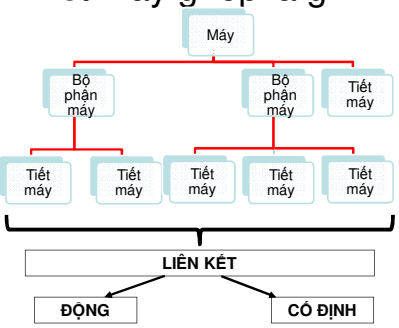
ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN CƠ KHÍ
BỘ MÔN CƠ SỞ THIẾT KẾ MÁY VÀ ROBOT
thietkemay.edu.vn

BÀI GIẢNG HỌC PHẦN ME3090 CHI TIẾT MÁY

Chương 2. Tiết máy ghép

TS. Phạm Minh Hải

Tiết máy ghép là gì?



Xác định theo sơ đồ động học của máy hay bộ phận máy

Chế tạo, lắp ráp, vận chuyển, …

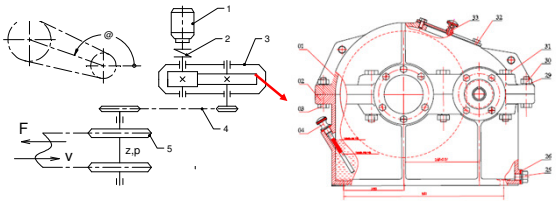
Tiết máy ghép là gì?

LIÊN KẾT

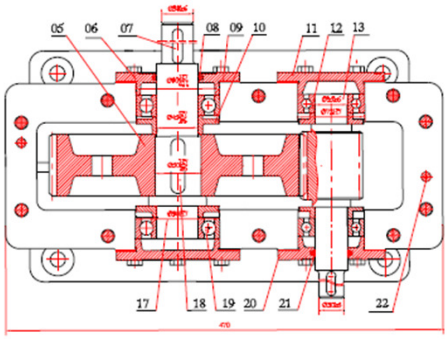
- ĐỘNG: Xác định theo sơ đồ động học của máy hay bộ phận máy
  - Cặp bánh răng ăn khớp
  - Ổ trục
  - Bản lề
  - …
- CỐ ĐỊNH: Chế tạo, lắp ráp, vận chuyển, …
  - Ghép bằng ren
  - Ghép bằng then
  - Ghép bằng hàn
  - Ghép bằng độ
  - Ghép bằng đinh tán

Khái niệm chung

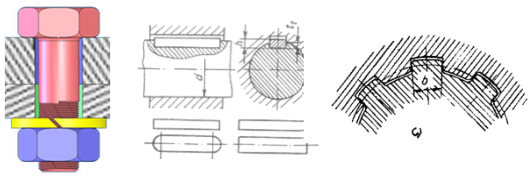
Ví dụ: Hệ dẫn động xích tải



Hộp giảm tốc



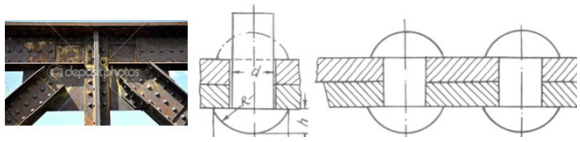
Mối ghép tháo được



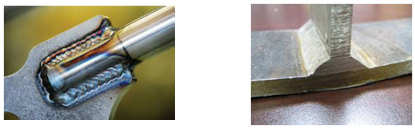
Mối ghép ren

Mối ghép then/then hoa

Mối ghép không tháo được



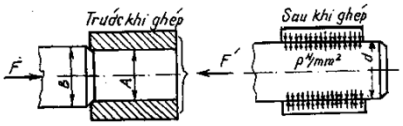
Mối ghép đinh tán



Mối ghép hàn

Ghép bằng độ dôi

Tháo được/không tháo được?



Khi tháo lắp mối ghép bằng độ dôi thì các bề mặt lắp ghép bị xước, mòn

→ không tháo được

Nội dung chính của bài giảng:

Mối ghép ren
Mối ghép hàn

Mối ghép then/then hoa (xem chương Trục)

Các phần tự đọc tham khảo:

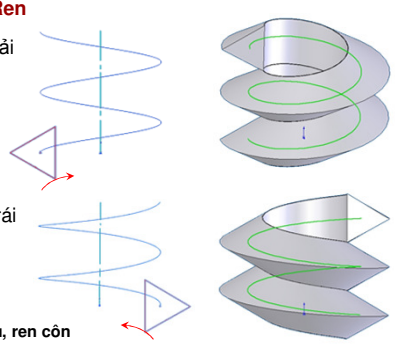
Mối ghép bằng đinh tán
Mối ghép bằng độ dôi

MỐI GHÉP REN

1.1. Ghép bằng ren

1.1.1. Ren

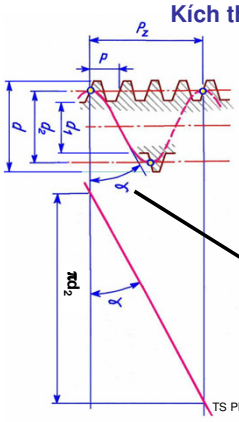
Ren phải



- Ren trái

*** Ren trụ, ren côn**

Kích thước ren



d_1 đường kính chân ren

d đường kính đỉnh ren

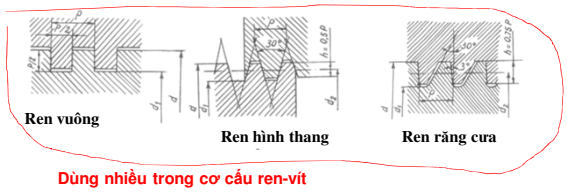
d_2 đường kính trung bình

P bước ren

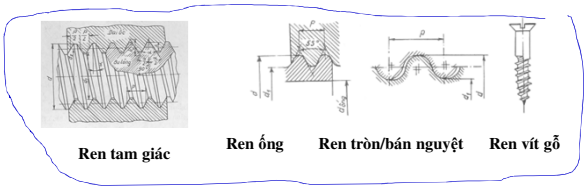
P_z bước xoắn vít

γ Góc nâng của ren

Các dạng tiết diện ren

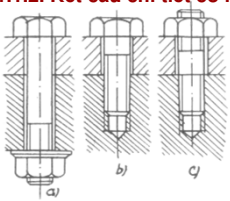


Dùng nhiều trong cơ cấu ren-vít



Dùng kẹp chặt

1.1.2. Kết cấu chi tiết có ren



a) Bu-lông
b) Vít
c) Vít cấy

1.1.3. Phòng lỏng mối ghép ren

CƠ TÍNH MỘT SỐ MÁC THÉP CHẾ TẠO TIẾT MÁY CÓ REN

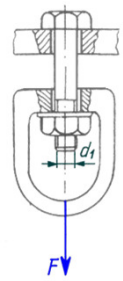
Cấp bền của bulông	σ_b, MPa		σ_{ch}, MPa	Mác thép	
	min	max		Bulông	Đai ốc
3.6	300	490	200	CT3 ; 10	CT3
4.6	400	550	240	20	CT3
5.6	500	700	300	20 ; 35	10
6.6	600	800	360	35 ; 45 ; 40Г	15
8.8	800	1000	640	35X ; 38XA	20 ; 35 ; 45
10.9	1000	1200	900	40Г2 ; 40X	35X ; 38XA

Chú thích : Cấp bền của bulông được biểu thị bằng hai số. Số đầu nhân với 100 cho trị số giới hạn bền nhỏ nhất tính bằng MPa, số thứ hai chia cho 10 biểu thị tỉ số giới hạn chảy với giới hạn bền σ_{ch}/σ_b

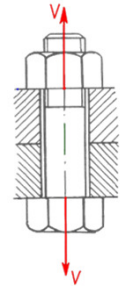
1.2. Tính mối ghép ren

1.2.1 Các bài toán điển hình

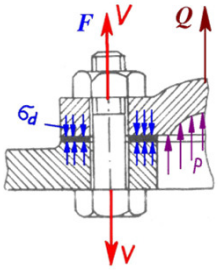
a)Bu lông chịu lực ngoài F, không chịu lực xiết



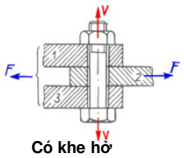
b) Bu lông chịu lực xiết v, Không chịu lực ngoài



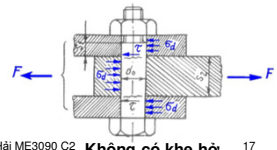
c) Bu lông chịu lực xiết v, và lực ngoài F



d)Bu lông chịu lực ngang

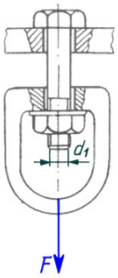


Có khe hở



Không có khe hở

1.2.2 Tính bu lông ghép lỏng chịu lực dọc trục



Yêu cầu: tránh đứt gãy tại tiết diện chân ren

Chỉ tiêu:

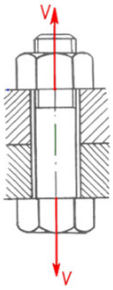
$$\sigma = \frac{F}{\pi \frac{d_1^2}{4}} \le [\sigma_k]$$

Công thức thiết kế:

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

1.2.3 Tính bu lông được xiết chặt không có ngoại lực tác dụng

Thân bu lông chịu lực phức tạp: kéo + xoắn



V là lực xiết cần thiết
M_r mômen ma-sát trên ren

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

ρ' là góc ma-sát tương đương (thay thế)

$$\tan(\rho') = f'$$

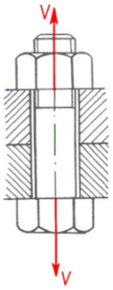
f' là hệ số ma-sát tương đương (thay thế)

$$\sigma = \frac{V}{\pi \frac{d_1^2}{4}} \qquad \tau = \frac{M_r}{\pi \frac{d_1^3}{16}}$$

Tính theo thuyết bền thứ tư

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

1.2.3 Tính bu lông được xiết chặt không có ngoại lực tác dụng



Bu lông tiêu chuẩn:

$d_2 = 1{,}1 d_1$
$\gamma = 2^o3'$
$f' = 0{,}2$

$\sigma_{td} \cong 1.3\sigma$ (30% tăng do xoắn)

Chỉ tiêu:

$$\sigma_{td} \le [\sigma_k]$$

Công thức thiết kế:

$$d_1 \ge \sqrt{\frac{1,3.4F}{\pi[\sigma_k]}}$$

1.2.4 Tính bu lông được xiết chặt, chịu lực dọc (tiếp)

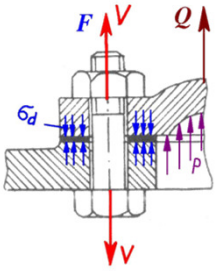
Yêu cầu: các tấm không tách hở

Lực xiết ban đầu V =?

Các giả thiết:

- Bu lông làm việc trong giới hạn đàn hồi
- Biến dạng phụ của bu-lông bằng tổng biến dạng của các chi tiết máy được ghép (đồng chuyển vị)

Điều kiện:
Khi có lực ngoài, trên bề mặt tiếp xúc giữa 2 tấm ghép vẫn còn áp suất



1.2.4 Tính bu lông được xiết chặt, chịu lực dọc (tiếp)

Trước khi chịu lực ngoài:
Độ dãn dài của bu lông và các tiết máy được ghép

$$\lambda_b = V\delta_b$$
$$\lambda_m = V\delta_m$$

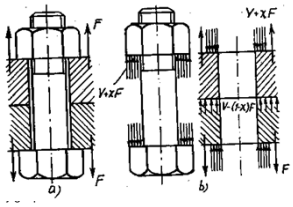
δ: độ mềm

$$\delta_b = \frac{1}{E_b A_b}$$

Biến dạng phụ do lực ngoài F: giả thiết (b)

$$\Delta\lambda = \chi F \delta_b = (1-\chi) F \delta_m$$

$$\rightarrow \chi = \frac{\delta_m}{\delta_b + \delta_m}$$



1.2.4 Tính bu lông được xiết chặt, chịu lực dọc (tiếp)

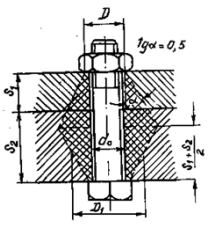
Cách tính độ mềm tấm ghép δ_m

Nguyên lý Saint-Venant -> δ_m được tính theo công thức gần đúng

$$\delta_m = \frac{s_1 + s_2}{E_m A_m}$$

$$A_m = \frac{\pi}{4}(D_1^2 - d_0^2)$$

$$D_1 = D + \frac{s_1 + s_2}{4}.$$



2.2.4 Tính bu lông được xiết chặt, chịu lực dọc (tiếp)

Lực t/d lên bu lông khi có lực ngoài:

$$F_b = V + \chi F$$

Lực t/d lên các tấm khi có lực ngoài:

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

Không hở -> V'>0

Lực xiết cần thiết

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

$k = 1.3 - 1.5$ (tt tĩnh) hoặc 1.5-4 (tt động)

Xét đến xoắn

2.2.4 Tính bu lông được xiết chặt, chịu lực dọc (tiếp)

Các công thức thường dùng
Tải trọng tĩnh

$\sigma = \frac{F_o}{\pi \frac{d_1^2}{4}} \leq [\sigma_k]$ **với** $F_o = 1.3V + \chi F$

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

1.2.4 Tính bu lông được xiết chặt, chịu lực dọc (tiếp)

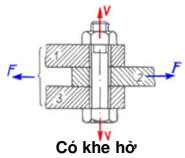
Tải trọng thay đổi: 0 đến F

Sau khi chọn bu lông theo độ bền tĩnh, kiểm tra hệ số an toàn S_a

$$S_a = \frac{\sigma_{-1}(1 - \sigma_m/\sigma_a)}{\sigma_a K_\sigma} \geq [S_a]$$

$K_\sigma = 3.5 - 5.5$ **là hệ số tập trung ứng suất ở chân ren**

2.2.5 Tính bu lông chịu lực ngang

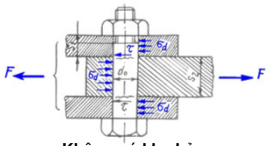


Có khe hở

Để không xảy ra trượt

$$F_{ms} = ifV \geq F;\ V = \frac{kF}{if}$$

Bu lông tính như bu lông lắp chặt không chịu lực ngoài



Không có khe hở

Tránh cắt thân bu lông và dập trên tấm

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

$$\sigma_d = \frac{F}{s d_o} \leq [\sigma_d]$$

1.3 Tính mối ghép bu lông nhóm

Z bu-lông chịu lực dọc, ngang Q

Nguyên tắc tính: tải trọng được coi là phân bố đều

Mỗi vị trí bu lông chịu tải là:

$$F = Q/Z$$

1.3 Tính mối ghép bu lông nhóm

Z bu-lông chịu lực dọc, ngang Q

Nguyên tắc tính: tải trọng được coi là phân bố đều

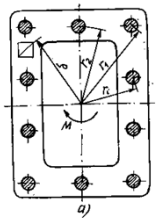
Mỗi vị trí bu lông chịu tải là:

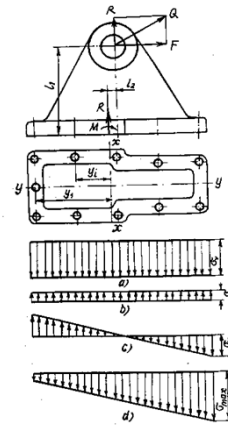
$$F = Q/Z$$

1.3 Tính mối ghép bu lông nhóm

Z bu-lông chịu momen M

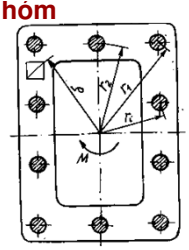
Nguyên tắc tính:
- **Biến dạng tỷ lệ thuận với khoảng cách đến trọng tâm của mối ghép**
- **Các bu lông có cùng kích thước**
- **Tính bu lông xa trọng tâm nhất (chịu lực lớn nhất)**





1.3 Tính môi ghép bu lông nhóm

Ví dụ:



a) Có khe hở → không trượt

$$V = kM/f\sum_i r_i.$$

b) Không khe hở → không cắt bu-lông xa trọng tâm mối ghép nhất

$$F_1/r_1 = F_2/r_2 = F_3/r_3$$ ← **Chuyển vị tuyến tính**

$$Z_1F_1r_1 + Z_2F_2r_2 + \ldots = M$$ ← **Cân bằng mô men**

$$\longrightarrow \quad F_1 = \frac{Mr_1}{Z_1r_1^2 + Z_2r_2^2 + \ldots} = \frac{Mr_1}{\sum Z_ir_i^2}.$$

2. MỐI GHÉP HÀN

2.1. Khái niệm chung

2.1.1 Phân loại

- Theo kết cấu :
- *Mối hàn giáp mối*
- *Mối hàn chồng*
- *Mối hàn góc*
- *Mối hàn tiếp xúc (hàn điểm)*

- Theo công dụng:
- *Mối hàn chắc*
- *Mối hàn kín*
- *Mối hàn chắc kín*

- Theo công nghệ:
- *Hàn hồ quang*
- *Hàn tiếp xúc*

2.1.2 Ưu, nhược điểm của mối ghép hàn

Ưu điểm:

tiết kiệm vật liệu 15-20% (đinh tán) 30-50% (đúc)

Nhược điểm:
- **chất lượng mối hàn phụ thuộc nhiều vào tay nghề của công nhân**
- **khó kiểm tra khuyết tật bên trong**

2.2. Kết cấu mối hàn và cách tính độ bền

2 bài toán thường gặp:

a) Tải trọng ngoài → tính chiều dài hàn cần thiết

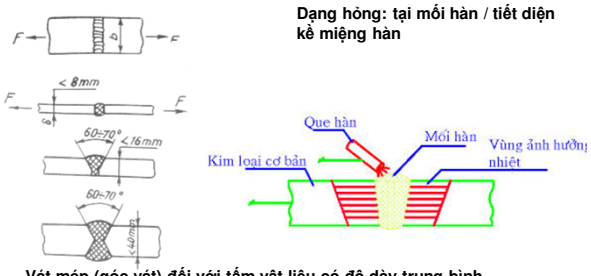
***Nguyên tắc*: xuất phát từ điều kiện về độ bền đều giữa chi tiết và mối hàn**

b) Cho trước kết cấu → kích thước mối hàn → kiểm nghiệm độ bền

2.2. Kết cấu mối hàn và cách tính độ bền

2.2.1. Mối hàn giáp mối

Dạng hỏng: tại mối hàn / tiết diện kề miệng hàn



Vát mép (góc vát) đối với tấm vật liệu có độ dày trung bình và lớn → mối hàn thấu

2.2.1. Mối hàn giáp mối chịu tải trong mặt phẳng các tấm ghép

Kéo (nén)
(g/t: tải trọng phân bố đều)

$$\sigma = F/bS \le [\sigma]'$$

Uốn

$$\sigma = 6M/b^2S \le [\sigma]'$$

Kéo (nén) + Uốn

$$\sigma = \frac{6M}{b^2S} \pm \frac{F}{bS}$$

b và S – chiều rộng và bề dày của tấm ghép,

$[\sigma]'$ – ứng suất kéo (hoặc nén) cho phép của mối ghép

ỨNG SUẤT CHO PHÉP CỦA MỐI HÀN THÉP KHI CHỊU TẢI TRỌNG TĨNH

Phương pháp hàn	Ứng suất cho phép của mối hàn		
	Kéo $[\sigma]'_k$	Nén $[\sigma]'_k$	Cắt $[\tau]'$
Hàn hồ quang, bằng tay, dùng que hàn Э42 và Э50. Hàn khí	$0,9[\sigma]_k$	$[\sigma]_k$	$0,6[\sigma]_k$
Hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc hàn ; hàn bằng tay, dùng que hàn Э42A và Э50A. Hàn tiếp xúc giáp mối	$[\sigma]_k$	$[\sigma]_k$	$0,65[\sigma]_k$
Hàn tiếp xúc điểm			$0,6[\sigma]_k$

$[\sigma]_k$ – ứng suất kéo cho phép của kim loại được hàn khi chịu tải trọng tĩnh. Hệ số an toàn của các kết cấu kim loại [s] ≈ 1,2 ÷ 1,8.

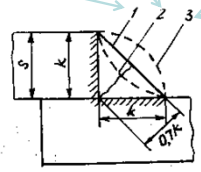
2.2.2. Mối hàn chồng

Tiết diện mối hàn

hàn bình thường

hàn lõm

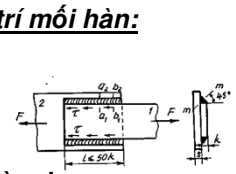
hàn lồi



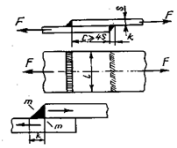
k: bề rộng của cạnh hàn

2.2.2. Mối hàn chồng

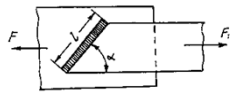
Vị trí mối hàn:



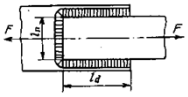
Hàn dọc



Hàn ngang



Hàn xiên



Hàn hỗn hợp

a) Mối hàn chồng chịu kéo (nén) chính tâm

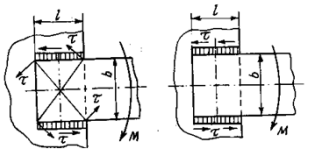
Phá hủy: cắt tại tiết diện phân giác

$$\tau = F/0,7kL \le [\tau]'$$

L: tổng chiều dài đường hàn
k: bề rộng cạnh hàn
F: lực kéo

b) Mối hàn chồng chịu mô-men

b1) Mối hàn "dọc"

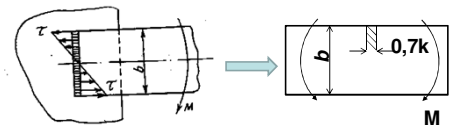


l<<b

$\tau = M/W_o$

$\tau = M/0,7klb \le [\tau]'$

b2) Mối hàn "ngang"

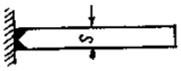


$$\tau = \frac{M}{W_u} = \frac{6M}{0.7kb^2}$$

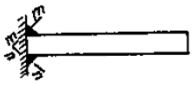
2.2.3. Mối hàn góc

➢ Kiểu chữ K

Tính như hàn giáp mối

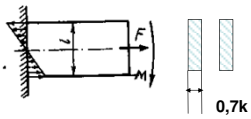


➢ Kiểu hàn chồng



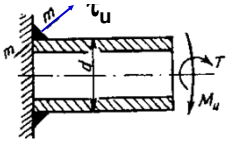
a) Tấm/thanh

$$\tau = \frac{M}{2.0,7kl^2/6} + \frac{F}{2.0,7kl} \le [\tau]'.$$

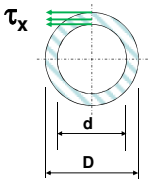


2.2.3. Môi hàn góc

a) Ống



D= d + 2.(0,7k)



❑ Xoắn

$\tau_x.A.d/2 = T$

$A \approx 0,7k\pi d.$

$\tau_x = 2T/0,7k.\pi.d^2$

❑ Uốn

$\tau_u = M_u/W_u$

$W_u \cong \frac{\pi}{4}d^2.0,7k$

$\tau_u = 4M_u/0,7k\pi d^2$

$\tau = \sqrt{\tau_x^2 + \tau_u^2} \le [\tau]'$