

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

NGÀNH : TỰ ĐỘNG HÓA

NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG CÁN
THÉP TẤM

BAN GIÁM HIỆU

KHOA SAU ĐẠI HỌC

NGƯỜI HD KHOA HỌC

HỌC VIÊN

PGS T.S NGUYỄN NHƯ HIỀN

ĐỖ ĐỨC TUẤN

Thái Nguyên, 2011

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu và tổng hợp các tài liệu của riêng tôi, các số liệu, kết quả nêu trong luận văn này là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Học viên

Đỗ Đức Tuấn

LỜI CẢM ƠN

Nước ta đang phấn đấu đến năm 2020 cơ bản trở thành một nước công nghiệp có trình độ phát triển khá. Chiến lược trong những năm tới là phải đưa đất nước phát triển nhanh và bền vững, xây dựng nền kinh tế tự chủ, chủ động hội nhập có hiệu quả với kinh tế quốc tế và tiếp tục đổi mới sâu rộng hơn nữa.

Ngành thép là một ngành công nghiệp then chốt trong nền kinh tế quốc dân, là đầu vào cho rất nhiều các ngành công nghiệp khác. Thép được đánh giá là vật tư chiến lược và có vai trò hết sức quan trọng trong sự nghiệp CNH-HĐH đất nước.

Sản phẩm thép rất đa dạng trong đó phải kể đến thép tấm (lá) là một trong những dạng sản phẩm cán kinh tế nhất. Từ thép tấm và thép băng người ta sản xuất thép ống, thép hình uốn, các loại kết cấu hàn và các sản phẩm dập rất đa dạng.

Ở nước ta, trong định hướng phát triển của ngành luyện kim đã dự kiến tổng nhu cầu thép vào năm 2010 là 6.400.000 tấn, trong đó có 3.500.000 tấn thép lá và 2.900.000 tấn thép hình và dây. Như vậy khối lượng thép tấm, lá chiếm gần 55% tổng sản phẩm thép cán. Hiện tại ở nước ta chỉ có duy nhất nhà máy cán thép tấm là công ty TNHH một thành viên Thép Cái Lân đang hoạt động.

Hệ thống cán thép tấm được nghiên cứu và sử dụng rộng rãi tại các cơ sở nghiên cứu và thực nghiệm nhưng hầu hết các công trình này đều không xét đến ảnh hưởng phi tuyến của hệ thống thủy lực do vậy các mô hình này tương đối đơn giản và phạm vi ứng dụng hẹp. Một vấn đề quan trọng trong điều khiển quá trình cán là cần cải thiện thời kỳ quá độ.

Xuất phát từ lý do trên, tác giả đã lựa chọn đề tài “ **Nâng cao chất lượng điều khiển hệ thống cán thép tấm**”.

Do một phần khối kiến thức dùng để nghiên cứu , giải quyết những vấn đề lớn trong đề tài thuộc lĩnh vực Công nghệ cán thép tấm , tác giả phải tự học trong một thời gian ngắn , tài liệu tham khảo để phục vụ cho luận văn gặp nhiều khó khăn, thời gian nghiên cứu luận văn và khả năng tự nghiên cứu của tác giả còn hạn chế, nên không thể tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong sự quan tâm, góp ý của các Thầy, Cô và đồng nghiệp để tác giả lĩnh hội bổ sung cho chương trình nghiên cứu, nâng cao trình độ của bản thân ngày một tốt hơn.

Để luận văn hoàn thành đúng thời hạn, cùng với sự nỗ lực của bản thân, tác giả đã nhận được rất nhiều sự giúp đỡ; trước tiên tác giả xin chân thành cảm ơn PGS T.S Nguyễn Như Hiến, thầy hướng dẫn khoa học chính giúp tác giả hoàn thành luận văn này. Ngoài ra, tác giả cũng xin chân thành cảm ơn thầy Bùi Chính Minh cùng các thầy (cô) trong khoa điện, các bạn bè, đồng nghiệp đã giúp đỡ, chia sẻ kinh nghiệm giúp tác giả hoàn thành luận văn này ./.

Thái Nguyên, tháng 9 năm 2011

Học viên

Đỗ Đức Tuấn

Chương 1

GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ CÁN THÉP TẤM

Thép tấm hay còn gọi là thép lá là một trong những dạng sản phẩm cán kinh tế nhất. Từ thép tấm và thép băng người ta sản xuất thép ống, thép hình uốn, các loại kết cấu hàn và các sản phẩm dập rất đa dạng. Chế tạo các dạng ống và thép hình nhẹ từ thép tấm và thép băng (có độ dày nhỏ hơn so với sản phẩm ống và thép hình cán) cho phép tiết kiệm được 10- 15% kim loại.

Ở một số nước công nghiệp phát triển, tỷ trọng thép tấm và thép băng trong tổng khối lượng sản phẩm cán chiếm tới 50- 70%. Cùng với sự gia tăng nhu cầu về thép băng và thép tấm nói chung, khối lượng sản phẩm thép lá cũng không ngừng tăng nhanh, chiếm tỷ trọng trên 40% tổng sản phẩm và thép băng.

Ở nước ta, trong định hướng phát triển của ngành luyện kim đã dự kiến tổng nhu cầu thép vào năm 2010 là 6.400.000 tấn, trong đó có 3.500.000 tấn thép lá và 2.900.000 tấn thép hình và dây. Như vậy khối lượng thép tấm, lá chiếm gần 55% tổng sản phẩm thép cán.

Để đảm bảo nhu cầu nêu trên, dự kiến xây dựng, phân bổ và phát triển năng lực thiết bị nhằm cân đối nhu cầu sản phẩm cũng được đề xuất cho từng giai đoạn đến 2005 và 2010, bao gồm các nhà máy cán nóng, cán nguội thép băng liên tục với tổng sản lượng dự kiến đến 2010 tới hơn 4 triệu tấn/ năm [1].

1.1. PHÔI CHO SẢN XUẤT THÉP TẤM VÀ THÉP BĂNG CÁN NÓNG

Để sản xuất thép tấm người ta sử dụng phôi là slab và thép thỏi. Slab là phôi có tỷ lệ giữa chiều rộng và chiều dày khoảng 3÷12. Kích thước phổ biến của slab, dùng cho các máy cán hiện đại là: $H \times B \times L = (100 \div 300) \text{ mm} \times (600 \div 320) \text{ mm} \times (1500 \div 14000) \text{ mm}$, khối lượng đạt (35 ÷ 45) T.

Theo phương pháp sản xuất, slab chia làm hai loại: slab đúc và slab cán.

Slab cán được cán từ thỏi ở các máy bluming, luming-slaving và slaving. Khi cán slab ở các máy bluming, luming-slaving người ta áp dụng những lần cán biên. Do vậy, bề rộng lớn nhất của slab bị hạn chế bởi khoảng cách nâng trục cực đại. Các máy bluming có thể sản xuất slab với chiều rộng lớn nhất (800÷100) mm, còn các máy bluming-slaving -(1600 ÷ 1900)mm [1].

Chương 1. Giới thiệu công nghệ cán thép tấm

Slabbing là loại máy cán chủ yếu dùng để sản xuất slab cán. Slab cán ở các máy này đảm bảo được hình dạng, kích thước và chất lượng gia công. Khoảng cách giữa hai trục đứng và giữa hai trục lớn cho phép cán slab có bề rộng đến 2240 mm. Quá trình cán ở các máy slabbing được tiến hành với số lần đảo chiều và số lần cán ít nhất. Cho nên năng suất của các máy cán slabbing lớn hơn nhiều so với các máy cán slab khác.

Sản xuất slab từ thỏi bằng phương pháp cán có nhiều điểm hạn chế:

- Hệ số tiêu hao kim loại lớn.
- Qui trình công nghệ phức tạp, tốn thời gian và năng lượng.
- Slab có sự không đồng nhất về cơ tính do sự không đồng nhất về thành phần hóa học và tổ chức của thỏi gây nên.

Sản xuất slab bằng phương pháp đúc liên tục khắc phục được hầu hết những nhược điểm kể trên. Do có sự đồng nhất về thành phần hóa học và tổ chức nên chất lượng của slab đúc cao hơn slab cán. Ngoài ra, phương pháp đúc liên tục còn cho phép giảm một cách đáng kể hiệu số tiêu hao kim loại, năng lượng và thời gian cho qui trình công nghệ. Chính vì vậy mà giá thành của slab đúc thấp hơn nhiều so với slab cán.

Do có những ưu điểm kinh tế - kỹ thuật nêu trên, hiện nay phương pháp đúc liên tục slab được áp dụng một cách rộng rãi và trở thành phương pháp sản xuất phôi chủ yếu cho các máy cán thép tấm.

Cán thép tấm từ phôi slab là phương pháp công nghệ hợp lý hơn cả. Bằng phương pháp này, ta có thể nâng cao cơ tính, chất lượng bề mặt của thép thành phẩm, đồng thời giảm đáng kể hệ số tiêu hao kim loại, tăng năng suất và mở rộng rộng chủng loại sản phẩm của máy.

Kích thước và khối lượng của slab được xác định căn cứ vào kích thước của sản phẩm.

Đối với các máy cán tấm, những phôi slab có chiều dày nhỏ nhất và chiều rộng (hoặc chiều dài) bằng chiều rộng của tấm thành phẩm là những phôi có kích thước tối ưu. Các phôi này cho phép giảm tối đa số lần cán và bằng cách đó nâng cao năng suất của máy. Chiều dài của phôi thường bị hạn chế bởi chiều dài thân trục cán, bởi lẽ các phôi có chiều dài vượt quá chiều dài thân trục, ta không thể áp dụng sơ đồ cán ngang để tạo bề rộng cho thép thành phẩm. Ở các máy cán tấm lớn, khối lượng của slab có thể lên tới 40T hoặc hơn.

Khi cán ở các máy cán thép băng rộng bản liên tục và bán liên tục, người ta dựa vào khả năng ép của các giá cán, kích thước lò nung phôi, đặc điểm và tính năng của các thiết bị phụ để tính toán kích thước slab.

Khi chọn kích thước tối ưu cho slab, ta cũng cần chú ý đến khả năng và tính hợp lý của việc sản xuất chúng ở các máy cán thổi hay ở các thiết bị đúc liên tục.

1.2. ĐẶC ĐIỂM, THÀNH PHẦN VÀ CÁCH BỐ TRÍ THIẾT BỊ Ở CÁC NHÀ MÁY CÁN TẤM

Chiều dài thân trục cán của các máy cán tấm được xác định theo chiều rộng của thép thành phẩm. Chiều rộng lớn nhất của tấm sau khi cán phải nhỏ hơn chiều dài thân trục từ 200 mm đến 400mm.

Các máy cán tấm gồm một hoặc hai giá phân bố nối tiếp nhau. Số lượng giá cán được xác định căn cứ vào năng suất cần thiết và yêu cầu về chất lượng của thép thành phẩm. Với năng suất (300.000 ÷ 500.000) T/năm, người ta thường đặt máy cán một giá. Máy hai giá cán cần trong trường hợp yêu cầu năng suất cao hơn.

Các giá cán của máy cán tấm thường là kiểu 2 trục (duo) đảo chiều, 4 trục (kvarto) hoặc 4 trục vận năng (4 trục ngang kết hợp với 2 trục đứng). Kiểu giá 3 trục, với trục giữa nhỏ hơn không truyền động (trio Lau ta).

Các giá cán duo và trio lauta có độ cứng thấp, thường gây nên độ không đồng đều ngang và dọc đáng kể của chiều dày thép cán. Đối với các giá cán trio lauta, còn cần phải có bàn nâng hạ bố trí hai bên giá cán, hệ thống này thường rất nặng nề, một mặt làm hạn chế khối lượng và kích thước thép cán, mặt khác vì tốc độ quay của trục cán không đổi suốt trong quá trình cán một sản phẩm, nên tải trọng động khi trục cán ăn thép rất lớn. Ngoài ra ở các giá cán trio lauta lượng thép trong một lần cán thường bị hạn chế và thời gian nghỉ giữa hai lần cán tương đối dài. Chính vì những nhược điểm trên mà hiện nay, khi xây dựng các xưởng cán tấm mới, kiểu giá cán trio lauta không được dùng nữa, còn các giá cán duo chỉ được sử dụng làm giá cán thô ở các máy cán tấm hai giá.

Kiểu giá kvarto được sử dụng rộng rãi hơn cả. So với các kiểu giá cán khác (ít trục hơn), các giá cá kvarto có độ cứng cao hơn, do đó đảm bảo được độ chính xác của chiều dày thép thành phẩm.

Để cán thép tấm có mặt biên được gia công, người ta sử dụng các giá cán kvarto vận năng. Các giá này thường được dùng làm các giá cán tinh ở các nhà máy cán tấm, băng dày và hẹp. Tuy nhiên hiệu suất sử dụng các giá cán vận năng ở các máy cán tấm dày không cao, bởi vì khi cán tấm rộng và tương đối mỏng, không thể áp dụng lượng ép biên để tránh cho thép bị uốn cong theo chiều ngang.

Một số ít nhà máy luyện kim cũ hiện nay trên thế giới vẫn còn sử dụng máy cán tấm một giá triolauta. Các nhà máy này thường có chiều dài thân trục 1800 ÷ 3850 mm, đường kính trục trên và dưới 650 ÷ 1000 mm, đường kính trục giữa 450 ÷ 780 mm. Hai trục trên và dưới được truyền động từ động cơ điện xoay chiều, qua

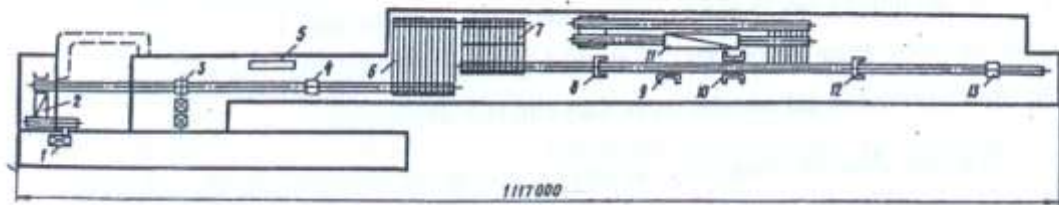
hộp giảm tốc và bánh đà. Các máy này thường cán tấm dày $4 \div 32$ mm với tốc độ $2,5 \div 3,5$ m/s.

Các máy cán tấm triolauta một giá hiện nay không được chế tạo nữa.

Ở các máy cán tấm một giá, ngoài giá kvarto, người ta thường đặt thêm một trục đứng, có nhiệm vụ đánh gi, gia công mặt biên và căn chiều rộng. Trên hình 1.1 trình bày sơ đồ bố trí thiết bị của máy cán tấm một giá kvardo 1050/2150 \times 4300 (cộng hòa liên bang Đức). Máy cán tấm có chiều dày đến 40 mm, chiều rộng đến 4160 mm, từ phôi slab có khối lượng đến 40T. Phôi trước khi cán được nung trong lò liên tục với công suất 206T/h. Năng suất của máy đạt (900 000 \div 1000 000) T/năm.

Mỗi trục làm việc được truyền động từ động cơ riêng, công suất 3725KW. Vận tốc cán đạt 6m/s. Giá cán có khả năng chịu tải đến 8850 T.

Máy được trang bị hệ thống tự động điều chỉnh chiều dày và cơ cấu chống uốn trục tựa, cho phép cán sản phẩm với tốc độ chính xác và độ phẳng cao. Lực chống uốn ở mỗi đầu trục đạt tới 1470 T.



Hình 1.1. Sơ đồ bố trí thiết bị của máy cán tấm 1 giá đảo chiều kvarto 4300[1]
1- bàn cân phôi; 2- lò nung liên tục; 3- giá cán đảo chiều kvarto; 4- máy nắn nóng;
5- máy cắt lửa; 6- giàn làm nguội; 7- giá kiểm tra và nghiệm thu sản phẩm (có trang bị máy lật tấm); 8- máy cắt đầu, đuôi; 9- máy cắt dọc; 10- máy cắt mép biên;
11- lò thường hóa; 12- máy cắt ngang; 13- máy nắn nguội

Trước giá cán người ta đặt thiết bị đánh gi thủy lực, áp suất nước đạt tới 170 at. Sau giá cán là máy cán nóng, có thể nắn thẳng thép tấm có chiều dày đến 95 mm.

Máy cán cũng được trang bị các máy cắt đầu, đuôi, cắt phân đoạn và cắt mép biên, máy nắn nguội và các lò thường hóa có chiều dài 75m, rộng 4,5m, cho phép nung thép tấm có chiều dài đến 30m, rộng đến 4,1m với nhiệt độ $500 \div 1100^{\circ}\text{C}$.

Do nhu cầu đa dạng hóa chủng loại sản phẩm thép tấm từ các mác thép cacbon và thép hợp kim, cùng với những yêu cầu ngày càng cao về chất lượng bề mặt và độ chính xác của sản phẩm, các máy cán tấm liên hợp duo kvarto và các máy cán có khung giá di động được sử dụng một cách rộng rãi.

Máy liên hợp có cấu tạo gồm một giá kvarto và một bộ 2 trục cán (duo), có chiều dài thân trục nhỏ hơn chiều dài thân trục giá cán kvarto, được gá đặt nhờ một hệ thống dầm ngang đặc biệt. Do đó, máy liên hợp có thể thay thế phần nào vai trò của hai giá cán: slabing và giá cán tấm kvarto, cho phép sản xuất thép tấm có chất lượng cao từ thỏi.

Một trong các máy cán liên hợp lớn nhất thế giới được xây dựng ở Nhật Bản, bộ duo (kích thước trục 1230 × 3000 mm) làm việc như một máy slabing, có thể cán thỏi khối lượng đến 25T và slab kích thước $H \times B = (100 \div 400) \text{ mm} \times (1200 \div 1800) \text{ mm}$. Bộ kvarto có kích thước trục 1020/1800 × 4300 mm, cho phép cán tấm sản phẩm có chiều dày 6 ÷ 150 mm, chiều rộng 1200 ÷ 4000 mm và chiều dài đến 20m. Giá cán liên hợp được truyền động từ hai động cơ với công suất mỗi chiếc 3680kW.

Ở các máy cán tấm được trang bị các giá cán có khung di động, quá trình cán các chủng loại thép tấm hẹp và rộng được tiến hành với các trục có chiều dài khác nhau. Điều đó cho phép cán các sản phẩm có dung sai chiều dày thấp (giảm ảnh hưởng của độ uốn trục do không phải cán thép tấm hẹp với trục cán quá dài). Khi chủng loại chiều rộng thay đổi, một trong hai khung giá có thể dịch chuyển đến hai vị trí khác nhau nhờ các xilanh thủy lực. Khung giá được bắt chặt vào đế máy bằng các móc thủy lực.

Một trong những giá cán kvarto đảo chiều có khung di động lớn nhất được xây dựng ở Mỹ. Chiều dài thân trục giá cán này có thể thay đổi trong khoảng 4065 ÷ 5335 mm, đường kính trục tựa 1800 mm, đường kính trục làm việc 1000mm. Mỗi trục làm việc được truyền động từ một động cơ riêng với công suất 4470kW. Máy cho phép cán tấm từ các mác thép cacbon và thép hợp kim, kích thước $h \times b \times l = (4,7 \div 380) \text{ mm} \times (760 \div 5080) \text{ mm} \times (\div 29000) \text{ mm}$.

Các máy cán tấm liên hợp duo - kvarto và các máy cán có khung giá di động chỉ có hiệu suất sử dụng cao trong trường hợp cán sản phẩm có khối lượng sản xuất nhỏ và chủng loại rộng.

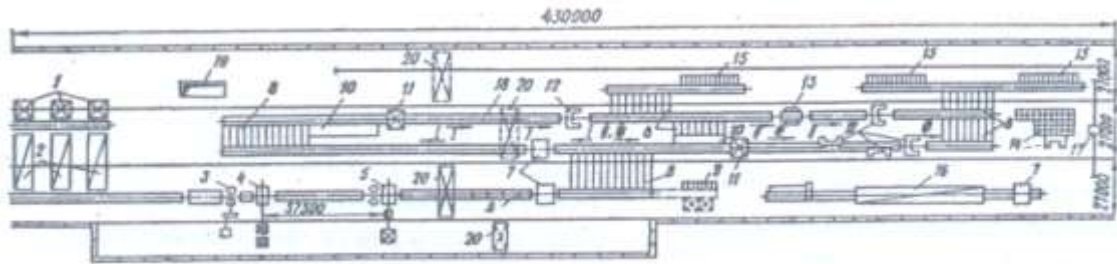
Để sản xuất thép tấm, các máy cán hai giá vẫn được sử dụng rộng rãi hơn cả. Thành phần của các máy cán tấm hai giá hiện đại thường gồm một giá trục đứng và hai giá trục ngang (cán thô và cán tinh) bố trí nối tiếp nhau. Các máy cán hai giá có ưu điểm là chất lượng bề mặt sản phẩm cao (do thép được đánh sạch gỉ ở giá trục đứng và giá cán thô trước khi cán trong giá cán tinh), thời gian làm việc của trục cán dài (giảm số lần thay trục), năng suất cao.

Các máy cán tấm hai giá hiện đại có sự phối hợp giữa các giá cán như sau:

- Giá cán thô duo và giá cán tinh kvarto;

- Giá cán thô kvarto và giá cán tinh kvarto.

Trên hình 1.2 trình bày sơ đồ bố trí thiết bị của máy cán tấm hai giá 2800. Máy gồm một giá trục đứng, một giá cán thô duao và một giá cán tinh vạn năng kvarto. Sản phẩm của máy có kích thước $h \times b \times l = (8 \div 50) \text{mm} \times (\div 2500) \text{mm} \times (\div 20000) \text{mm}$, được cán từ slab kích thước $H \times B \times L = (125 \div 250) \text{mm} \times (700 \div 1600) \text{mm} \times (2500 \div 6000) \text{mm}$, khối lượng đến 12T. Năng suất của máy đạt 1000 000 T/năm[1].



Hình 1.2. Sơ đồ bố trí thiết bị của máy cán tấm 2 giá 2800

1- máy đẩy phôi; 2- lò nung liên tục; 3- giá cán trục đứng; 4- giá cán thô đảo chiều duao 1150x2800; 5- giá cán tinh đảo chiều kvarto 800/1400x2800; 6- đường băng lăn làm nguội; 7- máy nắn; 8- sàn làm nguội; 9- bộ phận chứa thép tấm làm nguội chậm; 10- máy lật tấm; 11- xe lấy dầu kích thước; 12- máy cắt chêm dùng cắt ngang và cắt dọc; 13- máy cắt đĩa cắt mép biên; 14- máy cắt chêm có miền hoạt động rộng; 15- bộ phận chứa thép tấm; 16- lò nung có sàn con lăn dùng nhiệt luyện thép tấm; 17- xe vận chuyển thép; 18- đường băng lăn có máy đảo điện từ; 19- hố chứa vẩy gỉ; 20- cầu trục.

Giá trục đứng có đường kính trục 1500mm, chiều dài thân trục 600mm. Công suất động cơ truyền động cho giá trục đứng 880 kW. Phía trước giá này có máy đảo phôi, phía sau là hệ thống đánh gỉ thủy lực gồm hai ống dẫn với các vòi phun nước áp suất cao (đến 100at), phân bố phía trên và phía dưới tấm thép.

Trục của giá cán thô duao có kích thước $D \times L = 1150 \text{mm} \times 2800 \text{mm}$. Mỗi trục cán có động cơ truyền động riêng, công suất 2570kW, tốc độ 0 -3-60 vòng/phút. Giá cán cũng được trang bị hệ thống đánh gỉ thủy lực. Phía trước và sau giá cán có giàn con lăn côn xoay thép một góc 900 trong mặt phẳng ngang và hai máy căn dẫn thép vào trục.

Trục đứng của giá cán tinh vạn năng kvarto có kích thước $D \times L = 700 \times 400 \text{mm}$. Mỗi trục có động cơ truyền động riêng, công suất 200kW. Trục làm việc và trục tựa có đường kính tương ứng 800mm và 1400mm, chiều dài thân trục