

Bài 3. MỐI GHÉP BẰNG REN

Mục tiêu: Mô tả được kết cấu mối ghép bằng ren, phân tích được điều kiện làm việc và tính toán được độ bền của mối ghép bulông không có khe hở và có khe hở.

I. Khái niệm chung

Ghép bằng ren thuộc mối ghép cố định có thể tháo được. Ghép bằng ren được dùng phổ biến trong các ngành: chế tạo máy, giao thông, xây dựng v.v...

Ưu điểm của mối ghép bằng ren:

- Cấu tạo đơn giản, chắc chắn, có nhiều loại, nhiều kích thước khác nhau và hầu hết các chi tiết máy có ren đều được tiêu chuẩn.
- Cố định được các chi tiết máy ở bất kỳ vị trí nào (nhờ khả năng tự hãm).
- Tháo, lắp dễ dàng.
- Giá thành hạ.

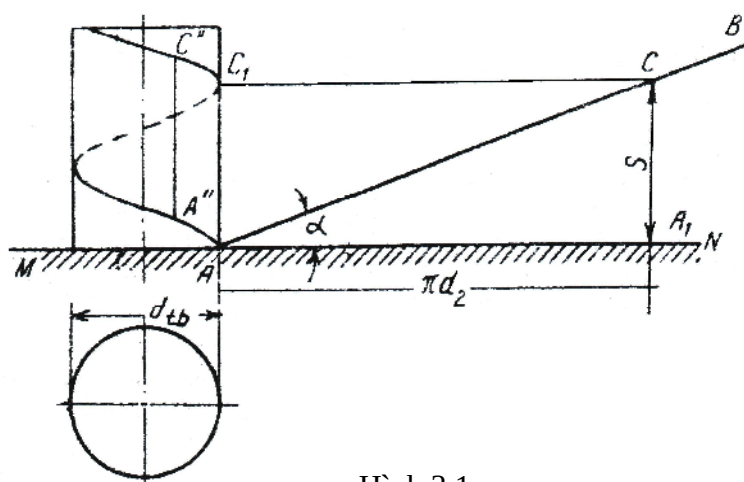
Tuy nhiên ghép bằng ren cũng có những nhược điểm như ở chân ren có ứng suất tập trung cho nên làm giảm sức bền của mối ghép, ren dễ bị hỏng khi tải trọng thay đổi.

Chế tạo ren bằng cách dùng bàn ren, taro. Nếu có yêu cầu về kích thước chính xác hơn thì tiện ren, lăn ép, phay, mài theo đường xoắn ốc.

1. Ren và các thông số cơ bản của ren

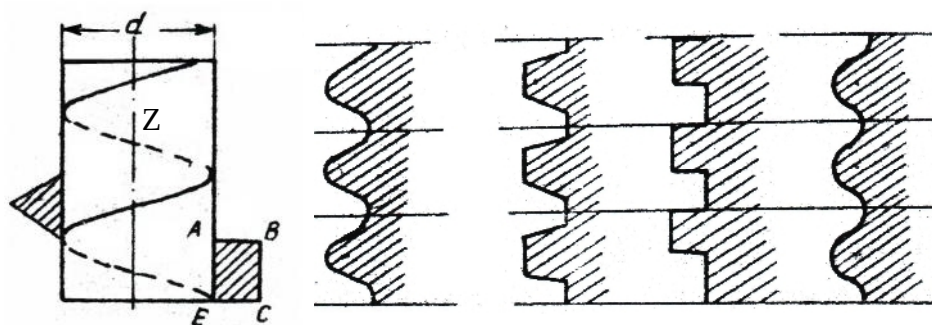
a. Sự hình thành đường ren

- Ren được hình thành trên cơ sở đường xoắn ốc có góc nghiêng α so với mặt phẳng vuông góc với trục xoay và bước xoắn S (hình 3.1).



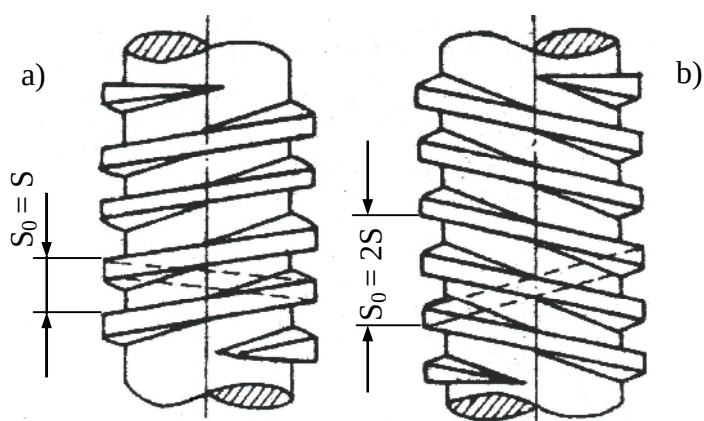
Hình 3.1

- Nếu đặt một tam giác cân nằm trong mặt phẳng chứa trục Z của khối trụ chuyển động theo đường xoắn ốc trên mặt trụ sẽ hình thành đường ren tam giác. Tương tự dùng các hình phẳng tiết diện vuông, thang, nửa tròn v.v... chuyển động theo đường xoắn ốc sẽ hình thành đường ren vuông, thang, nửa tròn (hình 3.2).



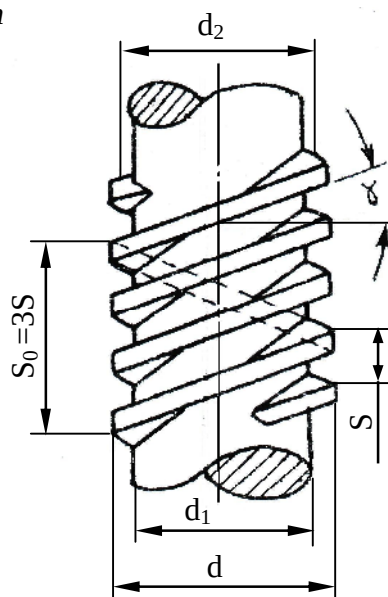
Hình 3.2

- Ren được chia ra ren phải (hình 3.3a), ren trái (hình 3.3b). Ren có một hay nhiều đầu mối. Có thể căn cứ vào mặt đáy hình trụ thấy bao nhiêu đường xuất phát của ren là bấy nhiêu đầu mối.



Hình 3.3

b. Các thông số cơ bản của ren



Hình 3.4

- Đường kính ngoài d là đường kính lớn nhất của ren, còn gọi là đường kính danh nghĩa (hình 3.4).

Đường kính chân ren d_1 là đường kính nhỏ nhất của ren, dùng để tính toán sức bền ren.

- Đường kính trung bình d_2 để chỉ quan hệ hình học.

- Bước xoắn ốc S_0 là khoảng cách theo chiều trục giữa hai vòng ren kề nhau của cùng một mối ren. Bước ren S là khoảng cách theo chiều trục giữa hai vòng ren kề nhau. Nếu có n mối ren thì $S_0 = nS$ (hình 3.3b; 3.4).

- Góc dẫn α là độ nghiêng của đường ren so với mặt phẳng vuông góc với trục Z và $\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{\pi d_2}$

- Góc đỉnh ren 2β là góc tạo bởi hai cạnh bên của mặt cắt đường ren có chứa trục Z (hình 3.5).

Phân loại ren, tiêu chuẩn ren và phạm vi sử dụng

a. Phân loại

* Theo điều kiện làm việc

- Ren ghép chặt: yêu cầu có sức bền cao, ma sát lớn để tăng tính tự hãm, tránh hiện tượng tự tháo lỏng (ren tam giác).

- Ren ghép chặt kín: yêu cầu ghép chặt đồng thời phải kín không có khe hở hướng kính (thường dùng ren ống, ren tròn, ren côn).

- Ren truyền động, đòi hỏi ma sát nhỏ, hiệu suất cao (thường dùng ren vuông, ren thang cân, ren thang vuông cân).

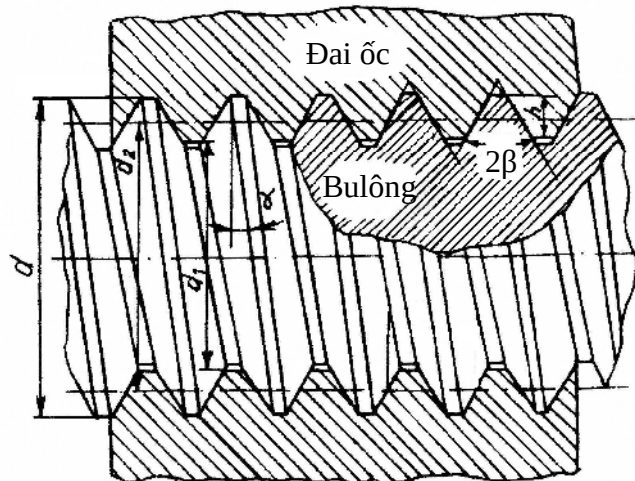
* Theo hình dáng tiết diện chia ra: ren tam giác, ren hình thang, ren hình vuông, ren hình tròn v.v...

b. Tiêu chuẩn và phạm vi sử dụng

Để thuận tiện cho việc chế tạo, sử dụng, hiện nay có rất nhiều loại ren được tiêu chuẩn hóa.

*** Ren tam giác**

Ren hệ mét (hình 3-5) có góc đỉnh ren $2\beta = 60^\circ$, góc đỉnh ren lớn, chân ren to nên bền, chắc, ma sát mặt ren hình nêm nên có ma sát lớn, nhưng hiệu suất thấp, vì vậy ren hệ mét thường được dùng để ghép chặt. Ren hệ mét chia làm hai loại :



Hình 3.5

+ Ren hệ mét bước lớn theo TCVN 45 - 63 có $d = (1 \div 68)\text{mm}$ ứng với $S = (0,25 \div 6)\text{mm}$. Ký hiệu là “M” kèm theo đường kính danh nghĩa (đường kính gọi). Ví dụ : M20 , M30 , M34 v.v...

+ Ren hệ mét bước nhỏ theo TCVN 45-63 có $d = (1 \div 600)\text{mm}$ ứng với $S = (0,2 \div 6)\text{mm}$. Ký hiệu là “M” kèm theo đường kính danh nghĩa và bước. Ví dụ: M12x1,25; M24x3 v.v... các kích thước cơ bản ren tam giác hệ mét được tiêu chuẩn hóa theo (bảng 4-1).

Nếu cùng đường kính danh nghĩa thì ren bước nhỏ có bước ngắn hơn ren bước lớn nên đường kính chân ren lớn, góc nghiêng ren nhỏ hơn nên có sức bền cao hơn và tính tự hãm tốt hơn. Vì vậy ren bước nhỏ được dùng cho các chi tiết có vỏ (thành máy) mỏng, mối ghép chịu lực lớn, tải trọng biến đổi. Ngoài ra ren bước nhỏ còn dùng cho các chi tiết máy cần có sự điều chỉnh dọc trục, yêu cầu chính xác. Tuy nhiên đối với ngành chế tạo máy, ren bước lớn vẫn được dùng là chủ yếu.

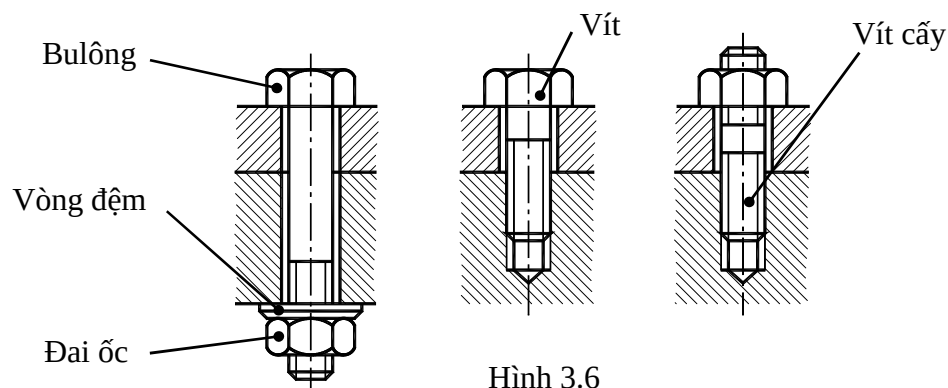
* **Ren tam giác hệ Anh:** có góc ở đỉnh $2\beta = 55^\circ$ ký hiệu 1” (1” = 25,4mm) dùng để ghép chặt.

* **Ren vuông:** loại này chưa được tiêu chuẩn hóa, dùng để truyền chuyển động vì có hiệu suất cao. Loại ren này được dùng trong các cơ cấu vít, hiện nay ít dùng và được thay thế bằng ren hình thang vì khi mòn sinh ra khe hở dọc trục, sức bền kém. Ren vuông có hiệu suất cao hơn ren tam giác, dễ lắp chính xác, có thể điều chỉnh khe hở khi mòn. Loại này được dùng nhiều trong chuyển động chịu tải hai chiều.

* **Ren thang:** có tiết diện hình thang cân, hình thang không cân hoặc hình răng cưa. Ren hình thang cân được tiêu chuẩn hóa theo TCVN 209 - 66. Góc ở đỉnh ren $2\beta = 30^\circ$, có sức bền chân ren cao.

2. Các chi tiết dùng trong mối ghép ren

Có nhiều chi tiết dùng trong mối ghép ren, hầu hết các chi tiết đó đều được tiêu chuẩn hóa.



Hình 3.6

a. Bu lông

Bu lông là thanh tròn, có ren một đầu còn một đầu là đầu bulông. Đầu bulông có thể vuông, tròn, lục giác v.v... thường là lục giác.

Mỗi ghép bulông gồm các chi tiết bulông, vòng đệm, đai ốc (hình 3-1). Ghép bằng bulông có ưu điểm tháo lắp dễ, các chi tiết có thể làm bằng bất kỳ vật liệu nào.

Tùy theo mức độ gia công cơ bulông chia làm 3 loại:

* **Bu lông thô:** Có hình dáng kích thước theo TCVN 72-63 đến 84-63. Loại này dùng phôi rèn hay dập, đầu và thân không cần gia công. Phần có ren được tạo thành bằng cách ta – rô, tiện, lăn ép. Bulông thô được dùng trong xây dựng hoặc mối ghép bằng gỗ, không quan trọng.

Vật liệu chế tạo thường là thép CT31, CT33 v.v...

* **Bu lông nửa tinh:** Có hình dáng kích thước theo TCVN 85-63 đến 94-63. Loại này có mặt tựa của đầu bu lông và toàn thân bulông đều được gia công. Được dùng rộng rãi trong ngành chế tạo máy. Bulông loại này được chế tạo bằng thép CT31, CT33, CT38, C45, 35Cr, 45Cr.

* **Bulông tinh:** Có hình dáng kích thước theo TCVN 95-63 đến 107-63. Toàn thể các phần của bulông đều được gia công, đảm bảo độ bóng, độ chính xác nhất định. Loại này có sức bền cao, được dùng nhiều trong các mối ghép quan trọng, chịu tải trọng va đập và chấn động. Ngoài ra còn có các loại bulông đặc biệt như bulông có đầu vuông, bulông bệ.

b. Vít (TCVN 49-63 đến TCVN 70-63)

Vít dùng cho những mối ghép trong đó chiều dày các chi tiết ghép chênh lệch nhau nhiều mà ghép bằng bulông không thực hiện được.

Thông thường vít dùng trong các mối ghép cố định, ít tháo lắp điều chỉnh vị trí.

Cấu tạo vít tương tự bulông, chỉ khác đầu có ren vặn trực tiếp vào lỗ có ren của chi tiết ghép. Đầu vít là đầu có sáu cạnh, có đầu tròn v.v...trên đầu có rãnh, chế tạo bằng thép CT33, CT38 ...

* **Vít cấy:** Cấu tạo vít cấy (hình 3.6) và hình thành mối ghép khác với bulông là hai đầu đều có ren dùng để ghép chặt hoặc điều chỉnh.

c. Đai ốc (TCVN 102-63 đến TCVN 123-63)

- Đai ốc là chi tiết có lỗ ren dùng để vặn chặt vào bulông hoặc vít cấy, tương ứng với bulông, đai ốc cũng có ba loại: đai ốc thô, đai ốc nửa tinh, đai ốc tinh, đai ốc đầu sáu cạnh, đầu tròn có rãnh, đầu vuông v.v...đai ốc xẻ rãnh để gắn chốt chẻ (hình 3.8).

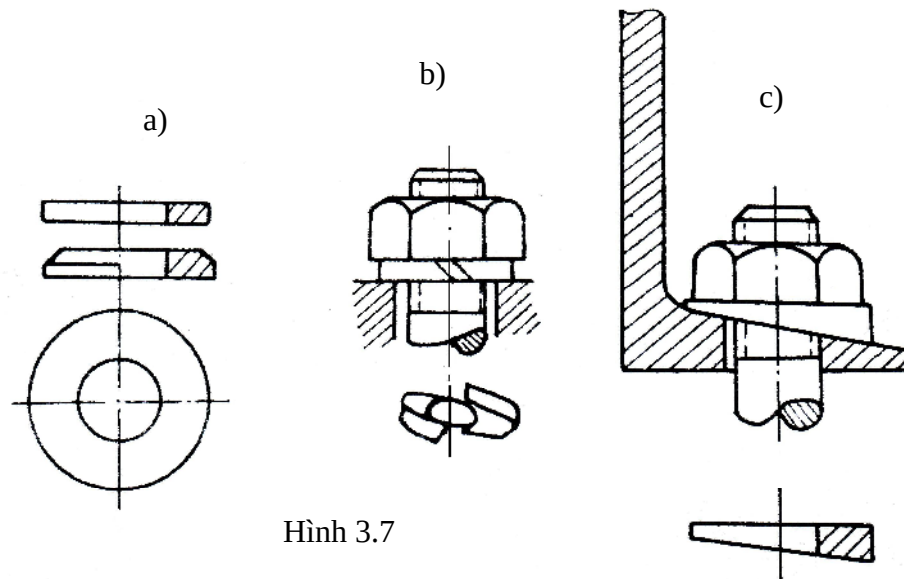
- Chiều cao bình thường của đai ốc là $0,8d$, trường hợp luôn tháo lắp và chịu lực lớn dùng đai ốc dày, chiều cao $(1,2 \div 1,6)d$. Nếu lực tác dụng không lớn lắm, cần giảm trọng lượng mối ghép, dùng đai ốc dẹt có chiều cao $(0,5 \div 0,6)d$.

d. Vòng đệm

Vòng đệm là vòng thép mỏng đặt giữa đai ốc và chi tiết ghép, dùng để bảo vệ bề mặt chi tiết ghép, đồng thời làm tăng diện tích tiếp xúc bề mặt chi tiết ghép với đai ốc.

Vòng đệm được tiêu chuẩn theo TCVN 130-63 đến TCVN 133-63. Vòng đệm chia làm hai loại: thô, tinh.

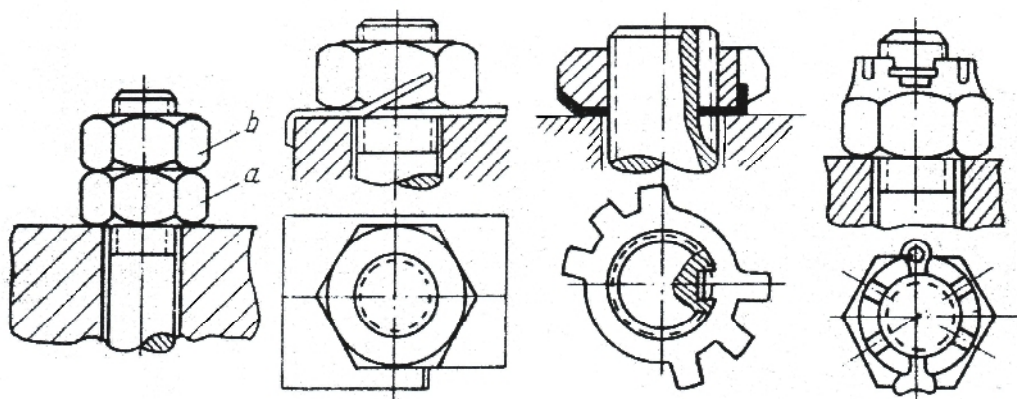
Vòng đệm có dạng hình vành khăn phẳng (hình 3.7a), vênh (hình 3.7b), ngoài ra còn dùng vòng đệm vát một mặt (hình 3.7c) để phù hợp với các chi tiết ghép.



Hình 3.7

e. *Bộ phận hãm*: là chi tiết quan trọng của mối ghép bằng ren khi chịu tải trọng động, va đập và chấn động. Những trường hợp trên hệ số ma sát giữa các mặt ren đai ốc và bulông giảm dần, sau một thời gian làm việc đai ốc sẽ lỏng ra làm cho mối ghép mất khả năng làm việc, làm hỏng các chi tiết ghép. Muốn tránh tình trạng trên, cần hãm đai ốc bằng các biện pháp sau:

- + Dùng đai ốc hãm (hình 3.8a, b).
- + Dùng vòng đệm gấp.
- + Dùng các chi tiết cố định giữa bulông và đai ốc như chốt chặn, vòng đệm có cánh (hình 3.8).



Hình 3.8

II . Tính toán mối ghép bằng ren chịu tải trọng tĩnh

Điều kiện làm việc

Bulông chịu tải trọng tĩnh rất ít hỏng. Khi quá tải, thân bulông có thể đứt hoặc ren bị cắt, dập. Khoảng 90% bulông hỏng vì mỏi ở chỗ tập trung ứng suất vùng chân ren, chỗ

chuyển tiếp do tải trọng biến đổi gây nên. Tùy theo đặc tính tải trọng tác dụng lên bulông mà có thể xảy ra các dạng hỏng sau:

- + Thân bulông bị kéo đứt tại phần có ren hoặc sát đầu bulông.
- + Ren bị hỏng do mòn, đập, cắt hoặc uốn.
- + Đầu bulông bị đập, cắt hoặc uốn.

Trong tính toán sức bền hoặc thiết kế chỉ cần tính theo **sức bền kéo của thân bulông** để tìm đường kính d_1 rồi từ d_1 suy ra các kích thước khác của bulông theo tiêu chuẩn.

Tính toán mối ghép ren (chịu tải trọng tĩnh)

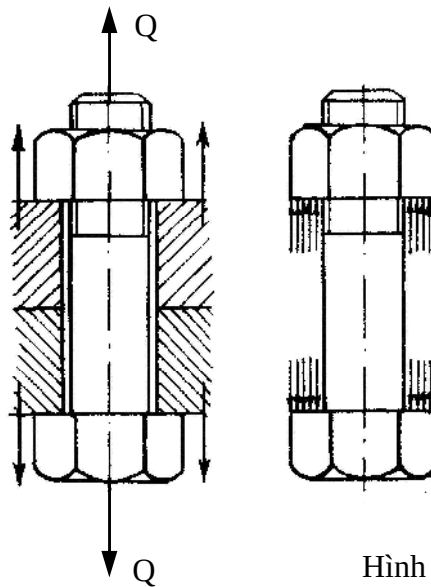
Mối ghép bulông có thể là mối ghép lỏng hay mối ghép ghép căng.

a. Bulông ghép lỏng

Trong mối ghép này đai ốc không siết chặt. Khi chưa có ngoại lực tác dụng thì bulông không chịu tải. Ví dụ như bulông móc, bulông vòng, bulông ghép vòng chịu tải, có thể bulông chịu tải trọng dọc trục hay chịu tải trọng ngang.

b. Bulông ghép căng

Đặc điểm của mối ghép này là cần siết chặt đai ốc để tạo nên lực căng ban đầu trước khi chịu tác dụng của ngoại lực. Khi siết chặt đai ốc làm cho các tấm ghép ép lại bằng lực tăng dần và lớn nhất bằng Q . Ngược lại, tấm ghép sẽ phản lực tác dụng lên đai ốc và đầu bulông một lực cũng bằng Q . Dưới tác dụng của Q , thân bulông chịu kéo. Ngoài ra khi siết đai ốc, trong ren xuất hiện momen làm thân bulông chịu xoắn. Vì vậy, bulông ghép căng khi chưa có ngoại lực tác dụng thì thân bulông đã chịu kéo và xoắn đồng thời. Bulông ghép căng có thể chịu tải trọng dọc trục hay chịu tải trọng ngang.



Hình 3.9

Ở đây, chỉ xét việc tính toán bulông chịu tải trọng ngang.

Trong tính toán, để đơn giản có thể xem bulông ghép căng chỉ chịu kéo và để kể đến ảnh hưởng của xoắn, thì tăng thêm 30% ứng suất tương đương so với ứng suất kéo. Do đó có công thức tính toán bền cho bulông ghép căng:

$$\sigma_{td} = \frac{1,3Q}{\frac{\pi.d_1^2}{4}} \leq [\sigma]_k \quad (3-1)$$

Trong đó:

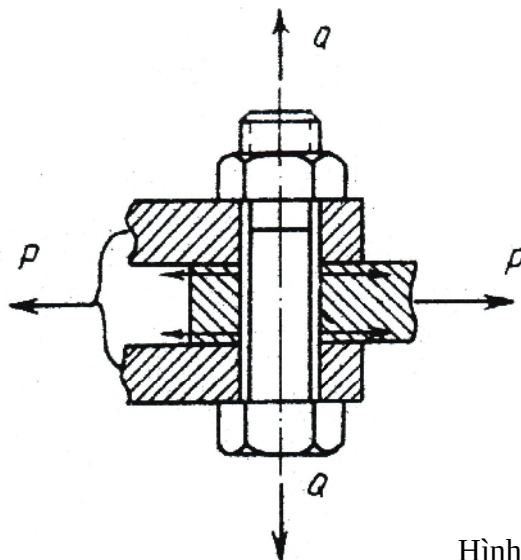
Q _ lực kéo bulông (N), tùy theo hình thức chịu lực mà có Q khác nhau.

d₁ _ đường kính chân ren (mm)

Xét Q cụ thể như sau:

1. Trường hợp ghép có khe hở

Từ điều kiện bền của mỗi ghép, khi chịu lực tác dụng các chi tiết ghép không được trượt lên nhau. Muốn vậy, tải trọng P phải cân bằng với lực ma sát giữa các chi tiết ghép. Lực ma sát do lực ép Q tạo thành khi siết chặt đai ốc.



Hình 3.10

Theo kinh nghiệm để mỗi ghép làm việc được tốt thì lực ma sát phải lớn hơn ngoại lực (lực P) chừng 20%, có nghĩa $F_{ms} = 1,2P$. Gọi n là số bulông trong mỗi ghép và i là số mặt ma sát, thì $F_{ms} = Q.f.n.i$

với f _ hệ số ma sát giữa các chi tiết ghép.

$$\text{Vậy lực kéo mỗi bulông lúc này là: } Q = \frac{1,2P}{f.n.i} \quad (3-2)$$

CHÚ Ý:

+ Để kích thước bulông không lớn quá khi P lớn, thì dùng các chi tiết giảm tải như: lắp thêm chốt, ống, gờ v.v...

+ Khi sử dụng công thức (3-1), chọn:

Ứng suất kéo cho phép $[\sigma]_k$ của vật liệu chế tạo bulông theo công thức:

$$[\sigma]_k = (0,2 \div 0,5) \sigma_{ch}$$

Đối với bulông bằng thép CT31, CT33 thường lấy $[\sigma]_k = 0,5 \sigma_{ch}$; σ_{ch} _ bảng 4-2 GTCTM.

2. Trường hợp ghép không có khe hở

Đặc điểm của mối ghép là ghép khít, do đó lỗ bulông và thân bulông phải gia công chính xác. Khi tính toán, bỏ qua lực ma sát giữa các tấm (hình 3.11).

Vậy dưới tác dụng của ngoại lực thân bulông chịu cắt, dập (tính toán như ghép lỏng chịu tải trọng ngang).

Khi có lực P tác dụng, thân bulông chịu cắt và dập. Giả thiết tải trọng phân bố đều trên n bulông của mỗi ghép, muốn bulông làm việc an toàn phải thỏa mãn điều kiện sau:

+ Điều kiện bền cắt

$$\tau_c = \frac{P}{n \frac{\pi d^2}{4} i} \leq [\tau]_c \quad (3-3)$$

+ Điều kiện bền dập

$$\sigma_d = \frac{P}{nd\delta} \leq [\sigma]_d \quad (3-4)$$

Trong đó : P _ ngoại lực tác dụng lên mỗi ghép (N)

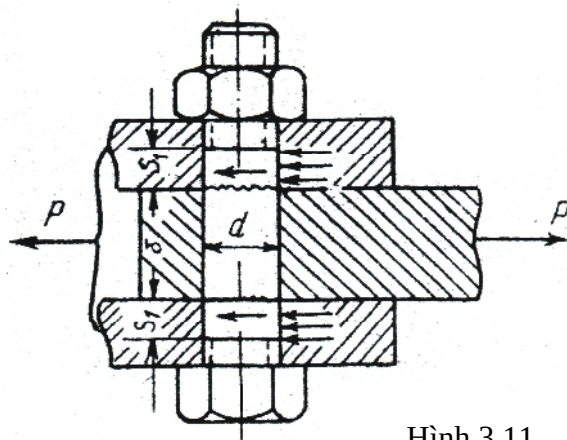
d _ đường kính đỉnh ren (mm), bảng 4-1

n _ số bulông trong mỗi ghép

i _ số mặt chịu cắt của mỗi bulông

δ, δ_1 _ chiều dày tấm ghép (mm) với $\delta < 2\delta_1$; nếu $\delta > 2\delta_1$ thì thay $\delta = 2\delta_1$ vào công thức (3-4)

$[\sigma]_d$ và $[\tau]_c$ _ ứng suất dập và ứng suất cắt cho phép của vật liệu làm bulông (N/mm^2), bảng 4-2.



Hình 3.11

Trình tự tính toán mỗi ghép bulông

a. Nghiệm an toàn cho mỗi ghép có sẵn

- Trong mỗi bulông ghép căng, dùng công thức (3-1) và tùy theo tải trọng tác dụng mà tính Q bằng công thức (3-2)

- Yêu cầu nghiệm an toàn về kéo cho tấm ghép thực hiện như mối ghép đinh tán.

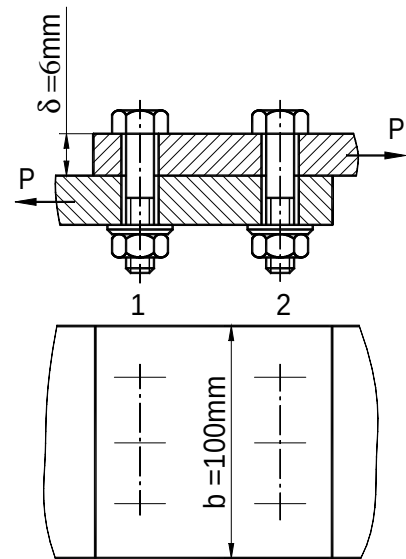
b. Chọn bulông cho mỗi ghép

- Tùy theo cách ghép và tải trọng tác dụng dùng các công thức (3-3); (3-4) hoặc (3-1) để tính d hay d_1 . Căn cứ vào d hay d_1 ta chọn bulông cho mỗi ghép theo TCVN, bảng (4-1).

3. Ví dụ

Nghiệm an toàn cho mỗi ghép bằng bulông để ghép hai tấm thép CT3. Biết dùng bulông M16, vật liệu làm bulông thép có $[\sigma]_{kbl} = 110\text{N/mm}^2$.

Hệ số ma sát giữa các tấm $f = 0,15$. Mỗi ghép chịu tải trọng không đối xứng $P = 10\text{KN}$.



CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Mô tả kết cấu mỗi ghép bằng ren và trình bày các thông số cơ bản của ren.
2. Phân loại ren và các chi tiết dùng trong mỗi ghép ren.
3. Trình bày điều kiện làm việc, cách tính sức bền cho mỗi ghép ren ghép căng có khe hở và không có khe hở./