

NGHIÊN CỨU NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG MỐI GHÉP KÍN ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SẢN TỰ ĐỘNG

RESEARCH TO IMPROVE THE QUALITY OF A SEAL ASSEMBLY BASED AUTOMATIC DRYING TECHNOLOGY

Lê Đức Độ*, Lâm Xuân Thủy, Nguyễn Mạnh Toàn, Bùi Duy Thịnh
Khoa Cơ khí Chế tạo máy, Trường Cơ khí, Đại học Bách Khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày một giải pháp cải tiến hệ thống thiết bị tự động được sử dụng trong công đoạn sản của quá trình sản xuất thiết bị có mối ghép kín của một dạng trục bạc đặc thù trong công nghiệp. Trên cơ sở nghiên cứu ứng dụng công nghệ sản tự động, bài báo đưa ra các phân tích để đánh giá mức độ ảnh hưởng đến chất lượng của nguyên công sản khi sử dụng thiết bị tự động được thiết kế chế tạo. Kết quả của nghiên cứu cho thấy sự gia tăng mức độ ổn định về chất lượng của sản phẩm lên gấp 2 đến 3 lần so với trước đây, với tỷ lệ phế phẩm chỉ còn dưới 2%. Đây là một đột phá về công nghệ, có thể được ứng dụng để triển khai hàng loạt trong công nghiệp.

Từ khóa: *Chất lượng sản; Mối ghép kín; Hệ thống tự động.*

ABSTRACT

This paper presents a solution to improve the automatic equipment system used in the manufacturing process of equipment with special seal assembly in the industry. On the basis of automatic pressing technology on the system, the article provides analysis to evaluate the new technical influence on the quality of the pressing process based this automatic system. The results show an increase in product quality stability by 2 to 3 times compared to before, with the scrap rate being less than 2%. This is a breakthrough in technology, which can be applied to mass production in industry.

Keywords: *Quality; Seal assembly; Automatic system.*

1. TỔNG QUAN

Ứng dụng khoa học công nghệ tự động hiện đại vào công nghiệp thay thế cho các công nghệ thủ công truyền thống là một yêu cầu cấp thiết để từng bước tham gia và bắt nhịp với xu hướng kinh tế số trên toàn thế giới và trong nước. Việc này không chỉ là yêu cầu đặt ra đối

với các trung tâm nghiên cứu đổi mới công nghệ mà còn là vấn đề trực tiếp đặt ra cho các doanh nghiệp công nghiệp. Các doanh nghiệp sản xuất đều phải chịu nhiều sức ép cạnh tranh về giá cả, chất lượng sản phẩm đồng thời phải chịu nhiều áp lực về các tiêu chuẩn an toàn lao động cho công nhân. Để đáp ứng nhu cầu đó, các doanh nghiệp đã không ngừng nỗ lực, tìm tòi, 

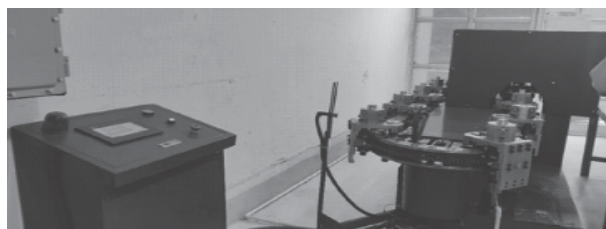
phần đầu tìm các phương án sản xuất mới trong đó có phương án sử dụng các máy, hệ thống sản xuất tự động.

Một số sản phẩm đặc thù phục vụ huấn luyện khi chế tạo cần ghép nối giữa hai cụm nhóm chi tiết (phần thân vỏ và phần lõi) bằng bốn vết sấn cách đều theo chu vi phần vỏ bên ngoài, đảm bảo đồng đều và đạt được những yêu cầu kỹ thuật như không gây biến dạng lõi và các chi tiết bên trong, trừ vết sấn; các vết sấn phải đều nhau, đảm bảo chắc chắn; sản phẩm sau khi lắp phải kín, thử độ chênh áp 20 kPa trong 30s đảm bảo không được tụt áp; và khi tác dụng một lực dọc trục có trị số từ (2.000÷3.000) N, phần đầu lắp với thân bên trong phải rút ra tin cậy khi hệ thống hoạt động. Các yêu cầu kỹ thuật trên là những yêu cầu kỹ thuật cao và phải kiểm soát tốt mới có thể đạt được.

Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn trong sản xuất, hệ thống sản xuất tự động được thiết kế và chế tạo. Thiết kế mới được đề xuất là một giải pháp để nâng cao tính chính xác và hiệu quả của công nghệ sản xuất tự động thay thế cho công nghệ sản xuất thủ công, giúp tăng năng suất lao động, nâng cao chất lượng sản phẩm và đảm bảo an toàn, bảo vệ sức khỏe người lao động. Các sản phẩm sau khi sản xuất sẽ được tiến hành thử nghiệm để kiểm tra, đánh giá chất lượng và hiệu quả của công nghệ sản xuất tự động.

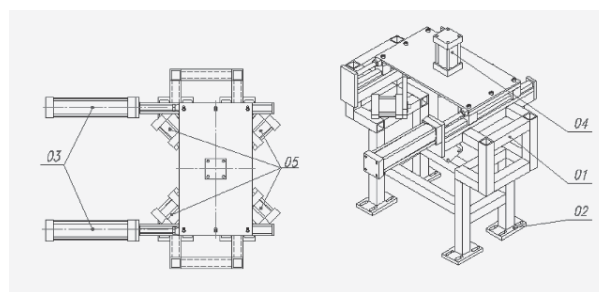
2. HỆ THỐNG SẢN TỰ ĐỘNG

2.1. Hệ thống cơ khí



Hình 1. Hệ thống sản xuất tự động

Hệ thống cơ khí sản xuất tự động như thể hiện trên hình 1 được tính toán, thiết kế và chế tạo sử dụng động cơ ba pha 2,5Kw, gồm 04 cơ cấu chính: 01 cụm thân máy, 01 cụm cơ cấu sấn, 01 cụm xe, và 01 bộ truyền xích. Trong đó, cụm thân máy có nhiệm vụ đỡ toàn bộ các bộ phận của thiết bị, làm cơ sở cho các chuyển động của thiết bị. Hình dạng, kết cấu của cụm thân máy được tính toán và thiết kế dựa trên nguyên lý hoạt động, tải trọng của toàn bộ thiết bị, đảm bảo bền và cứng vững. Cụm cơ cấu sấn, như thể hiện trên hình 2, gồm: 02 xi lanh – piston khí nén (VT03) chuyển động tịnh tiến theo phương ngang định vị cụm cơ cấu sấn, 01 xi lanh – piston khí nén (VT04) chuyển động tịnh tiến lên xuống kẹp định vị vỏ liều phóng và 04 xi lanh – piston khí nén (VT05) làm nhiệm vụ sấn vỏ liều chuyển động tịnh tiến theo phương ngang, hướng tâm với xi lanh – piston kẹp định vị. Hệ thống khung gá (VT01) và mặt bích (VT02) giúp toàn bộ hệ thống đảm bảo độ cứng vững và hoạt động được ổn định.



Hình 2. Cụm cơ cấu sấn

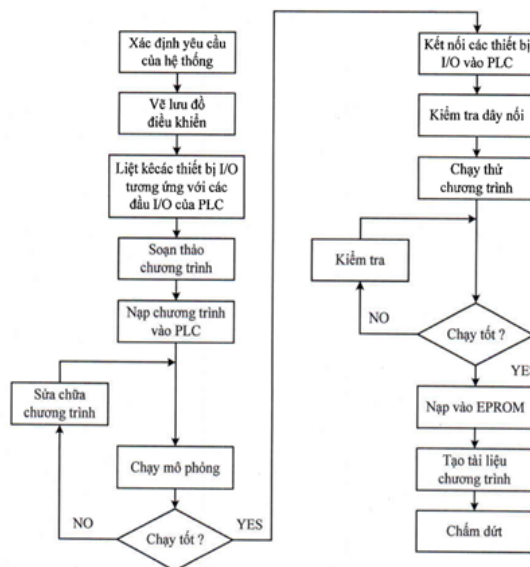
Cụm xe mang sản phẩm được thiết kế để có thể thay thế trong trường hợp kích thước sản phẩm thay đổi hoặc khi gia công những loại sản phẩm khác, nhằm đáp ứng nguyên tắc đa dạng hóa sản phẩm và đáp ứng được yêu cầu khi điều kiện sản xuất hoặc yêu cầu đầu vào thay đổi.

Bộ truyền xích tạo ra quỹ đạo chuyển động theo biên dạng cơ khí được xác định sẵn

thông qua các trục lắp nhông, hệ thống xích ống con lăn và động cơ giảm tốc. Cấu tạo bộ truyền xích gồm các đoạn ray truyền động, trục lắp, then bằng, nhông, vòng bi, đệm, đai ốc.

2.2. Hệ thống điều khiển

Hệ thống hoạt động tự động dựa trên nguyên lý chuyển động tròn lặp lại của bộ truyền nhông xích kết hợp với các chuyển động thẳng lặp lại của cơ cấu sản và định vị, cơ cấu sản 04 điểm đồng thời.



Hình 3. Mô hình hệ thống điều khiển PLC

Hệ thống điều khiển thiết kế sử dụng bộ điều khiển PLC Mitsubishi như trên hình 3, gồm 3 phần chính là tủ điện, các thiết bị đầu vào và đầu ra. Trong đó, tủ điện bao gồm bộ PCL, nguồn, màn hình, hệ thống dây nối đảm bảo tính toán và xuất các tín hiệu đầu ra cho các cơ cấu chấp hành dựa trên các nguồn tín hiệu đầu vào, giúp hệ thống hoạt động tin cậy, ổn định. Thiết bị đầu vào, chẳng hạn như các cảm biến tiệm cận, encoder, nút dừng cung cấp các tín hiệu về phôi, vị trí các cơ cấu làm cơ sở điều khiển cho hệ thống. Các thiết bị đầu

ra, bao gồm đèn báo trạng thái, động cơ, van khí nén... là cơ cấu chấp hành các tín hiệu điều khiển, qua đó thực hiện các chuyển động, chức năng của hệ thống.

3. THỰC NGHIỆM, KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Quy trình thử nghiệm

Hệ thống chế tạo và sử dụng để sản xuất sản phẩm thử nghiệm. Sản phẩm sau đó được đem đi kiểm tra theo các tiêu chuẩn công nghiệp cho sản phẩm tương tự ứng dụng công nghệ thử công trước đây để đánh giá hiệu quả, chất lượng của công nghệ và thiết bị mới sau nguyên công sản. Thân vỏ bên trong sản phẩm sau khi sản xong được thử nghiệm đánh giá theo các yêu cầu kỹ thuật với số lượng đảm bảo tin cậy. Cụ thể, sản phẩm sau khi lắp phải kín, thử độ chênh áp 20 kPa trong 30s đảm bảo không được tụt áp; khi tác dụng một lực dọc trục có trị số từ (2000÷3000) N, phần đầu lõi phải rút ra khỏi thân tin cậy; sơ tốc đầu lõi khi thoát thân đạt 74 ± 4 m/s.

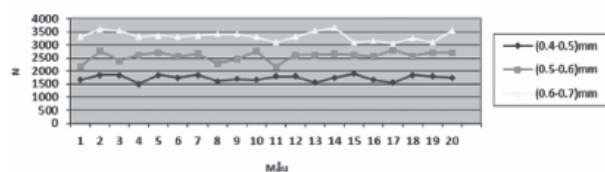
3.2. Kết quả và thảo luận

Sau khi thu được kết quả thử nghiệm, tiến hành phân tích và đánh giá theo các tiêu chí kỹ thuật của sản phẩm:

Ảnh hưởng của chiều sâu vết sản

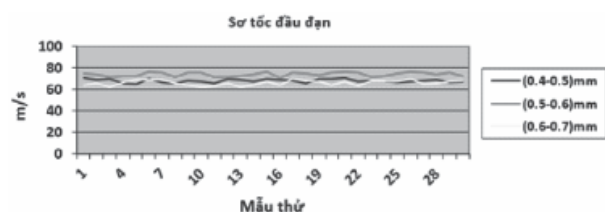
Căn chỉnh thiết bị để vết sản đạt các chiều sâu $0,45 \pm 0,05$ mm; $0,55 \pm 0,05$ mm; $0,65 \pm 0,05$ mm. Với mỗi chiều sâu tương ứng, thử các mục theo điều kiện đặt ra của sản phẩm đã nêu ở trên với 50 mẫu, xử lý số liệu ta được đồ thị mối quan hệ giữa chiều sâu vết sản với lực rút đầu lõi và sơ tốc thoát thân của đầu lõi như sau:





Hình 4. Mối liên hệ giữa lực rút đầu lõi và chiều sâu vết sẩn

Kết quả thu được thể hiện trên hình 4 cho thấy chiều sâu vết sẩn tỷ lệ thuận với lực rút đầu lõi khỏi thân trong và để đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm là đảm bảo lực rút đầu lõi từ (2000÷3000) N, chiều sâu vết sẩn phù hợp từ (0,5-0,6)mm.



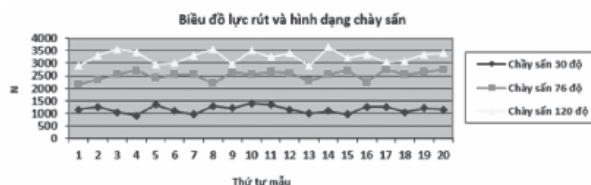
Hình 5. Mối liên hệ giữa sơ tốc đầu đạn khi bắn và chiều sâu vết sẩn

Khảo sát mối liên hệ giữa sơ tốc đầu lõi khi thoát thân và chiều sâu vết sẩn trên hình 5 cho thấy chiều sâu vết sẩn không tỷ lệ thuận với sơ tốc đầu lõi. Chỉ khi sẩn với chiều sâu phù hợp mới đảm bảo sơ tốc đầu lõi khi ra khỏi thân ống là lớn nhất, từ đó đảm bảo được cự ly di chuyển của đầu lõi. Do vậy, có thể thấy rằng trong thực tế sản xuất, việc đảm bảo đồng đều, ổn định chiều sâu vết sẩn là hết sức cần thiết và là một trong những yếu tố quan trọng quyết định đến chất lượng của sản phẩm sau nguyên công sẩn.

Ảnh hưởng của hình dạng vết sẩn

Sử dụng 03 loại chày sẩn với góc côn đầu chày khác nhau lần lượt là: 30°, 76°, 120°; chiều sâu vết sẩn là $0,55 \pm 0,05$ mm. Chất lượng được đánh giá thông qua thử lực rút đầu lõi trên

cơ sở mối liên hệ giữa lực rút đầu lõi và sơ tốc khi ra khỏi thân ống. Với mỗi loại chày sẩn tương ứng, sẩn 20 sản phẩm, sau đó thử 02 mục theo điều kiện đặt ra là thử kín và thử lực rút, xử lý số liệu ta được đồ thị mối quan hệ giữa chiều sâu vết sẩn với lực rút đầu lõi như sau:

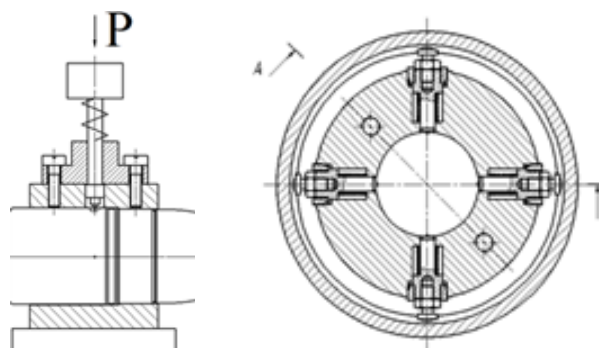


Hình 6. Mối liên hệ giữa lực rút đầu đạn và hình dạng chày sẩn

Kết quả từ đồ thị hình 6 cho thấy góc tạo hình vết sẩn tỷ lệ thuận với lực rút đầu lõi khỏi thân vỏ. Góc tạo hình vết sẩn càng lớn thì lực rút đầu lõi ra khỏi thân vỏ càng lớn.

Tính ổn định của sản phẩm khi sản xuất trên thiết bị

Thử nghiệm sản phẩm với ba phương pháp: sẩn từng điểm, sẩn đồng thời 04 điểm bằng đồ gá thủ công (hình 7) và sẩn trên hệ thống sẩn tự động, thu được kết quả như thể hiện trên bảng 1. Kết quả cho thấy mức độ ổn định của nguyên công sẩn trên các loại thiết bị sản xuất khác nhau (tính trên 01 lô 10.000 sản phẩm):



Hình 7. Đồ gá sẩn 01 điểm (trái) và đồng thời 04 điểm (phải)

Bảng 1. So sánh sự ổn định giữa các phương pháp gia công

TT	Thông số	Phương pháp gia công		
		Sấn 01 điểm	Sấn 04 điểm đồng thời	Sấn trên thiết bị sản tự động
1	Khoảng cách đến mặt định vị: $4,5 \pm 0,2$ mm	$4,35 \div 4,65$ mm (Tỷ lệ nằm ngoài dung sai: 9%)	$4,45 \div 4,6$ mm Đạt yêu cầu chất lượng	$4,45 \div 4,6$ mm Đạt yêu cầu chất lượng
2	Góc 90° (độ cách đều của 04 vết sấn theo chu vi vỏ liều phóng)	$85^\circ \div 93^\circ$ (Vết sấn phân bố không đồng đều)	$89^\circ 40' \div 90^\circ 30'$ (Vết sấn được phân bố đồng đều)	$89^\circ 30' \div 90^\circ 30'$ (Vết sấn được phân bố đồng đều)
3	Chiều sâu vết sấn: $0,5 \div 0,6$ mm	$0,48 \div 0,55$ mm (Tỷ lệ nằm ngoài dung sai: 2%)	$0,47 \div 0,58$ mm (Tỷ lệ nằm ngoài dung sai: 2,5%)	$0,52 \div 0,58$ mm Luôn đạt yêu cầu
4	Số lần phục hồi chày sấn + các chi tiết trong đồ gá tính trên 10.000 sản phẩm	01 lần (10.000 sản phẩm/01 lần phục hồi)	04 lần (2500 sản phẩm /01 lần phục hồi)	0 lần (Thường phục hồi khi chày sấn làm được 100.000 sản phẩm)

Bảng 2. Thống kê tỷ lệ phế phẩm và năng suất giữa các phương pháp gia công

TT	Yêu cầu	Tỷ lệ phế phẩm/năng suất khi sản thủ công	Tỷ lệ phế phẩm/năng suất khi sản trên thiết bị tự động	Ghi chú
1	Độ kín	Tỷ lệ hỏng: 1-2%	Tỷ lệ hỏng: $<0,2\%$	
2	Lực rút đầu lõi ra khỏi vỏ	Tỷ lệ hỏng: 1-2%	Tỷ lệ hỏng: $<0,2\%$	
3	Sơ tốc lõi	Tỷ lệ hỏng: 1-2%	Tỷ lệ hỏng: $<0,2\%$	
4	Năng suất	45s/01 sản phẩm	15s/01 sản phẩm	



Bảng 2 thể hiện tỷ lệ phế phẩm và năng suất sản phẩm theo hai phương pháp thủ công và tự động. Qua bảng số liệu và các khảo sát trên, ta có thể thấy rằng, nguyên công sản sau khi được ứng dụng trên hệ thống sản tự động đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật chính xác hơn và độ ổn định cao hơn nhiều, cũng như giảm chi phí, thời gian gián đoạn sản xuất để phục hồi dụng cụ chi tiết so với các phương pháp sử dụng đồ gá thủ công như trước đây đồng thời nâng cao năng suất, giải phóng sức lao động và nâng cao độ an toàn cho người vận hành.

4. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu cho thấy tự động hóa hoàn toàn nguyên công sản trong sản xuất đã mang lại những kết quả rất tích cực với năng suất tăng lên gấp 3 lần, trong khi tỷ lệ phế phẩm dưới 2%. Điều đó cho thấy giá trị khoa học và thực tiễn của nghiên cứu trong việc đảm bảo chất lượng sản xuất ổn định, tăng năng suất, giải phóng sức lao động của con người, cũng như mở ra nhiều hướng đi mới áp dụng các công nghệ tự động tiên tiến vào trong sản xuất các sản phẩm đặc thù của ngành công nghiệp.

Lời cảm ơn:

Tác giả trân trọng cảm ơn Trường Cơ khí, Đại học Bách Khoa Hà Nội và Tổng công ty Công nghiệp Quốc phòng 29 đã hỗ trợ thời gian và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này. ❖

Ngày nhận bài: **23/5/2023**

Ngày phản biện: **02/6/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. GS, TS. Trần Văn Định; *Tự động hóa sản xuất*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
- [2]. PGS. Hà Văn Vui, TS. Nguyễn Chi Sáng; *Sổ tay thiết kế cơ khí*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
- [3]. Đặng Việt Cương; *Sức bền vật liệu* (tập 1, 2), NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2002.
- [4]. Trịnh Chắt, Lê Văn Uyển; *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí* (tập 1), NXB. Giáo dục, 2006.
- [5]. Trịnh Chắt, Lê Văn Uyển; *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí* (tập 2), NXB. Giáo dục, 2006.
- [6]. Nguyễn Trọng Doanh; *Bài giảng học phần Tự động hóa sản xuất*, Bộ môn Công nghệ Chế tạo máy, Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2020.
- [7]. Nguyễn Trọng Thuận; *Điều khiển logic và ứng dụng*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2000.
- [8]. Nguyễn Doãn Phước, Phan Xuân Minh, Vũ Văn Hà (2000); *Tự động hóa tới Simatic S7-300*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.
- [9]. Tăng Văn Mùi, Nguyễn Tiến Dũng; *Điều khiển logic lập trình PLC*, NXB. Thông kê, 2003.