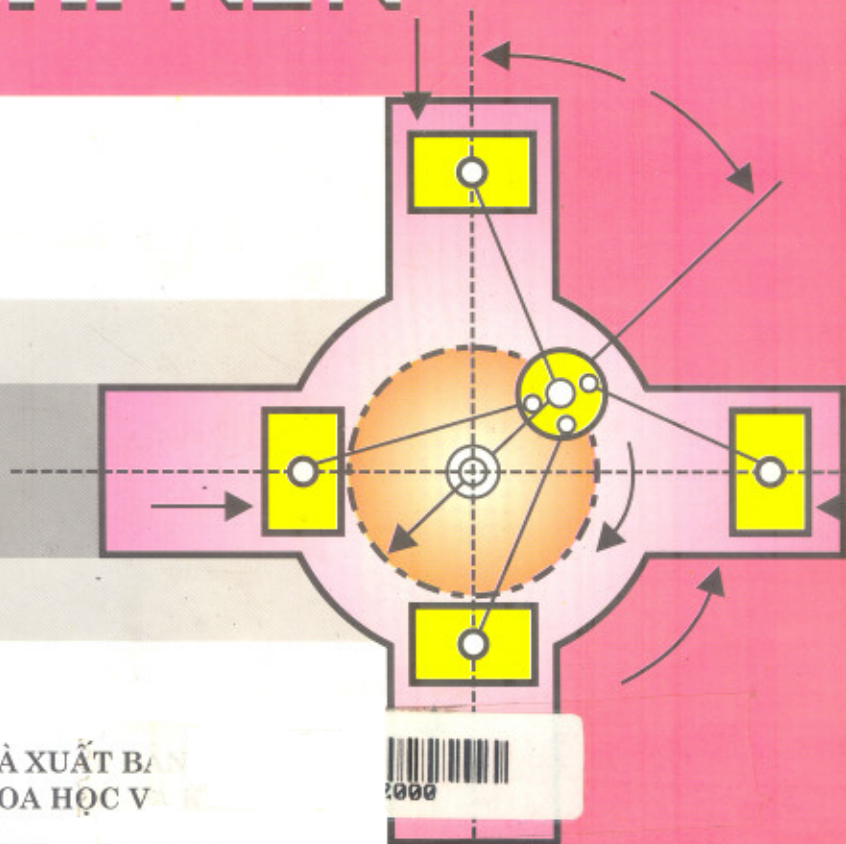


PTS. PHẠM VĂN KHẢO

TRUYỀN ĐỘNG TỰ ĐỘNG KHÍ NÉN



NHÀ XUẤT BẢN
KHOA HỌC VÀ



PTS. PHẠM VĂN KHẢO

TRUYỀN ĐỘNG-TỰ ĐỘNG KHÍ NÉN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 1999

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình "Truyền động - tự động khí nén" này là một tài liệu mang tính hệ thống chuyên ngành nhằm giúp cho các đối tượng học tập, tìm hiểu, nghiên cứu về truyền động và tự động khí nén có thể tiếp cận một cách thuận lợi hơn lĩnh vực chuyên môn này.

Nội dung của giáo trình bao gồm các vấn đề cơ bản của lý thuyết truyền động - tự động khí nén, trong đó có các phần động học và nhiệt-động lực học của các thiết bị và hệ truyền động - tự động khí nén, các phương pháp tính toán, khảo sát, thiết kế, thử nghiệm và cả phần tổng hợp hệ điều khiển chúng.

Đây là một tài liệu chuyên ngành được biên soạn lần đầu, tác giả bày tỏ sự cảm ơn chân thành của mình tới TS. Ngô Sỹ Lộc - người đã đọc và góp ý chính cho bản thảo, cùng tập thể Bộ môn "Máy và tự động thủy khí" Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã góp nhiều ý kiến quý báu để tài liệu này được hoàn chỉnh hơn và sớm ra mắt bạn đọc.

Sách được sử dụng làm tài liệu học tập chính thức cho sinh viên các chuyên ngành "Máy và tự động thủy khí", "Kỹ thuật hàng không"... cũng như cho một số ngành khác như chế tạo máy, máy năng lượng, máy tự động, robot công nghiệp, cơ khí hóa - tự động hóa đồng bộ các quá trình sản xuất và công nghệ...

Mặc dù còn có thể có các khiếm khuyết, song tác giả tin rằng tài liệu này sẽ giúp ích được cho bạn đọc và mọi đối tượng học tập, nghiên cứu, làm việc trong lĩnh vực truyền động - tự động khí nén.

Tác giả

NHẬP MÔN

Các hệ thống truyền động khí nén hiện được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực công nghệ và kỹ thuật, như trong chế tạo máy, luyện kim, giao thông hàng hải và hàng không, ngành in, các ngành công nghiệp như công nghiệp thực phẩm, dược phẩm, hóa chất, dầu khí... Chúng thường được sử dụng dưới dạng các hệ truyền động kẹp giữ, vận chuyển, nâng hạ, phanh hãm, các cơ cấu tự động hóa, thiết bị đo kiểm... Các hệ khí nén được sử dụng rộng rãi như vậy bởi có nhiều ưu điểm mà các loại hệ truyền động khác không có được, đó là:

- Kết cấu, sử dụng và điều khiển đơn giản;
- Độ tin cậy làm việc cao;
- Độ an toàn làm việc cao trong các môi trường dễ cháy, nổ; có thể làm việc cả trong các môi trường khác nghiệt (phóng xạ, hóa chất...).

Về tác động nhanh và khả năng làm việc với điều khiển từ xa, các hệ truyền động khí nén không thể so sánh với các hệ thống điện - điện tử, nhưng có thể xếp chúng trên các hệ truyền động thủy lực và hoàn toàn có thể thỏa mãn với đa số các yêu cầu của nhiều hệ thống tự động hóa công nghiệp.

Tuy nhiên, các hệ truyền động khí nén thường có kích thước lớn hơn so với các hệ thủy lực có cùng công suất. Tính nén được của không khí khá lớn, ảnh hưởng đáng kể tới chất lượng làm việc của hệ thống. Do vận tốc của các cơ cấu chấp hành khí nén lớn hơn nên dễ xảy ra va đập ở cuối các hành trình. Việc điều khiển theo quy luật vận tốc cho trước và dừng ở các vị trí trung gian... cũng khó thực hiện được chính xác như đối với các hệ thống thủy lực. Khi làm việc, các hệ thống khí nén cũng gây ồn hơn so với các hệ thống thủy lực...

Mặc dù còn có những hạn chế như vậy, các hệ truyền động khí nén vẫn được sử dụng rất thành công trong tất cả các trường hợp khi mà những nhược điểm trên không phải là quyết định, hoặc được hạn chế từng phần hoặc toàn bộ.

Khuynh hướng sử dụng kết hợp các hệ thống điện - điện tử và khí nén... cho phép mở rộng một cách đáng kể lĩnh vực ứng dụng các hệ truyền động khí nén, đặc biệt là trong lĩnh vực tự động hóa các quá trình sản xuất và công nghệ khác nhau.

Chính việc ứng dụng thành công và rộng rãi các hệ thống khí nén trong các ngành kỹ thuật đã thúc đẩy việc xây dựng và phát triển mạnh mẽ các phương pháp khảo sát, nghiên cứu và tính toán thiết kế các hệ thống này. Lý thuyết "Truyền động - tự động khí nén" đặt mục tiêu xây dựng các phương pháp luận trong việc khảo sát, nghiên cứu các quá trình động học và nhiệt - động lực học các hệ truyền động - tự động khí nén; xây dựng các phương pháp tính toán, thiết kế, các phương pháp thực nghiệm khảo sát và nghiên cứu ứng dụng chúng trong thực tế.

Trên cơ sở đó, lý thuyết "TRUYỀN ĐỘNG - TỰ ĐỘNG KHÍ NÉN" thường được phân định thành các phần cơ bản sau:

1. Tổng hợp cấu trúc các hệ truyền động khí nén;
2. Động học và động lực học hệ thống;
3. Phân tích cấu trúc và tổng hợp hệ thống điều khiển.

Thông thường, việc tính toán thiết kế một hệ truyền động khí nén được bắt đầu bằng việc chọn lựa sơ đồ nhằm đáp ứng được các yêu cầu làm việc được đặt ra, ví dụ điều kiện làm việc, trình tự làm việc của các cơ cấu chấp hành... Đây chính là bài toán tổng hợp cấu trúc hệ truyền động khí nén nhằm chọn lựa được sơ đồ hợp lý, tối ưu.

Trên cơ sở sơ đồ được lựa chọn, tiến hành xác định các thông

số hình học và kích thước của các cơ cấu khí nén như đường kính, chiều dài ống dẫn, kích thước pittông, xy lanh của cơ cấu chấp hành... Sau đó, tiến hành tính toán các thông số động học, động lực học và tác động nhanh... của hệ truyền động khí nén. Đó chính là những nội dung của bài toán tổng hợp và phân tích động học và động lực học hệ thống.

Sau khi đã có các kết quả khảo sát động học và động lực học hệ thống, tiến hành phân tích cấu trúc hệ truyền động nhằm mục đích đơn giản hóa kết cấu và giải bài toán tổng hợp hệ điều khiển của hệ truyền động khí nén. Những điểm vừa nêu nằm trong nội dung thứ ba của lý thuyết "*Truyền động - tự động khí nén*" mà ta đã liệt kê ở trên.

Nét đặc trưng của lý thuyết "*Truyền động - tự động khí nén*" là việc ứng dụng các định luật của nhiệt động học kỹ thuật của khối khí thay đổi vào việc phân tích động học và động lực học hệ thống khí nén, bởi vì mọi quá trình làm việc của chúng diễn ra đều gắn liền với quá trình "nạp" hoặc "xả" khí. Tuy nhiên, không phải lúc nào cũng có thể sử dụng chúng để mô tả đầy đủ các quá trình diễn ra trong các hệ truyền động khí nén, bởi lẽ, các đại lượng nhiệt - động học và động lực học ở đây đều biến thiên theo thời gian. Ngoài ra, khi nghiên cứu sự làm việc của các hệ truyền động khí nén chuyển động (pittông, con trượt điều khiển van...) còn đòi hỏi phải sử dụng cả các kiến thức lý thuyết về cơ học chất rắn.

Việc tổng hợp hệ thống truyền động khí nén và các hệ thống điều khiển của chúng được tiến hành dựa trên cơ sở ứng dụng lý thuyết đại số logic. Các chỉ tiêu được đặt ra để nhằm tối giản hóa và tối ưu hóa các sơ đồ hệ thống truyền động và điều khiển được xác định cho từng trường hợp cụ thể.

Lý thuyết "*Truyền động - tự động khí nén*" được xây dựng và phát triển chưa lâu. Bởi thế, nó còn đang được tiếp tục bổ sung và hoàn

thiện nhờ các kết quả thu được trong việc nghiên cứu, ứng dụng các thiết bị khí nén nói chung và các hệ truyền động khí nén nói riêng. Cũng bởi lý do trên mà trong việc nghiên cứu, khảo sát làm việc của các hệ truyền động khí nén, các phương pháp thực nghiệm không chỉ đóng vai trò kiểm nghiệm mà còn là một phần quan trọng bổ sung và góp phần hoàn thiện lý thuyết "*Truyền động - tự động khí nén*". Điều này đặc biệt thể hiện rõ mỗi khi xuất hiện các sơ đồ kỹ thuật và công nghệ mới, các lĩnh vực sử dụng mới của các hệ truyền động và tự động khí nén công nghiệp đang diễn ra không ngừng.

Động học và nhiệt động học các hệ truyền động khí nén

1.1. ĐẶC ĐIỂM CỦA KHÔNG KHÍ NÉN NHƯ LÀ MỘT CHẤT LỎNG CÔNG TÁC

Trong các hệ thống khí nén, chất lỏng công tác là không khí được nén dưới một áp suất nhất định. Khi tính toán các hệ thống khí nén kỹ thuật, các đại lượng thường được quan tâm nhất là áp suất p , khối lượng riêng ρ (hoặc trọng lượng riêng γ), nhiệt độ T và độ nhớt (μ hoặc ν)...

Khái niệm về hệ số nhớt động học của không khí cũng tương tự như khái niệm về hệ số nhớt động học của chất lỏng nói chung. Hệ số nhớt động học của không khí phụ thuộc vào nhiệt độ và tăng không nhiều khi nhiệt độ tăng. Ví dụ:

$$\nu \text{ ở } -16^{\circ}\text{C} = 1,67 \cdot 10^{-7} \text{ N.s/m}^2$$

$$\nu \text{ ở } +20^{\circ}\text{C} = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ N.s/m}^2$$

$$\nu \text{ ở } +65^{\circ}\text{C} = 2,06 \cdot 10^{-7} \text{ N.s/m}^2 \dots$$

Trong đa số các tính toán, không khí thường được coi là chất khí lý tưởng (một chất khí lý tưởng là chất khí không có lực liên kết giữa các phân tử khí với nhau và các phân tử khí được coi là

các chất điểm có thể tích vô cùng nhỏ). Trong trường hợp đó, quan hệ giữa áp suất, nhiệt độ, khối lượng riêng (p , T và ρ) được biểu diễn bằng phương trình trạng thái khí sau:

$$\frac{p}{\rho} = RT \text{ hay } p \cdot v = RT$$

$$v = \frac{V}{m}; \rho = \frac{1}{v} = \frac{m}{V},$$

V , m - thể tích khối khí và khối lượng của nó;

ρ - khối lượng riêng của không khí, $\rho \approx 1,22 \text{ kg/m}^3$;

v - thể tích riêng, m^3/kg ;

p - áp suất tuyệt đối của khí, N/m^2 hoặc Pa;

T - nhiệt độ tuyệt đối của khí, $^\circ\text{K}$;

R - hằng số khí ($R \approx 288 \text{ J/kg}^\circ\text{K} \approx 29,27 \text{ kG.m/kg}^\circ\text{K}$).

Như vậy, với mỗi trạng thái khí, các thông số của nó đều tuân theo phương trình trạng thái. Tuy nhiên, khí có thể chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác, có thể bị nén, giãn nở, nóng lên, nguội đi,... Sự thay đổi tuần tự các thông số khí khi nó chuyển từ một trạng thái này sang một trạng thái khác được gọi là quá trình nhiệt động. Để mô tả quá trình nhiệt động, ngoài phương trình trạng thái khí còn cần đến các phương trình đặc tả sự thay đổi của các tham số khí trong toàn bộ quá trình.

Quá trình nhiệt động bất kỳ được đặc trưng bởi đại lượng nhiệt dung của khí. Nhiệt dung của một khối khí là lượng nhiệt năng chứa trong khối khí đó. Nói chung, đối với một quá trình nhiệt động cụ thể được xét, nhiệt dung là một đại lượng thay đổi, giá trị của nó phụ thuộc vào nhiệt độ. Trong đa số các tính toán đối với các quá trình nhiệt động có khoảng nhiệt độ thay đổi không lớn, người ta coi nhiệt dung là không đổi, tính tương ứng với nhiệt độ