

Chương 8

CHI TIẾT MÁY GHÉP

1. Khái niệm chung

- Mỗi ghép có thể tháo được hoặc không tháo được
- Ghép 2 hoặc nhiều chi tiết với nhau, truyền mômen và lực

2. Mối ghép then và then hoa

2.1 Mối ghép then

Công dụng: truyền mômen xoắn cho mối ghép trục với bánh răng, bánh đai, bánh xích, bánh vít

Phân loại:

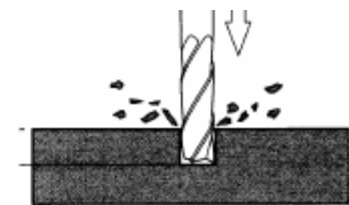
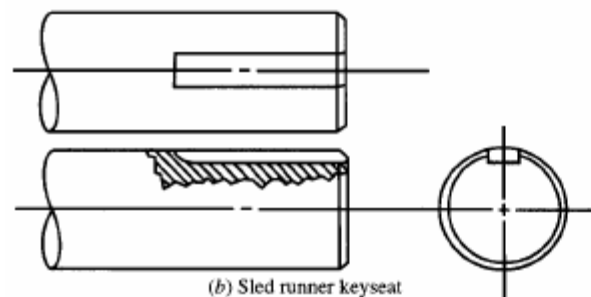
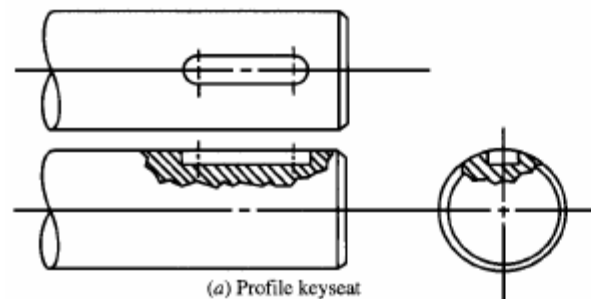
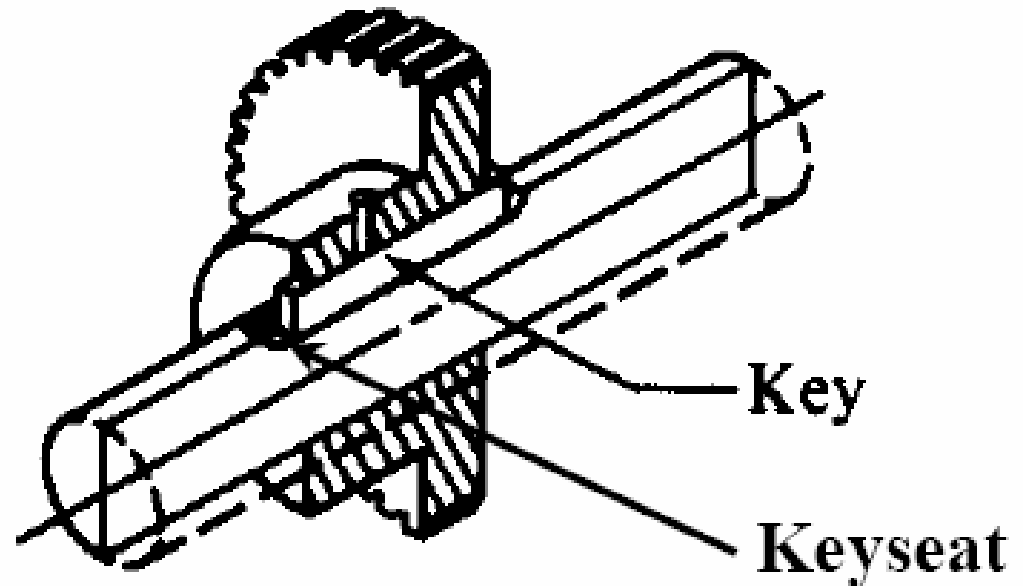
- Then ghép lỏng: then bằng, then bán nguyệt, then dẫn hướng
- Then ghép căng: then ma sát, then vát, then tiếp tuyến

Đặc điểm:

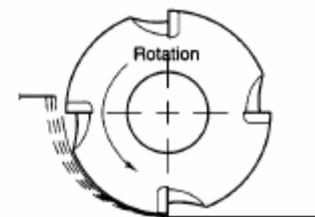
- Kết cấu đơn giản, dễ tháo lắp, giá thành thấp
- Do làm rãnh trên trục nên gây tập trung ứng suất, làm yếu trục

2.1.1 Then bằng (then ghép lỏng)

- truyền mômen xoắn, không truyền lực dọc trục
- mặt làm việc là 2 mặt bên
- có thể dùng 2 then (cách nhau 180°) hay 3 then (120°)
- chọn then theo tiêu chuẩn theo đường kính trục



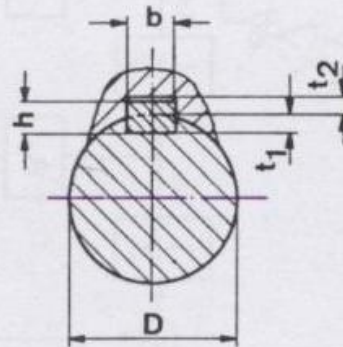
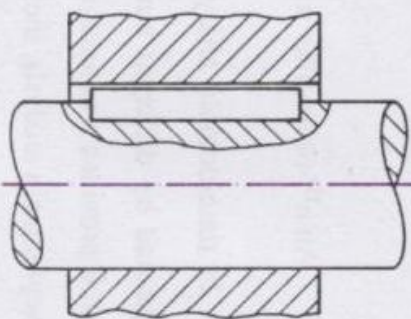
End Mill on Vertical Milling Machine



Key Cutter on Horizontal Milling Machine

Tiêu chuẩn then bằng

Bores and keyways complying with ISO R773 - 1969



13

Shaft Ø	Width	Height	Depth	Toler.	Depth	Toler.
D	bJS9	h	t ₁	Δt ₁	t ₂	Δt ₂
> 10 to 12	4	4	2,5	+ 0,1	1,8	+ 0,1
„ 12 „ 17	5	5	3	+ 0,1	2,3	+ 0,1
„ 17 „ 22	6	6	3,5	+ 0,1	2,8	+ 0,1
„ 22 „ 30	8	7	4	+ 0,2	3,3	+ 0,2
„ 30 „ 38	10	8	5	+ 0,2	3,3	+ 0,2
„ 38 „ 44	12	8	5	+ 0,2	3,3	+ 0,2
„ 44 „ 50	14	9	5,5	+ 0,2	3,8	+ 0,2
„ 50 „ 58	16	10	6	+ 0,2	4,3	+ 0,2
„ 58 „ 65	18	11	7	+ 0,2	4,4	+ 0,2
„ 65 „ 75	20	12	7,5	+ 0,2	4,9	+ 0,2
„ 75 „ 85	22	14	9	+ 0,2	5,4	+ 0,2
„ 85 „ 95	25	14	9	+ 0,2	5,4	+ 0,2
„ 95 „ 110	28	16	10	+ 0,2	6,4	+ 0,2
„ 110 „ 130	32	18	11	+ 0,2	7,4	+ 0,2
„ 130 „ 150	36	20	12	+ 0,3	8,4	+ 0,3
„ 150 „ 170	40	22	13	+ 0,3	9,4	+ 0,3
„ 170 „ 200	45	25	15	+ 0,3	10,4	+ 0,3
„ 200 „ 230	50	28	17	+ 0,3	11,4	+ 0,3
„ 230 „ 260	56	32	20	+ 0,3	12,4	+ 0,3
„ 260 „ 290	63	32	20	+ 0,3	14,4	+ 0,3
„ 290 „ 330	70	36	22	+ 0,3	15,4	+ 0,3
„ 330 „ 380	80	40	25	+ 0,3	17,4	+ 0,3
„ 380 „ 440	90	45	28	+ 0,3	17,4	+ 0,3
„ 440 „ 500	100	50	31	+ 0,3	19,5	+ 0,3

Tính then bằng

• Dạng hỏng: cắt và dập

• Chỉ tiêu tính: $\sigma_d \leq [\sigma_d]$ $\tau_c \leq [\tau_c]$

• Công thức:

Kiểm tra ứng suất dập

$$\sigma_d = \frac{F}{t_2 \times l} = \frac{2T}{d \times t_2 \times l} \leq [\sigma_d]$$

Với l là chiều dài phần tiếp xúc của then

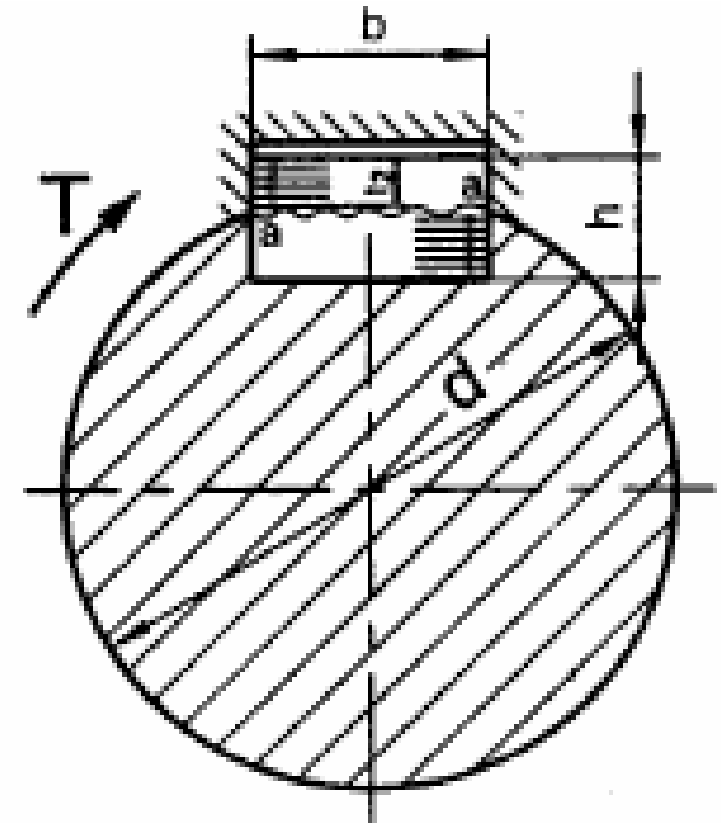
Chiều dài phần tiếp xúc của then

$$l \geq \frac{2T}{d \times t_2 \times [\sigma_d]}$$

Ứng suất cắt

$$\tau_c = \frac{F}{b \times l} = \frac{2T}{b \times d \times l} \leq [\tau_c]$$

Chọn l lớn nhất trong 2 giá trị trên

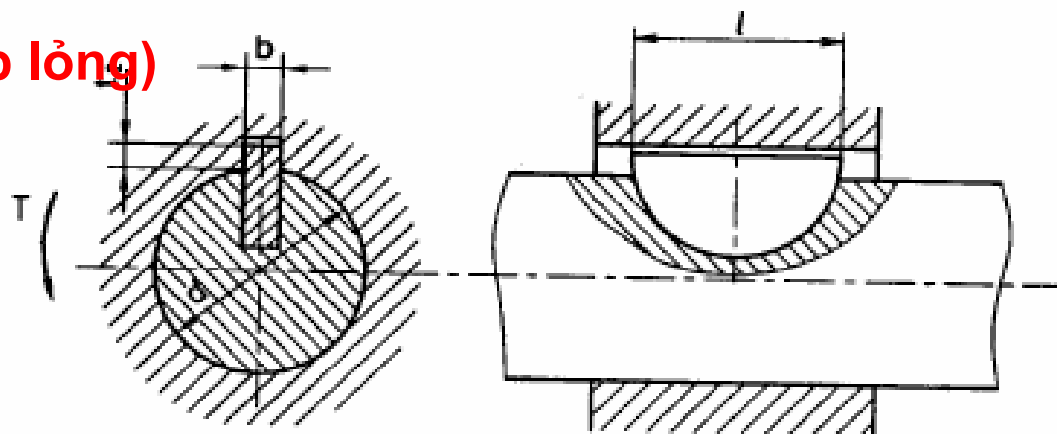


Chiều dài phần tiếp xúc của then

$$l \geq \frac{2T}{b \times d \times [\tau_c]}$$

2.1.1 Then bán nguyệt (then ghép lồng)

- truyền mômen xoắn, không truyền lực dọc trục
- mặt làm việc là 2 mặt bên
- chọn then theo tiêu chuẩn theo đường kính trục

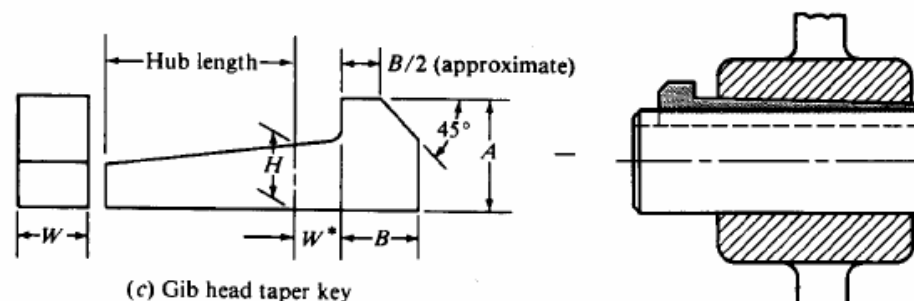


- thường sử dụng cho trục hình côn

Tính then bán nguyệt giống then bằng

2.1.3 Then vát (then ghép căng)

- truyền mômen xoắn và lực dọc trục
- làm việc mặt trên và dưới
- chọn then theo đk trục
- phải dùng lực ép (đóng) vào
- thường lắp ở đầu trục



Tính then vít

- Dạng hỏng: dập mặt trên (dưới)
- Chỉ tiêu tính: $\sigma_d \leq [\sigma_d]$
- Công thức:

Phản lực trên bề mặt tiếp xúc phân bố theo hình tam giác

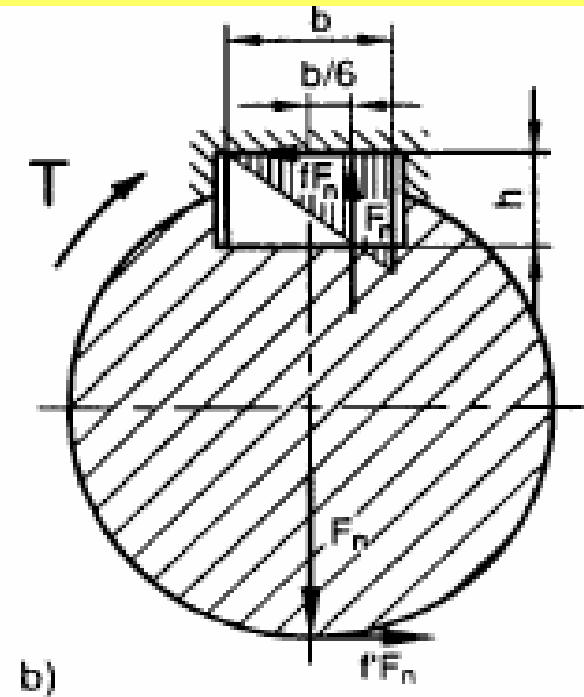
Cân bằng mômen xoắn

$$T = \frac{F_n \times b}{6} + f \times F_n \times d \quad \Rightarrow \quad F_n = \frac{6T}{b + 6f d}$$

Kiểm tra ứng suất dập

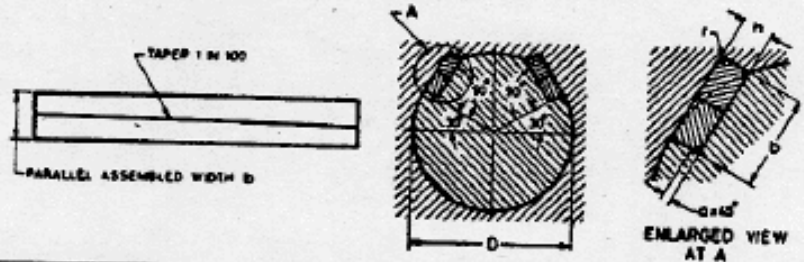
$$\sigma_d = \frac{F_n}{0.5bl} = \frac{12T}{lb(b + 6f d)} \leq [\sigma_d]$$

Với l là chiều dài phần tiếp xúc của then



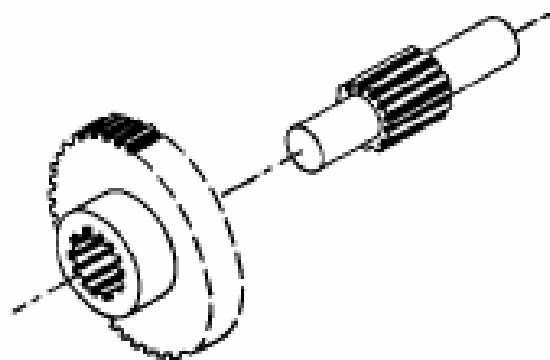
2.1.4 Then tiếp tuyến (then ghép căng)

DIMENSIONS OF TANGENTIAL KEYS AND KEYWAYS
All dimensions in millimetres

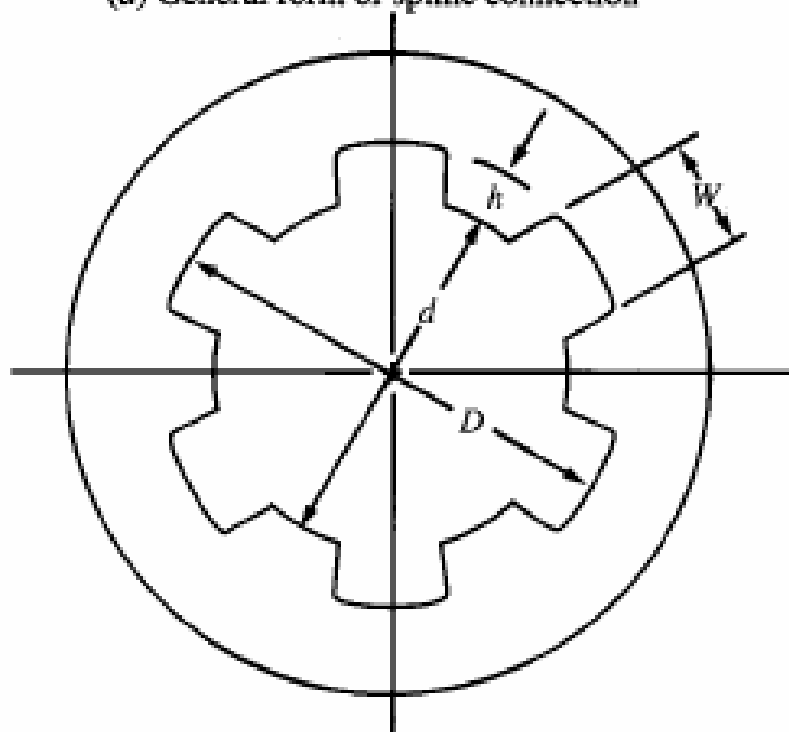


Shaft Dia D	Keyway Height h	Keyway Width b	Keyway Radius r	Key Chamfer a
100	10	30	2	3
110	11	30	2	3
120	12	36	2	3
130	13	39	2	3
140	14	42	2	3
150	15	45	2	3
160	16	48	2	3
170	17	51	2	3
180	18	54	2	3
190	19	57	2	3
200	20	60	2	3
210	21	63	2	3
220	22	66	2	3
230	23	69	3	4
240	24	72	3	4
250	25	75	3	4
260	26	78	3	4
270	27	81	3	4
280	28	84	3	4
290	29	87	3	4
300	30	90	3	4
320	32	96	3	4
460	46	138	4	5
480	48	144	5	6
500	50	150	5	6
520	52	156	5	6
540	54	162	5	6
560	56	168	5	6
580	58	174	5	6
600	60	180	6	7
620	62	186	6	7
640	64	192	6	7
660	66	198	6	7
680	68	204	6	7
700	70	210	6	7
720	72	216	6	7
740	74	222	6	7
760	76	228	6	7
780	78	234	6	7
800	80	240	6	7
820	82	246	6	7
840	84	252	6	7
860	86	258	6	7
880	88	264	6	7

2.2 Mối ghép then hoa



(a) General form of spline connection



(b) Internal spline

External Spline



Internal Spline

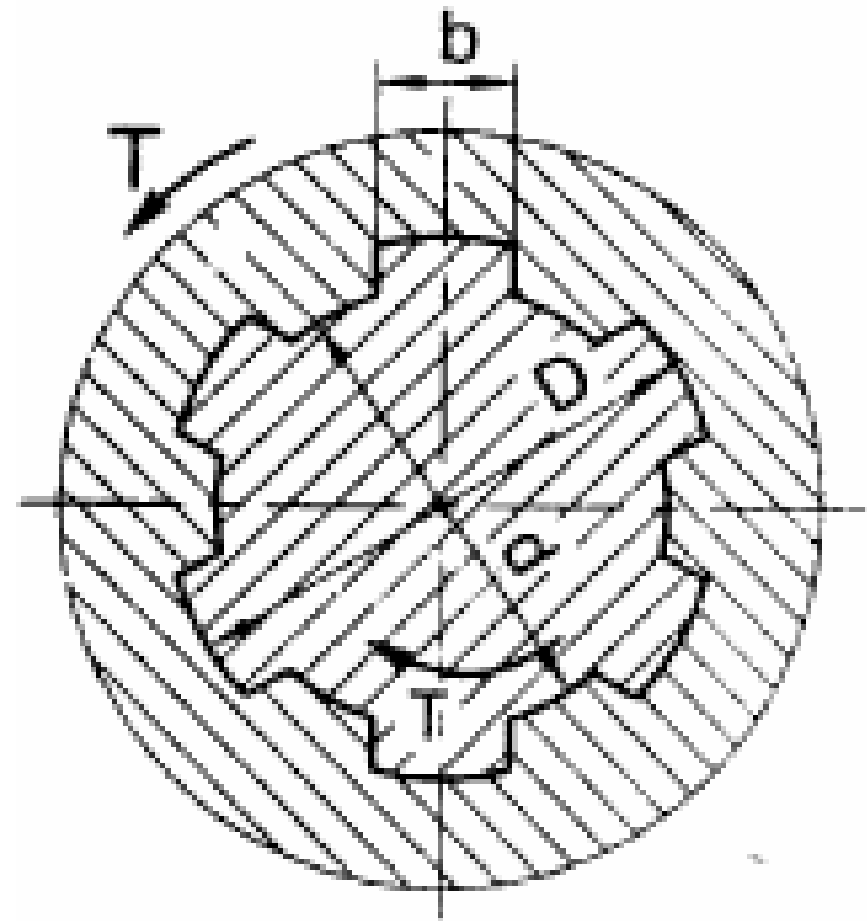
Công dụng: truyền mômen xoắn

Đặc điểm:

- Độ đồng tâm cao
- Truyền mômen xoắn lớn
- Chịu được va đập và tải trọng động
- Độ bền mỏi cao
- Chế tạo phức tạp
- Có thể di chuyển chi tiết dọc trục

Phân loại:

- Then hoa chữ nhật
- Then hoa tam giác
- Then hoa thân khai



Các kiểu định tâm

- Định tâm theo đường kính trong d : độ đồng tâm cao
- Định tâm theo đường kính ngoài D : độ đồng tâm cao, thường sử dụng khi không nhiệt luyện sau khi gia công then
- Định tâm theo bề rộng b : truyền mômen xoắn lớn, thường dùng khi vận tốc thấp

Tính then hoa

•Dạng hỏng: dập bề mặt bên

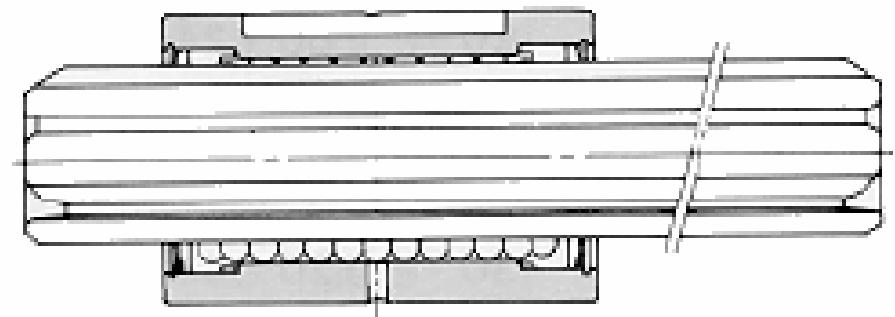
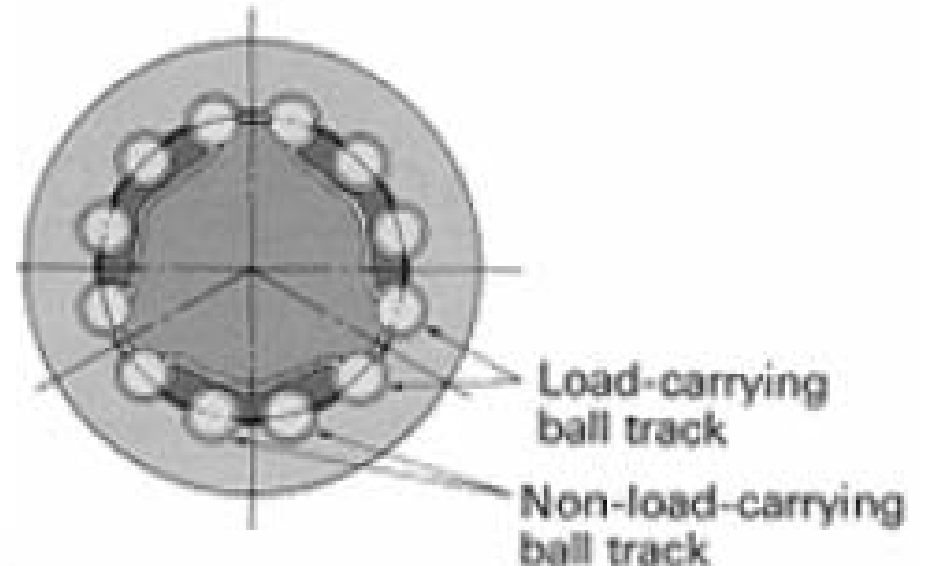
•Chỉ tiêu tính: $\sigma_d \leq [\sigma_d]$

•Công thức tính:

Ứng suất dập

$$\sigma_d = \frac{2T}{d_m l h Z \Psi} \leq [\sigma_d]$$

Then hoa bi



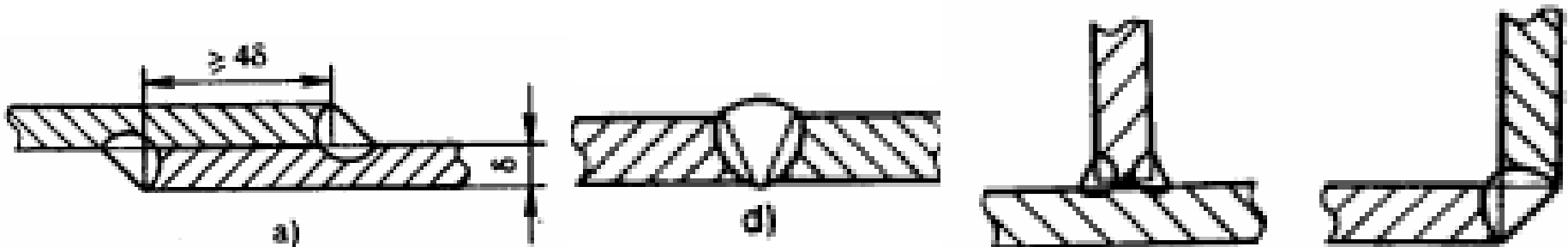
2.3 Mối ghép hàn

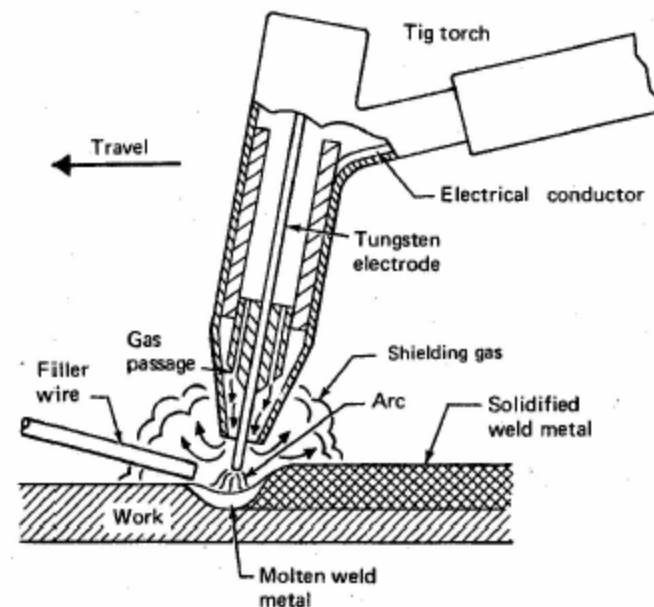
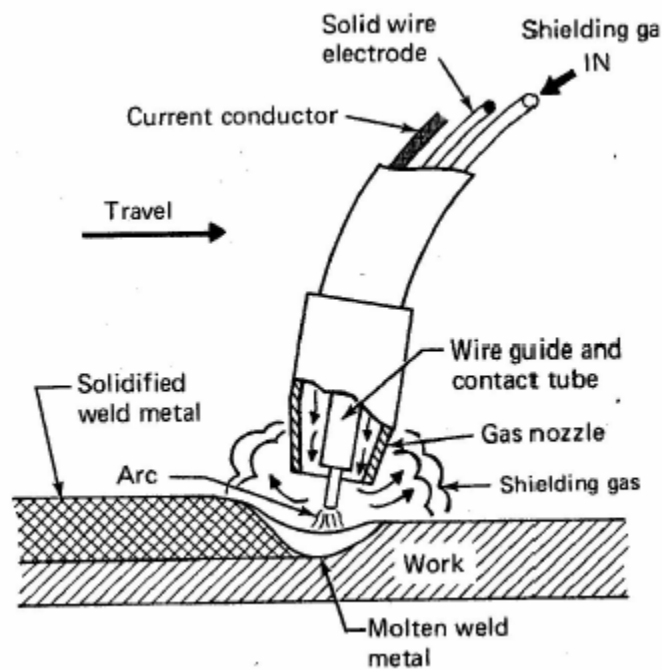
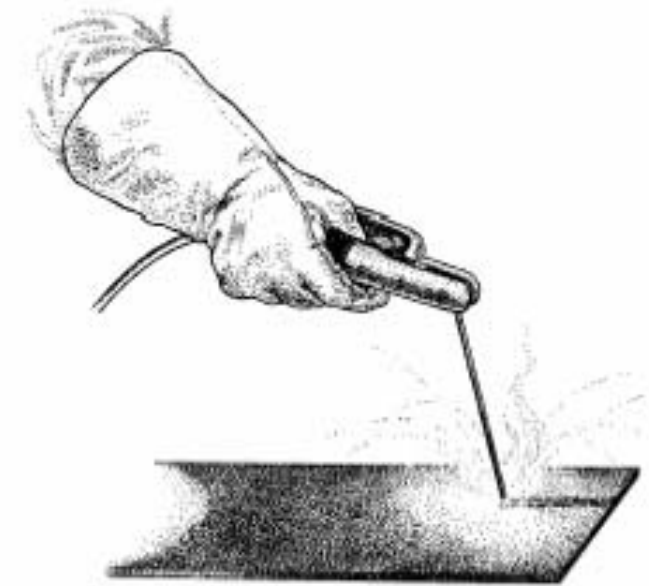
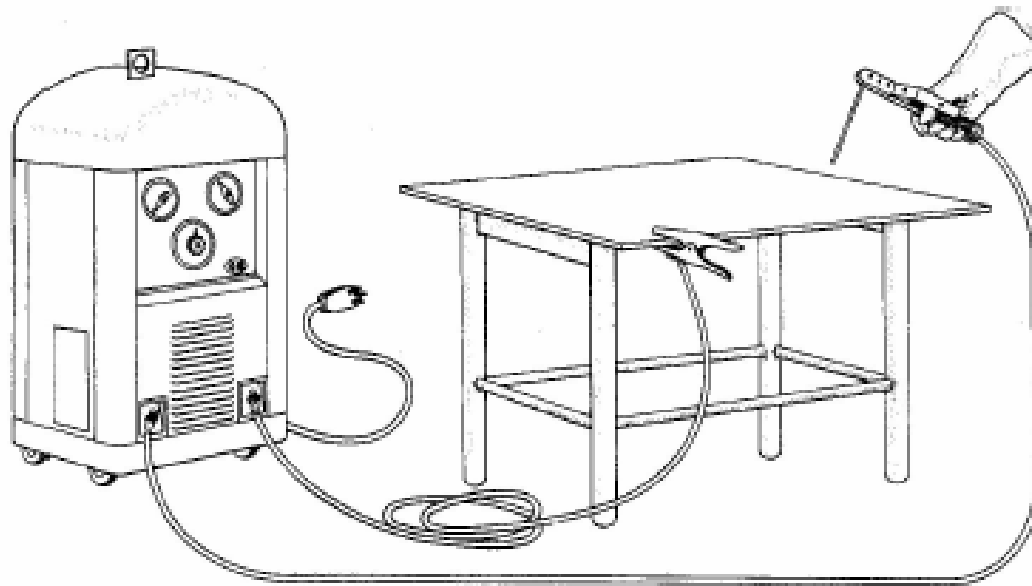
2.3.1 Khái niệm chung

Công dụng: là mối ghép không tháo được, dùng ghép hai chi tiết với nhau.

Phân loại:

- Hàn điện (hàn hồ quang), hàn hơi, hàn tiếp xúc, hàn plasma, hàn laser
- Hàn chông, hàn giáp mối, hàn chữ T, hàn góc
- Hàn tiếp xúc điểm, hàn tiếp xúc đường
- Hàn chắc, hàn chắc kín





2.3.2 Mối hàn chồng

Mối hàn chịu lực F

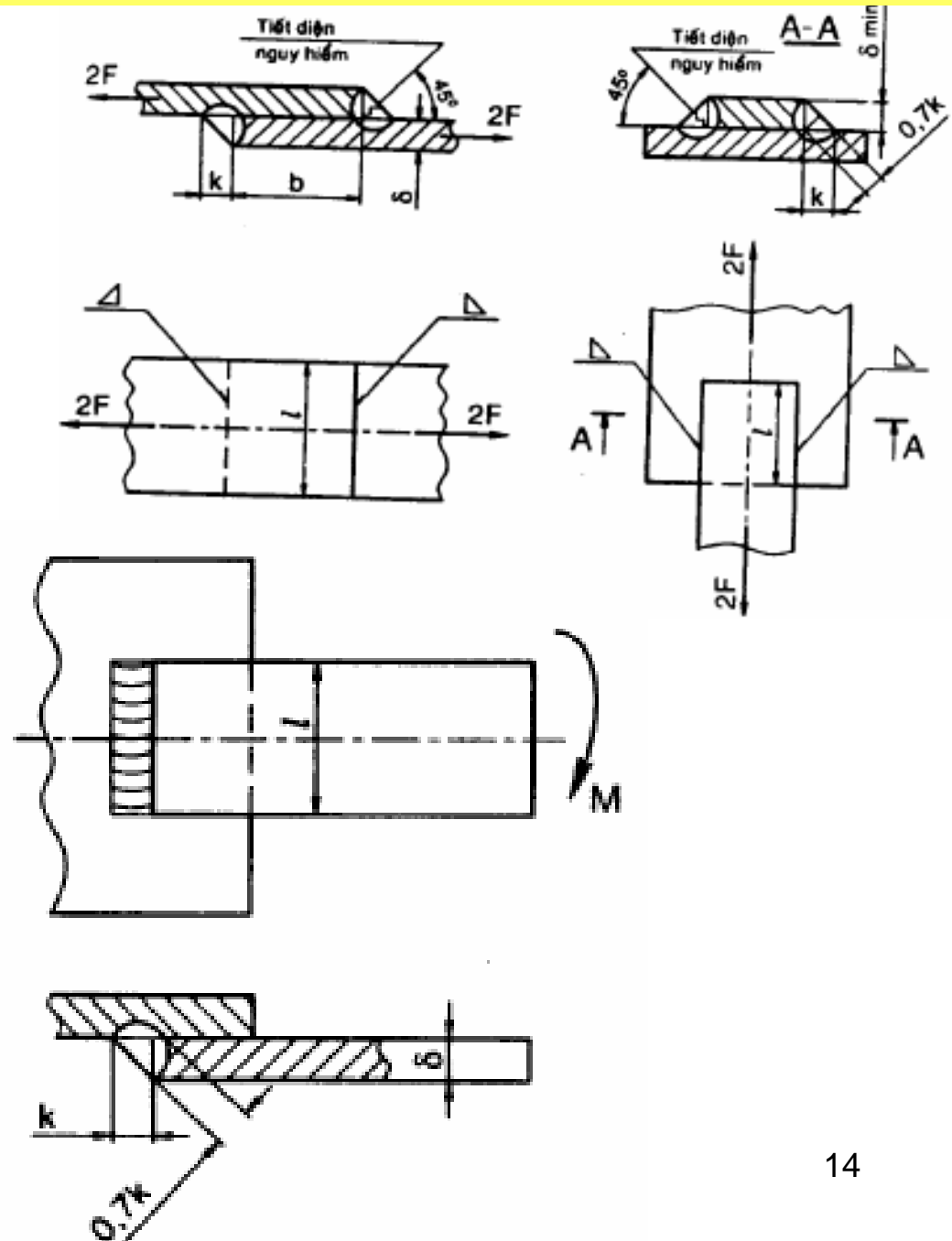
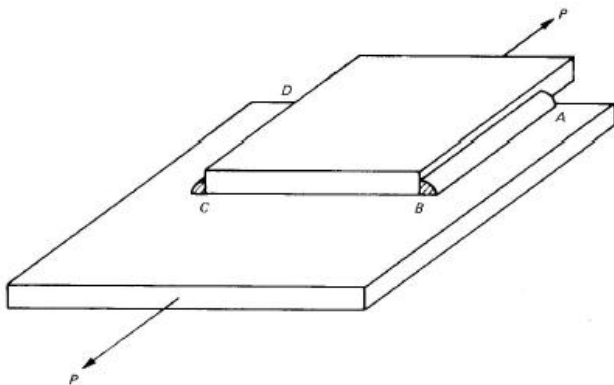
Tiết diện nguy hiểm là tiết diện phân giác của mối hàn

Ứng suất tiếp

$$\tau' = \frac{F}{0.7kl} \leq [\tau']$$

Mối hàn chịu mômen

$$\tau' = \frac{6M}{0.7kl^2} \leq [\tau']$$



Mối hàn chịu lực F và mômen M

$$\tau' = \frac{F}{0.7kl} + \frac{6M}{0.7kl^2} \leq [\tau']$$

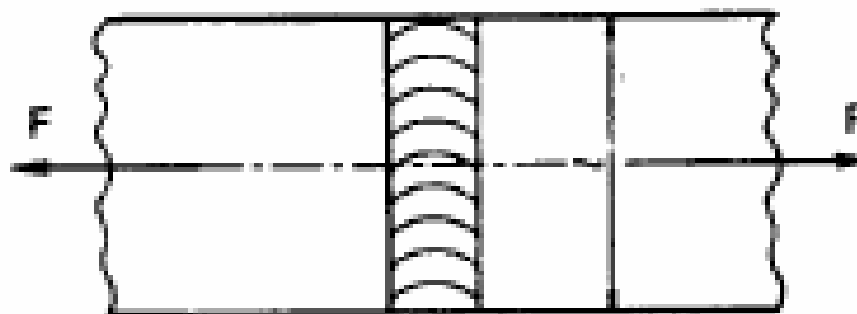
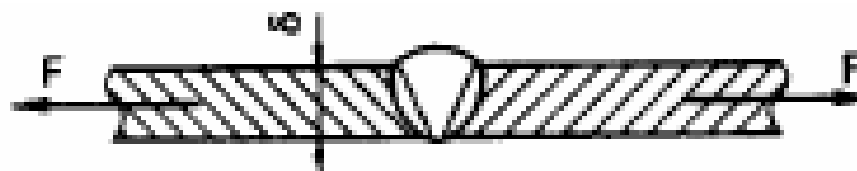
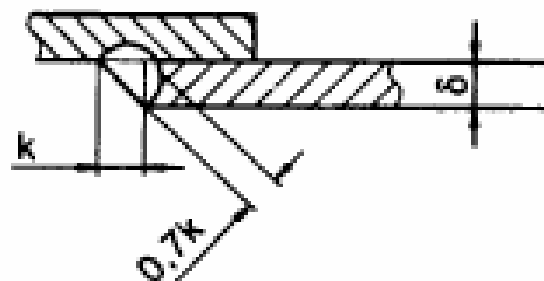
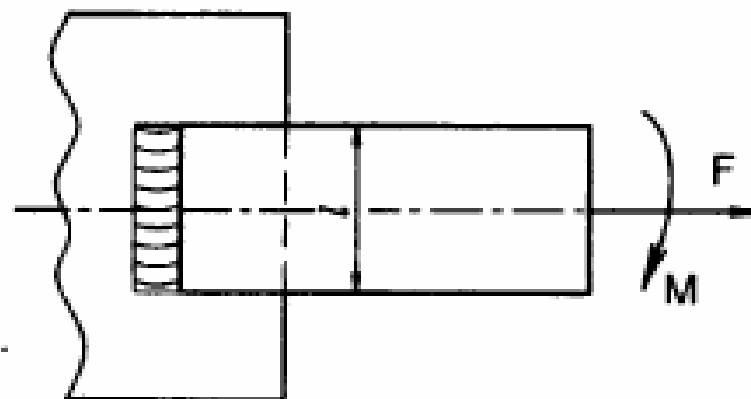
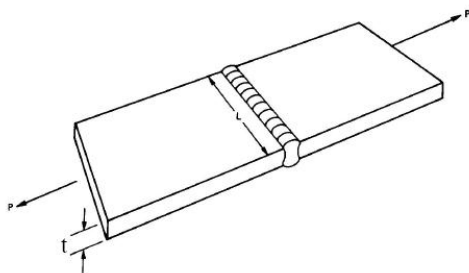
2.2.3 Mối hàn giáp mối

Mối hàn chịu lực F

Xem như là 1 chi tiết nguyên, nhưng do ảnh hưởng của nhiệt độ nên vùng lân cận mối hàn cơ tính bị giảm do đó ta sử dụng ứng suất tiếp cho phép $[\sigma']$

Ứng suất pháp

$$\sigma_k = \frac{F}{\delta l} \leq [\sigma'_k]$$

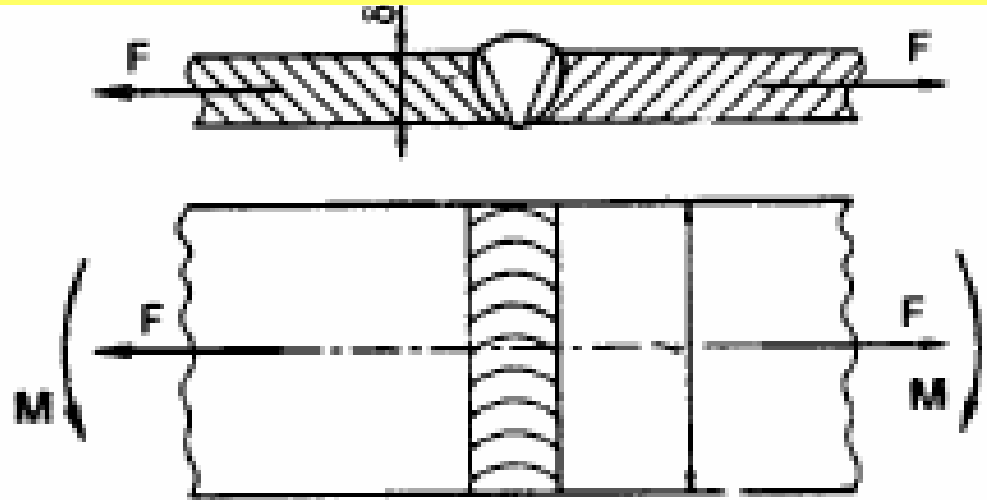


Mối hàn chịu mômen M

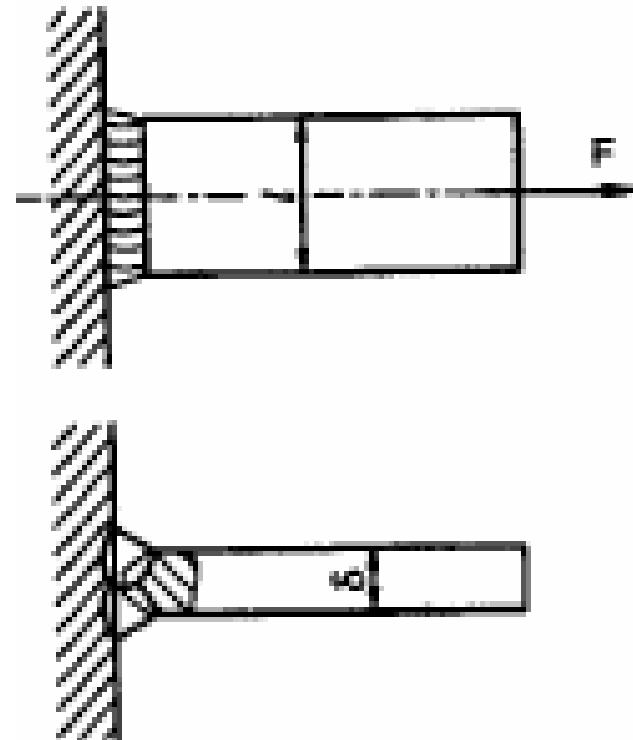
$$\sigma_F = \frac{6M}{\delta l^2} \leq [\sigma'_k]$$

Mối hàn chịu lực F và mômen M

$$\sigma = \frac{F}{\delta l} + \frac{6M}{\delta l^2} \leq [\sigma'_k]$$

**2.2.5 Mối hàn chữ T****Mối hàn chịu lực F**

$$\sigma_k = \frac{F}{\delta l} \leq [\sigma'_k]$$

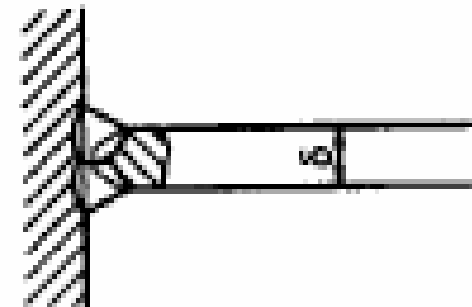
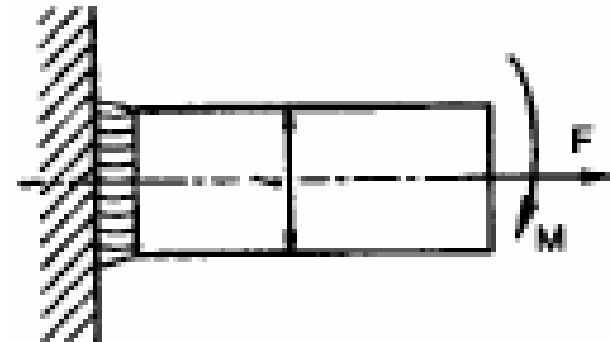
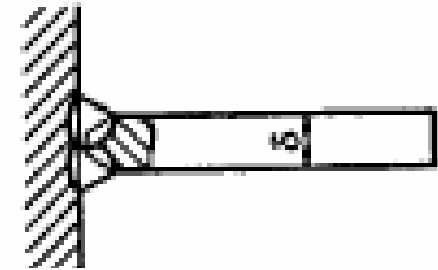
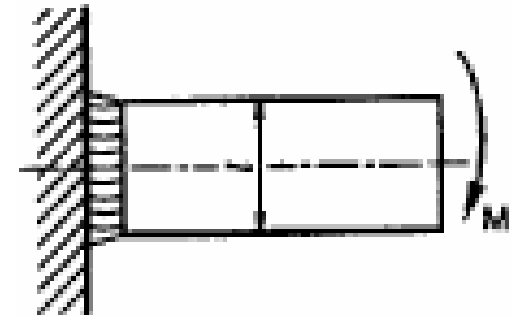


Mối hàn chịu mômen M

$$\sigma_F = \frac{6M}{\delta l^2} \leq [\sigma'_k]$$

Mối hàn chịu lực F và mômen M

$$\sigma = \frac{F}{\delta l} + \frac{6M}{\delta l^2} \leq [\sigma'_k]$$



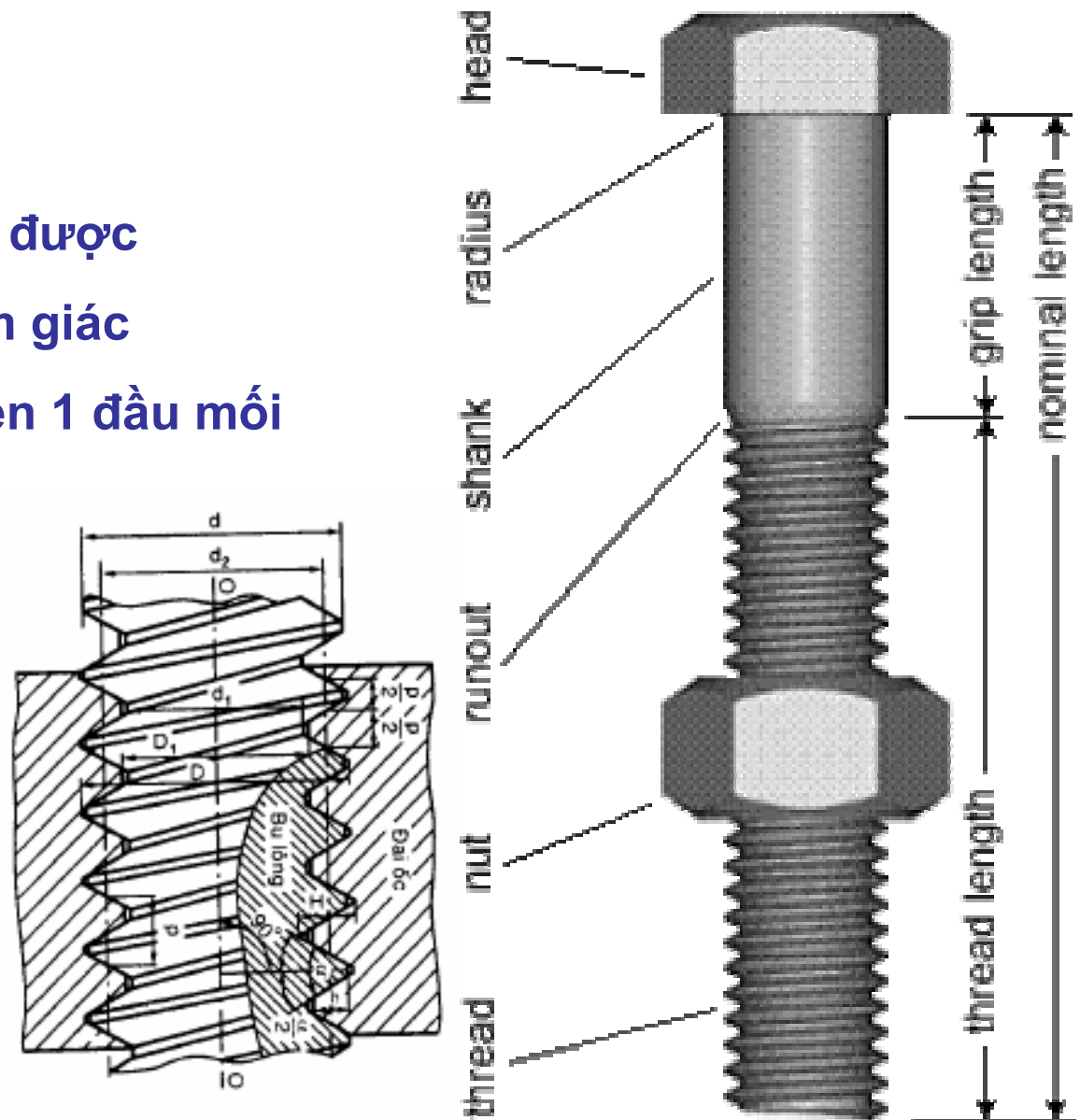
6. Mối ghép ren

6.1 Khái niệm

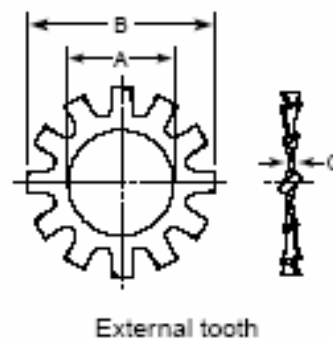
- Là mối ghép có thể tháo được
- Thông thường là ren tam giác
- Ren kẹp chặt sử dụng ren 1 đầu mối

Đặc điểm

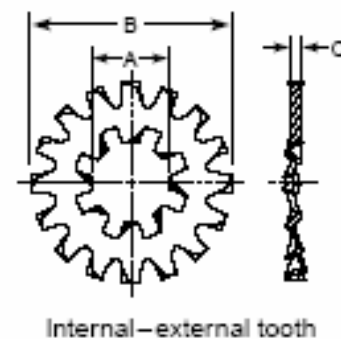
- Cấu tạo đơn giản
- Sức bền cao
- Dễ tháo lắp
- Giá thành thấp do được sản xuất hàng loạt
- Sức bền mối kém



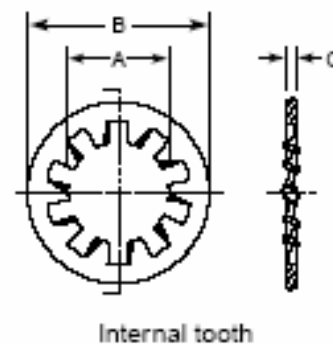
Các biện pháp phòng lỏng



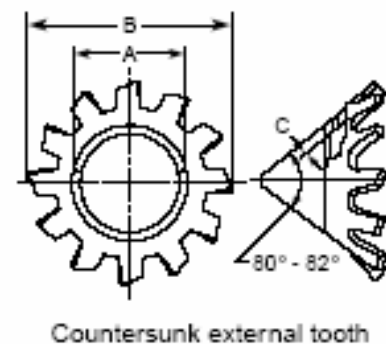
External tooth



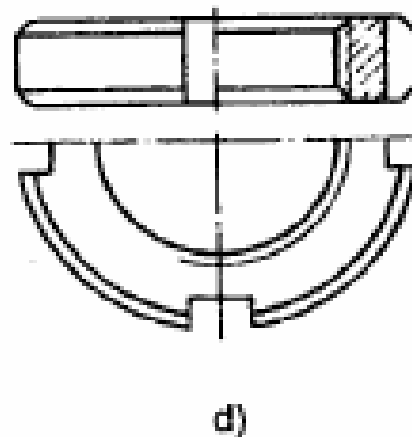
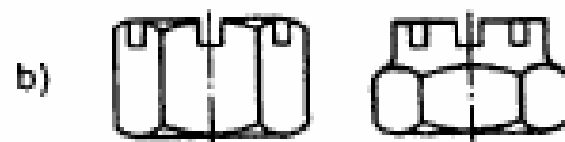
Internal-external tooth

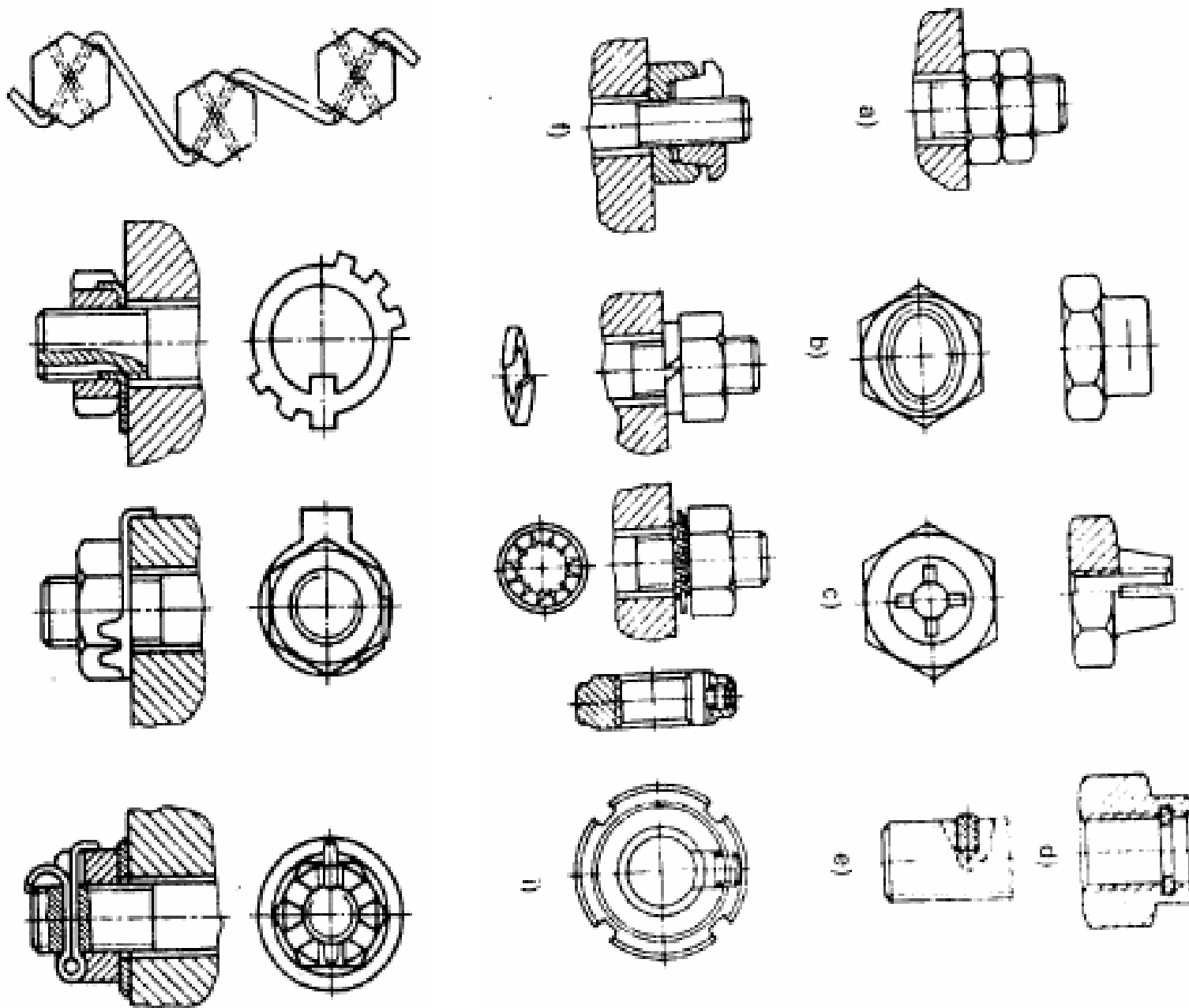


Internal tooth



Countersunk external tooth





6.2 Thông số hình học

- Đường kính đỉnh ren d (tiêu chuẩn bảng 17.2 trang 562)

- Đường kính chân ren d_1 (bảng 17.7 trang 581)

- Đường kính trung bình d_2 (bảng 17.7 trang 581) $d_2 = \frac{d + d_1}{2}$

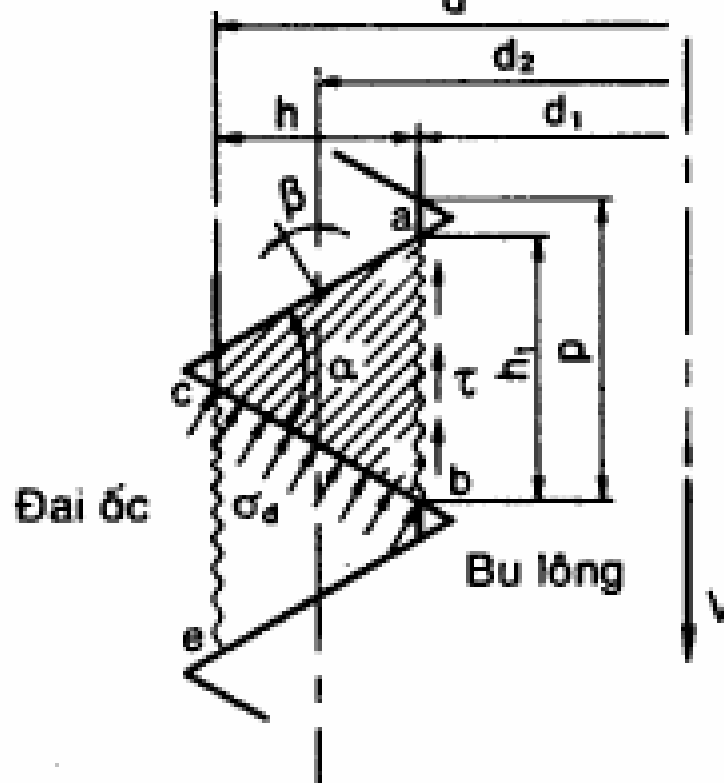
- Bước ren p (bảng 17.2 trang 562)

- Số mối ren Z_1 (ren kẹp chặt $Z_1 = 1$)

- Bước xoắn ốc $p_z = Z_1 p$

- Góc nâng ren $\tan \gamma = \frac{p_z}{\pi d_2}$

- Các thông số như đường kính đầu bu lông, chiều cao đầu bu lông, chiều cao đai ốc đã được tiêu chuẩn qui định theo quan điểm sức bền đều



6.3 Vật liệu và ứng suất cho phép

6.3.1 Vật liệu

- Vật liệu chế tạo bu lông là thép carbon thường, thép carbon chất lượng tốt hay thép hợp kim > tiêu chuẩn qui định cấp bền (Grade) như bảng sau.

σ_b
↓
 σ_{ch}
↓

TABLE 18-3 Metric grades of steels for bolts

Grade	Bolt size	Tensile strength (MPa)	Yield strength (MPa)
4.6	M5–M36	400	240
4.8	M1.6–M16	420	340 ^a
5.8	M5–M24	520	415 ^a
8.8	M17–M36	830	660
9.8	M1.6–M16	900	720 ^a
10.9	M6–M36	1 040	940
12.9	M1.6–M36	1 220	1 100

6.3.2 Ứng suất cho phép

- Ứng suất kéo $[\sigma_k] = \frac{\sigma_{ch}}{[s]}$
- $[s]$: hệ số an toàn
 - 1.5 ~ 4 : thép carbon tải trọng tĩnh
 - 2.5 ~ 5 : thép hợp kim tải trọng tĩnh
 - 6.5 ~ 10: thép carbon tải trọng thay đổi
 - 5 ~ 7.5 : thép hợp kim tải trọng thay đổi
- Ứng suất tiếp
 - $[\tau] = 0.4\sigma_{ch}$ tải trọng tĩnh
 - $[\tau] = (0.2 \div 0.3)\sigma_{ch}$ tải trọng thay đổi
- Ứng suất dập
 - $[\sigma_d] = 0.8\sigma_{ch}$ đối với thép
 - $[\sigma_d] = (0.4 \div 0.5)\sigma_b$ đối với gang

6.4 Lý thuyết khớp vít

Mômen ma sát trên bề mặt ren

$$T_r = \frac{V d_2 \tan(\gamma + \rho')}{2} \quad (Nmm)$$

V: lực xiết (N)

ρ' : góc ma sát tương đương $\rho' = \arctan f'$

Đối với ren kẹp chặt $f' = 1.15 f$

6.5 Tính mối ghép bu lông đơn

6.5.1 Mối ghép lỏng chịu lực dọc trục

Dạng hỏng: kéo đứt ở chân ren

Chỉ tiêu tính: $\sigma_k \leq [\sigma_k]$

Công thức tính:

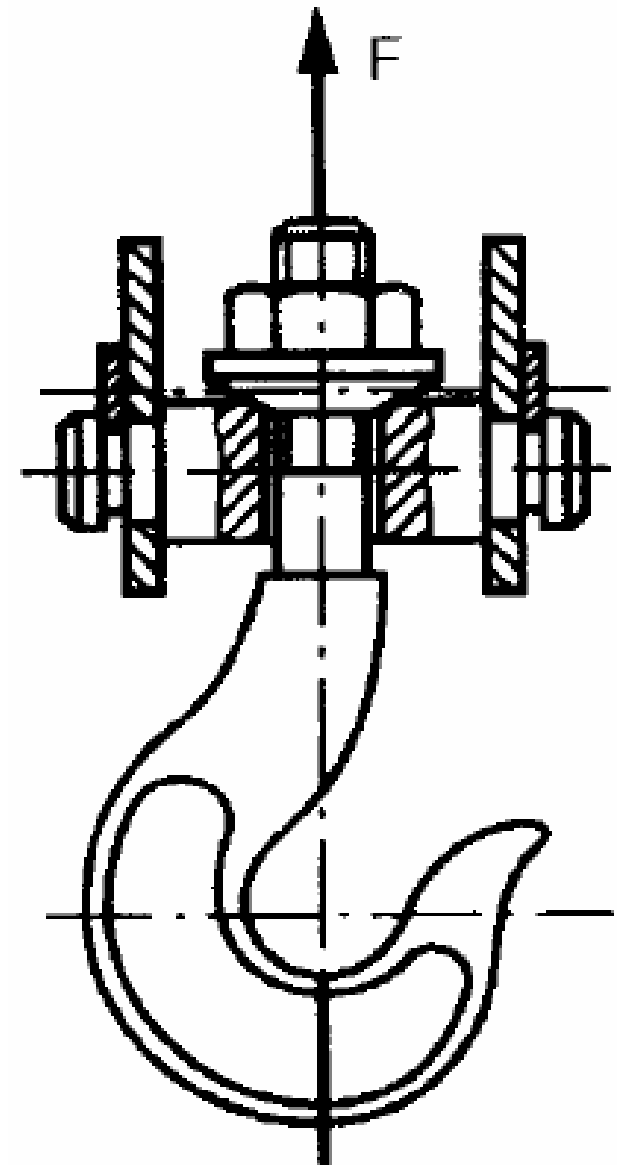
Ứng suất kéo

$$\sigma_k = \frac{F}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \leq [\sigma_k]$$

Đường kính chân ren

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

Tra bảng 17.7 và 17.2 để tìm bu lông tiêu chuẩn



Bảng 17.2 Đường kính và bước ren hệ mét

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

Bảng 17.7 Kích các thước chủ yếu của ren hệ mét

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	2,205	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

6.5.2 Mối ghép chặt, không chịu lực dọc trục

Dạng hỏng: phá huỷ ở chân ren

Chỉ tiêu tính: $\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_k^2 + 3\tau_x^2} \leq [\sigma_k]$

Công thức tính:

Ứng suất kéo

$$\sigma_k = \frac{F}{\frac{\pi d_1^2}{4}}$$

Mômen ma sát trên bề mặt ren

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

Ứng suất tiếp

$$\tau_x = \frac{T_r}{W_0} = \frac{T_r}{\frac{\pi d_1^3}{16}} = \frac{8V d_2 \tan(\gamma + \rho')}{\pi d_1^3}$$

Thay vào ứng suất tương đương

$$\sigma_{td} \approx 1.3\sigma_k$$

Đường kính chân ren

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times F}{\pi [\sigma_k]}}$$

Tra bảng để tìm bu lông tiêu chuẩn

6.5.3 Mối ghép chịu lực ngang

A. Trường hợp lắp có khe hở

Dạng hỏng: tấm ghép bị trượt và phá huỷ ở chân ren

Chỉ tiêu tính: để tránh trượt $F_{ms} \geq F$

để tránh phá huỷ chân ren $\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_k^2 + 3\tau_x^2} \leq [\sigma_k]$

Công thức tính: lực ma sát $F_{ms} = V f i \geq F$ i : số bề mặt ghép

Lực xiết V để tránh trượt

$$V = \frac{kF}{if} \quad k: \text{hệ số an toàn}$$

Đường kính trục để tránh phá huỷ chân ren

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times V}{\pi [\sigma_k]}}$$

Tra bảng 17.7 và 17.2 để tìm bu lông tiêu chuẩn

B. Trường hợp lắp không khe hở

Dạng hỏng: thân bu lông bị cắt và dập

Chỉ tiêu tính: $\tau_c \leq [\tau_c]$ $\sigma_d \leq [\sigma_d]$ với $[\sigma_d]$ là giá trị bé của 2 bề mặt tx

Công thức tính:

Ứng suất cắt

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

Đường kính thân bu lông theo ứng suất cắt

$$d_0 \geq \sqrt{\frac{4F}{i\pi[\tau_c]}}$$

Ứng suất dập đối với tấm 2 Đường kính thân bu lông theo σ_d tấm 2

$$\sigma_d = \frac{F}{h_2 d_0} \leq [\sigma_d]$$

$$d_0 \geq \frac{F}{h_2[\sigma_d]}$$

Ứng suất dập tấm 1 và 3

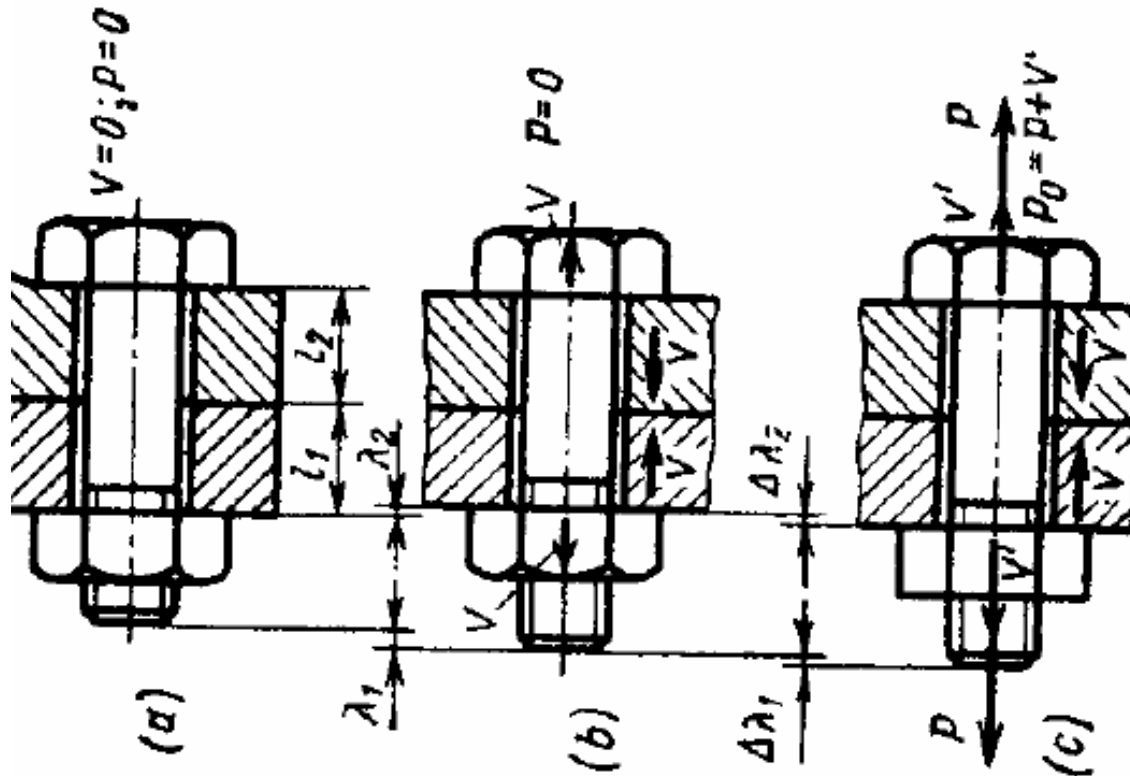
Đường kính theo σ_d tấm 1 và 3

$$\sigma_d = \frac{F}{(h_1 + h_3)d_0} \leq [\sigma_d]$$

$$d_0 \geq \frac{F}{(h_1 + h_3)[\sigma_d]}$$

Chọn d_0 lớn nhất và tra bảng tìm bu lông tiêu chuẩn

6.5.4 Mối ghép được xiết chặt, chịu lực dọc trục



Độ mềm của tấm ghép

$$\lambda_m = \frac{L_m}{E_m A_m}$$

Độ mềm của bu lông

$$\lambda_b = \frac{L_b}{E_b A_b}$$

Hệ số ngoại lực

$$\chi = \frac{\lambda_m}{\lambda_m + \lambda_b}$$

thông thường $\chi = (0.2 \div 0.3)$

Dạng hỏng: tấm ghép bị tách hờ, thân bu lông bị phá huỷ ở chân ren

Chỉ tiêu tính: để tránh tách hờ $V' \geq 0$

để tránh phá huỷ ở chân ren $\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_k^2 + 3\tau_x^2} \leq [\sigma_k]$

Công thức tính:

Lực tác động lên tấm ghép sau khi xiết chặt và chịu lực dọc trục

$$V' = V - (1 - \chi)F \geq 0$$

Lực xiết V để tránh tách hờ

$$V \geq (1 - \chi)F$$

hoặc

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

Lực dọc trục tác động lên bu lông

$$F_b = V + \chi F$$

Đường kính bu lông (xiết chặt rồi chịu lực) $d_1 \geq \sqrt{\frac{4(1.3V + \chi F)}{\pi[\sigma_k]}}$

Đường kính bu lông (xiết chặt và chịu lực đồng thời)

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times 1.3(V + \chi F)}{\pi[\sigma_k]}}$$

Tra bảng tìm bu lông tiêu chuẩn

6.6 Tính mỗi ghép nhóm bu lông

Nguyên tắc tính toán

- Phân tích lực tác động về từng bu lông
- Tính như mỗi ghép bu lông đơn cho bu lông chịu lực lớn nhất
- Chọn các bu lông còn lại bằng bu lông chịu lực lớn nhất

6.6.1 Nhóm bu lông chịu lực ngang nằm trong mặt phẳng ghép và đi qua trọng tâm mỗi ghép

Giả thiết: lực tác động lên các bu lông bằng nhau

$$F_{F1} = F_{F2} = \dots = F_{Fi} = \frac{F}{Z}$$

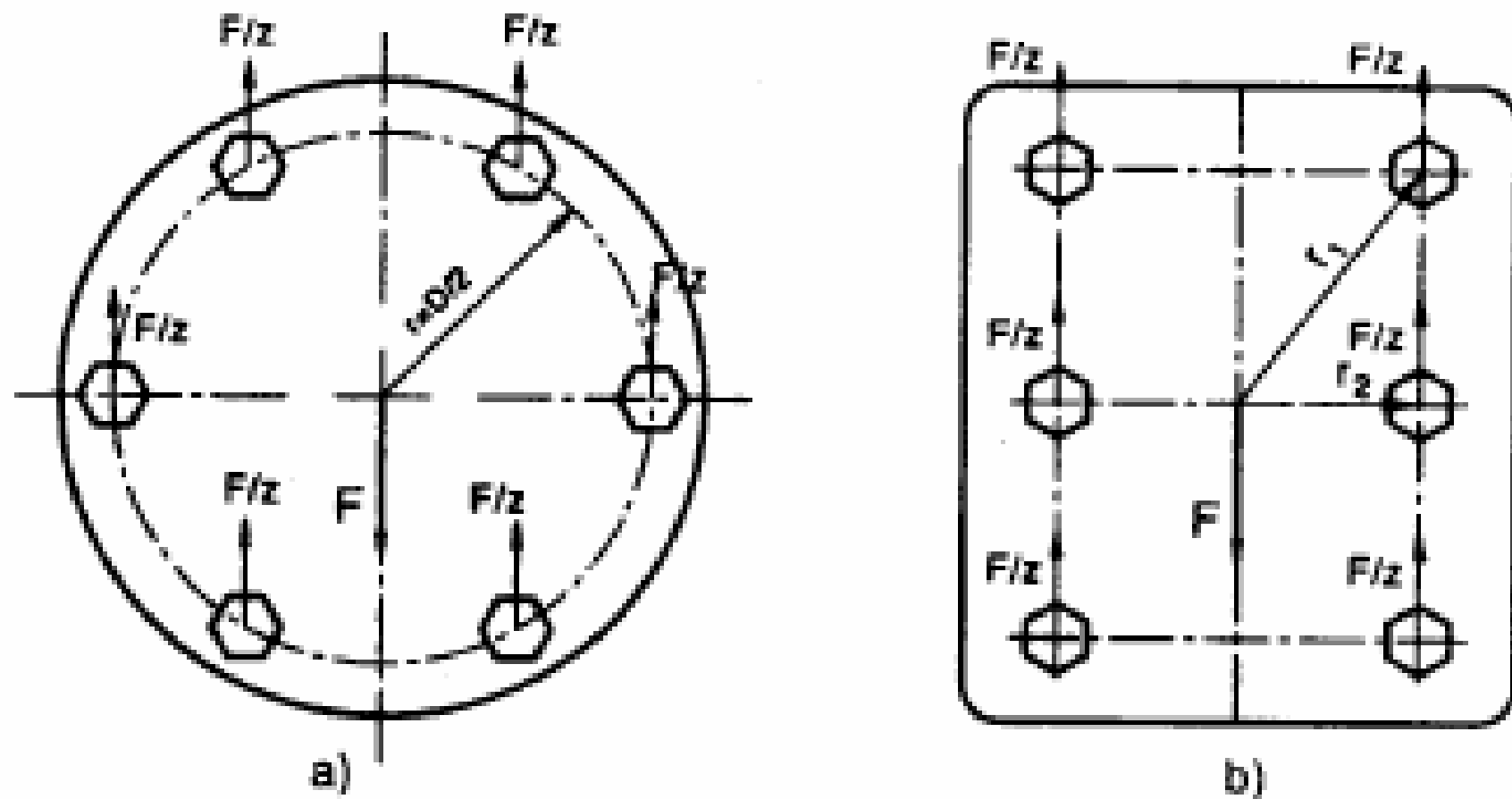
Tính như mỗi ghép bu lông đơn chịu lực ngang. Trường hợp có khe hở

Lực xiết V để tránh trượt **Đg kính bu lông tránh phá hủy chân ren**

$$V = \frac{k F_{Fi}}{i f} = \frac{k F}{i f Z}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times V}{\pi \times [\sigma_k]}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times k \times F}{\pi \times [\sigma_k] \times i \times f \times Z}}$$

Tra bảng chọn bu lông tiêu chuẩn



Hình 17.25 Tải trọng nằm trong bề mặt ghép và qua trọng tâm

6.6.2 Nhóm bu lông chịu mômen nằm trong mặt phẳng ghép

Giả thiết: lực tác động lên từng bu lông tỉ lệ thuận với khoảng cách từ tâm bu lông đến trọng tâm bề mặt ghép

$$\frac{F_{M1}}{r_1} = \frac{F_{M2}}{r_2} = \dots = \frac{F_{Mi}}{r_i} = \text{const}$$

Tổng mômen do các lực F_{Mi} quay quanh trọng tâm bề mặt ghép gây ra bằng mômen T tác động lên nhóm bu lông

$$T = \sum_{i=1}^n F_{Mi} r_i \quad \text{vì} \quad F_{Mi} = \frac{F_{M1} r_i}{r_1}$$

Nên $T = \frac{F_{M1}}{r_1} \sum_{i=1}^n r_i^2$ **Lực tác động lên bu lông 1** $F_{M1} = \frac{T \times r_1}{\sum_{i=1}^n r_i^2}$

Lực lớn nhất tác động lên bu lông ở xa trọng tâm mỗi ghép nhất

$$F_{M \max} = \frac{T \times r_{\max}}{\sum_{i=1}^n r_i^2}$$

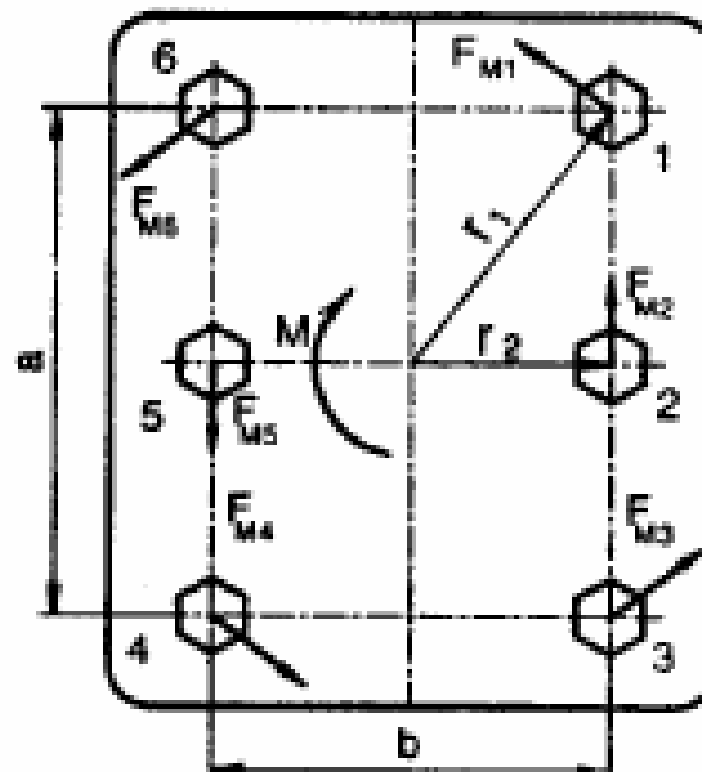
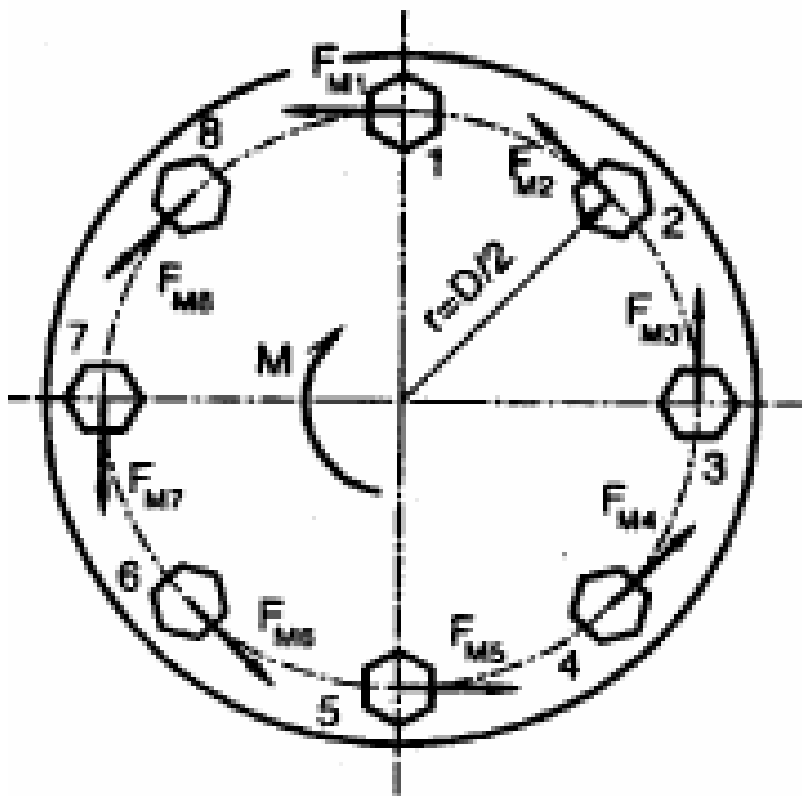
Tính như mối ghép bu lông đơn chịu lực ngang - Trường hợp có khe hở

Lực xiết V để tránh trượt Đg kính bu lông để tránh phá hủy chân ren

$$V = \frac{k F_{M \max}}{i f}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times V}{\pi \times [\sigma_k]}}$$

Tra bảng chọn bu lông tiêu chuẩn



6.6.3 Nhóm bu lông chịu lực nằm trong mặt phẳng ghép không đi qua trọng tâm bề mặt ghép

Dời lực F về trọng tâm bề mặt ghép. Xem như mỗi ghép chịu lực (mục 1) và mômen (mục 2) đồng thời. Theo luật cộng tác dụng ta cộng vectơ lực do 2 trường hợp riêng rẽ gây ra.

$$F_i = \sqrt{F_{Mi}^2 + F_{Fi}^2 + 2F_{Mi}F_{Fi} \cos \alpha_i}$$

Với α_i là góc nhọn hợp bởi 2 lực F_{Mi} và F_{Fi}

Tìm bu lông chịu lực lớn nhất và tính theo mỗi ghép bu lông đơn chịu lực ngang.

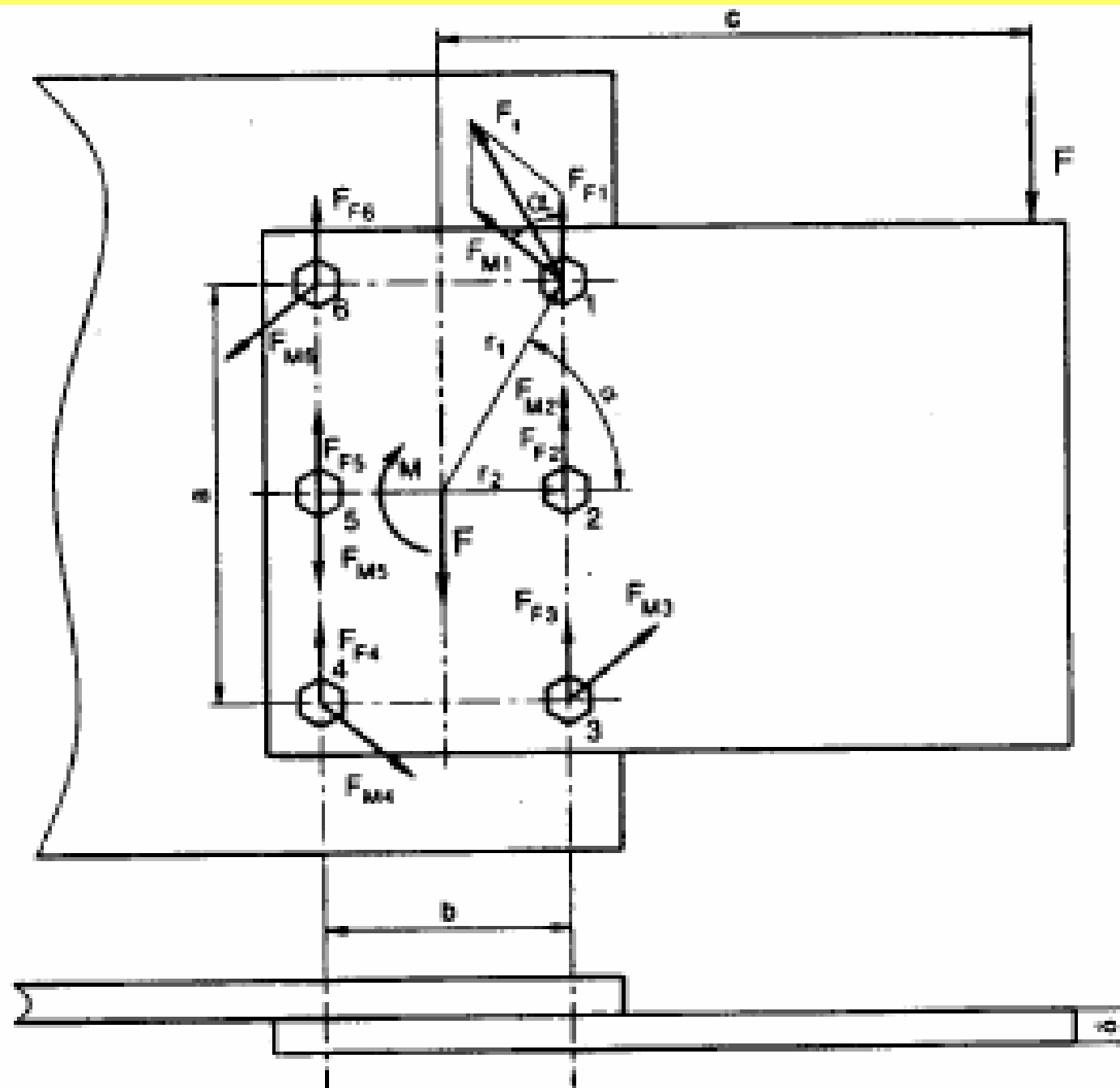
Trường hợp lắp có khe hở

Lực xiết V để tránh trượt **Đg kính bu lông để tránh phá huỷ chân ren**

$$V = \frac{k F_{i \max}}{i f}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times V}{\pi \times [\sigma_k]}}$$

Tra bảng chọn bu lông tiêu chuẩn



6.6.4 Mối ghép nhóm bu lông chịu lực bất kỳ

Dạng hỏng

- mối ghép bị tách hở
- mối ghép bị trượt
- bu lông bị phá huỷ ở chân ren

Chỉ tiêu tính

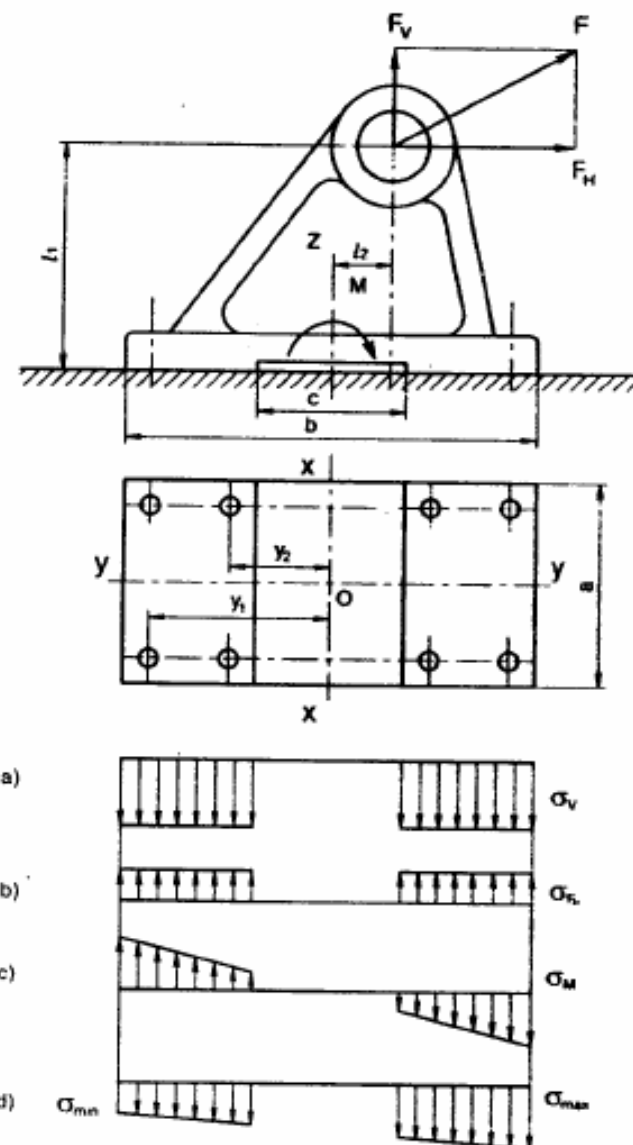
- tránh tách hở $\sigma_{\max} < 0$
- tránh trượt $F_{ms} > F_H$
- tránh phá huỷ bu lông

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_k^2 + 3\tau_x^2} \leq [\sigma_k]$$

Công thức tính

Ứng suất trên bề mặt tiếp xúc

$$\sigma_{\max}^{\min} = -\sigma_V + \sigma_{F_V} \pm \sigma_M = -\frac{ZV}{A} + \frac{(1-\chi)F_V}{A} \pm \frac{(1-\chi)M}{W_u}$$



Để tránh tách hở

$$\sigma_{\max} = -\frac{ZV}{A} + \frac{(1-\chi)F_V}{A} + \frac{(1-\chi)M}{W_u} < 0$$

Lực xiết V để tránh tách hở

$$V \geq \frac{(1-\chi)}{Z} \left(F_V + \frac{M A}{W_u} \right)$$

hoặc

$$V = \frac{k(1-\chi)}{Z} \left(F_V + \frac{M A}{W_u} \right)$$

Để tránh trượt

$$F_{ms} = f[ZV - (1-\chi)F_V] \geq F_H$$

Hoặc $F_{ms} = f[ZV - (1-\chi)F_V] = k.F_H$

Lực xiết V để tránh trượt

$$V = \frac{kF_H + f(1-\chi)F_V}{fZ}$$

Để tránh tách hở và tránh trượt chọn lực xiết V_{\max} trong cả 2 trường hợp trên

Lực tác động lên bu lông

Lực do mômen M tác động lên từng bu lông tỉ lệ thuận với khoảng cách từ tâm bu lông đến đường trung hoà

$$\frac{F_{M1}}{y_1} = \frac{F_{M2}}{y_2} = \dots = \frac{F_{Mi}}{y_i} \quad \text{vậy} \quad F_{Mi} = \frac{F_{M1} \times y_i}{y_1}$$

Tổng mômen do các lực F_{Mi} gây ra so với đường trung hoà bằng mômen tác động lên các bu lông

$$\chi M = \sum_{i=1}^n F_{Mi} y_i \quad \text{vậy} \quad \chi M = \frac{F_{M1}}{y_1} \sum_{i=1}^n y_i^2$$

Lực tác dụng lên bu lông số 1

$$F_{M1} = \frac{\chi M y_1}{\sum_{i=1}^n y_i^2}$$

Bu lông ở xa đường trung hoà nhất là bu lông chịu lực lớn nhất do M gây ra

$$F_{M \max} = \frac{\chi M y_{\max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2}$$

Lực lớn nhất tác động lên bu lông

$$F_{b \max} = V_{\max} + \frac{\chi F_V}{Z} + F_{M \max}$$

Đường kính bu lông khi xiết chặt rồi mới chịu lực

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times \left(1.3 \times V_{\max} + \frac{\chi F_V}{Z} + F_{M \max} \right)}{\pi \times [\sigma_k]}}$$

Đường kính bu lông khi xiết chặt đồng thời với chịu lực

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \left(V_{\max} + \frac{\chi F_V}{Z} + F_{M \max} \right)}{\pi \times [\sigma_k]}}$$

Tra bảng chọn bu lông tiêu chuẩn