

TRÍCH YẾU LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Họ và tên của nghiên cứu sinh: **Vũ Đức Bình**

Tên đề tài của luận án: **“Nghiên cứu động lực các tay máy công nghiệp chịu tương tác lực từ môi trường”**.

Chuyên ngành: Kỹ thuật cơ khí

Mã ngành đào tạo: 9.52.01.03

Họ và tên cán bộ hướng dẫn khoa học:

1. TS. Phan Đăng Phong

2. GS.TSKH. Đỗ Sanh

Cơ sở đào tạo: Viện Nghiên cứu Cơ khí – Bộ Công Thương

NỘI DUNG TRÍCH YẾU LUẬN ÁN

1. Mục tiêu nghiên cứu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu

a) Mục tiêu nghiên cứu

Xây dựng cơ sở khoa học để khảo sát chuyển động của các tay máy robot công nghiệp, nghiên cứu các tính chất động học, động lực học và điều khiển của cánh tay robot công nghiệp. Thiết lập các biểu thức xác định các sai số, khảo sát ảnh hưởng của các sai số chuyển động đến độ chính xác của tay máy, thiết lập các phương trình động lực học để điều khiển tay máy robot công nghiệp theo yêu cầu.

b) Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Robot công nghiệp: Robot bốc xếp, robot hàn, robot vận chuyển trong các dây chuyền sản xuất có cấu trúc chuỗi động học hở và nửa hở nửa kín.

- Phạm vi nghiên cứu:

+ Nghiên cứu về động học, các vấn đề động lực học như phản lực khớp động, vấn đề đàn hồi tay máy, vấn đề về khe hở khớp động.

+ Khảo sát bài toán điều khiển chuyển động chương trình của tay máy robot công nghiệp khi không có tác động của môi trường và khi có tác động của môi trường, xây dựng hai phương án: Lực tương tác vuông góc với di chuyển của điểm tiếp xúc và lực

tương tác theo phương di chuyển (ngược với vận tốc điểm tiếp xúc (không phụ thuộc vào thành phần phản lực pháp tuyến theo giả thiết về ma sát của Coulomb)).

2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết kết hợp với kiểm chứng qua mô phỏng.

Trên cơ sở đối tượng nghiên cứu, xây dựng mô hình tay máy công nghiệp, từ đó xây dựng mô hình tính toán của cơ hệ, sử dụng phương pháp ma trận truyền và phương trình Lagrange dạng ma trận dựa trên Nguyên lý Phù hợp để thành lập các phương trình điều khiển. Các tính toán được thực hiện nhờ chương trình máy tính lập trình trên phần mềm Matlab, Maple. Do điều kiện về kinh phí và thời gian, luận án giới hạn ở việc xây dựng mô hình tương ứng với tay máy nghiên cứu và thực hiện mô phỏng.

3. Nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu tổng quan về tay máy công nghiệp thông qua việc tìm hiểu các nghiên cứu liên quan trong và ngoài nước. Từ đó xác định được vấn đề mà các nghiên cứu trước còn hạn chế hoặc chưa đề cập tới để tiếp tục nghiên cứu và là mục đích của đề tài.

- Nghiên cứu cơ sở lý thuyết để khảo sát bài toán động học, động lực học của tay máy robot bằng cách sử dụng phương pháp ma trận truyền trong việc triển khai phương trình Lagrange loại II để khảo sát các hệ động lực.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của các sai số chuyển động đến độ chính xác của tay máy thông qua việc khảo sát động lực học tay máy gồm:

+ Để khảo sát động lực học của tay máy robot chuỗi động học hở, trong luận án tiến hành khảo sát hai tay máy robot điển hình, một là tay máy robot gồm ba khâu quay, hai là tay máy robot gồm hai khâu quay và một khâu tịnh tiến. Đối với tay máy robot 3 khâu quay, tác giả đã thiết lập phương trình chuyển động và dùng phần mềm Maple để xác định chuyển động của tay máy (các góc quay $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$) và vận tốc góc tương đối ($\bar{\omega}_1 \equiv \dot{\varphi}_1(t); \bar{\omega}_2 \equiv \dot{\varphi}_2(t); \bar{\omega}_3 \equiv \dot{\varphi}_3(t)$) của các khâu và quỹ đạo của khâu thao tác. Đối với tay máy robot bốc xếp hai khâu quay và một khâu tịnh tiến, tác giả đã đưa ra yêu cầu của bài toán là tính toán các thông số của tay máy để di chuyển vật nặng theo quỹ đạo yêu cầu, luận án dùng phần mềm và xác định được đồ thị các góc quay $q_1 \equiv \varphi_1, q_2 \equiv \varphi_2$ và dịch chuyển $q_3 \equiv u$, vận tốc góc $q_4 \equiv \omega_1; q_5 \equiv \omega_2$ vận tốc $q_6 \equiv \dot{u}$ và xác định được quỹ đạo di chuyển của vật nặng.

+ Nghiên cứu mô hình tay máy có khe hở khớp động, thiết lập phương trình chuyển động, xác định phản lực, dùng phần mềm đã xác định được đồ thị các góc quay trong các trường hợp khi không có khe hở ($\Delta = 0$); khi khớp có khe hở và hai khâu vẫn tiếp xúc với nhau; khi khớp có khe hở và hai khâu nối tiếp không tiếp xúc với nhau.

+ Nghiên cứu mô hình tay máy có tay nắm đàn hồi, thiết lập phương trình động học, xác định được đoạn dịch chuyển u và chuyển vị y của thanh đẩy trong hai trường hợp có tính đến khối lượng của vật nặng và không tính đến khối lượng của vật nặng.

+ Nghiên cứu tay máy có tương tác với môi trường, đề xuất mô hình lực cản từ môi trường lên khâu thao tác của tay máy trong trường hợp lực cản không phụ thuộc vào thành phần pháp tuyến của phản lực tại điểm tiếp xúc của khâu thao tác tay máy và môi trường mà chỉ phụ thuộc vào các đặc trưng chuyển động.

+ Xây dựng mô hình tay máy để tiến hành thử nghiệm với hệ thống điều khiển PD và hệ thống điều khiển trượt.

4. Các kết quả chính đạt được

Luận án đã đề xuất phương pháp giải bài toán điều khiển cho các tay máy robot khớp động chuỗi hở và nửa kín nửa hở theo quỹ đạo cho trước dựa trên ý tưởng là hệ cần thực hiện “quỹ đạo di chuyển đã cho” là tích phân đầu của hệ và nhờ đó đã xây dựng một lộ trình đơn giản để giải bài toán. Phương pháp được đề xuất cũng có thể áp dụng cho loại tay máy “tương tác” khi tương tác của môi trường lên tay máy có thể bỏ qua hay lực tác dụng từ môi trường lên tay máy có phương vuông góc với quỹ đạo của điểm tiếp xúc, tức năng lượng tiêu hao cho phản lực tiếp xúc của phản lực lên tay máy trong các trường hợp này hoặc bằng không (trường hợp liên kết lý tưởng) hoặc quá bé có thể bỏ qua. Luận án cũng đã đề xuất mô hình lực cản từ môi trường lên khâu thao tác của tay máy trong trường hợp lực cản không phụ thuộc vào thành phần pháp tuyến của phản lực tại điểm tiếp xúc của khâu thao tác tay máy và môi trường mà chỉ phụ thuộc vào các đặc trưng chuyển động (chỉ có tác dụng cản trở chuyển động, tức ngược với vận tốc).

Đối vấn đề khe hở tại các khớp đang được quan tâm không chỉ từ quan điểm độ bền mà còn quan trọng đối với độ chính xác. Trong luận án đã xây dựng mô hình khảo sát một cơ hệ chịu liên kết mà việc thực hiện liên kết sẽ đảm bảo điều kiện không xảy ra va đập.

Trạng thái động lực học và sự dao động của cơ cấu cơ khí khi xuất hiện khe hở khớp quay đã được tính toán bằng phương pháp sử dụng máy tính. Mô hình tiếp xúc được thành lập với khe hở khớp được hình thành bằng cách sử dụng mô hình tiếp xúc liên tục không tuyến tính. Từ các kết quả đạt được cho thấy, ảnh hưởng của khe hở tới động lực học cơ cấu không thể trách khỏi, làm tăng sự dao động của gia tốc và giảm sự ổn định của chuyển động. Trạng thái của cơ cấu khi có khe hở là không tuyến tính. Thêm vào đó, khi khe hở tăng, động lực học của cơ cấu thay đổi rõ rệt, và biểu hiện bởi sự dao động với biên độ lớn.

5. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm của đề tài luận án rút ra một số kết luận chính như sau:

Luận án đã khảo sát bài toán điều khiển tay máy thực hiện chuyển động chương trình yêu cầu, khảo sát các vấn đề động lực yêu cầu, các sai số trong tính toán, trong tác nghiệp (vấn đề khe hở, vấn đề đàn hồi tay nắm, vấn đề tương tác với môi trường,...) và biện pháp khắc phục (một số phương pháp điều khiển,...).

Về vấn đề động học robot, luận án đã sử dụng phương pháp ma trận truyền, sử dụng nguyên lý phù hợp..., trong đó xem “chương trình yêu cầu là tích phân đầu của hệ phương trình chuyển động tay máy” để xây dựng phương trình chuyển động cho tay máy robot được điều khiển. Kết quả được kiểm chứng thông qua mô phỏng số. Chương trình tự động thiết lập và giải bài toán động học được lập trình trên ngôn ngữ thông dụng.

Luận án đã tính toán được các phản lực tại các khớp động là do các động lực tác động lên cơ hệ, còn chịu các tác nhân trong quá trình chuyển động và do đó điều kiện làm việc của chúng bị thay đổi so với yêu cầu đề ra trong tính toán thiết kế. Vì vậy việc xác định các phản lực động lực có ý nghĩa không những chỉ giúp cho quá trình tính toán thiết kế mà còn giúp kiểm soát trong quá trình vận hành.

Trong luận án, tác giả cũng đã đưa ra mô hình sai số của tay máy có khe hở khớp động, xây dựng mô hình khảo sát một cơ hệ chịu liên kết mà việc thực hiện liên kết sẽ đảm bảo điều kiện không xảy ra va đập.

Luận án cũng đã đưa ra mô hình khảo sát tay máy bốc xếp và viết được phương trình điều khiển chuyển động, đã sử dụng phần mềm để kiểm chứng. Các khảo sát luận

án tập trung vào vấn đề động lực về điều khiển chương trình tay máy. Một cố gắng của tác giả là khảo sát bài toán thuộc liên kết không lý tưởng.

Qua nghiên cứu của luận án này sẽ gợi mở ra nhiều nội dung, vấn đề cần đề cập, nghiên cứu để có thể tiến tới làm chủ robot trong cả lĩnh vực kết cấu cơ khí cũng như là chương trình điều khiển, xây dựng cơ sở cho việc tính toán thiết kế các tay máy công nghiệp. Luận án đã chọn một hướng đi phù hợp với xu thế hiện nay là xác lập chức năng của hệ bởi phần mềm, phần mềm hỗ trợ phần cứng để khắc phục những hạn chế của phần cứng, cách làm này có chi phí nhỏ, linh hoạt. Luận án cũng xác định hướng tiếp cận là đưa việc thay đổi thông số biến khớp theo cách truyền thống bằng việc thay đổi các thông số điện để điều khiển các thông số biến khớp theo yêu cầu của người sử dụng.

Trong thời kỳ công nghiệp 4.0 thì việc nghiên cứu, ứng dụng và phát triển robot vào sản xuất đang là yêu cầu mang tính thời sự và có ý nghĩa thực tiễn lớn.

Hà Nội, ngày 20 tháng 5 năm 2019

Tập thể hướng dẫn

Nghiên cứu sinh

TS. Phan Đăng Phong

GS.TSKH. Đỗ Sanh

Vũ Đức Bình