

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ HỆ THỐNG GÁ VÀ XOAY PHÔI TỰ ĐỘNG CHO MÁY TARO REN

RESEARCH ON DESIGN OF AUTOMATIC FIXTURE AND ROTATION SYSTEM FOR THREAD TAPPING MACHINE

Phùng Trí Công, Nguyễn Hoài Nam

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Bài báo tập trung nghiên cứu, thiết kế hệ thống gá và xoay phôi tự động cho máy gia công ren bằng phương pháp taro dạng bàn. Nội dung chính của bài báo bao gồm tính toán thiết kế bộ truyền chuyển động xoay cho phôi, các cơ cấu kẹp, cơ cấu lựa lỗ cho máy tạo ren. Bên cạnh đó, bài báo trình bày cách tính toán lựa chọn các khí cụ điện, các thiết bị điện-khí nén cho hệ thống, và lựa chọn thiết bị điều khiển. Một giao diện điều khiển thiết bị được xây dựng dựa trên một bộ điều khiển khả trình (PLC). Những tính toán trên được kiểm chứng bằng các phần mềm mô phỏng cho thấy hệ thống có thể đáp ứng được yêu cầu đặt ra.

Từ khóa: Máy taro; Hệ thống xoay phôi; Gá phôi; Bộ điều khiển; Tự động.

ABSTRACT

The article focuses on the research and design of an automatic workpiece clamping and rotating system for a table-type thread tapping machine. The main content of the article includes the calculation and designing of the rotating motion transmission for the workpiece, the clamping mechanisms, and the hole selection mechanism for the tapping machine. In addition, the article presents the calculation and selection of electrical tools, electro-pneumatic devices for the system, and the selection of control devices. A device control interface is built based on a PLC controller. The above calculations are verified by simulation software, showing that the system can meet the requirements.

Keywords: Tapping machine; Workpiece rotation system; Workpiece holder; Controller; Automatic. 

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, tự động hóa trong sản xuất và gia công cơ khí đang được áp dụng ngày một rộng rãi hơn. Tự động hóa thường được áp dụng cho các công đoạn gia công đơn giản lặp lại liên tục. Trong đó, gia công ren là một công đoạn gia công tương đối đơn giản và không cần quá nhiều kỹ năng phức tạp. Chính vì vậy, tự động hóa áp dụng trong gia công ren ngày một nhiều hơn. Tự động hóa trong gia công ren giúp giảm thời gian, chi phí cũng như nhân công để làm ra sản phẩm. Ngoài ra, tự động hóa còn giúp tăng năng suất, tăng độ chính xác hơn so với các phương pháp gia công ren truyền thống.

Taro là quá trình cắt ren trên bề mặt bên trong lỗ đã được khoan bằng dụng cụ cắt gọi là mũi taro. Mũi taro là công cụ cắt, tạo hình có dạng hình trụ và có ren trên bề mặt ngoài của nó. Ren này phù hợp với hình dạng ren mà ta mong muốn tạo ra bên trong lỗ đã khoan. Ren trên mặt ngoài của mũi taro có các cạnh sắc, khi xoay mũi taro vào trong lỗ khoan thì các cạnh sắc này sẽ cắt gọt kim loại và tạo ra hình dạng ren mong muốn [1].

Hiện nay, các máy taro tự động đang ngày càng được sử dụng rộng rãi so với các thiết bị taro thủ công vì có năng suất và độ chính xác cao. Trên thị trường hiện nay, có hai loại máy taro phổ biến là máy taro chuyên dụng dạng cần và máy taro tự động dạng bàn. Đối với máy taro dạng bàn thì lại chia ra hai dòng chính là máy taro tự động kiểu bánh răng và máy taro tự động kiểu vít me. Hình 1 thể hiện một máy taro tự động dạng bàn kiểu bánh răng.



Hình 1. Máy taro tự động Unifast T-6516 M16 [2].

Hiện tại, công việc taro ren được thực hiện chủ yếu theo dạng bán tự động. Người công nhân sẽ đặt phôi cần taro ren lên gá gá, sau đó điều chỉnh phôi đến vị trí cần taro lỗ. Kế tiếp, người công nhân điều khiển máy taro chạy xuống để taro lỗ cần gia công. Sau khi taro xong thì người công nhân điều khiển máy chạy lên và xoay phôi đến vị trí gia công kế tiếp. Công việc cứ thế tiếp tục. Nhằm mục đích tăng năng suất thì việc tự động hóa quá trình taro ren là rất quan trọng. Tùy theo kích thước và độ phức tạp của phôi cần taro mà hệ thống máy taro tự động sẽ được thiết kế khác nhau. Nhưng nhìn chung thì đều cần có các bộ phận là máy taro, cơ cấu gá/kẹp phôi, cơ cấu xoay phôi. Ngoài ra, đối với các loại phôi có kích thước nhỏ và đơn giản thì còn có thêm hệ thống cấp phôi tự động gồm phễu chứa phôi và băng dẫn phôi. Đối với loại phôi có nhiều lỗ cần taro trong cùng một lần thì cần có thêm cơ cấu định vị lỗ taro để đảm bảo taro liên tục và chính xác.

Một số nhóm nghiên cứu đã tìm hiểu và đề xuất các phương án tự động cho quá trình taro ren. Nhóm nghiên cứu của tác giả Istardi đã thiết kế một hệ thống tự động hoàn toàn cho việc taro ren dựa trên một máy taro ren bán tự động của hãng Brother Hitap BT-61 [3]. Hệ thống này có khả năng tự cấp phôi, gá kẹp phôi, thực hiện taro ren và lấy phôi ra. Nhóm nghiên cứu của tác giả Patel đã tiến hành tổng hợp các

kết quả nghiên cứu về các thông số ảnh hưởng đến quá trình taro ren [4]. Trong đó, các hướng nghiên cứu có thể kể đến là giảm lực dọc trục trong quá trình taro, hình dáng của ren được taro, momen cũng như dao động tạo ra trong quá trình taro, vấn đề ma sát trong quá trình taro ren, tổng hợp các sai số trong quá trình taro ren, v.v... Nhóm nghiên cứu của tác giả Mali trình bày kết quả tổng hợp các nghiên cứu về máy taro ren sử dụng nguồn tác động là khí nén [5]. Máy taro ren nguồn khí nén khắc phục được các nhược điểm của máy taro ren truyền thống bằng tay như chất lượng bề mặt ren kém, tốn thời gian gia công, gãy đầu gia công ren, v.v... Nhóm nghiên cứu của tác giả Val trình bày phương pháp sử dụng biểu đồ thống kê đa biến để chẩn đoán chất lượng của ren thông qua giá trị momen đo được từ trục chính của máy [6, 7]. Phương pháp này được sử dụng để phát hiện và tránh khuyết tật của ren khi gia công. Nhóm nghiên cứu của tác giả Lin đề xuất phương pháp kiểm tra trực quan các đặc điểm bên ngoài của mũi taro xem đã đến lúc thay thế hay mài lại hay không [8]. Bằng cách kiểm tra mặt bên của mũi taro, độ mòn của mũi taro có thể được xác định.

Ở trong nước không có nhiều nhóm nghiên cứu về máy taro ren tự động. Nhóm nghiên cứu của tác giả Phạm Văn Toàn đã thiết kế và chế tạo một hệ máy tạo ren chuyên biệt có mức tự động cao trong tất cả các khâu cấp phôi, kẹp phôi, tạo ren và làm sạch, lấy sản phẩm ra [9]. Cơ cấu kẹp mũi taro có khớp nối mềm để tự lựa mũi taro và tự dẫn hướng đồng tâm với tâm lỗ cần gia công ren.

Tuy nhiên, vẫn chưa có nhiều nghiên cứu và sản phẩm phục vụ cho việc tự động hoàn toàn quá trình taro ren. Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu tập trung vào việc thiết kế một hệ thống hỗ trợ việc gá và xoay phôi tự

động cho quá trình taro ren các chi tiết tròn có nhiều lỗ, thông số cụ thể của phôi cần gia công được thể hiện trong mục 2. Mục 2 cũng trình bày vật liệu và phương pháp nghiên cứu của bài báo bao gồm các phương án thiết kế cơ khí, phương án thiết kế hệ thống điện và bộ điều khiển của hệ thống gá và xoay phôi tự động. Mục 3 trình bày về kết quả thiết kế tính toán cơ khí, kết quả thiết kế hệ thống điện và điều khiển, và giải thuật điều khiển hệ thống gá và xoay phôi tự động. Mục 4 trình bày kết luận của bài báo.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Yêu cầu thiết kế

Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu sẽ tính toán và thiết kế hệ thống gá và xoay phôi tự động cho máy taro ren dạng bàn. Máy được lựa chọn là máy taro tự động Jarhon JT6532 của Đài Loan với một số thông số sau: kích thước lỗ có thể taro M10~M32, hành trình trục chính là 65mm, bàn làm việc có kích thước 340x380mm. Đối tượng phôi cần gia công của máy taro là mặt bích sử dụng trong cọc bê tông ly tâm dự ứng lực. Theo TCVN7888:2014, phôi mặt bích có các thông số như sau: đường kính ngoài 300mm, đường kính trong 180mm, gồm 6 lỗ khoan đường kính 24mm, độ dày phôi 12mm, đường kính đường tròn đi qua tâm của 6 lỗ 240mm.

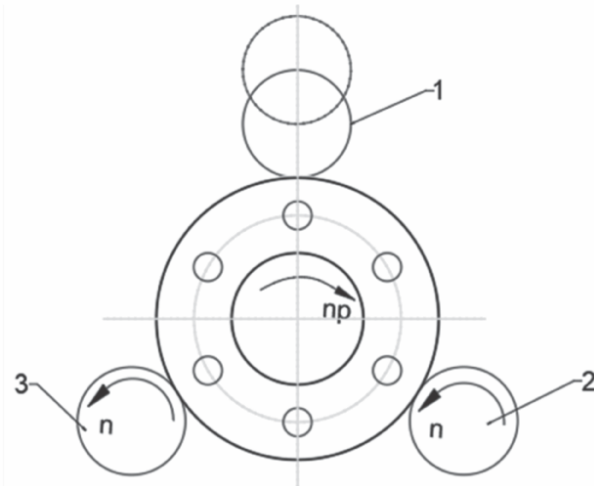
Hệ thống gá và xoay phôi tự động sẽ hỗ trợ máy taro ren trong suốt quá trình taro 6 lỗ của phôi. Đầu tiên, phôi được đặt vào đồ gá, không cần điều chỉnh tâm của các lỗ phôi cho chính xác với vị trí taro. Hệ thống sẽ tự động kẹp để định vị phôi, sau đó xoay phôi và tự động xác định vị trí lỗ cần taro. Kế tiếp, khi đã xác định được lỗ cần taro, hệ thống sẽ tự động

kẹp chặt phôi để giữ phôi không bị xoay trong quá trình taro. Khi đã kẹp xong trục máy taro sẽ tự động đi xuống taro, sau khi đi hết hành trình taro thì tự rút về. Sau khi taro xong hệ thống kẹp nhả ra, phôi tiếp tục được xoay đến vị trí lỗ tiếp theo và tiếp tục quá trình taro như cho lỗ đầu tiên. Đến khi taro đủ 6 lỗ thì hệ thống máy taro dừng lại. Phôi được đưa ra khỏi cơ cấu gá.

2.2. Phương án thiết kế phần cơ khí hệ thống gá và xoay phôi

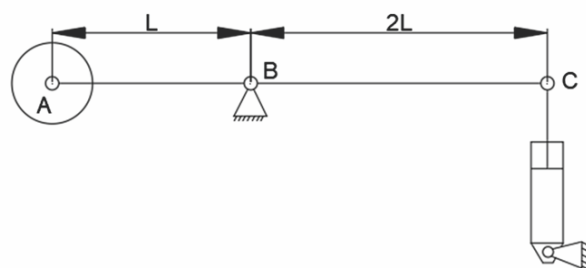
Cơ cấu định vị và xoay phôi đóng vai trò quan trọng trong hệ thống taro ren tự động. Trong mục này sẽ trình bày phương án thiết kế cơ khí hệ thống gá và xoay phôi tự động cho máy taro ren gồm các bộ phận sau: cơ cấu định vị và xoay phôi mặt bích dùng 3 con lăn, cơ cấu kẹp định vị thông qua con lăn, cơ cấu kẹp tại vị trí taro và cơ cấu lựa lỗ taro. Một trong những phương pháp được sử dụng phổ biến cho các hệ thống gá và xoay phôi tự động là phương án sử dụng bàn xoay chia độ kết hợp với mâm cặp 3 chấu. Tuy nhiên, phương án này cần có người công nhân thực hiện chính xác việc gá phôi lúc ban đầu sao cho lỗ taro ở đúng vị trí cần taro. Vì thế, phương án này khó kết hợp trong một hệ thống tự động. Ngoài ra, việc gá đặt các phôi kích thước lớn cần mâm cặp loại lớn dẫn đến giá thành tăng đáng kể.

Trong nghiên cứu này, phương án được đề xuất là cơ cấu định vị và xoay phôi mặt bích sử dụng 3 con lăn, được thể hiện trong Hình 2. Đối với cơ cấu này thì hai con lăn bên trong (ký hiệu số 2 và 3) cố định và là hai con lăn chủ động truyền chuyển động xoay cho phôi nhờ lực ma sát giữa phôi và con lăn. Con lăn bên ngoài (số 1) là con lăn bị động sẽ được đẩy ra, đẩy vô để kẹp và định vị phôi. Cơ cấu này kết hợp thêm các phiên tỷ ở phía dưới phôi để tạo mặt định vị bên dưới khi kẹp phôi.



Hình 2. Sơ đồ biểu diễn vị trí của 3 con lăn so với phôi.

Cơ cấu kẹp định vị thông qua con lăn dùng để đẩy con lăn số 1 ra hoặc vào tiếp xúc với phôi. Mục đích chính là để định vị phôi còn kẹp chặt chỉ là phụ nên lực kẹp cần thiết sẽ chọn không quá lớn. Nhóm lựa chọn sử dụng cơ cấu kẹp dùng chi tiết càng kết hợp với xi lanh khí nén, thể hiện trong Hình 3. Chi tiết dạng càng hay còn gọi là cần được dùng để biến đổi chuyển động tịnh tiến thành chuyển động xoay hoặc được dùng để nâng tải. Nó được thiết kế để xoay quanh 1 chốt hay trục cố định hai đầu càng có thể thiết kế thêm khớp khuỷu đơn hoặc đôi để kết nối với các chi tiết khác. Chiều dài cánh tay đòn của càng được thiết kế thích hợp để có thể tối ưu được về mặt lực.



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu kẹp dùng chi tiết càng kết hợp với xy lanh khí nén.

Cơ cấu kẹp tại vị trí taro được lựa chọn là dạng kẹp tích hợp sẵn trên các xy lanh khí nén. Về đầu cần kẹp, nhóm có thể yêu cầu bên sản xuất tùy chỉnh lại theo yêu cầu sao cho thích hợp với phương án kẹp đã thiết kế. Xy lanh kẹp khí nén có thể tạo ra lực kẹp từ vài kN đến chục nghìn kN tùy vào kích cỡ. Dòng này được sử dụng phổ biến trong các hệ thống tự động, do có thể điều khiển kẹp thông qua một bộ điều khiển khả trình (PLC), với thời gian trễ rất thấp và có thể điều chỉnh được.

Cơ cấu lựa lỗ taro mục đích để đảm bảo xác định được vị trí lỗ cần taro trùng với tâm mũi taro gắn trên máy. Từ đó giảm sai số, giảm được bước gá đặt chính xác ban đầu. Cơ cấu được đề xuất là cơ cấu sử dụng chốt côn tùy động. Đây là cơ cấu thường dùng trong gá định vị phôi. Ở đây, nhóm đề xuất ứng dụng để lựa lỗ cần taro. Giả sử khi phôi chưa ở đúng vị trí taro, người dùng đẩy chốt côn lên ép vào phôi, sau đó xoay phôi cho đầu chốt côn gài vào lỗ cần taro và giữ phôi lại tại vị trí đúng. Chốt côn này cần kết hợp với hệ thống xoay phôi thích hợp để không làm gãy đầu chốt côn. Lực nén của chốt côn hoàn toàn có thể điều chỉnh được bằng cách tăng lực nén ban đầu của lò xo bên trong chốt.

2.3. Phương án thiết kế phần điện khí nén và bộ điều khiển

Trong mục này sẽ trình bày phương án thiết kế phần điện khí nén và điều khiển cho hệ thống gá và xoay phôi tự động, gồm hai phần chính là cảm biến giới hạn hành trình của xy lanh và bộ điều khiển của hệ thống.

Đối với các xy lanh khí nén thường sẽ có tích hợp sẵn các cảm biến tiệm cận để giới hạn hành trình, các cảm biến này còn được gọi là auto-switch. Đối với các xy lanh có tích hợp

sẵn auto-switch thì bên trong piston của xy lanh có gắn một vòng nam châm, do đó các cảm biến tiệm cận từ hay còn gọi là auto-switch sẽ có tín hiệu mỗi khi xy lanh đi hết hành trình. Nhóm đề xuất sử dụng các xy lanh khí nén có tích hợp sẵn cảm biến tiệm cận để giới hạn hành trình.

Về bộ điều khiển, nhóm sử dụng một bộ điều khiển khả trình (PLC) để điều khiển toàn bộ hệ thống. Khác với các bộ điều khiển thông thường chỉ có một thuật toán điều khiển nhất định, PLC có khả năng thay đổi thuật toán điều khiển, tùy biến do người sử dụng viết thông qua một ngôn ngữ lập trình. Do vậy, nó cho phép thực hiện linh hoạt tất cả các bài toán điều khiển. Ngoài ra, mạch điện gọn nhẹ, dễ dàng trong việc bảo quản và sửa chữa. Cấu trúc dạng module, cho phép dễ dàng thay thế, mở rộng đầu vào/ra, mở rộng chức năng khác. Khả năng chống nhiễu tốt, làm việc tin cậy trong môi trường công nghiệp.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong mục này, bài báo trình bày các kết quả sau: Kết quả thiết kế và tính toán phần cơ khí, kết quả thiết kế hệ thống điện khí nén và điều khiển, và giải thuật điều khiển hệ thống gá và xoay phôi tự động cho máy taro.

3.1. Kết quả tính toán và thiết kế phần cơ khí của hệ thống

Trong mục này trình bày các kết quả thiết kế và tính toán cơ khí của hệ thống gá và xoay phôi tự động, bao gồm các kết quả sau: Tính toán lực kẹp trên hệ thống gá, thiết kế chi tiết cang (lever) trong cơ cấu kẹp định vị, tính toán thiết kế bộ truyền chuyển động xoay cho phôi, tính toán thiết kế cơ cấu lựa lỗ taro. Mục tiêu đặt ra là taro cho phôi mặt bích đường

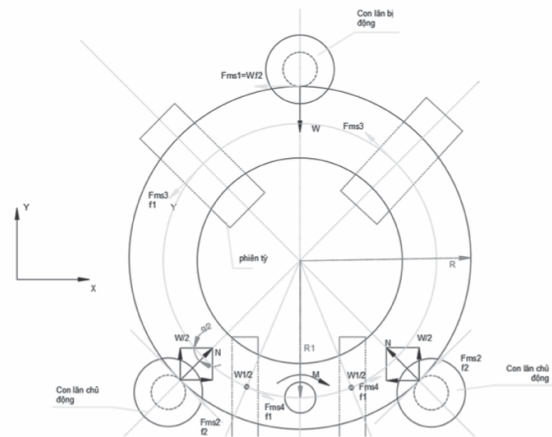
kính Ø300mm, có 6 lỗ khoan Ø24mm. Taro ren M27x3, thời gian taro đặt ra là khoảng 1 phút cho một sản phẩm.

3.1.1. Tính toán lực kẹp trên hệ thống gá

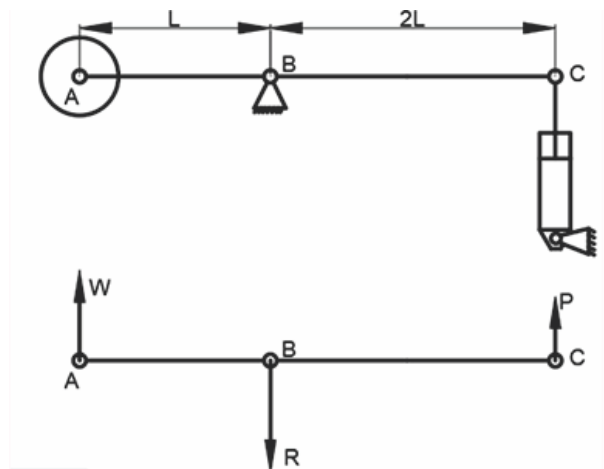
Để tính toán lực kẹp trên hệ thống gá cần xác định vận tốc cắt, lượng ăn dao của máy và moment cắt khi taro lỗ M27. Vận tốc cho phép khi sử dụng mũi taro xoắn, vật liệu phôi là thép SS400 là từ 8-15m/min. Chọn tốc độ trục chính của máy taro là 150 rpm, và từ công thức tính vận tốc trục chính [10, 11], nhóm tính được vận tốc cắt là 13 m/min, từ đó tính được lượng ăn dao của máy là 450mm/min. Momen cắt ước tính khoảng 52 Nm [12]. Có hai vị trí kẹp phôi, gồm vị trí do cơ cấu càng để kẹp phôi và vị trí do cơ cấu con lăn kẹp phôi. Gọi lực kẹp phôi do con lăn là W , lực kẹp phôi do cơ cấu càng là $W1$ thì sơ đồ phân tích lực được biểu diễn trong Hình 4. Từ đó, ta tìm ra mối liên hệ giữa W và $W1$, và nếu chọn $W = 300N$ thì $W1 = 1930N$.

3.1.2. Thiết kế chi tiết càng cho cơ cấu kẹp định vị

Cơ cấu càng có sơ đồ nguyên lý như Hình 5. Theo sơ đồ nguyên lý trên, ta có phản lực R là tổng của lực đẩy của xy lanh P và lực tác động hay lực kẹp của con lăn W . Do đó, R được tính khoảng 450N. Ta sử dụng thêm một ống lót trục có độ dày 3mm bằng đồng phốt pho để ép vào lỗ chốt tại B. Việc này sẽ giúp gia tăng tuổi thọ của chi tiết càng. Khi mài mòn xảy ra, ta chỉ cần tháo ống lót và thay ống lót mới. Đường kính trong của gối tựa (boss at fulcrum) tại chốt B là 16mm. Đường kính ngoài của gối tựa tại chốt tựa B là 32mm. Thiết kế tương tự cho khớp khủy đôi và chốt tại A và C. Độ dày của càng được lựa chọn là 7mm và chiều rộng của càng là 20mm.



Hình 4. Sơ đồ phân tích lực tác động lên phôi khi phôi đang được taro.



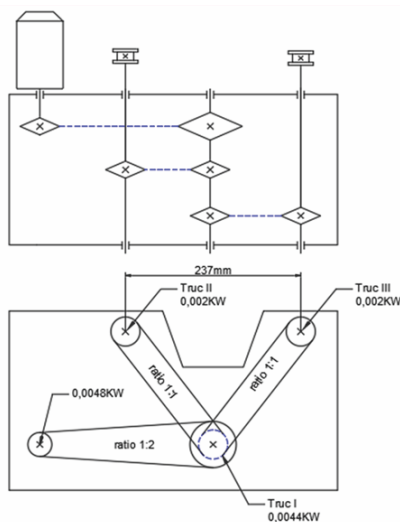
Hình 5. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu càng.

3.1.3. Tính toán thiết kế bộ truyền chuyển động xoay cho phôi

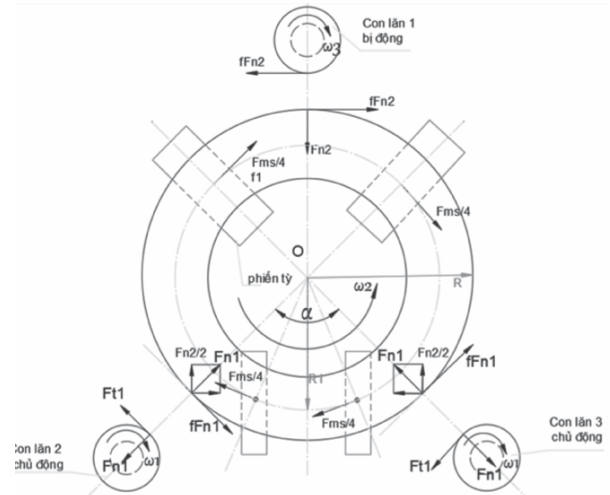
Để truyền chuyển động xoay cho 2 con lăn chủ động, nhóm đề xuất phương án sử dụng bộ truyền xích như trong Hình 6. Công suất từ trục động cơ sẽ được truyền đến trục trung gian I qua một bộ truyền xích tỉ lệ 1:2. Trục trung gian I sẽ truyền chuyển động xoay cho 2 trục của con lăn II và III thông qua 2 bộ truyền xích tỉ lệ 1:1. Để thiết kế và tính toán các bộ truyền xích này cần xác định vận tốc và moment tại trục gắn con lăn.

Đầu tiên, nhóm tiến hành xác định vận tốc tại trục con lăn. Ta có năng suất đặt ra ở đầu bài là khoảng 1 sản phẩm trong 1 phút. Thời gian taro cho mỗi lỗ là 7s. Một sản phẩm có 6 lỗ nên tổng thời gian taro là 42s. Taro xong 6 lỗ thì phôi cũng xoay được một vòng nên vận tốc xoay phôi là 3,333 vòng/phút. Vậy thời gian để phôi xoay từ lỗ thứ i đến lỗ thứ $i+1$ là 3 giây. Ta thấy rằng dùng các con lăn để truyền chuyển động xoay cho phôi cũng tương tự với bộ truyền bánh ma sát trụ. Nhưng ở đây ta chỉ sử dụng với mục đích truyền vận tốc là chính còn truyền công suất chỉ là phụ. Ta có đường kính phôi là 300mm và đường kính con lăn chọn sơ bộ là 40mm nên ta có vận tốc tại trục con lăn tính theo công thức của bộ truyền bánh ma sát [13] là 26 vòng/phút.

Kế tiếp, nhóm tiến hành xác định moment tại trục gắn con lăn chủ động. Ta có thể coi việc sử dụng các con lăn để truyền chuyển động xoay cho phôi là tương tự với một bộ truyền bánh ma sát trụ. Từ đó, ta có sơ đồ phân tích lực như trong Hình 7. Từ đó, ta tính được moment xoắn và công suất tại mỗi trục con lăn 2 và 3 lần lượt là 680 Nmm và 0,0022KW, từ đó có thể tính công suất tại trục I là 0,0044KW.



Hình 6. Sơ đồ nguyên lý các bộ truyền xích.



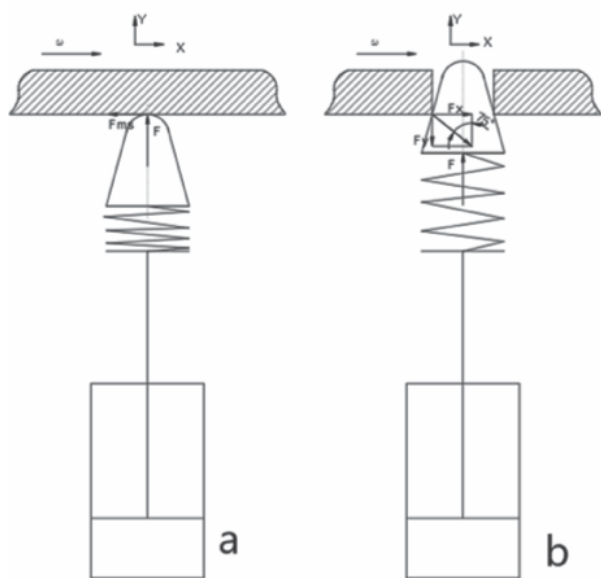
Hình 7. Sơ đồ phân tích lực tác dụng lên phôi khi đang xoay.

3.1.4. Tính toán thiết kế cơ cấu lựa lỗ taro

Cơ cấu lựa lỗ taro dùng chốt côn tùy động hoạt động theo nguyên tắc xy lạnh khí nén đẩy chốt côn lên tiếp xúc với bề mặt phôi như hình a, khi phôi xoay đến vị trí lỗ cần taro thì đầu chốt côn đẩy lên gài vào lỗ như hình b, khi chốt côn gài vào lỗ thì cũng sẽ cản chuyển động xoay của phôi làm cho phôi dừng lại. Hình 8 thể hiện mô hình hoạt động của chốt côn tùy động này.

Ta có moment tạo chuyển động xoay cho phôi là 12720N.mm, moment cản tác dụng lên phôi là 11000N.mm [14], do đó khi chốt côn gài vào lỗ để cho phôi dừng hẳn chuyển động ta cần tạo một lực đẩy đủ lớn cho chốt côn. Tuy nhiên, nếu lực đẩy này quá lớn thì lực ma sát của đầu chốt côn với phôi sẽ cản trở làm cho phôi không thể xoay được, do đó cần phải giới hạn lại lực đẩy. Vậy lực đẩy do lò xo tạo ra để đẩy chốt côn phải nhỏ hơn 71,5N và lớn hơn 4N để có thể làm dừng phôi khi chốt côn đã gài vào lỗ, và khi chưa gài vào lỗ thì không tạo ra lực ma sát quá lớn làm cho phôi dừng lại.

Tuy nhiên, hệ thống khi hoạt động sẽ có sai số do hệ thống đồ gá, bắt nguồn từ việc chế tạo đồ gá không chính xác, do đồ gá bị mòn hoặc do sai số khi thực hiện gá đặt. Sai số gá đặt trong phương án đề xuất là sai số lệch tâm giữa lỗ và trục chính của máy taro. Sai số gá đặt cho phép khoảng 1,1 mm [14].



Hình 8. Mô hình hoạt động của chốt côn tùy động.

3.2. Kết quả thiết kế hệ thống điện, khí nén và điều khiển

Trong mục này trình bày các kết quả tính toán hệ thống điện và điều khiển của hệ thống gá và xoay phôi tự động, bao gồm các kết quả sau: Tính toán lựa chọn xy lanh khí nén, lựa chọn động cơ, lựa chọn khí cụ điện.

3.2.1. Tính toán lựa chọn xy lanh khí nén

Nhóm nghiên cứu chọn tất cả các xy lanh trong hệ thống đều hoạt động ở mức áp suất là 6 bar.

- Xy lanh khí nén trong cơ cấu kẹp

định vị: Ta có lực cần thiết tạo ra bởi xy lanh khí nén như đã tính toán là 150N, với áp suất hoạt động đặt ra chung cho cả hệ thống là 6bar ta tính được đường kính xy lanh là 17,8 mm. Ta chọn lại đường kính xy lanh tiêu chuẩn là 20mm [15].

Tra theo catalogue của hãng SMC, ta chọn loại xy lanh có mã là CDM2C20-25SZ-NV-M9BW với 20 là đường kính xy lanh tương ứng 20mm, 25 là hành trình xy lanh tương ứng 25mm. Với hành trình 25mm đã đủ đáp ứng yêu cầu đặt ra nên ta chọn hành trình bằng 25mm. S là chọn xy lanh một tác động, và NV là tùy chọn loại đầu cần piston và đuôi xy lanh. M9BW là có tích hợp 2 auto switch tương tự như hai công tắc hành trình.

- Xy lanh khí nén dùng để kẹp phôi: Ta có lực kẹp cần thiết như đã tính toán là 1930N, áp suất làm việc 6bar. Tham khảo catalogue của hãng DESTACO, dòng xy lanh kẹp chuyên dụng có hình dạng xy lanh là dạng oval. Ta có dòng xy lanh TCC-2E230050L8 có thể tạo ra lực kẹp 1930N. Theo catalogue, 50 là đường kính xy lanh, L8 là có tích hợp autoswitch.

Ta có biểu đồ biểu diễn mối quan hệ giữa chiều dài cần kẹp với lực kẹp tạo ra. Dựa vào biểu đồ, ta có thể thấy để tạo ra lực kẹp khoảng 2000N, ta cần sử dụng cần kẹp có độ dài khoảng 100mm. 100mm ở đây là khoảng cách từ điểm đặt lực kẹp đến điểm xoay của xy lanh theo lưu ý của catalogue của hãng. Để có được khoảng cách này, ta chọn cần kẹp dài 150mm của hãng có mã B8JG-3238-1.

- Tính toán lựa chọn xy lanh khí nén cho cơ cấu lựa lỗ dùng chốt côn tùy động: Ta có xy lanh cần nâng được khối lượng của chốt côn khoảng 0,5kg và các chi tiết phụ để gắn chốt côn vào đầu cần xy lanh có khối lượng

khoảng 0,5kg, đồng thời phải chịu được phản lực của lò xo trong chốt côn khi chốt được đẩy ra ép vào bề mặt phôi. Phản lực này như đã tính toán bên trên là nhỏ hơn 71,5N. Vậy tổng lực mà xy lanh cần tạo ra được là 81,3 N. Ta chọn lại đường kính xy lanh theo tiêu chuẩn là 16mm hoặc 20mm. Sau khi tham khảo dòng xy lanh khí nén chuyên dùng cho các loại chốt định vị trong gá phôi, ta chọn được xy lanh có mã 86P30-502L8002.

3.2.2. Lựa chọn động cơ

Với các thông số đã tính toán ở mục 3.1.3, ta có các thông số cơ bản cho động cơ như sau: Vận tốc tại trục động cơ cần thiết là 52v/p, công suất của động cơ là 9,6W. Ngoài ra, động cơ nên có thêm thắng (phanh) để đảm bảo việc dừng chuyển động diễn ra nhanh chóng khi có tín hiệu ngắt.

Từ các thông số cơ bản trên, ta chọn sử dụng động cơ DKM 7BDGE-10G. Động cơ có

tích hợp hộp giảm tốc có tỉ lệ 1:30 nên vận tốc tại trục đầu ra còn 50v/p.

3.2.3. Lựa chọn khí cụ điện

Ta cần tính toán lựa chọn các khí cụ điện như CB (Circuit Breaker), contactor, relay quá nhiệt. Để chọn được loại khí cụ điện phù hợp, ta cần đi tính dòng điện định mức và dòng điện khởi động của 2 động cơ sử dụng trong mạch. Bao gồm động cơ 3 pha của máy taro, động cơ 1 pha của bộ truyền chuyển động cho phôi.

Đối với động cơ 3 pha, động cơ máy taro theo sơ đồ mạch điện ban đầu của nhà sản xuất là mạch khởi động trực tiếp. Do đó, ta chọn dòng khởi động bằng (5-7) dòng điện định mức, khoảng 14A [16]. Đối với động cơ AC 1 pha theo catalogue của hãng DKM motor thì dòng điện định mức của motor là 0,16A. Ta có bảng các khí cụ điện được lựa chọn như trong Bảng 1.

Bảng 1. Các khí cụ điện được lựa chọn cho hệ thống.

STT	Tên khí cụ điện	Thông số
1	CB (Circuit Breaker) 3 pha	MCB Schneider A9F74325 + Số cực: 3P; + Dòng điện định mức: 25A; + Dòng cắt ngắn mạch: 6kA; + Điện áp định mức: 400V.
2	CB 1 pha	MCB Schneider EZ9F34210 + Số cực: 2P; + Dòng điện định mức: 10A; + Dòng cắt ngắn mạch: 4.5kA; + Điện áp định mức: 230V.
3	Contactor cho động cơ 3 pha	Schneider LC1D09BD + Dòng điện điều khiển 24V DC; + Số cực: 3 NO; + Điện áp định mức 400V; + Dòng điện định mức 9A.

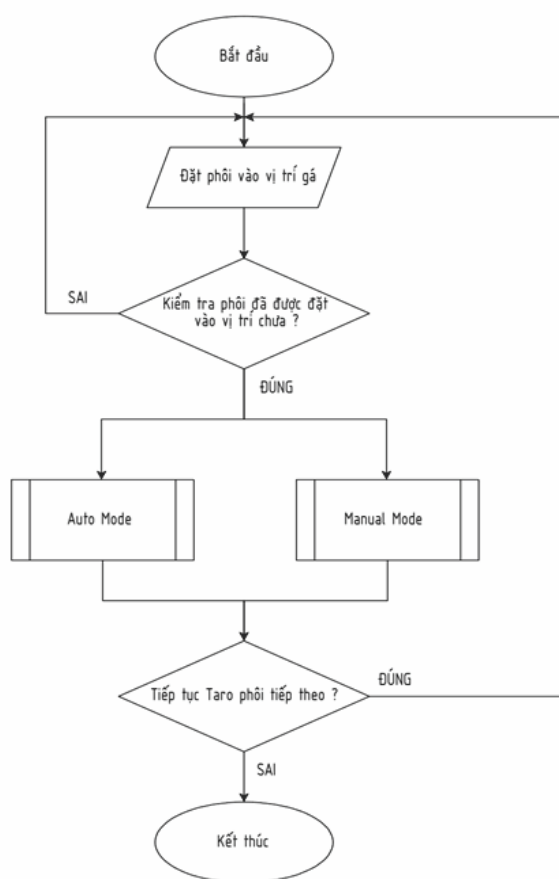


4	Contactơ cho động cơ 1 pha	Schneider A9C20137 + Dòng điện định mức 25A; + Điện áp điều khiển 24V; + Tiếp điểm 4 cực NC.
5	Cầu chì cho động cơ 3 pha	Schneider DF103 + Số cực: 3P; + Cầu chì tương thích: 10x38 mm. Chọn loại cầu chì DF2CA06 6A; + Dòng điện định mức: 32A; + Điện áp: 690V AC.
6	Cầu chì cho động cơ 1 pha	Schneider DF101 + Số cực: 1P; + Cầu chì tương thích: 10x38 mm. Chọn loại cầu chì DF2CA005 0,5A; + Dòng điện định mức: 32A; + Điện áp: 690V AC.

3.3. Giải thuật điều khiển

Hình 9 thể hiện lưu đồ giải thuật chính của hệ thống gá và xoay phôi tự động. Chương trình chính sẽ khái quát các bước cơ bản khi bắt đầu thực hiện taro một phôi. Từ chương trình chính, ta sẽ có hai lựa chọn, chọn chế độ auto hay chế độ manual, tùy vào mục đích mà ta lựa chọn cho phù hợp. Hiện tại, hệ thống chỉ taro tự động cho một phôi nên sau khi hoàn thành thì sẽ phải chọn lại chế độ taro. Đối với chương trình con Auto Mode, khi đã xác nhận phôi được đặt vào đúng vị trí sẽ tiến hành điều khiển tuần tự các bước sau: định vị, xoay phôi, lựa lỗ taro, dừng phôi, kẹp phôi, tiến hành taro, nhả kẹp và tiếp tục lặp lại cho đến khi đủ 6 lỗ thì dừng. Đối với chương trình con Manual Mode sẽ được sử dụng khi lắp đặt đồ gá, kiểm tra lỗi. Chương trình Manual Mode sẽ thực hiện riêng lẻ từng hành động chứ không thực hiện tuần tự như chương trình Auto Mode.

LƯU ĐỒ GIẢI THUẬT CHƯƠNG TRÌNH CHÍNH



Hình 9. Lưu đồ giải thuật chương trình chính.

Kết quả mô phỏng, kiểm nghiệm code PLC về điều khiển tuần tự các phần tử điện - khí nén được thể hiện trong video gửi kèm theo bài báo. Kết quả cho thấy tính đúng đắn của phương án thiết kế và điều khiển được đề xuất.

4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày một phương án thiết kế hệ thống gá và xoay phôi tự động cho máy taro dạng bàn. Hệ thống được xây dựng dựa trên nguyên lý 3 con lăn giúp định vị và xoay phôi dạng tròn. Phần điện khí nén của hệ thống cũng được xây dựng và kiểm tra hoạt động thông qua phần mềm mô phỏng dựa trên một PLC. Kết quả của bài báo có thể được đưa vào ứng dụng thực tế cho các máy taro ren dạng bàn hiện có trên thị trường. ❖

Ngày nhận bài: 09/9/2024

Ngày phản biện: 04/10/2024

Tài liệu tham khảo:

- [1]. “Taro: Khái niệm và phương pháp cắt ren bằng mũi taro”, truy cập ngày 09/08/2024, từ: <https://hutscom.vn/taro-khai-niem-va-phuong-phap-cat-ren-bang-mui-taro.html>
- [2]. “Máy taro tự động bánh răng Unifast T-6516-m16”, truy cập ngày 09/08/2024, từ: <https://www.cokhi24h.vn/products/may-taro-tu-dong-t-6516-m3-m16?srsId=AfmBOoq4E2AJtrMnuNZwFZLKmA4BHPQM2NwAO79V-C21NbAeDZcteBaV>
- [3]. Didi Istardi, Remon Simatupang, “Redesigning effect of auto tapping machine system in small production scale”. Jurnal Teknologi, vol. 77, no. 22, pp. 19-25, 2015.
- [4]. Hardik J. Patel, Bhaveshkumar P. Patel, S. M. Patel, “A review on thread tapping operation and parametric study”. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), Vol. 2, Issue 3, May-Jun 2012, pp.109-113.
- [5]. Prashant R. Mali, Himanshu A. Patel, Nilesh J. Parekh, “A review on pneumatic tapping machine”. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 3 Issue 2, February – 2014, pp. 1461-1463.
- [6]. Alain Gil Del Val, Fernando Veiga, Mariluz Penalva and Miguel Arizmendi, “Oversizing thread diagnosis in tapping operation”. Metals 2021, 11, 537.
- [7]. Gil Del Val, Fernández J., Arizmendi M., Veiga F., Urizar J. L., Berriozábal A., Axpe A., Diéguez P. M., “On line diagnosis strategy of thread quality in tapping”. The Manufacturing Engineering Society International Conference, MESIC 2013, Procedia Engineering 63 (2013), pp. 208-217.
- [8]. En-Yu Lin, Ju-Chin Chen and Jenn-Jier James Lien, “Intelligent tapping machine: Tap geometry inspection”. Sensors 2023, 23, 8005.
- [9]. Phạm Văn Toàn, Trần Hữu Tuyển, Trương Minh Thắng, “Thiết kế, chế tạo máy gia công ren chuyên biệt”. Tạp chí Cơ khí Việt Nam, Số đặc biệt tháng 12 năm 2021, trang 141-148.
- [10]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển, “Tính toán thiết kế hệ thống dẫn động cơ khí - Tập 1”. NXB. Giáo dục Việt Nam (2010).
- [11]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển, “Tính toán thiết kế hệ thống dẫn động cơ khí - Tập 2”. NXB. Giáo dục Việt Nam (2010).
- [12]. Nguyễn Hữu Lộc, “Cơ sở thiết kế máy”. NXB. Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (2006).
- [13]. Trần Văn Địch, “Thiết kế đồ án công nghệ chế tạo máy”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội (2007).
- [14]. Trần Văn Địch, “Đồ gá”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội (2006).
- [15]. “Tổng hợp công thức tính toán cho hệ thống khí nén”, truy cập ngày 18/09/2024, từ <https://aircompressor-vietnam.com/tong-hop-cong-thuc-tinh-toan-cho-he-thong-khi-nen>
- [16]. Phạm Văn Chối, “Khí cụ điện”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật.