

GIẢI PHÁP LÀM KÍN VÀ BÔI TRƠN TRONG DẬP THỦY TĨNH PHÔI TẤM

A NEW METHOD OF SEALING AND LUBRICATION IN HYDROSTATIC FORMING FOR SHEET METAL

Nguyễn Thị Thu, Nguyễn Đắc Trung,
Lê Trung Kiên, Nguyễn Văn Thành

TÓM TẮT

Trong dập vuốt thông thường và dập thủy tĩnh (sử dụng chất lỏng cao áp để tạo hình), việc kéo phôi vào trong lòng cối luôn gặp khó khăn vì kim loại trên phần vành bị mất ổn định. Để tăng khả năng kéo phôi vào lòng cối, hầu hết đều sử dụng chất bôi trơn. Chất bôi trơn này có tác dụng giảm đáng kể ma sát giữa phôi với cối, phôi với bề mặt chặn, do đó kim loại thuận tiện kéo vào lòng cối hơn. Tuy nhiên, chất bôi trơn là gì và bôi trơn như thế nào lại là một vấn đề cần nghiên cứu. Đối với dập vuốt truyền thống sử dụng chày cứng, cối cứng, chất bôi trơn thông thường là dầu thủy lực. Hiệu quả đạt được khi sử dụng chất bôi trơn kiểu này khá tốt, giảm đáng kể phế phẩm. Trong dập thủy tĩnh, chất lỏng cao áp được sử dụng để tạo hình phôi tấm. Trong trường hợp này, lực chặn phôi tăng đáng kể so với dập vuốt thông thường, do vậy khi sử dụng dầu thủy lực làm chất bôi trơn thì không đạt hiệu quả như mong muốn nữa. Một vấn đề nữa đó là việc làm kín chất lỏng cao áp trong các kết cấu khuôn dập thủy tĩnh. Bởi vì áp suất cần để tạo hình thường rất cao, nên việc làm kín cũng là một trong những yếu tố quan trọng quyết định đến khả năng tạo hình của sản phẩm. Bài báo trình bày giải pháp bôi trơn cho dập thủy tĩnh phôi tấm để tăng hiệu quả tạo hình cho sản phẩm.

Từ khóa: Phương pháp bôi trơn, dầu thủy lực, nilon, dập thủy tĩnh, chất lỏng áp suất cao.

ABSTRACT

Inevitably, drawing sheet metal into die cavity is difficult in usual drawing and hydrostatic forming (using high-pressured liquid) because of the instability of material on flange. Therefore, lubricants are used to improve ability to draw sheet metal. Lubricants contribute to reduce friction considerably between workpiece and die, workpiece and blank holder surface, making material is drawn into die cavity more conveniently. However, what lubricants are and how to lubricate are still problems. Lubricants are generally hydraulic press oil (liquid) in conventional drawing using rigid punch and die. The efficiency of this kind of lubricant is good, reducing waste substantially. In hydrostatic forming, high-pressured liquid is used to form sheet metal. Another problem is the sealing of high-pressure liquid in hydrostatic dies. Because the pressure required to form is usually very high, sealing is one of the most important determinants of the product's ability to form. In this case, blank holder force increases significantly, causing the usage of hydraulic press oil not to be efficient as expected. In this paper, a new method of lubrication in hydrostatic forming for sheet metal is presented to enhance shaping effectiveness.

Keywords: Method of lubrication, hydraulic press oil, nylon, hydrostatic forming, high-pressured liquid.

Nguyễn Thị Thu, Nguyễn Đắc Trung, Lê Trung Kiên

Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Nguyễn Văn Thành

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

Email: nguyenthithu1986@gmail.com

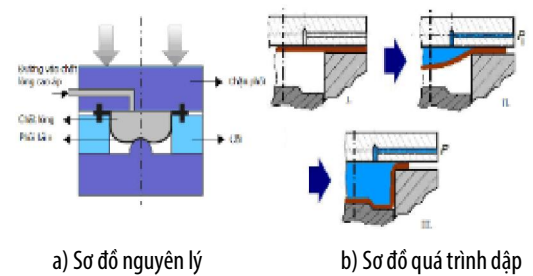
Ngày nhận bài: 10/11/2017

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 20/12/2017

Ngày chấp nhận đăng: 25/12/2017

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dập thủy tĩnh là công nghệ tạo hình còn khá mới tại Việt Nam. Đây là phương pháp sử dụng chất lỏng có áp suất cao để tạo hình sản phẩm theo biên dạng của cối [1] (Hình 1). Trong những năm gần đây, phương pháp này được nghiên cứu và phát triển bởi nhiều nhóm nghiên cứu [2,3,4,5] Một số đã được ứng dụng để chế tạo ra các chi tiết trên xe ô tô như tam giác treo, trục ở giữa khung xe và dầm ngang (hình 2) với chất lượng rất tốt. Có thể nhận thấy ưu điểm nổi trội của công nghệ này thích hợp với tạo hình các chi tiết vỏ mỏng phức tạp, thích hợp với nhiều loại vật liệu, chất lượng bề mặt tốt.



Hình 1. Sơ đồ quá trình tạo hình thủy tĩnh phôi tấm [6]



Hình 2. Một số chi tiết của ô tô được dập bằng phương pháp dập thủy tĩnh

Quá trình tạo hình thủy tĩnh chi tiết từ phôi tấm đơn qua các giai đoạn như sau:

- Giai đoạn đóng khuôn: Lực đóng khuôn được tạo ra từ máy ép sẽ có tác dụng chống nhả phần vành phôi và làm kín tránh rò rỉ chất lỏng trong quá trình tạo hình thủy tĩnh (hình 1bl).

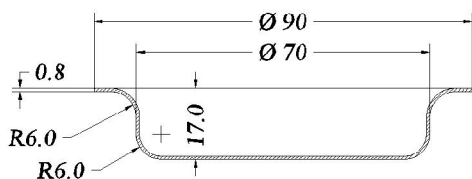
- Giai đoạn tạo hình tự do: Sau khi đóng khuôn chất lỏng cao áp sẽ được bơm vào lòng cối, áp suất thủy tĩnh sẽ tác dụng đều lên toàn bộ bề mặt phôi, phôi sẽ biến dạng tự do trong lòng cối đến khi chạm đáy cối (hình 1bII).

- Giai đoạn tạo hình hoàn chỉnh: Chất lỏng tiếp tục được tăng áp suất, đến một giá trị áp suất nào đó phôi sẽ biến dạng dẻo theo biên dạng của lòng cối, giá trị áp suất phải đủ lớn để phôi có thể di chuyển hoàn toàn theo bán kính lượn của cối (hình 1bIII).

Trên thế giới, công nghệ dập thủy tĩnh đã và đang được nghiên cứu và ứng dụng rất nhiều vào sản xuất. Ở Việt Nam, cùng với sự phát triển về trình độ của khoa học kỹ thuật nói chung, công nghệ này cũng được nghiên cứu nhiều trong những năm gần đây. Thực tế, khi nghiên cứu về công nghệ này gặp rất nhiều khó khăn. Một trong những vấn đề khó khăn cần kể đến đó chính là vấn đề làm kín chất lỏng áp suất cao trong quá trình dập tạo hình.

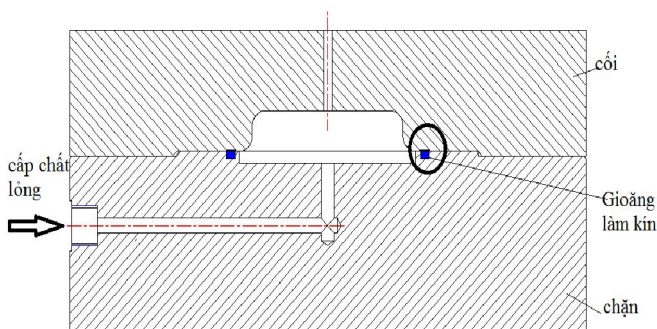
2. GIẢI PHÁP LÀM KÍN CHẤT LỎNG CAO ÁP

Với sơ đồ nguyên lý hình 1, chất lỏng áp suất cao được cung cấp từ nguồn cao áp. Chất lỏng tác động lên bề mặt ngoài của phôi, kéo phôi vào sát theo biên dạng của cối, từ đó sản phẩm được tạo hình. Trong quá trình tạo hình như vậy, việc rò rỉ sẽ xảy ra tại bề mặt tiếp xúc giữa chặn và phôi. Chúng tôi tiến hành lập mô hình thí nghiệm giống sơ đồ hình 1 cho chi tiết cốc trụ như hình 3.



Hình 3. Chi tiết cốc trụ sử dụng trong mô hình thí nghiệm

Dựa vào sơ đồ hình 1, xây dựng bộ khuôn thí nghiệm như hình 4.



Hình 4. Khuôn thí nghiệm 1

Khuôn thí nghiệm 1 được thiết kế dựa vào sơ đồ nguyên lý hình 1. Vị trí làm kín được đặt tại sát miệng cối để đảm

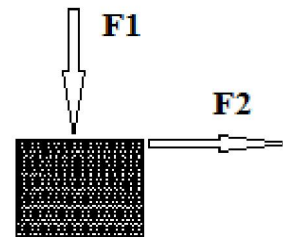
bảo chất lỏng không bị rò rỉ khi khuôn hoạt động. Hầu như trong dập vuốt thông thường và các công trình nghiên cứu về dập thủy tĩnh trước đây sử dụng vị trí làm kín này.

Vị trí này cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- Làm kín chất lỏng có áp suất cao
- Cho phép phôi có thể trượt trên bề mặt gioăng làm kín để chảy vào trong lòng cối.

Gioăng cao su thường được dùng để làm kín chất lỏng cao áp trong các xi lanh, các thiết bị thủy lực. Do đó, chúng tôi cũng lựa chọn sử dụng gioăng để làm vật liệu làm kín trong trường hợp này.

Như vậy, tách một phân tử của gioăng tại vị trí làm kín, ta có sơ đồ tác dụng lực như hình 5.



Hình 5. Sơ đồ tác dụng lực lên gioăng làm kín trong trường hợp khuôn thí nghiệm 1

Với F_1 - Lực chặn phôi tác dụng lên gioăng.

F_2 - Phôi trượt vào trong lòng cối sẽ sinh ra lực xoắn F_2 tác dụng lên gioăng làm kín. Với $F_2 = \mu.F_1$ trong đó μ là hệ số ma sát của gioăng.

Như vậy, với vị trí đặt gioăng như trường hợp này, gioăng phải vừa chịu lực nén, vừa chịu lực xoắn, đồng thời phải đảm bảo đủ kín khít để chất lỏng không rò rỉ.

Thực nghiệm cho thấy, cao su là vật liệu chịu nén tốt, tuy nhiên nếu lực chặn phôi F_1 quá lớn, khi tác động lên gioăng sẽ làm gioăng bị nát. Phôi khi bị kéo vào lòng cối, sẽ trượt trên bề mặt gioăng, sinh ra lực xoắn F_2 tác dụng lên gioăng. Thực nghiệm cho thấy, chính lực F_2 này sẽ gây gãy gioăng ngay khi phôi bắt đầu bị kéo vào lòng cối (hình 6).

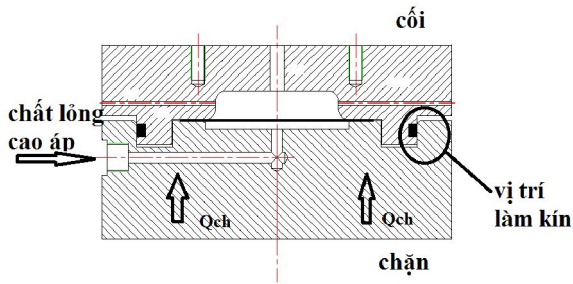


Hình 6. Gioăng cao su bị gãy trong quá trình kéo phôi vào lòng cối

Như vậy, vật liệu là cao su không đảm bảo cho làm kín cho khuôn, vì vậy sản phẩm không thể tạo hình được.

Thí nghiệm với gioăng bằng vật liệu đồng thay thế cho cao su cho kết quả tương tự.

Với các thí nghiệm thực nghiệm, chúng tôi thấy rằng vị trí đặt gioăng làm kín như vậy chưa hợp lý. Vì vậy chúng tôi đưa ra giải pháp khuôn thí nghiệm 2 như hình 7.



Hình 7. Khuôn thí nghiệm 2

Khuôn thí nghiệm ở hình 7 cho thấy vị trí khác của gioăng làm kín. Với kết cấu khuôn như vậy, phôi chỉ được kẹp giữa chặn và cối, việc kéo phôi vào lòng cối cũng dễ dàng hơn. Vị trí gioăng làm kín được bố trí trên hình 7 có tác dụng làm kín chất lỏng cao áp. Cùng với vị trí đặt gioăng trên, lực chặn phôi Q_{ch} chỉ tác dụng lên bề mặt phôi. Gioăng cao su ở đây chỉ phát huy tính năng chịu lực nén khi chất lỏng tác dụng vào. Thực nghiệm đã chứng minh, phương án này tối ưu hơn phương án thông dụng trên hình 4 bởi quá trình tạo hình dễ dàng và chất lượng sản phẩm tốt (hình 8).



Hình 8. Một số sản phẩm đạt yêu cầu

Kết cấu khuôn với vị trí đặt gioăng làm kín hợp lý được thể hiện ở hình 9.



Hình 9. Cối thủy tinh trong trường hợp thí nghiệm 2

Như vậy, với kết cấu như trường hợp thí nghiệm 2, việc tạo hình sản phẩm dễ dàng hơn, kích thước và chất lượng sản phẩm đạt yêu cầu. Vị trí đặt gioăng như vậy là hợp lý.

3. GIẢI PHÁP BÔI TRƠN TRONG DẬP THỦY TÍNH

Trong dập vuốt thông thường, việc bôi trơn giữa phôi và bề mặt chặn, phôi và bề mặt cối là rất cần thiết. Mục

đích của việc bôi trơn là giảm ma sát để phôi có thể thuận lợi kéo vào lòng cối để tạo hình thành sản phẩm. Chất bôi trơn trong dập vuốt thông thường là dầu thủy lực hoặc hỗn hợp nhũ tương phù hợp với từng loại vật liệu.

Trong dập vuốt thủy tinh, chất lỏng cao áp thường được sử dụng là dầu thủy lực. Ở trường hợp dập thủy tinh này, vẫn có sự chuyển động tương đối giữa phôi và cối, phôi và chặn, nên vẫn cần phải bôi trơn để giảm ma sát trong quá trình chuyển động của phôi. Do vậy, việc lựa chọn chất bôi trơn là gì và bôi trơn như thế nào là một vấn đề cần quan tâm.

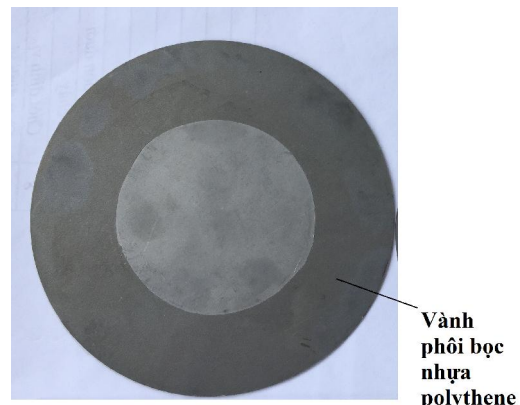
Theo các tài liệu trước đây [4,5] thấy rằng, lực chặn trong dập vuốt thủy tinh lớn hơn lực chặn trong dập vuốt thông thường rất nhiều. Việc sử dụng dầu bôi trơn như trong dập vuốt thông thường sẽ không còn hợp lý nữa, bởi khi lực chặn lớn tác động vào phôi, lớp bôi trơn sẽ bị ép chảy ra ngoài, nên bề mặt chặn và phôi, bề mặt cối và phôi gần như sẽ chạm lên nhau, như vậy sẽ là tiếp xúc giữa thép với thép, hệ số ma sát trượt là 0,78 [7]. Thực nghiệm cho thấy, với việc bôi trơn bằng dầu thủy lực, sản phẩm tạo hình không ổn định, thậm chí khó tạo hình, bị biến mỏng nhiều và bị rách (hình 10).



RÁCH

Hình 10. Sản phẩm bôi trơn bằng dầu thủy lực

Như vậy ta thấy, bôi trơn thực tế là tách bề mặt chặn và phôi, phôi và cối ra khỏi nhau, tránh tiếp xúc trực tiếp. Do vậy, chúng tôi sử dụng một lớp màng nhựa polythene phủ trực tiếp lên phần vành xuyên của phôi như hình 11.



Hình 11. Vành phôi được bọc màng nhựa polythene

Hệ số ma sát giữa thép và nhựa polythene là 0,2 [7] do vậy ma sát giảm đáng kể so với trường hợp trên. Do vậy, phôi được kéo vào tốt hơn, tạo hình sản phẩm dễ dàng hơn. Thực nghiệm cho thấy, cùng các điều kiện về lực chặn và áp suất chất lỏng như với mẫu K16 trên hình 10, mẫu K14 được bọc một lớp nhựa polythene trên vành phôi, sản phẩm được tạo hình đạt yêu cầu về chất lượng cũng như kích thước thể hiện trên hình 12.



Hình 12. Sản phẩm sử dụng màng nhựa polythene để bôi trơn

Như vậy, với đặc điểm của phương pháp dập thủy tĩnh, việc bôi trơn cũng khác so với dập vuốt thông thường. Sử dụng màng nhựa polythene làm tăng khả năng tạo hình của sản phẩm, giúp chất lượng bề mặt cũng như sự phân bố chiều dày của sản phẩm tốt hơn so với bôi trơn thông thường.

4. KẾT LUẬN

Dập thủy tĩnh là một phương pháp dập đặc biệt, do vậy, các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo hình cần được nghiên cứu cụ thể bằng thực nghiệm. Trên đây nhóm tác giả đã trình bày các giải pháp nhằm nâng cao khả năng tạo hình cũng như chất lượng sản phẩm dập, đó là:

- Xác định vị trí hợp lý để đặt gioăng làm kín.
- Xác định cụ thể loại vật liệu bôi trơn phù hợp với đặc điểm của dập thủy tĩnh phôi tấm.

Giải pháp về bôi trơn và làm kín trong công nghệ dập thủy tĩnh này có tính ứng dụng thực tế cao, đã được kiểm chứng bằng các thí nghiệm cụ thể.

Các yếu tố ảnh hưởng khác trong quá trình dập thủy tĩnh cũng được nhóm tác giả nghiên cứu và đề cập trong các công trình sau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Văn Nghệ, 2006. *Công nghệ dập thủy tĩnh*. NXB Bách khoa, Hà Nội.
- [2]. Lê Trung Kiên, Phạm Văn Nghệ, Đinh Văn Duy, 2012. *Ứng dụng dập thủy tĩnh dập vuốt chi tiết dạng tấm trong ngành công nghiệp ô tô*. Tạp chí Cơ khí - Tổng hội cơ khí Việt Nam, ISSN 0866 - 7056, Số 5, tháng 5/2012, trang 14-18.
- [3]. Nguyễn Trung Kiên, Phạm Văn Nghệ, Lê Trung Kiên, 2012. *Hướng phát triển công nghệ tạo hình ống bằng chất lỏng cao áp*. Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ IX - Hà Nội, 8-9/12/2012.
- [4]. Đề tài KC.05.19, 2005. *Nghiên cứu công nghệ dập bằng áp lực cao bên trong để chế tạo những chi tiết có hình dạng phức tạp trong ô tô, xe máy và xe đạp*.
- [5]. Đề tài KC.05.23, 2006. *Nghiên cứu, ứng dụng công nghệ ép thủy tĩnh, thủy động để chế tạo sản phẩm có hình dạng phức tạp từ vật liệu khó biến dạng, độ bền cao*.
- [6]. J.Homberg, Werner, 2000. *Untersuchungen zur Prozessführung und zum Fertigungssystem bei der Hochdruck-Blech-Umformung*, von der Fakultät Maschinenbau der Universität Dortmund zur Erlangung des Grades.
- [7]. <http://indotech.vn/en/2016/03/02/coefficient-of-friction/>