

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung:

II. Phân loại mối ghép ren:

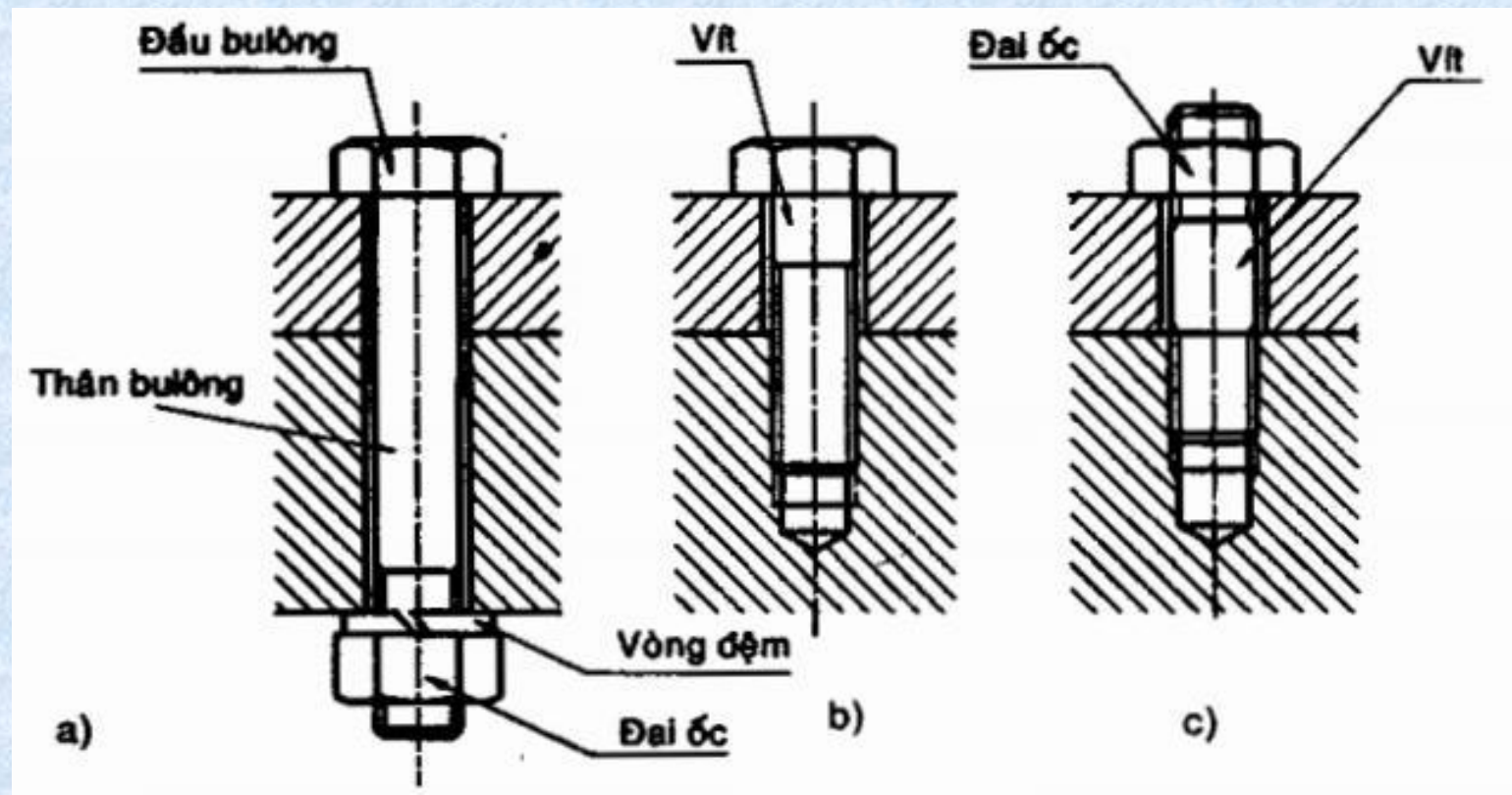
III. Tính toán mối ghép:

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung:

1. Định nghĩa:

Ghép bằng ren là loại mối ghép có thể tháo được. Các chi tiết máy ghép lại với nhau nhờ các chi tiết máy có ren.



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung:

2. Ưu – Nhược điểm:

- Cấu tạo đơn giản.
- Có thể chế tạo lực dọc trục lớn.
- Có thể cố định vị trí chi tiết máy ở vị trí bất kỳ.
- Dễ tháo lắp.
- Giá thành tương đối thấp.

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung:

3. Thông số hình học:

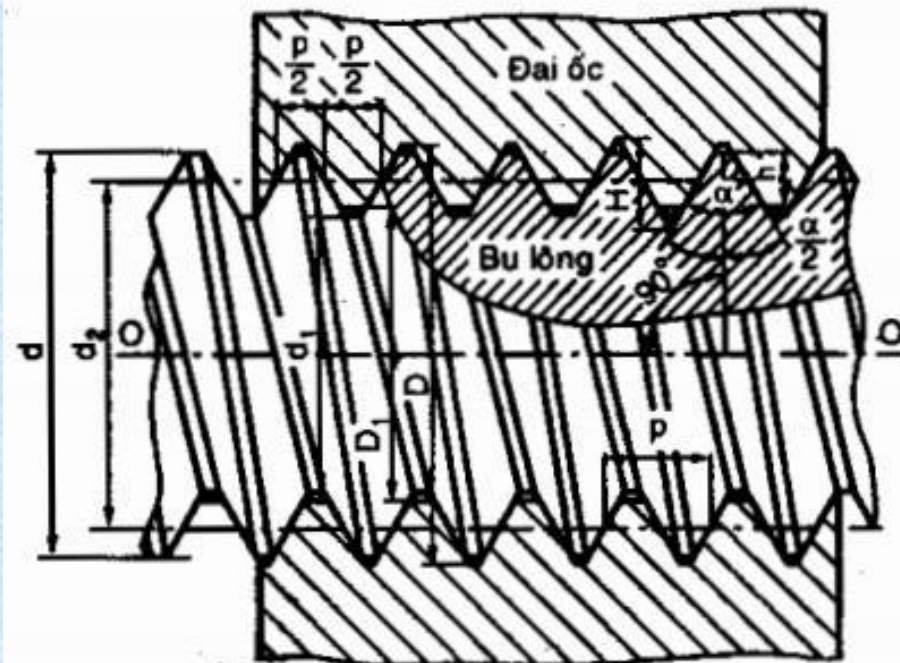
- d : đường kính danh nghĩa.
- d_1 : đường kính chân ren.
- d_2 : đường kính trung bình.

$$d_2 = \frac{d_1 + d}{2}$$

- h : chiều cao tiết diện.
- p : bước ren.
- p_z : bước xoắn $p_z = z \cdot p$
- α : góc tiết diện.

- γ : góc nâng của ren.

$$\gamma = \operatorname{actg} \left(\frac{p_z}{\pi \cdot d_2} \right)$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung: 3. Thông số hình học:

Ghi kí hiệu ren
hệ mét:

MdpzHL

- M-kí hiệu ren hệ mét.
- p, z, HL: nếu ren bước lớn, một đầu mỗi, ren phải không ghi.

Đường kính (mm)			Bước p (mm)	Đường kính (mm)			Bước p (mm)
D	d ₂	d ₁		d	d ₂	d ₁	
1	0,838	0,730	0,25	12	10,863	10,106	1,75
1,1	0,938	0,938	0,25	14	12,701	11,835	2,0
1,2	1,038	0,930	0,25	16	14,701	13,835	2,0
1,4	1,205	1,075	0,30	18	16,376	15,294	2,5
1,6	1,373	1,221	0,35	20	18,376	17,294	2,5
1,8	1,573	1,421	0,35	22	20,376	19,294	2,5
2	1,740	1,567	0,40	24	22,051	20,752	3,0
2,2	1,908	1,713	0,45	27	25,051	23,752	3,0
2,5	2,208	2,013	0,45	30	27,727	26,211	3,5
3	2,675	2,459	0,50	33	30,727	29,211	3,5
3,5	3,110	2,850	0,60	36	33,402	31,670	4,0
4	3,546	3,242	0,70	39	36,402	34,670	4,0
4,5	4,013	3,688	0,75	42	39,077	37,129	4,5
5	4,480	4,134	0,80	45	42,077	40,129	4,5
6	5,350	4,918	1,0	48	44,752	42,587	5,0
7	6,350	5,918	1,0	52	48,752	46,587	5,0
8	7,188	6,647	1,25	56	52,428	50,046	5,5
9	8,188	7,647	1,25	60	56,428	54,046	5,5
10	9,026	8,376	1,5	64	60,103	57,505	6,0
11	10,026	9,376	1,5	68	64,103	61,505	6,0

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung:

3. Thông số hình học:

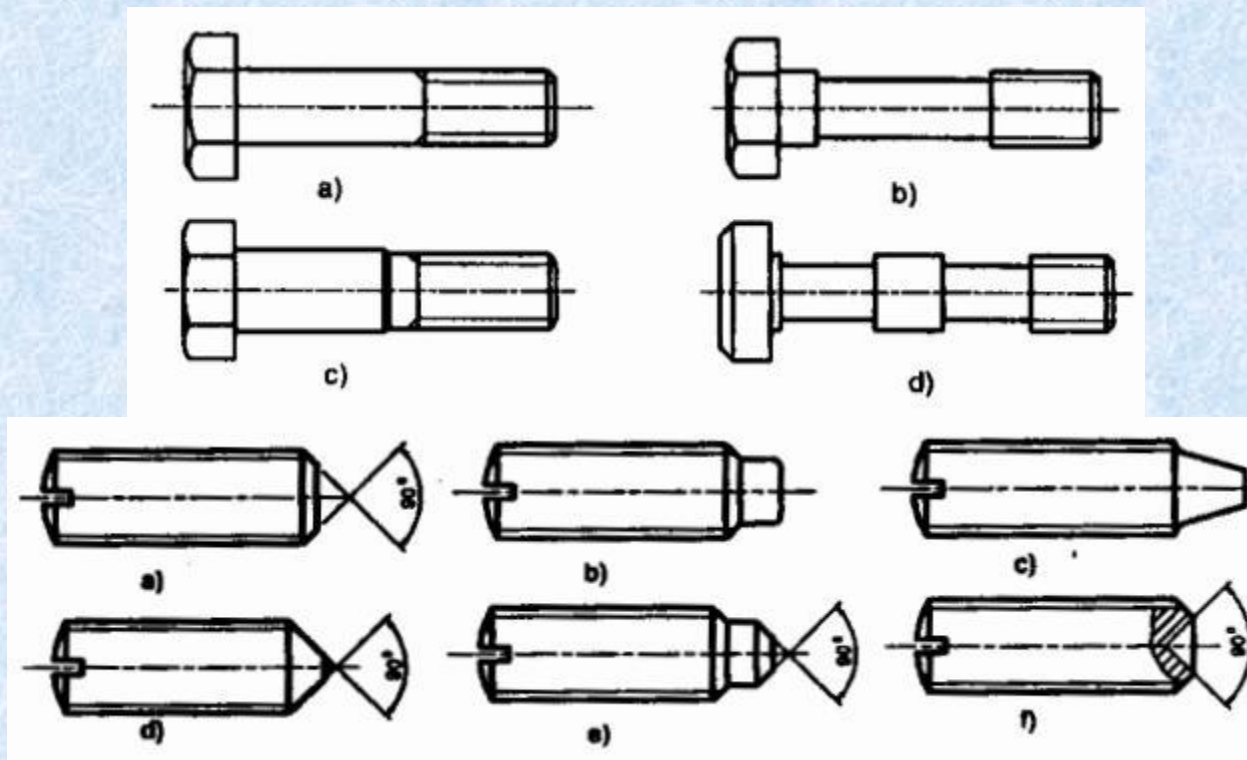
Đường kính d, (mm)	Bước ren		Đường kính d, (mm)	Bước ren	
	Bước lớn	Bước nhỏ		Bước lớn	Bước nhỏ
1; 1,1*; 1,2	0,25	0,2	18*; 20; 22*	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
1,4*	0,3	0,2	24	3	2; 1,5; 1; 0,75
1,6; 1,8*	0,35	0,2	25**	–	2; 1,5; (1)
2	0,4	0,25	(26)**	–	1,5
2,2*	0,45	0,25	27*	3	2; 1,5; 1; 0,75
2,5	0,45	0,35	(28)**	–	2; 1,5; 1
3	0,5	0,35	30	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
3,5*	(0,6)	0,35	(32)**	–	2; 1,5
4	0,7	0,5	33*	3,5	(3); 2; 1,5; 1; 0,75
4,5*	(0,75)	0,5	35**	–	1,5
5	0,8	0,5	36	4	3; 2; 1,5; 1
(5,5)**	–	0,5	(38)**	–	1,5
6; 7**	1	0,75; 0,5	39*	4	3; 2; 1,5; 1
8	1,25	1; 0,75; 0,5	40**	–	(3); (2); 1,5
9**	(1,25)	1; 0,75; 0,5	42; 45*	4,5	(4); 3; 2; 1,5; 1
10	1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5	48	5	(4); 3; 2; 1,5; 1
11**	(1,5)	1; 0,75; 0,5	50**	–	(3); (2); 1,5
12	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5	52*	5	(4); 3; 2; 1,5; 1
14*	2	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5	5**	–	(4); (3); 2; 1,5
15**	–	1,5; (1)	56	5,5	4; 3; 2; 1,5; 1
16	2	1,5; 1; 0,75; 0,5	58**	–	(4); (3); 2; 1,5
17**	–	1,5; (1)	60*	(5,5)	4; 3; 2; 1,5; 1

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung:

4. Các chi tiết trong mỗi ghép ren:

- Bulông, vít, vít cấy:

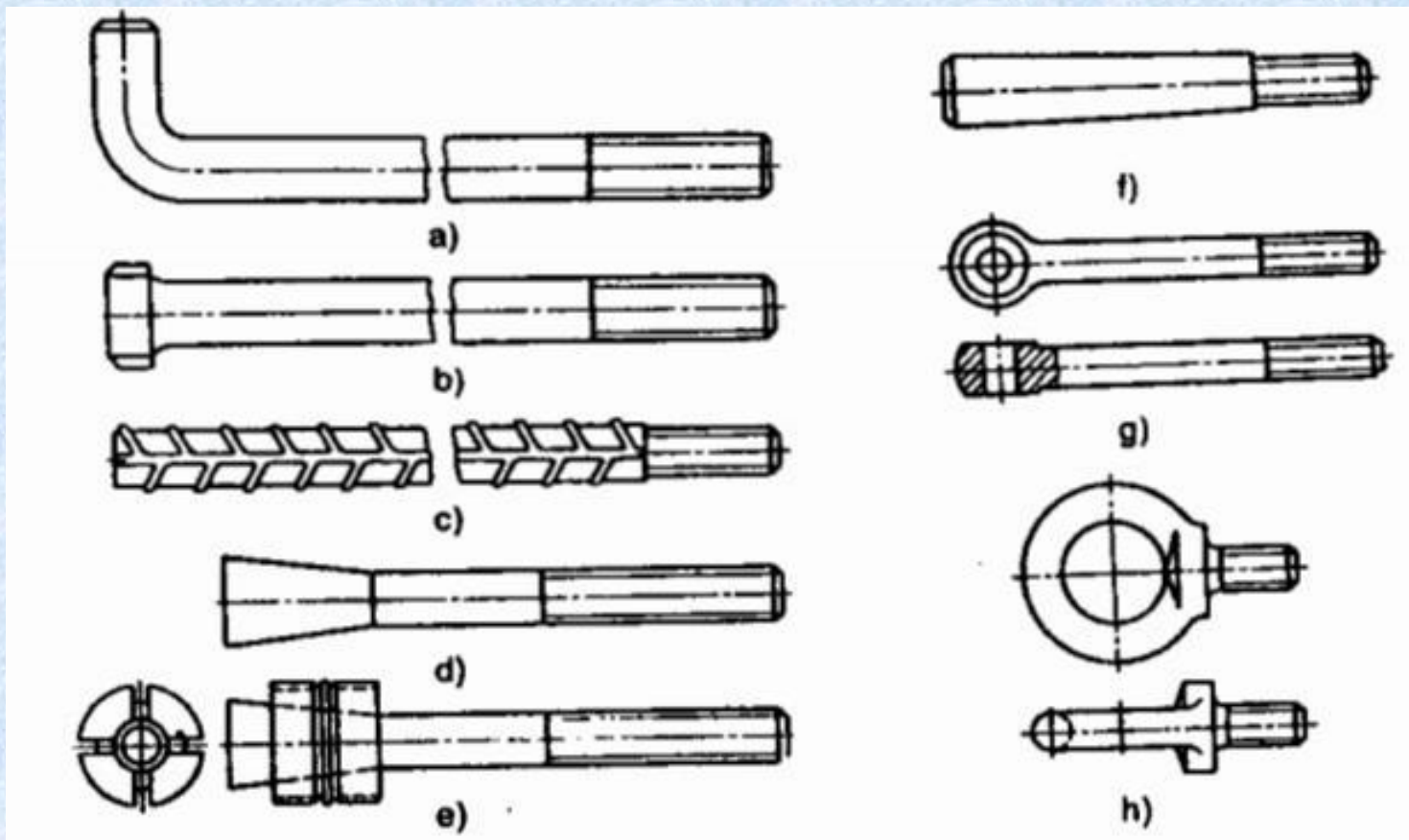


Chương 2: GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung:

4. Các chi tiết trong mỗi ghép ren:

- Bulông, vít, vít cấy:

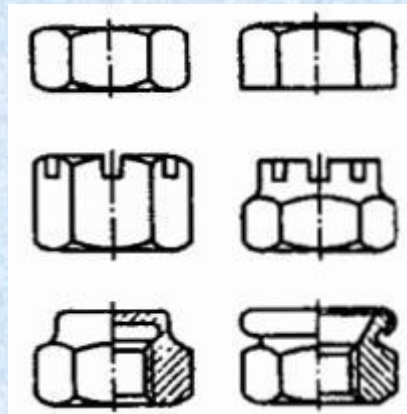


Chương 2: GHÉP BẰNG REN

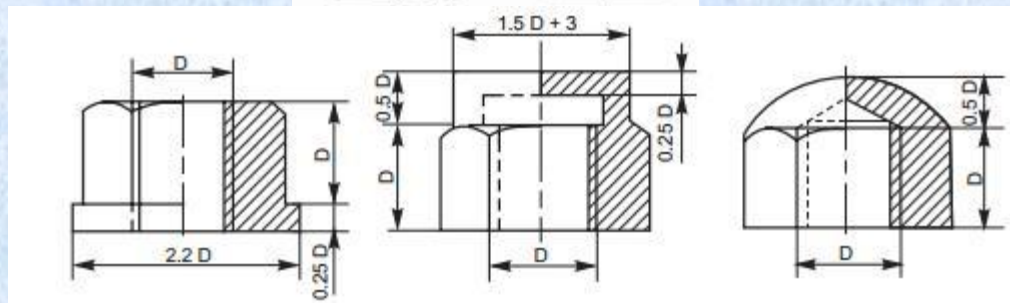
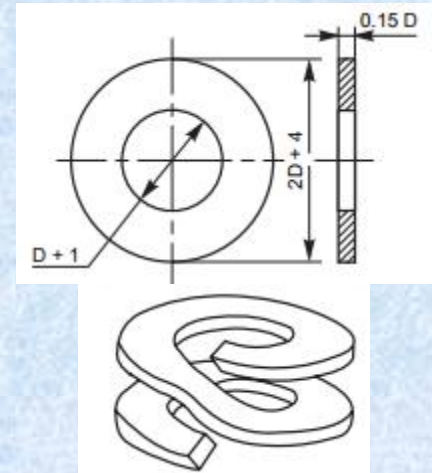
I. Khái niệm chung:

4. Các chi tiết trong mỗi ghép ren:

– đai ốc:



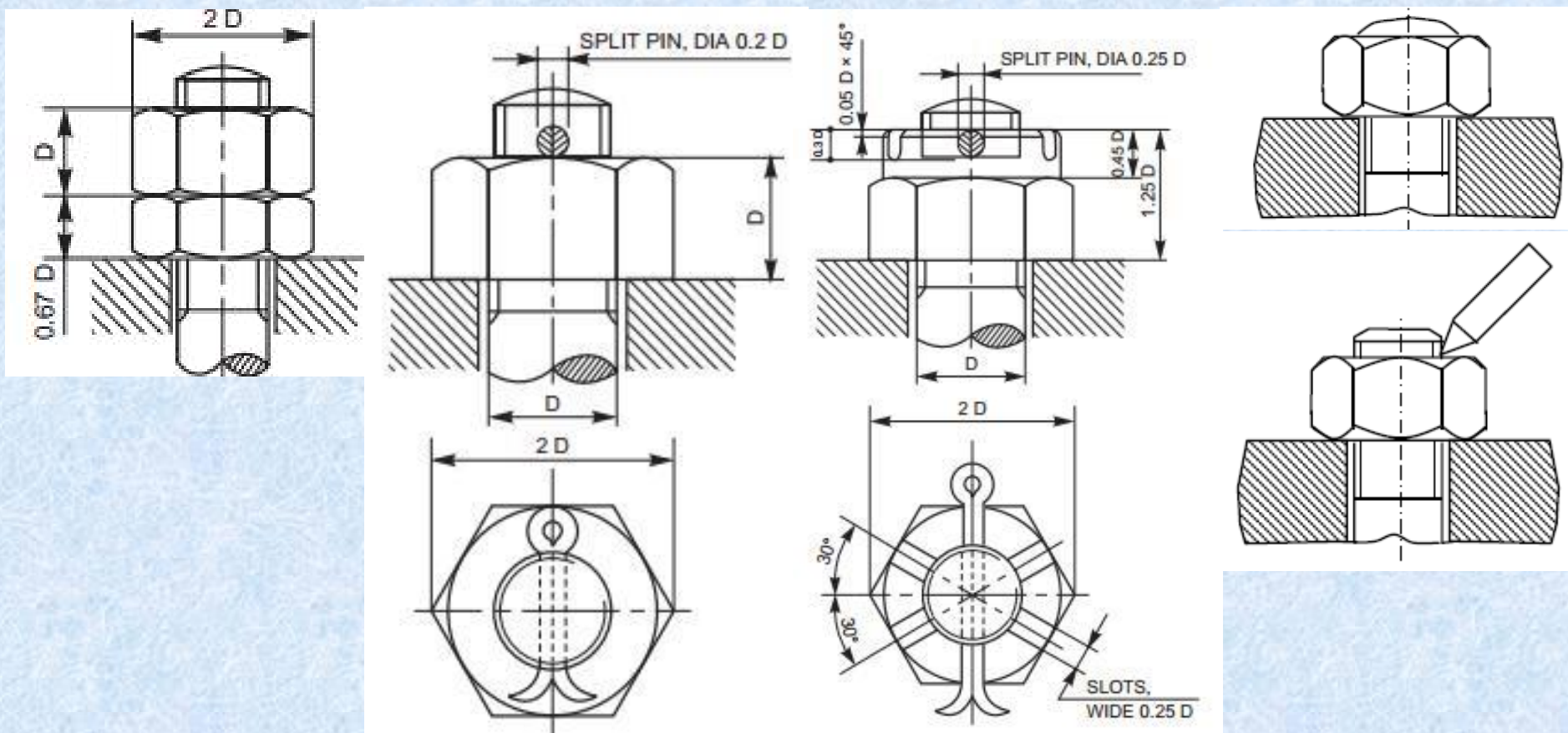
– Vòng đệm:



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung:

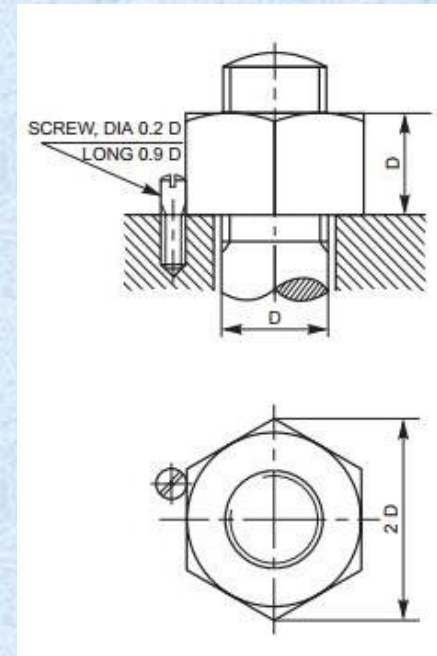
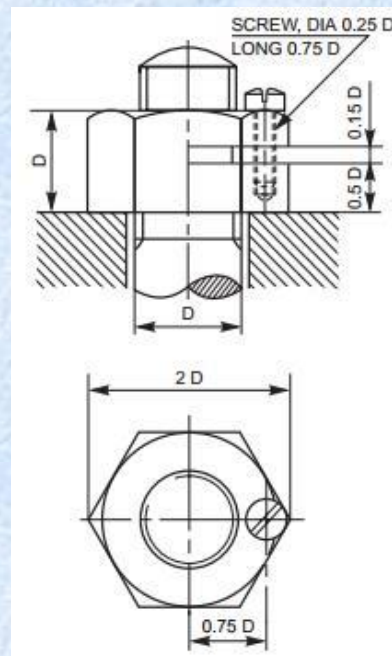
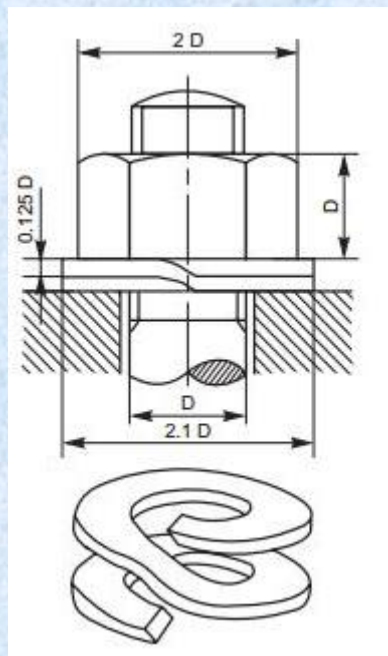
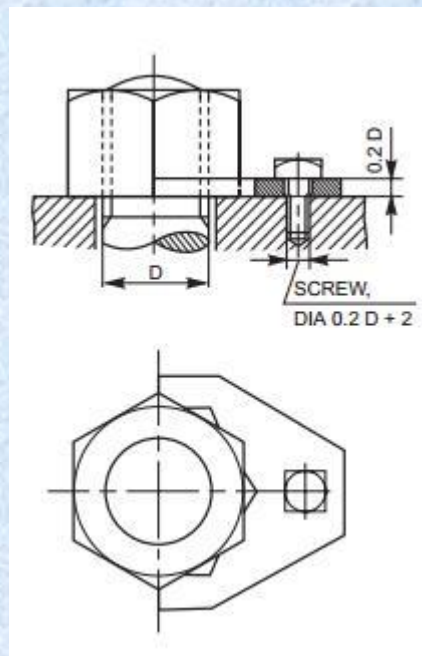
5. Cách phòng lỏng đai ốc:



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung:

5. Cách phòng lỏng đai ốc:



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

II. Phân loại:

1. Dựa theo bề mặt hình thành ren:

- Ren hình trụ.
- Ren hình côn.

2. Dựa theo chiều của đường xoắn ốc:

- Ren phải.
- Ren trái.

3. Dựa theo số đầu mối Z:

- Ren một đầu mối.
- Ren nhiều đầu mối.

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

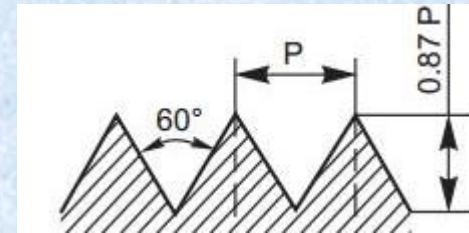
II. Phân loại:

4. Dựa theo công dụng:

- Ren ghép chặt.
- Ren ghép chặt kín.
- Ren cơ cấu vít.

5. Dựa theo tiết diện:

- Ren hệ mét: có tiết diện tam giác đều.
- Ren hệ Anh(Inch): có tiết diện tam giác cân.
- Ren ống.
- Ren tròn.

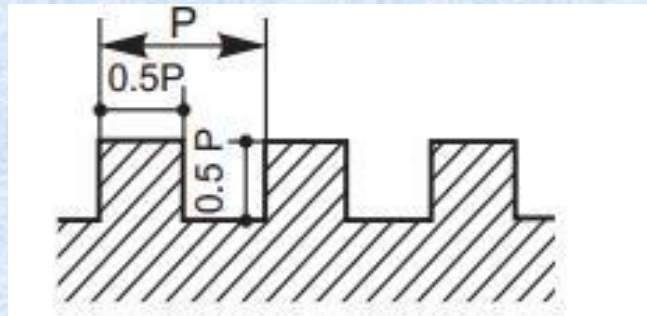


Chương 2: GHÉP BẰNG REN

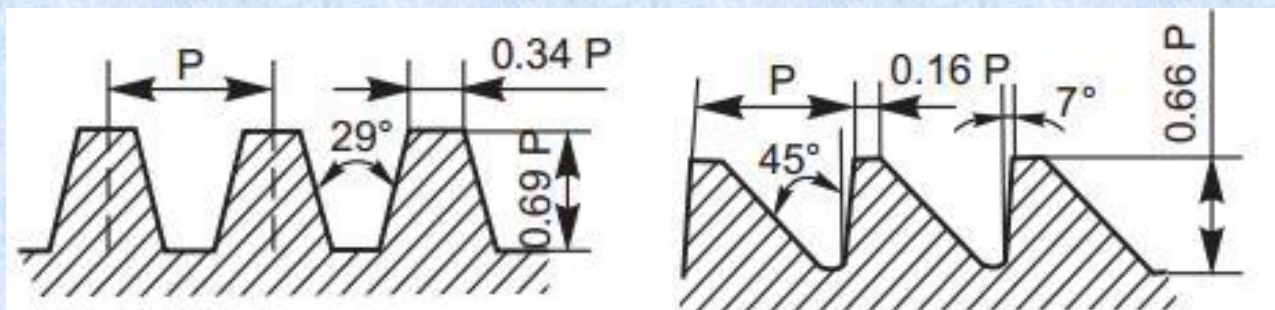
II. Phân loại:

5. Dựa theo tiết diện:

- Ren vuông: có tiết diện là hình vuông.



- Ren thang: có tiết diện là hình thang.



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

1. Lý thuyết khớp vít:

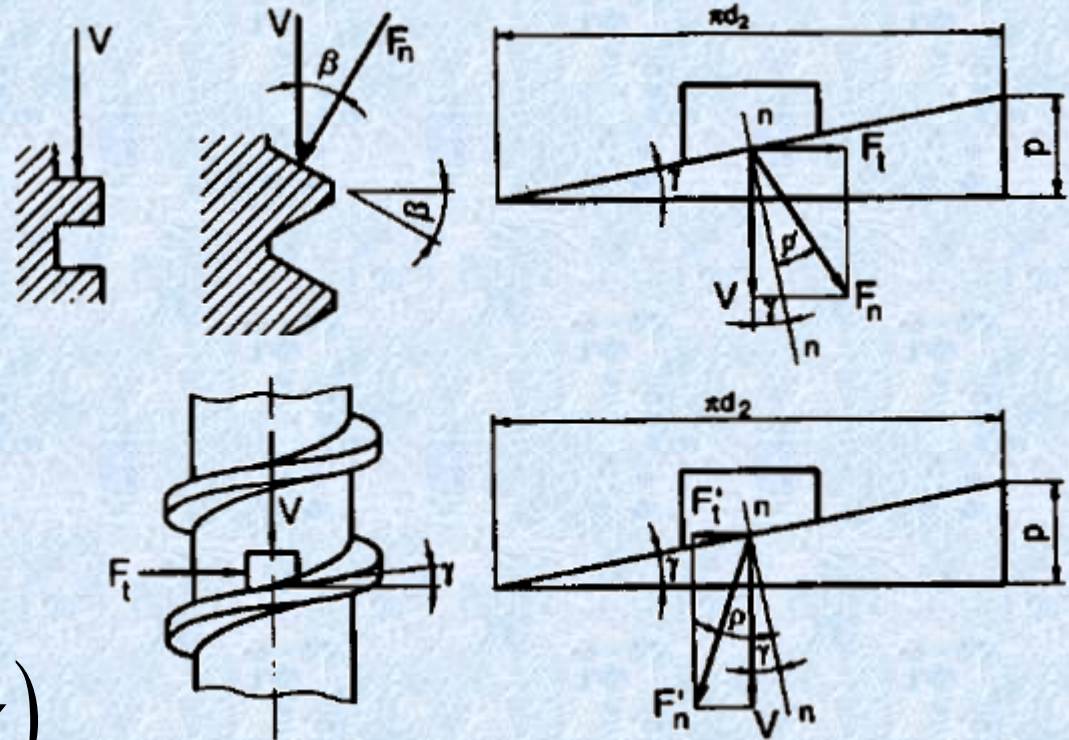
Khi xiết đai ốc xiết lực V :

$$T_v = T_{ms} + T_r$$

Trong đó:

$$T_{ms} = \frac{V \cdot f \cdot D_{tb}}{2}$$
$$= \frac{V \cdot f \cdot (D_0 + d_0)}{4}$$

$$T_r = \frac{V \cdot d_2}{2} \cdot \operatorname{tg}(\rho' + \gamma)$$



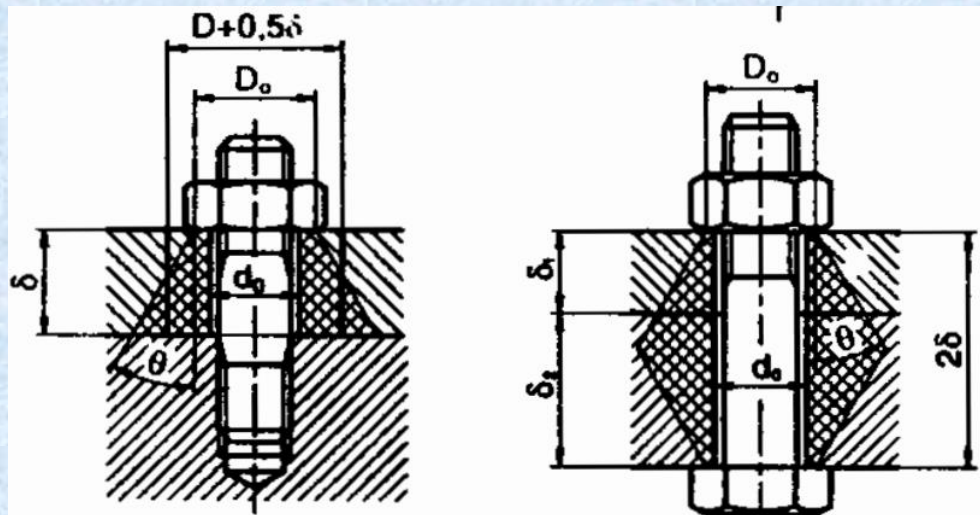
Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

1. Lý thuyết khớp vít:

- Khi xiết đai ốc xiết lực V:

$$T_v = 0,5.V.d_2.\left[\frac{D_{tb}}{d_2}.f + tg(\rho' + \gamma)\right]$$

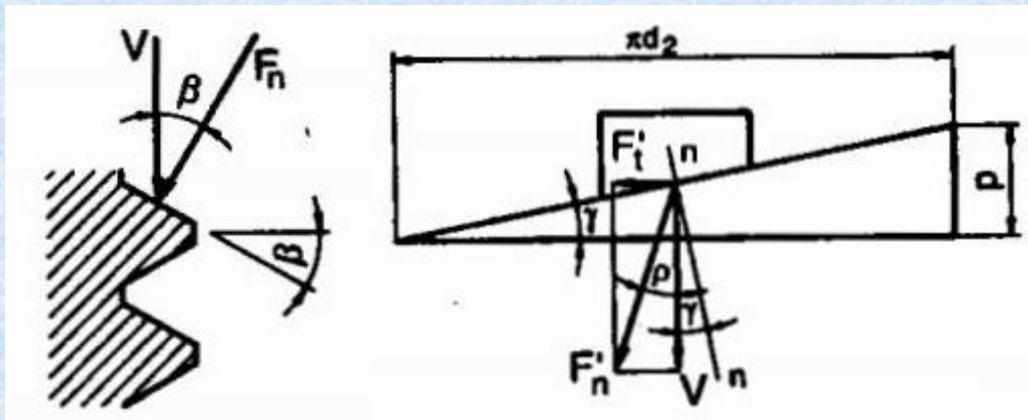


Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

1. Lý thuyết khớp vít:

- Khi tháo đai ốc:



$$T_r = \frac{V \cdot d_2}{2} \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \gamma)$$

$$T_v = 0,5 \cdot V \cdot d_2 \cdot \left[\frac{D_{tb}}{d_2} \cdot f + \operatorname{tg}(\rho' - \gamma) \right]$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

2. Vật liệu và ứng suất cho phép:

- Các chi tiết máy có ren thường dùng thép cacbon thường, thép cacbon chất lượng tốt hoặc thép hợp kim.
- Với bulông, tiêu chuẩn qui định có 12 cấp bền: 3.6; 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 6.9; 8.8; 9.8; 10.9; 12.9; 14.9

Cấp bền bulông	σ_b (MPa)		σ_{ch} (MPa)	Mác thép	
	min	max		Bulông	Đai ốc
3.6	300	490	200	CT3; CT10	CT3
4.6	400	550	240	C20	CT3
5.6	500	700	300	C30; C35	C10
6.6	600	800	360	C35; C45	C15
8.8	800	1000	640	35Cr; 38GA	C20; C35; C45
10.9	1000	1200	900	40Mn2; 40Cr	35Cr; 38CrA

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

2. Vật liệu và ứng suất cho phép:

- Ứng suất cho phép:

$$[\sigma_k] = \frac{\sigma_{ch}}{[s]}$$

$$[\tau] = 0,4 \cdot \sigma_{ch} \quad \text{tải trọng tĩnh.}$$

$$[\tau] = (0,2 \div 0,3) \cdot \sigma_{ch} \quad \text{tải trọng thay đổi.}$$

$$[\sigma_d] = 0,8 \cdot \sigma_{ch} \quad \text{đối với thép}$$

$$[\sigma_d] = (0,4 \div 0,5) \cdot \sigma_{ch} \quad \text{đối với gang.}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

3. Độ bền:

– Bulông:
$$\tau = \frac{V}{\pi \cdot d_1 \cdot H \cdot K \cdot K_m} \leq [\tau]$$

– Đai ốc:
$$\tau = \frac{V}{\pi \cdot d \cdot H \cdot K \cdot K_m} \leq [\tau]$$

Trong đó:

- H-chiều cao ren
- K-hệ số điền đầy ren.
- K_m -hệ số phân bố tải trọng không đều.

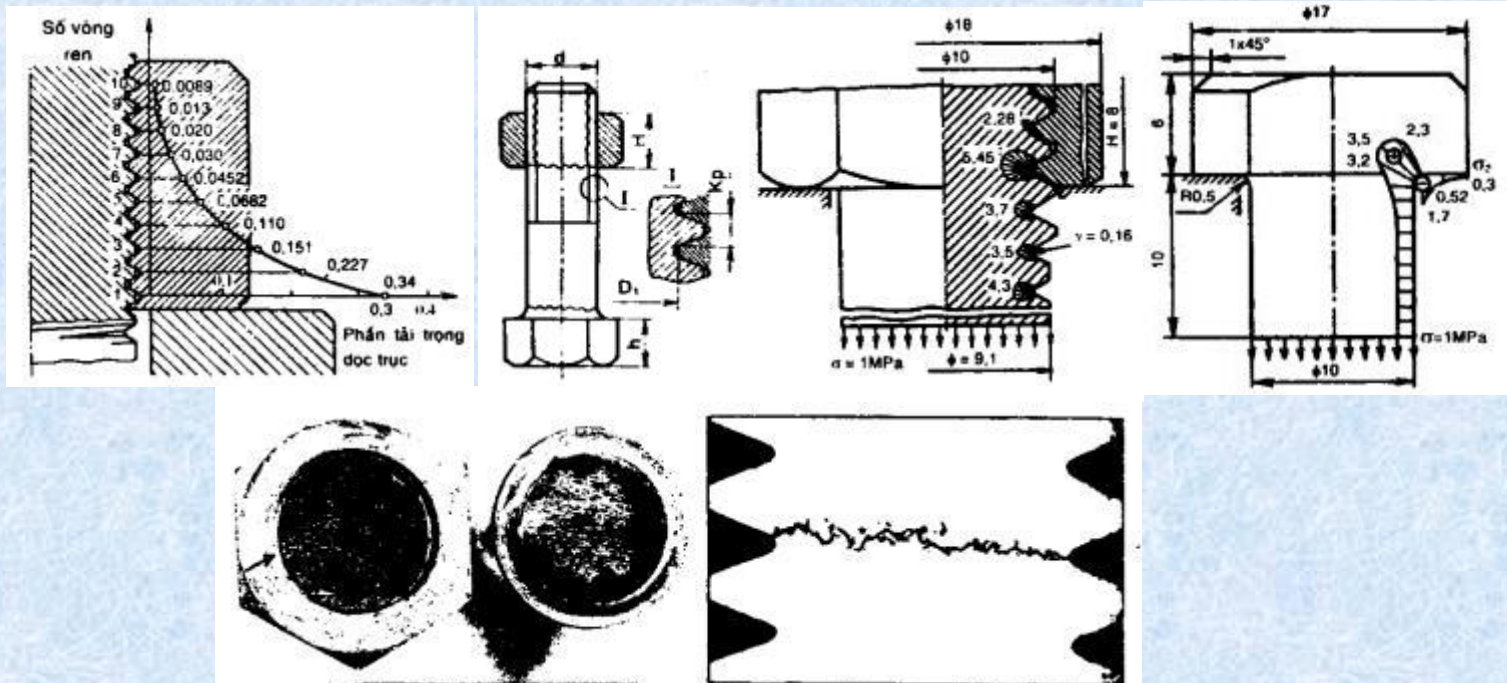
Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

3. Độ bền:

– Ứng suất dập:

$$\sigma_d = \frac{4.V.p}{\pi.(d^2 - D_1^2).H} = \frac{V.p}{\pi.d_2.h.H} \leq [\sigma_d]$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

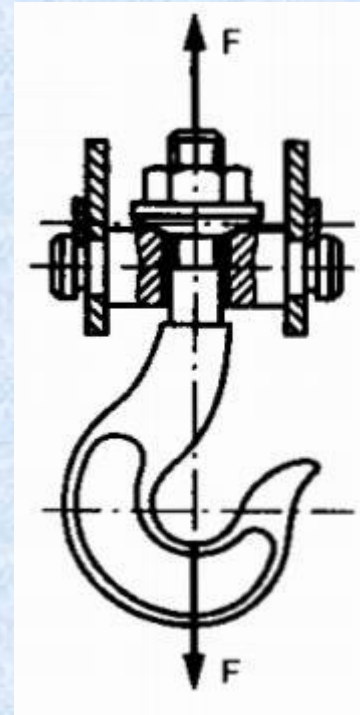
a. Bulông ghép lỏng chịu lực dọc trục:

- Gọi F là tải trọng tác dụng lên bulông thì:

$$\sigma = \frac{F}{\pi \cdot \left(\frac{d_1}{2}\right)^2} = \frac{4.F}{\pi.d_1^2} \leq [\sigma_k]$$

- Đường kính bu lông cần thiết:

$$\Rightarrow d_1 \geq \sqrt{\frac{4.F}{\pi.[\sigma_k]}}$$



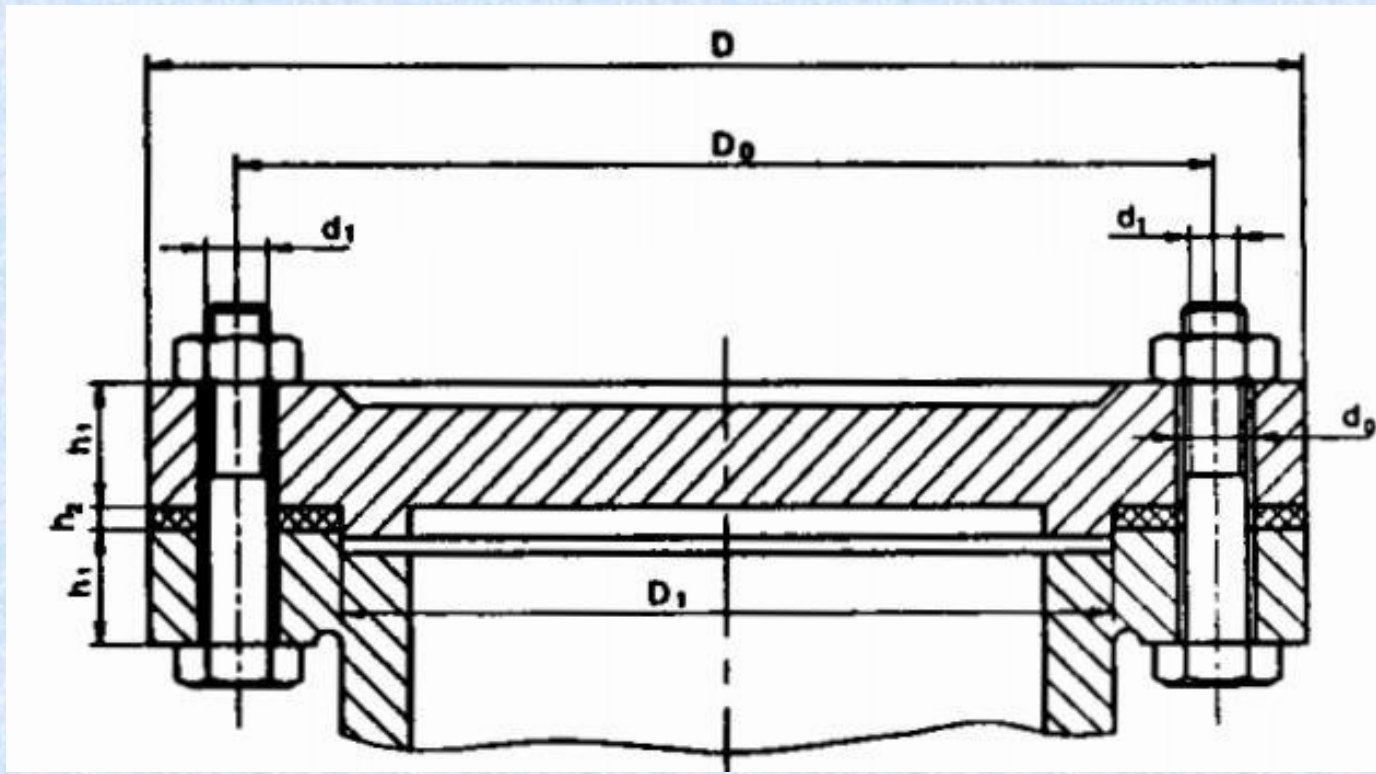
Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt không có ngoại lực tác dụng:

- Gọi V là lực xiết, moment trên ren:



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

4. Tính bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt không có ngoại lực tác dụng:

$$T_r = \frac{V.d_2}{2} .tg(\rho' + \gamma)$$

– Ứng suất xoắn:

$$\tau = \frac{T_r}{W_0} = \frac{0,5.V.tg(\gamma + \rho').d_2}{\frac{\pi.d_1^3}{16}}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt không có ngoại lực tác dụng:

- Ứng suất kéo do lực V gây nên:

$$\sigma = \frac{4.V}{\pi.d_1^2}$$

- Ứng suất tương đương:

$$\begin{aligned}\sigma_{td} &= \sqrt{\sigma^2 + 3.\tau^2} \\ &= \sigma.\sqrt{1 + 12.\left[\left(\frac{d_2}{d_1}\right).tg(\gamma + \rho')\right]^2}\end{aligned}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

4. Tính bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt không có ngoại lực tác dụng:

- Đối với bulông tiêu chuẩn:

$$\sigma_{td} = 1,3.\sigma = 1,3.\frac{4.V}{\pi.d_1^2} \leq [\sigma_k]$$

- Đường kính bulông cần thiết:

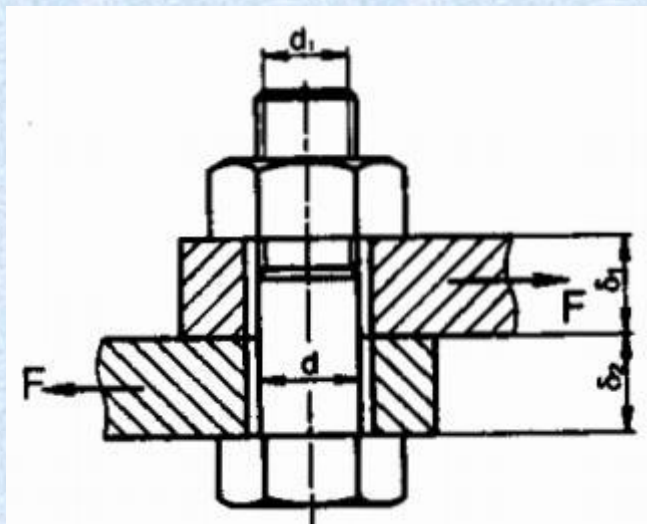
$$\Rightarrow d_1 \geq \sqrt{\frac{1,3.4.V}{\pi.[\sigma_k]}}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

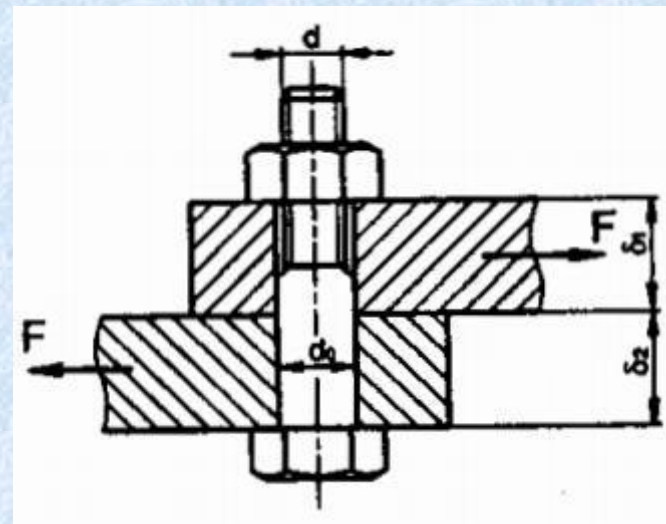
III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực ngang:



Bulông lắp có khe hở



Bulông lắp không khe hở

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực ngang:

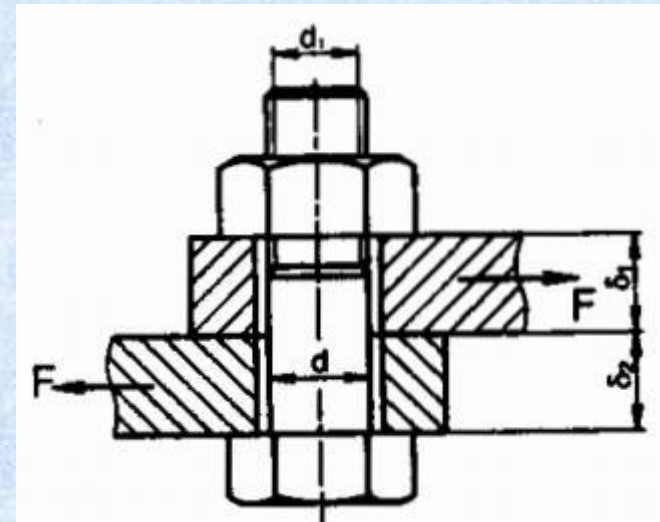
- Bulông lắp có khe hở:

$$F_{ms} = i.f.V \succ F$$

$$\Rightarrow V = \frac{k.F}{i.f}$$

- Điều kiện bền:

$$\sigma_{td} = 1,3.\sigma = 1,3.\frac{4.V}{\pi.d_1^2} \leq [\sigma_k]$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

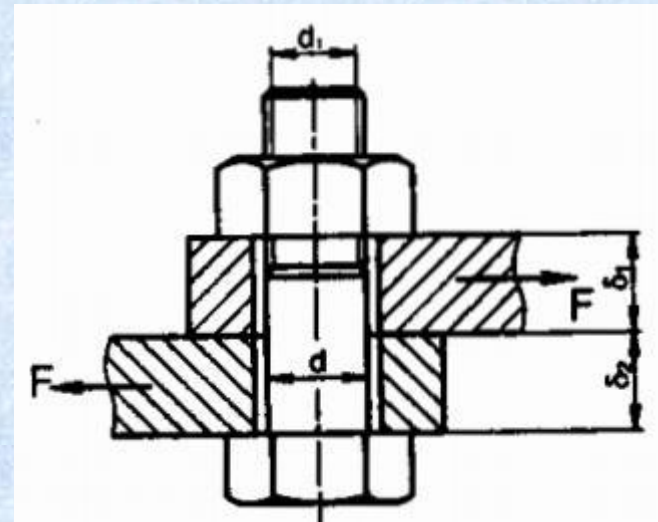
III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực ngang:

– Đường kính bulông:

$$\Rightarrow d_1 \geq \sqrt{\frac{1,3.4.k.F}{\pi.i.f.[\sigma_k]}}$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

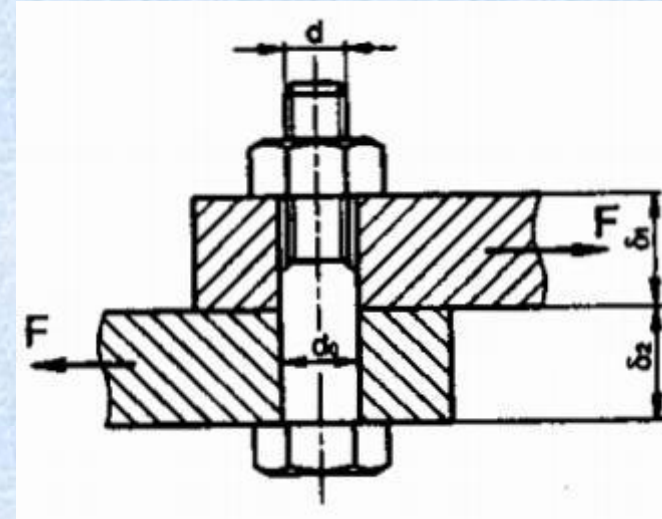
c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực ngang:

- Bulông lắp không khe hở:
- Điều kiện bền:

$$\tau = \frac{4.F}{i.\pi.d_0^2} \leq [\tau]$$

- Đường kính bulông:

$$\Rightarrow d_0 \geq \sqrt{\frac{4.F}{\pi.i.[\tau]}}$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

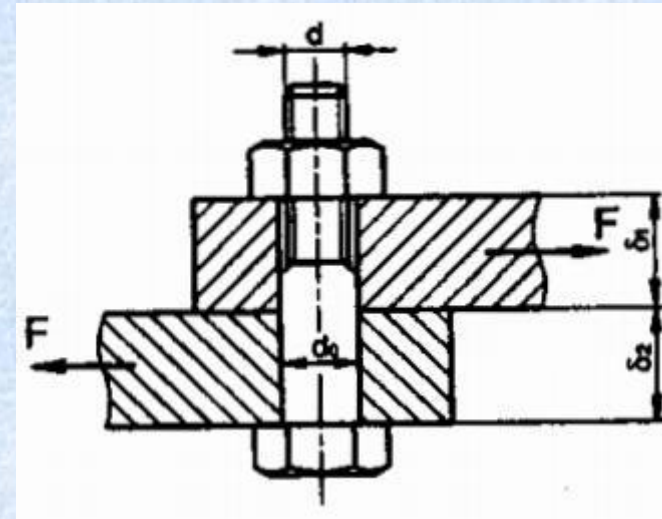
III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực ngang:

- Kiểm nghiệm điều kiện bền dập:

$$\sigma_d = \frac{F}{\delta \cdot d_0} \leq [\sigma_d]$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực ngang:

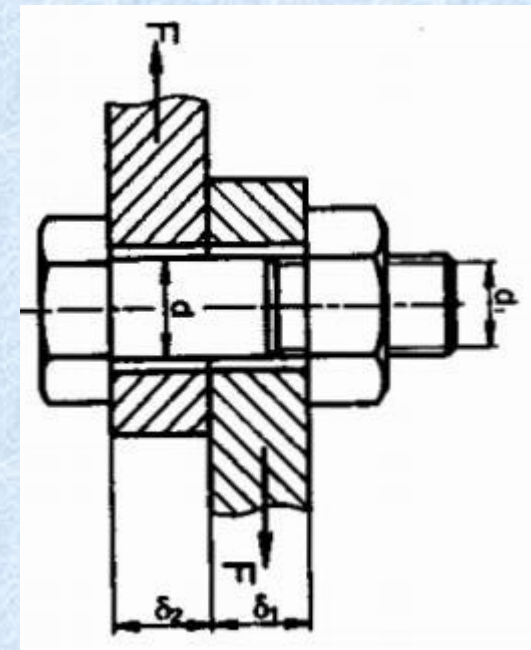
Ví dụ:

Một mối ghép bu lông có khe hở như hình vẽ.

Biết hệ số an toàn 1.5, hệ số ma sát $f = 0.3$,

$[\sigma_k] = 100 \text{ MPa}$, $F = 1.5 \text{ kN}$.

Tính kích thước bu lông

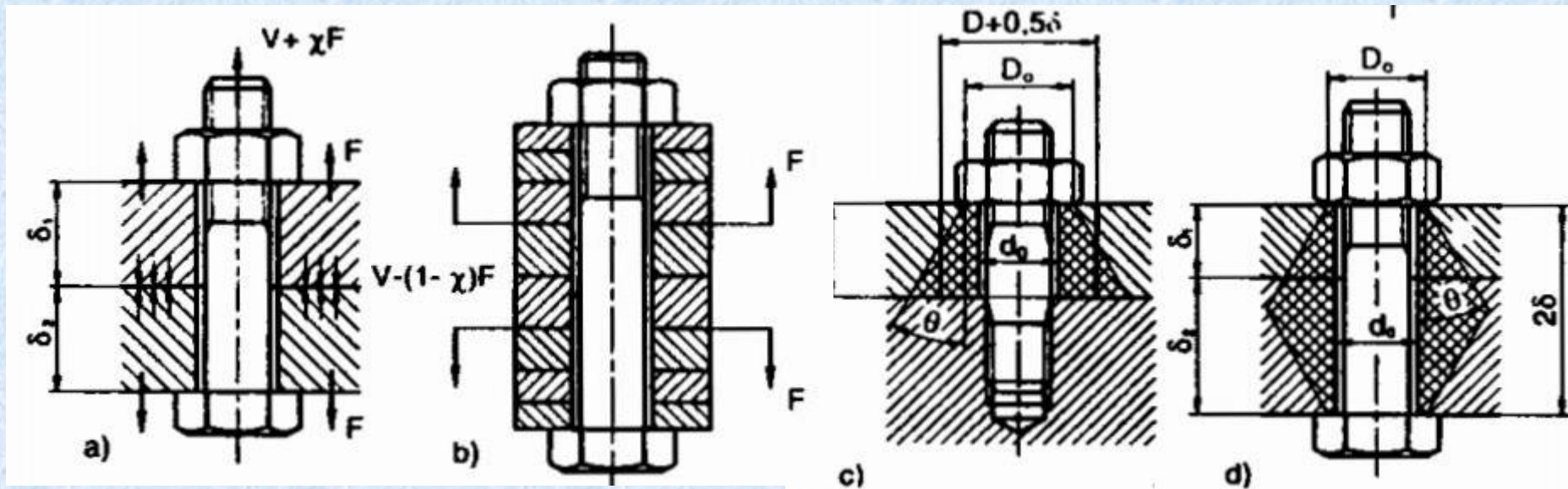


Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

d. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực dọc trục không đổi:



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

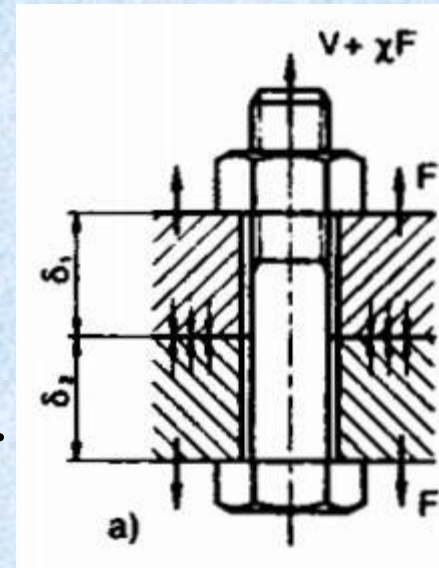
d. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực dọc trục không đổi:

– Hệ số ngoại lực χ : $\chi = \frac{\lambda_m}{\lambda_m + \lambda_b}$

Trong đó:

$\lambda_b = \frac{\ell}{E_b \cdot A_b}$ độ mềm của bulông.

$\lambda_b = \frac{1}{E_b} \cdot \left(\frac{\ell_1}{A_{b1}} + \frac{\ell_2}{A_{b2}} + \dots + \frac{\ell_n}{A_{bn}} \right)$ bulông bậc.



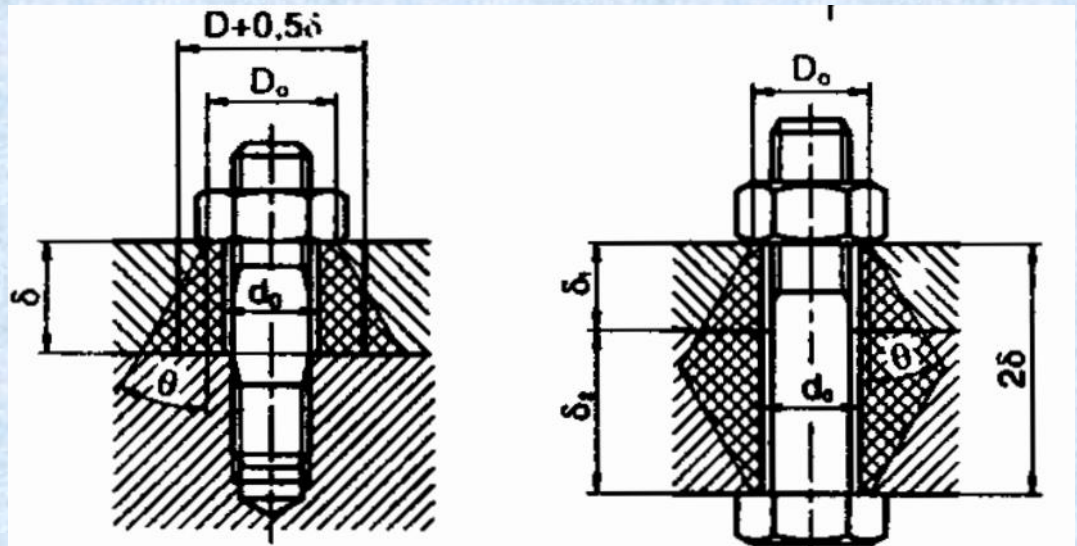
Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

d. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực dọc trục không đổi:

$$\lambda_m = \frac{\delta_1 + \delta_2}{E_m \cdot A_m} \quad \text{độ mềm của tấm ghép.}$$



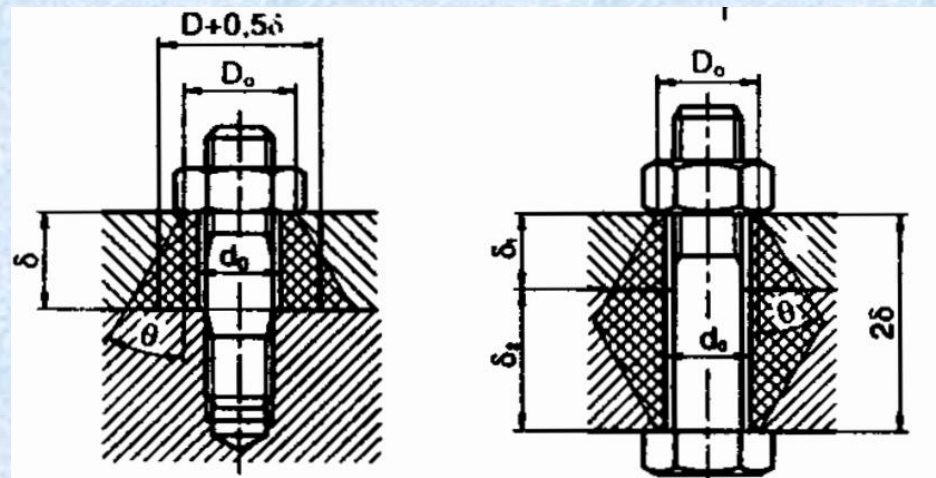
Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

d. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực dọc trục không đổi:

Trường hợp tổng quát:



$$\lambda_m = \frac{4,6}{E_m \cdot \pi \cdot d_0} \cdot \lg \frac{(D_0 + d_0) \cdot (D_0 + \delta - d_0)}{(D_0 - d_0) \cdot (D_0 + \delta + d_0)}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

4. Tính bulông (vít):

d. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực dọc trục không đổi:

– Tính toán bulông:

- Lực toàn phần tác dụng lên bulông:

$$F_{\Sigma} = 1,3.V + \chi.F$$

- Lực tác dụng lên tấm ghép:

$$V' = V - (1 - \chi).F$$

- Lực xiết cần thiết:

$$V = k.(1 - \chi).F$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

4. Tính bulông (vít):

d. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực dọc trục không đổi:

– Tính toán bulông:

- Điều kiện bền:

$$\sigma = \frac{4.F_{\Sigma}}{\pi.d_1^2} \leq [\sigma_k]$$

- Đường kính bu lông cần thiết:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4.F_{\Sigma}}{\pi.[\sigma_k]}} = \sqrt{\frac{4.[1,3.k(1-\chi).F + \chi.F]}{\pi.[\sigma_k]}}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

4. Tính bulông (vít):

d. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng lực dọc trục thay đổi:

– Chỉ tiêu tính:

$$\sigma_{\max} = \sigma_v + 2\sigma_a = \frac{V}{A_1} + \frac{\chi \cdot F}{A_1}$$

Trong đó:

σ_v -ứng suất do lực xiết bulông

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

4. Tính bulông (vít):

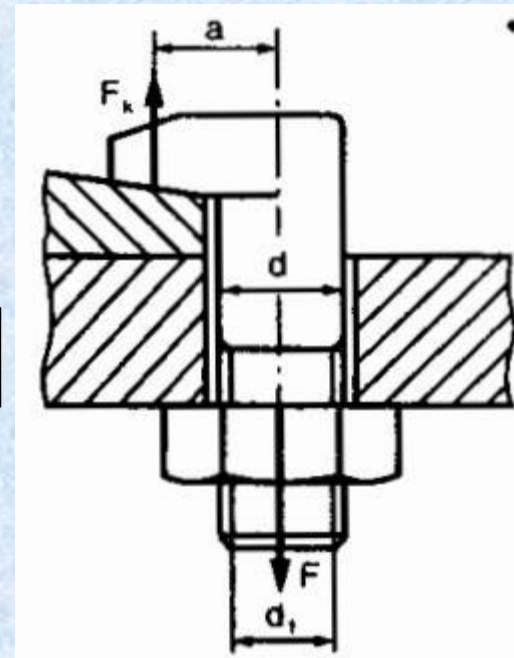
d. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng lệch tâm:

- Chỉ tiêu tính:

$$\begin{aligned}\sigma_{\max} &= \sigma_k + \sigma_u \\ &= \frac{4.F_k}{\pi.d_1^2} + \frac{32.F_k.a}{\pi.d_1^3} \leq [\sigma_k]\end{aligned}$$

- Đường kính bulông cần thiết:

$$d_1 \geq 1,13.\sqrt{\left(1 + \frac{8.a}{d_1}\right) \cdot \frac{F_k}{[\sigma_k]}}$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

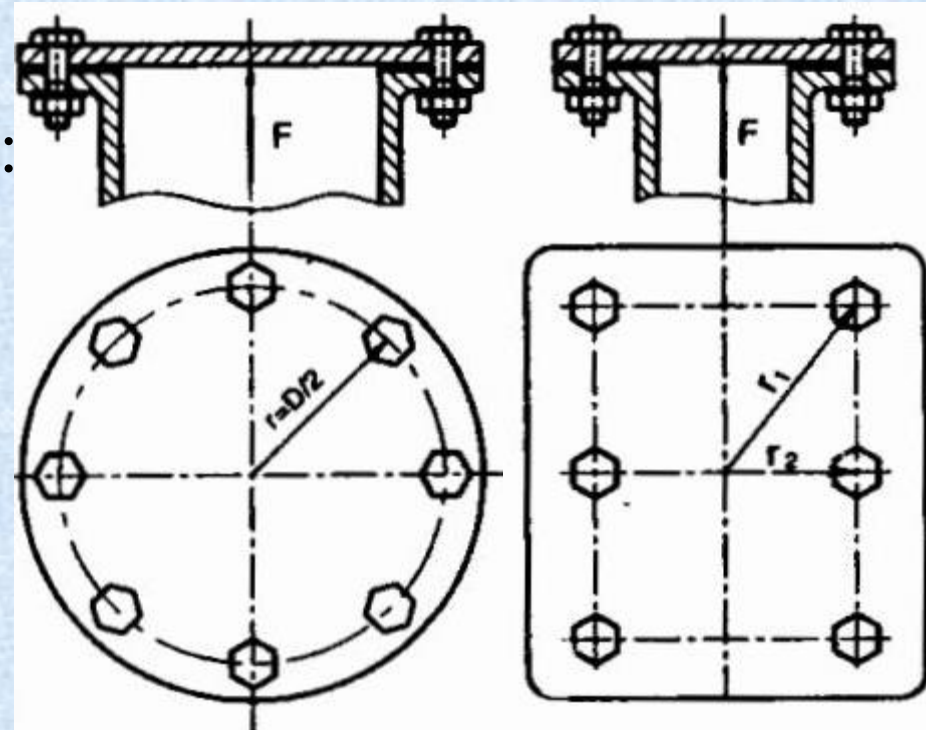
5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

a. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng dọc trục và đi qua trọng tâm nhóm:

– Gọi F_i là lực tác dụng lên bulông thứ i :

$$F_i = \frac{F}{Z}$$

Z : số bulông



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

a. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng dọc trục và đi qua trọng tâm nhóm:

– Đường kính bulông cần thiết:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4.F_{\Sigma}}{\pi.[\sigma_k]}} = \sqrt{\frac{4.F_i.[1,3.k(1-\chi)+\chi]}{\pi.[\sigma_k]}}$$

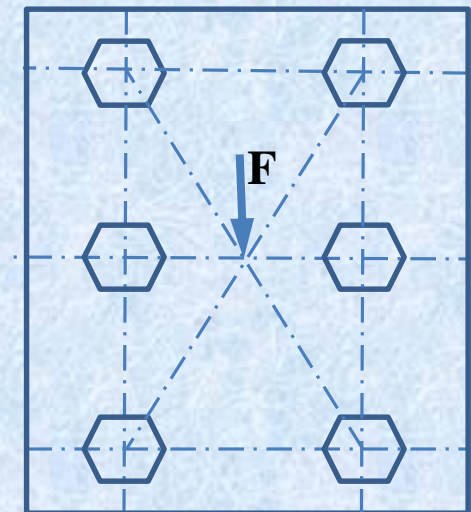
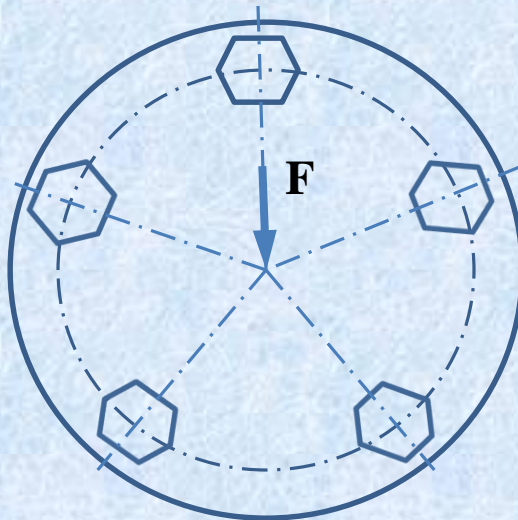
Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

- *Mỗi ghép chịu lực ngang F , đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

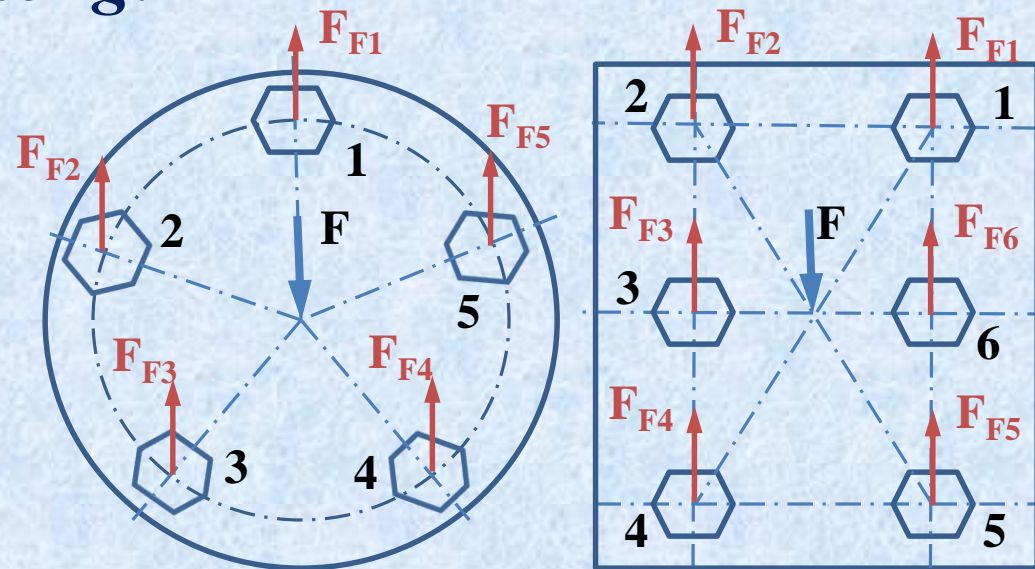
III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

– *Mỗi ghép chịu lực ngang F , đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*

- Phân tích lực:



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

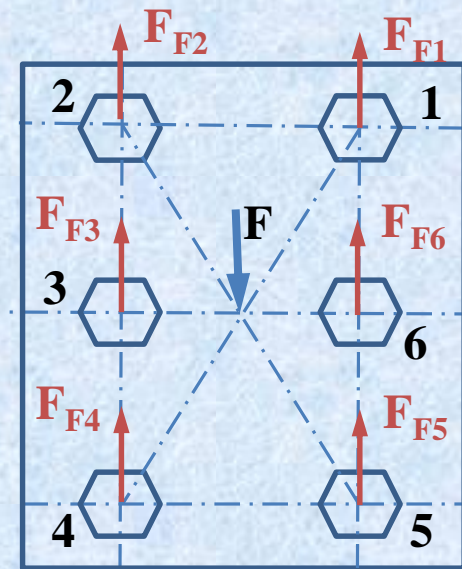
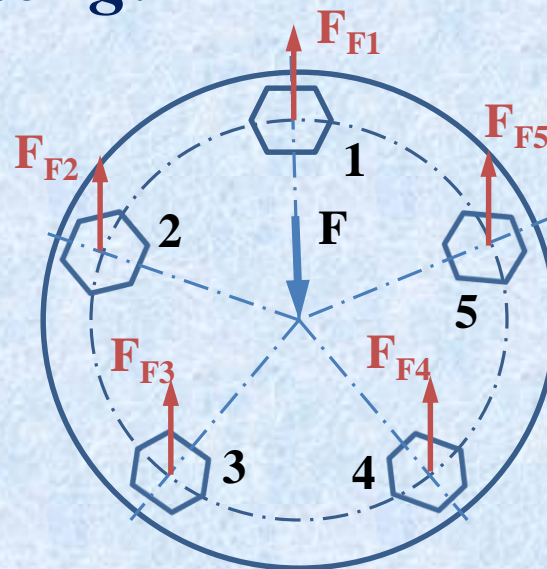
b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

– *Mỗi ghép chịu lực ngang F , đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*

- Lực tác dụng lên bulông thứ i :

$$F_{F_i} = \frac{F}{Z}$$

Z : số bulông



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

5. Tính mối ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

– *Mối ghép chịu lực ngang F , đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*

- Lắp có khe hở:
$$d_1 \geq \sqrt{\frac{1,3.4.k.F_{F_i}}{\pi.i.f.[\sigma_k]}}$$

- Lắp không khe hở:
$$d_0 \geq \sqrt{\frac{4.F_{F_i}}{\pi.i.[\tau]}}$$

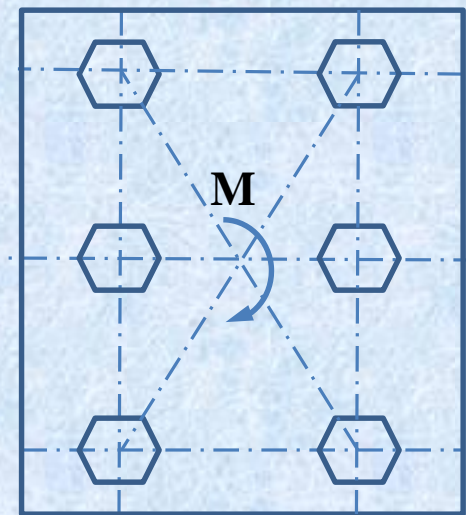
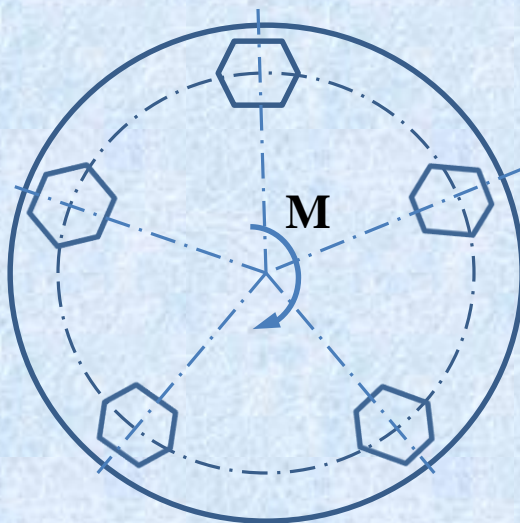
Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

– *Mỗi ghép chịu tác dụng moment M , đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

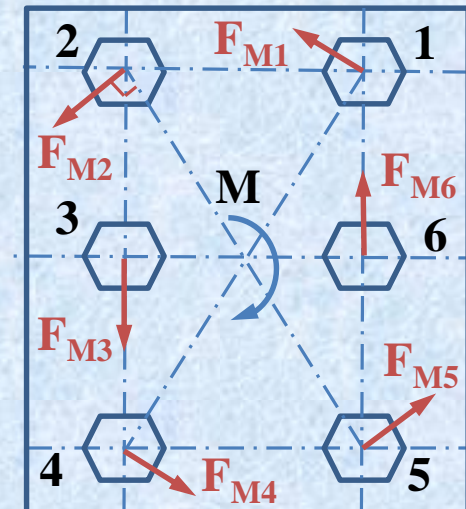
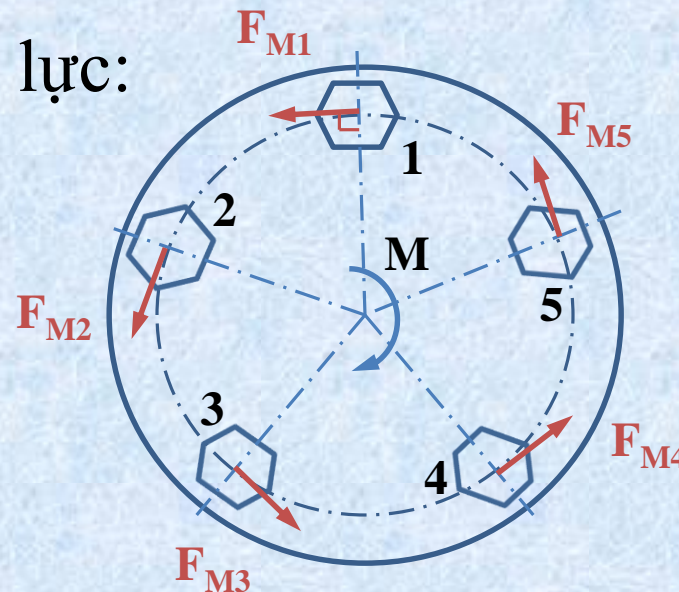
III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

– *Mỗi ghép chịu tác dụng moment M , đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*

- Phân tích lực:



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

- *Mỗi ghép chịu tác dụng moment M , đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*
- Gọi F_{M_i} là tải trọng tác dụng lên bulông thứ i :

$$F_{M_i} = \frac{M \cdot r_i}{\sum r_i^2}$$

- Bulông chịu tải trọng lớn nhất:

$$F = \max \left(F_{M_i} \right)$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

– *Mỗi ghép chịu tác dụng moment M , đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*

• Lắp có khe hở:
$$d_1 \geq \sqrt{\frac{1,3.4.k.\max(F_{M_i})}{\pi.i.f.[\sigma_k]}}$$

• Lắp không khe hở:
$$d_0 \geq \sqrt{\frac{4.\max(F_{M_i})}{\pi.i.[\tau]}}$$

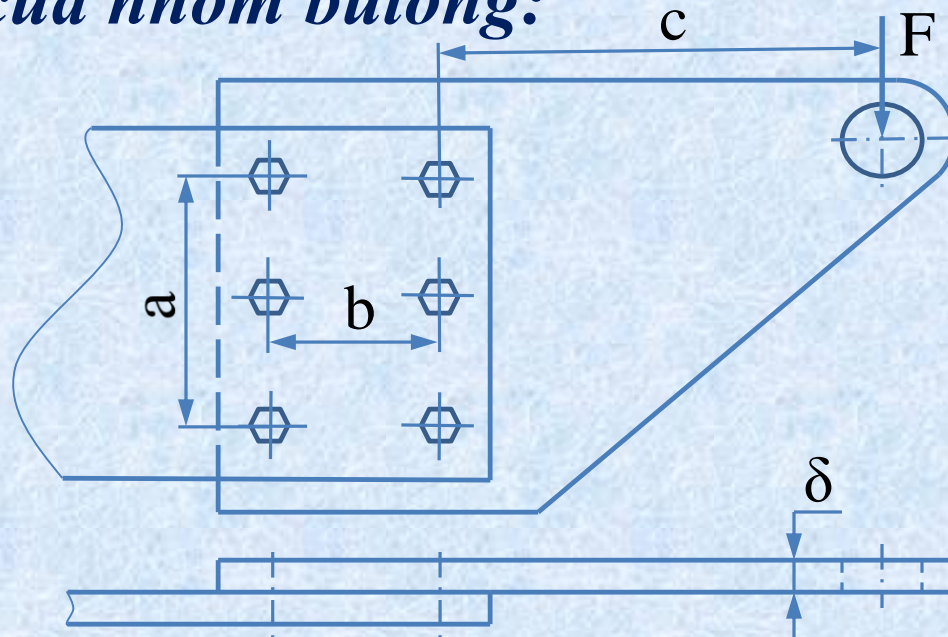
Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

5. Tính mối ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

- *Mối ghép chịu lực ngang F không đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*



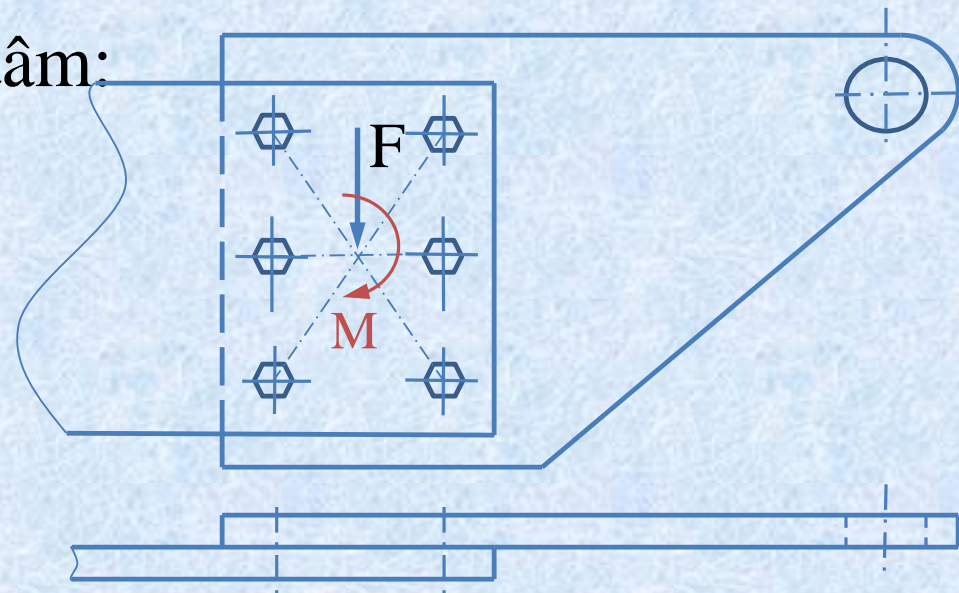
Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

- *Mỗi ghép chịu lực ngang F không đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*
- Dời lực về trọng tâm:



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

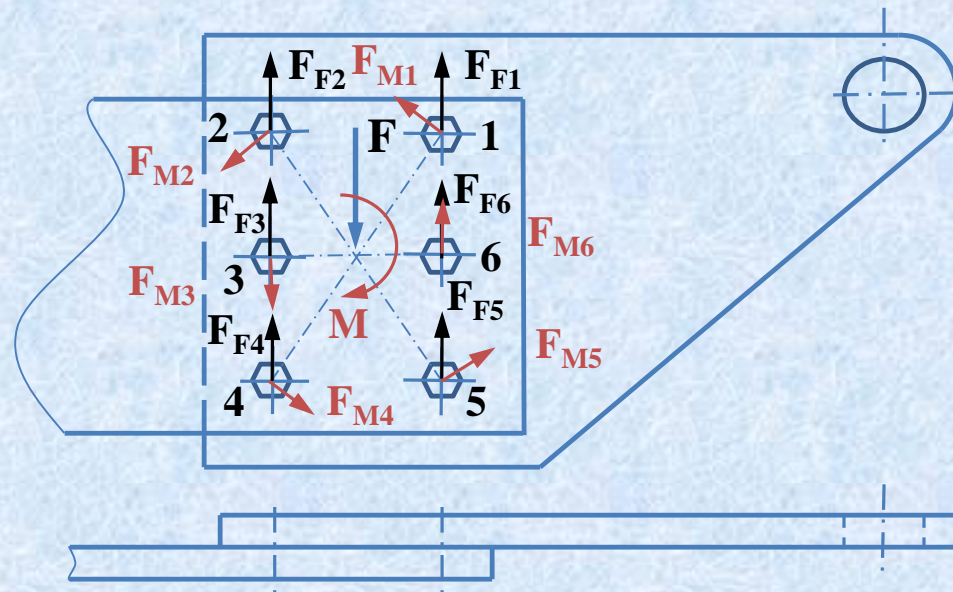
III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

– *Mỗi ghép chịu lực ngang F không đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*

• Phân tích lực:



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

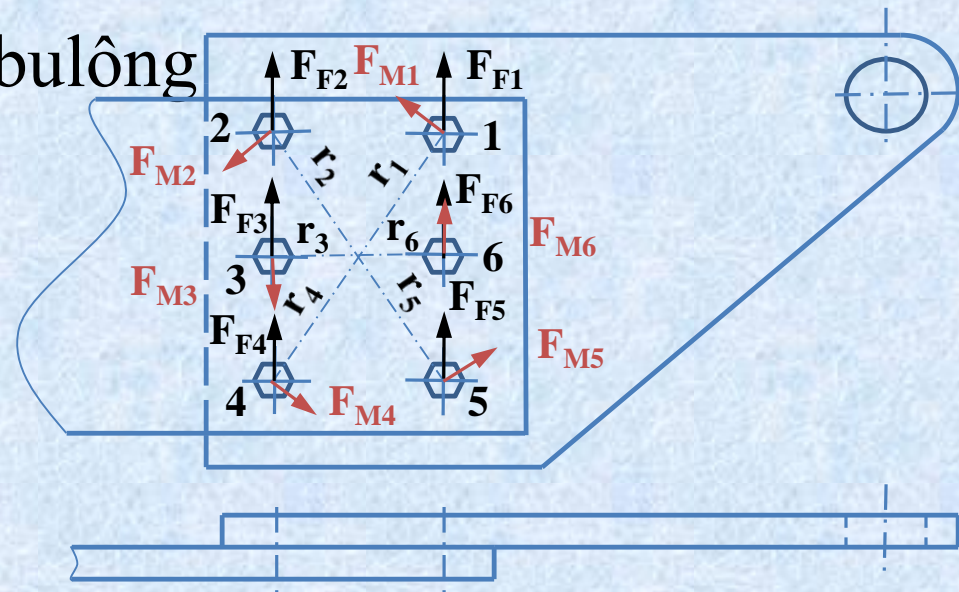
b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

– *Mỗi ghép chịu lực ngang F không đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*

- Lực tác dụng lên bulông thứ i :

$$F_{F_i} = \frac{F}{Z}$$

$$F_{M_i} = \frac{M \cdot r_i}{\sum r_i^2}$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

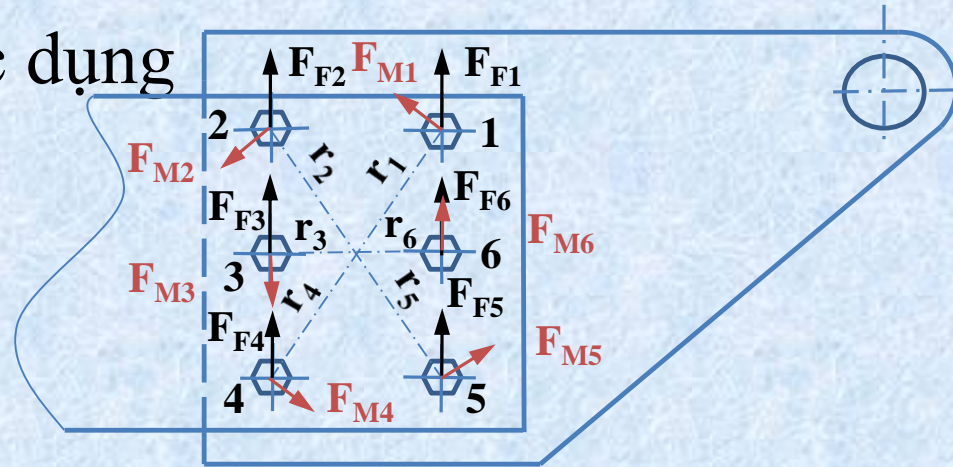
III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

- *Mỗi ghép chịu lực ngang F không đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*

- Lực tổng cộng tác dụng lên bulông thứ i:



Gọi $\alpha = \overrightarrow{F}_{F_i}, \overrightarrow{F}_{M_i}$

$$F_i = \sqrt{F_{F_i}^2 + F_{M_i}^2 + 2.F_{F_i}.F_{M_i}.\cos(\alpha)}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

b. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng nằm trong mặt phẳng ghép:

– *Mỗi ghép chịu lực ngang F không đi qua trọng tâm của nhóm bulông:*

- Bulông chịu tải trọng lớn nhất: $F = \max(F_i)$

Lắp có khe hở:
$$d_1 \geq \sqrt{\frac{1,3.4.k.\max(F_i)}{\pi.i.f.[\sigma_k]}}$$

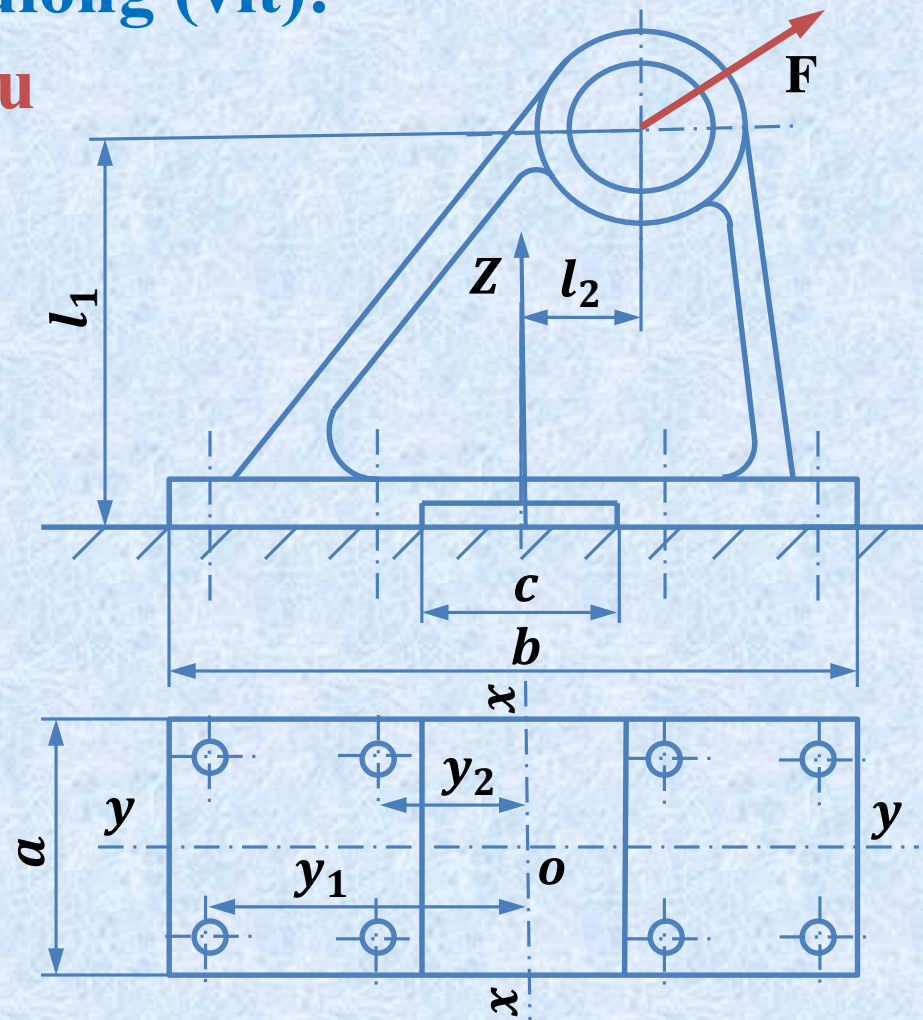
Lắp không khe hở:
$$d_0 \geq \sqrt{\frac{4.\max(F_i)}{\pi.i.[\tau]}}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

5. Tính mối ghép nhóm bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng có phương bất kỳ:



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

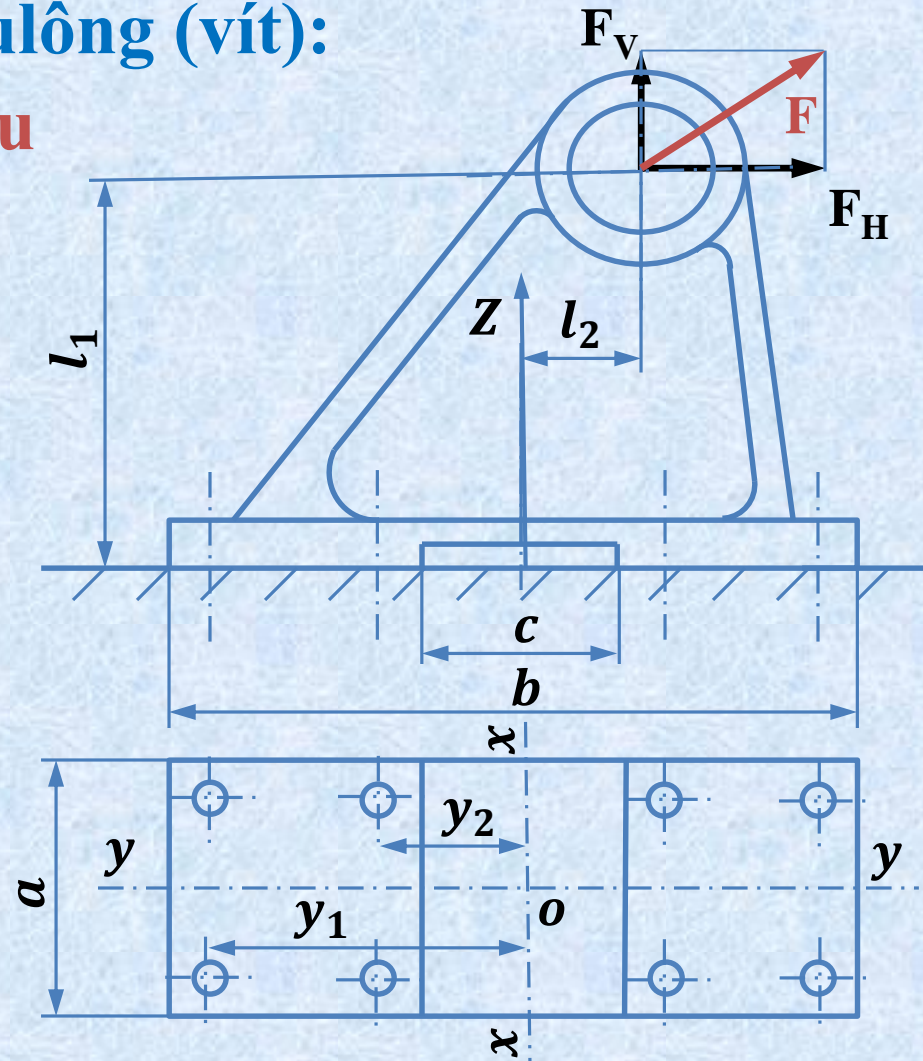
III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng có phương bất kỳ:

– Phân tích lực:

$$\vec{F} = \vec{F}_V + \vec{F}_H$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

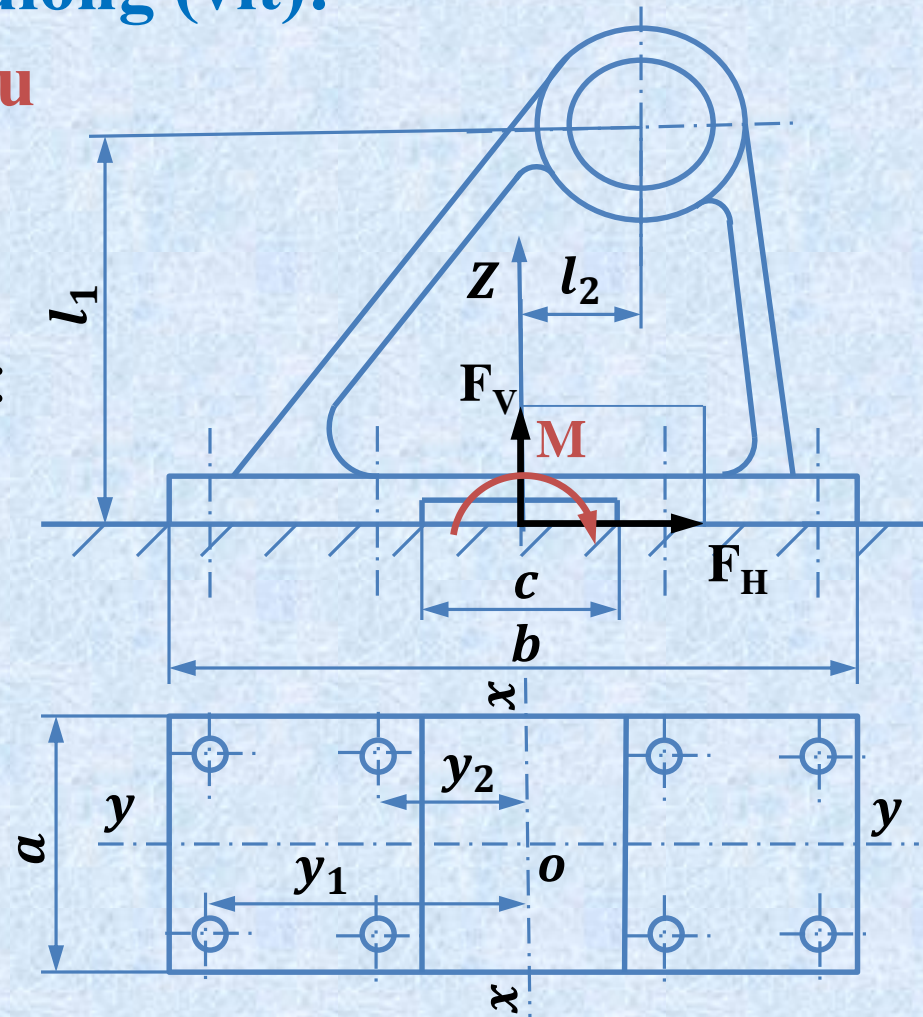
III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng có phương bất kỳ:

– Dời lực về trọng tâm:

$$M = F_H \cdot l_1 - F_V \cdot l_2$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

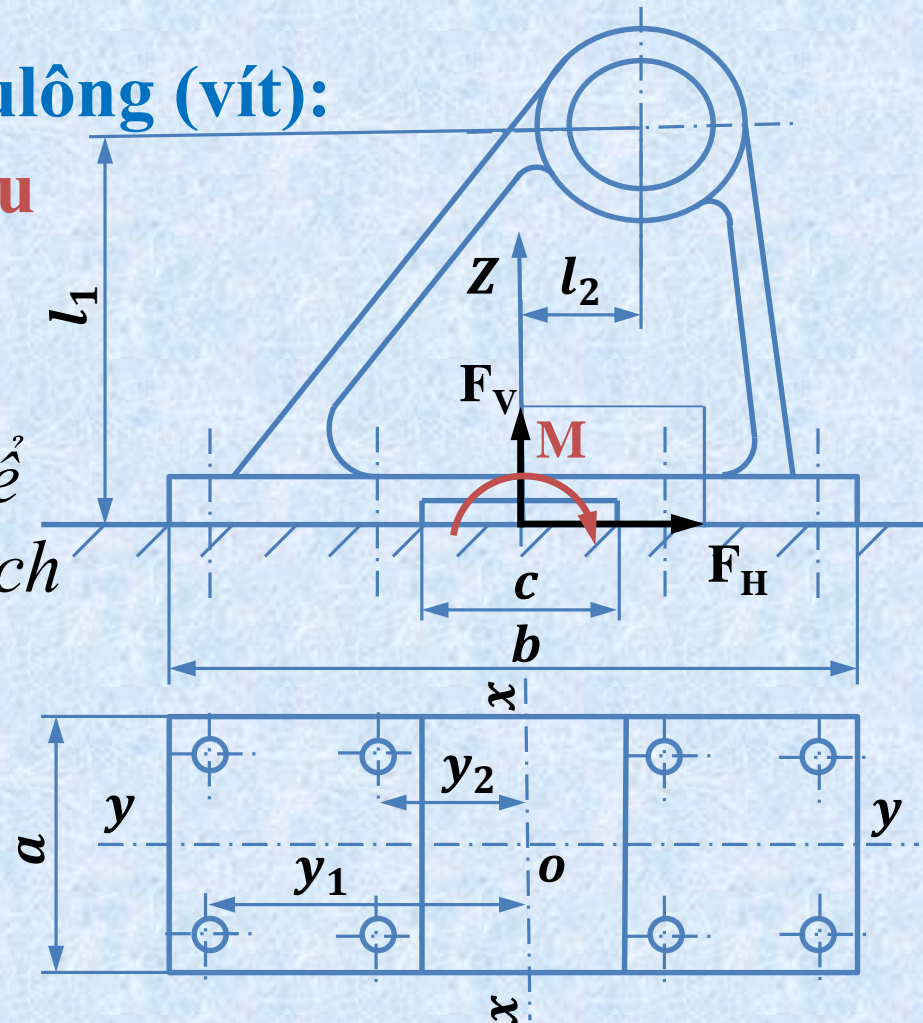
5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng có phương bất kỳ:

- Lực xiết V cần thiết để bề mặt ghép không tách hở:

$$V = \frac{k}{2} \cdot \left(F_V + \frac{M \cdot A}{W} \right)$$
$$= \frac{k}{2} \cdot \left(F_V + \frac{M \cdot A \cdot y_1}{J} \right)$$

A, W : tiết diện và moment cản uốn của mặt phẳng ghép.



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

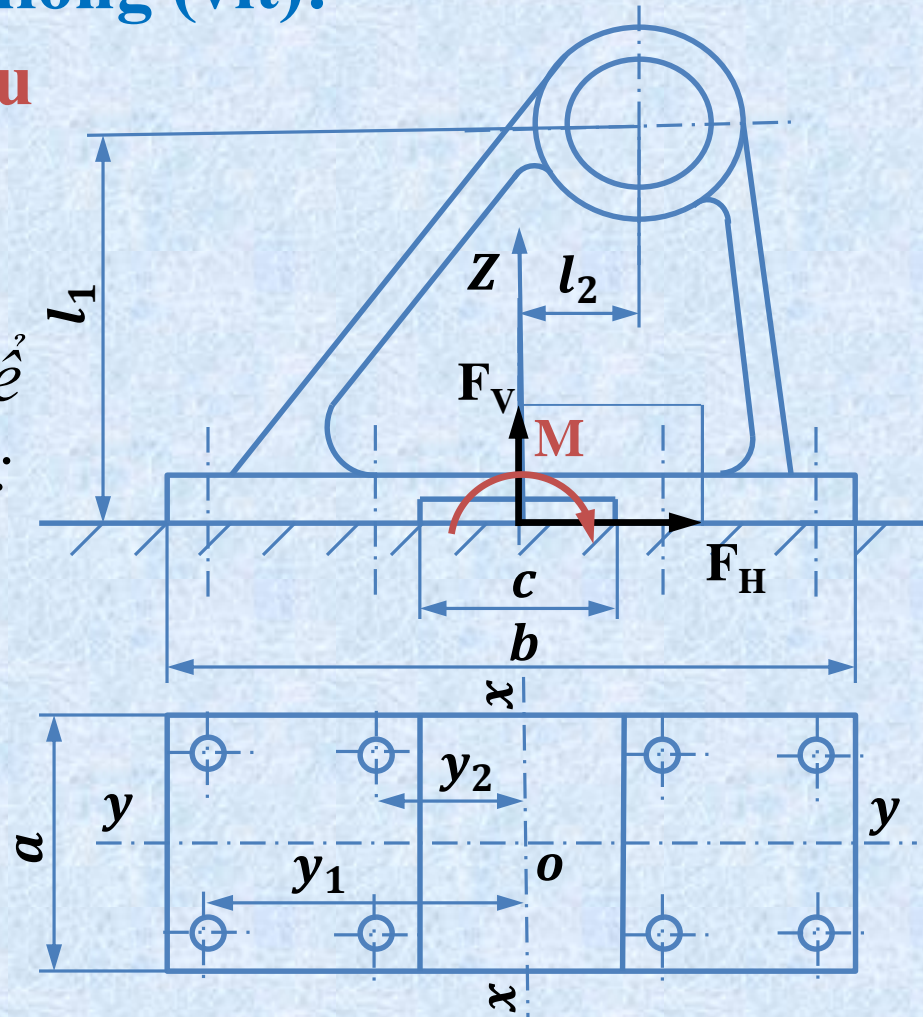
III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng có phương bất kỳ:

– Lực xiết V cần thiết để
mỗi ghép không bị trượt:

$$V = \frac{k.F_H + f.F_v}{f.Z}$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

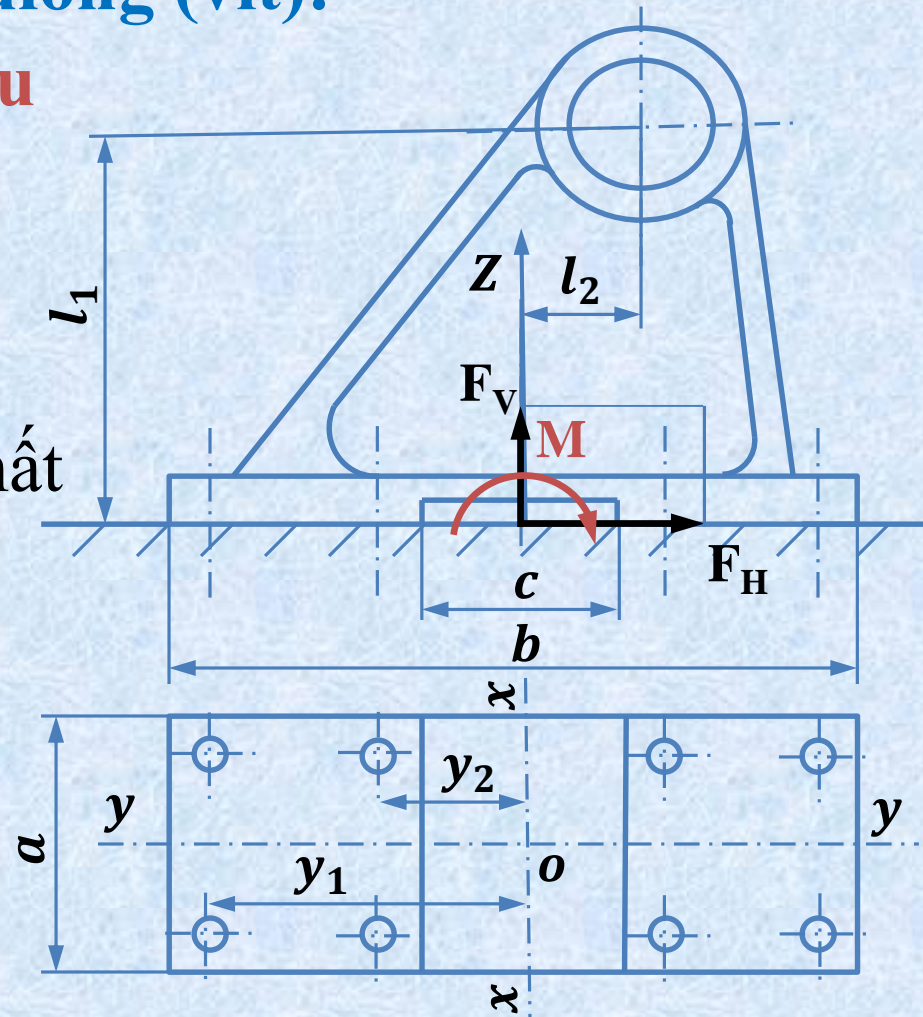
5. Tính mối ghép nhóm bulông (vít):

c. Bulông xiết chặt, chịu tác dụng tải trọng có phương bất kỳ:

– *Tính bulông:*

- Lực tổng cộng lớn nhất tác dụng lên bulông:

$$F_{\max} = 1,3.V + \frac{F_b}{Z} + F_{M_1}$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

5. Tính mối ghép nhóm bulông (vít):

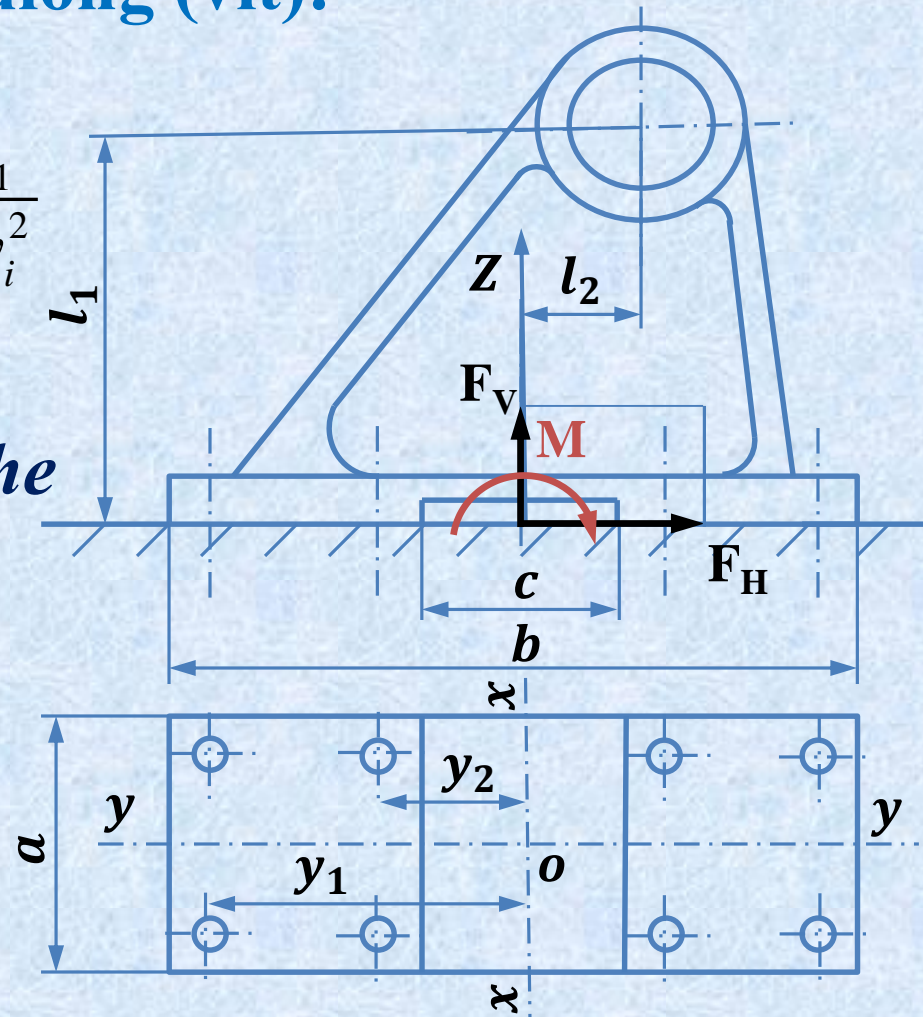
- Trong đó:

$$F_b = \chi \cdot F_v; F_{M_1} = \frac{M_b \cdot y_1}{\sum Z_i \cdot y_i^2}$$

$$M_b = \chi \cdot M$$

- Trường hợp lắp có khe hở:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\max}}{\pi \cdot [\sigma_k]}}$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mối ghép:

5. Tính mối ghép nhóm bulông (vít):

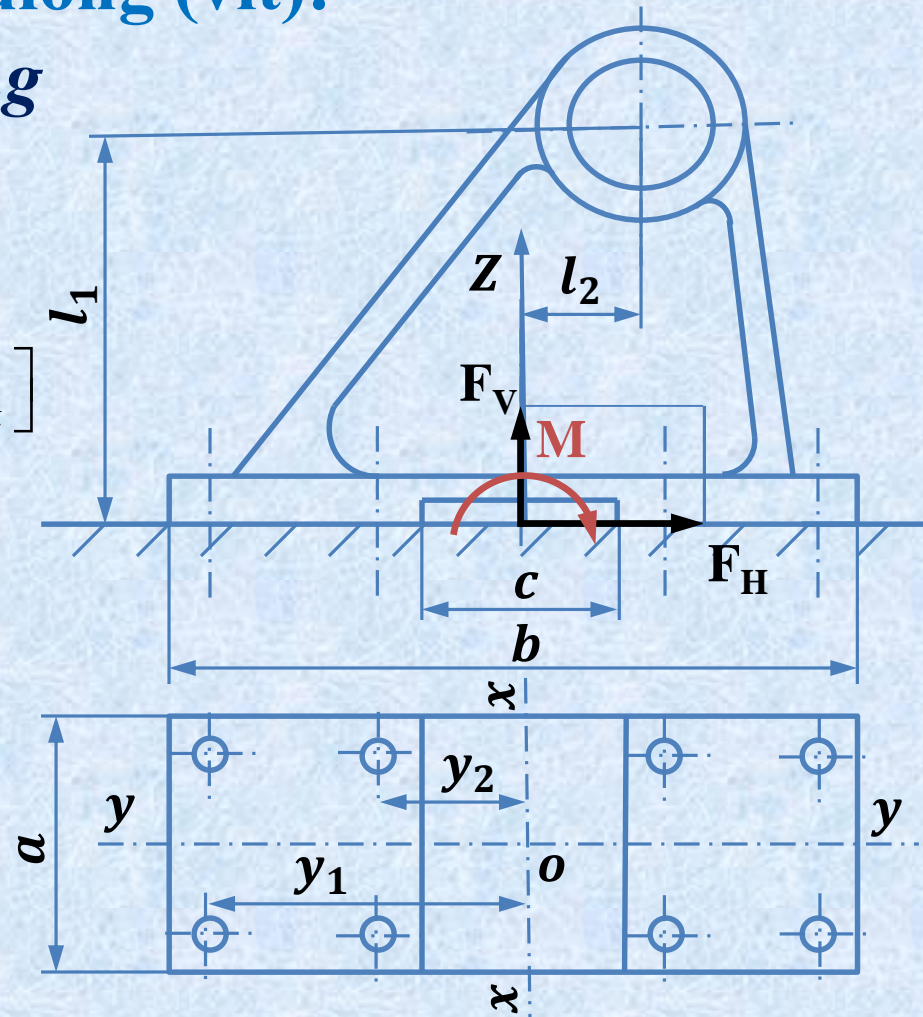
- Trường hợp lắp không khe hở:*

Điều kiện bền:

$$\sigma = \frac{\sigma_k}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_k}{2}\right)^2 + \tau^2} \leq [\sigma_k]$$

Hoặc:

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{\sigma_k}{2}\right)^2 + \tau^2} \leq [\sigma_k]$$



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

III. Tính toán mỗi ghép:

5. Tính mỗi ghép nhóm bulông (vít):

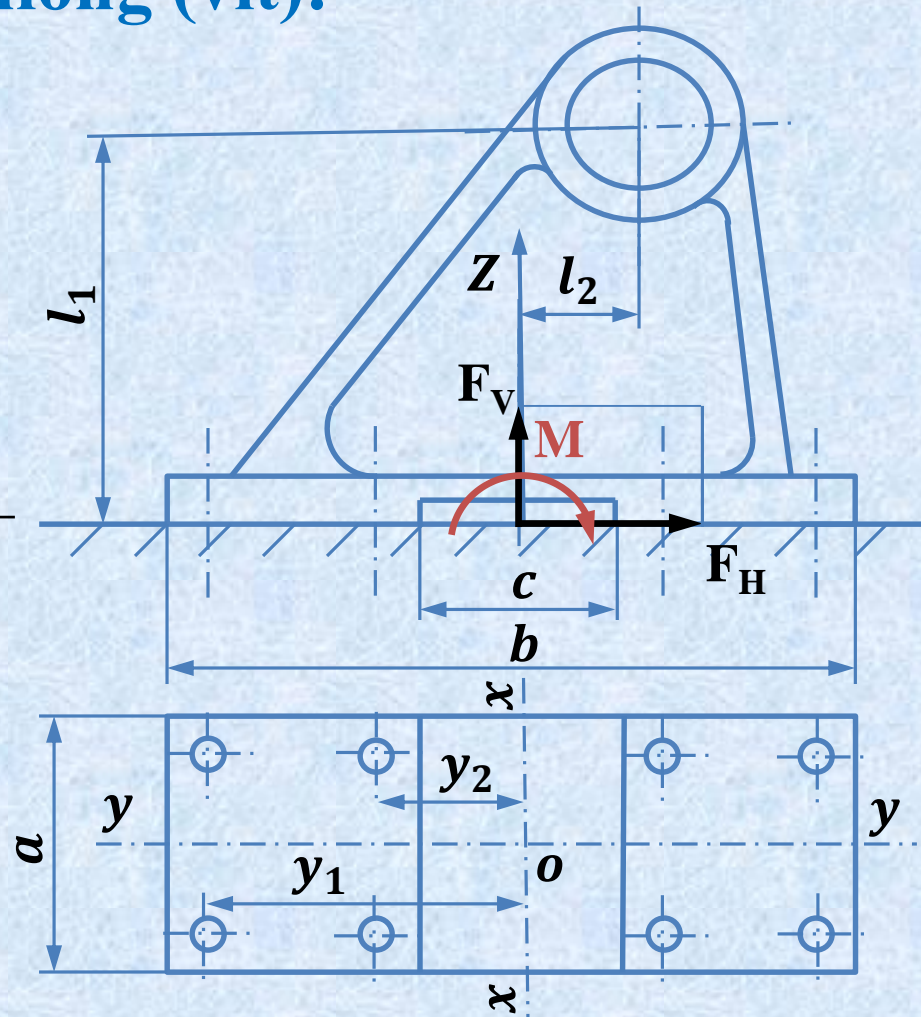
– *Trường hợp tải trọng thay đổi:*

Kiểm tra theo hệ số an toàn s:

$$s = \frac{\sigma_r}{(K_\sigma / \varepsilon \cdot \beta) \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m}$$

Trong đó:

$$\sigma_a = \frac{\frac{F_b}{2} + F_{M1}}{2 \cdot A_1}$$

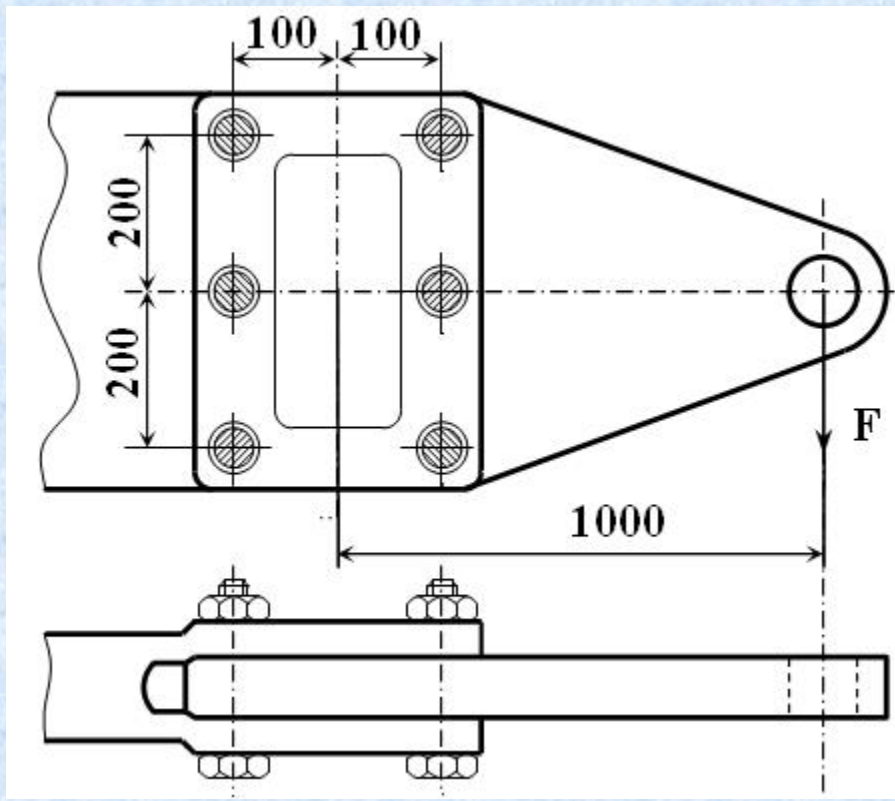


Chương 2: GHÉP BẰNG REN

IV. Các ví dụ:

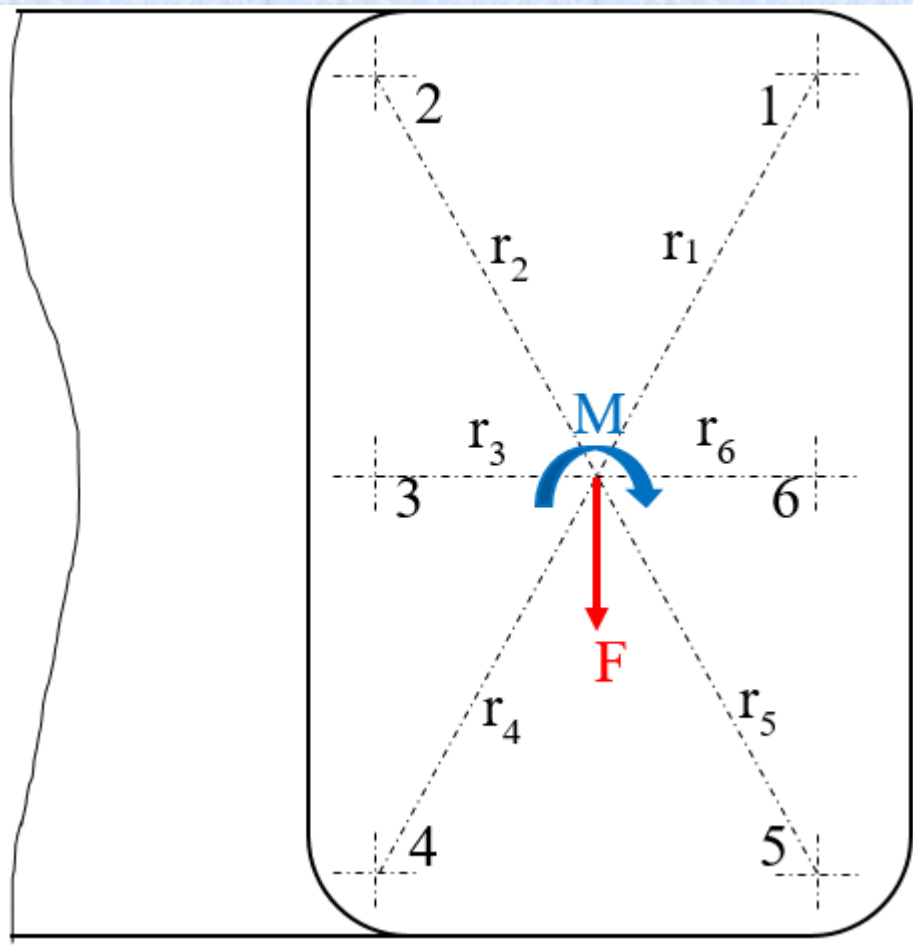
1. Ví dụ 1:

Cho mỗi ghép như hình vẽ. Biết: $F=6000\text{N}$; $f=0,12$; $k=1,5$; $[\sigma_k]=100\text{MPa}$. Tính đường kính bulông cần thiết.



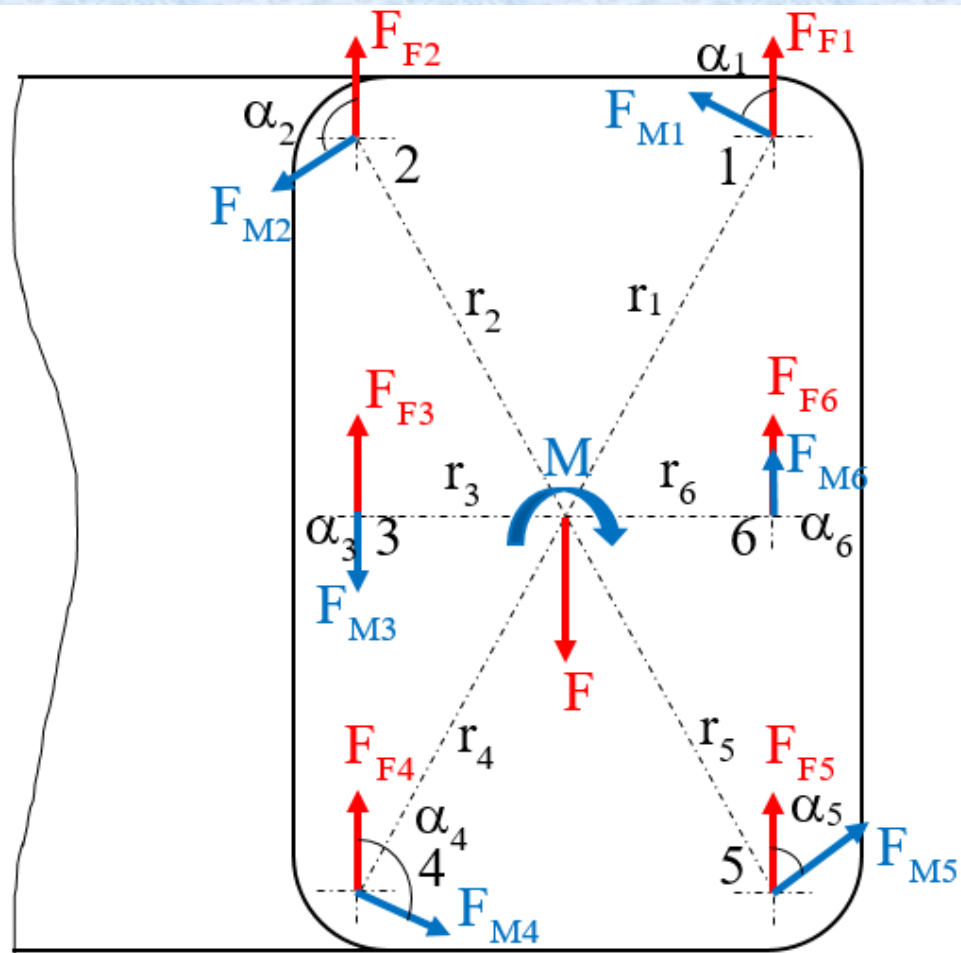
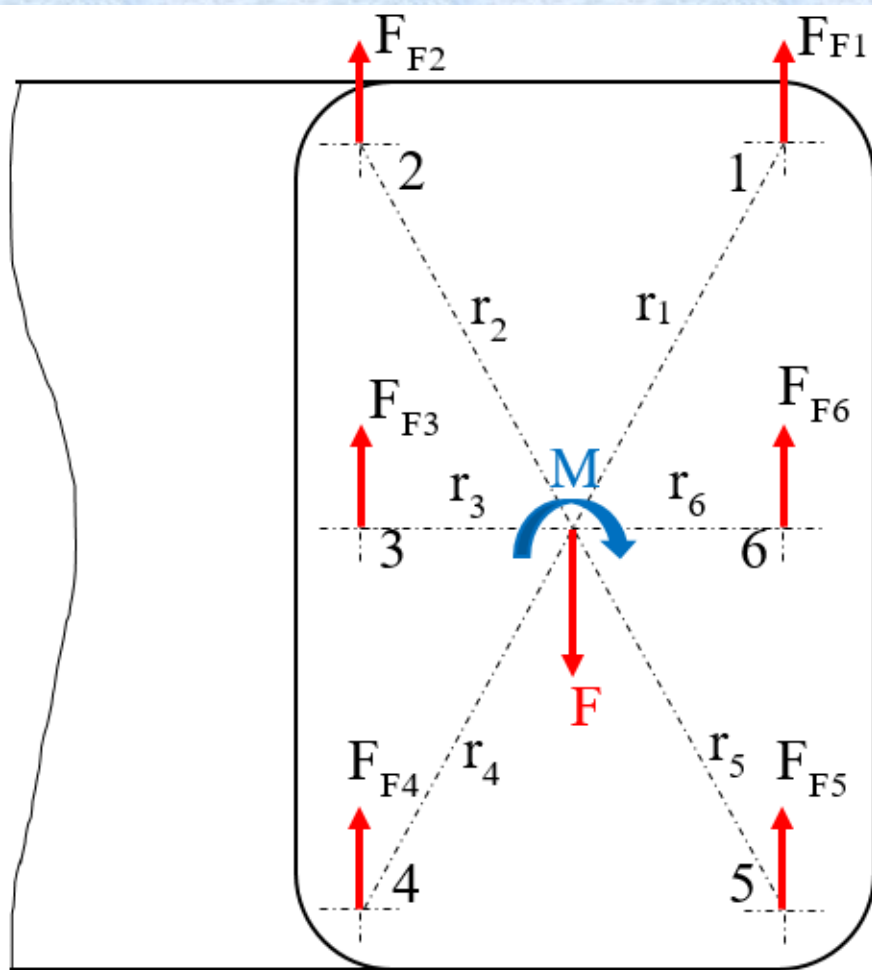
Chương 2: GHÉP BẰNG REN

Dời lực về tâm của mỗi ghép, phát sinh mô men M



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

Phân tích lực



Chương 2: GHÉP BẰNG REN

Tính Mô men và các giá trị lực

$$M = F \cdot 1000 = 6 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

Lực tác dụng lên từng bu long do lực F gây ra

$$F_{F1} = F_{F2} = F_{F3} = F_{F4} = F_{F5} = F_{F6} = \frac{F}{6} = 1000 \text{ N}$$

Lực tác dụng lên từng bu lông do mô men M gây ra

$$F_{M1} = F_{M2} = F_{M4} = F_{M5} = \frac{M \cdot r_1}{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2 + r_5^2 + r_6^2}$$
$$= \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 100\sqrt{5}}{4.5 \cdot 10^4 + 2 \cdot 10^4} = \frac{3 \cdot \sqrt{5} \cdot 10^4}{11} \text{ N}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

Lực tác dụng lên từng bu lông do mô men M gây ra

$$F_{M3} = F_{M6} = \frac{M \cdot r_3}{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2 + r_5^2 + r_6^2}$$
$$= \frac{6 \cdot 10^6 \cdot 100}{4.5 \cdot 10^4 + 2 \cdot 10^4} = \frac{3 \cdot 10^4}{11} \text{ N}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

Lực tác dụng lên từng bu lông do lực F và mô men gây ra

$$\begin{aligned} F_1 &= \sqrt{F_{F1}^2 + F_{M1}^2 + 2F_{F1} \cdot F_{M1} \cos \alpha_1} \\ &= \sqrt{1000^2 + \frac{45}{121} 10^8 + 2 \cdot 1000 \cdot \frac{3 \cdot \sqrt{5} \cdot 10^4}{11} \cdot \cos 63,435^\circ} \\ &= 6606,407 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= \sqrt{F_{F2}^2 + F_{M2}^2 + 2F_{F2} \cdot F_{M2} \cos \alpha_2} \\ &= \sqrt{1000^2 + \frac{45}{121} 10^8 + 2 \cdot 1000 \cdot \frac{3 \cdot \sqrt{5} \cdot 10^4}{11} \cdot \cos 116,565^\circ} \\ &= 20115,575 \text{ N} \end{aligned}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

Lực tác dụng lên từng bu lông do lực F và mô men gây ra

$$F_3 = F_{M3} - F_{F3} = \frac{3}{11} \cdot 10^4 - 1000 = 1727,273 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} F_4 &= \sqrt{F_{F4}^2 + F_{M4}^2 + 2F_{F4} \cdot F_{M4} \cos \alpha_4} \\ &= \sqrt{1000^2 + \frac{45}{121} 10^8 + 2 \cdot 1000 \cdot \frac{3 \cdot \sqrt{5} \cdot 10^4}{11} \cdot \cos 116,565^\circ} \\ &= 20115,575 \text{ N} \end{aligned}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

Lực tác dụng lên từng bu lông do lực F và mô men gây ra

$$\begin{aligned} F_5 &= \sqrt{F_{F5}^2 + F_{M5}^2 + 2F_{F5} \cdot F_{M5} \cos \alpha_5} \\ &= \sqrt{1000^2 + \frac{45}{121} 10^8 + 2 \cdot 1000 \cdot \frac{3 \cdot \sqrt{5} \cdot 10^4}{11} \cdot \cos 63,435^\circ} \\ &= 6606,407 \text{ N} \end{aligned}$$

$$F_6 = F_{M6} + F_{F6} = \frac{3}{11} \cdot 10^4 + 1000 = 3727,273 \text{ N}$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

Bu long chịu lực lớn nhất là bu long số 1 và 5, chọn giá trị lực tác dụng lên bu long này để tính

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{1,3.4.k.F_1}{\pi.i.f.[\sigma_k]}} = \sqrt{\frac{1,3.4.1,5.6606,407}{\pi.2.0,12.100}} = 45,280 \text{ mm}$$

Chọn
 $d_1 = 46,587$
 mm
 Vậy cần sử
 dụng bu
 long M52

Đường kính (mm)			Bước p (mm)	Đường kính (mm)			Bước p (mm)
D	d ₂	d ₁		d	d ₂	d ₁	
1	0.838	0.730	0,25	12	10,863	10.106	1.75
1,1	0.938	0.938	0,25	14	12,701	11,835	2.0
1,2	1,038	0.930	0,25	16	14,701	13,835	2.0
1,4	1,205	1,075	0,30	18	16,376	15,294	2.5
1,6	1,373	1,221	0,35	20	18,376	17,294	2.5
1,8	1,573	1,421	0,35	22	20,376	19,294	2.5
2	1,740	1,567	0,40	24	22,051	20,752	3.0
2,2	1,908	1,713	0,45	27	25,051	23,752	3.0
2,5	2,208	2,013	0,45	30	27,727	26,211	3.5
3	2,675	2,459	0,50	33	30,727	29,211	3.5
3,5	3,110	2,850	0,60	36	33,402	31,670	4.0
4	3,546	3,242	0,70	39	36,402	34,670	4.0
4,5	4,013	3,688	0,75	42	39,077	37,129	4.5
5	4,480	4,134	0,80	45	42,077	40,129	4.5
6	5,350	4,918	1,0	48	44,752	42,587	5.0
7	8,350	5,918	1,0	52	48,752	46,587	5.0
8	7,188	6,647	1,25	56	52,428	50,046	5.5
9	8,188	7,647	1,25	60	56,428	54,046	5.5
10	9,026	8,376	1,5	64	60,103	57,505	6.0
11	10,026	9,376	1,5	68	64,103	61,505	6.0

$$V = \frac{k.F}{i.f} = \frac{1,5.6606,407}{2.0,12} = 41290,043N$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

IV. Các ví dụ:

2. Ví dụ 2

Một giá đỡ chịu tác dụng tải trọng $F=9000\text{N}$, được giữ chặt bằng nhóm 3 bulông tạo thành tam giác đều như hình vẽ.

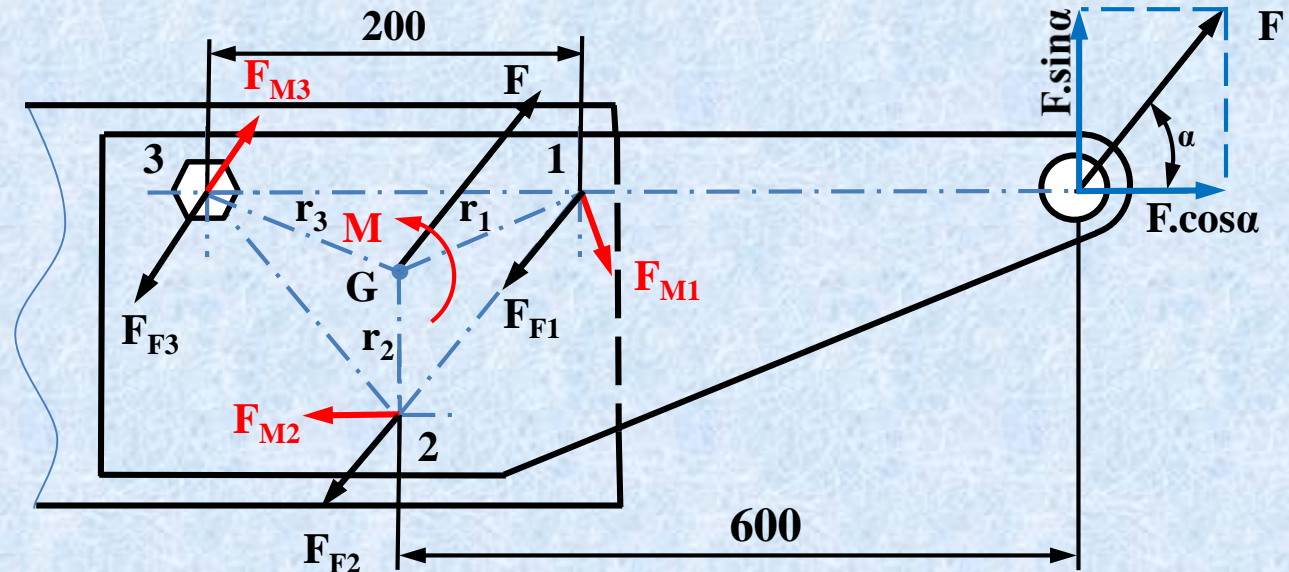
Sử dụng mỗi ghép bulông có khe hở, vật liệu làm bulông là thép CT3 có giới hạn bền kéo cho phép $[\sigma_k]=100\text{MPa}$, hệ số ma sát giữa các tấm ghép $f=0,20$; hệ số an toàn $k=1,3$; góc $\alpha=60^\circ$. Hãy xác định:

- Tải trọng lớn nhất tác dụng lên bulông.
- Lực xiết V .
- Đường kính d_1 và chọn bulông.

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

IV. Các ví dụ:

2. Ví dụ 2:



a. Tải trọng lớn nhất tác dụng lên bulông.

$$r_1 = r_2 = r_3 = \frac{2}{3} \cdot \frac{200 \cdot \sqrt{3}}{2} = \frac{200 \cdot \sqrt{3}}{3} = 115,470$$

$$M = F \cdot \sin 60^\circ \cdot 600 - F \cdot \cos 60^\circ \cdot \frac{1}{3} \cdot 100 \cdot \sqrt{3}$$

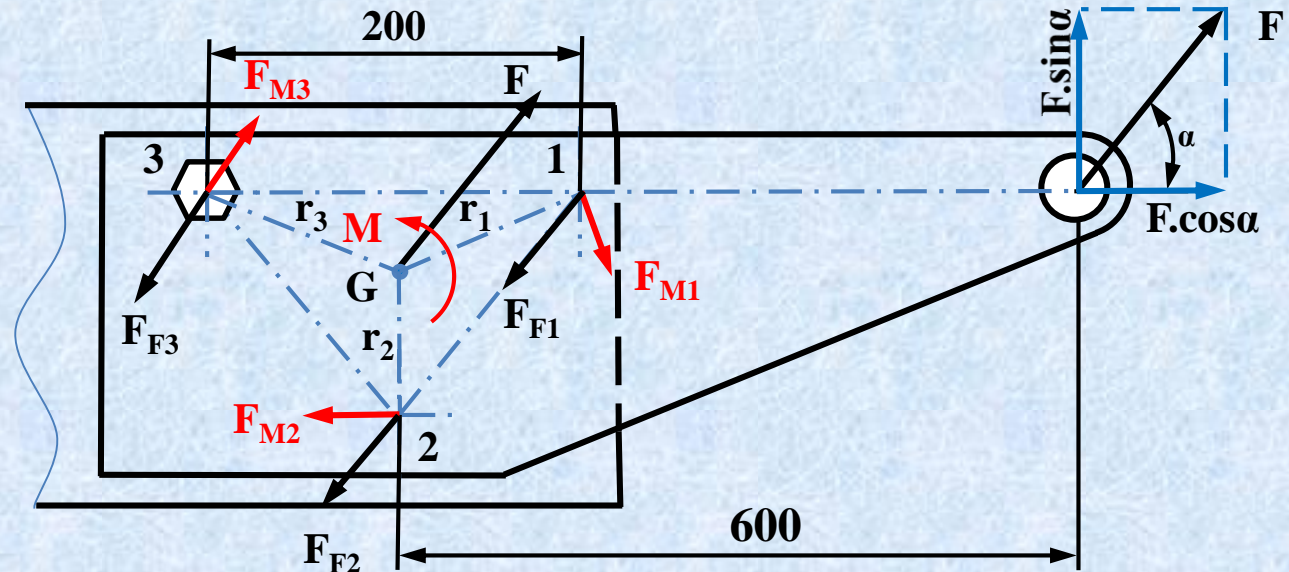
$$= 9000 \cdot \sin 60^\circ \cdot 600 - 9000 \cdot \cos 60^\circ \cdot \frac{1}{3} \cdot 100 \cdot \sqrt{3} = 4416729,559 \text{ Nm}$$

$$F_{F1} = F_{F2} = F_{F3} = \frac{F}{3} = \frac{9000}{3} = 3000N;$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

IV. Các ví dụ:

2. Ví dụ 2:



a. Tải trọng lớn nhất tác dụng lên bulông.

$$F_{M1} = F_{M2} = F_{M3} = \frac{M}{3.r_1} = \frac{4416729,559}{3.\frac{200.\sqrt{3}}{3}} = 12750N;$$

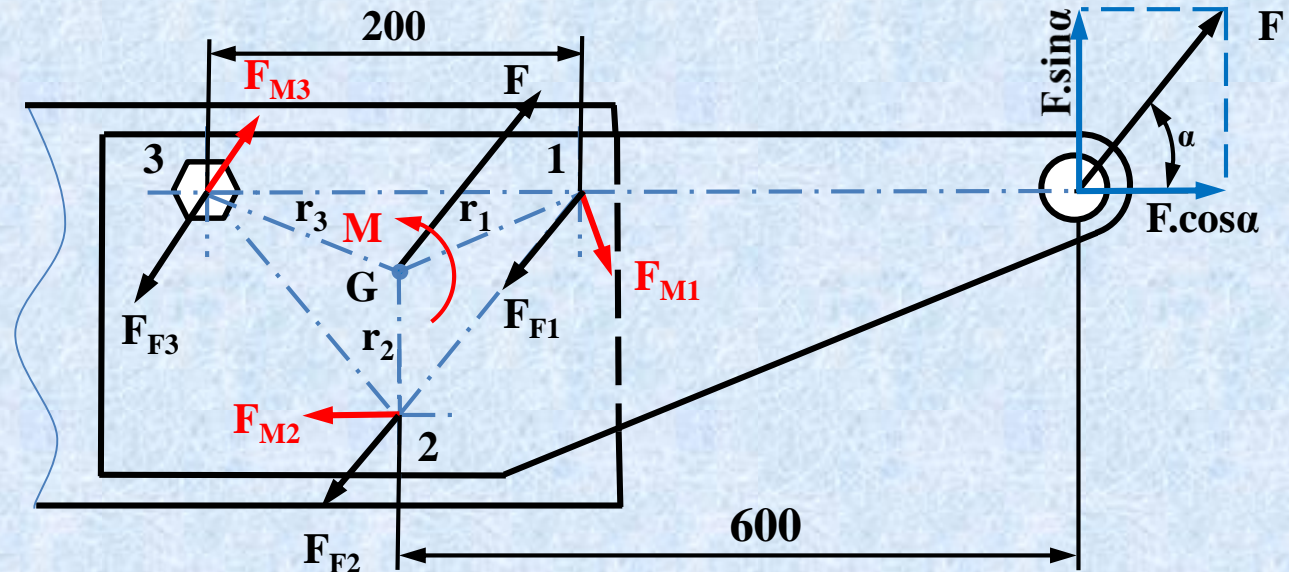
$$\Rightarrow \max F_i = F_1$$

$$= \sqrt{3000^2 + 12750^2 + 2.3000.12750 \cos(60^\circ)} = 14484,906N$$

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

IV. Các ví dụ:

4. Ví dụ 4:



b. Tính lực xiết V.

$$V = \frac{k \cdot \max(F_i)}{i \cdot f} = \frac{1,3 \cdot 14484,906}{1,0 \cdot 20} = 94151,888 N$$

c. Tính d_1 và chọn bulông:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{1,3 \cdot 4 \cdot V}{\pi \cdot [\sigma_k]}} = \sqrt{\frac{1,3 \cdot 4 \cdot 94151,888}{\pi \cdot 100}} = 39,476 mm$$

Tra bảng chọn bulông M?:

Chọn
 $d_1 = 40,129$
 mm
 Vậy cần sử
 dụng bu
 long M45

Đường kính (mm)			Bước p (mm)	Đường kính (mm)			Bước p (mm)
D	d ₂	d ₁		d	d ₂	d ₁	
1	0.838	0.730	0,25	12	10,863	10.106	1.75
1,1	0.938	0.938	0,25	14	12,701	11.835	2.0
1,2	1,038	0.930	0,25	16	14,701	13.835	2.0
1,4	1,205	1,075	0,30	18	16,376	15,294	2.5
1,6	1,373	1,221	0,35	20	18,376	17,294	2.5
1,8	1,573	1,421	0,35	22	20,376	19,294	2.5
2	1,740	1,567	0,40	24	22,051	20,752	3.0
2,2	1,908	1,713	0,45	27	25,051	23,752	3.0
2,5	2,208	2,013	0,45	30	27,727	26,211	3.5
3	2,675	2,459	0,50	33	30,727	29,211	3.5
3,5	3,110	2,850	0,60	36	33,402	31,670	4.0
4	3,546	3,242	0,70	39	36,402	34,670	4.0
4,5	4,013	3,688	0,75	42	39,077	37,129	4.5
5	4,480	4,134	0,80	45	42,077	40,129	4.5
6	5,350	4,918	1,0	48	44,752	42,587	5.0
7	8,350	5,918	1,0	52	48,752	46,587	5.0
8	7,188	6,647	1,25	56	52,428	50,046	5.5
9	8,188	7,647	1,25	60	56,428	54,046	5.5
10	9,026	8,376	1,5	64	60,103	57,505	6.0
11	10,026	9,376	1,5	68	64,103	61,505	6.0

Chương 2: GHÉP BẰNG REN

IV. Các ví dụ:

3. Ví dụ :

Cho mỗi ghép như hình vẽ. Biết: $F=6000\text{N}$; $f=0,12$; $k=1,5$; $[\sigma_k]=100\text{MPa}$; $[\tau]=60\text{MPa}$. Tính đường kính bulông cần thiết.

