

ẢNH HƯỞNG CỦA MA SÁT VÀ TỐC ĐỘ DẬP ĐẾN CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM TRONG QUÁ TRÌNH ÉP CHẢY MICRO

EFFECT OF FRICTION AND FORMING SPEED ON PRODUCT QUALITY DURING MICRO – EXTRUSION PROCESS

Nguyễn Thị Thu

Đại học Bách Khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Các chi tiết nhỏ và siêu nhỏ (micro forming) được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực công nghiệp điện, điện tử, y sinh,... Tuy nhiên, bởi vì kích thước nhỏ nên khó khăn thiết kế khuôn và tạo hình chi tiết micro. Do vậy, đối với công nghiệp trong nước, đây vẫn là một lĩnh vực mới cần được khai thác. Ép chảy là một phương pháp phổ biến được sử dụng trong công nghệ tạo hình chi tiết micro. Vì vậy, trong nghiên cứu này, một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo hình sản phẩm micro được khai thác. Chi tiết được lựa chọn khảo sát là chân tiếp điểm điện tử làm từ vật liệu đồng. Phương pháp mô phỏng số được áp dụng để nghiên cứu quá trình ép chảy micro. Kết quả chỉ ra mối tương quan giữa các thông số ma sát và tốc độ dập đến lực công nghệ, từ đó đánh giá được chất lượng sản phẩm trong quá trình tạo hình.

Từ khóa: Chi tiết nhỏ và siêu nhỏ; Ép chảy micro; Ma sát; Tốc độ dập.

ABSTRACT

Small and ultra-small parts are widely applied in the fields of electrical, electronic, biomedical industries, etc... However, because of their small size, it is difficult to design die and form microphone details. Therefore, for domestic industry, this is still a new field that needs to be exploited. Extrusion is a common method used in micro-forming technology. Hence, in this study, some factors affecting the micro product forming process are scrutinized. The detail selected is the electronical connector made from copper material. Numerical simulation method is employed to study the micro-extrusion process. The results show the correlation between friction coefficient and forming speed to technological force, thereby evaluating product quality in the forming process.

Keywords: Micro parts; Micro-extrusion; Friction; Forming speed.



1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chi tiết micro là những chi tiết có kích thước nhỏ từ một vài chục micromet đến một vài milimet, trong công nghệ chế tạo được gọi là các chi tiết siêu nhỏ. Chúng thường được chế tạo từ những kim loại, hợp kim màu và được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp điện tử, tự động điều khiển, kỹ thuật đo, máy tính và thiết bị di động [1-6]. Trong công nghệ micro, để thuận tiện trong quá trình nghiên cứu, tìm hiểu và chế tạo, sản xuất, người ta cũng được phân chia ra những loại khác nhau chế tạo như chế tạo micro thông thường như: uốn, cắt, đột, ép chảy, dập nổi, dập trong khuôn kín... với các đặc điểm tiết kiệm vật liệu, giảm số lượng nguyên công, năng suất và độ chính xác cao [2, 5, 6].

Có tới 95% đến 98% sản phẩm điện tử, tin học xuất đi từ Việt Nam là của các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài. Hàm lượng chất xám và giá trị gia tăng trong các sản phẩm điện tử, máy tính xuất đi từ Việt Nam chỉ vài phần trăm. Đa số các sản phẩm của các doanh nghiệp điện tử Việt Nam xuất khẩu vẫn dừng lại ở lắp ráp, phần lớn linh kiện nhập khẩu từ nước ngoài. Ngành công nghiệp điện tử Việt Nam có tới 70% số doanh nghiệp điện tử nhỏ và vừa theo con đường lắp ráp, số còn lại muốn tạo bước đột phá bằng cách mạnh dạn đầu tư thiết kế, tạo ra sản phẩm mang thương hiệu riêng để đẩy mạnh giá trị gia tăng và cạnh tranh với thương hiệu nước ngoài. Vì vậy cần tìm ra hướng đi mũi nhọn, thế mạnh cho ngành công nghiệp để tạo ra sự tăng trưởng bền vững thì khả năng làm chủ công nghệ tạo hình micro là hết sức cần thiết.

Trên thế giới, các nghiên cứu về công nghệ micro cũng được nhiều nhà khoa học

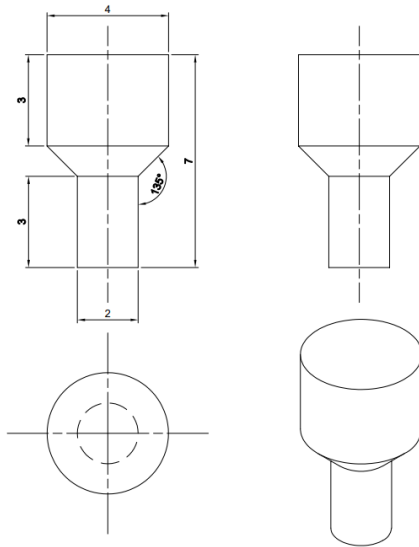
quan tâm. Tác giả J.P.Wulfshberg và các cộng sự đã tiếp cận những vấn đề này bằng sự hỗ trợ của laser trong quá trình tạo hình [7]. Ánh sáng laser được sử dụng để tăng nhiệt độ của vật liệu trong quá trình tạo hình, tăng khả năng tạo hình ở khu vực cần thiết của bộ phận và giảm ứng suất chảy và tính dị hướng của vật liệu. Để cải thiện khả năng tạo hình và định vị của phôi, tác giả Chunju Wang và các cộng sự ở Trung Quốc đã tìm ra ứng suất chảy giảm khi giảm kích thước phôi [8]. S.Weidel và U.Engel của Đức đã tiến hành các thử nghiệm với ma sát theo tỷ lệ cho thấy rằng trong các ứng dụng tạo hình vi mô, ma sát tăng lên đáng kể khi quy trình tạo hình được thu nhỏ lại [9]. Tại Việt Nam, công nghệ dập tạo hình micro được các nhà khoa học, một số trường đại học và tổ chức nghiên cứu quan tâm và nghiên cứu từ 10 năm trở lại đây.

Trong nghiên cứu này, tác giả trình bày ảnh hưởng của ma sát và tốc độ dập đến chất lượng sản phẩm thể hiện qua lực công nghệ. Chi tiết chân tiếp điểm bằng vật liệu đồng được lựa chọn để nghiên cứu. Sử dụng phần mềm Deform 3D để khảo sát quá trình tạo hình và đưa ra đánh giá cần thiết. Kết quả chỉ ra được mối quan hệ dưới dạng đồ thị của ma sát, tốc độ dập và lực công nghệ.

2. XÂY DỰNG BÀI TOÁN MÔ PHỎNG

Mục tiêu của nghiên cứu là xác định mối quan hệ giữa ma sát và tốc độ biến dạng đến lực công nghệ.

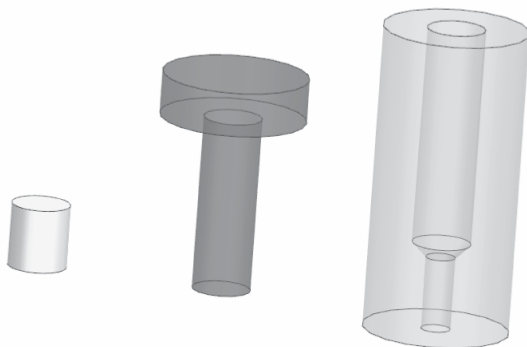
Đối tượng nghiên cứu: chi tiết chân tiếp điểm từ vật liệu đồng với hình dạng và kích thước được thể hiện ở hình 1.



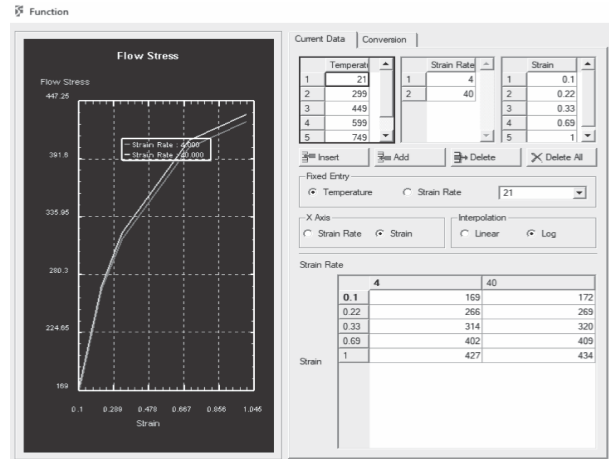
Hình 1. Chi tiết khảo sát

Phần mềm Deform 3D là công cụ được sử dụng phổ biến trong các nghiên cứu về tạo hình hiện nay bởi độ chính xác cao và giao diện thân thiện, thuận tiện sử dụng. Do vậy, nó cũng được áp dụng vào để khảo sát các thông số ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm trong nghiên cứu này.

Để áp dụng phần mềm Deform 3D vào nghiên cứu, mô hình hình học phù hợp với bài toán ép chảy chi tiết micro được xây dựng như hình 2.



Hình 2. Mô hình hình học phôi, chày, cối ép chảy chi tiết



Hình 3. Mô hình vật liệu sử dụng

Thiết lập các điều kiện biên:

- Quá trình ép chảy nguội xảy ra ở nhiệt độ 20°C;

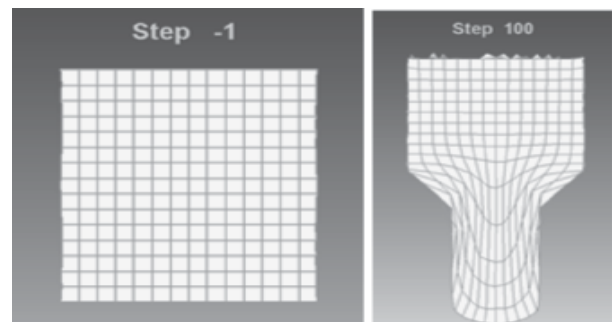
- Chia lưới phần tử cho phôi: ta chia phôi thành 20000 phần tử;

- Khảo sát hệ số ma sát giữa phôi và khuôn $\mu = 0,08; 0,1; 0,3; 0,4; 0,45; 0,5$;

- Khảo sát tốc độ chảy: 0,5; 1; 3; 5; 10; 15 mm/s.

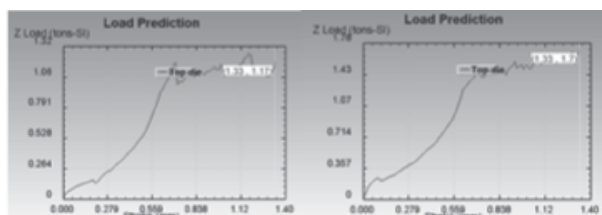
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định ảnh hưởng của ma sát đến chất lượng sản phẩm ép chảy micro

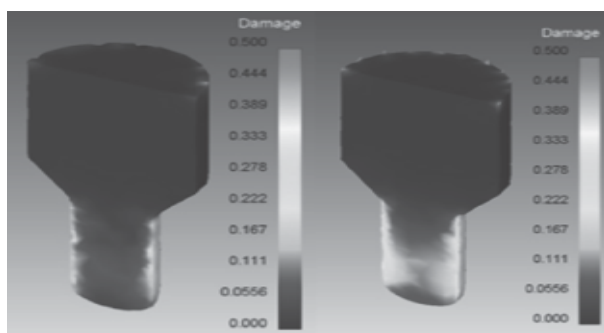


Hình 4. Dòng chảy trong quá trình ép chảy

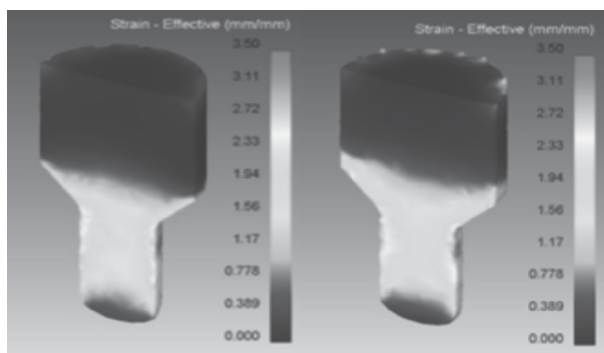
Thay đổi hệ số ma sát giữa phôi và cối với các giá trị: $\mu = 0,08; 0,1; 0,3; 0,4; 0,45; 0,5$, thu được kết quả sau:



Hình 5. Lực công nghệ ở trường hợp ma sát 0,08 và ma sát 0,5



Hình 6. Mức độ phá hủy ở ma sát 0,08 và ma sát 0,5



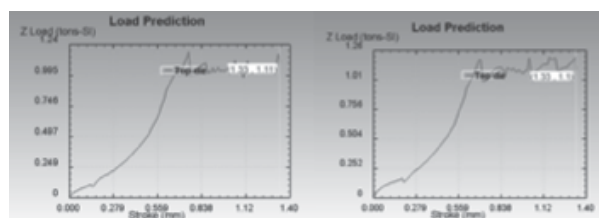
Hình 7. Mức độ biến dạng ma sát 0,08 và ma sát 0,5

Kết quả mô phỏng cho thấy ảnh hưởng của ma sát đến lực công nghệ (hình 5), mức độ phá hủy của sản phẩm (hình 6), mức độ biến dạng của sản phẩm (hình 7). Cụ thể, hình 5 thể hiện ma sát tăng thì lực tạo hình tăng, điều này tương đồng với lý thuyết. Hình 6 cho thấy mức

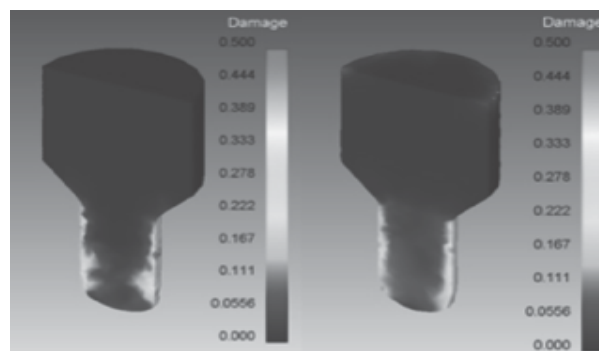
độ phá hủy nhỏ, không đáng kể, ma sát thay đổi không làm ảnh hưởng nhiều đến mức độ phá hủy. Hình 7 cho thấy mức độ biến dạng trong khoảng cho phép, không gây ra phá hủy, ma sát thay đổi không làm ảnh hưởng nhiều đến mức độ biến dạng.

3.2. Xác định ảnh hưởng tốc độ chày đến chất lượng sản phẩm ép chảy micro

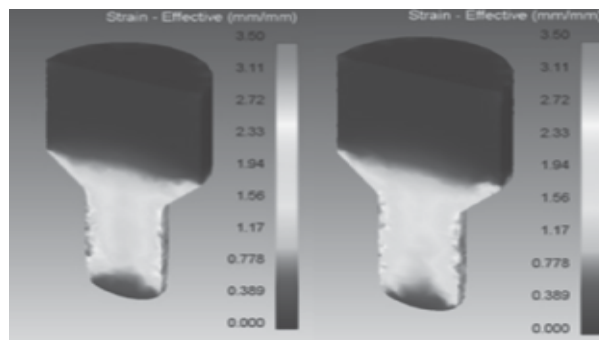
Thay đổi tốc độ chày với các giá trị 0,5; 1; 3; 5; 10; 15 mm/s trong quá trình khảo sát. Kết quả thu được như sau:



Hình 8. Lực tạo hình ở 0,5 mm/s và 15 mm/s



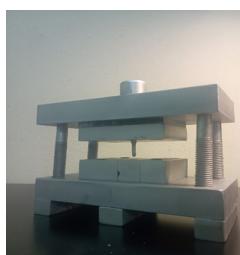
Hình 9. Mức độ phá hủy ở 0,5 mm/s và 15 mm/s



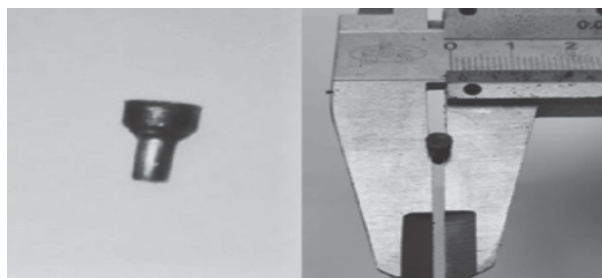
Hình 10. Mức độ biến dạng ở 0,5 mm/s và 15 mm/s

Kết quả mô phỏng cho thấy ảnh hưởng của tốc độ chảy đến lực công nghệ (hình 8), mức độ phá hủy của sản phẩm (hình 9), mức độ biến dạng của sản phẩm (hình 10). Cụ thể, hình 8 cho thấy khi tăng tốc độ chảy tạo hình sản phẩm thì lực tạo hình không thay đổi nhiều. Kết quả mô phỏng tương đồng với lý thuyết. Kết quả hình 9 cho thấy mức độ phá hủy nhỏ, không đáng kể, do vậy tốc độ chảy thay đổi không làm ảnh hưởng nhiều đến mức độ phá hủy. Hình 10 cho thấy mức độ biến dạng trong khoảng cho phép, không gây ra phá hủy. Vì vậy, tốc độ chảy thay đổi không làm ảnh hưởng nhiều đến mức độ biến dạng.

Tóm lại, căn cứ vào kết quả mô phỏng, lựa chọn được bộ thông số phù hợp về ma sát và tốc độ dập, tác giả đã thiết kế được khuôn ép chảy micro (hình 11) và dập tạo hình thành công sản phẩm (hình 12).



Hình 11. Khuôn ép chảy micro



Hình 12. Sản phẩm ép chảy micro

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu về công nghệ ép chảy micro đã chỉ ra ảnh hưởng của hệ số ma sát

giữa chi tiết và khuôn, tốc độ chảy dập đến chất lượng sản phẩm. Các yếu tố này có ảnh hưởng đáng kể đến lực công nghệ, khả năng phá hủy và mức độ biến dạng của sản phẩm. Căn cứ vào kết quả mô phỏng, sản phẩm thực nghiệm được thực hiện cho kết quả tương đồng. Do vậy, kết quả mô phỏng có ý nghĩa tham khảo cao trong quá trình tính toán thiết kế khuôn và dập tạo hình sản phẩm.

Để hoàn thiện kết quả nghiên cứu về công nghệ ép chảy micro, cần có thêm nhiều khảo sát về các thông số công nghệ và vật liệu khác, các dạng chi tiết khác nhau. Nắm bắt và làm chủ được công nghệ tạo hình micro là hướng đi cần thiết để phát triển bền vững nền công nghiệp sản xuất nước nhà. ♦

Ngày nhận bài: 02/5/2023

Ngày phản biện: 23/5/2023

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Sharma, S.K., Kodli, B.K., Saxena, K.K., 2022; *Micro Forming and its Applications: An Overview*. KEM. <https://doi.org/10.4028/p-3u80qc>.
- [2]. Akhtar Razul Razali, Yi Qin; *A Review on Micro-manufacturing, Micro-forming and their Key Issues*, Procedia Engineering, Volume 53, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.02.086>.
- [3]. Cao, J., Krishnan, N., Wang, Z., Lu, H., Liu, W. K., and Swanson, A. (February 4, 2005); "Microforming: Experimental Investigation of the Extrusion Process for Micropins and its Numerical Simulation Using RKEM". ASME. J. Manuf. Sci. Eng. November 2004; 126(4): 642–652. <https://doi.org/10.1115/1.1813468>.
- [4]. Nguyễn Đắc Trung, Ngô Đăng Thái, Lê Trung Kiên; *Nghiên cứu công nghệ ép chảy micro kết hợp với sóng siêu âm để chế tạo chi tiết tiếp điểm điện tử bằng phương pháp mô phỏng số*. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 6 năm 2018.
- [5]. Chunju WANG et al.; *Key Problems in Microforming Processes of Microparts*. J. Mater. Sci. Technol., Vol.23 No.2, 2007.
- [6]. Jian Cao et al.; *Microforming: Experimental Investigation of the Extrusion*. Transactions of the ASME, Vol. 126, NOVEMBER 2004.
- [7]. J.P. Wulfsberg, M. Terzi; *Investigation of Laser Heating in Microforming Applying Sapphire Tools*, CIRP Annals, Volume 56, Issue 1, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2007.05.074>.
- [8]. Chun-ju WANG, Bin GUO, De-bin SHAN; *Polycrystalline model for FE-simulation of micro forming processes*. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, Volume 21, Issue 6, 2011. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(11\)60866-2](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(11)60866-2).
- [9]. Chunju Wang, Bin Guo and Debin Shan; *Friction related size-effect in microforming – a review*, Manufacturing Rev., 1 (2014) 23 DOI: <https://doi.org/10.1051/mfreview/2014>.