

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ CHẾ TẠO BÀN CẤP PHÔI TỰ ĐỘNG HAI TRỤC CHO MÁY DẬP

RESEARCH, DESIGN AND MANUFACTURE AN AUTOMATIC TWO-AXIS FEEDER FOR PRESS

Hồ Triết Hưng

Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Tự động hóa quá trình cấp phôi cho các máy dập là một nhu cầu thực tế nhằm nâng cao năng suất, độ chính xác và phức tạp của quá trình dập tấm. Bài báo này trình bày một giải pháp đơn giản, hiệu quả và tin cậy cho việc tự động cấp phôi trên máy dập cơ khí là dùng bàn cấp phôi tự động. Nó có thể cấp phôi theo hai phương X và Y trong mặt phẳng ngang hay còn được gọi là hai trục, vì thế có thể giải quyết được phần lớn các yêu cầu kỹ thuật cho quá trình dập tấm. Một bàn cấp phôi kích thước 0,8 x 1,2m được chế tạo và thực hiện các thực nghiệm. Kết quả thực nghiệm thu được sai số vị trí của các lỗ dập đạt $\pm 0,05\text{mm}$ và tốc độ cấp phôi tối đa đạt 20 mét/phút.

Từ khóa: Bàn cấp phôi 2D; Máy dập tự động; Dập kim loại tấm

ABSTRACT

Automation of feeding process for the press is an actual need to improve productivity, accuracy and complexity of the process of stamping plates. This paper presents a simple solution, efficiency and reliability of automated feeders on mechanical presses that use automatic feeder. It may feeders in two of X and Y in the horizontal plane, also known as two axes, so can solve most of the technical requirements for the stamping plate. A table size 0.8 x 1.2m feeders manufactured and perform experiments. The experimental results obtained position errors of the holes reached $\pm 0,05\text{mm}$ stamping and maximum speed achieved feeders 20 meters/minute.

Keywords: 2D- Feeders, Automatic Stamping Machine, Sheet Metal Stamping.

1. GIỚI THIỆU

Máy dập được phát triển khá lâu đời, lý thuyết về tạo hình và động lực học của máy dập gần như hoàn thiện nên các nghiên cứu hiện nay tập trung vào các phương pháp tối ưu hiệu quả sử dụng cũng như các yếu tố ảnh hưởng

đến năng suất, chất lượng và độ phức tạp của sản phẩm dập [1,2,3,4,5]. Kết quả thu được từ các nghiên cứu này chỉ ra rằng, tốc độ chày dập ảnh hưởng nhiều đến khả năng dập các sản phẩm có độ phức tạp cao. Vật liệu khó dập - khả năng công nghệ của các máy dập cơ khí.

Một số hướng nghiên cứu khác là: Phát triển các cơ cấu tác động mới cho đầu dập bằng cách dùng năng lượng khí nén và điện từ thay cho năng lượng cơ khí và thủy lực truyền thống để truyền động cho chày dập [6,7,8]. Trong các nghiên cứu này, cơ cấu dập dùng lực điện từ [6,7] hoặc khí nén [8] được phát triển cho một số ứng dụng chuyên biệt. Kết quả các nghiên cứu này khá khả quan nhưng chỉ là bước ban đầu và hạn chế lớn nhất của các nghiên cứu này là khả năng mở rộng ứng dụng vào ngành dập tấm do lực dập bị giới hạn.

Bên cạnh đó, một số nghiên cứu gần đây có liên quan đến quá trình cấp phôi tự động cho máy dập cũng cho thấy năng suất và chất lượng của quá trình dập tấm được nâng cao đáng kể [8] và có thể áp dụng cho các lĩnh vực có yêu cầu cao về độ chính xác như gia công mạch in [9]. Tuy nhiên, các nghiên cứu này tập trung phân tích vào các hệ thống có kích thước nhỏ và dùng máy tính nên việc ứng dụng trực tiếp các kết quả này vào môi trường công nghiệp gia công kim loại tấm cần phải qua một số nghiên cứu và thực nghiệm khác gần với điều kiện thực tế hơn [8].

Nghiên cứu cầu nối giữa các kết quả nghiên cứu cơ bản trong phòng thí nghiệm và công nghiệp sản xuất cũng được tiến hành và kết quả ban đầu được công bố trong [10]. Trong nghiên cứu đó, các giải pháp thực tế được đưa ra là: Áp dụng các bộ điều khiển PLC và HMI để điều khiển cấp phôi và điều khiển tốc độ đầu dập để giảm giá thành máy dập khí nén. Tuy nhiên, nghiên cứu này giải quyết cấp phôi cuộn - một trục - trong khi có rất nhiều ứng dụng trong công nghiệp cần phải tự động cấp phôi tấm theo hai trục.

Từ kết quả của các nghiên cứu và thực tiễn có thể nhận kết luận rằng, trong ngành Dập, hai vấn đề cơ bản hiện nay cần giải quyết là: Gia công được các chi tiết có độ phức tạp cao, vật liệu khó dập và đảm bảo năng suất cao. Bài

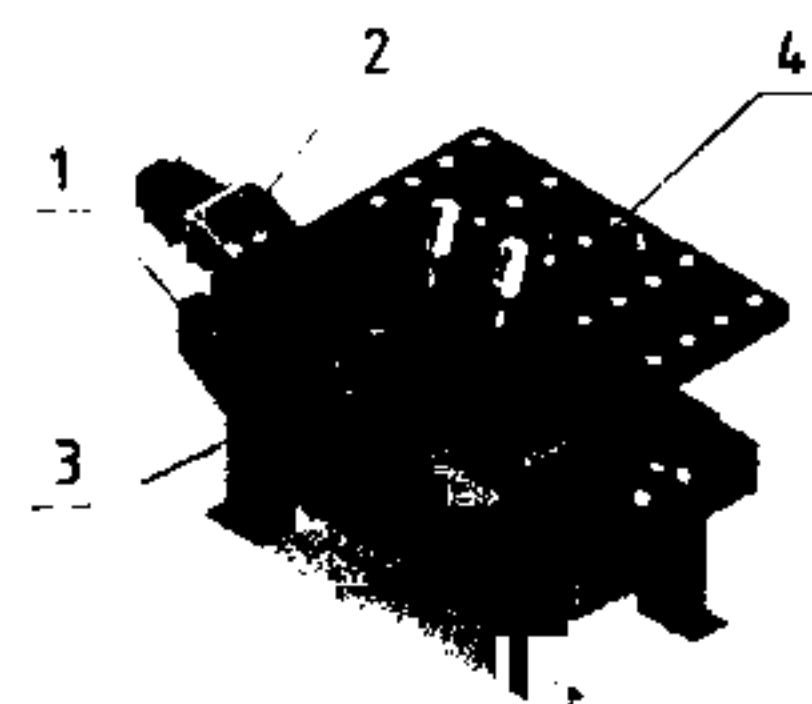
báo này sẽ trình bày các công việc: Thiết kế chế tạo và thực nghiệm đánh giá một bàn cấp phôi tự động hai trục cho một máy dập cơ khí nhằm giải quyết vấn đề năng suất trong ngành Dập.

Nội dung bài báo gồm các phần tiếp theo như sau: Mục 2 mô tả tổng quát về quá trình thiết kế kết cấu cơ khí, mục 3 trình bày cấu trúc và phương án điều khiển bàn cấp phôi, mục 4 thể hiện kết quả thực nghiệm, mục 5 đưa ra đánh giá kết luận và cuối cùng mục 6 chỉ dẫn các tài liệu tham khảo.

2. THIẾT KẾ KẾT CẤU CƠ KHÍ CỦA BÀN CẤP PHÔI HAI TRỤC

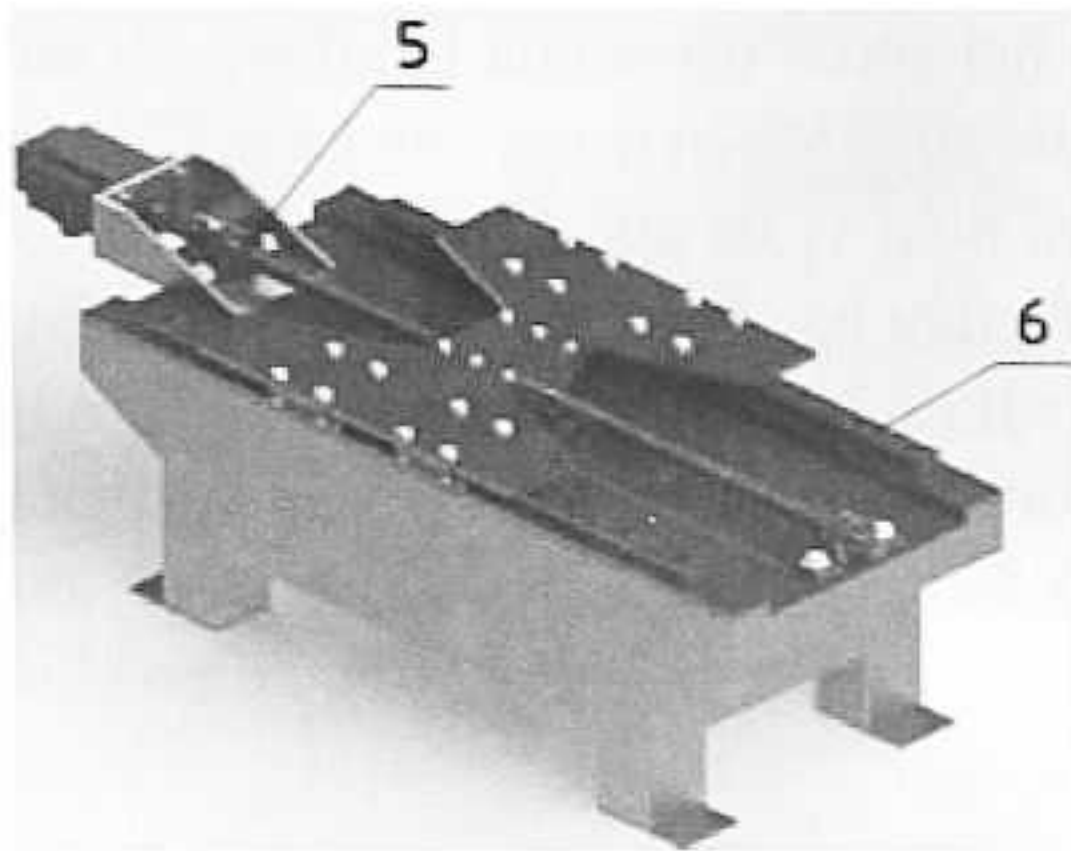
2.1. Kết cấu cơ khí của bàn cấp phôi

Kết cấu cơ khí của bàn cấp phôi được mô tả trong các hình từ hình 1 đến hình 4. Cụ thể, hình 1 cho thấy kết cấu của bàn gồm các bộ phận chính: Khung đỡ (1), hệ thống dẫn động trục X (2), hệ thống dẫn động trục Y (3), thiết bị nâng và kẹp phôi (4). Các hệ thống dẫn động cho hai trục X và Y, kẹp phôi và phôi tấm được đỡ bởi khung (1). Phôi di chuyển theo hai phương X và Y là do hai bộ truyền vít me - Đai ốc bi và được định hướng chính xác nhờ hai hệ thống dẫn động thanh trượt. Hai bộ truyền vít me - Đai ốc bi được nối với hai động cơ AC-Servo thông qua hai khớp nối trục cứng. Phôi tấm được cố định lên hệ dẫn động trục Y nhờ bộ phận kẹp phôi (4) và nó có thể di chuyển theo phương Y dễ dàng trên các bi cầu.



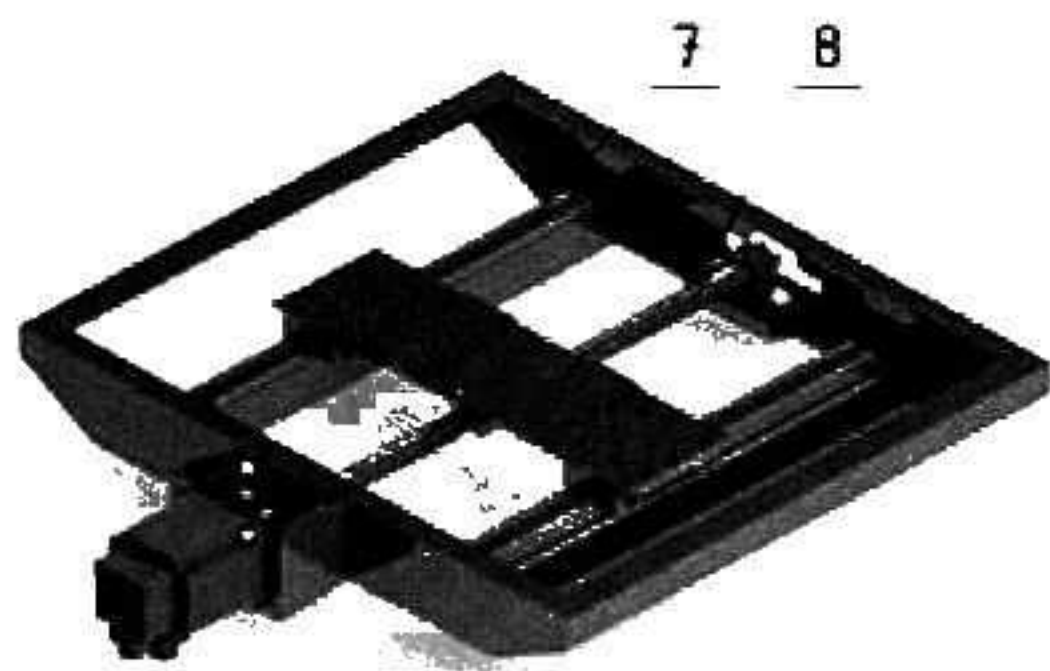
Hình 1. Kết cấu cơ khí của bàn cấp phôi

Hình 2, chỉ ra kết cấu của hệ thống dẫn động trục X, nó giúp hệ thống dẫn động trục Y, phôi và bàn kẹp phôi dịch chuyển chính xác theo phương X của bàn máy thông qua bộ truyền vít me – đai ốc bi (5) và hai thanh dẫn hướng (6). Bước vít me và số sung trên vòng của động cơ servo quyết định khoảng cách dịch chuyển nhỏ nhất của bàn cấp phôi theo phương X.



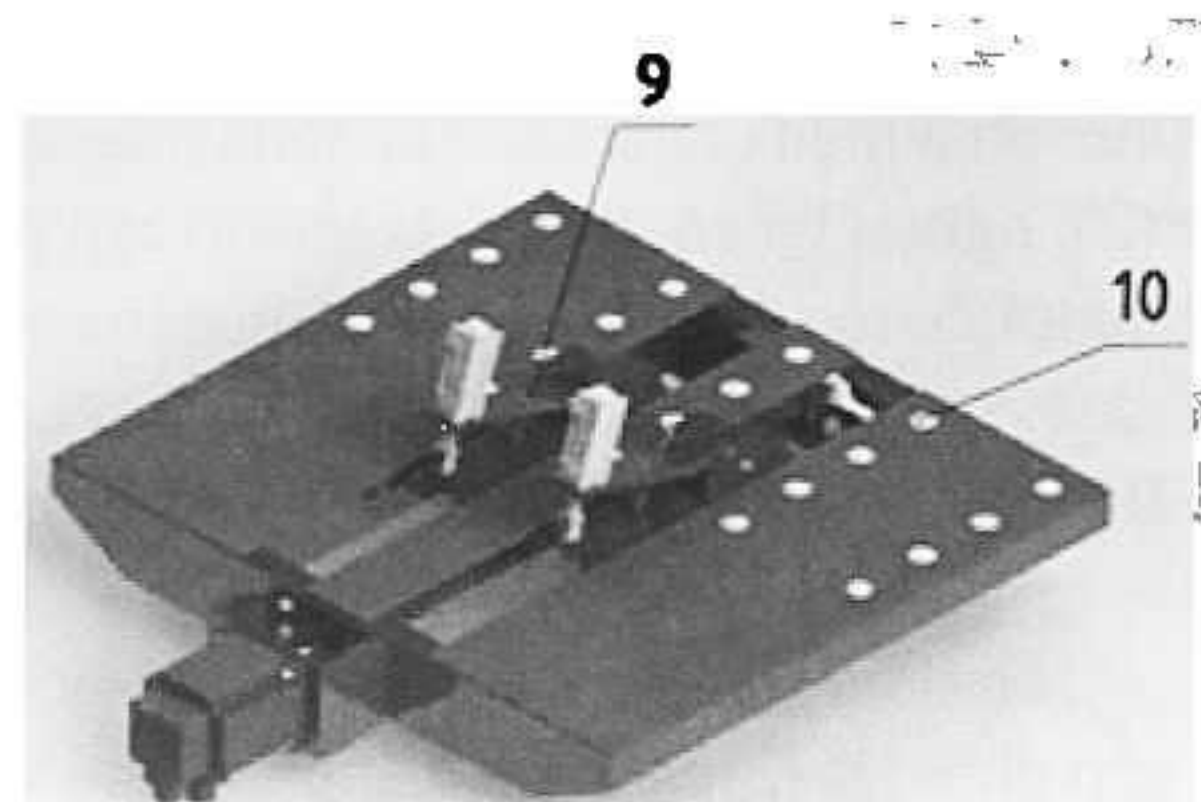
Hình 2. Kết cấu hệ thống dẫn động theo phương X

Hình 3, mô tả kết cấu của hệ thống dẫn động trục Y của bàn cấp phôi. Hệ thống này giúp phôi và bàn kẹp phôi dịch chuyển chính xác theo phương Y của máy. Nhằm đảm bảo đáp ứng nhanh, kích thước vít me và thanh dẫn hướng của hệ thống này cần thiết kế nhỏ hơn so với vít me dẫn động trục X.



Hình 3. Kết cấu hệ thống dẫn động theo phương Y

Hình 4, mô tả chi tiết kết cấu của thiết bị kẹp phôi. Chi tiết này có nhiệm vụ cố định phôi vào hệ dẫn động trục Y và di chuyển cùng với phôi trong suốt quá trình dập.



Hình 4. Thiết bị nâng và kẹp phôi

2.2. Các thông số kỹ thuật cơ bản của bàn cấp phôi

Trong mục này, hai thông số kỹ thuật cơ bản của bàn cấp phôi ảnh hưởng đến năng suất dập được đề cập là: Tốc độ cấp phôi trung bình v [m/phút] và số chu kỳ dập trong một phút CK [chu kỳ/phút].

Tốc độ cấp phôi trung bình được xác định theo công thức (1);

$$v = n \cdot p \quad (1)$$

Trong đó, n [vòng/phút] là tốc độ vòng và p [mm] là bước của vít me dẫn động trên trục X hoặc Y.

Số chu kỳ dập trên phút CK phụ thuộc vào quan hệ giữa tốc độ cấp phôi của bàn và tốc độ vòng của đầu dập, quyết định đến năng suất của máy và được chọn theo công thức (2).

$$CK < \frac{v}{d} \quad (2)$$

Trong đó, d [mm], khoảng cách giữa tâm hai lỗ cần dập.

Các đầu dập cơ khí thông thường thực hiện một lần dập tương ứng với một vòng quay của trục chính. Như vậy, gợi ý xác định thông số này như sau. Nếu tốc độ đầu dập không thay

đòi được và khoảng cách d biết trước thì tốc độ cấp phôi phải hiệu chỉnh sao cho thỏa mãn công thức (2); ngược lại có thể tối đa tốc độ cấp phôi và điều khiển tốc độ đầu dập để tăng năng suất.

2.3. Độ chính xác vị trí của bàn cấp phôi

Hai thông số phản ánh độ chính xác của bàn cấp phôi là: Khoảng dịch chuyển nhỏ nhất và sai số vị trí giữa hai lỗ dập. Trong kết cấu của các hệ thống truyền động trên hai trục X và Y trên bàn cấp phôi, trục vít me được nối trực tiếp vào trục động cơ bằng khớp nối cứng nên khoảng dịch chuyển nhỏ nhất được xác định bằng công thức (3).

$$\Delta x/y = \frac{p}{N} \quad (3)$$

Trong đó, N là số xung trên một vòng của động cơ servo.

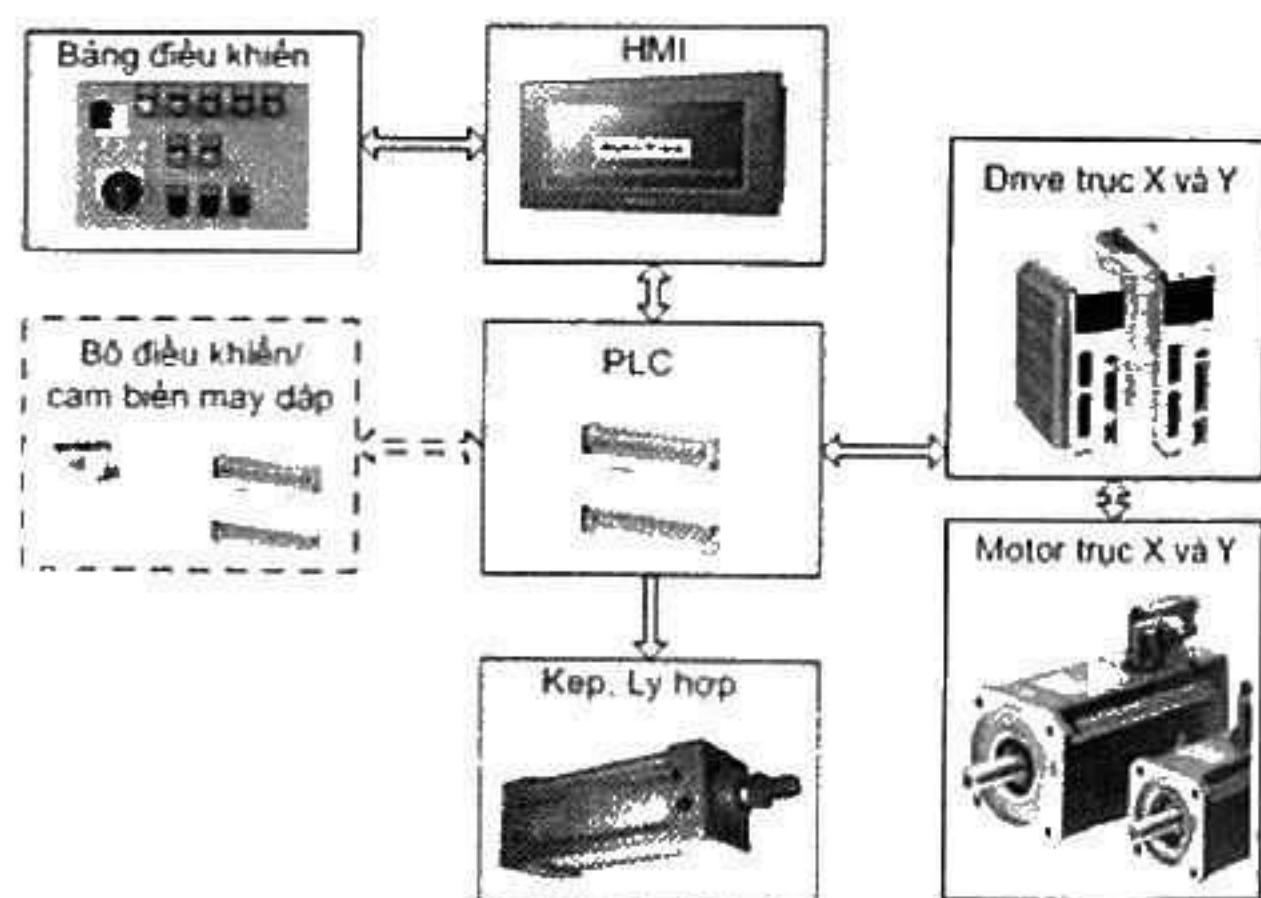
Các yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến sai số vị trí của quá trình cấp phôi bao gồm: Giới hạn số xung trên một vòng của động cơ servo, sai số của vít me và thanh dẫn. Để xác định chính xác sai số này, cần phải đánh giá sai số của: Bộ truyền vít me, thanh dẫn và quá trình gia công lắp đặt chúng. Trong nghiên cứu này, giá trị sai số vị trí của bàn cấp phôi được xác định bằng thực nghiệm.

3. ĐIỀU KHIỂN BÀN CẤP PHÔI

3.1. Cấu trúc hệ thống điều khiển bàn cấp phôi

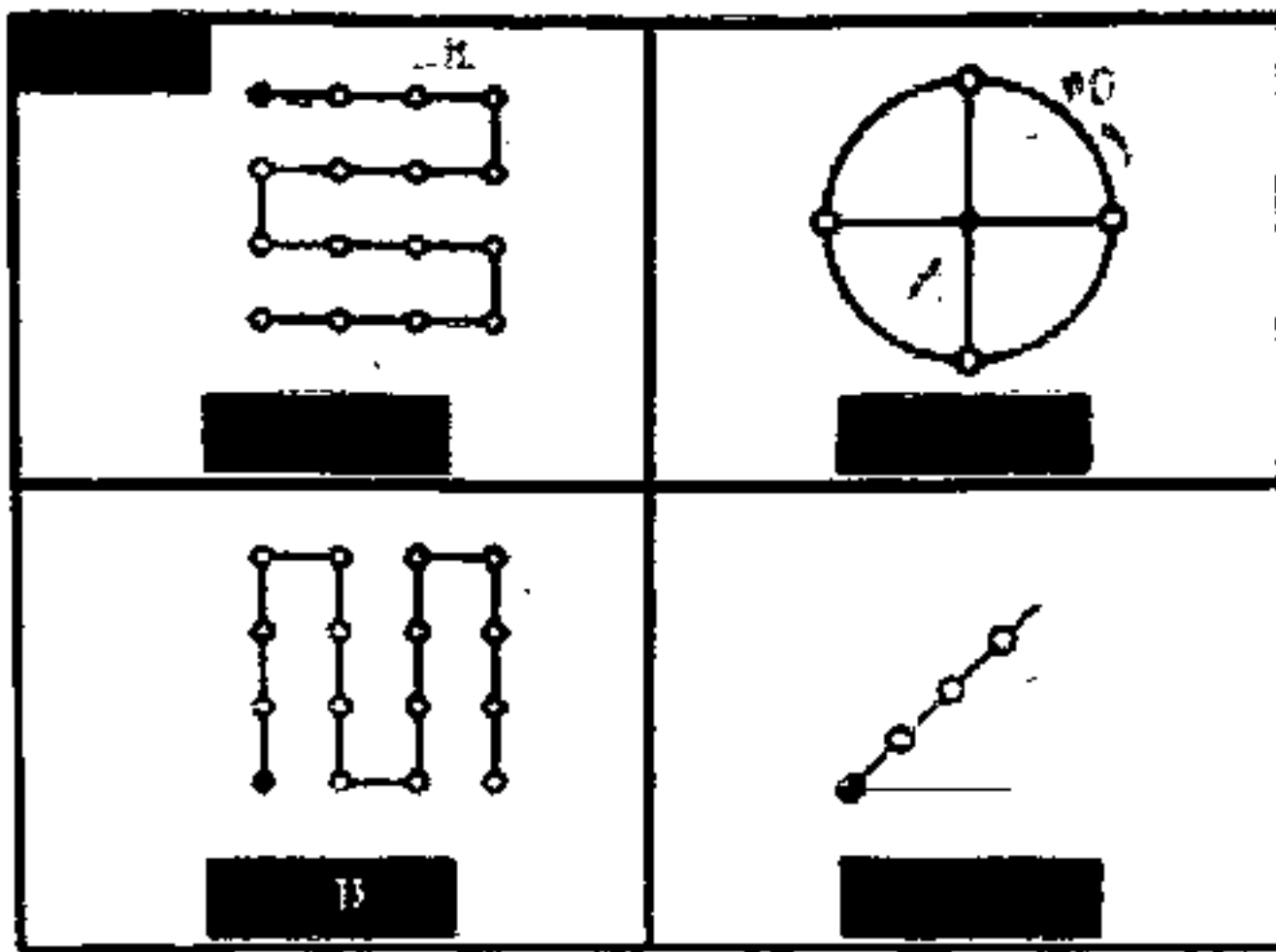
Cấu trúc của hệ thống điều khiển bàn cấp phôi được trình bày như hình 5, bao gồm: Bộ điều khiển trung tâm, màn hình HMI, bảng điều khiển và các servo drive. Trong đó PLC được dùng như bộ điều khiển trung tâm, nó thực hiện các chức năng sau: Giao tiếp với màn hình HMI nhận thông tin từ người vận hành về các thông số của quá trình dập. Thông thường các thông

số kỹ thuật cần phải nhập vào bộ điều khiển bao gồm: Kiểu cấp phôi dập, số lỗ cần dập, khoảng cách các lỗ theo hai phương X và Y. Người vận hành thực hiện các chức năng cơ bản như: Đặt bàn về gốc tọa độ, dập thử, kẹp và nhả phôi, Bằng các nút nhấn trên bảng điều khiển. Sau khi nhận các thông số của người dùng từ HMI hoặc các nút nhấn trên bảng điều khiển, bộ điều khiển sẽ tính toán giá trị cần thiết nhằm điều khiển hai servo drive của hai động cơ servo X và Y. Bộ điều khiển trung tâm còn nhận tín hiệu từ cảm biến vị trí của đầu dập làm cơ sở xuất tín hiệu đến hai động cơ đảm bảo an toàn cũng như xuất tín hiệu điều khiển kẹp phôi và ly hợp từ. Trong trường hợp: Có yêu cầu về điều khiển tốc độ đầu dập thì bộ điều khiển trung tâm cần phải có khả năng giao tiếp với bộ điều khiển tốc độ đầu dập.



Hình 5. Cấu trúc hệ thống điều khiển bàn cấp phôi

Hình 6, trình bày các chế độ hoạt động của bàn cấp phôi gồm bốn chế độ được ký hiệu Mode 1, Mode 2, Mode 3 và Mode 4. Mỗi chế độ sẽ có các thông số đi kèm cụ thể như chế độ Mode 1 các thông số là: Số cột N, số hàng M, khoảng cách hàng C [mm], khoảng cách cột H [mm] và cách thực hiện việc cấp phôi theo từng hàng một.

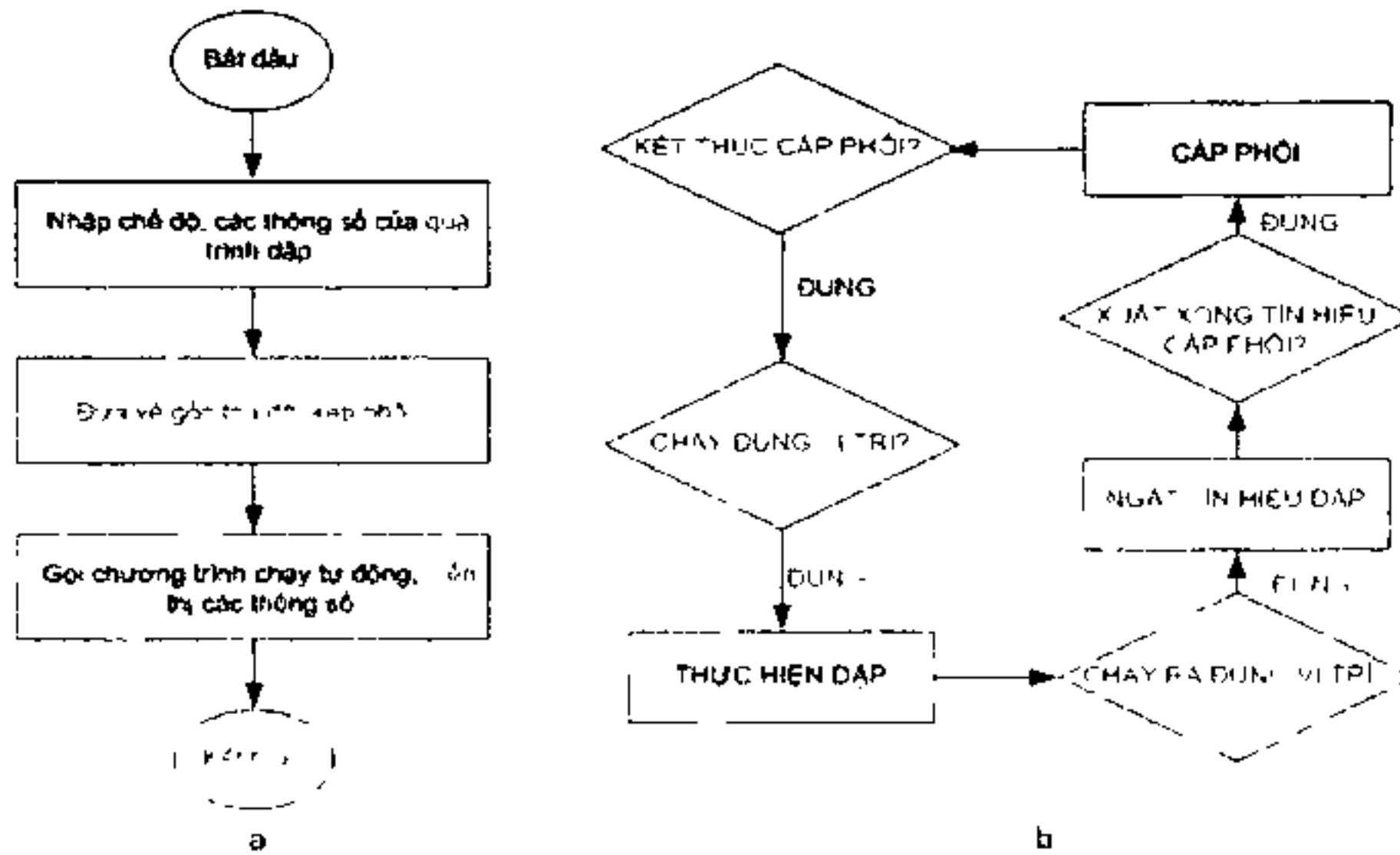


Hình 6. Các chế độ hoạt động của bàn cấp phôi

3.2 . Giải thuật điều khiển

Sơ đồ giải thuật của bàn cấp phôi được

mô tả trong hình 7, hình 7a mô tả quá trình tổng quát, hình 7b mô tả các hoạt động trong một lần: Cấp phôi - dập của máy dập. Bàn cấp phôi có thể về góc tọa độ bằng chế độ jog trên bản điều khiển, phôi có thể được kẹp bằng cách ấn nút trên bảng điều khiển hoặc tự động theo chương trình. Trong một chu trình: Cấp phôi – dập, bàn cấp phôi ở trạng thái chờ tín hiệu vị trí chày dập trên và xuất tín hiệu dịch chuyển bàn cấp phôi theo đúng chương trình đã được lập sẵn. Quá trình cấp phôi phải kết thúc trước khi chày dập vào đúng vị trí dập và chỉ thực hiện cấp phôi khi chày dập đến vị trí an toàn. Sau khi thực hiện xong một chương trình, bàn cấp phôi về vị trí gốc, nhả kẹp phôi và chờ người vận hành ấn nút khởi động lại cho quá trình dập tiếp theo.



Hình 7 Sơ đồ giải thuật điều khiển bàn cấp phôi. a) Sơ đồ các bước điều khiển chung; b) Sơ đồ cho một chu trình cấp phôi - dập của bàn cấp phôi.

4. THỰC NGHIỆM

4.1. Thiết bị thực nghiệm

Hình 8, mô tả một bàn cấp phôi và đầu dập cơ khí được chế tạo phục vụ các hoạt động thực nghiệm. Trong đó, phần cơ khí của bàn cấp phôi được chế tạo như sau: Khung bàn được

chế tạo từ thép tấm dày 6mm trong một kết cấu hàn có kích thước 1200x800mm, các thiết bị dẫn hướng, vít me – đai ốc bi HWIN và thiết bị khí nén SMC. Đầu dập có lực dập 6 tấn, kích thước đầu 500mm, hành trình đầu dập 40mm, 60 chu kỳ dập/phút. Phần điều khiển dùng các thiết bị trong Bảng 1.

Bảng 1. Các thiết bị điều khiển bàn cấp phôi:

TT	Tên	Thông số kỹ thuật
1	Xy lanh tác động kép điều khiển kẹp	Đường kính 45mm, hành trình 15mm
2	Xy lanh tác động kép điều khiển ly hợp	Đường kính 63mm, hành trình 15mm
3	Van khí 5/2	Tác động điện, có lò xo định vị
4	Bộ điều khiển PLC Mitsubishi FX 3U 16-MT và module FX2N-16-EX	8 ngõ ra, 8+16 ngõ vào
5	HMI Mitsubishi GT1050	5.3inches
6	Cảm biến tiệm cận, phát hiện vị trí đầu dập Autonic	ON –OFF, tín hiệu ra NPN
7	Servo drive Mitsubishi điều khiển hai trục	2,2 kW cho trục X và 1,5 kW cho trục Y, Incremental Encoder 5000 xung/vòng

4.2. Kết quả thực nghiệm

Vật liệu được dùng trong thực nghiệm là phôi thép cacbon tấm với kích thước 600x600mm, dài 2mm, đường kính lỗ dập 2mm, dập theo chế độ Mode 1, bao gồm 4 hàng, 10 lỗ trên một hàng, khoảng cách giữa hai lỗ trên hàng là 6 mm, khoảng cách giữa hai hàng là 6mm, tốc độ đầu dập cố định, số chu kỳ 60 chu kỳ/phút.

Hai chỉ tiêu được đánh giá là: Khả năng đáp ứng của bàn cấp phôi và sai số khoảng cách hai lỗ trên phôi dập. Sau các hoạt động thực nghiệm và thu thập dữ liệu, sản phẩm được minh họa trong hình 8. Kết quả đánh giá sơ bộ là máy dập thực hiện đúng theo yêu cầu của Mode 1 và sai số khoảng cách hai lỗ liên tiếp đạt $\pm 0,05\text{mm}$.



Hình 8 Máy dập và sản phẩm dập tấm

5. KẾT LUẬN ĐÁNH GIÁ

Nghiên cứu đã đề xuất một phương án giải quyết vấn đề kinh tế - kỹ thuật trong ngành Dập tấm trong nước hiện nay là đáp ứng được các yêu cầu: Giá đầu tư không cao, năng suất và chất lượng cao. Giải pháp được đưa ra là: Thiết kế kết cấu máy dạng module và chế tạo hoàn toàn trong nước. Đến nay, nghiên cứu này đã giải quyết được vấn đề cơ bản về cấp phôi bao tự động bao gồm: Chính xác, nhanh và tin cậy. Kết quả thực nghiệm phù hợp với các nhận định ban đầu và sai số vị trí chấp nhận được.

Ngoài ra, đây còn là bước đầu tiên nghiên cứu chuyên sâu về công nghệ và thiết bị dập tấm, làm tiền đề tiến tới làm chủ khâu thiết kế, chế tạo thiết bị và sản phẩm dập có giá trị cao đó là vấn đề mà hiện nay các doanh nghiệp và những người làm nghiên cứu trong nước vẫn còn bỏ ngỏ. ❖

Ngày nhận bài: 05/10/2016

Ngày phản biện 16/11/2016

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Giuseppe Sala, *A numerical and experimental approach to optimise sheet stamping technologies: part II - aluminium alloys rubber-forming*, Materials & Design Volume 22, Issue 4, June 2001, Pages 299–315.
- [2]. H.T. Loh, A.Y.C. Nee, N.F. Choong, *A PC-based software package for automated punch-selection and tool-path generation for a CNC nibbling machine*, Journal of Materials Processing Technology Volume 23, Issue 2, October 1990, Pages 107–119.
- [3]. Pusit Mitsomwang, Shigeru Nagasawa, *Effect of Mechanical Conditions on Cutting Characteristics of Polycarbonate Sheet Subjected to Straight Punch/Die Shearing*, Procedia Engineering, Volume 81, 2014, Pages 1145–1150.
- [4]. Maziar Ramezani, Zaidi Mohd Ripin, Roslan Ahmad, *Sheet metal forming with the aid of flexible punch, numerical approach and experimental validation*, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Volume 3, Issue 3, 2010, Pages 196–203.
- [5]. Georgy M. Makaryants, Andrey B. Prokofiev, Evgeny V. Shakhmatov, *Vibroacoustics Analysis of Punching Machine Hydraulic Piping*, Procedia Engineering 106 (2015) 17 – 26.
- [6]. Satalkar A. B.1, Shah M. R.2, Thoke A. M.3, Sul A. J.4, Prof. Gadge R. R.5, Prof. Bhane A. B. “*Novel Design and Model of Punching Machine Driven By Electromagnetic Actuator*” AMAE Int. J. on Manufacturing and Material Science, Vol. 01, No. 02, November 2011.
- [7]. Satalkar A. B., Shah M. R., Thoke A. M., Sul A. J., Gadge R. R., Bhane A. B , *Design & Fabrication of Electromagnetic Punching Machine for Industrial Application*, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Volume 5, Issue 4, April 2015.
- [8]. Aditya Polapragada, Sri Varsha, *Pneumatic Auto Feed Punching and Riveting Machine*, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 1 Issue 7, September – 2012, ISSN: 2278-0181.
- [9]. Dibin Zhou, Qihui Wang, Bin Hu, Ping Xu and Yong Huang, *Coordinate Calibration and Automatic Punch Design of Flexible Printed Circuit*, IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 5, No 1, September 2012.
- [10]. Arun, Sree Rajendra and Vijayavithal Bongale, *Automatic Punching Machine. A Low Cost Approach*, International Journal of Advanced Mechanical Engineering. ISSN 2250-3234 Volume 4, Number 5 (2014), pp. 509-517.