

THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO MÁY ĐÓNG GÓI SẢN PHẨM DẠNG NẰM NGANG

DESIGN AND MANUFACTURING OF A HORIZONTAL PACKING MACHINE

Trần Minh Sang*, Đặng Phước Vinh, Nguyễn Hữu Khải, Lê Minh Khang, Trần Quang Huy

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng¹

*Tác giả liên hệ: tmsang@dut.udn.vn

(Nhận bài: 16/02/2023; Chấp nhận đăng: 12/4/2023)

Tóm tắt - Máy đóng gói nằm ngang là loại máy đang được sử dụng nhiều trên thế giới trong các nhà máy sản xuất vừa và lớn. Sản phẩm cần đóng gói được đưa vào băng tải, sau đó di chuyển theo phương ngang đi qua khâu gia nhiệt và hàn để đóng gói. Từ quá trình cấp sản phẩm cho đến khi hoàn thiện, phương và chiều của sản phẩm không thay đổi. Sản phẩm được đóng gói có dạng khối như: Bánh kẹo, thiết bị điện tử,... Trong bài báo này, nhóm tác giả thiết kế và chế tạo một máy đóng gói sản phẩm, trong đó từng sản phẩm di chuyển liên tục, đều đặn, không thay đổi tốc độ trong quá trình đóng gói. Máy có kích thước 1620×620×1500 mm, nặng khoảng 200 kg và có thể đóng gói được tối đa 200 sản phẩm trong 1 phút. Sản phẩm được đóng gói có dạng hình hộp chữ nhật với kích thước dài×rộng×cao tối đa là 110×80×30 mm. Hệ thống sử dụng PLC Mitsubishi FX-3G làm bộ điều khiển trung tâm, màn hình HMI cảm ứng thuận tiện cho quá trình vận hành.

Từ khóa - Máy đóng gói; sản phẩm dạng nằm ngang; gia nhiệt; hàn miệng bao; PLC Mitsubishi FX-3G.

1. Đặt vấn đề

1.1. Giới thiệu

Trong thời đại ngày nay, các loại máy móc ít nhiều đều có tính chất tự động hoặc bán tự động. Đặc biệt trong lĩnh vực sản xuất hàng loạt, các hệ thống máy tự động đang ngày càng chiếm vai trò quan trọng trong việc giảm giá thành sản phẩm, tăng năng suất lao động, đồng thời đảm bảo tính đồng đều của sản phẩm. Trong dây chuyền sản xuất hàng loạt, việc đóng gói sản phẩm sau khi sản xuất là thiết yếu, nhằm bảo vệ sản phẩm, mang thông tin và truyền thông cho đơn vị sản xuất. Trên thị trường hiện tại, chủ yếu có hai kiểu máy đóng gói chính: Dạng đứng (Hình 1) và dạng nằm ngang (Hình 2).



Hình 1. Máy đóng gói dạng đứng (Nguồn: Internet)

Máy dạng đứng được dùng để đóng gói các sản phẩm dạng bột, hạt và đóng gói theo trọng lượng. Giá thành cho

Abstract - The horizontal packing machine is the most widely used in the world for medium and large production factories. The product to be packed is put on the conveyor belt, then moved horizontally through the heating and welding stage for packaging. During operation, the direction and dimension of the product do not change. Products are packaged in block forms such as: confectionery, electronic equipment, etc. In this paper, the authors design and manufacture a product packaging machine in which each product moves continuously and smoothly, without changing the speed during packing. The machine has dimensions of 1620×620×1500 mm, mass of 200 kg and can pack up to 200 products in 1 minute. The product is packaged in a rectangular box with the maximum length × width × height is 110 × 80 × 30 mm. The system uses Mitsubishi FX-3G PLC as the central controller, and the touch screen HMI is convenient for operation.

Key words - Packaging machine; horizontal product; heating; seal bag; PLC MITSUBISHI FX-3G.

máy với kích thước nhỏ vào khoảng 1000 \$. Máy đóng gói dạng nằm ngang được dùng để đóng gói cho các sản phẩm hình khối như: Bánh kẹo, hoa quả, bo mạch, thiết bị điện tử và một số sản phẩm khác (xem Hình 3).



Hình 2. Máy đóng gói dạng nằm ngang (Nguồn: Internet)



Hình 3. Một số sản phẩm được đóng gói (Nguồn: Internet)

Do tính phức tạp cũng như sự đa dạng trong khi vận hành, nên giá thành của kiểu máy nằm ngang cũng cao hơn

¹ The University of Danang - University of Science and Technology (Tran Minh Sang, Dang Phuoc Vinh, Nguyen Huu Khai, Le Minh Khang, Tran Quang Huy)

từ 2.500 - 10.000 \$. Với giá thành cao nên ít được áp dụng các công nghệ đóng gói như hiện tại trong các doanh nghiệp siêu nhỏ và hợp tác xã tại Việt Nam, thậm chí nhiều cơ sở sản xuất còn chọn phương pháp đóng gói thủ công. Trong quá trình đóng gói thủ công, việc tạo hình bao bì, cắt và ép nhiệt cho từng sản phẩm, buộc người lao động phải tiếp xúc trực tiếp với các thiết bị nguồn nhiệt cao, dễ xảy ra sự mất an toàn lao động và năng suất lao động rất thấp.

Việt Nam đang từng ngày phát triển về công nghiệp sản xuất hàng hóa, nên việc làm chủ công nghệ các máy móc là vô cùng quan trọng. Tự chủ trong việc thiết kế, chế tạo sẽ giảm được rất lớn giá thành đầu tư máy móc, tăng sự linh hoạt trong bảo trì, bảo dưỡng, là đòn bẩy rất lớn giúp phát triển ngành công nghiệp và tiếp cận được nhiều hơn các doanh nghiệp sản xuất còn nhỏ lẻ trong và ngoài nước.

1.2. Các nghiên cứu ở trong nước và trên thế giới

Những máy đóng gói hoạt động tự động đem đến nhiều lợi ích giúp các doanh nghiệp, cơ sở kinh doanh hoạt động hiệu quả hơn, sinh lời cao hơn. Vài năm trước đây, các doanh nghiệp tại Việt Nam đang sử dụng các loại máy đóng gói được nhập khẩu từ Mỹ, Nhật Bản, Trung Quốc... Máy thương hiệu đến từ Trung Quốc thường rẻ hơn các quốc gia khác, tuy nhiên, để nhập khẩu máy về thị trường Việt Nam giá sau thuế thường cao hơn nhiều. Thông thường thì máy đóng gói thường có 4 cụm chính [1]-[3]:

- Cụm cấp sản phẩm vào;
- Cụm cấp bao;
- Cụm kéo bao và hàn chiều dọc (mặt lưng);
- Cụm cắt và hàn ở hai đầu.

Bộ phận kéo bao sẽ vừa kéo bao và hàn theo chiều dọc để tạo thành hình bao dạng ống, lúc đó sản phẩm được cấp vào đều đặn và sản phẩm sẽ được đóng kín 2 đầu mép và cắt rời qua bộ phận cuối cùng.

Trên thế giới cũng đã có nhiều nghiên cứu về thiết kế, chế tạo, mô hình hoá cũng như tính toán các thông số kỹ thuật, động học của máy đóng gói sản phẩm dạng nằm ngang hoặc đứng [4]-[9] với mục đích là tạo ra máy đóng gói với năng suất cao hơn, độ chính xác cao hơn và giảm giá thành của máy.

Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu đã thiết kế và chế tạo một máy đóng gói sản phẩm dạng nằm ngang theo đơn đặt hàng từ phía công ty TNHH BKM TECHNOLOGY ở thành phố Đà Nẵng.

2. Quy trình thiết kế máy đóng gói sản phẩm

2.1. Yêu cầu của máy

Sau khi tham khảo các tài liệu và tiến hành nghiên cứu về máy đóng gói dạng nằm ngang, máy được thiết kế cần đạt được các tiêu chí như sau:

- Máy hoạt động ổn định, đúng thông số kỹ thuật như thiết kế: Kích thước máy, công suất, tốc độ đóng gói, năng suất sản xuất từ 40-200 sản phẩm/phút.

- Đảm bảo đóng gói chắc chắn và chính xác với tỉ lệ sản phẩm lỗi thấp hơn 5 %.

- Thiết kế từng cụm bộ phận chính tách rời để dễ dàng tháo lắp, cải tiến, và bảo trì bảo dưỡng.

- Đóng gói được các sản phẩm như: Bánh kẹo, một số thiết bị điện - điện tử và sản phẩm khác.

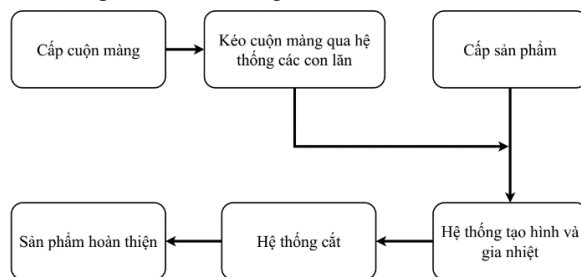
Vật liệu đảm bảo độ bền và an toàn với sản phẩm.

Máy có các thông số kỹ thuật như sau:

- Kích thước: 1620×620×1500 mm;
- Nguồn điện: 220 VAC, 50-60 Hz;
- Năng suất: 40-200 (sản phẩm/phút);
- Cuộn màng sử dụng: 130-230 (mm);
- Chiều dài sản phẩm: 30-110 (mm);
- Chiều rộng sản phẩm: 20-80 (mm);
- Chiều cao tối đa sản phẩm: 30 (mm).

2.2. Các phương án thiết kế

Nguyên lý hoạt động tổng quát của máy được mô tả như Hình 4, cụ thể cuộn màng được đưa vào trục đỡ có bạc chặn ở đầu, đầu bao được kéo qua các con lăn căng bao và các con lăn điều hòa lực căng đến bộ phận tạo hình, lúc này sản phẩm được đặt cố định trên băng tải đầu vào và được đẩy lần lượt vào bao, bộ phận giữa kéo bao và hàn mép bao ở mặt dưới, cuối cùng sản phẩm đi qua cơ cấu hàn nhiệt và qua hai đầu của bao, đóng gói sản phẩm được hoàn thiện và qua hệ băng tải cuối đi ra ngoài.



Hình 4. Quy trình công nghệ đóng gói sản phẩm

Trong máy đóng gói này, bước quan trọng nhất là hàn được các miệng túi với ba đường hàn và cắt chính xác theo chiều dài được thiết lập. Ở cụm cấp sản phẩm đầu vào, do sản phẩm phải được cấp vào đều đặn, nên lựa chọn hệ thống băng tải xích được ưu tiên so với băng tải đai để tránh sự trượt đai. Ở cụm cấp bao và tạo hình bao, sử dụng các hệ thống con lăn để dẫn hướng và tạo lực căng đều cho bao. Bộ phận quan trọng ở cụm này là cơ cấu tạo hình bao.

Cụm kéo bao và hàn chiều dọc hình thành ống bao sẽ là cụm chính để điều khiển cụm cấp sản phẩm và cụm cắt-hàn bao hai đầu. Cụm này sẽ đảm bảo kéo bao theo chiều dài và tốc độ mong muốn đóng gói. Sử dụng hệ thống con lăn có các rãnh ăn khớp tỷ vào nhau, vừa giữ, kéo bao và ép hàn bao. Cụm cuối cùng là cụm hàn cắt sản phẩm và băng tải đầu ra, có nhiều phương án cho cụm chi tiết này:

- **Phương án 1:** Sử dụng hệ thống xy lanh khí nén để hàn từng mép bao. Ưu điểm phương án này là hệ thống điều khiển xy lanh tuần tự được lập trình đơn giản. Tuy nhiên, cần phải đồ gá xy lanh nhiều và định vị chính xác cao, hệ thống hoạt động ồn do khí nén và năng suất không cao vì phải có thời gian dừng chờ để điều khiển xi lanh. Ngoài ra, độ co giãn và áp suất khí không đều, sẽ có sai số lớn.

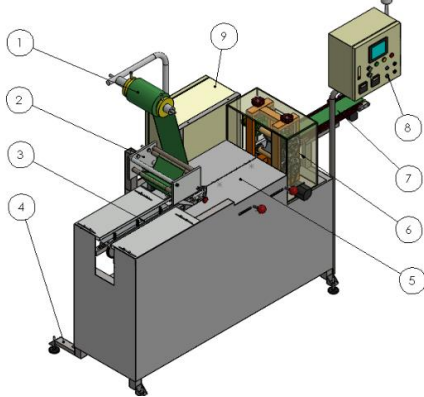
- **Phương án 2:** Điều khiển hai má hàm quay liên tục, đồng bộ về tốc độ theo chiều sản phẩm đi ra để hàn và cắt chính xác. Ưu điểm phương án này là hoạt động một cách

liên tục không có sự gián đoạn với các thông số được cài đặt, sử dụng các bánh răng cùng thông số để đồng bộ về tốc độ và ăn khớp của má trên với má dưới, giảm thiểu được tiếng ồn. Tuy nhiên, vì máy chạy liên tục nên hệ thống loại này thường xuất hiện sai số ở vị trí cắt giữa các bao sản phẩm vì có sự trượt của bộ truyền từ động cơ đến cơ cấu chấp hành.

Qua phân tích ở trên, phương án 2 được ưu tiên sử dụng vì sự liên tục và năng suất cao hơn. Việc bù trừ sai số ở vị trí cắt cũng có thể được thực hiện nhờ việc lập trình.

2.3. Cơ cấu tổng thể

Hình 5 là mô hình 3D của máy đóng gói sản phẩm dạng nằm ngang được thiết kế bằng phần mềm Solidworks và Hình 6 là hình ảnh thực tế của máy sau khi được gia công lắp ráp. Toàn bộ cơ cấu lắp lên khung máy (4), cuộn màng PE (1) được kéo qua hệ thống con lăn căng bao, dẫn hướng (2), cuộn màng qua bộ phận tạo hình và bộ phận giữa (5) kéo màng, hàn mặt dưới để tạo hình bao, sau đó sản phẩm được cấp vào đều đặn nhờ băng tải xích (3), cuối cùng sản phẩm đi qua cơ cấu (6) để hàn và cắt hai đầu của bao. Đóng gói sản phẩm hoàn thiện và đi ra hệ băng tải cuối (7). Hệ thống được điều khiển thông qua tủ điện (9), tủ điều khiển (8).



Hình 5. Hệ thống thiết kế lắp ráp hoàn chỉnh của máy đóng gói sản phẩm dạng nằm ngang

1: Bộ phận lắp màng bọc; 2: Cơ cấu căng bao; 3: Băng tải đầu vào; 4: Khung máy; 5: Cơ cấu tạo hình dán mặt lưng; 6: Cơ cấu cắt bao; 7: Băng tải đầu ra; 8: Bảng điều khiển; 9: Tủ điện



Hình 6. Hình ảnh thực tế của máy

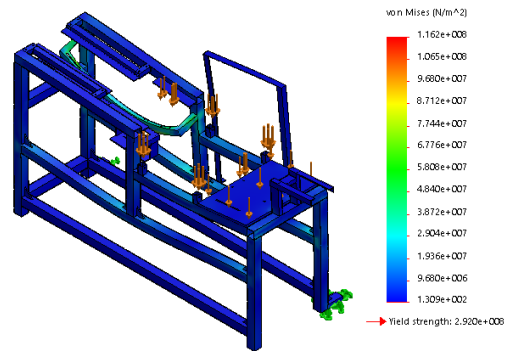
2.3.1. Thiết kế khung máy

Sử dụng vật liệu thép dạng hộp vuông không gỉ có thông số hình học mặt cắt cạnh×cạnh×độ dày là 40×40×2 (mm), với các đặc điểm độ bền và độ cứng cao ở nhiệt độ

thấp, khả năng định hình tốt, giá thành thấp và dùng ghép nối bằng mối hàn để tạo khung. Trọng lượng của các cụm chi tiết chính đặt lên khung:

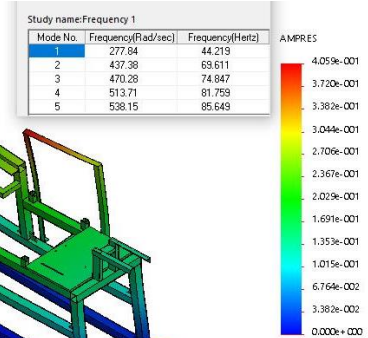
- Cụm con lăn: $M_{ccl} = 12$ (kg);
- Cụm băng tải xích: $M_x = 10$ (kg);
- Cụm kéo và hàn giữa: $M_{cg} = 32$ (kg);
- Cụm cắt và hàn hai đầu: $M_{cc} = 45$ (kg);
- Cụm băng tải ra: $M_{btr} = 9$ (kg).

Chọn hệ số an toàn là 3, với tải trọng lớn nhất 45 kg đặt lên các vị trí tác dụng lực lên khung và thực hiện tính toán bằng phần mềm Solidworks. Kết quả từ Hình 7 cho thấy, ứng suất tập trung lớn nhất tại vị trí đặt băng tải xích bằng $1,162 \times 10^8$ (N/m²) nhỏ hơn 2,5 lần so với giới hạn chảy là $2,92 \times 10^8$ (N/m²). Độ chuyển vị lớn nhất gần bằng 1 mm. Ứng suất tại các vị trí mối hàn ở góc bằng $2,904 \times 10^7$ (N/m²) nhỏ hơn giới hạn chảy của vật liệu 10 lần. Với đánh giá trên, khung máy đảm bảo về độ chịu lực.



Hình 7. Kết quả phân tích lực

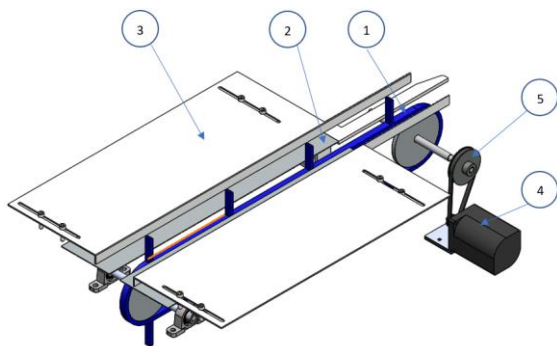
Để đảm bảo máy không bị cộng hưởng khi vận hành thì việc tính toán tần số riêng của hệ thống đóng vai trò rất quan trọng khi thiết kế [10]-[14]. Kết quả mô phỏng từ Hình 8 thể hiện rõ 5 tần số riêng đầu tiên của hệ thống. Dựa vào các thông số này ta có thể chủ động điều khiển tốc độ của động cơ để tránh xảy ra hiện tượng cộng hưởng.



Hình 8. Kết quả mô phỏng tần số riêng của khung máy

2.3.2. Thiết kế băng tải đầu vào

Hình 9 thể hiện bản vẽ 3D của băng tải đầu vào. Vật liệu bằng Inox-304 được sử dụng cho các máng đẩy và dẫn hướng để đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm và đảm bảo độ bền của máy tránh sự ăn mòn của môi trường. Sản phẩm được đẩy đều đặn vào quá trình đóng gói nhờ tay đẩy được gắn cách đều nhau trên các mắt xích.



Hình 9. Băng tải xích đầu vào
1: Băng tải xích; 2: Máng dẫn sản phẩm; 3: Máng điều chỉnh;
4: Động cơ; 5: Bộ truyền xích

Khoảng cách hai trục băng tải: $a = 500$ (mm);

Khoảng cách giữa 2 tay dầy: $l_d = 130$ (mm);

Đường kính đĩa xích: $D = 89$ (mm);

Vận tốc đóng gói lớn nhất: $v = 200$ (sản phẩm/phút).

Với năng suất như trên và khoảng cách giữa hai sản phẩm $l_d = 130$ (mm) nên vận tốc băng tải lớn nhất:

$$v_{bt} = l_d \times v = 130 \times 200 = 26 \text{ (m/phút)}$$

Các lực phân bố và được tính trên băng tải xích [8]:

$$T_1 = 1,35 \times m \times L_1 \times \frac{g}{1000} \text{ (kN)}$$

$$T_2 = (L - L_1) \times m \times f_1 \times \frac{g}{1000} + T_1 \text{ (kN)}$$

$$T_3 = 1,1 \times T_2 \text{ (kN)}$$

$$T_{max} = (M + m) \times L \times f_1 \times \frac{g}{1000} + T_3 \text{ (kN)}$$

$$\Sigma T = T_{max} + T_0 + T_v$$

$$= T_{max} + \frac{K_y \times m \times a}{1000} + \frac{m \times v_{bt}^2}{1000} \text{ (kN)}$$

Trong ứng dụng, $L_1 = 0$ mm, nên lực kéo của hệ băng tải xích lớn nhất là:

$$T_{max} = (M + m) \times a \times f_1 \times \frac{g}{1000}$$

$$+ \varphi \times a \times m \times f_1 \times \frac{g}{1000}$$

$$T_{max} = 0,012 \text{ (kN)}$$

$$\Sigma T = 0,012 + \frac{60 \times 8 \times 0,5}{1000} + \frac{8 \times (26/60)^2}{1000} = 0,254 \text{ (kN)}$$

Trong đó:

T_{max} : lực kéo lớn nhất của xích tải;

T_0 : Lực căng xích ban đầu;

T_1, T_2, T_3 : Lực kéo tại các điểm trên bộ truyền xích;

T_v : Lực căng phụ do lực li tâm sinh ra;

$K_y = 60$: Khi băng tải xích đặt nằm ngang;

$m = 8$ (kg/m): khối lượng phần xích làm việc;

$M = 1$ (kg/m): khối lượng sản phẩm được vận chuyển trên băng tải (chọn giá trị thực tế giới hạn sản phẩm được đóng gói vào bao theo thiết kế);

$f_1 = 0,14$: Hệ số ma sát của bánh kéo xích với ray đỡ (đối với kiểu xích ống con lăn có bôi trơn);

$g = 9,8$ (m/s²): Gia tốc trọng trường;

$\varphi = 1,1$: Hệ số tổn thất trên đĩa xích.

Sau khi tính được lực kéo xích, với tải trọng và vận tốc không thay đổi, công suất cho động cơ:

$$P_{dc} > P_{ct} = \frac{\Sigma T \times v}{\eta_{bt} \times \eta_{dc}} = \frac{0,254 \times \frac{26}{60}}{0,94 \times 0,85} = 0,14 \text{ (kW)}$$

Trong đó:

v : Vận tốc của băng tải xích (m/s);

$\eta_{bt} = 0,95 \times 0,99 = 0,94$: Hiệu suất truyền động của bộ truyền xích và một cặp ổ lăn;

$\eta_{dc} = 0,85$: Hiệu suất của động cơ.

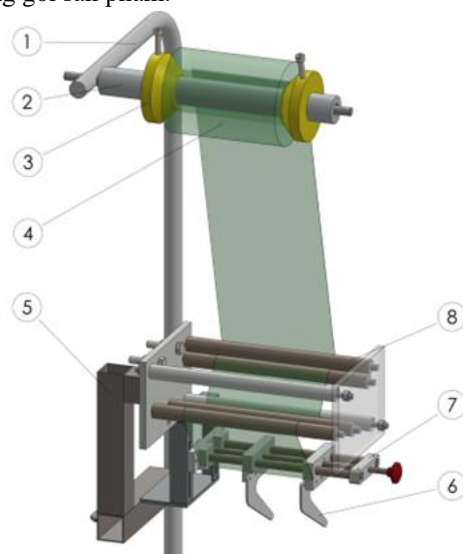
Từ kết quả tính toán như trên, ta chọn động cơ servo SGM7J-02A7D61 của hãng Yaskawa với thông số:

$$P_{dc} = 200 \text{ W}$$

$$N_{dc} = 3000 \text{ (vòng/phút)}$$

2.3.3. Bộ phận lắp màng bọc

Cơ cấu cấp tấm màng nylon và căng màng tự động được thể hiện ở Hình 10. Nylon công nghiệp PE được chọn làm vật liệu cho cuộn màng để đóng gói sản phẩm vì các đặc tính kín, bền, dai, phổ biến và chống thấm nước. Cơ cấu này bao gồm một bộ gá (1) để đỡ toàn bộ cuộn màng (4) và hệ bốn con lăn (8) để căng và dẫn tấm màng đến vị trí tạo hình. Sau khi màng đi qua khâu tạo hình (7), tấm màng được gập lại thành ống bao để chuyển sang công đoạn hàn và đóng gói sản phẩm.



Hình 10. Hệ thống con lăn dẫn hướng và định hình bao

1: Gá cuộn màng; 2: Trục lắp cuộn màng; 3: Ngàm giữ;

4: Cuộn màng; 5: Gá con lăn; 6: Lưỡi định hình bao;

7: Khâu điều chỉnh bề rộng bao; 8: Hệ thống con lăn

2.3.4. Cụm cơ cấu kéo và hàn màng theo chiều dọc

Hình 11 thể hiện bản vẽ 3D của cụm cơ cấu kéo và hàn màng theo chiều dọc.

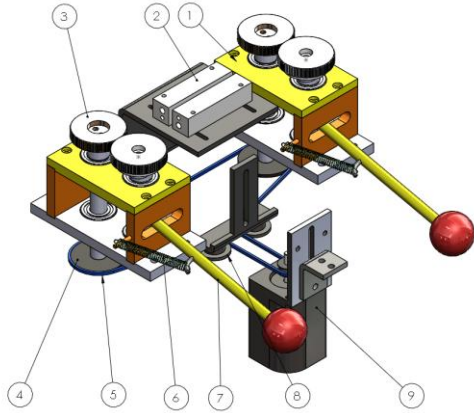
Hai bộ bánh từ (1) và (3) được dẫn động nhờ động cơ (9) thông qua bộ truyền bánh xích (4) và con lăn dẫn hướng (8). Lò xo (6) kéo cần điều chỉnh (7) làm 2 bộ bánh từ ép ma sát vào nhau, kéo màng đi qua bộ gia nhiệt (2) và màng đã được hàn lại thành ống bao để đóng gói sản phẩm. Sự phân bố lực trên cụm ép giữa được thể hiện rõ ở Hình 12. Khối gia nhiệt được điều khiển bởi bộ PID, giúp kiểm soát tốt nhiệt độ khi đóng gói.

Chọn lò xo có độ cứng: $K = 1000 (N/m)$;

Chiều dài lò xo ban đầu: $l_0 = 80 (mm)$;

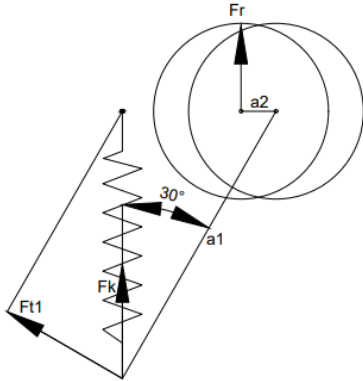
Chiều dài lò xo khi lắp đặt vào cụm: $l_1 = 100 (mm)$;

Vị trí gá lò xo trên cần điều chỉnh đến tâm trục: $a_1 = 15 (mm)$ và khoảng lệch của trục khuỷu: $a_2 = 3 (mm)$.



Hình 11. Cụm cơ cấu kéo màng và hàn dọc bao

1: Gá trục tỷ; 2: Bộ gia nhiệt; 3: Bánh tỉ; 4: Bánh xích; 5: Xích; 6: Lò xo; 7: Cần gạt điều chỉnh; 8: Bánh xích dẫn hướng; 9: Động cơ



Hình 12. Phân bố lực trên cụm ép giữa

Lực pháp tuyến lên con lăn chủ động được tính bằng [14]:

$$F_r \times a_2 = F_{t1} \times a_1$$

$$F_r = F_k \times \cos(60^\circ) \times \frac{a_1}{a_2} = 50 N$$

Lực ma sát giữa 2 con lăn khi làm việc:

$$F_{ms} = f \times F_r = 1 \times 50 = 50 (N)$$

Trong đó:

$f = 1$: Hệ số ma sát khi sử dụng con lăn thép-thép, do có khía rãnh ăn khớp.

$k = 1,25$: Hệ số an toàn.

Lực vòng trên cả 2 con lăn chủ động:

$$F_t = 2 \times \frac{F_{ms}}{K} = 2 \times \frac{50}{1,25} = 80 (N)$$

Chọn động cơ có công suất [16]:

$$P_{dc} > P_{ct} = \frac{\Sigma F \times v}{\eta_{bt} \times \eta_{dc}}$$

$$= \frac{0,08 \times \frac{26}{60}}{0,95^2 \times 0,99^2 \times 0,85} = 0,046 (kW)$$

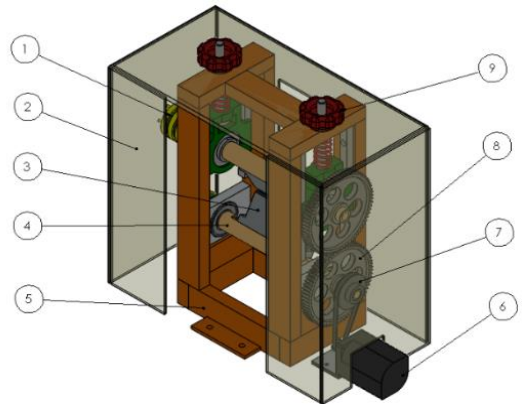
Chọn động cơ SGM7J-01A7D61 với $P_{dc} = 100(W)$.

2.3.5. Bộ phận cắt hàn đóng gói sản phẩm

Bộ phận cắt hàn đóng gói sản phẩm cũng là một điểm nổi bật của hệ thống này (xem Hình 13). Lực kéo từ động cơ (6) thông qua bộ truyền xích (7) để truyền động đến bộ bánh răng (8) với tỉ số truyền 1:1, mang hai hàm ép (3) có gấn dao và đầu gia nhiệt có nhiệm vụ đồng thời hàn đầu bao và cắt bao để đưa ra ngoài. Lò xo được sử dụng để ép và cắt sản phẩm. Núm điều chỉnh (9) giúp hiệu chỉnh để hàn và cho ra vết cắt được tốt nhất. Vỏ bảo vệ (2) được làm từ vật liệu nhựa PMMA nhằm cách điện, cách nhiệt, che chắn bộ truyền bánh răng, bộ truyền xích từ động cơ giúp đảm bảo an toàn lao động. Cơ cấu sử dụng lực ép lò xo, tính toán chọn động cơ tương tự Mục 2.3.4.

Chọn lò xo có độ cứng: $K = 20000 (N/m)$.

Chọn động cơ SGM7J-C2A7D61 với $P_{dc} = 150 (W)$.



Hình 13. Cơ cấu cắt hàn hai đầu

1: Cỗ góp điện; 2: Vỏ bảo vệ; 3: Hàm ép; 4: Trục; 5: Khung; 6: Động cơ; 7: Bộ truyền xích; 8: Bộ truyền bánh răng; 9: Núm điều chỉnh

2.4. Hệ thống điều khiển

Hình 14 thể hiện quy trình kiểm tra và thiết lập chu trình hoạt động của máy. Máy được thêm chế độ JOG để dễ dàng điều khiển từng bước khi thiết lập và kiểm tra trước khi chạy chế độ tự động khi đã nhập đủ các thông số đầu vào như: Tốc độ đóng gói, chiều dài sản phẩm, số sản phẩm cần đóng gói và một số cài đặt khác.



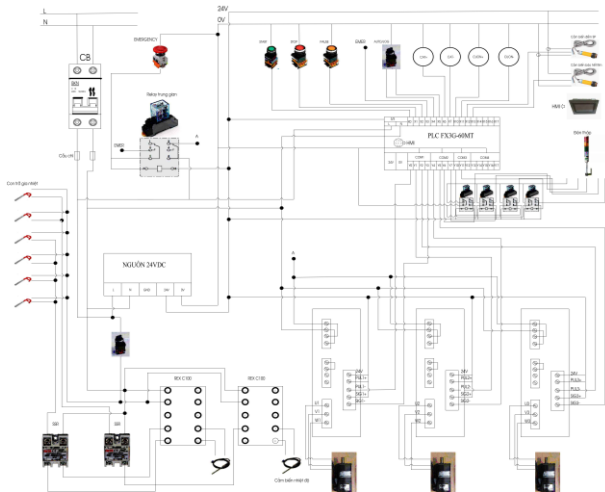
Hình 14. Quy trình vận hành hệ thống

Sơ đồ mạch điện của hệ thống được thể hiện ở Hình 15. Hệ thống sử dụng PLC Mitsubishi FX-3G làm bộ điều khiển trung tâm, màn hình HMI cảm ứng thuận tiện cho quá trình vận hành cũng như cài đặt thông số kỹ thuật.

Hệ thống điều khiển gồm các khối chính sau:

- Khối cảm biến và các nút nhấn.
- Khối điều khiển gồm PLC MITSUBISHI FX-3G, bộ driver cho động cơ, bộ điều khiển nhiệt RX-C100 và các rơ le trung gian.

- Khối cơ cấu chấp hành gồm: 3 động cơ servo, van xả khí, đèn báo, thiết bị gia nhiệt, xi lanh.



Hình 15. Sơ đồ mạch điện của hệ thống

2.5. Chi phí

Bảng 1 thể hiện khái quát chi phí cho việc chế tạo máy đóng gói sản phẩm. Tất nhiên đây chỉ là chi phí mang tính tương đối vì chưa liệt kê chi tiết các thành phần khác như chất xám, tiền công lao động, thuế... Nhưng nhìn chung thì chi phí cho mô hình máy thực tế đạt được thấp hơn giá máy với kích cỡ nhỏ nhất của các hãng sản xuất nước ngoài từ 3-4 lần. Việc sản xuất hàng loạt và cải tiến thiết kế sẽ có thể đảm bảo giá máy thấp hơn từ 2-3 lần so với thị trường.

Bảng 1. Chi phí chế tạo máy đóng gói sản phẩm

STT	Nội dung	Giá thành (triệu đồng)
1	Khung máy, kết cấu cơ khí	15
2	Thiết bị điện, điện tử	15
3	Gia công CNC và kim loại tấm	13
4	Chi phí khác	2
	Tổng cộng	45

3. Kết luận

Máy được thiết kế với công suất nhỏ nhằm mang tính thử nghiệm. Dựa vào các kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả sẽ cải tiến để có thể sản xuất và chế tạo những mẫu máy với công suất lớn hơn trong thực tế.

Trong quá trình thực hiện, do kinh phí có hạn nên một số chi tiết còn chưa đáp ứng được tiêu chuẩn công nghiệp. Nhưng với việc cải tiến và nâng cấp, máy sẽ hoàn toàn có thể đạt được các chỉ tiêu khắt khe về các tiêu chuẩn máy trong môi trường công nghiệp. Về tính kỹ thuật, máy đã hoạt động được năng suất đề ra 200 (sản phẩm/phút), cắt đóng gói chính xác theo yêu cầu. Hình 16 thể hiện hình ảnh sản phẩm máy đóng gói thử.

Nhóm tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu và đưa ra các giải pháp cải tiến chất lượng đóng gói ở các khâu hàn, cắt để đóng gói đẹp hơn. Cải tiến và tính toán chuyên sâu các thông số động học, và các yếu tố mất cân bằng của máy. Nghiên cứu ứng dụng công nghệ mạng nơ ron để phát hiện các sản phẩm đóng gói không đạt, và thực hiện loại bỏ ra khỏi các sản phẩm đã đạt yêu cầu.



Hình 16. Hình sản phẩm đóng gói thử

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Công ty TNHH BKM TECHNOLOGY, Đà Nẵng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Spack Machine, "Categories of Packing Machines", [Online] Available: <https://www.spackmachine.com/categories-of-packing-machines/>
- [2] PAC Machinery, "PAC FW 350T Flow Wrapper", PAC Machinery, 2022, [Online] Available: <https://www.pacmachinery.com/products/pac-fw-350t-flow-wrapper>, 2/12/2022.
- [3] Sensata Exucutive Team, "Solid state relays in packaging equipment", Sensata Technologies, 2022, [Online] Available: <https://www.sensata.com/application-note-solid-state-relays-packaging-equipment>, 2/12/2022.
- [4] Giberti, H. and Pagani, A, "Flexibility oriented design of a horizontal wrapping machine", *Mech. Sci.*, Vol. 6, pp. 109–118, <https://doi.org/10.5194/ms-6-109-2015>, 2015.
- [5] Fabio Corradini, Marco Silvestri, "Kinematic and Dynamic Study of Cam Mechanisms for Bottling Machines", *International Journal of Engineering Trends and Technology*, vol. 70, no. 3, pp. 1-12, 2022. Crossref, <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V70I1P201>.
- [6] Silvestri, M. "Dynamics Modeling and Optimization of a Wrapper Flow Pack Mechanism", *International Journal of Recent Technology and Engineering*, Vol. 8, No. 2, 2019, pp. 2707–13.
- [7] Marco Silvestri, M. S. "Adaptive Mechanisms for Reconfigurable Machines Based on Deformable Cam", *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, V. 9, No. 4, 2019, pp. 609–22.
- [8] US. Tsubaki, Inc., *The Complete Guide Chain*, 1997.
- [9] Giberti, H., and Collina, A. "A power recirculating test rig for ball screw endurance tests", *MATEC Web of Conferences*, V. 45, 2016, p. 03006.
- [10] Le Hoai Nam, Phuoc Vinh Dang, Anh-Duc Pham, and Nhu Thanh Vo. "System identifications of a 2DOF pendulum controlled by QUBE-servo and its unwanted oscillation factors", *Archive of Mechanical Engineering*, Vol. 67, 2020, pp. 435-450.
- [11] Dang, P.V., Vo, N.T., Le, H.N., Pham, A.D., Ngo, T.N., Doan, L.A. "On the Impact Test Methodology for the Quick Estimation of Natural Frequency of the Mechanical Systems". *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Singapore, 2021, https://doi.org/10.1007/978-981-15-9505-9_19, pp. 191-201.
- [12] Đặng Phước Vinh, Trần Phước Thanh, "Bản thí nghiệm cỡ nhỏ để xác định các thông số động học của máy quay", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, Số 7(128).2018, 2018, trang 71-74.
- [13] Đặng Phước Vinh, Lê Hoài Nam, "Mô phỏng số một hệ thống máy có các chi tiết quay đơn giản bằng phương pháp phân tử hữu hạn", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, Số 17 (7), 2019, trang 5-9.
- [14] Đặng Phước Vinh, Phạm Anh Đức, Võ Như Thành, "Xác định sự mất cân bằng động trong hệ thống trục quay - ô bi bằng thực nghiệm", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, Số 18(7), 2020, trang 101-105.
- [15] Nguyễn Trọng Hiệp, *Chi tiết máy tập 1,2*, Nhà xuất bản Giáo Dục, 2000.
- [16] Lê Cung, *Nguyên lý máy*, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, Lưu hành nội bộ, 2006.
- [17] Trịnh Chất – Lê Văn Uyển, *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí, Tập 1*, Nhà xuất bản Giáo dục, 2006.
- [18] Lưu Đức Bình, *Kỹ thuật gia công cơ*, Nhà xuất bản Xây dựng, 2019.