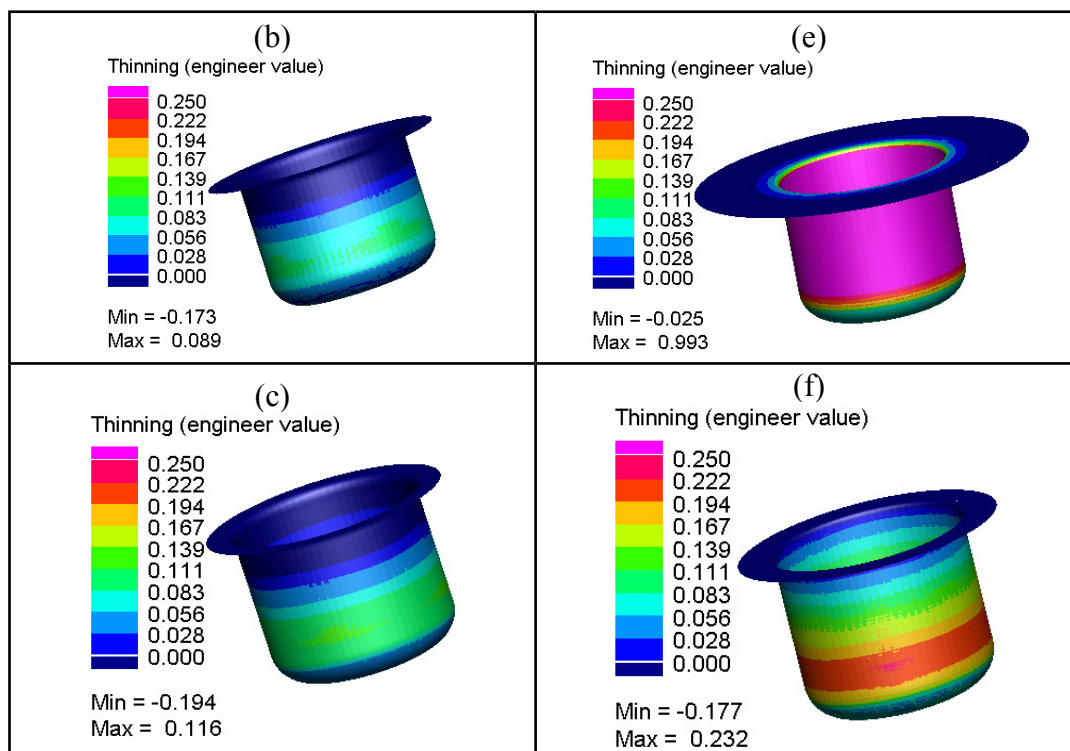


Hình 3: Kết quả thí nghiệm về chiều dày chi tiết

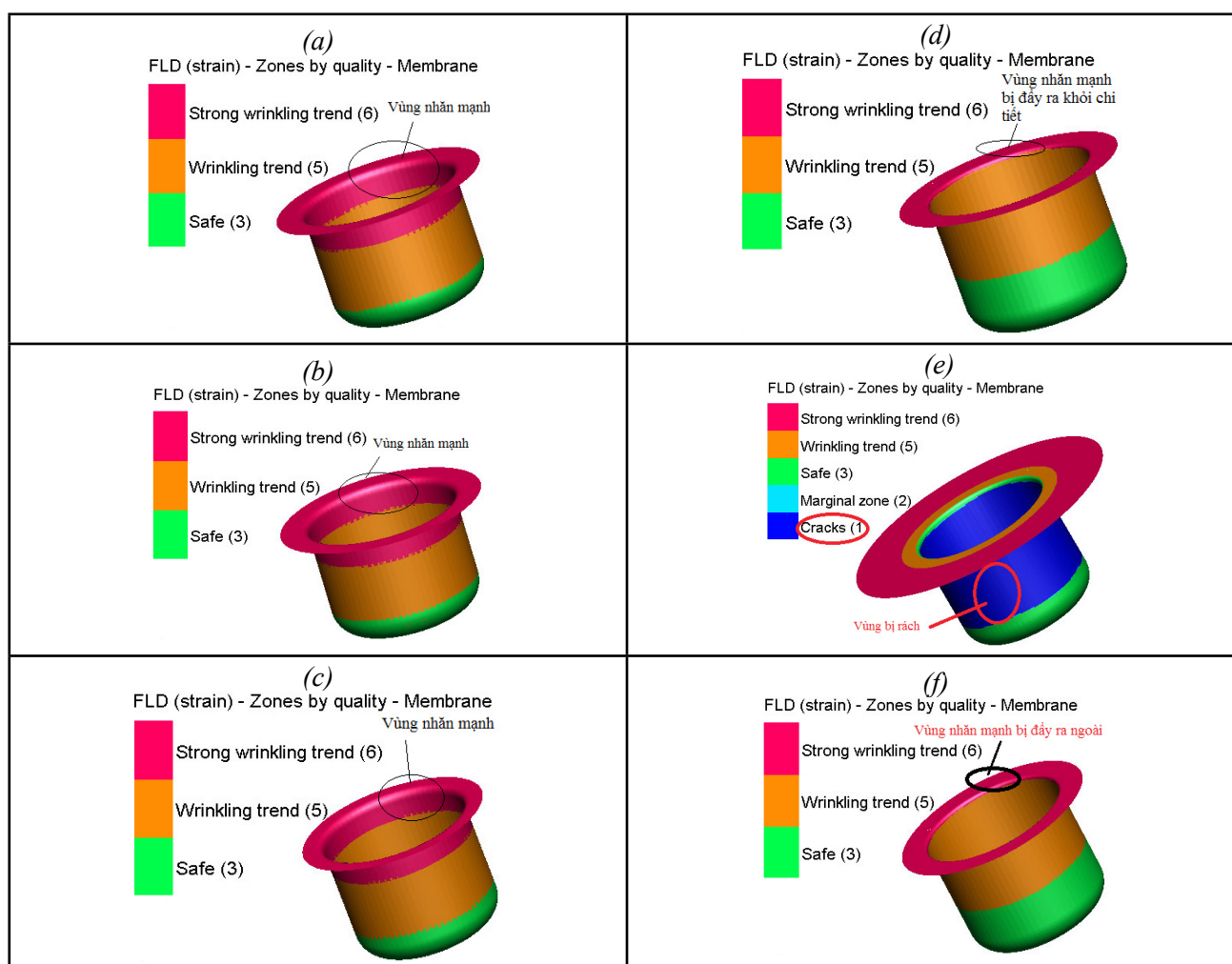
(a) Thí nghiệm 3; (b) Thí nghiệm 7; (c) Thí nghiệm 8;
(d) Thí nghiệm 6; (e) Thí nghiệm 14; (f) Thí nghiệm 13

Độ biến mỏng của chi tiết:





Hình 4: Kết quả thí nghiệm về độ biến mỏng chi tiết
(a) Thí nghiệm 3; (b) Thí nghiệm 7; (c) Thí nghiệm 8;
(d) Thí nghiệm 6; (e) Thí nghiệm 14, (f) Thí nghiệm 13



Hình 5 Kết quả thí nghiệm về hiện tượng xảy ra sau khi dập chi tiết
(a) Thí nghiệm 3; (b) Thí nghiệm 7; (c) Thí nghiệm 8;
(d) Thí nghiệm 6; (e) Thí nghiệm 14, (f) Thí nghiệm 13

Nhận xét Thí nghiệm 3:

Kết quả cho thấy: Độ dày chi tiết đạt yêu cầu $S_{min}=1.18$ hình 3 (a). Độ biến mỏng lớn nhất của chi tiết là 8,7% hình 4 (a). Một phần lớn ở thành chi tiết vẫn còn xu hướng nhẵn hình 5 (a). Chiều cao chi tiết sau khi dập chưa đạt yêu cầu

Kết luận: Sản phẩm đạt yêu cầu về độ dày thành. Mặt khác khi xét đến biểu đồ giới hạn biến dạng (FLD - Forming Limit Diagram) vùng nhẵn mạnh chiếm diện tích lớn trên bán thành phẩm. Nguyên nhân là do trong quá trình mô phỏng ta bỏ qua yếu tố bôi trơn trong dập vuốt nên để bù trừ thông số bôi trơn ta đưa ra giả thiết tăng chiều dày phôi lên giá trị $s = 1.6$ (mm).

Nhận xét Thí nghiệm 7: Độ dày chi tiết đạt yêu cầu $S_{min}=1.45$ hình 3 (b). Độ biến mỏng lớn nhất của chi tiết là 8,9% hình 4 (b). Một phần lớn ở thành chi tiết vẫn còn xu hướng nhẵn hình 5 (b). Chiều cao chi tiết sau khi dập chưa đạt yêu cầu

Kết luận: Từ kết quả ta dự đoán nguyên nhân là do lực chặn phôi vẫn chưa đủ lớn nên ta tiến hành mô phỏng tiếp tục bằng giải pháp thay đổi lực chặn phôi. Ở thí nghiệm 3 và thí nghiệm 7, lực chặn phôi được thiết lập ở giá trị 350 (KN) và kết quả mô phỏng cho thấy vành vẫn có hiện tượng nhẵn và chiều cao chi tiết sau dập vẫn chưa đạt yêu cầu kỹ thuật đề ra nên quyết định tăng lực chặn lên 650(KN) ở thí nghiệm tiếp theo

Nhận xét Thí nghiệm 8: Độ dày chi tiết đạt yêu cầu $S_{min}=1.41$ hình 3 (c). Độ biến mỏng lớn nhất của chi tiết là 21% hình 4 (c). Một phần lớn ở thành chi tiết vẫn còn xu hướng nhẵn hình 5 (c). Chiều cao chi tiết sau khi dập đạt yêu cầu

Kết luận: Nguyên nhân nhẵn có thể là do R_c lớn nên giải pháp tiếp theo, ta tiến hành xét đến sự ảnh hưởng của R_c đối với quá trình dập

Nhận xét Thí nghiệm 6: Độ dày chi tiết đạt yêu cầu $S_{min}=1.26$ hình 3 (d). Độ biến mỏng lớn nhất của chi tiết là 11,6% hình 4 (d). Tất cả phần nhẵn của chi tiết được đẩy ra ngoài hình 5 (d). Chiều cao chi tiết sau khi dập đạt yêu cầu

Kết luận: Chi tiết bán thành phẩm đạt yêu cầu,

nhưng các thông số đầu vào chưa phải là thông số tối ưu vì ta đang sử dụng lực chặn quá lớn, để giảm lực chặn ta xét đến sự ảnh hưởng của gân vuốt

Nhận xét Thí nghiệm 14: Độ dày chi tiết không đạt yêu cầu $S_{min}=0.01$ hình 3 (e). Độ biến mỏng lớn nhất của chi tiết là 99,3% hình 4 (e). Chi tiết do lực chặn lớn công với gân vuốt nên chi tiết bị rách hình 5 (e). Chiều cao chi tiết sau khi dập đạt yêu cầu.

Kết luận: Chi tiết là một phế phẩm. Từ kết quả ta dự đoán nguyên nhân dẫn đến rách chi tiết là do gân vuốt làm cho giá trị lực chặn giảm xuống, cho nên khi thêm gân vuốt mà giữ nguyên lực chặn 650(KN) thì biến dạng của chi tiết tăng lên. Để giải quyết vấn đề này ta giảm lực chặn về giá trị 350(KN)

Nhận xét Thí nghiệm 13: Độ dày chi tiết đạt yêu cầu $S_{min}=1.23$ hình 3 (f). Độ biến mỏng lớn nhất của chi tiết là 23.2% hình 4 (f). Tất cả phần nhẵn của chi tiết được đẩy ra ngoài hình 5 (f). Chiều cao chi tiết sau khi dập đạt yêu cầu. Kết luận: Đây là kết quả tối ưu cần tìm.

III. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày về biến dạng dẻo kim loại tấm và phương pháp dập vuốt, đồng thời phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm dập. Nghiên cứu lựa chọn các chỉ tiêu đánh giá gồm: chiều dày nhỏ nhất, độ nhẵn, độ rách và chiều cao chi tiết, cùng với bốn thông số đầu vào chính: lực chặn, bán kính cối, độ dày phôi và gân vuốt. Thí nghiệm mô phỏng được thiết kế bằng phần mềm Minitab và thực hiện trên Pam-Stamp, từ đó xác lập mối quan hệ giữa thông số đầu vào và chất lượng đầu ra. Kết quả xác định chế độ dập tối ưu gồm: lực chặn 350 kN, bán kính cối 6 mm, độ dày phôi 1.6 mm và có gân vuốt. Chi tiết sau dập đạt yêu cầu kỹ thuật trong nguyên công đầu tiên, chứng minh tính khả thi và độ tin cậy của kết quả nghiên cứu. Nghiên cứu trong tương lai cần mở rộng sang các nguyên công tiếp theo và triển khai thực nghiệm thực tế nhằm kiểm chứng và hoàn thiện các thông số dập vuốt cho sản phẩm bình chữa cháy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bor-Tsuen Lin1 & Cheng-Yu Yang1 (2016), Using a punch with micro-ridges to shorten the multistage deep drawing process for stainless steels
- [2]. Gerrit Behrens, Maximilian Ruhe (2015), Effect of tool geometry variations on the punch force in micro deep drawing of rectangular components
- [3]. Cold Rolled Steel Sheet for Drawing and Forming catalog
- [4]. Heinz Tschaetsch (2005), Metal forming practice
- [5]. Zhi-chao Zhang & Yong-chao Xu & Shi-jian Yuan (2015), Analysis of thickness variation of reverse deep drawing of preformed 5A06 aluminum alloy cup under different temperatures
- [6]. Vukota Boljanovic, Sheet Metal Forming Processes and Die Design
- [7]. Paul G. Mathews (2004), Design of Experiments with MINITAB