

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM

BÁO CÁO
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
CẤP TRƯỜNG

ĐỀ TÀI

Phương pháp tính toán thép ống thành mỏng tạo hình nguội sử dụng trong máy nâng chuyên.

Chủ nhiệm đề tài: Th.s Phạm Đức

Tham gia: Phạm Thị Yến

HẢI PHÒNG 2016

MỤC LỤC

MỤC LỤC		2
CHƯƠNG 1	TỔNG QUAN	3
1.1.	Tính cấp thiết của đề tài	3
1.2.	Mục đích, nội dung nghiên cứu của đề tài	3
1.3.	Phương pháp và phạm vi nghiên cứu	3
1.4.	Ý nghĩa khoa học và thực tiễn	4
1.5	Tình hình nghiên cứu liên quan đến đề tài	4
CHƯƠNG 2	GIỚI THIỆU CHUNG	5
2.1	Công dụng, phân loại thép ống thành mỏng	5
2.1.1	Công dụng	5
2.1.2	Phân loại thép ống thành mỏng tạo hình nguội	5
2.1.3	Thép ống thành mỏng sử dụng trong máy nâng chuyển	6
2.2	Đặc điểm của thép ống mỏng tạo hình nguội	7
2.2.1	Ưu nhược điểm	7
2.2.2	Phòng gỉ cho thép ống mỏng	8
2.2.3	Khái quát về công nghệ chế tạo thép ống mỏng	8
2.2.4	Bề rộng của phôi thép rập nguội, cán nguội	10
CHƯƠNG 3	CƠ SỞ LÝ THUYẾT	11
3.1.	Khái niệm và định nghĩa	11
3.2	Vật liệu chế tạo và ứng suất	14
3.2.1	Vật liệu chế tạo	14
3.2.2.	Ứng suất của thép tạo hình nguội	15
3.3	Phương pháp tính toán	16
3.3.1	Các phương pháp tính toán	16
3.3.2	Bề rộng hữu hiệu của thép mỏng	17
CHƯƠNG 4	TÍNH TOÁN THÉP MỎNG TẠO HÌNH NGUỘI CỦA MÁY NÂNG CHUYỂN	21
4.1	Cột chịu kéo, nén đúng tâm	21
4.1.1	Điều kiện an toàn về bền của cột chịu kéo, nén đúng tâm	21
4.1.2	Điều kiện an toàn ổn định của cột chịu nén	21
4.2	Dầm ống mỏng chịu uốn	23
4.2.1	Điều kiện bền của dầm chịu mô men uốn	23
4.2.2	Khả năng chịu uốn của dầm ống tròn	23
4.3	Ví dụ	24
4.3.1	Tính toán cột chịu kéo, nén đúng tâm	24
4.3.2	Tính toán ống thép là dầm chịu uốn	30
4.4	Nhận xét kết quả	35
4.4.1	Tính ống như thép cán nóng	35
4.4.2	Nhận xét kết quả	37
	KẾT LUẬN	39
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	40

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN

1.1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Trong những năm gần đây, thép mỏng tạo hình nguội nói chung, thép ống thành mỏng tạo hình nguội nói riêng đã được sử dụng nhiều trong nhiều lĩnh vực như kết cấu thép xây dựng, kết cấu thép máy nâng chuyển, kết cấu thép máy xây dựng.... Khi tính toán thiết kế kết cấu thép loại này sử dụng làm kết cấu thép của máy nâng chuyển, đa số các trường hợp dựa theo cách tính toán như thép cán nóng thông thường. Phương pháp tính toán đó đã không đề cập tới những đặc điểm của thép ống mỏng tạo hình nguội, do đó không phát huy được những lợi thế của chúng, gây lãng phí vật liệu hoặc kết cấu không đủ bền.

Do vậy, tính toán thép thành mỏng tạo hình nguội phù hợp với đặc điểm của chúng đang là vấn đề có tính thời sự. Ngoài ý nghĩa kỹ thuật, đề tài còn có ý nghĩa kinh tế lớn.

1.2. MỤC ĐÍCH, NỘI DUNG NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI

Mục đích của đề tài:

Đề tài nhằm giới thiệu phương pháp tính toán cấu kiện thép ống thành mỏng tạo hình nguội sử dụng trong kết cấu thép máy nâng chuyển theo quy phạm nước ngoài, phù hợp với đặc điểm của nó, giúp cho việc tính toán dễ dàng và chính xác hơn, tận dụng khả năng làm việc của kết cấu và phát huy được những ưu điểm của loại thép ống thành mỏng tạo hình nguội.

Nội dung nghiên cứu:

- Nội dung chủ yếu gồm:
- Tổng quan
 - Giới thiệu chung
 - Cơ sở lý thuyết.
 - Tính toán thép ống mỏng tạo hình nguội trong máy nâng chuyển
 - Kết luận

1.3. PHƯƠNG PHÁP VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu:

Dựa vào các quy phạm kỹ thuật ở nước ngoài và các tài liệu tính toán kết cấu thép, kết hợp với lý thuyết sức bền vật liệu, máy nâng chuyển và các tài liệu khác, cũng như khảo sát thực tế, đưa ra phương pháp tính toán thép ống thành mỏng tạo hình nguội sử dụng trong kết cấu thép máy nâng chuyển

Phạm vi nghiên cứu:

Với mục đích giới thiệu phương pháp tính toán phù hợp với đặc điểm của thép ống thành mỏng tạo hình nguội, nội dung đề tài tập trung vào một số vấn đề cơ bản về loại thép thành mỏng tạo hình nguội và phương pháp tính toán loại thép này theo các điều kiện bền chịu kéo - nén đúng tâm, và chịu uốn là các trường hợp chịu lực phổ biến của kết cấu, để làm cơ sở tính toán kết cấu thép thành mỏng tạo hình nguội được sử dụng trong máy nâng chuyển.

1.4. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN

Đề tài có ý nghĩa khoa học kỹ thuật và kinh tế quan trọng. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở để tính toán, thiết kế kết cấu thép của máy nâng chuyển phù hợp hơn. Nó tạo điều kiện thuận lợi cho các kỹ sư, các nhà kỹ thuật có công cụ tính toán, thiết kế các kết cấu sử dụng thép thành mỏng tạo hình nguội chính xác hơn, tận dụng được khả năng chịu lực của loại kết cấu này, góp phần giảm nhẹ khối lượng kết cấu, giảm công chế tạo, vận chuyển, lắp ráp, do đó sẽ hạ giá thành. Đề tài cũng góp phần bổ sung kiến thức trong giảng dạy, học tập môn học Kết cấu thép máy nâng chuyển.

1.5- TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI

Trên thế giới, thép thành mỏng tạo hình nguội đã được sử dụng từ lâu, có nhiều quy phạm áp dụng cho loại thép này như: quy phạm EN 1993 của châu Âu; quy phạm AISI 1996 của Mỹ, quy phạm BS5950 của Anh, quy phạm AS/NZS 4600:1996 của Úc; quy phạm GB 50018-2002 của Trung Quốc; ...; các quy phạm này đã được sử dụng ở nước ta.

Một số tài liệu giáo trình đã và đang được sử dụng ở các trường Đại học như Kết cấu thép - NXBKHKHT-Hà nội 2005 của GS.TS Đoàn Đình Kiến; Kết cấu thép của thiết bị nâng (Huỳnh văn Hoàng-Trần Thị Hồng- Lê Hồng Sơn NXB ĐHQG TP HCM-2005), và các tài liệu nước ngoài đã được dùng làm tài liệu giảng dạy, học tập và tham khảo về kết cấu thép máy nâng chuyển ở một số trường đại học ở Việt Nam, như *Металлические конструкции подъемно-Транспортных машин*- của ГохбергМ.М. “Машиностроение”. Л.1976; Гохберг М.М. *Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин* – của ф.к.ивнченко Л.1984..., có nêu ra việc áp dụng các loại thép này, song phương pháp tính toán cũng chưa được đề cập tới. Các quy phạm kỹ thuật về thiết bị nâng như TCVN 4244 -86; TCVN 4244 -2005, cũng không đưa ra các quy định về tính toán thép thành mỏng tạo hình nguội. Do vậy, gây không ít khó khăn khi tính toán thiết kế kết cấu thép máy nâng chuyển chế tạo bằng thép thành mỏng tạo hình nguội.

CHƯƠNG 2

GIỚI THIỆU CHUNG

2.1- CÔNG DỤNG, PHÂN LOẠI THÉP ỚNG THÀNH MỎNG

2.1.1. CÔNG DỤNG

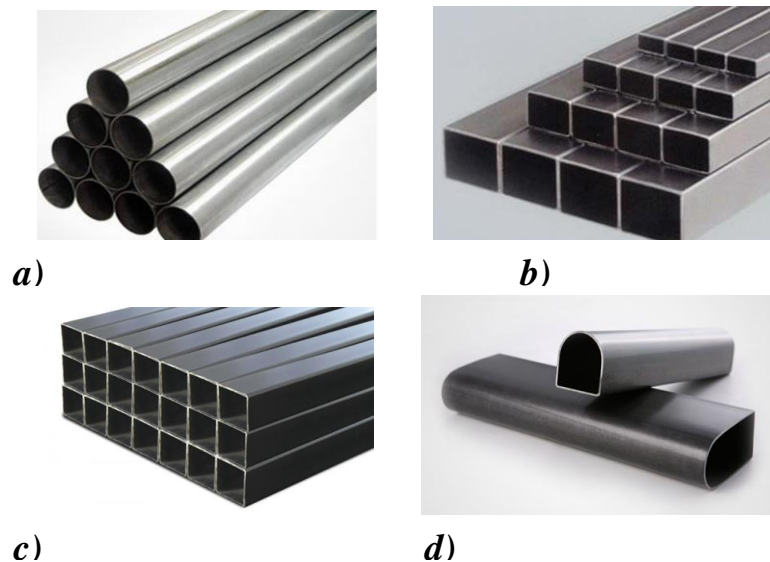
Thép thành mỏng tạo hình nguội nói chung, thép ống thành mỏng tạo hình nguội nói riêng là loại thép được chế tạo từ các thép tấm mỏng, thép dải, thép tấm cuộn có chiều dày từ 0,3-16mm bằng phương pháp rập nguội, cán nguội.

Với nhiều ưu điểm như dễ vận chuyển, tháo lắp; đa dạng về tiết diện, chủng loại và đặc biệt là trọng lượng nhẹ, cường độ chịu lực tăng cao, thép ống thành mỏng tạo hình nguội ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong kết cấu thép nói chung và kết cấu thép của máy nâng chuyển nói riêng. Chúng được dùng làm dầm, cột, khung, dàn và các bộ phận đỡ sàn lát, lan can, tay vịn của nhiều loại máy móc như ô tô, máy nâng chuyển, tàu hỏa,... Chúng cũng được dùng nhiều trong xây dựng dân dụng, xây dựng công nghiệp và các lĩnh vực khác.

Trong lĩnh vực xây dựng, trên thế giới, các cấu kiện thép ống thành mỏng áp dụng vào kết cấu nhà cửa bắt đầu từ những năm 1940. Người ta đã chế tạo được những công trình lớn làm bằng thép mỏng như nhà thép mỏng 3 tầng hay các hệ mái nhà nhíp tới 20 mét.

2.1.2- PHÂN LOẠI THÉP ỚNG THÀNH MỎNG TẠO HÌNH NGUỘI

Hiện nay, thép ống thành mỏng tạo hình nguội rất đa dạng về chủng loại và tiết diện, vì vậy chúng có nhiều cách phân loại khác nhau như theo công dụng, theo phương pháp chế tạo, theo tiết diện...



Hình 2.1. Một số tiết diện thép ống thành mỏng tạo hình nguội
a. Thép ống tròn; b. Thép ống hộp chữ nhật;
c. Thép ống hộp vuông. d. Thép ống hình tròn- chữ nhật .

Theo công dụng, thép ống thành mỏng có loại dùng trong dân dụng (để dẫn nước, dẫn khí, đồ gia dụng), dùng trong các kết cấu cơ khí công nghiệp (ô tô, máy xây dựng, máy nâng,...); dùng trong xây dựng (khung, dàn, xà gồ...)

Theo hình dạng mặt cắt, thép ống thành mỏng tạo hình nguội có các loại hộp vuông, hộp chữ nhật, ống tròn, ống elip, ô van, ống tam giác, ống đa giác, ống dị hình (ống chữ nhật- tròn, ống chữ nhật lõm giữa, ống tròn lõm giữa, ống sao bốn cạnh, ống chữ thập, hoặc có thể có tiết diện bất kỳ theo yêu cầu riêng). Hình 2.1 là một số dạng mặt cắt của thép ống.

Theo phương pháp công nghệ có thép ống dập nguội, cán nguội.

Theo phương pháp hàn có ống hàn lò, ống hàn điện và hàn tự động

Theo hình thức hàn có loại ống hàn thẳng và ống hàn xoắn

Ngoài ra, còn có thể phân loại ống theo vật liệu chế tạo, hình dáng đầu hàn..

2.1.3. THÉP ỐNG THÀNH MỎNG SỬ DỤNG TRONG MÁY NÂNG CHUYỂN

Thép ống thành mỏng ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong kết cấu thép của máy nâng chuyển. Phạm vi ứng dụng có lợi của kết cấu thép ống thành mỏng tạo hình nguội trong máy nâng chuyển phụ thuộc vào điều kiện cấu tạo (chế tạo, phòng gi...), điều kiện chịu lực (tải trọng, tính năng vật liệu...), các chỉ tiêu kinh tế, điều kiện sử dụng và yêu cầu mỹ thuật.



a)



b)



c)



d)

Hình 2.2. Thép ống thành mỏng trong máy nâng chuyển
a,b. Thép ống tròn làm cần cần trục
c. Thép hộp làm dầm dàn.
d. Thép hộp làm cột dàn

Phạm vi sử dụng thép ống thành mỏng tạo hình nguội trong máy nâng chuyển có thể dùng làm các bộ phận kết cấu chịu lực, hoặc dùng trong các chi tiết bộ phận kiến trúc. Kết cấu chịu lực chủ yếu là làm dầm, cột, khung đỡ, dầm dàn (H2.2c), cần (H2.2a,b), cột (H2.2d). Tuy nhiên do một số nhược điểm, thép ống mỏng tạo hình nguội vẫn hạn chế dùng trong các kết cấu chịu lực lớn, các kết cấu thép cần trục dùng ở ngoài trời. Trong các chi tiết bộ phận kiến trúc, chúng được dùng làm khung khuôn cửa ca bin, khung bao buồng máy, ca bin,...

Sử dụng thép ống thành mỏng đương nhiên giảm nhẹ được trọng lượng kết cấu, tiết kiệm vật liệu nhưng không hoàn toàn kinh tế hơn, vì tính kinh tế còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như chi phí gia công thép cao hơn, công nghệ chế tạo kết cấu cũng có thể cao hơn. Để sử dụng thép uốn nguội, cần xét tới các yếu tố sau:

- Số lượng của kết cấu, tính lặp lại của kết cấu.
- Giảm trọng lượng kết cấu thường làm tăng giá thành chế tạo. Giảm giá thành chế tạo bằng cách dùng dây chuyền hiện đại, cơ giới hóa cao.
- Khả năng lắp ráp nhanh chóng, dễ dàng của kết cấu thép mỏng và biện pháp vận chuyển. Các cấu kiện điển hình có thể được vận chuyển, lưu kho rất gọn, tiện cho bốc xếp và dựng lắp.

2.2. ĐẶC ĐIỂM CỦA THÉP ỐNG MỎNG TẠO HÌNH NGUỘI

Thép ống thành mỏng tạo hình nguội là loại thép được chế tạo từ các thép tấm, thép dải, thép cuộn có chiều dày mỏng bằng phương pháp rập nguội, cán nguội, bề dày của các tấm thép không đổi. Nhờ gia công nguội không gia nhiệt, bề mặt thép có sự biến cứng làm tăng cường độ chịu lực, song cũng vì thế độ cứng của thép tăng lên, độ dẻo giảm đi. Thép thành mỏng có chiều dày khá mỏng, nên cần phòng tránh han gỉ, nếu không được bảo vệ tốt sẽ bị phá hủy nhanh chóng trong thời gian ngắn. Thép ống thành mỏng tạo hình nguội hết sức phong phú, đa dạng nên thuận tiện trong việc sử dụng.

2.2.1. ƯU NHƯỢC ĐIỂM

So với các loại thép ống cán nóng, thép ống tạo hình nguội có một số ưu điểm như:

- Hình dạng tiết diện đa dạng phù hợp yêu cầu sử dụng.
- Sử dụng thép mỏng sẽ giảm khối lượng thép từ 25-50 % so với thép cán nóng, có thể giảm nhiều hơn nữa nhưng sẽ kèm theo khó khăn tốn kém về chế tạo và không còn kinh tế nữa.
- Dựng lắp nhanh, thời gian chế tạo và lắp ráp có thể giảm tới 30%, đặc biệt là đối với các cấu kiện đã thống nhất hóa, tiêu chuẩn hóa.

Tuy nhiên thép ống mỏng tạo hình nguội cũng có một số nhược điểm sau:

- Phương pháp làm kín ống chủ yếu bằng hàn.
- Khả năng chịu lực hạn chế do chiều dày thành ống không lớn, vì vậy phạm vi sử dụng hạn chế.
- Giá thành thép uốn nguội cao hơn thép cán nóng.
- Có tập trung ứng suất ở các góc uốn nên khả năng chịu tải trọng động kém hơn thép cán nóng.

- Chi phí phòng gỉ cao hơn, vì bề mặt của tiết diện thép lớn hơn, cần nhiều diện tích sơn phủ, bảo vệ.
- Việc vận chuyển, bốc xếp, dựng lắp tuy nhanh chóng nhưng đòi hỏi những biện pháp và phương tiện thích hợp vì cấu kiện dễ bị hư hại.
- Sự làm việc của thép thành mỏng phức tạp hơn nên việc thiết kế cũng khó khăn hơn.

2.2.2. PHÒNG GỈ CHO THÉP ỐNG MỎNG

Chiều dày của thép ống mỏng khá nhỏ, vì vậy phòng gỉ cho chúng là điều hết sức quan trọng. Kết cấu thành mỏng không được bảo vệ tốt sẽ bị phá hủy nhanh chóng trong thời gian ngắn.

Hiện tượng gỉ của thép ống chủ yếu là hiện tượng ăn mòn điện hóa. Trên bề mặt ống có những phần tử vi mô hoạt động như những điện cực. Tiếp xúc với chất điện giải là dung dịch hơi nước không khí, có chứa các hợp chất, khí các bon níc. Dòng điện xuất hiện, cực dương bị tan trong chất điện phân. Hiệu điện thế giữa các cực càng lớn, dòng điện càng mạnh và sự ăn mòn càng nhanh.

Tốc độ ăn mòn xác định bằng bề sâu ăn mòn của thép (mm/năm) hoặc trọng lượng thép mất đi trên một đơn vị diện tích ($g/m^2/năm$). Tốc độ này thay đổi tùy thuộc vào môi trường, ở vùng nông thôn là 0,004mm/năm, thành phố 0,03-0,06mm/năm; vùng biển 0,06-0,16mm/năm, ở nhà máy hóa chất 1mm/năm. Đồng thời phụ thuộc vào hình dạng của tiết diện và vị trí của cấu kiện trong không gian, mặt trên lớn hơn mặt dưới, mặt trong tiết diện kín ít hơn mặt ngoài.

Phòng gỉ cho thép ống mỏng cần thực hiện ngay từ khâu thiết kế ban đầu, cho đến các biện pháp công nghệ.

Khi thiết kế cần chọn các loại tiết diện chống ăn mòn cao, cao nhất là tiết diện ống tròn. Cố gắng tận dụng nguyên tắc tập trung vật liệu, làm thành dày hơn, đưa đến chống ăn mòn tốt hơn, giảm lượng sơn phủ bảo vệ. Chọn loại vật liệu chống gỉ cao hơn, ví dụ như thép hợp kim thấp. Có các giải pháp cấu tạo để cấu kiện không tích bụi, tích ẩm, ví dụ đặt nghiêng, dốc, tạo các lỗ thoát nước. Tránh để kết cấu thành mỏng tiếp xúc với vật liệu khác có chứa các tạp chất ăn mòn.

Khi gia công cần thực hiện tốt các biện pháp bảo vệ thép. Sử dụng lớp sơn bảo vệ thép ngay sau khi chế tạo, để chống ăn mòn. Đối với cấu kiện mà không thể sơn lại được sau khi lắp thì phải dùng biện pháp bảo vệ cao hơn là sơn lót hai lần và sơn mặt hai lần.

Phần lớn các cấu kiện thành mỏng hiện nay để phòng gỉ người ta dùng phương pháp mạ. Phương pháp mạ phổ biến là mạ kẽm nhúng nóng hoặc phụ lớp kẽm phủ. Việc mạ kẽm có thể thực hiện ngay từ khi cuộn thép tấm mỏng hoặc thực hiện sau khi kết cấu đã hoàn thành (khó đối với kích thước lớn). Việc phun phủ kẽm được thực hiện lên kết cấu đã lắp xong, hình dạng kết cấu có thể tùy ý. Bên ngoài lớp mạ và lớp phun thường có thêm lớp sơn bảo vệ lớp phủ nữa.

2.2.3. KHÁI QUÁT VỀ CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO

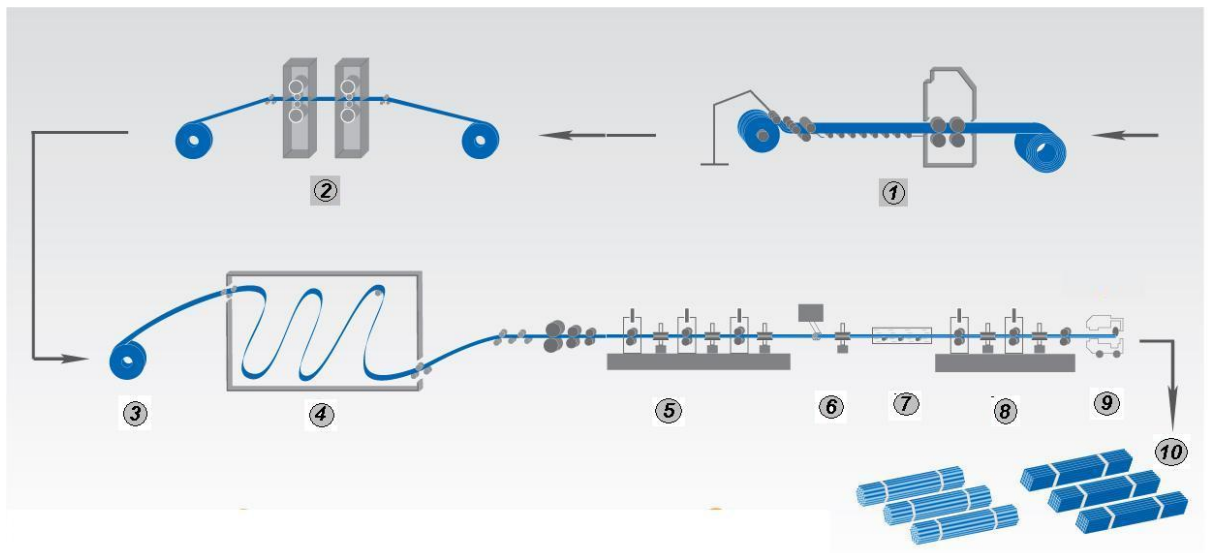
Có thể sử dụng các phương pháp chế tạo thép ống thành mỏng như: dùng máy gập, dùng máy ép khuôn và cán lăn liên tục. Phương pháp dùng máy gập, dùng máy ép khuôn có năng suất

thấp, chất lượng không cao, khó cơ giới hóa được toàn bộ nên chỉ áp dụng cho sản xuất nhỏ, đơn chiếc.

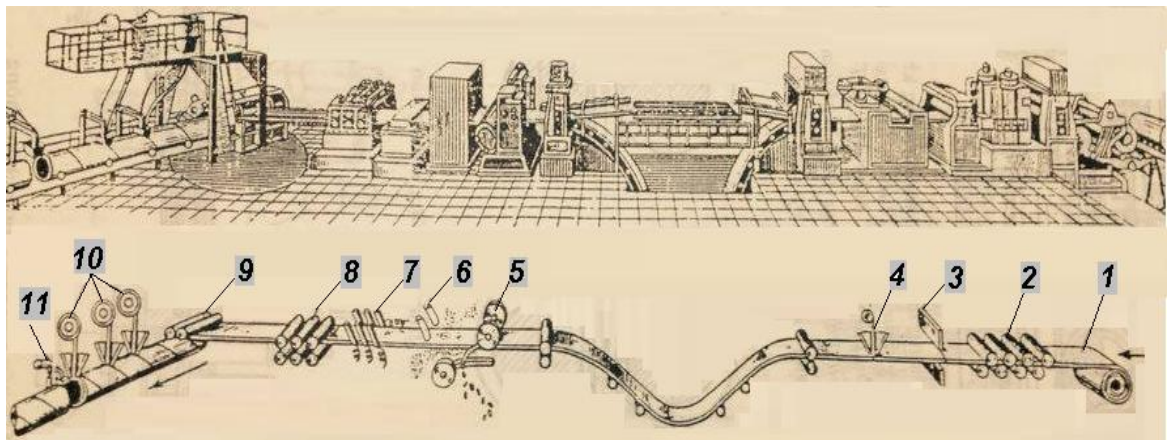
Phương pháp chủ yếu hiện nay là phương pháp cán lăn liên tục. Đây là phương pháp có năng suất cao nhất, sử dụng ít nhân công, mỗi năm có thể sản xuất hàng triệu mét cấu kiện. dùng ở các nhà máy luyện kim, nhà máy sản xuất chế tạo thép mỏng hàng loạt lớn. Tuy nhiên mỗi bộ trục cán chỉ dùng cho một loại tiết diện, muốn thay đổi tiết diện thì phải thay đổi trục cán, thực tế là thay đổi cả một dây chuyền mới, do đó giá thành cao nên chỉ thích hợp trong chế tạo hàng loạt và hàng khối.

Hệ thống máy gồm một dãy các trục cán, có hình dạng khác nhau. Dải thép đi qua các trục cán, dần dần được thay đổi hình dạng. Có thể cán được dải thép có chiều dày từ 0,3-18mm, rộng từ 20-2000mm. Tốc độ cán từ 10-30m/ phút.

Theo hình thức hàn người ta có 2 loại là ống hàn thẳng và ống hàn xoắn. Sơ đồ công nghệ của hai phương pháp cho trên H2.3, H2.4.



Hình 2.3. Sơ đồ cán ống nguội hàn thẳng tự động
 1.Cắt xé phôi. 2.Cán nguội. 3.Cấp phôi. 4.Lồng dự trữ. 5.Ép tạo ống. 6.Hàn ghép mí.
 7.Làm sạch đường hàn. 8.Định dạng ống. 9.Cắt ống. 10.Thành phẩm



Hình 2.4. Sơ đồ cán ống nguội hàn xoắn tự động
 1.Tháo dỡ cấp phôi. 2.Là phẳng. 3.Cắt đầu, đuôi. 4.Cắt mép. 5.Mài mép. 6.Thiết bị phun, làm sạch bề mặt. 7.Thiết bị đánh bóng cạnh bên. 8.Bộ phận dẫn băng thép. 9.Bộ phận uốn tạo ống. 10.Máy hàn. 11.Máy cắt phân đoạn ống.

2.2.4. BỀ RỘNG PHÔI THÉP RẬP NGUỘI, CÁN NGUỘI

Thép tấm mỏng là phôi để tạo hình thép ống thành mỏng. Bằng cách gia công nguội, có thể tạo ra các thép ống tiết diện bất kỳ. Hình thức và kích thước tiết diện thép ống cán nguội được chọn riêng lẻ cho phù hợp với nhiệm vụ của chúng theo kết cấu cụ thể. Khi lựa chọn và thiết kế hình thức tiết diện, cần xét đến: khả năng chế tạo bằng thiết bị hiện có của nhà sản xuất, điều kiện sử dụng và sự chịu lực của các thanh thép và liên kết chúng.

Bề rộng của tấm thép phôi dùng để uốn, rập, hay cán lăn hàn thẳng được xác định bằng tổng số các đoạn thẳng và các góc tròn uốn (H2.5) theo công thức:

$$L = \sum_0^{i+1} l_n + \frac{\pi}{180} \sum_1^i \alpha \cdot (r_g + s \cdot g)$$

Trong đó:

g- bề dày tấm thép.

i- số lượng góc uốn.

l- bề dài các đoạn thẳng.

r_g- bán kính uốn, đo theo đường cong bên trong.

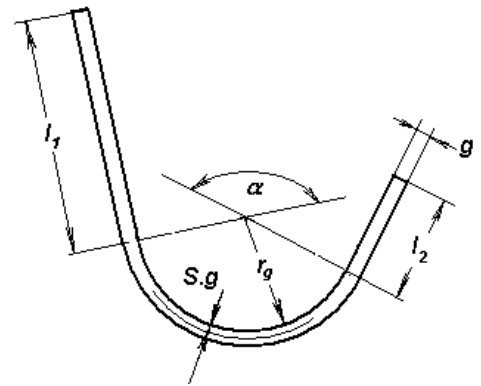
s- hệ số xét sự dịch chuyển của trục trung hòa khi uốn cong, lấy theo các giá trị sau:

r _g /g	1	1,2	1,35	1,5	2	3	4	5	6	7
s	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,5

Công thức trên có thể dùng cho các loại tiết diện của thép ống mỏng tạo hình nguội sử dụng phương pháp hàn ống thẳng. Tùy theo phương pháp công nghệ chế tạo và các đường nối, cần phải có điều chỉnh cho phù hợp.

Khi tính toán, cần lưu ý các yêu cầu sau:

- Góc uốn vuông phải có bán kính r = 1,2-1,5 bề dày thép.
- Chú ý vấn đề phòng gỉ. Bề dày tối thiểu để phòng gỉ, tham khảo các trị số sau: 1,5mm đối với kết cấu có che kín, 3 mm đối với kết cấu lộ thiên, 3,5mm đối với kết cấu trong môi trường ăn mòn. Nên dùng tiết diện nhẵn, không có rãnh vì dễ dễ lau chùi, sơn phủ. Tránh tạo máng, rãnh dọc thanh vì dễ tích tụ bụi bẩn, ẩm. Nếu bắt buộc làm thì cần có biện pháp thoát nước tốt.
- Thanh chịu kéo làm tiết diện gọn hơn, dùng thành dày hơn. Thanh chịu nén nên dùng tiết diện có khả năng tăng ổn định cục bộ, tăng độ cứng của tiết diện. Hạn chế hàn trực tiếp thành mỏng với thành dày của cấu kiện cán khác.



Hình 2.5. Bề rộng của tấm để tạo hình nguội

CHƯƠNG 3

CƠ SỞ LÝ THUYẾT

3.1. KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA

Phần tử:

Là một bộ phận của tiết diện hoặc của cấu kiện như bụng, cánh, góc...

Phần tử phẳng

Là một phần tử nằm trong mặt phẳng, không có uốn, không có mép (H3.1). Ví dụ phần bụng nằm giữa hai góc tiếp giáp với cánh là phần tử phẳng.

Góc uốn

Có hình cung tròn, tỷ lệ bán kính trong trên bề dày nhỏ hơn hay bằng 8 ($r/l=8$) (H3.2)

Phần tử cong

Là một phần tử có hình cung tròn hay para bol có tỷ lệ bán kính trong trên bề dày lớn hơn 8 ($r/l>8$) (H3.1)

Phần tử nén được tăng cứng

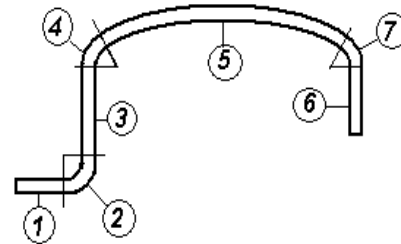
Là phần tử phẳng có hai cạnh song song với chiều nội lực được tăng cứng bằng sườn hay bằng phần tử khác. Ví dụ bản bụng được tăng cứng ở hai cạnh trên dưới bằng 2 bản cánh (H3.3a)

Phần tử nén không được tăng cứng

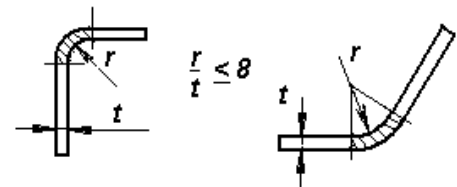
Là phần tử phẳng chỉ có 1 cạnh song song với chiều nội lực là được tăng cứng bằng sườn hay bằng phần tử khác. Ví dụ bản cánh của tiết diện chữ C (H3.3c).

Phần tử nén được tăng cứng nhiều lần

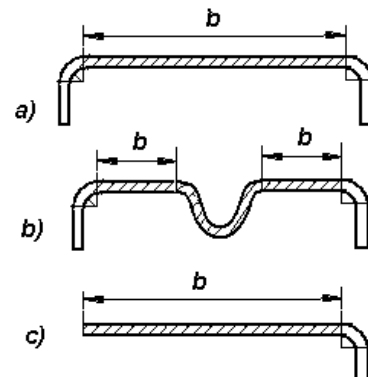
Là phần tử nén ở giữa hai bản bụng hoặc giữa bản bụng và một mép cứng và được tăng cứng bằng các sườn trung gian song song với chiều nội lực (H3.3b). Mỗi phần tử nằm giữa các sườn được gọi là phần tử con.



Hình 3.1. Các phần tử của thép thành mỏng
1,3,6- phần tử phẳng
2,4,7- góc uốn. 5- phần tử cong



Hình 3.2. Góc uốn



Hình 3.3. Các phần tử được tăng cứng
a. Phần tử nén được tăng cứng
b. Phần tử nén được tăng cứng nhiều lần
c. Phần tử nén không được tăng cứng

Sườn

Sườn biên: phần tử được tạo hình tại mép của phần tử phẳng (H3.4a)

Sườn trung gian: phần tử được tạo hình giữa các mép của phần tử nên được tăng cứng nhiều lần (H3.4b,c).

Bề rộng phẳng

Là bề rộng của phần phẳng của phần tử, không gồm các đoạn cong. Bề rộng phẳng được đo từ cuối góc cong hoặc đo từ tim của vật liên kết (bu lông hay hàn). (H3.3)

Bề dày

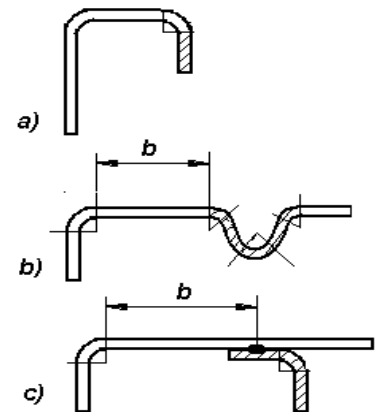
Là bề dày của tấm kim loại góc, không kể lớp phủ bảo vệ. Khi cán nguội, bề dày thực tế có giảm đi từ 1~2%, nhưng sẽ bỏ qua, không xét đến trong tính toán.

Tỷ lệ giữa bề rộng phẳng và bề dày lớn nhất được phép, được quy định như sau:

- Phần tử không được tăng cứng $b/t = 60$.
- Phần tử được tăng cứng, một cạnh có tiếp giáp với bản bụng hoặc bản cánh, cạnh bên kia là mép không tăng cứng hoặc có sườn biên không đủ cứng $b/t = 60$.
- Phần tử được tăng cứng, một cạnh có tiếp giáp với bản bụng hoặc bản cánh, cạnh bên kia là mép có sườn biên đủ cứng $b/t = 90$.
- Phần tử được tăng cứng, hai cạnh dọc được tiếp giáp với các phần tử được tăng cứng khác $b/t = 500$.
- Bản bụng của cầu kiện chịu uốn, không có sườn $b/t = 200$.
- Bản bụng của cầu kiện chịu uốn, có sườn ngang $b/t = 260$.

Bề rộng hữu hiệu

Khi tỷ số bề rộng phẳng và bề dày của phần tử nén (b/t) quá lớn, một bộ phận bản bị mất ổn định. Bản phẳng khi đó được tính chuyển về bản có bề rộng bé gọi là bề rộng hữu hiệu. Bề rộng này coi như không bị mất ổn định, có thể chịu được ứng suất nén đạt giới hạn chảy. Trong tính toán các đặc trưng hình học của tiết diện, sẽ chỉ dùng bề rộng này mà không dùng bề rộng thực b .



Hình 3.4. Sườn
a. Sườn biên b, c. Sườn trung gian

3.2. VẬT LIỆU CHẾ TẠO VÀ ỨNG SUẤT

3.2.1. VẬT LIỆU CHẾ TẠO

Thép dùng để chế tạo thép ống tạo hình nguội có thể là loại thép các bon thấp thông thường, tương đương thép CT3 (Nga), CT38, CT42 (Việt Nam), có giới hạn chảy 2200-2600 daN/cm². Cũng dùng thép hợp kim thấp tương đương với 09Mn2, 14Mn, giới hạn chảy từ 2900-3900 daN/cm². Các thép này có độ giãn dài 22-26 %, có thể chịu được thử nghiệm uốn gấp nguội.

Thép cuộn để chế tạo thép ống mỏng phần lớn nhập ngoại và mang số hiệu thép của nước sản xuất. Thông dụng là thép các bon ASTM A570 cấp 50 hoặc thép hợp kim thấp A607, đều có giới hạn chảy 3450 daN/cm².

Một số loại thép theo bảng sau:

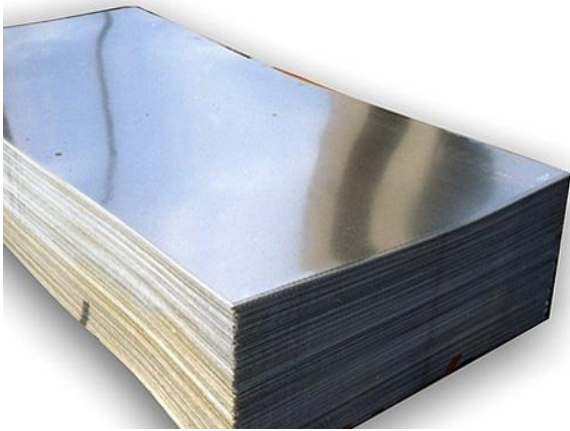
Tên tiêu chuẩn	Cấp thép	Giới hạn chảy (N/mm ²)	Giới hạn bền (N/mm ²)
ГОСТ380-71	CT3	240	380
	09Г2 (09Mn2)	290	440
	14Г2 (14Mn2)	330	460
AS 1163	C250	250	320
	C350	350	430
	C450	450	500
AS 1397	G250	250	324
	G300	300	340
	G350	350	430
	G450	450	480
	G500	500	520
	G550	550	550
AS/NZS 3678	200 (t≤8mm)	200	300
	250(t≤8mm)	250	410
	300(t≤8mm)	300	430
	350(t≤8mm)	350	450
	400(t≤8mm)	400	480

Dùng thép có cường độ cao không phải lúc nào cũng tiết kiệm được thép vì cấu kiện thành mỏng thường bị giới hạn bởi điều kiện ổn định, không tận dụng được cường độ cao. Có thể sử dụng thép khác nếu thỏa mãn điều kiện sau đây về tính dẻo:

- Tỷ số giới hạn bền trên giới hạn chảy phải không nhỏ hơn 1,08. Độ giãn dài tổng cộng không nhỏ hơn 10% đối với mẫu chuẩn 50mm hoặc 7 % đối với mẫu chuẩn 200mm.

- Nếu thép không thỏa mãn điều kiện trên thì cũng có thể áp dụng cho một số trường hợp nhưng giới hạn chảy σ_c lấy không lớn hơn 75% giá trị thực của thép và không quá 45 kN/cm².

Thép mỏng dùng chế tạo thép ống dạng tấm và dạng cuộn như trên H3.5. Thép tấm thường dùng cho các loại ống có chiều dày lớn, có kích thước chiều dài không lớn. Thép cuộn dùng cho loại thép ống mỏng hơn. Loại này thường áp dụng phương pháp cán lăn liên tục.



a)



b)

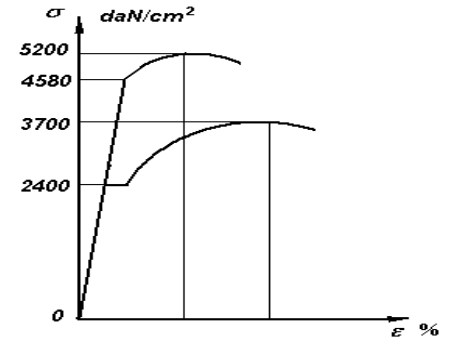
Hình 3.5. Thép mỏng dùng chế tạo thành mỏng tạo hình nguội
a - Thép tấm phẳng b- thép tấm cuộn

3.2.2. ỨNG SUẤT CỦA THÉP TẠO HÌNH NGUỘI

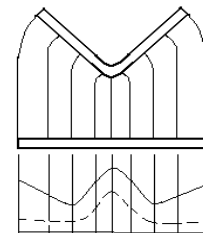
Khi gia công nguội, thép có hiện tượng biến cứng làm tăng giới hạn chảy, tăng giới hạn bền, giảm độ giãn dài. Khi kéo thép nguội một lần quá giai đoạn chảy, sang giai đoạn củng cố, cấu trúc tinh thể biến đổi, thép trở thành một loại thép khác, cứng hơn. Khi uốn nguội, thép bị cứng nguội khá nhiều lần, cả ứng suất chảy và ứng suất bền đều tăng cao. Ví dụ với thép C₇₃, qua uốn nguội ứng suất chảy có thể tăng tới 80%, ứng suất bền tăng tới 35%. (hình 3.6).

Sự tăng cường độ này diễn ra không đều trên tiết diện, tùy thuộc vào dụng cụ uốn nguội. Khi dùng máy cán, biến dạng xảy ra trên toàn bộ tiết diện, dù không đều; khi dùng máy rập, chỉ ở các góc là thay đổi nhiều nhất. Hình 3.7 cho thấy sự phân bố cường độ ở các thớ khi chế tạo trên máy cán (đường liền) và máy rập (đường đứt).

Việc có thể sử dụng cường độ tăng cao của thép uốn nguội trong tính toán kết cấu được giải quyết khác nhau tùy quy phạm của mỗi nước.



Hình 3.6. Biểu đồ kéo của thép trước giai đoạn củng cố và sau khi uốn nguội



Hình 3.7. Sự phân bố cường độ của các thớ kim loại của thép góc uốn nguội

Theo quy phạm AISI 1996; AS4600, ứng suất của thép sau khi gia công nguội được phép tăng lên đối với cấu kiện chịu kéo, nén hay uốn, mà các bộ phận được ổn định cục bộ (hệ số bề rộng hữu hiệu là bằng đơn vị). Trong tính toán, thay ứng suất chảy σ_c bằng ứng suất chảy trung bình của toàn tiết diện σ_{ct} , gọi là ứng suất chảy trung bình vì tiết diện gồm các phần phẳng và các phần góc uốn, phần phẳng thì ứng suất chảy coi như không đổi, còn phần góc uốn thì ứng suất chảy được tăng lên và phụ thuộc vào góc uốn.

Ứng suất chảy trung bình tính bằng công thức:

$$\sigma_{ct} = C.\sigma_{cg} + (1 - C).\sigma_{cp} \quad (3.1)$$

Trong đó:

σ_{ct} - ứng suất chảy tăng cao trung bình của thép trong toàn tiết diện cấu kiện nén hoặc trong toàn bộ tiết diện cánh nén của cấu kiện uốn.

σ_{cg} - Ứng suất chảy của góc uốn.

σ_{cp} - giới hạn chảy của phần phẳng của tiết diện (lấy bằng σ_c)

C- là tỷ số của các góc uốn trên diện tích của toàn bộ tiết diện đối với cấu kiện chịu nén. Là tỷ số của các góc uốn của cánh tính toán trên toàn bộ diện tích của cánh tính toán đối với cấu kiện chịu uốn.

σ_{cg} - Ứng suất chảy của góc uốn được xác định:

$$\sigma_{cg} = \frac{B.\sigma_c}{\left(\frac{r_i}{t}\right)^m} \quad (3.2)$$

Với

r_i – bán kính bên trong của góc cong.

B, m là các hằng số tính theo các công thức sau:

$$B = 3,69.\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_c}\right) - 0,819.\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_c}\right)^2 - 1,79. \quad (3.3)$$

$$m = 0,192.\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_c}\right) - 0,068 \quad (3.4)$$

Trong đó:

σ_c ; σ_b - giới hạn chảy và giới hạn bền của thép chưa gia công nguội.

Theo quy phạm AISI 1996; AS4600, áp dụng các công thức trên khi:

- Tỷ số giữa giới hạn bền và giới hạn chảy của thép: $\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_c}\right) \geq 1,2$;
 - Tỷ số giữa bán kính góc lượn và bề dày bản thép: $\left(\frac{r_i}{t}\right) \leq 7$ (3.5)
 - Góc uốn cong: $\theta < 120^\circ$
- Đối với các ống tròn, ống có góc uốn cong $\geq 120^\circ$, có thể lấy $\sigma_{ct} = \sigma_c$

3.3. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

3.3.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

Phương pháp trạng thái giới hạn

Tính toán theo phương pháp trạng thái tới hạn là phương pháp tính toán nhằm kiểm tra theo các điều kiện giới hạn ứng với các tải trọng tương ứng. Hai điều kiện giới hạn kiểm tra là trạng thái giới hạn về chịu lực và trạng thái giới hạn về sử dụng.

Trạng thái giới hạn về chịu lực là các trạng thái của sự an toàn không bị phá hủy của kết cấu khi của kết cấu như bị vượt khả năng vượt mang tải, bị chảy dẻo, bị sập gãy, bị lật đổ, bị trượt, bị phá hoại môi...v.v.

Trạng thái giới hạn về sử dụng là các trạng thái mà sự đối xử của kết cấu là không đạt yêu cầu sử dụng như biến dạng quá lớn, bị rung, bị ăn mòn nhiều. Khi tính toán phải đảm bảo cho cường độ lớn nhất của kết cấu (hoặc bộ phận kết cấu) lớn hơn nội lực gây ra bởi các tải trọng sẽ tác động lên nó, với một độ dự trữ an toàn hợp lý (tính theo trạng thái giới hạn về chịu lực), đồng thời đảm bảo cho kết cấu thực hiện công năng của nó một cách thỏa đáng khi chịu tải trọng sử dụng (tính theo trạng thái giới hạn về sử dụng).

Phương trình cơ bản của tính toán theo trạng thái giới hạn về chịu lực là:

$$S \leq \Phi.R_i \quad (3.6)$$

Trong đó:

S- tác dụng của tải trọng thiết kế

Φ - hệ số khả năng chịu lực (hệ số điều kiện làm việc).

R_i - khả năng chịu lực danh nghĩa của cấu kiện hay của liên kết.

Tác dụng của tải trọng thiết kế S được xác định bằng phân tích kết cấu chịu lực tác động của tải trọng thiết kế tức là tổ hợp tải trọng danh nghĩa tác động lên kết cấu, công trình có nhân thêm hệ số tải trọng tương ứng.

Khả năng chịu lực danh nghĩa R_i của cấu kiện hay của liên kết là cường độ danh nghĩa được xác định theo đặc trưng của vật liệu, kích thước danh nghĩa của cấu kiện.

Hệ số khả năng chịu lực Φ là hệ số được nhân với khả năng chịu lực danh nghĩa để xét cường độ thực tế của cấu kiện có thể bị giảm đi do các biến động của đặc trưng vật liệu, của kích thước và việc chế tạo cũng như sự không chắc chắn của các phương pháp tính toán. Các giá trị Φ được cho trong các quy phạm.

Tích số $\Phi.R_i = R_d$ được gọi là khả năng chịu lực thiết kế, khả năng này đương nhiên phải không nhỏ hơn tác dụng của tải trọng thiết kế S.

Phương pháp ứng suất cho phép

Phương pháp ứng suất cho phép được áp dụng trong nhiều quy phạm. Trong quy phạm AISI, nó được áp dụng từ năm 1946 và vẫn tiếp tục được áp dụng ở quy phạm AISI 1996. Nội dung chính của phương pháp là: độ chịu lực yêu cầu R (tức là nội lực như lực dọc, mô men, lực cắt) do tải trọng làm việc sinh ra không được vượt quá độ chịu lực thiết kế cho phép [R].

$$R \leq [R] \quad (3.7)$$

Độ chịu lực cho phép được tính bằng độ chịu lực danh nghĩa chia cho hệ số an toàn.

$$[R] = \frac{R_0}{n} \quad (3.8)$$

Độ chịu lực danh nghĩa là khả năng chịu lực của cấu kiện đối với một trạng thái tính toán hoặc một cách phá hủy đã cho, được tính theo các đặc trưng hình học của cấu kiện (diện tích tiết diện, mô đun chống uốn, mô men quán tính, ...) và các đặc trưng vật liệu (giới hạn chảy, giới hạn bền).

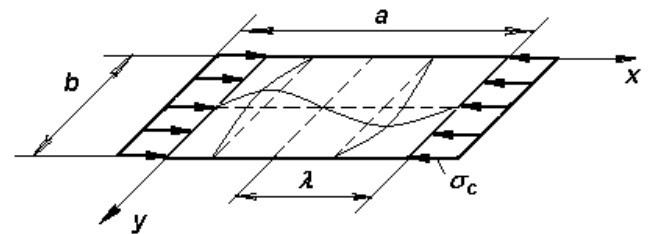
Hệ số an toàn n được chọn giá trị khác nhau tùy theo loại cấu kiện và trạng thái ứng suất. Phần lớn trường hợp, giá trị của n lấy là 1,67; ngoài ra còn có các giá trị 1,8; 2,0. Trong liên kết hàn, hệ số n lấy bằng 2,5, liên kết bu lông lấy từ 2-2,22.

Để dễ sử dụng, chia 2 vế của biểu thức 3.6, 3.7 cho đặc trưng hình học của tiết diện ta được: $\sigma \leq [\sigma]$; và $[\sigma] = \frac{\sigma_0}{n}$, trong đó σ_0 là giới hạn chảy hay giới hạn bền của vật liệu.

3.3.2. BỀ RỘNG HỮU HIỆU CỦA THÉP MỎNG

Sự mất ổn định cục bộ của tấm chịu nén.

Các phần tử của cấu kiện thành mỏng đều là các tấm mỏng, khi chịu nén thường có thể bị mất ổn định cục bộ tức là bị vênh sóng ra ngoài mặt phẳng của tấm. Giả sử, xét một tấm chữ nhật cạnh là $a \times b$ chịu ứng suất nén đều (H3.8).



Hình 3.8. Mất ổn định của tấm chịu nén

Giá trị của ứng suất nén tới hạn tức là ứng suất gây oằn tấm đã được xác định theo [2]:

$$\sigma_{th} = \frac{k \cdot \pi^2 \cdot E}{12(1 - \mu^2) \cdot \left(\frac{b}{t}\right)^2} \quad (3.9)$$

Trong đó:

E- mô đun đàn hồi của thép.

μ - hệ số Poisson

t- bề dày của tấm

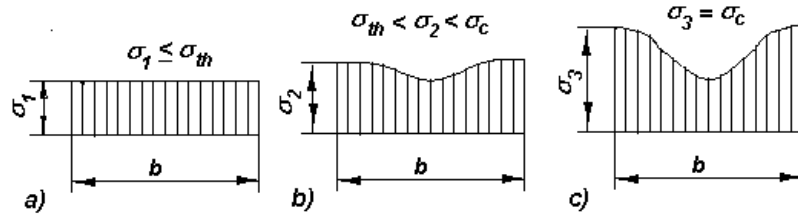
k- hệ số tùy thuộc vào điều kiện gối tựa của tấm và trạng thái ứng suất. Ví dụ với tấm 4 cạnh tựa khớp và chịu ứng suất nén đều thì $k=4$.

Sau khi ứng suất đạt giá trị giới hạn σ_{th} , tấm bị oằn nhưng không bị phá hủy, vẫn còn khả năng chịu thêm lực. Tải trọng đặt thêm vào sẽ gây ra sự phân bố lại ứng suất và cấu kiện vẫn chịu được tải trọng. Hiện tượng này gọi là sự làm việc sau tới hạn và được áp dụng nhiều cho cấu kiện thành mỏng.

Sự phân bố lại ứng suất phụ thuộc vào sơ đồ tăng cứng của phần tử cấu kiện. Giả sử, xét phần tử được tăng cứng (có sườn biên), chịu ứng suất nén phân bố đều. Sau khi ứng suất nén đạt giá trị giới hạn σ_{th} tấm bụng phẳng ở giữa bị oằn, phần ứng suất ở dải giữa sẽ chuyển sang hai cạnh và có giá trị lớn hơn σ_{th} . Sự tăng ứng suất tại hai biên sẽ tiếp tục cho đến khi đạt đến giá trị

ứng suất chảy σ_c và tấm bị phá hủy. (H3.9). Tấm bị oằn có thể chuyển đổi thành một tấm có bề rộng nhỏ hơn là b_e sao cho ứng suất tới hạn của tấm là bằng σ_c .

Bề rộng nhỏ hơn b_e đó được gọi là **bề rộng hữu hiệu**.



Hình 3.9. Sự phân bố lại ứng suất sau tới hạn

Từ công thức (3.9), cho $\sigma_{th} = \sigma_c$ ta có:

$$\sigma_c = \frac{k \cdot \pi^2 \cdot E}{12(1 - \mu^2) \cdot \left(\frac{b_e}{t}\right)^2} \quad (3.10)$$

Chia phương trình (3.9) cho (3.10) ta được:

$$\frac{b_e}{b} = \sqrt{\frac{\sigma_{th}}{\sigma_c}} \quad (3.11)$$

Phương trình 3.11 là phương trình dùng để tính bề rộng hữu hiệu của các phần tử mỏng (do Von Karman đề xuất).

Trường hợp tấm được tăng cứng chịu nén đều.

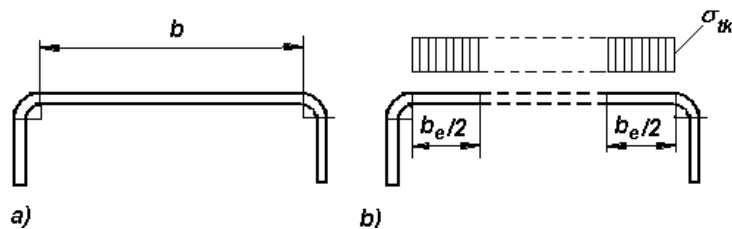
Cấu kiện thành mỏng thực tế có nhiều khiếm khuyết về kích thước, chế tạo và còn ứng suất dư sau khi chế tạo. Do đó phương trình (3.11) cần phải điều chỉnh lại để xét các yếu tố nêu trên. Qua thí nghiệm, người ta hiệu chỉnh công thức (3.11), và (3.11) được viết lại dưới dạng:

$$\frac{b_e}{b} = \sqrt{\frac{\sigma_{th}}{\sigma_c}} \left(1 - 0,22 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{th}}{\sigma_c}}\right) \quad (3.12)$$

Phương trình này cũng áp dụng được cho cả trường hợp ứng suất nhỏ hơn ứng suất chảy. Thay ứng suất chảy σ_c bằng ứng suất thiết kế σ_{tk} , ta được phương trình để tính bề rộng hữu hiệu:

$$\frac{b_e}{b} = \sqrt{\frac{\sigma_{th}}{\sigma_{tk}}} \left(1 - 0,22 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{th}}{\sigma_{tk}}}\right) \quad (3.13)$$

σ_{tk} – là ứng suất thiết kế tức là ứng suất gây bởi tải trọng có kể đến hệ số vượt tải trên tiết diện hữu hiệu (H3.10).



Hình 3.10. Phần tử được tăng cứng chịu nén đều
a. Phần tử thực b. Phần tử hữu hiệu

Đặt về phải của (3.13) là ρ , ta có: $\frac{b_e}{b} = \rho$ hay :

$$b_e = \rho.b \quad (3.14)$$

ρ - được gọi là hệ số bề rộng hữu hiệu, được tính bằng:

$$\rho = \sqrt{\frac{\sigma_{th}}{\sigma_{tk}}} (1 - 0,22 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{th}}{\sigma_{tk}}}) \quad (3.15)$$

Đặt $\lambda = \sqrt{\frac{\sigma_{tk}}{\sigma_{th}}}$, công thức trên được viết lại:

$$\rho = \sqrt{\frac{\sigma_{th}}{\sigma_{tk}}} (1 - 0,22 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{th}}{\sigma_{tk}}}) = \frac{1 - 0,22}{\lambda} \quad (3.16)$$

λ - là số hạng thể hiện độ mảnh của tấm tại ứng suất thiết kế σ_{tk} được định nghĩa là:

$$\lambda = \sqrt{\frac{\sigma_{tk}}{\sigma_{th}}} = \sqrt{\frac{\sigma_{tk}}{\frac{k \cdot \pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot \left(\frac{b}{t}\right)^2}}}$$

Hay:
$$\lambda = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left(\frac{b}{t}\right) \sqrt{\frac{\sigma_{tk}}{E}} \quad (3.17)$$

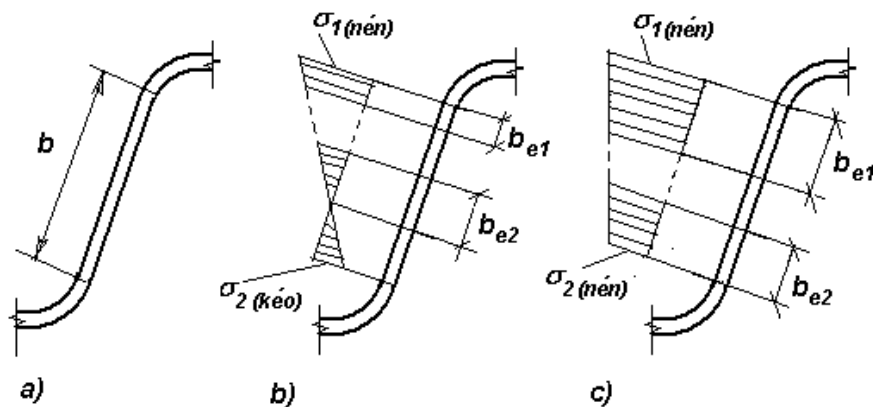
Hệ số $k=4$ đối với phân tử được tăng cứng theo 2 cạnh dọc.

E- mô đun đàn hồi của thép, được lấy bằng 2.10^5 Mpa hay 2.10^4 kN/cm².

Từ công thức.3.15; ta có $\rho \leq 1$, và từ 3.17 ta có khi $\lambda \leq 0,673$, thì lấy $\rho=1$, nghĩa là $b_e = b$.

Trường hợp, phân tử không được tăng cứng chịu nén đều, ví dụ như cánh của tiết diện chữ C nó làm việc như một tấm dài tựa trên 3 cạnh còn một cạnh dài tự do, ứng suất tới hạn vẫn được tính theo công thức 3.9 nhưng hệ số $k=0,43$. Bề rộng hữu hiệu cũng được tính theo các công thức (3.14÷3.17) nhưng lấy hệ số $k=0,43$.

Trường hợp phân tử được tăng cứng chịu ứng suất biến đổi tuyến tính.



Hình 3.11. Phân tử được tăng cứng chịu ứng suất biến đổi tuyến tính

Các phần tử này là bụng dầm chịu uốn hoặc nén uốn. Ứng suất pháp có thể là nén và kéo, hoặc nén toàn bộ (H3.11). Ứng suất tới hạn trong trường hợp uốn đơn vẫn theo công thức (3.9), trong đó hệ số k của tấm dài là $k=23,9$ khi tựa khớp, và $k=41,8$ khi tựa ngàm. Thực tế thì phức tạp hơn nhiều vì gối tựa của tấm là ngàm đàn hồi và ngoài ra k còn phụ thuộc vào sự phân bố của ứng suất nén. Các công thức của quy phạm đều dựa chủ yếu vào thực nghiệm.

Xét phần tử được tăng cường chịu ứng suất biến đổi tuyến tính như H3.11. Theo quy phạm AISI 1996, AS4600, bề rộng hữu hiệu ở vùng chịu nén lớn được xác định bằng công thức:

$$b_{e1} = \frac{b_e}{3 - \psi} \quad (3.18)$$

Bề rộng hữu hiệu ở vùng ứng suất nén nhỏ được xác định bằng công thức:

$$b_{e2} = \frac{b_e}{2} \text{ khi } \psi \leq -0,236 \quad (3.19)$$

$$b_{e2} = b_e - b_{e1} \text{ khi } \psi \geq -0,236 \quad (3.20)$$

Trong các công thức trên: ψ thể hiện sự phân bố ứng suất:

$$\psi = \frac{\sigma_{tk1}}{\sigma_{tk2}} \quad (3.21)$$

σ_{tk1} ; σ_{tk2} – là ứng suất của bản bụng được tính với tiết diện hữu hiệu, σ_{tk1} là nén (dấu +); σ_{tk2} là kéo (dấu -) hoặc nén. Khi cả hai σ_{tk1} , σ_{tk2} đều là nén thì $\sigma_{tk1} \geq \sigma_{tk2}$.

b_e - được tính theo các công thức (3.14÷3.17) trong đó σ_{tk} được thay thế bằng σ_{tk1} và hệ số k được tính bằng công thức:

$$k = 4 + 2.(1 - \psi)^3 + 2.(1 - \psi) \quad (3.22)$$

Nếu $b_{e1} + b_{e2}$ lớn hơn vùng chịu nén thì bụng là hữu hiệu hoàn toàn.

CHƯƠNG 4

TÍNH TOÁN THÉP ỚNG MỎNG TẠO HÌNH NGUỘI CỦA MÁY NÂNG CHUYỂN

Trong các kết cấu chịu lực của máy nâng chuyển, thép ống thành mỏng tạo hình nguội có các trạng thái chịu lực khác nhau như kéo, nén, uốn, xoắn.... Ở đây, chủ yếu xét điều kiện bền chịu kéo, nén đúng tâm của cột ống và uốn của ống làm dầm theo phương pháp trạng thái tới hạn.

4.1. CỘT CHỊU KÉO, NÉN ĐÚNG TÂM

4.1.1. ĐIỀU KIỆN AN TOÀN VỀ BỀN CỦA CỘT CHỊU KÉO, NÉN

Điều kiện an toàn về bền của cột chịu kéo, nén đúng tâm N_{tk} phải thỏa mãn:

$$N_{tk} \leq \phi_n \cdot N \quad (4.1)$$

Trong đó:

ϕ_n - hệ số độ chịu lực lấy bằng 0,9 khi chịu kéo; lấy bằng 0,85 khi chịu nén đúng tâm.

N- Khả năng chịu lực danh nghĩa của cột.

Khi chịu kéo, khả năng chịu lực kéo danh nghĩa của cột, được lấy bằng giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị tính theo các công thức sau:

$$\begin{cases} N = F_n \cdot \sigma_c & (4.2) \\ N = 0,85 \cdot k_t \cdot F_t \cdot \sigma_b & (4.3) \end{cases}$$

F_n - diện tích tiết diện nguyên.

σ_c - ứng suất chảy dòn trong thiết kế.

F_t - diện tích tiết diện thực, (trừ đi diện tích các giảm yếu và lỗ liên kết).

σ_b - giới hạn bền đứt dòn trong thiết kế.

k_t - hệ số điều chỉnh về phân bố lực lấy $k_t = 1$ khi các liên kết bố trí hai bên cột và đối xứng đối với trục trọng tâm của cột; $k_t = 0,85$ - trong các trường hợp khác.

Khi chịu nén, khả năng chịu lực nén danh nghĩa của tiết diện khi tính toán về bền, được tính như công thức (4.2) nhưng thay F_n bằng diện tích tiết diện hữu hiệu F_h :

$$N = F_h \cdot \sigma_c \quad (4.4)$$

F_h - diện tích tiết diện hữu hiệu tại ứng suất chảy σ_c .

4.1.2. ĐIỀU KIỆN AN TOÀN ỔN ĐỊNH CỦA CỘT CHỊU NÉN

Điều kiện an toàn ổn định của ống chịu nén đúng tâm phải thỏa mãn:

$$N_{tk} \leq \phi_n \cdot N_d \quad (4.5)$$

Trong đó:

ϕ_n - hệ số độ chịu lực khi nén lấy bằng 0,85 khi chịu nén đúng tâm.

N_d - khả năng chịu lực nén danh nghĩa của tiết diện khi tính toán về ổn định, được tính bằng công thức:

$$N_d = F_h \cdot \sigma_{th} \quad (4.6)$$

σ_{th} - ứng suất tới hạn xác định theo các công thức sau:

$$\text{Khi } \lambda_c \leq 1,5 \text{ thì } \sigma_{th} = (0,658 \lambda_c^2) \cdot \sigma_c \quad (4.7)$$

$$\text{Khi } \lambda_c > 1,5 \text{ thì } \sigma_{th} = \left(\frac{0,877}{\lambda_c^2}\right) \cdot \sigma_c \quad (4.8)$$

Với:

λ_c - độ mảnh không thứ nguyên, xác định theo công thức:

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{\sigma_c}{\sigma_{oc}}} \quad (4.9)$$

σ_{oc} - Ứng suất tới hạn đàn hồi, được xác định theo công thức O-le

$$\sigma_{oc} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{l}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \text{ với } \lambda = \frac{l}{r} \text{ là độ mảnh của cột} \quad (4.10)$$

l - chiều dài tính toán của cột xác định theo phương pháp thông thường, $l = \mu \cdot L$, với μ - hệ số phụ thuộc liên kết: $\mu = 1$ khi cột có hai đầu liên kết khớp, $\mu = 2$ khi cột có 1 đầu liên kết ngàm; $\mu = 0,5$ khi cột có 1 đầu liên kết khớp, 1 đầu liên kết ngàm.

r - bán kính quán tính của tiết diện nguyên không chiết giảm. $r = \sqrt{\frac{J}{F}}$

F_h - diện tích tiết diện hữu hiệu tại ứng suất tới hạn σ_{th} .

- Đối với thép ống chữ nhật: diện tích tiết diện hữu hiệu được tính bằng tích số của bề rộng hữu hiệu với chiều dài tính toán

- Đối với ống tròn, diện tích hữu hiệu được xác định theo công thức:

$$\text{Khi } \lambda_c \leq 1,5 \text{ thì } F_e = \left[1 - (1 - R_c^2) \cdot \left(1 - \frac{F_o}{F}\right)\right] \cdot F \quad (4.11)$$

$$\text{Khi } \lambda_c > 1,5 \text{ thì } F_e = F \quad (4.12)$$

$$\text{Với: } R_c = \sqrt{\frac{\sigma_c}{2 \cdot \sigma_{oc}}} \quad (4.13)$$

$$F_0 = \left[\left(\frac{0,037}{d_o \cdot \sigma_c / t \cdot E}\right) + 0,667 \right] \cdot F \leq F \text{ khi } \left(\frac{d_o}{t}\right) \leq 0,441 \cdot \frac{E}{\sigma_c} \quad (4.14)$$

4.2. DẦM ỐNG MỎNG CHỊU UỐN

4.2.1. ĐIỀU KIỆN BỀN CỦA DẦM CHỊU MÔ MEN UỐN

Khi dầm ống mỏng chịu mô men uốn, điều kiện bền của dầm phải thỏa mãn theo công thức:

$$M_{tk} \leq \phi_b \cdot M_s \quad (4.15)$$

Trong đó:

M_{tk} – mô men uốn thiết kế.

ϕ_b - hệ số độ chịu lực khi uốn, $\phi_b = 0,95$ đối với tiết diện có bản cánh được tăng cứng, $\phi_b = 0,90$ đối với tiết diện có bản cánh không được tăng cứng và tính toán về ổn định.

M_s – Khả năng chịu mô men danh nghĩa của dầm khi tính toán về bền, tính dựa trên sự bắt đầu chảy dẻo của tiết diện hữu hiệu. Khi đó, M_s được xác định theo công thức:

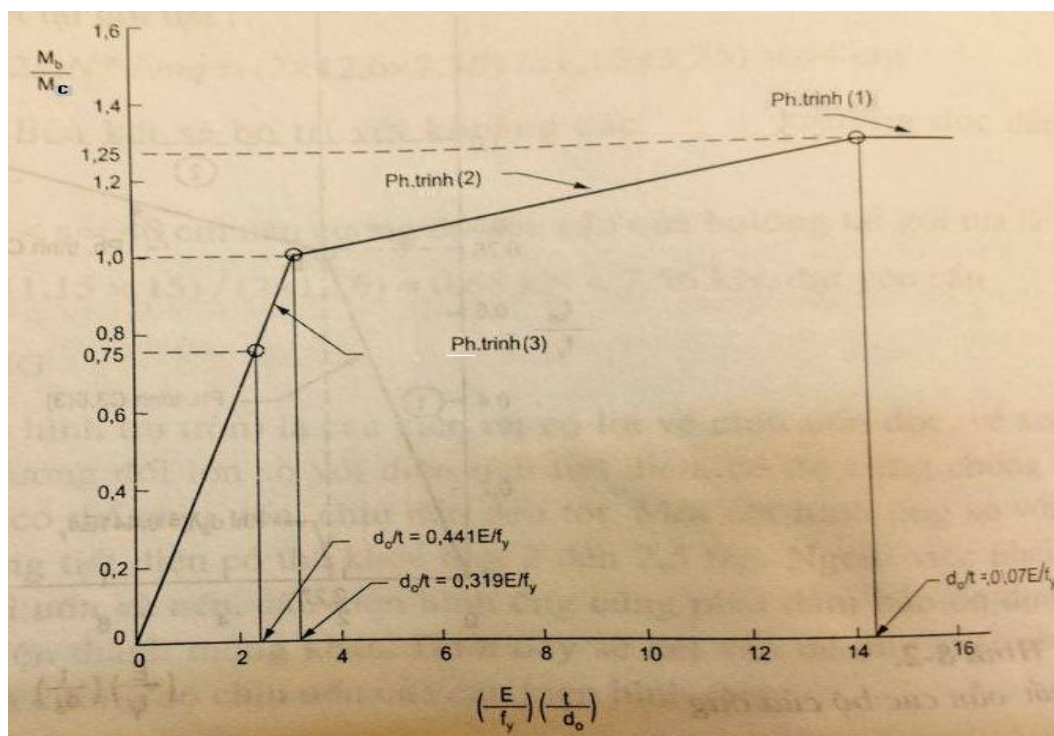
$$M_s = W \cdot \sigma_c \quad (4.16)$$

Với W - là mô men chống uốn của tiết diện hữu hiệu tính đối với thớ biên chịu nén hoặc chịu kéo ứng suất chảy σ_c .

Sự chảy dẻo có thể xảy ra đồng thời tại các thớ biên trên và dưới, hoặc tại thớ biên chịu kéo trước, hoặc tại thớ biên chịu nén trước tùy theo loại tiết diện.

4.2.2. KHẢ NĂNG CHỊU MÔ MEN UỐN CỦA ỐNG TRÒN

Đối với ống tiết diện tròn, khả năng chịu mô men danh nghĩa của ống được tính theo các công thức sau đây:



Hình 4.1. Biểu đồ khả năng chịu uốn của ống tròn

$$\text{Khi } \frac{d_o}{t} \leq 0,070 \cdot \frac{E}{\sigma_c} \text{ thì } M_b = 1,25 \cdot \sigma_c \cdot W_u \quad (4.17)$$

$$\text{Khi } 0,070 \cdot \frac{E}{\sigma_c} < \frac{d_o}{t} \leq 3,19 \cdot \frac{E}{\sigma_c} \text{ thì } M_b = [0,970 + 0,020 \cdot (\frac{E}{\sigma_c}) \cdot \frac{d_o}{t}] \cdot \sigma_c \cdot W_u \quad (4.18)$$

$$\text{Khi } 3,19 \cdot \frac{E}{\sigma_c} < \frac{d_o}{t} \leq 0,441 \cdot \frac{E}{\sigma_c} \text{ thì } M_b = [0,328 \cdot (\frac{E}{\sigma_c}) \cdot \frac{d_o}{t}] \cdot W_u \quad (4.19)$$

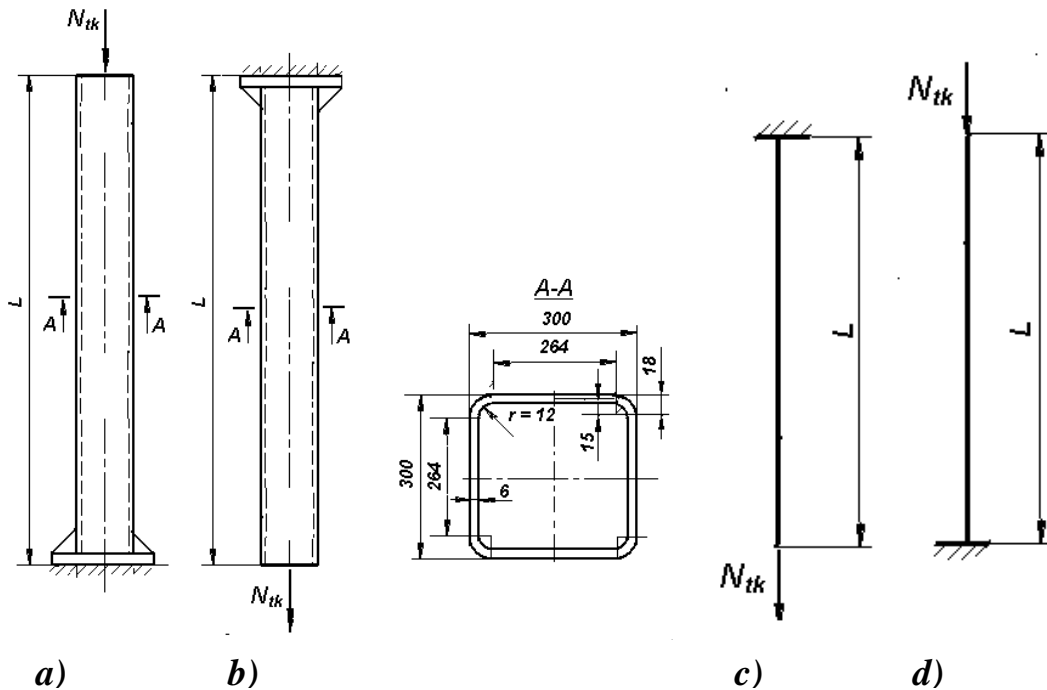
W_u - Mô men chống uốn của tiết diện toàn bộ.

Ba phương trình này được biểu diễn bằng đồ thị trên hình 8.3:

4.3. VÍ DỤ

Thép ống mỏng tạo hình nguội sử dụng làm kết cấu thép máy nâng chuyển có thể chịu lực kéo, nén hay uốn. Khả năng chịu kéo, nén của chúng khi chúng sử dụng làm các thanh trong hệ dàn, hệ dàn dầm, cột đỡ dầm cầu chạy của cầu trục, các thanh treo, thanh gia cường... Khả năng chịu uốn của chúng khi chúng được sử dụng để làm dầm cầu trục, dầm làm đường chạy cho cầu trục, dầm đỡ, dầm treo các cơ cấu, thiết bị.... Trong tính toán, có thể sử dụng sơ đồ tính là thanh, cột, dầm liên kết tĩnh định, hoặc liên kết siêu tĩnh tùy vào từng trường hợp cụ thể. Để áp dụng các tính toán ở trên, ta xét ví dụ tính cột ống vuông, ống tròn chịu kéo, nén với sơ đồ ngầm, tính ống dầm tiết diện vuông, tiết diện tròn với sơ đồ tĩnh định liên kết khớp.

4.3.1. TÍNH TOÁN CỘT CHỊU KÉO, NÉN ĐÚNG TÂM.



Hình 4.2. Cột ống vuông
a.b. Kết cấu cột. c.d. Sơ đồ tính cột

Cho 1 ống thép thành mỏng tạo hình nguội (H4.2), chiều dài $L=4500\text{mm}$, chế tạo từ thép các bon có giới hạn chảy là $\sigma_c = 240\text{N/mm}^2$; giới hạn bền của thép là $\sigma_b = 380\text{N/mm}^2$; mô đun đàn hồi của thép: $E=2,1.10^5\text{N/mm}^2$. Tính toán khả năng chịu kéo, nén của ống thép chịu nén đúng tâm, với sơ đồ liên kết ngầm trong 2 trường hợp:

- Ống thép có tiết diện vuông kích thước $axbxt=300x300x6\text{mm}$
- Ống thép tiết diện tròn có đường kính ngoài $D=372\text{mm}$, chiều dày ống $t=6\text{mm}$.

1. Trường hợp cột là thép ống có tiết diện vuông

Kích thước của cột chịu nén như hình 4.2a, cột chịu kéo H4.2b: chiều dài $L=4500\text{mm}$; kích thước mặt cắt $axbxt=300x300x6\text{mm}$. Sơ đồ tính cột chịu nén như hình 4.2d, sơ đồ tính cột chịu kéo như hình 4.2c.

Ứng suất tăng cao của thép

Ứng suất tăng cao của thép được xác định theo công thức (3.1). Để áp dụng công thức này, kiểm tra các điều kiện cần thiết:

$$\frac{\sigma_b}{\sigma_c} = \frac{380}{240} = 1,58 \geq 1,2 ; \quad \frac{r_i}{t} = \frac{12}{6} = 2 < 7 ; \quad \text{Góc uốn } 90^\circ < 120^\circ$$

Cột thỏa mãn các điều kiện trên.

Ứng suất chảy tăng cao trung bình của tâm xác định theo công thức 3.1.

$$\sigma_{ct} = C.\sigma_{cg} + (1-C).\sigma_{cp}$$

Trong đó:

$$\sigma_{cp} = \sigma_c = 240(\text{N/mm}^2)$$

σ_{cg} – Ứng suất chảy của góc uốn được xác định theo công thức (3.2):

$$\sigma_{cg} = \frac{B.\sigma_c}{\left(\frac{r_i}{t}\right)^m}$$

B, m - là các hệ số xác định theo công thức (3.3); (3.4)

$$B = 3,69.\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_c}\right) - 0,819.\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_c}\right)^2 - 1,79 = 3,69.1,58 - 0,819.1,58^2 - 1,79 = 1,995$$

$$m = 0,192.\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_c}\right) - 0,068 = 0,192.1,58 - 0,068 = 0,236$$

Do đó:
$$\sigma_{cg} = \frac{1,995.240}{2^{0,236}} = 406,79(\text{N/mm}^2)$$

C - tỷ số diện tích của 4 góc với toàn bộ diện tích mặt cắt thanh.

$$C = \frac{4.F_g}{4.F_g + 4.F_p}$$

Với F_g - diện tích góc uốn:
$$F_g = \frac{\pi}{4} \cdot [(12+6)^2 - 12^2] = 141,37(\text{mm}^2)$$

Với F_p - diện tích phần phẳng của tấm: $F_p = 6.(300 - 2.18) = 1584(mm^2)$

$$\rightarrow C = \frac{2.141,37}{2.141,37 + 1584} = 0,1515$$

Do đó:

$$\sigma_{ct} = 0,1515.406,79 + (1 - 0,1515).240 = 265,27(N/mm^2)$$

Các thông số mặt cắt cột

Bề rộng phẳng của tấm:

$$b = B - 2.(r + t) = 300 - 2.(12 + 6) = 264(mm)$$

Bán kính đường trung bình của góc cong:

$$R = r + \frac{t}{2} = 12 + 3 = 15(mm)$$

Chiều dài các đoạn góc cong:

$$L_c = 1,57.R = 1,57.15 = 23,55(mm)$$

Khoảng cách từ trọng tâm đoạn cong tới tâm bán kính cong:

$$C = 0,637.R = 0,637.15 = 9,555(mm)$$

Khoảng cách từ trọng tâm góc cong đến trục x-x:

$$D = 150 - 18 + 9,55 = 141,55(mm)$$

Diện tích tiết diện: $F = 4.264.6 + 4.23,55.6 = 6901,2(mm^2)$

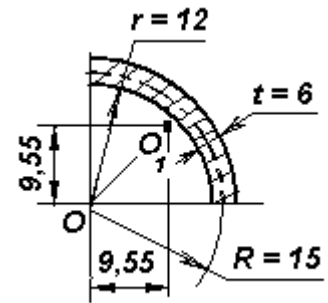
Mô men quán tính của đoạn cong đối với trục qua trọng tâm tiết diện O_1 :

$$J_{oc} = 6.(0,149.R^3) = (6.0,149.15^3) = 3017(mm^4)$$

Mô men quán tính của tiết diện:

$$J_x = J_y = \sum J_0 + \sum F_i.y^2$$

Kích thước góc mặt cắt như hình 4.3. Giá trị tính toán J trong bảng 4.1.



Hình 4.3. Kích thước góc mặt cắt

Bảng 4.1. Tính toán đặc trưng tiết diện

Các phần tử	L_i	F_i	J_0	y_i	$y_i^2.F_i$	$J(mm^4)$
Tấm biên trên	264	1584	4752	147	34.228.656	
2 góc trên	2x23,55	282,6	6034	141,55	11.324.575	
2 bụng tấm thành	2x264	3168	18.399.744	0	0	
2 góc dưới	2x23,55	282,6	6034	141,55	11.324.575	
Tấm biên dưới	264	1584	4752	147	34.228.656	
Cộng	1150,2	6901,2	18.421.136		91.106.461	109.527.597

$$\text{Bán kính quán tính: } r = \sqrt{\frac{J}{F}} = \sqrt{\frac{109527597}{6901}} = 125,9(mm)$$

Ứng suất tới hạn của thanh

$$\text{Độ mảnh của cột: } \lambda = \frac{l}{r} = \frac{\mu \cdot L}{r} = \frac{2.4500}{125,9} = 71,48 < 100$$

Ứng suất tới hạn đàn hồi của cột: $\lambda = 71,48 < 100$, do đó ứng suất tới hạn đàn hồi:

$$\sigma_{oc} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{71,48^2} = 405,64 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Khi đó, độ mảnh không thứ nguyên tính theo công thức 4.10 sẽ là:

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{\sigma_{ct}}{\sigma_{oc}}} = \sqrt{\frac{265,27}{405,6}} = 0,809 < 1,5$$

Ứng suất tới hạn thiết kế của cột: Với $\lambda_c = 1,0 < 1,5$ ứng suất tới hạn của thanh tính theo công thức 4.7:

$$\sigma_{th} = (0,658^{\lambda_c^2}) \cdot \sigma_{ct} = (0,658^{0,809^2}) \cdot 265,27 = 202,7 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Diện tích hữu hiệu của mặt cắt cột

Theo công thức 3.17 ta có:

$$\lambda_n = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left(\frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{\sigma_c}{E}} = \frac{1,052}{\sqrt{4}} \left(\frac{264}{6} \right) \sqrt{\frac{265,27}{2,1 \cdot 10^5}} = 0,653$$

$\lambda_n \leq 0,673$, $\rightarrow \rho = 1$, nghĩa là $b_e = b$. Phần phẳng của tấm hữu hiệu toàn bộ và $b_e = 264 \text{ mm}$

Do đó, diện tích hữu hiệu của mặt cắt sẽ là: $F = 6901,2 \text{ (mm}^2\text{)}$

Khả năng chịu lực kéo của cột:

Lực kéo thiết kế N_{tk} của cột được tính theo công thức 4.1:

$$N_{tk} \leq \phi_t \cdot N_t$$

ϕ_t - hệ số độ chịu lực khi kéo lấy bằng 0,90

N_t - khả năng chịu lực kéo danh nghĩa của cấu kiện, được lấy bằng giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị tính theo các công thức (4.2), (4.3):

$$\begin{cases} N_t = F_n \cdot \sigma_c \\ N_t = 0,85 \cdot k_t \cdot F_t \cdot \sigma_b \end{cases}$$

F_n - diện tích tiết diện nguyên $F_n = 6901,2 \text{ mm}^2$.

σ_c - ứng suất chảy dẻo trong thiết kế. $\sigma_c = 260,9$

F_t - diện tích tiết diện thực, $F_t = F_n = 6901,2 \text{ mm}^2$

σ_b - giới hạn bền đứt dẻo trong thiết kế $\sigma_b = 380 \text{ N/mm}^2$.

k_t - hệ số điều chỉnh về phân bố lực, với cấu kiện đối xứng $k_t = 1$

Thay vào công thức ta có:

$$N_{t1} = 6901,2 \cdot 260,9 = 1.800.523 \text{ (N)}$$

$$N_{t2} = 0,85 \cdot 1.800.523 \cdot 380 = 2.229.087 \text{ (N)}$$

Chọn $N_t = \min(N_{t1}; N_{t2}) = 1.800.523 \text{ N}$

Lực kéo thiết kế lớn nhất N_{tk} của cột sẽ là:

$$N_{tk} = 0,9 \cdot 1800523 = 1.620.470 N$$

Vậy cột có khả năng chịu được lực kéo là **1.620.470 N**

Khả năng chịu lực nén của thanh theo điều kiện bền:

Lực nén thiết kế của cột theo điều kiện bền xác định theo công thức 4.5:

$$N_{tk} \leq \phi_n \cdot N_n$$

Khả năng chịu lực danh nghĩa của cột xác định theo công thức 4.4:

$$N_n = F_h \cdot \sigma_{ct} = 6901,2 \cdot 260,9 = 1800523 (N)$$

$$\rightarrow N_{tk} = \phi_n \cdot N_n = 0,85 \cdot 1800523 = 1530444 (N)$$

Vậy cột có khả năng chịu được lực nén là **1.530.444 N**

Khả năng chịu lực nén của cột theo điều kiện ổn định:

Lực nén thiết kế của cột theo điều kiện ổn định xác định theo công thức 4.6:

$$N_{tk} \leq \phi_n \cdot N_d$$

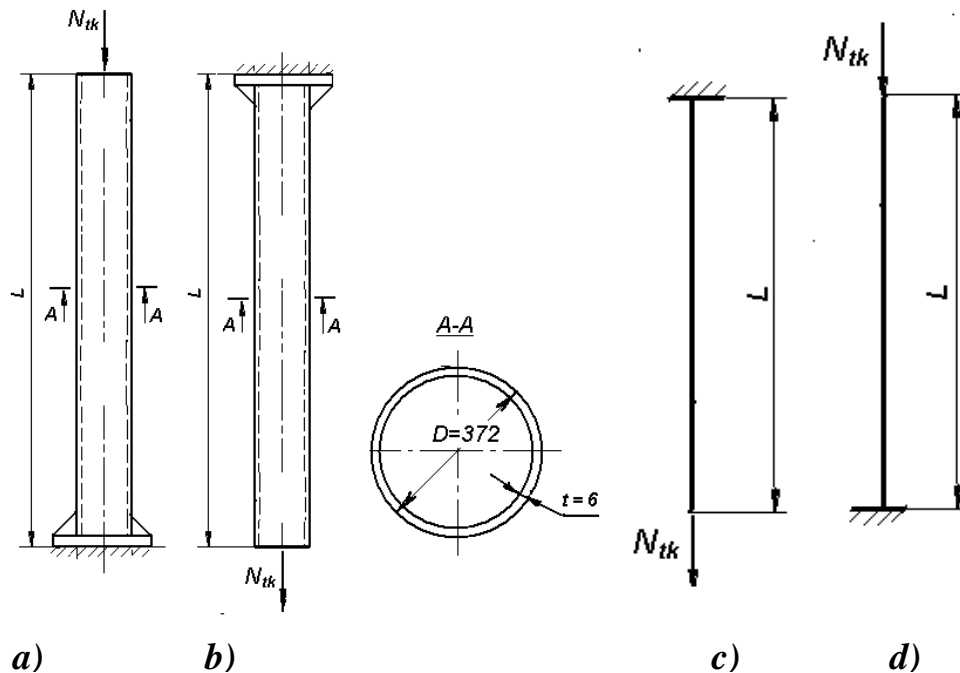
Khả năng chịu lực danh nghĩa của cột xác định theo công thức 4.7:

$$N_d = F_h \cdot \sigma_{th} = 6901,2 \cdot 199,33 = 1375616 (N)$$

$$\rightarrow N_{tk} = \phi_n \cdot N_d = 0,85 \cdot 1375616 = 1169273 (N)$$

Vậy theo điều kiện ổn định cột có khả năng chịu được lực nén là **1.169.273 N**

2. Trường hợp cột là thép ống có tiết diện tròn



Hình 4.4. Cột ống tròn
a,b.Kết cấu cột. c,d. Sơ đồ tính

Kích thước của cột chịu nén như hình 4.4a, cột chịu kéo H4.4b: chiều dài $L=4500\text{mm}$; chiều dài cột: $L=4500\text{ mm}$; đường kính ngoài cột: $D=372\text{ mm}$; chiều dày cột: 6 mm .

Sơ đồ tính cột chịu nén như hình 4.4d, sơ đồ tính cột chịu kéo như hình 4.4c.

Diện tích tiết diện nguyên của cột:

$$F = \frac{\pi \cdot (D^2 - D_0^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (372^2 - 360^2)}{4} = 6899 (\text{mm}^2)$$

Bán kính quán tính cột:

$$r = \frac{\sqrt{D^2 + D_0^2}}{4} = \frac{\sqrt{372^2 + 360^2}}{4} = 129,4 (\text{mm})$$

$$\text{Độ mảnh của cột: } \lambda = \frac{l}{r} = \frac{\mu \cdot L}{r} = \frac{2 \cdot 4500}{129,4} = 69,55 < 100$$

Ứng suất tới hạn đàn hồi của cột: $\lambda = 69,55 < 100$, do đó ứng suất tới hạn đàn hồi:

$$\sigma_{oc} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{69,55^2} = 428,47 (\text{N/mm}^2)$$

Khi đó, độ mảnh không thứ nguyên tính theo công thức 4.10 sẽ là:

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{\sigma_{ct}}{\sigma_{oc}}} = \sqrt{\frac{240}{428,47}} = 0,748 < 1,5$$

Ứng suất tới hạn thiết kế của cột: Với $\lambda_c = 1,0 < 1,5$ ứng suất tới hạn của thanh tính theo công thức 4.8:

$$\sigma_{th} = (0,658^{\lambda_c^2}) \cdot \sigma_{ct} = (0,658^{0,802}) \cdot 240 = 183,36 (\text{N/mm}^2)$$

Diện tích hữu hiệu của mặt cắt cột:

Đối với thép ống tròn, diện tích hữu hiệu được xác định theo công thức (4.11):

$$\text{Khi } \lambda_c \leq 1,5 \text{ thì } F_e = \left[1 - (1 - R_c^2) \cdot \left(1 - \frac{F_o}{F} \right) \right] \cdot F$$

$$\text{Với: } R_c = \sqrt{\frac{\sigma_c}{2 \cdot \sigma_{oc}}} = \sqrt{\frac{240}{2 \cdot 428,47}} = 0,529$$

$$F_o = \left[\left(\frac{0,037}{D \cdot \sigma_c / t \cdot E} \right) + 0,667 \right] \cdot F = \left[\left(\frac{0,037}{372 \cdot 240 / 6,2 \cdot 1 \cdot 10^5} \right) + 0,667 \right] \cdot 6899 = 0,998 \cdot 6899 = 6885 (\text{mm}^2)$$

$$\text{Do đó: } F_e = \left[1 - (1 - R_c^2) \cdot \left(1 - \frac{F_o}{F} \right) \right] \cdot F = \left[1 - (1 - 0,529^2) \cdot (1 - 0,998) \right] \cdot 6899 = 6889,1 (\text{mm}^2)$$

Khả năng chịu lực kéo của cột:

Lực kéo thiết kế N_{tk} của thanh được tính theo công thức 4.1:

$$N_{tk} \leq \phi_t \cdot N_t$$

ϕ_t - hệ số độ chịu lực khi kéo lấy bằng 0,90

N_t - khả năng chịu lực kéo danh nghĩa của cột, được lấy bằng giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị tính theo các công thức (4.2), (4.3):

$$\begin{cases} N_t = F_n \cdot \sigma_c \\ N_t = 0,85 \cdot k_t \cdot F_t \cdot \sigma_b \end{cases}$$

F_n - diện tích tiết diện nguyên $F_n = 6899 \text{ mm}^2$.

σ_c - ứng suất chảy dùng trong thiết kế. $\sigma_c = 240$

F_t - diện tích tiết diện thực, $F_t = F_n = 6899 \text{ mm}^2$

σ_b - giới hạn bền đứt dùng trong thiết kế $\sigma_b = 380 \text{ N/mm}^2$.

k_t - hệ số điều chỉnh về phân bố lực, với cấu kiện đối xứng $k_t = 1$

Thay vào công thức ta có:

$$N_{t1} = 6899 \cdot 240 = 1655760 \text{ (N)}$$

$$N_{t2} = 0,85 \cdot 6899 \cdot 380 = 2228377 \text{ (N)}$$

Chọn $N_t = \min(N_{t1}; N_{t2}) = 1.655760 \text{ N}$

Lực kéo thiết kế lớn nhất N_{tk} của cột sẽ là:

$$N_{tk} = 0,9 \cdot 1.655760 = 1490184 \text{ N}$$

Vậy thanh có khả năng chịu được lực kéo là **1.490.184 N**

Khả năng chịu lực nén của thanh theo điều kiện bền:

Lực nén thiết kế của thanh theo điều kiện bền xác định theo công thức 4.5:

$$N_{tk} \leq \phi_n \cdot N_n$$

Khả năng chịu lực danh nghĩa của thanh xác định theo công thức 4.4:

$$N_n = F_n \cdot \sigma_{ct} = 6889 \cdot 240 = 1655760 \text{ (N)}$$

$$\rightarrow N_{tk} = \phi_n \cdot N_n = 0,85 \cdot 1.655760 = 1407396 \text{ (N)}$$

Vậy thanh có khả năng chịu được lực nén là **1.407.396 N**

Khả năng chịu lực nén của thanh theo điều kiện ổn định:

Khả năng chịu lực danh nghĩa của thanh xác định theo công thức 4.7:

$$N_d = F_n \cdot \sigma_{th} = 6889 \cdot 183,36 = 1263178 \text{ (N)}$$

Lực nén thiết kế của thanh theo điều kiện ổn định

$$N_{tk} = \phi_n \cdot N_d = 0,85 \cdot 1.263178 = 1073701 \text{ (N)}$$

Vậy theo điều kiện ổn định thanh có khả năng chịu được lực nén là **1.073.701 N**

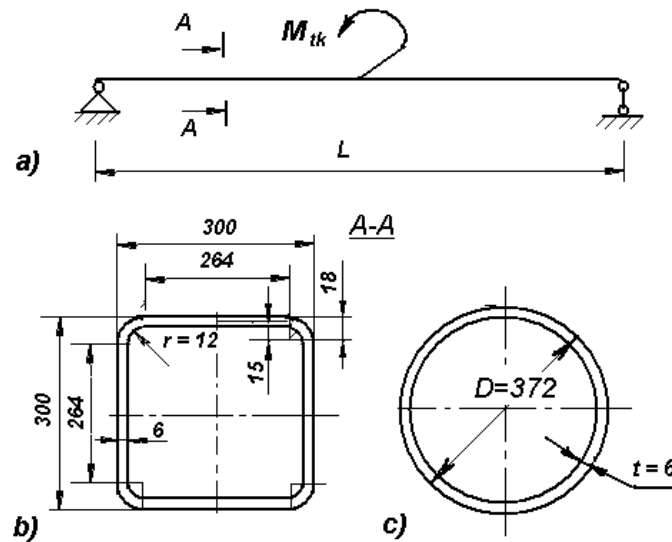
4.3.2. TÍNH TOÁN ỐNG THÉP LÀ DẦM CHỊU UỐN

Cho 1 ống thép thành mỏng tạo hình nguội như ví dụ trên, chiều dài $L = 4500 \text{ mm}$, chế tạo từ thép các bon có giới hạn chảy là ; giới hạn bền của thép là $\sigma_b = 380 \text{ N/mm}^2$; mô đun đàn hồi của thép: $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$. Tính toán khả năng chịu mô men uốn của ống thép khi làm dầm với sơ đồ liên kết khớp tĩnh định trong 2 trường hợp:

- Ống thép có tiết diện vuông kích thước $a \times b \times t = 300 \times 300 \times 6 \text{ mm}$

- Ống thép tiết diện tròn có đường kính ngoài $D=372\text{mm}$, chiều dày ống $t=6\text{mm}$.

1. Trường hợp ống thép mặt cắt hình vuông (H4.5b)



Hình 4.5. Sơ đồ kết cấu thanh dầm

Dầm có các kích thước như hình 4.5, chiều dài dầm $L=4500\text{mm}$; kích thước mặt cắt $a \times b \times t = 300 \times 300 \times 6\text{mm}$. Sơ đồ tính dầm như hình 4.5a.

Ứng suất tăng cao của thép

Với các kích thước như mặt cắt cột ở trên, tính toán tương tự, ta có ứng suất tăng cao của thép ở tâm biên và tâm thành của dầm sẽ là:

$$\sigma_{ct} = 265,27 \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

Vậy, ứng suất chảy trung bình khi tính toán đối với tâm biên và với bản thành có thể lấy $\sigma_{ct} = 265,27 \text{ N/mm}^2$

Các thông số mặt cắt dầm

Tính toán tương tự như mặt cắt của cột ở trên, có các thông số mặt cắt của dầm:

Bề rộng phẳng của tâm biên: $b=264 \text{ mm}$

Bề rộng phẳng của tâm thành: $h=264\text{mm}$

Bán kính đường trung bình của góc cong: $R=15\text{mm}$

Chiều dài đoạn góc cong: $L_c=23,55\text{mm}$

Khoảng cách từ trọng tâm đoạn cong tới tâm bán kính cong: $c=9,55\text{mm}$

Bề rộng hữu hiệu của tâm biên:

Tâm biên chịu nén của dầm coi như chịu nén đều.

Lấy ứng suất thiết kế có giá trị bằng σ_{ct} , theo công thức 3.17 ta có:

$$\lambda_h = \frac{1,052}{\sqrt{k}} \left(\frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{\sigma_c}{E}} = \frac{1,052}{\sqrt{4}} \left(\frac{264}{6} \right) \sqrt{\frac{265,27}{2,1 \cdot 10^5}} = 0,653$$

$\lambda \leq 0,673$, $\rightarrow \rho=1$, nghĩa là $b_e = b$. Phần phẳng của tấm hữu hiệu toàn bộ và $b_e = 264mm$

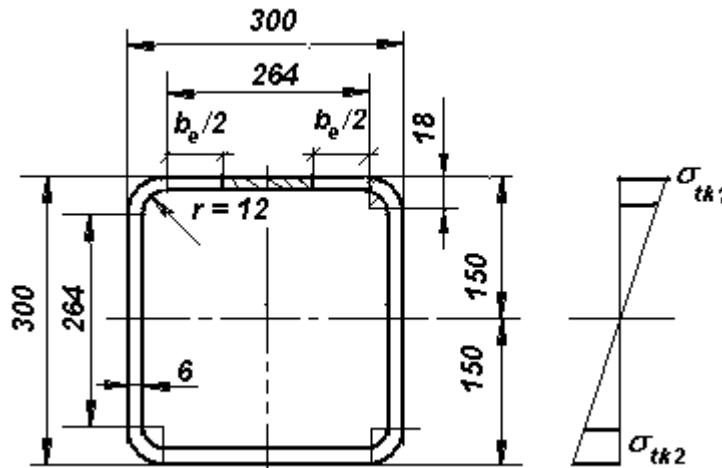
Bề rộng hữu hiệu của bản thành

Giả thiết bản thành của dầm là hữu hiệu hoàn toàn $b_e = b = 264mm$, khi đó mặt cắt hữu hiệu tương đương với mặt cắt thực của dầm. Do đó tọa độ trọng tâm của tiết diện hữu hiệu chính là tọa độ trọng tâm của mặt cắt thực, và ta có:

$$y_0 = \frac{H}{2} = 150 \text{ (mm)}$$

Bản thành có biểu đồ phân bố ứng suất theo quy luật tuyến tính (H4.6). Do vậy, bề rộng hữu hiệu của bản thành phụ thuộc vào các ứng suất ở các mép trên, mép dưới của phần phẳng bản thành.

Ứng suất mép trên, mép dưới của phần phẳng bản thành được xác định theo tương quan tỷ lệ tuyến tính của biểu đồ theo ứng suất của thớ kim loại chảy dẻo ngoài cùng ở mặt cắt, khi đó có thể tính:



Hình 4.6. Sơ đồ tính bề rộng hữu hiệu

Ứng suất ở mép trên và mép dưới của bản bụng:

$$\sigma_{tk1} = (-\sigma_{tk2}) = \frac{y_0 - (t + r)}{y_0} \cdot \sigma_{ct} = \frac{150 - (6 + 12)}{150} \cdot 265,27 = 233,44 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Ứng suất mép dưới của bản thành là ứng suất kéo σ_{tk2} lấy dấu âm khi tính ψ .

$$\text{Hệ số phân bố ứng suất theo (3.21): } \psi = \frac{\sigma_{tk2}}{\sigma_{tk1}} = \frac{-233,44}{233,44} = -1,0 < -0,236$$

Hệ số ảnh hưởng của gối tựa và trạng thái ứng suất k , tính theo công thức (3.22):

$$k = 4 + 2 \cdot (1 - \psi)^3 + 2 \cdot (1 - \psi) = 4 + 2 \cdot 1,9657^3 + 2 \cdot 1,9657 = 23,12$$

Độ mảnh của tấm theo (3.17):

$$\lambda = \frac{1,052 \left(\frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{\sigma_{tk1}}{E}}}{\sqrt{k}} = \frac{1,052 \left(\frac{264}{12} \right) \sqrt{\frac{233,44}{2,1 \cdot 10^5}}}{\sqrt{23,12}} = 0,1774$$

$\lambda \leq 0,673$, $\rightarrow \rho=1$, nghĩa là $b_e = h = 264mm$.

Bề rộng hữu hiệu ở vùng chịu ứng suất nén lớn xác định theo công thức (3.18):

$$b_{e1} = \frac{b_e}{3 - \psi} = \frac{264}{3 - (-0,9657)} = 66,57 (mm)$$

Bề rộng hữu hiệu ở vùng chịu ứng suất nhỏ xác định theo công thức (3.19):

$$\text{Với } \psi = (-1) < -0,236 \text{ nên } b_{e2} = \frac{b_e}{2} = \frac{264}{2} = 132 (mm)$$

Tổng các bề rộng hữu hiệu là: $b_{e1} + b_{e2} = 66,57 + 132 = 198,57 (mm) > 150 (mm)$ hay lớn hơn vùng chịu nén, do đó phần phẳng tấm thành hữu hiệu toàn bộ đúng như giả thiết, vậy $b_e = b = 264mm$.

Mô men chống uốn của tiết diện hữu hiệu

Mô men quán tính của đoạn cong đối với trục qua trọng tâm tiết diện O_1 :

$$J_c = 6 \cdot (0,149 \cdot R^3) = (6 \cdot 0,149 \cdot 15^3) = 3017 (mm^4)$$

Giá trị tính toán J cho trong bảng 4.2.

Bảng 4.1. Tính toán đặc trưng tiết diện

Các phần tử	L_i	F_i	J_0	y_i	$y_i^2 \cdot F_i$	$J (mm^4)$
Tấm biên trên	264	1584	4752	147	34.228.656	
2 góc trên	2x23,55	282,6	6034	141,55	11.324.575	
2 bụng tấm thành	2x264	3168	18.399.744	0	0	
2 góc dưới	2x23,55	282,6	6034	141,55	11.324.575	
Tấm biên dưới	264	1584	4752	147	34.228.656	
Cộng	1150,2	6901,2	18.421.136		91.106.461	109.527.597

Mô men chống uốn của tiết diện hữu hiệu:

$$W = \frac{J}{y_{\max}} = \frac{J}{y_0} = \frac{109527597}{150} = 730183 (mm^3)$$

Mô men tính toán lớn nhất mà dầm chịu được

Từ công thức 4.12, mô men uốn tính toán lớn nhất mà dầm chịu được sẽ là:

$$M_{tk \max} = \phi_b \cdot M_s$$

Với: ϕ_b - hệ số độ chịu lực khi uốn, đối với tiết diện hình hộp thì $\phi_b = 0,95$;

M_s - Mô men danh nghĩa của dầm: $M_s = W \cdot \sigma_{ct}$

Do đó:

$$M_{t \max} = \phi_b \cdot W \cdot \sigma_{ct} = 0,95 \cdot 730183 \cdot 277,27 = 192334948 \text{ (N.mm)} = 192.335 \text{ N.m}$$

Vậy mô men uốn tính toán lớn nhất mà dầm chịu được là **192.335 N.m**

2. Trường hợp ống thép mặt cắt hình tròn (H4.5c)

Mô men chống uốn của tiết diện toàn bộ:

$$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - D_0^4)}{32 \cdot D^4} = \frac{\pi \cdot (372^4 - 360^4)}{32 \cdot 372} = 621238 \text{ (mm}^3\text{)}$$

Xác định các giá trị độ mảnh:

$$\frac{0,441 \cdot E}{\sigma_c} = \frac{0,441 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{240} = 385$$

$$\frac{0,07 \cdot E}{\sigma_c} = \frac{0,07 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{240} = 61,25$$

$$\frac{0,319 \cdot E}{\sigma_c} = \frac{0,319 \cdot 2,1 \cdot 10^5}{240} = 279,12$$

Độ mảnh của tấm ống: $\frac{D}{t} = \frac{372}{6} = 62$

So sánh D/t với các giá trị trên ta có:

$$\frac{D}{t} < \frac{0,441 \cdot E}{\sigma_c} = 385$$

$$\frac{0,07 \cdot E}{\sigma_c} = 61,25 < \frac{D}{t} < \frac{0,319 \cdot E}{\sigma_c} = 279,12$$

Do đó, khả năng chịu mô men danh nghĩa của dầm sẽ được tính theo công thức:

$$M_b = [0,970 + 0,020 \cdot (\frac{E}{\sigma_c}) / (\frac{d_o}{t})] \cdot \sigma_c \cdot W_u \text{ (N.mm)}$$

Thay số vào ta có:

$$M_b = [0,97 + 0,02 \cdot (\frac{2,1 \cdot 10^5}{240}) / 62] \cdot 240 \cdot 621238 = 186.708.071 \text{ (N.mm)}$$

Khả năng chịu uốn thiết kế của dầm sẽ là:

$$M_{tk} = \phi_b \cdot M_s = 0,95 \cdot 186708071 = 177.372.667 (N.mm) = 177.373 \text{ M.m}$$

Vậy mô men uốn tính toán lớn nhất mà dầm chịu được là **177.373 N.m**

4.4. NHẬN XÉT KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

4.4.1. TÍNH ỚNG NHƯ THÉP CÁN NÓNG

1. Tính cột ở ví dụ 1 chịu kéo, nén khi coi cột là thép cán nóng

Trường hợp thép ống vuông

Khả năng chịu lực kéo của cột:

Lực kéo thiết kế N_{tk} của thanh vẫn được tính theo công thức:

$$N_{tk} \leq \gamma \cdot N_t = \phi_t \cdot F_n \cdot \sigma_c$$

ϕ_t - hệ số điều kiện làm việc khi kéo lấy bằng 0,90

F_n - tiết diện nguyên của mặt cắt cột; $F_n = 6901,2 \text{ mm}^2$

$$\sigma_c = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Do đó: } N_{tk \max} = 0,9 \cdot 6901,2 \cdot 240 = 1.490.659,2 (N)$$

Khả năng chịu lực nén của cột theo điều kiện bền:

Lực nén thiết kế của thanh theo điều kiện bền: $N_{tk} \leq \phi_n \cdot N_n = \phi_n \cdot F_n \cdot \sigma_c$

ϕ_n - hệ số điều kiện làm việc khi nén lấy bằng 0,85

F_n - tiết diện nguyên của mặt cắt cột; $F_n = 6901,2 \text{ mm}^2$

$$\sigma_c = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\rightarrow N_{tk \max} = 0,85 \cdot 6901,2 \cdot 240 = 1.407.845 (N)$$

Vậy thanh có khả năng chịu được lực nén là **1.407.845 N**

Khả năng chịu lực nén theo điều kiện ổn định của thanh

Lực nén thiết kế của thanh theo điều kiện ổn định:

$$N_{tk} \leq \phi_n \cdot N_n = \phi_n \cdot F_n \cdot \varphi \cdot \sigma_c$$

φ - hệ số suy giảm ứng suất, phụ thuộc vào độ mảnh của thanh.

Độ mảnh của thanh: $\lambda = 71,48 \rightarrow \varphi = 0,754$

$$\rightarrow N_{tk \max} = 0,85 \cdot 6901,2 \cdot 0,754 \cdot 240 = 1.061.514 (N)$$

Vậy theo điều kiện ổn định thanh có khả năng chịu được lực nén là **1.061.514 N**

Trường hợp thép ống tròn

Khả năng chịu lực kéo của cột:

Lực kéo thiết kế N_{tk} của cột vẫn được tính theo công thức:

$$N_{tk} \leq \gamma \cdot N_t = \phi_t \cdot F_n \cdot \sigma_c$$

ϕ_t - hệ số điều kiện làm việc khi kéo lấy bằng 0,90

F_n - tiết diện nguyên của mặt cắt cột; $F_n = 6899 \text{ mm}^2$

$$\sigma_c = 240 \text{ N/mm}^2$$

Do đó: $N_{tk \max} = 0,9 \cdot 6899 \cdot 240 = 1.490.184 \text{ (N)}$

Vậy cột có khả năng chịu được lực nén là **1.490.184 N**

Khả năng chịu lực nén của cột theo điều kiện bền:

Lực nén thiết kế của thanh theo điều kiện bền: $N_{tk} \leq \phi_n \cdot N_n = \phi_n \cdot F_n \cdot \sigma_c$

ϕ_t - hệ số điều kiện làm việc khi nén lấy bằng 0,85

F_n - tiết diện nguyên của mặt cắt cột; $F_n = 6899 \text{ mm}^2$

$$\sigma_c = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\rightarrow N_{tk \max} = 0,85 \cdot 6899 \cdot 240 = 1.407.396 \text{ (N)}$$

Vậy thanh có khả năng chịu được lực nén là **1.407.396 N**

Khả năng chịu lực nén theo điều kiện ổn định của cột

Lực nén thiết kế của thanh theo điều kiện ổn định:

$$N_{tk} \leq \phi_n \cdot N_n = \phi_n \cdot F_n \cdot \varphi \cdot \sigma_c$$

φ - hệ số suy giảm ứng suất, phụ thuộc vào độ mảnh của thanh.

Độ mảnh của thanh: $\lambda = 69,55 \rightarrow \varphi = 0,782$

$$\rightarrow N_{tk \max} = 0,85 \cdot 6899 \cdot 0,782 \cdot 240 = 1.100.583 \text{ (N)}$$

Vậy theo điều kiện ổn định thanh có khả năng chịu được lực nén là **1.100.583 N**

2. Tính toán dầm ở ví dụ 2 khi coi dầm là thép cán nóng

Khả năng chịu mô men uốn của dầm ống vuông

Mô men uốn tính toán lớn nhất mà thanh dầm chịu:

$$M_t \leq \phi_b \cdot M_s = \phi_b \cdot W \cdot \sigma_c$$

Với: $W = 730.183 \text{ (mm}^3)$

ϕ_b - hệ số độ chịu lực khi uốn, $\phi_b = 0,95$; $\sigma_c = 240 \text{ (N/mm}^2)$

Do đó:

$$M_{t \max} = \phi_b \cdot W \cdot \sigma_c = 0,95 \cdot 730183 \cdot 240 = 166.481.724 \text{ (N.mm)} = 166.482 \text{ N.m}$$

Khả năng chịu mô men uốn của dầm ống tròn

Mô men uốn tính toán lớn nhất mà dầm chịu được:

$$M_t = \phi_b \cdot M_s = \phi_b \cdot W \cdot \sigma_c$$

Với: $W = 621238 \text{ (mm}^3)$

ϕ_b - hệ số độ chịu lực khi uốn, $\phi_b = 0,95$;

$$\sigma_c = 240 \text{ (N/mm}^2)$$

Do đó:

$$M_{t_{max}} = \phi_b \cdot W \cdot \sigma_c = 0,95 \cdot 621238,240 = 141.642.264 \text{ (N.mm)} = 141.642 \text{ N.m}$$

4.4.2. NHẬN XÉT KẾT QUẢ

Tổng hợp các kết quả tính cột và dầm theo hai phương pháp ta có bảng sau:

Bảng 4.3. Kết quả tính toán khả năng chịu lực của các cấu kiện theo hai phương pháp

	KẾT QUẢ THEO CÁCH TÍNH MỚI				KẾT QUẢ THEO CÁCH TÍNH CŨ			
	Kéo	Bền nén	Ô.Đ nén	M	Kéo	Bền nén	Ô.Đ nén	M (N.m)
Vuông	1.620.470	1.530.444	1.169.273	192.335	1.490.659	1.407.845	1.061.514	166.482
Tròn	1.490.184	1.407.396	1.073.701	177.373	1.490.184	1.407.396	1.100.583	141.642

Bảng 4.4. So sánh kết quả tính toán khả năng chịu lực của các ống theo hai phương pháp

Dạng chịu lực	Bền kéo (N)	Bền nén (N)	Ô.Đ nén (N)	M (N.m)
Ống tiết diện vuông				
Cách tính mới	1.620.470	1.530.444	1.169.273	192.335
Cách tính cũ	1.490.659	1.407.845	1.061.514	166.482
Tỷ số mới/cũ	1,0871	1,0871	1,1015	1,1553
Ống tiết diện tròn				
Cách tính mới	1.490.184	1.407.396	1.073.701	177.373
Cách tính cũ	1.490.184	1.407.396	1.100.583	141.642
Tỷ số mới/cũ	1,0	1,0	0,9755	1,2522

Bảng 4.5. So sánh kết quả tính toán khả năng chịu lực của các ống theo tiết diện

Loại ống	Chu vi theo đường TB (mm)	Diện tích (mm ²)	Bền Kéo (N)	Bền nén (N)	Ô.Đ nén (N)	M
			Cách tính mới			
Ống vuông	1150,2	6901	1.620.470	1.530.444	1.169.273	192.335
Ống tròn	1150	6899	1.490.184	1.407.396	1.073.701	177.373
Tỷ số v/tròn	1,0	1,0	1,0874	1,0874	1,089	1,084
Cách tính cũ						
Ống vuông	1150,2	6901	1.490.659	1.407.845	1.061.514	166.482
Ống tròn	1150	6899	1.490.184	1.407.396	1.100.583	141.642
Tỷ số v/tròn	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9645	1,1753

Từ bảng so sánh 4.4, so sánh cách tính ống thép theo phương pháp mới và phương pháp thông thường ta thấy:

Đối với cột tiết diện vuông: với cùng điều kiện làm việc, trong các trường hợp tính toán theo điều kiện bền kéo, bền nén, ổn định chịu nén, uốn, khả năng chịu lực của ống tính toán theo phương pháp mới đều lớn hơn so với phương pháp tính toán thông thường:

- Khi ống chịu kéo, nén tính theo bền là 8,71% ;
- Khi ống tính theo điều kiện ổn định chịu nén là 10,15% ;
- Khi ống chịu uốn, khả năng chịu mô men uốn tăng hơn là 15,53% ;

Đối với cột tiết diện tròn cũng với cùng điều kiện làm việc:

- Tính toán theo điều kiện bền kéo, bền nén, khả năng chịu lực của ống theo 2 cách tính đều tương đương nhau.
- Khi tính theo điều kiện ổn định, khả năng chịu lực của ống nhỏ hơn 2,45%.
- Khi tính theo uốn, khả năng chịu lực của ống lớn hơn tới 25,22%.

Từ bảng so sánh 4.5, so sánh kết quả tính toán khả năng chịu lực của thép ống vuông và ống tròn, với cùng chu vi, cùng diện tích mặt cắt, ta thấy:

- Ở phương pháp tính mới, ống có tiết diện vuông trong các trường hợp, khả năng chịu lực của ống vuông đều lớn hơn so với ống tròn từ 8,4-8,9%.
- Ở phương pháp tính thông thường: khả năng chịu lực kéo và nén của ống vuông và tròn là như nhau. Khả năng chịu lực theo điều kiện ổn định của ống vuông nhỏ hơn ống tròn là 3,55% chủ yếu là do độ mảnh của ống vuông lớn hơn ống tròn. Khả năng chịu uốn của ống vuông lại lớn hơn ống tròn tới 17,53% do mô men chống uốn của ống vuông lớn hơn.

KẾT LUẬN

Từ nội dung tính toán trên đây, có một số kết luận sau :

Đề tài đã giải quyết các yêu cầu đề ra, nội dung của đề tài đã đề cập tới một phương pháp tính toán thép ống mỏng tạo hình nguội được sử dụng làm kết cấu chịu lực của máy nâng chuyển xét đến các đặc điểm của thép uốn nguội.

Kết quả tính toán ở trên cho thấy: khi sử dụng phương pháp mới để tính toán thép ống mỏng tạo hình nguội, thì phần lớn các trường hợp khả năng chịu lực của ống thép đều lớn hơn so với cách tính toán thông thường, trừ trường hợp tính toán thép ống tròn chịu lực theo điều kiện ổn định. Khả năng chịu lực của ống thép tạo hình nguội được tăng lên chủ yếu là nhờ sự tăng cường độ của thép khi uốn nguội. Trong trường hợp ống tròn tính toán theo điều kiện ổn định, khả năng chịu lực của ống thép gần bằng phương pháp tính toán thông thường vì độ ổn định của thanh phụ thuộc rất lớn vào độ mảnh của thanh.

Tính toán theo phương pháp mới cũng cho thấy, nên sử dụng các loại ống thép tạo hình nguội để chế tạo kết cấu thép cho máy nâng chuyển trong các trường hợp kết cấu chịu kéo, chịu nén và chịu uốn vì sẽ tiết kiệm được vật liệu chế tạo, kết cấu sẽ nhẹ hơn, nhờ đó, giảm được công việc chế tạo, vận chuyển, lắp ráp, sửa chữa.

Trong hai loại ống thép tạo hình nguội, cùng chu vi, cùng diện tích, khi tính theo phương pháp mới ống thép vuông có khả năng chịu lực cao hơn, vì vậy nên dùng thép ống vuông hay chữ nhật.

Nhược điểm của phương pháp tính mới là cách tính toán phức tạp hơn, khối lượng tính toán cũng lớn hơn so với phương pháp tính toán thông thường.

Kết quả của đề tài là cơ sở để tính toán các kết cấu thép máy nâng chuyển sử dụng thép ống mỏng tạo hình nguội trong thực tế, nó cũng góp phần bổ sung kiến thức cho các môn học cơ khí nói chung, môn học Kết cấu thép máy nâng chuyển nói riêng.

Kiến nghị:

Nội dung tính toán của đề tài trên đây chủ yếu tập trung vào việc tính toán theo điều kiện bền kéo, nén đúng tâm, và uốn thuần túy. Các điều kiện tính toán khác như độ bền xoắn, độ cứng, độ bền cắt chưa được đề cập tới. Vì vậy, để phương pháp tính toán được đầy đủ hơn, cần bổ sung thêm các điều kiện tính toán này.

Với ý nghĩa kinh tế, kỹ thuật quan trọng, phương pháp tính toán này cần sớm được nghiên cứu đưa vào quy phạm về tính toán kết cấu thép máy nâng chuyển để đáp ứng yêu cầu sử dụng ngày càng cao về loại kết cấu nhiều tiềm năng này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]– Huỳnh Văn Hoàng, Trần Thị Hồng, Lê Hồng Sơn- ***Kết cấu thép của thiết bị nâng***- NXB ĐHQG TP.HCM-2005
- [2]– GS.TS. Đoàn Định Kiến- ***Thiết kế kết cấu thép (theo quy phạm Hoa Kỳ)*** NXB xây dựng Hà Nội -2004
- [3]– GS.TS Đoàn Định Kiến- ***Kết cấu thép*** -NXB KHKT- Hà Nội -2005
- [4]– PGS.TS Phạm Văn Hội, PGS.TS. Nguyễn Quang Viên, Th.s. Phạm Văn Tư, Ks. Lưu Văn Tường – ***Kết cấu thép –cấu kiện cơ bản*** – NXBKHK T - Hà Nội -2006
- [5]– TCVN-4244: 2005 – ***Thiết bị nâng- thiết kế, chế tạo và kiểm tra kỹ thuật–tiêu chuẩn thiết kế*** – Đăng kiểm Việt Nam - Hà Nội -2005.
- [6]– TCVN-4059: 1985; 4613:1988; 5889:1995; 5575:1991; TCXD170:1989- ***Thiết kế gia công lắp ráp và nghiệm thu kết cấu thép*** - NXB xây dựng Hà Nội -2000
- [7]– TCXDVN-338:2005 - ***Kết cấu thép –tiêu chuẩn thiết kế*** - NXB xây dựng Hà Nội -2005
- [8]– Australian/New Zealand Standard- ***Cold-formed steel structures***. AS/NZS 4600: 1996.
- [9]– American Iron and Steel Institute – ***Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members***. 1996
- [10]- Гохберг М.М. ***Металлические конструкции подъемно- Транспортных машин***. “Машиностроение” .Л.1976
- [11] - Гохберг М.М. ***Справочник по кранам***. “Машиностроение” .Л.1988.