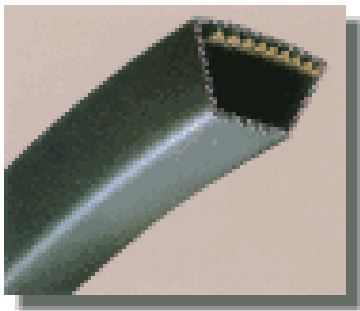


Chương 4

BỘ TRUYỀN ĐAI

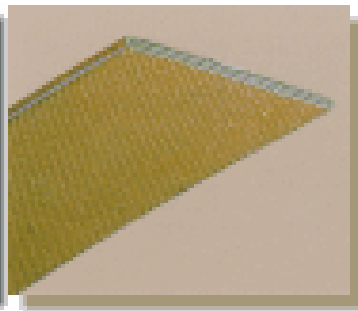
1. Khái niệm chung



Đai thang



Đai răng



Đai dẹt



Công dụng: bộ truyền đai truyền chuyển động và mômen xoắn giữa 2 trục khá xa nhau

Phân loại theo vật liệu chế tạo dây đai: Đai vải cao su, đai vải, đai da, đai len

Phân loại theo hình dáng mặt cắt dây đai: đai dẹt, đai thang, đai tròn, đai lược

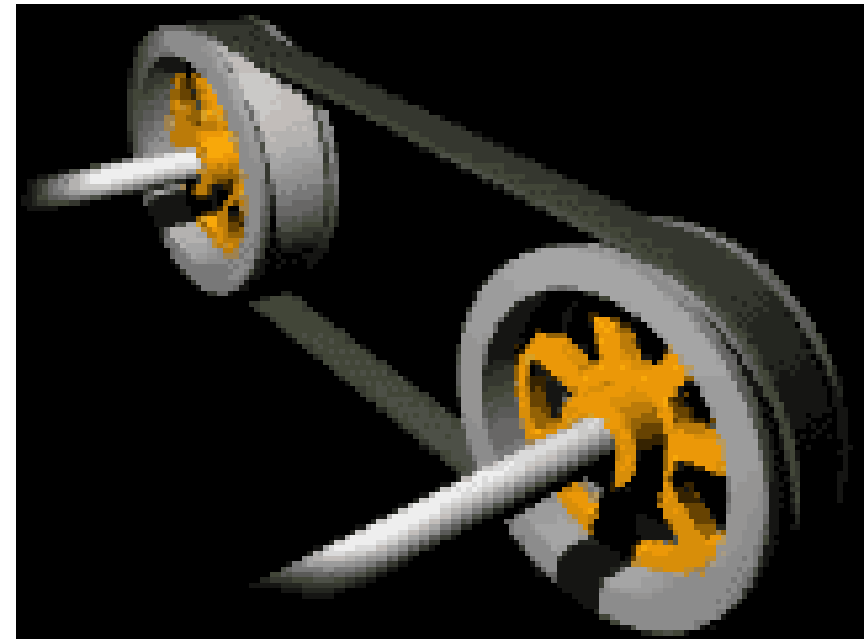
Phân loại theo nguyên lý làm việc: theo nguyên lý ma sát, theo nguyên lý ăn khớp (đai răng)

Ưu điểm:

- Truyền chuyển động cho 2 trục xa nhau ($<15\text{m}$)
- Truyền động êm nên phù hợp với vận tốc cao
- Có tính giảm chấn
- Có khả năng ngăn ngừa quá tải
- Kết cấu và vận hành đơn giản

Nhược điểm:

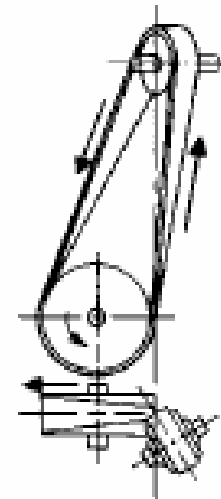
- Kích thước công kênh
- Tỷ số truyền không ổn định
- Lực tác động lên trục lớn
- Tuổi thọ thấp



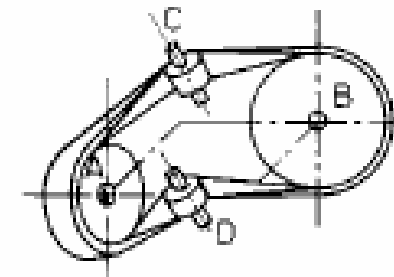
Ngày nay đai thang sử dụng phổ biến nhất do có hệ số ma sát qui đổi lớn

Các kiểu truyền động đai dẹt

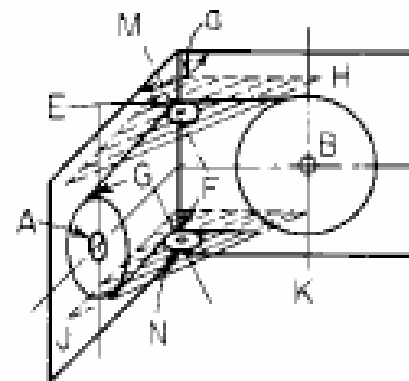
- Truyền động bình thường
- Truyền động chéo
- Truyền động nửa chéo
- Truyền động vuông góc



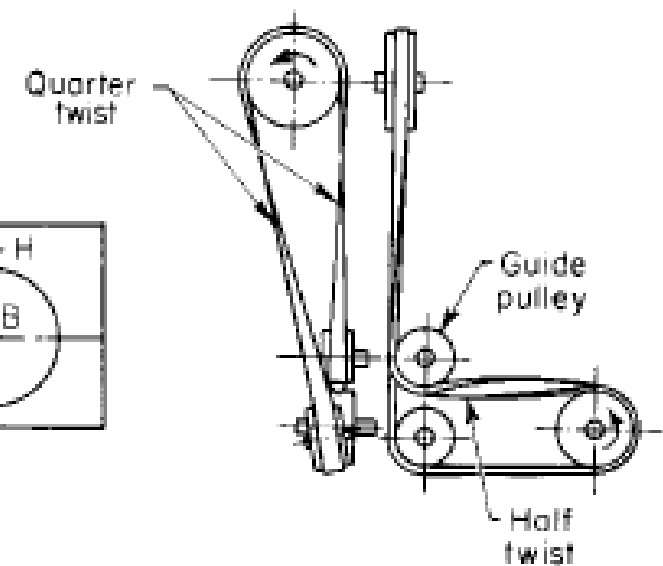
(a)



(b)



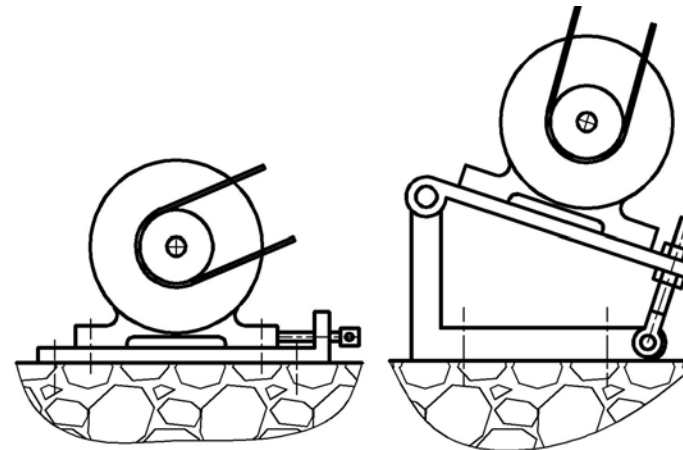
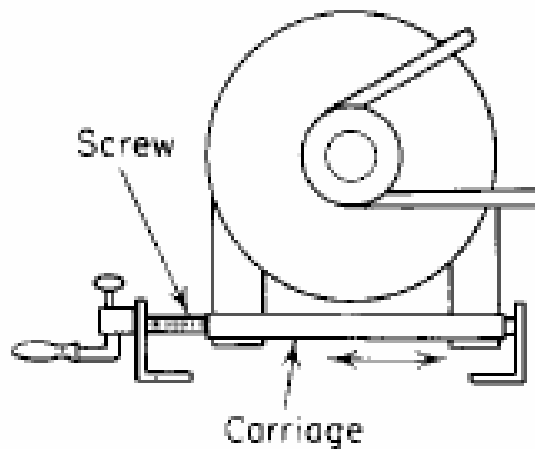
(c)



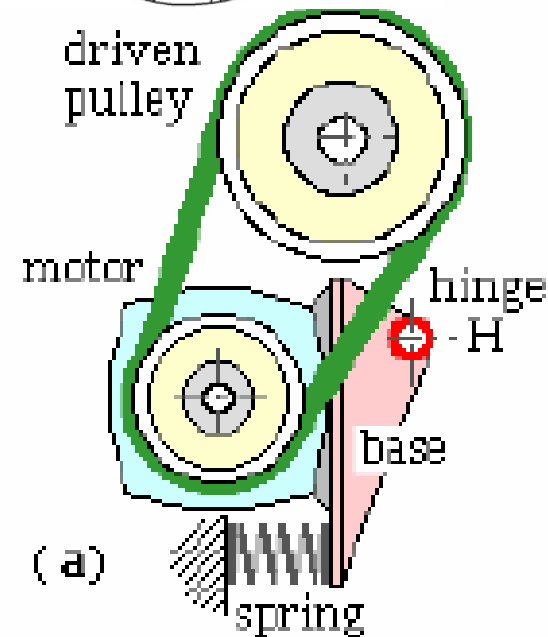
(d)

Các phương pháp căng đai

Định kỳ điều chỉnh lực căng: dùng vít căng đai



Tự động điều chỉnh lực căng: dùng lò xo



2. Vật liệu và kết cấu đai

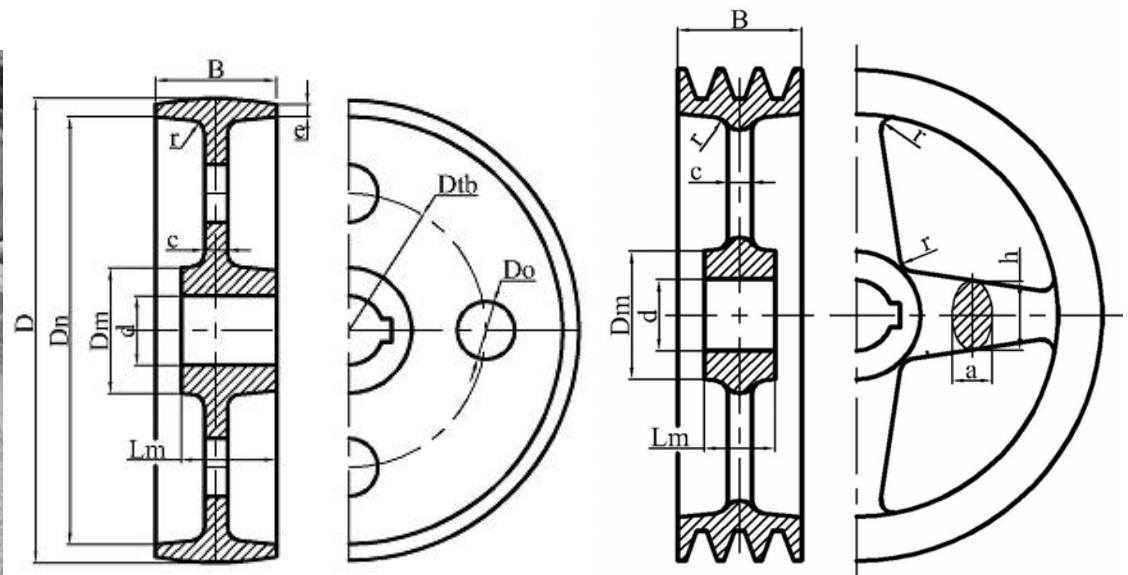
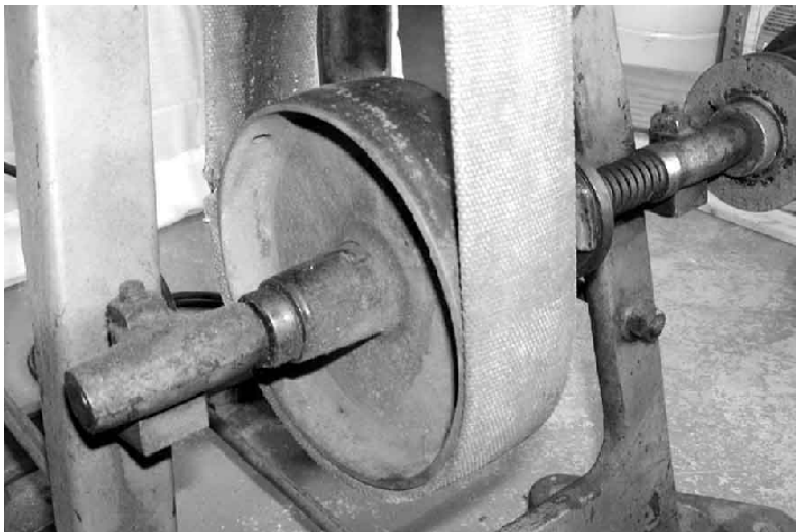
- Vật liệu:**

Đai dẹt: Vải cao su, vải, da, len (Bảng 4.1 trang 125)

Đai thang: vải cao su (Bảng 4.3 trang 128)

- Chiều dài dây đai L của đai thang theo tiêu chuẩn trang 128**

- Kết cấu bánh đai:**



Đai dẹt

Đai thang

Bảng 4.1 Kích thước đai vải cao su

Số lớp vải	Chiều dày đai		Đường kính bánh đai nhỏ nhất	
	Có miếng đệm	Không có đệm	$v = 30 \text{ m/s}$	$v = 5 \text{ m/s}$
3	4,5	3,75	160	80
4	6	5	224	112
5	7,5	6,25	280	160

Chiều rộng đai theo tiêu chuẩn: 20, 25, 30, 40, 50, 60, (65), 70, 75, 80, 100, (115), (120), 125, 150, (175), 200, 225, 250, (275), 300, 400, 450, (550), 600 và đến 2000 cách khoảng 100.

Bảng 4.3 Kích thước mặt cắt đai, chiều dài đai, đường kính bánh đai các loại đai thang

Dạng đai	Ký hiệu	b_p, mm	b_o, mm	h, mm	y_o, mm	A, mm^2	Chiều dài đai, (mm)	$T_1, \text{N.m}$	d_1, mm
Đai thang	Z	8,5	10	6	2,1	47	400 ÷ 2500	< 25	70 ÷ 140
	A	11	13	8	2,8	81	560 ÷ 4000	11 ÷ 70	100 ÷ 200
	B	14	17	10,5	4,0	138	800 ÷ 6300	40 ÷ 190	140 ÷ 280
	C	19	22	13,5	4,8	230	1800 ÷ 10600	110 ÷ 550	250 ÷ 400
	D	27	32	19	6,9	476	3150 ÷ 15000	450 ÷ 2000	320 ÷ 630
	E	32	38	23,5	8,3	692	4500 ÷ 18000	1100 ÷ 4500	500 ÷ 1000
Đai thang hẹp	SPZ	8,5	10	8	2	56	630 ÷ 3550	< 500	< 150
	SPA	11	13	10	2,8	93	800 ÷ 4500	90 ÷ 400	90 ÷ 400
	SPB	14	17	13	3,5	159	1250 ÷ 8000	300 ÷ 2000	300 ÷ 2000

3. Thông số hình học

Góc ôm trên bánh dẫn (rad)

$$\alpha_1 = \pi - \frac{d_2 - d_1}{a}$$

Góc ôm trên bánh dẫn (độ)

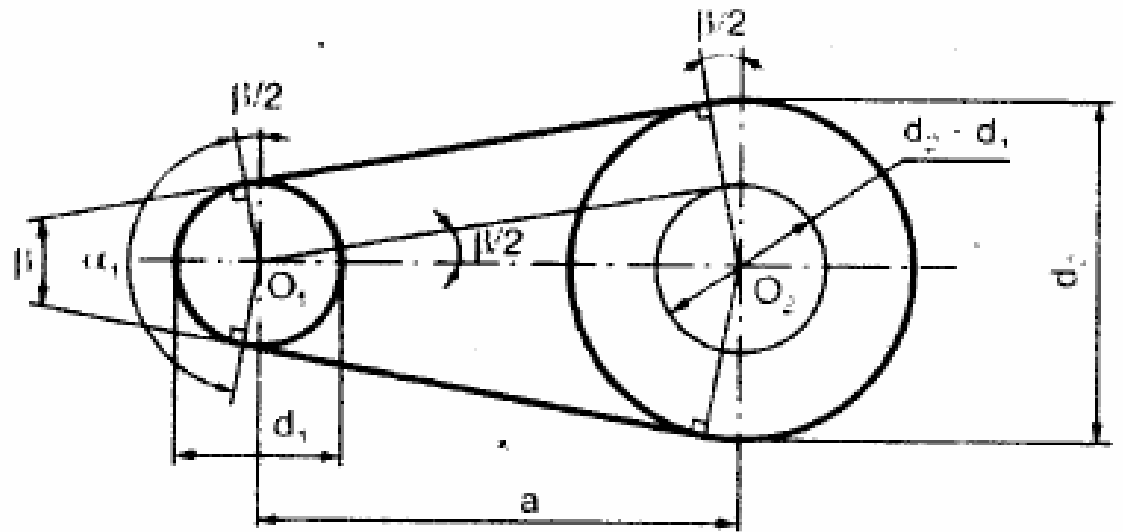
$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a}$$

Chiều dài dây đai L

$$L = 2a + \frac{\pi(d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$$

Khoảng cách trục a

$$a = \frac{\left(L - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} \right) + \sqrt{\left(L - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right)^2}}{4}$$



a - khoảng cách giữa hai trục; α_1 - góc ôm bánh đai nhỏ

Hình 4.10 Các thông số hình học bộ truyền đai

4. Vận tốc và tỉ số truyền

Vận tốc dài trên bánh dẫn

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{6.10^4}$$

Vận tốc dài trên bánh bị dẫn

$$v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{6.10^4}$$

Tỉ số truyền

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1(1-\xi)}$$

Nếu bỏ qua hiện tượng trượt

$$u = \frac{n_1}{n_2} \approx \frac{d_2}{d_1}$$

5. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

5.1 Lực

F_0 : lực căng ban đầu

$$F_0 = A \cdot \sigma_0$$

F_1 : lực trên nhánh căng

$$F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2}$$

F_2 : lực trên nhánh chùng

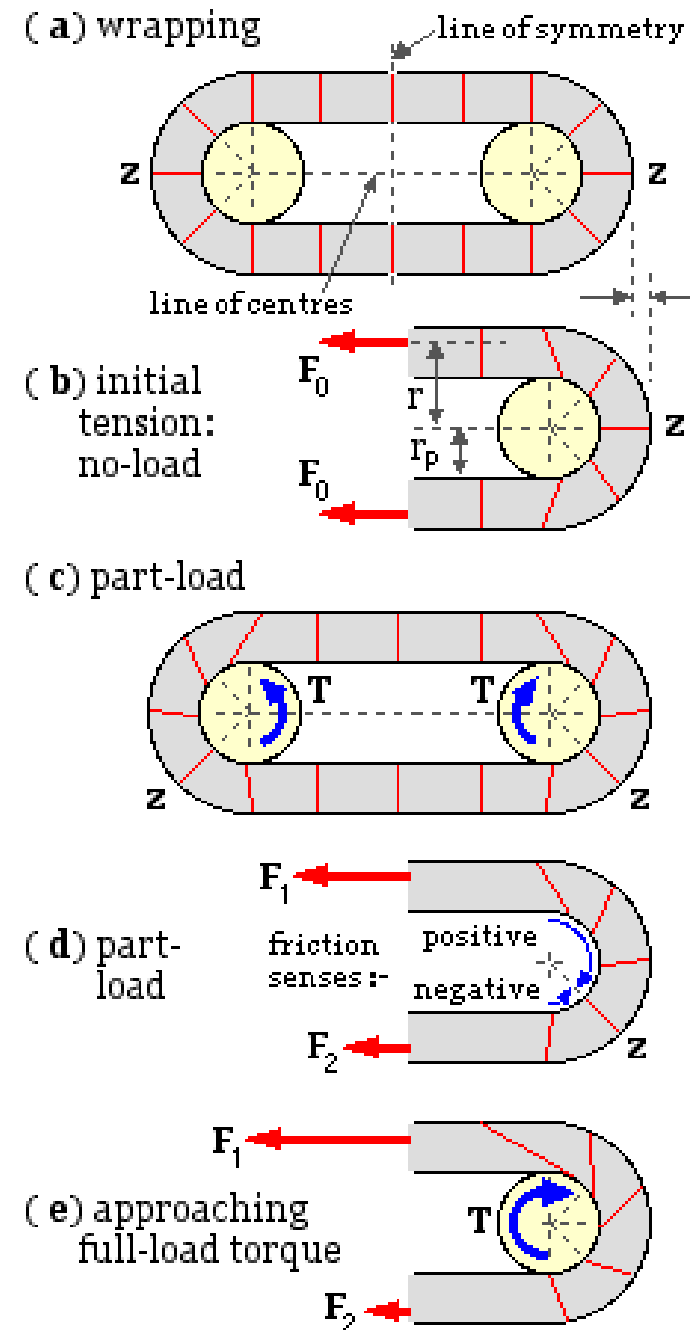
$$F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2}$$

F_t : lực vòng

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1}$$

F_v : lực căng phụ do lực quán tính ly tâm

$$F_v = q_m v^2$$



Công thức Euler

$$\frac{F_1 - F_v}{F_2 - F_v} = e^{f' \alpha}$$

Nếu bỏ qua lực căng phụ

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f' \alpha}$$

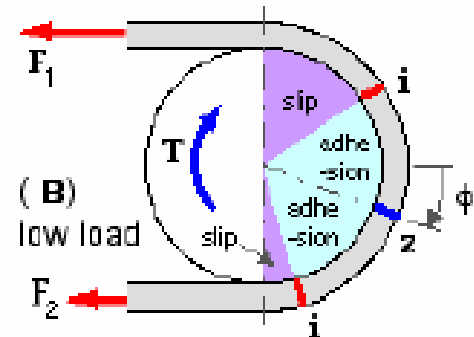
γ : góc chêm đai ($\approx 40^\circ$)

Điều kiện tránh trượt trơn $\alpha \leq \alpha_1$

Lực vòng

$$F_t = 2(F_0 - F_v) \frac{e^{f' \alpha} - 1}{e^{f' \alpha} + 1}$$

với α là góc trượt



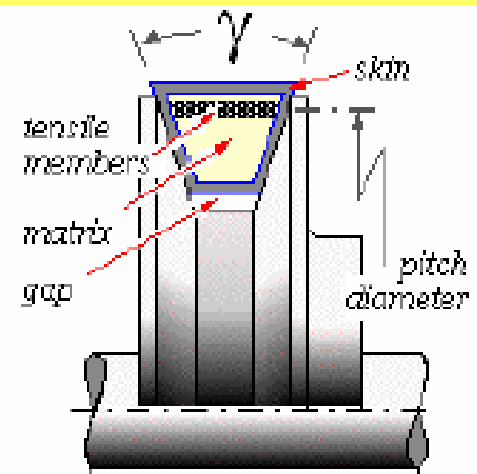
hệ số ma sát qui đổi

đai dẹt
 $f' = f$

đai thang
 $f' = \frac{f}{\sin \frac{\gamma}{2}}$

Lực căng đai

$$F_0 = \frac{F_t (e^{f' \alpha} + 1)}{2(e^{f' \alpha} - 1)} + F_v$$



5.2 Ứng suất

Ứng suất căng ban đầu

$$\sigma_0 = \frac{F_0}{A}$$

Ứng suất trên nhánh căng

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{A} = \frac{F_0 + \frac{F_t}{2}}{A} = \sigma_0 + \frac{\sigma_t}{2}$$

Ứng suất trên nhánh chùng

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{A} = \frac{F_0 - \frac{F_t}{2}}{A} = \sigma_0 - \frac{\sigma_t}{2}$$

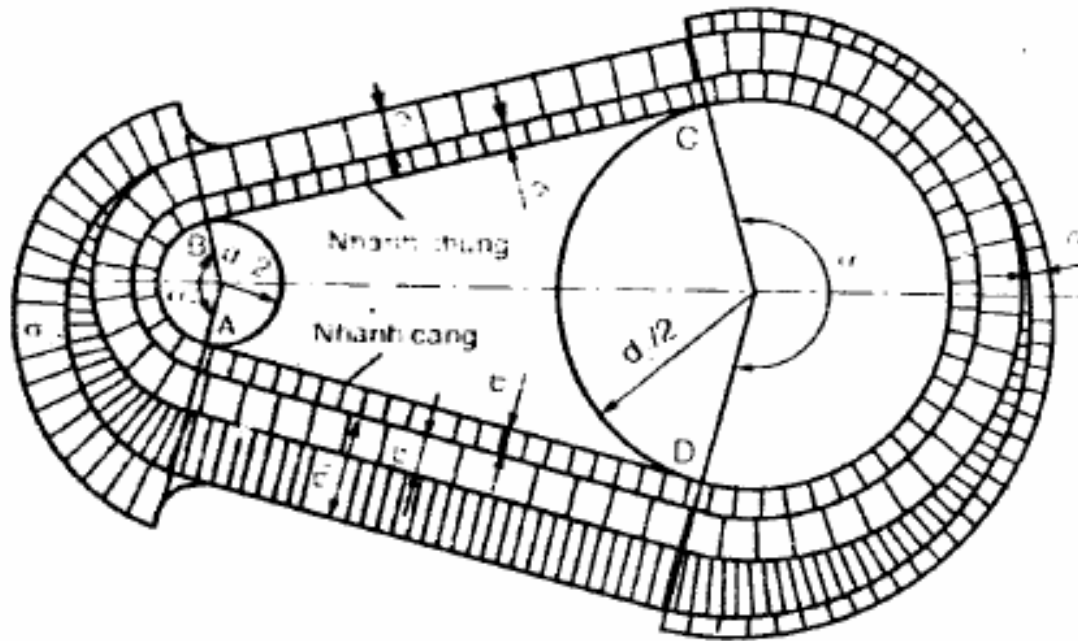
Ứng suất có ích

$$\sigma_t = \frac{F_t}{A}$$

Ứng suất căng phụ $\sigma_v = \frac{F_v}{A} = \rho v^2 \cdot 10^{-6}$

Ứng suất uốn $\sigma_F = \varepsilon E = \frac{\delta}{d} E$ vì $d_1 < d_2$ nên $\sigma_{F1} > \sigma_{F2}$

Biểu đồ ứng suất của dây đai



Hình 4.15 Biểu đồ ứng suất sinh ra trong đai

Nhận xét:

- Ứng suất trong dây đai thay đổi theo chu kỳ
- $\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_{F1} + \sigma_v$
- $\sigma_{\min} = \sigma_2 + \sigma_v$

5.3 Lực tác động lên trục

Lực tác động lên trục $F_r \approx 2F_0 \sin \frac{\alpha_1}{2}$

Trường hợp không có bộ phận căng đai $F_r \approx 3F_0 \sin \frac{\alpha_1}{2}$

6. Đường cong trượt và hiệu suất

6.1 Hiện tượng trượt

Các hiện tượng trượt trong bộ truyền đai

Trượt hình học: phụ thuộc hình dáng hình học mặt cắt dây đai. Đai dẹt không có trượt hình học, đai thang có trượt hình học. Vì giá trị bé nên trong tính toán được bỏ qua.

Trượt đàn hồi: do bản chất đàn hồi của vật liệu chế tạo dây đai. Vì giá trị không lớn (thường từ 0.01 ~ 0.03) nên chấp nhận. Hậu quả là tỉ số truyền phụ thuộc tải trọng truyền.

Trượt trơn: do bộ truyền bị quá tải. Bánh dẫn quay trong khi bánh bị dẫn đứng yên. Bộ truyền không làm việc được. Khi thiết kế phải tránh trượt trơn.

6.2 Đường cong trượt và hiệu suất

Điều kiện thí nghiệm

- Tỷ số truyền $u = 1$
- Vận tốc đai $v = 10 \text{ m/s}$
- Tải trọng tĩnh
- Đặt nằm ngang

Đặt

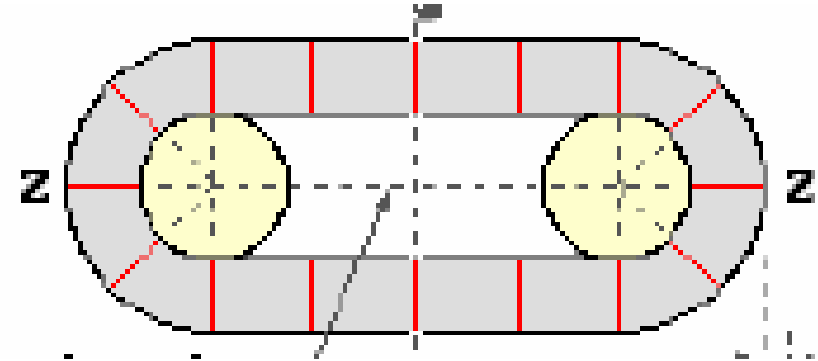
Hệ số trượt

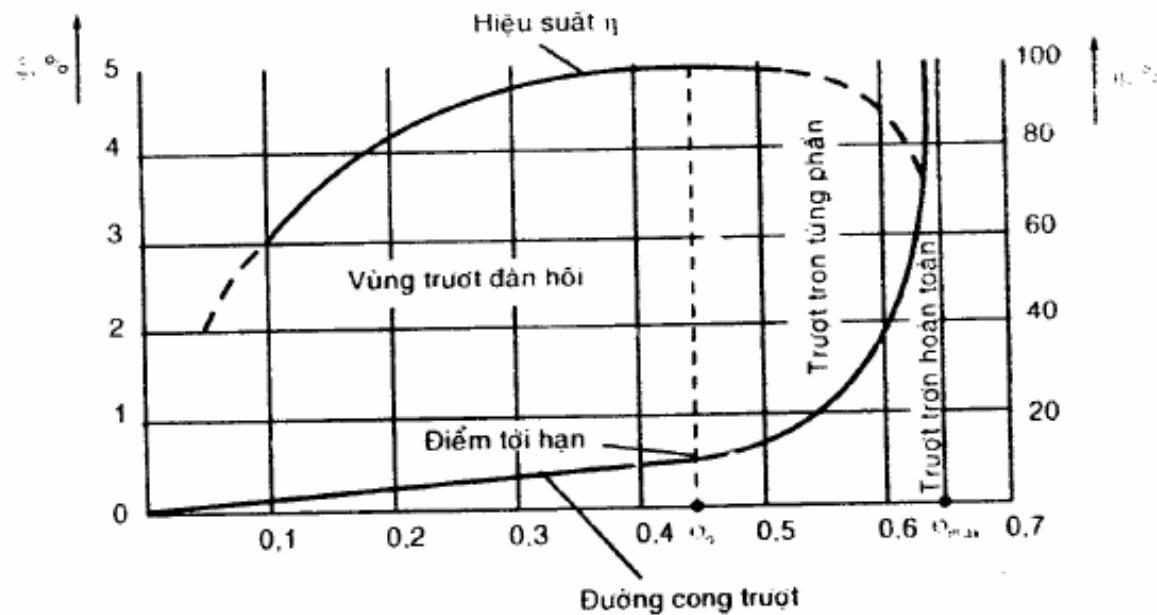
$$\xi = \frac{v_1 - v_2}{v_1} \%$$

Hệ số kéo

$$\varphi = \frac{F_t}{2F_0}$$

Hiệu suất $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ thông thường $\eta = 0.95 \sim 0.96$





Hình 4.17 Đường cong trượt và hiệu suất

Nhận xét:

- Khi $\varphi \leq \varphi_0$ chỉ có trượt đàn hồi
- Khi $\varphi_0 < \varphi < \varphi_{\max}$ có trượt đàn hồi và trượt trơn
- Khi $\varphi \geq \varphi_{\max}$ trượt trơn toàn phần
- Để tránh trượt trơn $\varphi \leq \varphi_0$

7. Tính bộ truyền đai

7.1 Dạng hỏng và chỉ tiêu tính

- Trượt trơn do quá tải → tính đai theo khả năng kéo
- Đứt đai do mỏi → tính đai theo tuổi thọ

7.2 Tính đai theo khả năng kéo

Điều kiện tránh trượt trơn $\varphi \leq \varphi_0$

Đai dẹt

Ứng suất có ích $\sigma_t \leq [\sigma_t] = [\sigma_t]_0 C$ với $[\sigma_t]_0$ tra bảng 4.7

Hệ số tải trọng tính $C = C_r C_v C_\alpha C_0$ (trang 147)

Bề rộng dây đai

(làm tròn theo tiêu chuẩn trang 125)

$$b \geq \frac{1000 P_1}{\delta v [\sigma_t]}$$

C_α - hệ số xét đến ảnh hưởng của góc ôm đai, tính theo công thức:

$$C_\alpha = 1 - 0,003 (180^\circ - \alpha_1), \text{ với } \alpha_1 \text{ tính bằng độ.}$$

C_v - hệ số xét đến ảnh hưởng của vận tốc, tính bằng công thức:

$$C_v = 1 - c_v (0,01v^2 - 1)$$

- Khi vận tốc trung bình ($20m/s \geq v \geq 10m/s$) đối với tất cả loại đai dẹt: $c_v = 0,04$

- Khi vận tốc cao ($v > 20m/s$) đối với đai vải cao su: $c_v = 0,03$; đai sợi bông: 0,02; đai vật liệu tổng hợp: 0,01.

- Khi vận tốc thấp $v < 10m/s$ (ta chọn $c_v = 1$)

C_o - hệ số xét đến ảnh hưởng của vị trí bộ truyền và phương pháp căng đai, phụ thuộc vào góc nghiêng giữa đường nối hai tâm bánh đai và phương nằm ngang:

Góc nghiêng	0-60°	60-80°	80-90°
C_o	1	0,9	0,8

Khi bộ truyền có bộ căng đai được điều chỉnh tự động thì $C_o = 1$.

C_r - hệ số chế độ làm việc, tính đến ảnh hưởng của sự thay đổi theo chu kỳ của tải trọng đến tuổi thọ đai (khi làm việc hai ca: giảm 0,1; ba ca: giảm 0,2).

Bảng 4.8 Hệ số C_r khi làm việc một ca

Tải trọng	Tĩnh	Dao động nhẹ	Dao động mạnh	Va đập
C_r	1 ÷ 0,85	0,9 ÷ 0,8	0,8 ÷ 0,7	0,7 ÷ 0,6

Đai thang

Ứng suất có ích $\sigma_t = \frac{F_t}{Z.A} = [\sigma_t]$

Số dây đai $z \geq \frac{1000P_1}{[\sigma_t]vA} = \frac{P_1}{[P]}$

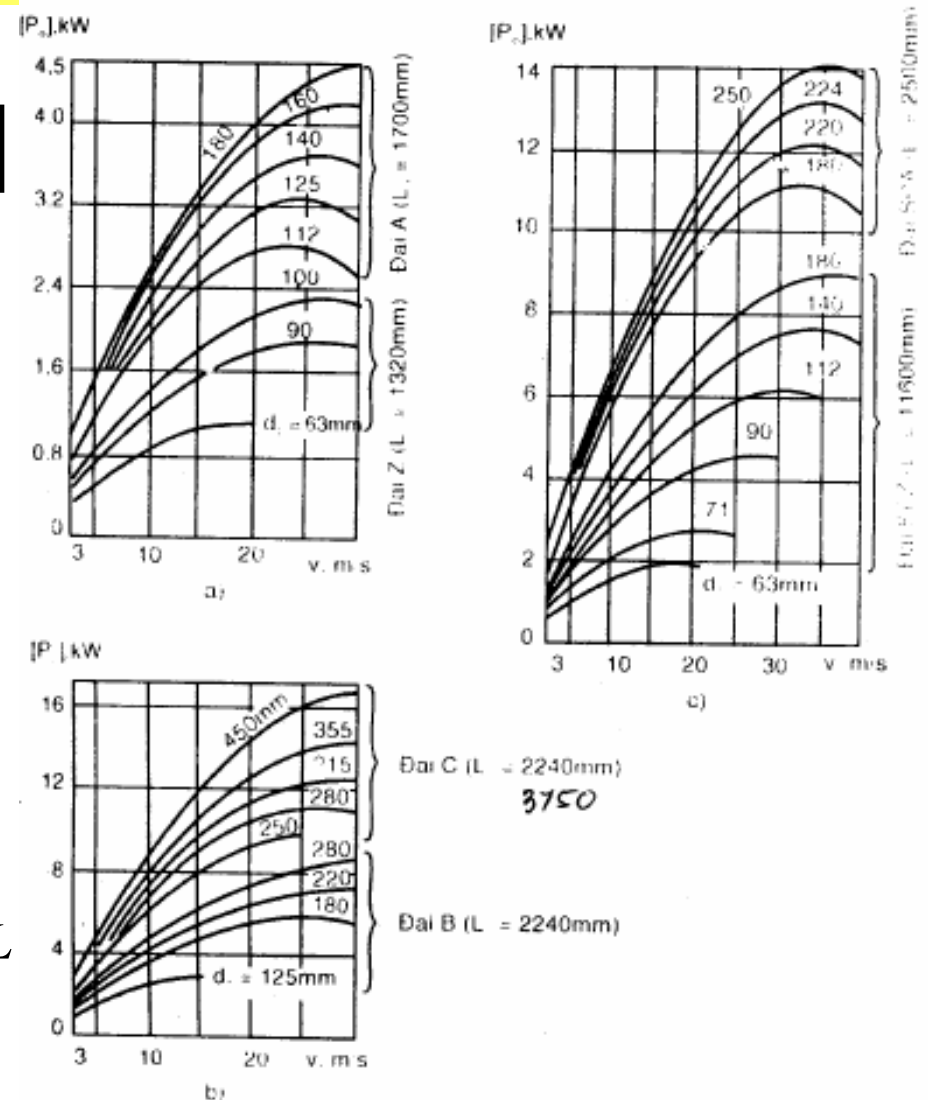
Công suất cho phép $[P] = [P_0]C$

Hệ số hiệu chỉnh

(trang 151) $C = C_r C_v C_\alpha C_u C_z C_L$

Cộng suất cho phép $[P_0]$ xem

Hình 4.21



Hình 4.21 Công suất có ích cho phép $[P_t]$ phụ thuộc vào loại đai và chiều dài đai

a) Đai Z và A; b) Đai B và C; c) Đai SPZ và SPA

Bảng 4.9 Hệ số C_u

u	1	1.1	1.2	1.4	1.8	2.5
C_u	1	1.04	1.07	1.1	1.12	1.14

C_L - hệ số xét đến ảnh hưởng của chiều dài đai L

$$C_L = \sqrt[6]{L/L_0} \quad \text{với } L_0 - \text{chiều dài đai thực nghiệm, mm (H.4.21)}$$

L - chiều dài thật của đai, mm

C_z - hệ số xét đến sự ảnh hưởng của sự phân bố không đều tải trọng giữa các dây đai:

z	2-3	4-6	$z > 6$
C_z	0.95	0.9	0.85

C_r - hệ số xét đến ảnh hưởng của chế độ tải trọng (bảng 4.8).

7.3 Tính đai theo tuổi thọ

Tuổi thọ dây đai

$$L_h = \frac{\left(\frac{\sigma_r}{\sigma_{\max}} \right)^m 10^7}{2 \times 3600 \times i}$$

đai dẹt m=5 đai thang m=8

Số vòng chạy trong 1 giây

$$i = \frac{v}{L} < [i]$$

Với đai dẹt $[i] = 5$ đai thang $[i] = 10$

8. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

8.1 Thiết kế đai dẹt

Thông số ban đầu: công suất P_1 (kW), số vòng quay n_1 (vg/ph), tỉ số truyền u , điều kiện làm việc.

- 1. Chọn vật liệu dây đai và bề dày dây đai (bảng 4.1)**
- 2. Xác định đường kính bánh đai nhỏ (làm tròn theo dãy số tiêu chuẩn – trang 148)**

$$d_1 = (1100 \div 1300) \sqrt[3]{\frac{P_1}{n_1}}$$

Có thể lấy d_1 theo dãy số tiêu chuẩn: 50 , 55 , 63 , 71 , 80 , 90 , 100 , 112 , 125 , 140 , 160 , 180 , 200 , 224 , 250 , 280 , 315 ,

- 3. Tính vận tốc v_1**
- 4. Chọn hệ số trượt ξ và tính d_2 (làm tròn theo dãy số tiêu chuẩn – trang 148). Tính chính xác u .**

5. Xác định khoảng cách trục a

Xác định a theo kết cấu hoặc theo L_{\min}

Trường hợp không có bánh răng đai

$$L_{\min} = \frac{v}{3 \div 5}$$

Trường hợp có bánh răng đai

$$L_{\min} = \frac{v}{8 \div 10}$$

Trường hợp không có bánh răng đai

$$a \geq 2(d_1 + d_2)$$

Trường hợp có bánh răng đai

$$a \geq (d_1 + d_2)$$

6. Tính L theo a
7. Kiểm tra số vòng chạy trong 1 giây I
8. Tính góc ôm đai α_1
9. Chọn chiều dày dây đai theo điều kiện

Đối với đai da $\frac{d_1}{\delta} \geq 25$

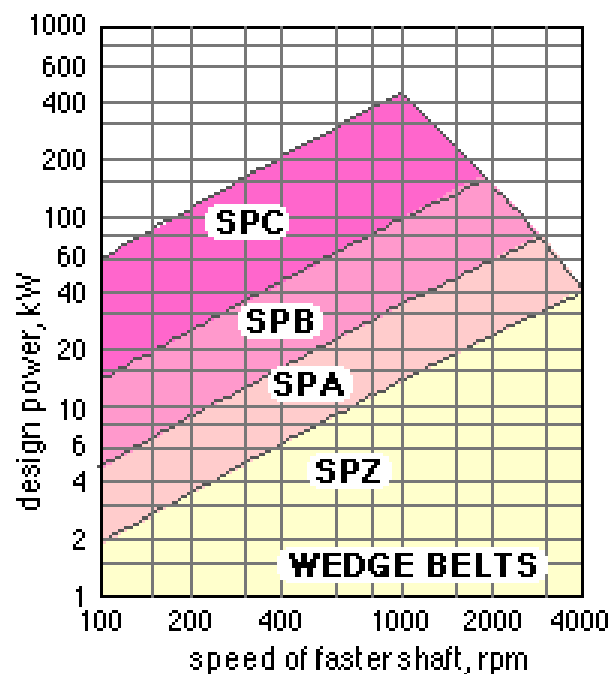
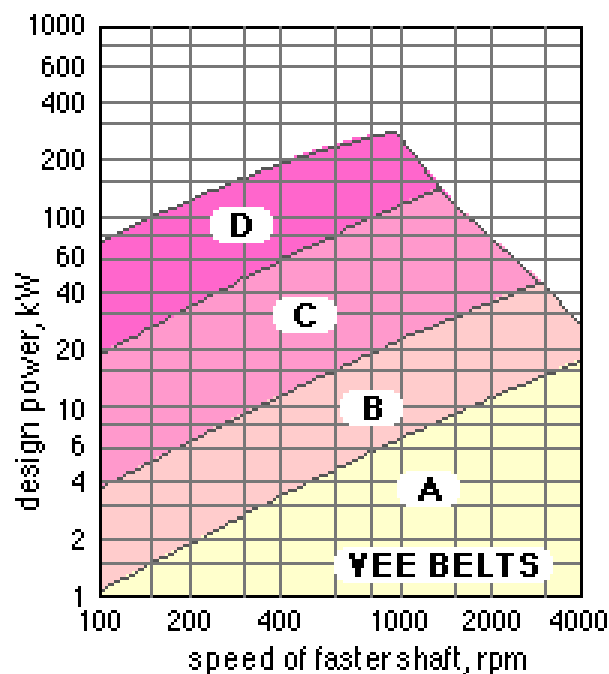
Đối với đai vải cao su $\frac{d_1}{\delta} \geq 30$ thường chọn $\frac{d_1}{\delta} = 40$

10. Tra bảng và tính hệ số hiệu chỉnh C
11. Tính bề rộng dây đai b và làm tròn theo tiêu chuẩn
12. Chọn bề rộng bánh đai
13. Xác định lực tác động lên trục

8.2 Thiết kế đai thang

Thông số ban đầu: công suất P_1 (kW), số vòng quay n_1 (vg/ph), tỉ số truyền u , điều kiện làm việc.

1. Chọn mặt cắt dây đai



2. Tính đường kính bánh đai nhỏ $d_1 = 1.2d_{\min}$ với d_{\min} tra bảng 4.3. Chọn theo tiêu chuẩn trang 153.

tiêu chuẩn theo dãy sau (*mm*): 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000.

Tính v_1 theo công thức (4.6) và tính d_1 theo giá trị

3. Chọn hệ số trượt ξ và tính d_2 (làm tròn theo dãy số tiêu chuẩn – trang 153). Tính chính xác u .
4. Xác định khoảng cách trục a theo kết cấu hoặc bảng (trang 153)
5. Tính góc ôm đai
6. Tính số dây đai Z
7. Chọn bề rộng bánh đai
8. Xác định lực tác động lên trục

HẾT CHƯƠNG 4