

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN QUỐC KHÁNH

**NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG NỐI
TRỰC ĐỘNG CƠ TRONG DÂY CHUYỀN
CÁN THÉP**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

THÁI NGUYÊN – 2014

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN QUỐC KHÁNH

**NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG NỐI
TRỰC ĐỘNG CƠ TRONG DÂY CHUYỀN
CÁN THÉP**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa
Mã số: 60520216

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

PHÒNG ĐÀO TẠO

KHOA ĐIỆN

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN
KHOA HỌC**

TS. Nguyễn Thị Mai Hương

THÁI NGUYÊN – 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: **Nguyễn Quốc Khánh**

Sinh ngày : 01 tháng 5 năm 1960

Học viên lớp cao học khóa 14 - Tự động hóa - Trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghiệp Thái Nguyên - Đại Học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Trường Đại Học Lao Động Xã Hội – Cơ sở Sơn tây

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu nêu trong luận văn là trung thực. Những kết luận khoa học của luận văn chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào.

Tôi xin cam đoan rằng mọi thông tin trích dẫn trong luận văn đều chỉ rõ nguồn gốc.

Tác giả luận văn

Nguyễn Quốc Khánh

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian thực hiện luận văn, tác giả đã nhận được sự quan tâm rất lớn của nhà trường, các khoa, phòng ban chức năng, các thầy cô giáo và đồng nghiệp.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu, Phòng đào tạo sau đại học, Khoa điện, các giảng viên đã tạo điều kiện cho tôi hoàn thành luận văn này.

Tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành nhất đến **TS. Nguyễn Thị Mai Hương**, Trường đại học KTCN Thái Nguyên đã tận tình hướng dẫn trong quá trình thực hiện luận văn này.

Mặc dù đã rất cố gắng, song do trình độ và kinh nghiệm còn hạn chế, nên luận văn này không thể tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp từ các thầy cô giáo và các bạn đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện và có ý nghĩa ứng dụng trong thực tế.

Xin chân thành cảm ơn!

Tác giả luận văn

Nguyễn Quốc Khánh

MỞ ĐẦU

Thiết bị cán thường sử dụng động cơ luyện kim chuyên dùng, có thổi gió làm mát. Các trường hợp cán có tốc độ không thay đổi (máy cán thô liên tục) thường dùng động cơ đồng bộ. Còn nếu máy cán cần điều chỉnh tốc độ thì dùng động cơ một chiều, nguồn một chiều được cung cấp từ một bộ chỉnh lưu riêng.

Trong thực tế sản xuất nhiều dây chuyền công nghệ yêu cầu sử dụng động cơ một chiều hay xoay chiều công suất lớn đến hàng nghìn Kw. Thiết bị cán Block là khâu cuối cùng trong dây chuyền cán thép hiện đại yêu cầu công suất sử dụng vào khoảng 5000 Kw là một thí dụ điển hình. Hệ thống quạt gió lò, trạm nén khí, trạm bơm,... là các hệ thống điển hình mà ở đó thường yêu cầu sử dụng động cơ công suất lớn.

Việc sử dụng động cơ công suất lớn đáp ứng yêu cầu của tải gặp nhiều khó khăn. Giải pháp khắc phục các khó khăn, hạn chế khi chỉ sử dụng một động cơ công suất lớn đã được đề xuất thay thế bởi 02 động cơ ghép cùng làm việc song song có tổng công suất bằng công suất của một động cơ công suất lớn cần thay thế. Nhưng yêu cầu đặt ra là trong quá trình vận hành hai động cơ thay thế luôn đóng góp phần công suất của mình cho phụ tải chung là như nhau. Đề tài này tập trung nghiên cứu điều khiển hệ thống hai động cơ làm việc song song nối cứng trực với nhau, với mục tiêu ổn định dòng điện (phân tải).

Mục tiêu của nghiên cứu.

- Đề tài nghiên cứu điều khiển hệ thống nối trực động cơ trong dây chuyền cán thép.
- Ổn định dòng điện với hệ thống 2 động cơ nối cứng trực.
- Ứng dụng điều khiển cho một hệ thống thiết bị thực tế.

Nội dung nghiên cứu

Chương 1: Tổng quan về công nghệ cán thép

Chương 2: Nghiên cứu hệ thống nối trực động cơ trên dây chuyền cán thép dây

Chương 3: Xây dựng mô hình toán học hệ thống điều khiển

Chương 4: Mô phỏng và thực nghiệm

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ CÁN THÉP

Cán là một hình thức gia công bằng áp lực để làm thay đổi hình dạng và kích thước của vật thể kim loại dựa vào biến dạng dẻo của nó. Yêu cầu quan trọng trong quá trình cán là ứng suất nội biến dạng dẻo không được lớn, đồng thời kim loại vẫn giữ được độ bền cao. Ứng suất nội biến dạng dẻo giảm khi nhiệt độ kim loại tăng, nên thực tế cán nóng hay được sử dụng để giảm lực cán và năng lượng tiêu hao trong quá trình cán. Trường hợp do yêu cầu công nghệ, chẳng hạn cán thép tấm mỏng dưới 1mm thì phải cán nguội vì cán nóng sẽ sinh vảy thép khá dày so với thành phẩm. Căn cứ theo nhiệt độ trong quá trình tái kết tinh để phân chia cán nguội và cán nóng thì đối với thép nhiệt độ đó là 600°C hoặc 650°C . Nên coi rằng:

- + Cán thép ở nhiệt độ dưới 400°C hoặc 450°C là cán nguội.
- + Cán thép ở nhiệt độ lớn hơn 600°C hoặc 650°C , là cán nóng.

1.1. Công nghệ cán chung

Ban đầu tập kết nguyên liệu vào cán gồm thép thỏi hoặc phôi, sau khi làm xếp đặt lên xe nạp liệu chuẩn bị vào lò nung. Lò nung phải được kiểm tra (nhiên liệu, vật liệu có liên quan) và chạy thử máy móc thiết bị lò trước khi sản xuất. Tùy theo dây chuyền thiết kế lắp đặt mà phôi được xếp thành 1 hoặc 2 hàng trên xe nạp liệu, máy đẩy sẽ đưa phôi vào lò nung. Lò nung phản xạ đốt ba mặt, xung quanh lò được trang bị hệ thống các ống dẫn dầu và quạt gió.

Phôi được nung trong lò qua ba vùng nhiệt độ (vùng sấy, vùng nung, vùng đều nhiệt). Nhiên liệu nung phôi thường là Fo (dầu công nghiệp), được phun vào lò dưới dạng sương mù và cháy mọi nơi trong lò. Từ vùng nung sơ bộ nhiệt độ tăng dần cho đến vùng đều nhiệt. Khi phôi đạt nhiệt độ theo yêu cầu thì được máy tổng ở phía sau lò đẩy ra khỏi lò và đưa vào đường con lăn rồi nhờ hệ thống con lăn phôi được đưa vào hệ thống các máy cán. Đầu tiên là máy cán thỏi, cán thô, cán vừa, sau cùng là máy cán tinh. Máy cán có nhiều dạng về đường kính trục to nhỏ khác nhau, và cách bố trí các giá khác nhau ở mỗi máy cán. Tùy theo công nghệ thiết kế thép được cán đi hoặc cán quay lại ở các khâu cán. Sau cán một số lần tiết diện giảm xuống, chiều dài tăng lên, tại đầu, đuôi thỏi bị tõe ra và nhiệt độ tại đó giảm xuống người ta tiến hành cắt đầu đuôi rồi đưa đến các khâu trung gian khác. Mỗi lần cán phôi qua một lỗ hình mà mỗi giá cán có thể có một hoặc nhiều lỗ hình. Qua nhiều lần cán, thép được cán lần cuối cùng qua máy cán tinh theo đúng kích thước sản phẩm rồi đến công đoạn khác. Để kích thước không dài quá người ta tiến hành cắt phân đoạn theo sự tính toán để phần thừa cuối cùng là nhỏ nhất. Rồi chuyên lên sàn làm nguội. Sàn nguội có kích

thước to nhỏ khác nhau sao cho khi ra khỏi sàn nguội thép đạt được đặc tính cứng nhất định. Sau khi ra khỏi sàn nguội thép được cắt thành phẩm nhờ máy cắt nguội. Sau đó thép được đưa tới hệ thống gom thép, đóng bó rồi đưa vào kho, kết thúc quá trình cán thép.

Tóm lại quy trình cán thép cơ bản như sau:

Tập kết phôi → vào lò nung → Máy cán thổi → Máy cán thô → Máy cán vừa → Máy cán tinh → Bộ phận làm nguội → Bộ phận đóng bó → Kho

1.2. Công nghệ cán nóng

Muốn cán nóng bất kì một kim loại nào thì công việc đầu tiên đều phải nung phôi thép. Việc nung kim loại đến nhiệt độ cán rất quan trọng, nó quyết định năng suất và chất lượng của sản phẩm cán. Mục đích của việc nung kim loại trước khi cán là: tăng tính dẻo, giảm trở kháng biến dạng tạo điều kiện cho công đoạn gia công được dễ dàng. Nung phôi trước khi cán còn làm giảm lực cán, hạ thấp lượng tiêu hao điện, tăng tuổi thọ làm việc cho trục cán và các thiết bị của máy cán, làm cho thành phần hoá học của phôi được đồng đều, tăng được lực ép... dẫn tới năng suất cao, chất lượng sản phẩm tốt. Vì vậy phải xác định được nhiệt độ nung thích hợp cho từng loại thép, từng loại kim loại. Nếu nhiệt độ nung phôi quá cao thì phôi bị cháy hoặc quá nhiệt... dẫn tới phế phẩm nhiều. Nếu nhiệt độ nung phôi quá thấp thì tính dẻo của kim loại kém, trở kháng biến dạng lớn... dẫn tới chất lượng sản phẩm xấu, không đảm bảo an toàn cho thiết bị.

Từ thực tế kết hợp với lý thuyết ta có công thức kinh nghiệm để xác định nhiệt độ nung tối ưu kim loại là:

$$T_{\text{nung}} = T_{\text{cháy}} - (200 + 250)^{\circ}\text{C} \quad (1.1)$$

Trong đó: $T_{\text{cháy}}$: nhiệt độ nóng chảy của từng kim loại và hợp kim ($^{\circ}\text{C}$).

Đối với thép người ta nung ở nhiệt độ nhỏ hơn công thức trên một ít để tránh hiện tượng thoát cacbon và cháy nhằm đảm bảo chất lượng của thép và tăng chất lượng sản phẩm:

$$T_{\text{nung}} = T_{\text{cháy}} - (100 + 150)^{\circ}\text{C} \quad (1.2)$$

1.3. Công nghệ cán nguội

Để đáp ứng nhu cầu phát triển công nghiệp hóa, hiện đại hóa của nước ta thì yêu cầu về thép lá mỏng chất lượng cao liên tục nâng cao trong tất cả các lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân. Các máy cán nóng không thể cho ra các sản phẩm thép lá mỏng chất lượng cao nhằm thoả mãn công nghệ gò, dập... Lý do được đưa ra là cán nóng sẽ

tạo ra các lớp vảy nên không đáp ứng được độ mỏng lá thép mong muốn và ở nhiệt độ cao cấu trúc kim loại cũng không thoả mãn được.

1.4. Kết luận chương 1

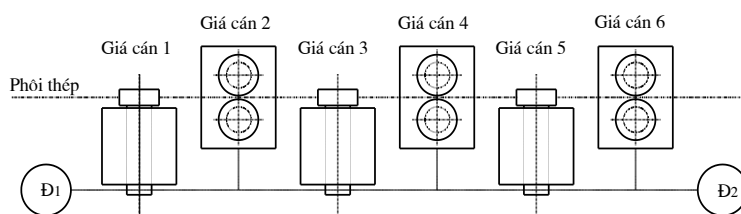
Cán thép đòi hỏi công suất điện rất lớn để phục vụ cho các công đoạn nung phôi, vận chuyển, cán và đóng gói sản phẩm. Đặc điểm cơ bản của cán thép là môi trường làm việc tương đối khắc nghiệt (nhiệt độ cao, tiếng ồn lớn và nhiều bụi bặm,...), mặt khác chất lượng thép phải đạt yêu cầu mới tiêu thụ được. Do vậy, vai trò của điều khiển và tự động hóa trong dây chuyền cán thép là vô cùng to lớn. Nó quyết định đến năng suất, chất lượng và sự an toàn trong vận hành của con người và thiết bị máy móc.

Riêng trong dây chuyền cán thép dây, việc sử dụng hai hoặc ba động cơ công suất nhỏ, thay thế cho một động cơ công suất lớn mà vẫn phải phân bố đều công suất giữa chúng đang là bài toán cho lĩnh vực điều khiển tự động hóa trong dây chuyền cán.

CHƯƠNG 2. NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG NỐI TRỰC ĐỘNG CƠ TRÊN DÂY CHUYỀN CÁN THÉP DÂY

2.1. Giới thiệu dây chuyền cán sử dụng hệ thống nối trực hai động cơ

Sơ đồ công nghệ của dây chuyền cán sử dụng hệ thống nối trực hai động cơ điện một chiều kích từ độc lập được giới thiệu trên hình 3.1:



Hình 2. 1. Hệ thống nối trực hai động cơ trên dây chuyền máy cán dây

Trong đó:

- Máy cán Block gồm 6 giá cán rời với 3 giá đứng và 3 giá đặt nằm ngang, việc truyền động được thực hiện bởi 2 động cơ DC kích từ độc lập nối đồng trục, thực hiện việc đồng bộ hoá tốc độ.

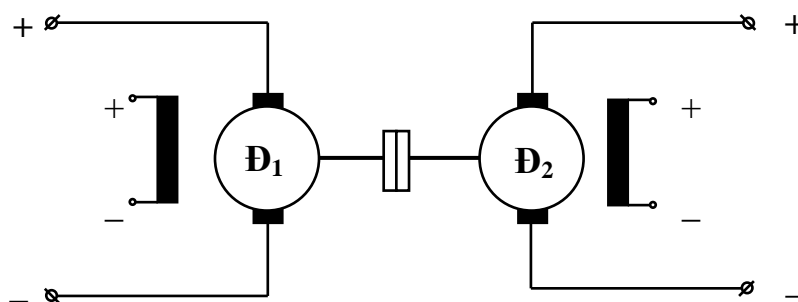
- Thực hiện làm mát cho động cơ bằng quạt gió được lắp đặt riêng cho mỗi động cơ truyền động. Thông số động cơ quạt làm mát:

Trên đây là một nhiệm vụ đặt ra khi xây dựng các hệ thống truyền động điện vừa có công suất lớn lại vừa đảm bảo việc đồng tốc và phân đều phụ tải giữa hai động cơ. Đáp ứng được tất cả các yêu cầu trên là một nhiệm vụ rất khó khăn.

2.2. Cơ sở lý thuyết về nối cứng trực động cơ

Trong phần này, ta chỉ đi sâu nghiên cứu lý thuyết về nối cứng trực hai động cơ một chiều, các loại động cơ khác sẽ đề cập sau.

2.2.1. Nối cứng trực hai động cơ một chiều kích thích độc lập



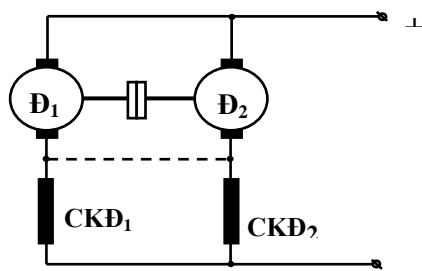
Hình 2. 2. Sơ đồ nguyên lý của hệ thống nối cứng trực hai động cơ một chiều kích từ độc lập

Sơ đồ nguyên lý hệ thống nối cứng trục hai động cơ điện một chiều kích từ độc lập được thể hiện trên hình 2.2. Vấn đề quan trọng nhất của hệ truyền động này là làm thế nào để đảm bảo sự phân bố tải hợp lý giữa hai động cơ. Do nối cứng trục với nhau nên hai động cơ luôn quay cùng tốc độ. Trong trường hợp dùng hai động cơ điện một chiều kích từ độc lập có cùng công suất, muốn chịu tải như nhau thì chúng phải có đặc tính cơ hoàn toàn giống nhau. Nghĩa là tốc độ không tải lý tưởng và độ cứng đặc tính cơ phải như nhau. Nếu không thỏa mãn các điều kiện này thì phụ tải giữa hai động cơ sẽ khác nhau.

Trong thực tế, có khi hai động cơ cùng công suất, cùng các thông số định mức, nhưng đặc tính cơ của chúng vẫn khác nhau. Nguyên nhân sinh ra sự sai khác đó là do khe hở không khí, điện trở cuộn dây phản ứng hoặc vật liệu chế tạo của chúng khác nhau.

2.2.1. Nối cứng trục hai động cơ một chiều kích thích nối tiếp

Phụ tải sẽ phân bố trên hai động cơ theo tỷ số:



Hình 2. 3. Sơ đồ nguyên lý hệ thống nối cứng trục hai động cơ một chiều kích từ nối tiếp

$$\frac{E_{D1}}{E_{D2}} = \frac{k_1 \phi_1}{k_2 \phi_2} = \frac{M_1}{M_2} \quad (2.1)$$

Nghĩa là thay đổi kích từ ta có thể điều chỉnh được sự phân bố phụ tải giữ chúng sao cho $M_1 = M_2$.

Đối với động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp, vì đặc tính cơ của chúng mềm nên để đảm bảo điều kiện phân bố phụ tải đều, khi liên kết cơ cứng với nhau. Sơ đồ nguyên lý của hệ truyền động này được minh họa trên hình 2.4. Đôi khi để đảm bảo sự phân bố phụ tải đều giữa hai động cơ này, người ta nối thêm đoạn dây cân bằng giữa hai điểm a và b. Trong trường hợp này cần chú ý đảm bảo dàn cho hệ thống khi