

GIẢI PHÁP NÂNG CAO NĂNG SUẤT VÀ HỆ SỐ SỬ DỤNG VẬT LIỆU CHẾ TẠO LỖI ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU TRÊN KHUÔN DẬP LIÊN TỤC

IMPROVING PRODUCTIVITY AND MAXIMIZED MATERIAL UTILIZATION FOR
MANUFACTURING DIRECT CURRENT MOTOR PARTS BY PROGRESSIVE DIE

Phùng Tiến Duy¹, Lê Trung Kiên²

¹Trường Đại học Hùng Vương

²Đại học Bách Khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Khuôn dập liên tục thực hiện hai hay nhiều nguyên công tạo hình tấm kim loại trong một hành trình của máy ép khi dải phôi di chuyển. Sử dụng khuôn dập liên tục có năng suất cao hơn so với khuôn dập khác. Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến phát triển công nghệ khuôn dập liên tục nhằm tối ưu giá thành sản phẩm: độ phức tạp của khuôn, khả năng công nghệ của máy, vật liệu chế tạo khuôn và xử lý nhiệt các chi tiết của khuôn... Với mong muốn ứng dụng những ưu điểm của công nghệ dập liên tục vào sản xuất, nhóm nghiên cứu đề xuất công nghệ mới với năng suất cao, hệ số sử dụng vật liệu lớn được ứng dụng khi chế tạo lõi động cơ điện một chiều.

Từ khóa: Khuôn dập liên tục; Tấm kim loại; Gia công áp lực; Máy ép trục khuỷu.

ABSTRACT

A progressive die performs a series of fundamental metal sheet operations at two or more stations during each press stroke in order to produce the part as the strip stock moves through the die. It can be faster production rate compared to other die. A great deal of influence of development technology of progressive die with a minimizing costs: complexity of die components, pressing machinery capacity, materials of die components and its heat treatment... In pursuit of leveraging the advantages of progressive die technology in manufacturing processes, our research team presents an innovative approach. This approach promises enhanced productivity and maximized material utilization, tailored explicitly for the fabrication of direct current motor cores.

Keywords: Progressive die; Sheet metal; Metal forming; Crankshaft press machine.



1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, động cơ điện là thiết bị sử dụng phổ biến trong các ngành công nghiệp, đặc biệt là các động cơ có dải công suất nhỏ từ $0,35 \div 5$ KW. Động cơ điện là thiết bị có thể chuyển năng lượng điện thành cơ học được con người phát minh và cải tiến rất nhiều theo thời gian. Trong bài báo này, động cơ không chổi than có hiệu suất làm việc cao và khả năng điều khiển tuyệt vời, do vậy nó được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Phần Stator trong động cơ điện không chổi than cấu tạo gồm có lõi sắt (những lá thép kỹ thuật điện ghép cách điện với nhau) và dây quấn.

Công nghệ dập lá thép phổ biến hiện nay phần phoi vụn bỏ đi quá nhiều không tối ưu về chi phí, qua đó khiến giá thành sản phẩm cao hơn rất nhiều. Nghiên cứu thiết kế ra một dây chuyền sản xuất lõi động cơ điện bằng phương pháp dập tấm bố trí biên dạng hợp lý, cho ra sản phẩm có chức năng tương đương nhưng tiết kiệm vật liệu hơn phương pháp khác có mặt trên thị trường từ 50-60%.

Hiện tại, với động cơ thông thường bao gồm rotor và stator nên khi sản xuất trên khuôn liên tục giúp cho hệ số sử dụng vật liệu cao. Các khuôn được thiết kế và chế tạo lõi động cơ gồm hai dây và một khuôn có khả năng chế tạo cả rotor và stator với hệ số sử dụng vật liệu đến 65%. Tuy nhiên, với động cơ DC chỉ có stator thì hệ số sử dụng vật liệu trở nên rất thấp, chỉ còn khoảng 34%. Vấn đề đặt ra ở đây là nghiên cứu một công nghệ mới mà có thể nâng cao hệ số sử dụng vật liệu với các loại lõi động cơ điện DC này.

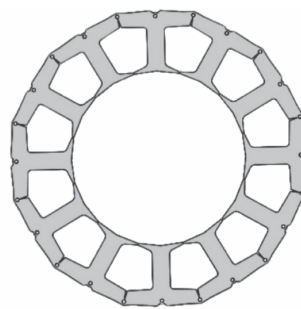
Nhóm nghiên cứu đã tính toán và đề xuất một giải pháp có thể nâng cao hệ số sử dụng vật liệu bằng công nghệ mới ứng dụng

trên khuôn liên tục, kết hợp quá trình uốn để có thể chế tạo các chi tiết đặc thù này.

2. THIẾT KẾ CÔNG NGHỆ CHO CHI TIẾT LỖI ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Với công nghệ thông thường, quá trình thiết kế khuôn dập liên tục được tiến hành từ việc thiết kế quy trình công nghệ và các bước thực hiện cho chi tiết lựa chọn. Việc phân chia số bước dập gồm quá trình cắt hình, đột lỗ, dập vuốt, uốn... dựa vào việc tính toán và phân tích công nghệ để đưa ra số bước hợp lý.

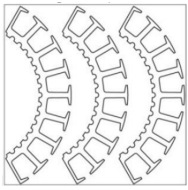
Chi tiết lõi động cơ điện được lựa chọn có hình dạng như hình 1.



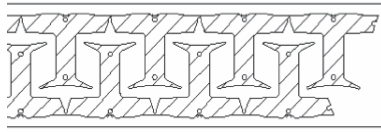
Hình 1. Chi tiết lõi động cơ điện một chiều

Có ba phương án chế tạo lõi này:

- Phương án truyền thống chế tạo dạng vành khăn hoàn chỉnh hệ số sử dụng vật liệu tăng lên 34%.
- Phương án chế tạo theo phân đoạn cong, sau đó ghép và uốn thành lõi động cơ: với phương án này đã được tính toán với hệ số sử dụng vật liệu tăng lên 58,2%.
- Phương án chế tạo các phân đoạn thẳng, sau đó uốn ghép thành lõi động cơ. Sau khi tính toán với phương án xếp hình theo phân đoạn thẳng có thể tăng lên 85,8%.

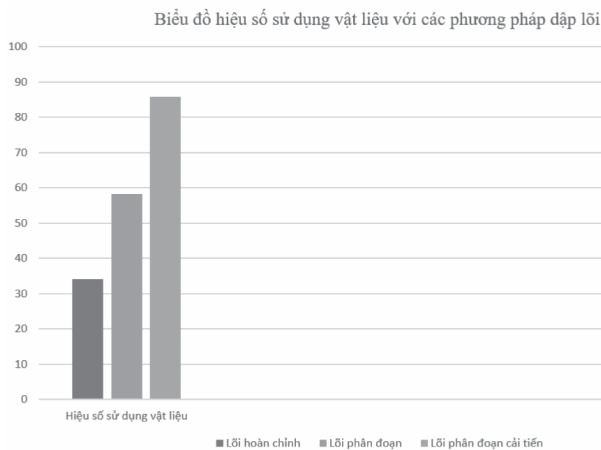


Phân đoạn cong



Phân đoạn thẳng

Hình 2. Phương án phân đoạn cong và phân đoạn thẳng



Hình 3. Biểu đồ so sánh hệ số sử dụng vật liệu

Với công nghệ mới được sử dụng đó là chế tạo các phân đoạn thẳng ghép các lá với nhau, sau đó tiến hành uốn và ghép tròn thành quả lõi động cơ điện.

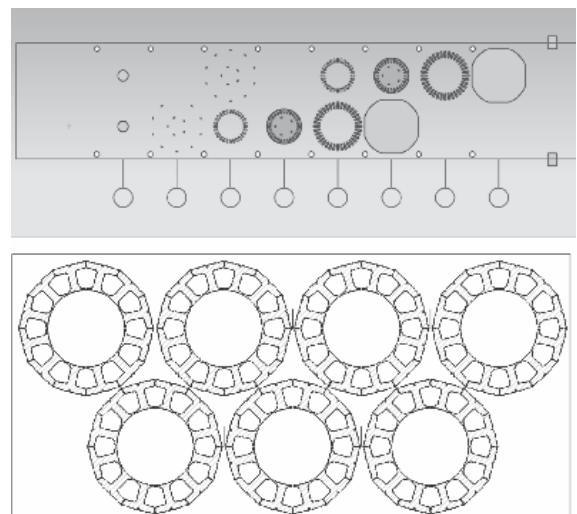
2.1. Thiết kế chi tiết và lập quy trình công nghệ theo công nghệ cũ

Trong sản xuất các chi tiết dạng tấm, vỏ mỏng, giá thành phôi chiếm tới 70% giá trị sản phẩm, do đó, hệ số sử dụng vật liệu là một trong các chỉ tiêu quan trọng để đánh giá tính công nghệ và hiệu quả sử dụng phôi. Hệ số sử dụng vật liệu càng cao thì tính kinh tế và tính công nghệ của chi tiết càng cao. Mục đích của nghiên cứu là nâng cao được hệ số sử dụng vật liệu.

Khuôn liên tục dập rotor và stator động cơ điện là thiết bị phức tạp. Hệ thống khuôn còn

bao gồm cả hệ thống nhà phôi, hệ thống cấp phôi liên tục. Khuôn được tích hợp rất nhiều bộ phận, chi tiết, chuyển động, bao gồm bộ phận cơ bản: khuôn trên, khuôn dưới, dẫn hướng, hệ thống các chày cối cắt đột định vị, tạo hình. Khuôn liên tục dập rotor và stator động cơ điện có những kết cấu tự động ghép thành quả rotor và stator, ngoài ra nó cũng tích hợp bộ đếm và cơ cấu tự động tách quả. Sản phẩm cuối cùng là quả rotor và stator với kích thước mong muốn. Vấn đề tiết kiệm vật liệu là bài toán tối ưu hàng đầu của khuôn liên tục, và với cơ chế hoạt động tự động, sản phẩm đảm bảo năng suất cao, độ chính xác cao, do đó hạ giá thành sản phẩm. Vì vậy, khuôn liên tục luôn là lựa chọn hàng đầu hiện nay trong các nhà máy sản xuất công nghiệp.

Công nghệ cũ và layout dập trên khuôn liên tục được thể hiện trên hình 4. Khuôn được thiết kế là khuôn hai dãy với các chi tiết được bố trí xen kẽ với nhau nhằm giảm tối thiểu các khoảng trống để nâng cao hệ số sử dụng vật liệu. Tuy nhiên, với lõi động cơ này, chúng ta chỉ đạt được hệ số sử dụng vật liệu khoảng 34% (hình 4).

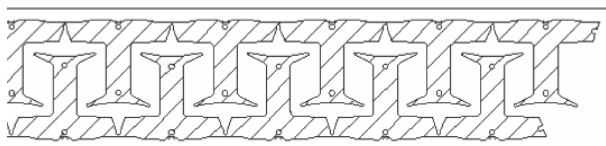


Hình 4. Layout chế tạo lõi động cơ theo công nghệ cũ



2.2. Tính toán gia công chi tiết lõi động cơ điện một chiều theo công nghệ mới

Phương pháp này phôi được dập ra là phôi thanh sắp xếp đối xứng đan xen giúp tối ưu hệ số sử dụng vật liệu (hình 5). Sau đó, các phôi thanh được xếp và ép lại với nhau bằng EMBOSS. Tiếp đó, khối gồm nhiều thanh sẽ được uốn cong thành một biên dạng tròn kín tương tự hình vành khăn. Cuối cùng trải qua nguyên công hàn ghép nối bằng phương pháp hàn TIG.

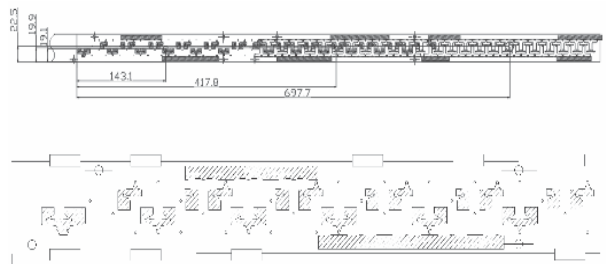


Hình 5. Phân đoạn chế tạo lõi động cơ điện một chiều

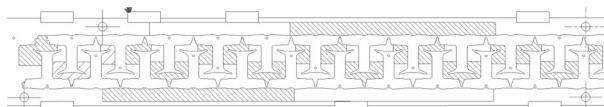
Từ phân đoạn cắt trên khuôn liên tục, ta có các phần lõi động cơ được tính toán và được đưa vào công đoạn tiếp theo để uốn và hàn thành lõi động cơ.

3. THIẾT KẾ KHUÔN LIÊN TỤC CHẾ TẠO CÁC PHÂN ĐOẠN

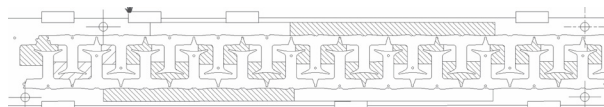
Từ phương án công nghệ trên, ta có thể xây dựng khuôn liên tục cho chế tạo sản phẩm lõi động cơ điện bằng phương pháp mới như sau:



Hình 6. Layout chế tạo chi tiết và chiều dài bước của khuôn và sơ đồ cắt lần thứ nhất



Hình 7. Sơ đồ cắt trên khuôn liên tục lần thứ hai



Hình 8. Sơ đồ cắt trên khuôn liên tục lần thứ ba

Lực đột:

$$P_d = F \cdot \sigma_c \cdot k = L \cdot S \cdot \sigma_c \cdot k$$

Trong đó:

- + L – Chu vi cắt (mm);
- + S – Chiều dày vật liệu (mm), $s = 0,3$ mm;
- + σ_c – Trở lực cắt của vật liệu (N/mm^2);
- + $\sigma_b = 300 \text{ N/mm}^2$;
- + $\sigma_c = (0,7 \div 0,86) \cdot \sigma_b = 240 \text{ N/mm}^2$;
- + k – Hệ số tính đến sự ảnh hưởng của

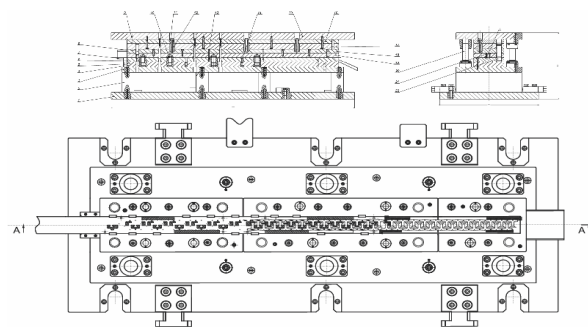
nhều yếu tố: $k = 1,1 \div 1,3$, chọn $k = 1,1$.

Tổng lực công nghệ:

$$P = 1 + 1,2 + 0,5 = 2,7 \text{ (Tấn)}.$$

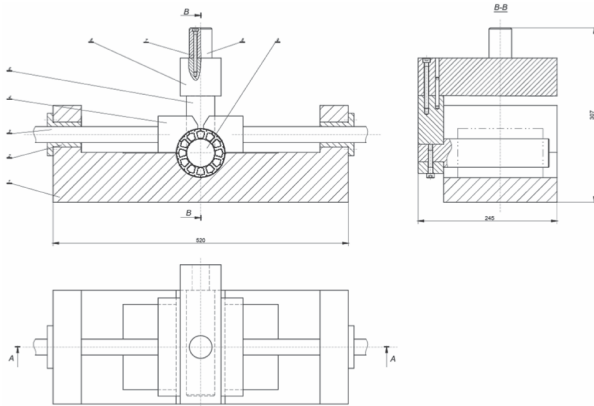
$$\text{Lực gỡ: } P_{gỡ} = 10\% P \approx 0,27 \text{ (Tấn)}.$$

Sau khi tính toán công nghệ, ta có thể thiết kế khuôn chế tạo phân đoạn lõi động cơ như sau:



Hình 9. Bản vẽ thiết kế phân đoạn lõi động cơ điện một chiều

Sau khi cắt lõi phân đoạn, ta có thể thiết kế khuôn uốn và hàn chi tiết lõi động cơ (hình 10).



Hình 10. Khuôn uốn và hàn chi tiết lõi động cơ điện

Với công nghệ được xác định, sau khi chế tạo khuôn có được bán sản phẩm là các phân đoạn thẳng được ghép thành các quả nờ khuôn uốn và hàn ghép quả (hình 10).



Phân đoạn thẳng sau khi chế tạo



Hình 11. Nguyên công uốn sơ bộ trên khuôn uốn trước khi hàn thành lõi động cơ điện

4. KẾT LUẬN

So sánh kết quả, thấy rằng khuôn liên tục hai dãy so le với hệ số sử dụng vật liệu đạt 34%. Phương pháp mới với năng suất vượt trội, hệ số sử dụng vật liệu tăng khi chế tạo lõi động cơ điện lên 85,8%. Phương pháp này đặc biệt phù hợp dùng để sản xuất các dạng lõi động cơ điện một chiều DC, sản xuất sẽ có giá trị thặng dư cao, và bù một phần vào giá của sản phẩm, do đó sẽ hạ giá thành sản phẩm đến mức thấp nhất. Do vậy, công nghệ sử dụng khuôn liên tục sản xuất lõi động cơ điện với phân đoạn thẳng là một trong những giải pháp tối ưu cho sản xuất lõi động cơ điện DC ở thời điểm này.❖

Ngày nhận bài: **16/02/2024**

Ngày phản biện: **18/3/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Gashaw Desie and Yonas Mitiku Degu, *Progressive die design for self explosive reactive armor holder*, The International Journal of Engineering and Science, volume 3 p.75-85, 2014.
- [2]. Raja Shakarappa, *Analysis and simulation of progressive die*, International Journal of Research in Engineering and Technology, volume 3, p642-655, 2014.
- [3]. Ivana Suchy, *Hand Book of Die Design*, 2nd edition McGraw-Hill, 2006, 1998.
- [4]. Nguyễn Mậu Đăng; *Công nghệ tạo hình kim loại tấm*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
- [5]. Frank A.Stanley, *Punches and Dies – Layout, Construction and Use*, McGraw-Hill.