

TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG TP.HCM

KHOA CƠ KHÍ

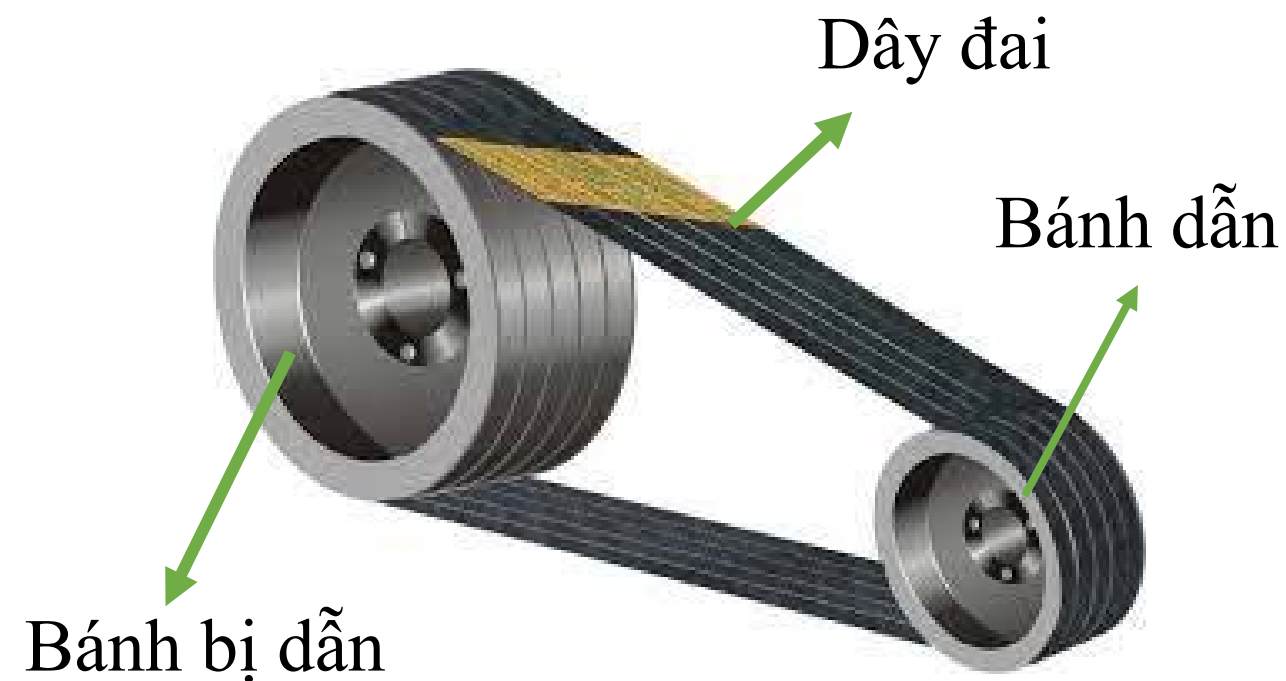
Môn. NGUYÊN LÝ CHI TIẾT MÁY

Chương 3. BỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐAI

3.1. KHÁI NIỆM CHUNG

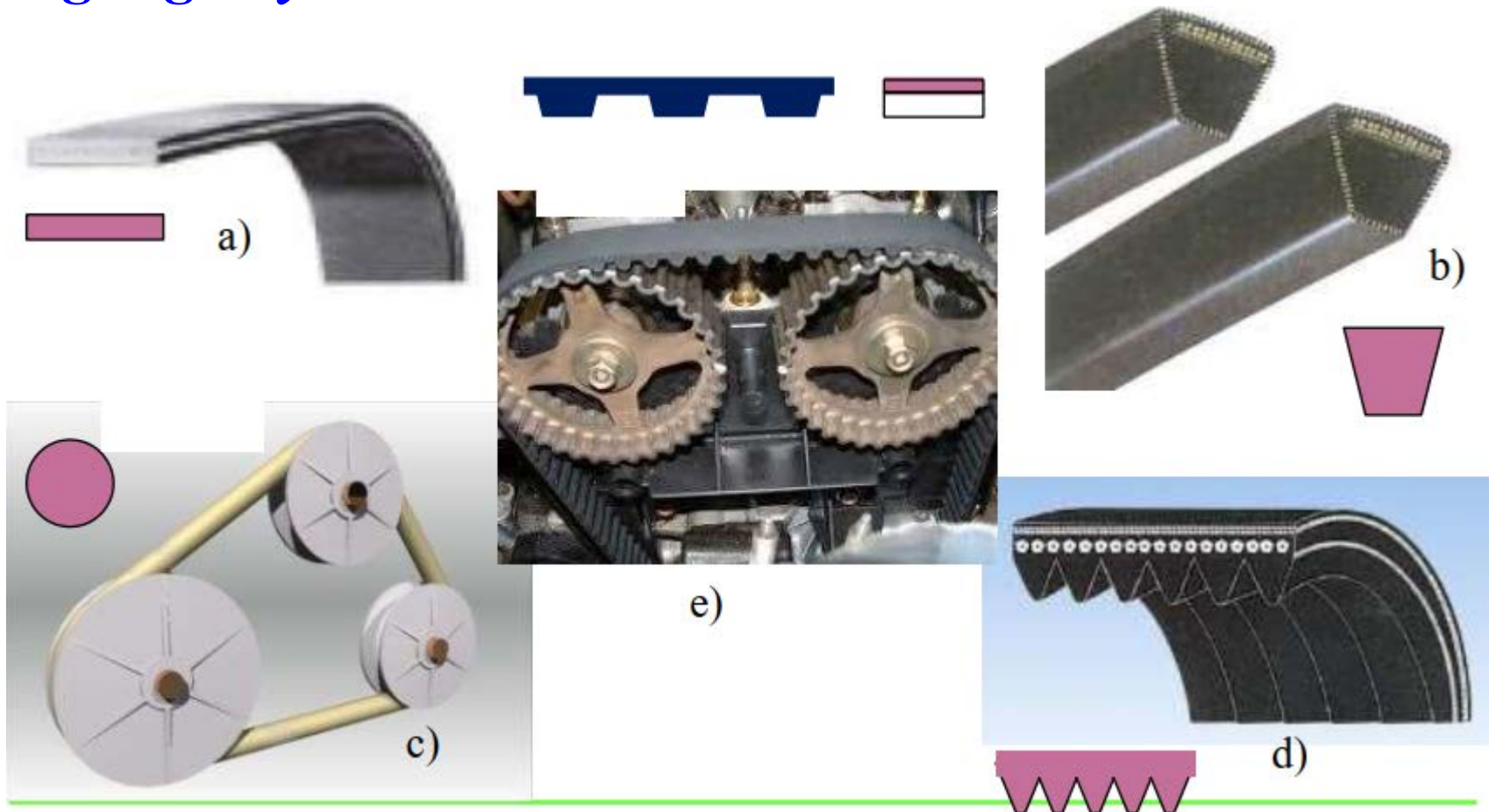
3.1.1. KHÁI NIỆM

Truyền chuyển động giữa 2 bánh đai có khoảng cách trục xa nhau nhờ nguyên lý ma sát.



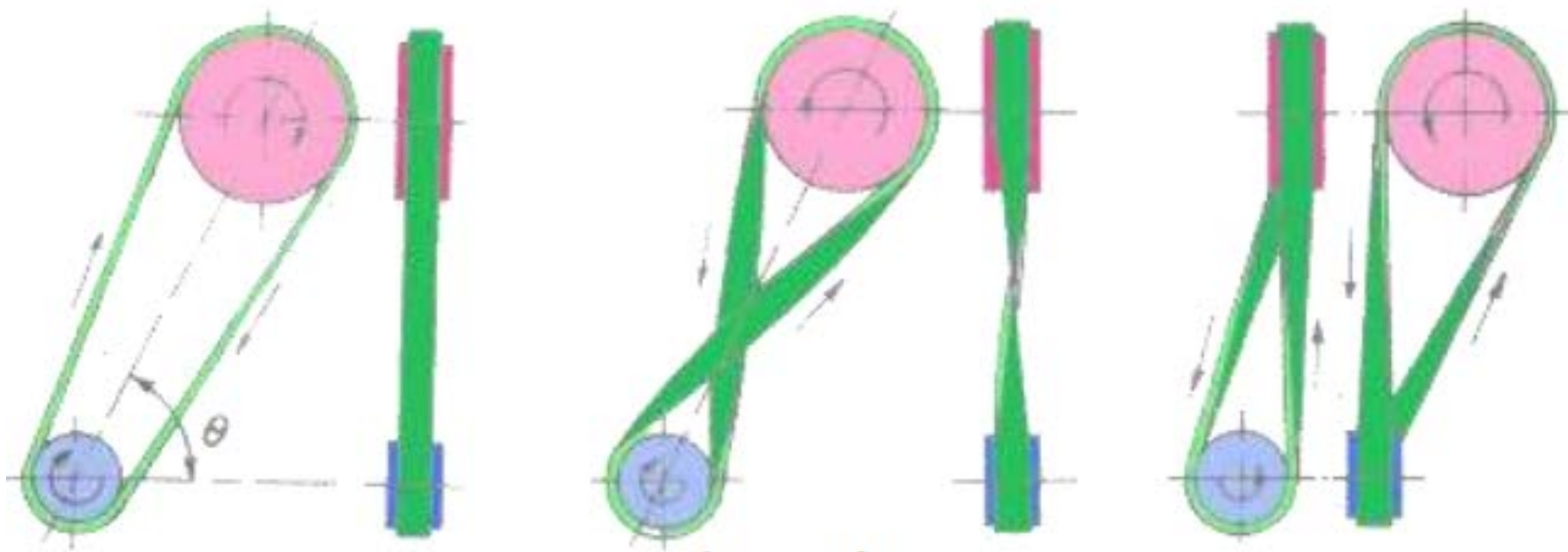
3.1.2. Phân loại

- *Vật liệu làm dây đai: Đai vải cao su, đai da, đai len, đai vải.*
- *Mặt cắt ngang dây đai:*



3.1.2. Phân loại

- *Vị trí trục: hai trục song song, hai trục chéo nhau*



4.1.2. Phân loại

- *Nguyên lý làm việc: ma sát, ăn khớp*

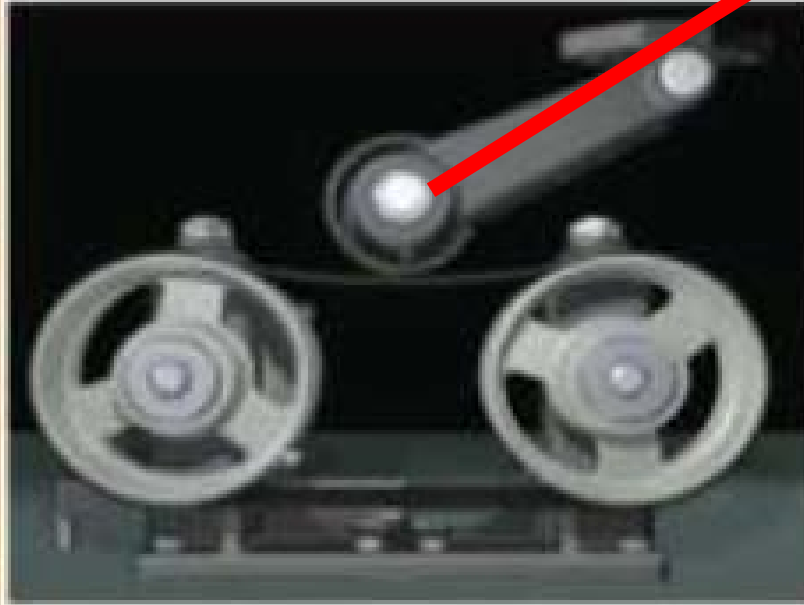
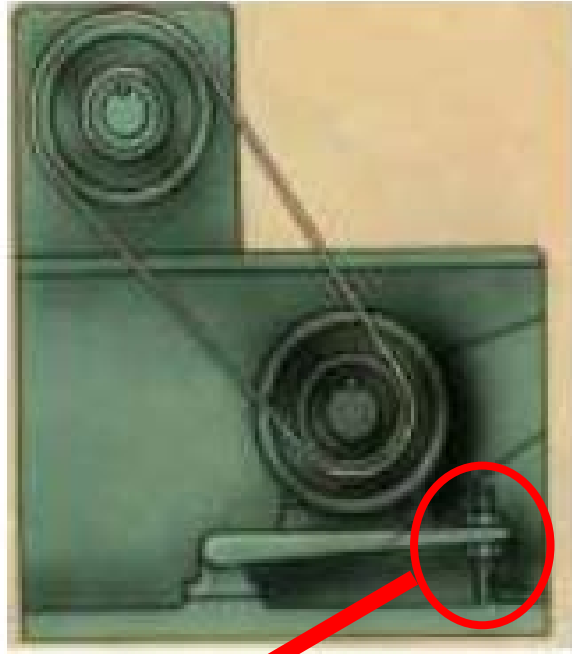


3.1.3. Ưu và nhược:

- *Ưu điểm*
 - + *Truyền chuyển động ở 2 trục xa nhau ($> 15m$)*
 - + *Làm việc êm*
 - + *An toàn cho các chi tiết máy khi bị quá tải*
 - + *Kết cấu và vận hành đơn giản, giá thành rẻ*
 - *Nhược điểm*
 - + *Kích thước lớn*
 - + *Lực ở trục lớn vì phải căng đai*
 - + *Tuổi thọ thấp khi làm việc với vận tốc cao.*
- => Đai thang đang được sử dụng rộng rãi.*

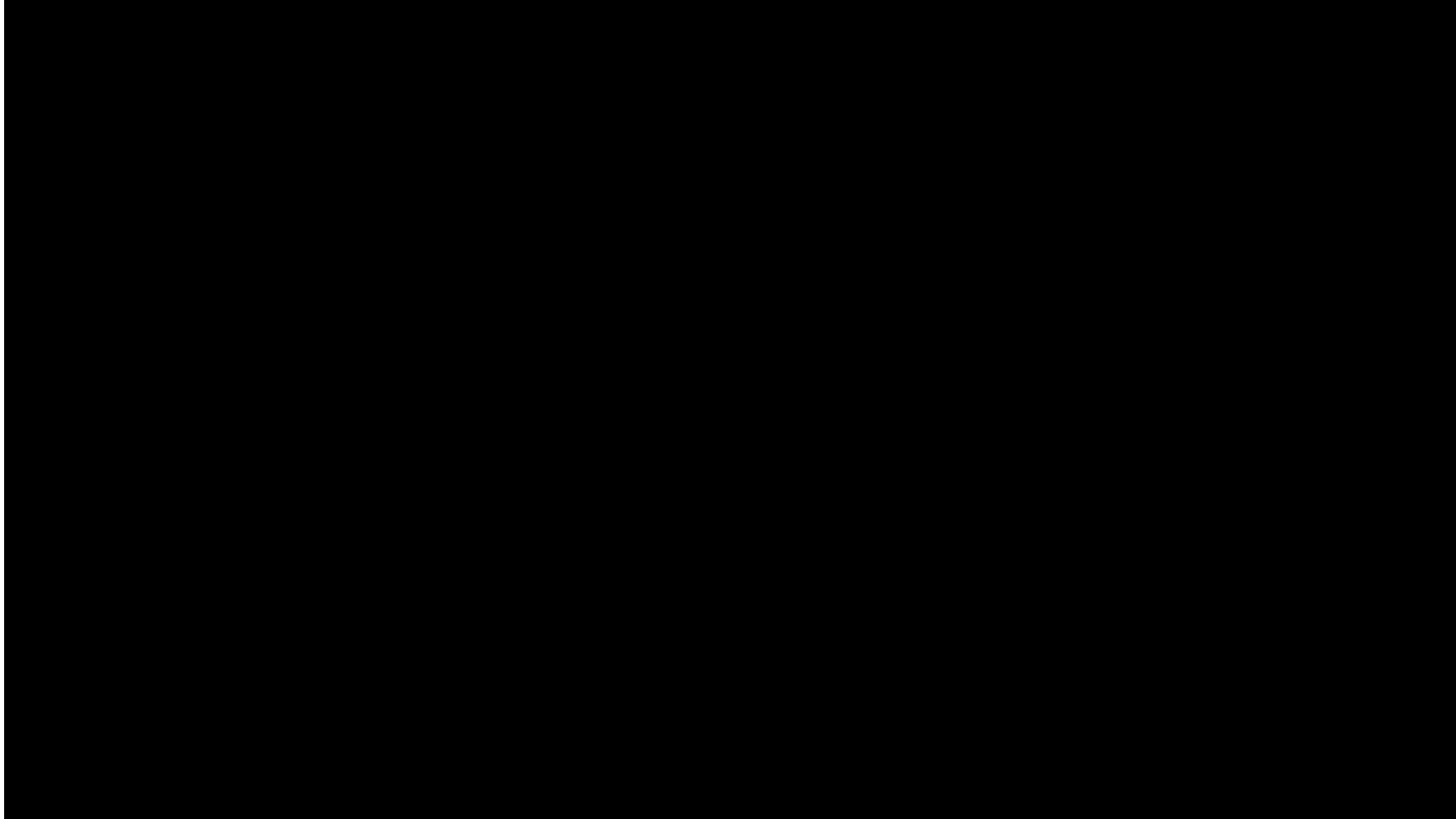
3.1.4. Phương pháp căng đai

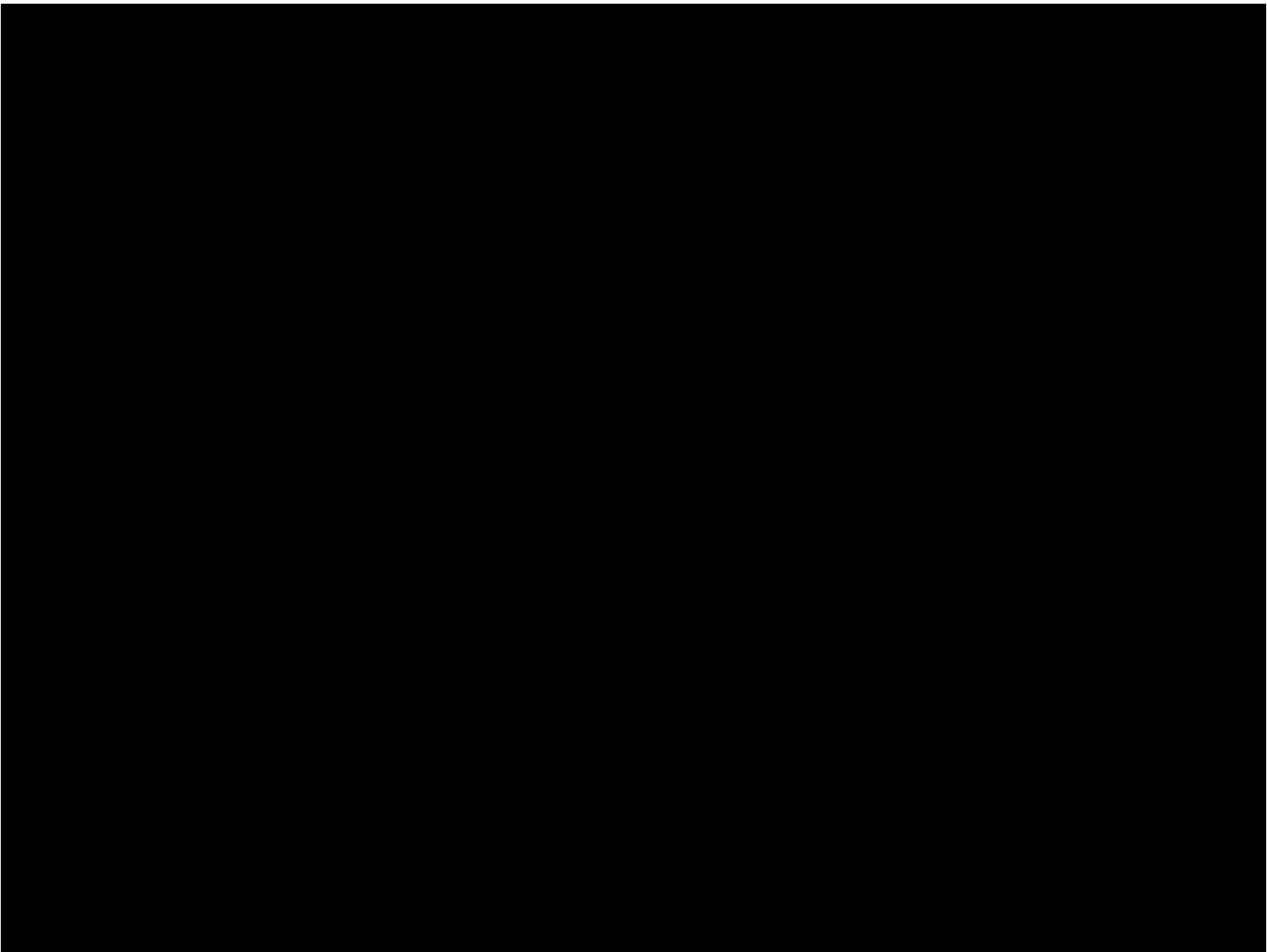
Bánh căng đai



Vít căng đai

3.1.4. Phương pháp căng đai





3.2. VẬT LIỆU VÀ KẾT CẤU ĐAI

3.2.1. Vật liệu đai

Vật liệu làm đai thỏa mãn độ bền mỏi, lâu mòn, hệ số ma sát lớn, tính đàn hồi cao.

a. Đai dẹt: Bao gồm các loại đai sau: đai da, đai vải cao su, đai sợi len, đai sợi bông, đai làm bằng vật liệu tổng hợp.

b. Đai thang: Đai thang gồm có đai sợi xếp và đai sợi bện



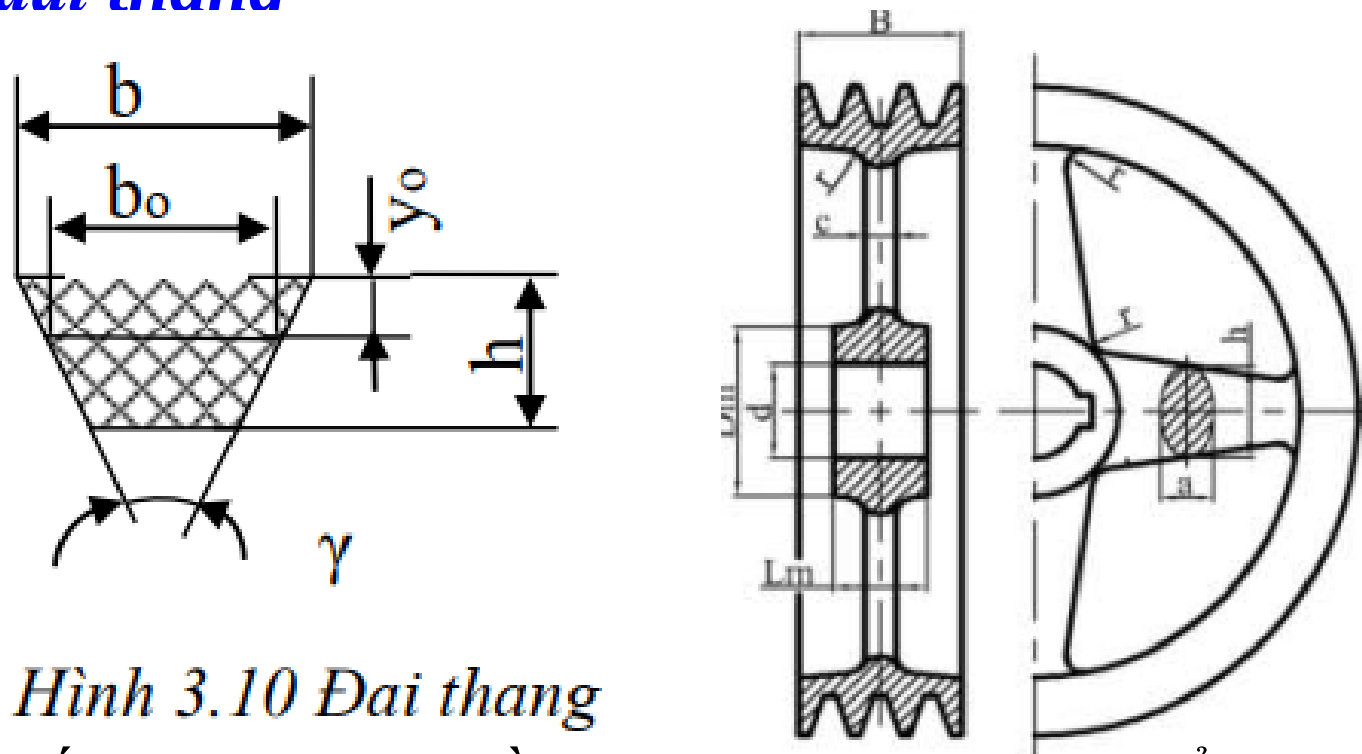
Hình 3.7. Đai dẹt



Hình 3.8. Đai thang

3.2. VẬT LIỆU VÀ KẾT CẤU ĐAI

3.2.1. Kết cấu đai than



Hình 3.10 Đai than

b : Bề rộng lớn nhất của đai; b_0 : Bề rộng của đai tại mặt phẳng trung hòa; y_0 : Khoảng cách từ mặt phẳng trung hòa đến mặt trên của đai; h : Chiều cao của đai; $\gamma = 40^\circ$: Góc ở đỉnh;

L : Chiều dài đai, được tính là chiều dài lớp trung hòa.

3.2. Kết cấu đai thang

+ Đai thang được chế tạo thành **vòng kín**, có chiều dài **L (theo tiêu chuẩn)** và tiết diện đai được **tiêu chuẩn hóa** (TCVN 2332-78).

+ Chiều dài $\tilde{L}$ đai theo dãy số tiêu chuẩn sau (mm): 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 4000, 5000, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12500, 14000, 16000, 18000...

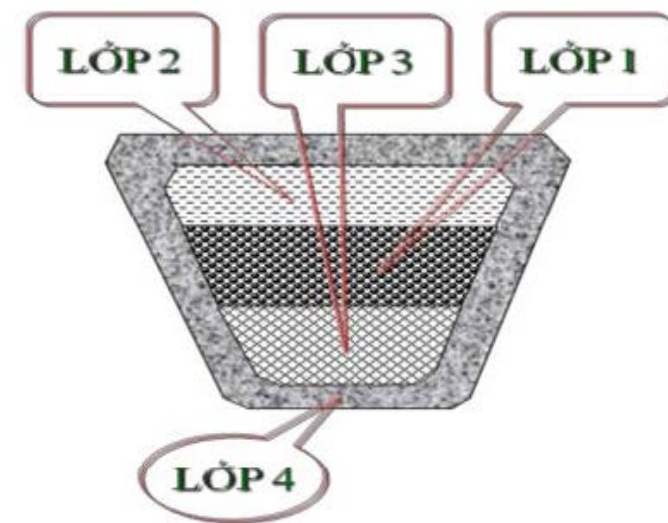
+ Đai thang tăng khả năng tải nhờ tăng hệ số ma sát f

Bảng 3.1 Kích thước mặt cắt đai, chiều dài đai, đường kính bánh đai các loại đai thang

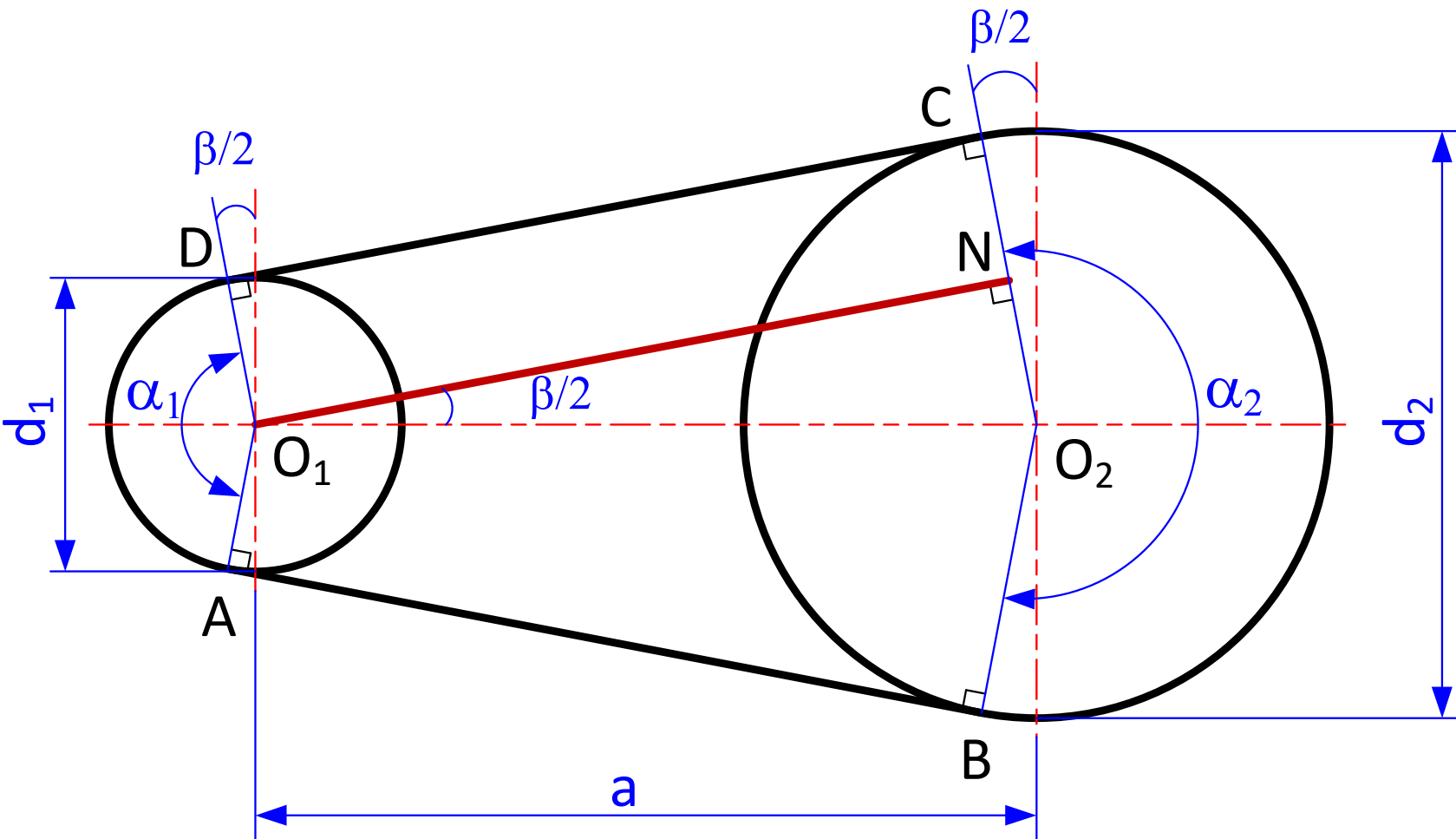
Dạng đai	Ký hiệu	b_0 , mm	b , mm	h , mm	y_0 , mm	A , mm ²	Chiều dài đai, mm	T_1 , Nm	d_1 , mm
Đai thang	Z	8,5	10	6	2,1	47	400 ÷ 2500	< 25	70 ÷ 140
	A	11	13	8	2,8	81	560 ÷ 4000	11 ÷ 70	100 ÷ 200
	B	14	17	10,5	4,0	138	800 ÷ 6300	40 ÷ 190	140 ÷ 280
	C	19	22	13,5	4,8	230	1800 ÷ 10600	110 ÷ 550	250 ÷ 400
	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 ÷ 3500	< 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

3.2.2 Kết cấu đài thang

Lớp 1: là lớp chịu lực cơ bản gồm các lớp sợi và cao su. Lớp 2: là lớp chịu kéo gồm có các lớp vải tấm. Lớp 3: là lớp chịu nén bằng cao su. Lớp 4: là lớp định hình bao quanh mặt cắt dày đài bằng vải tấm cao su.



3.3. Thông số hình học



Đường kính bánh đai d_1, d_2

Góc ôm đại α_1, α_2

Chiều dài dây đai L

Khoảng cách trực a

3.3. Thông số hình học

3.3.1. Đường kính bánh đai d_1, d_2

Nếu phải tính: $d_1 = 1,2. d_{\min}$ ($d_{\min}$ chọn theo bảng 3.2. Trang 48)

Và: $d_2 = u. d_1$

3.3.2. Góc ôm đai α_1, α_2

$$\alpha_1 = \pi - \frac{d_2 - d_1}{a} \text{ (rad)} \quad \text{Hoặc} \quad \alpha_1 = 180^\circ - 57 \times \frac{d_2 - d_1}{a} \text{ (độ)}$$

3.3.3. Chiều dài dây đai L

Chiều dài đai tính toán:

$$L_{tt} \approx 2.a + \frac{\pi.(d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4.a}$$

3.3. Thông số hình học

3.3.3. Chiều dài dây đai L

Chiều dài đai thực tế cần thiết:

- **Đối với đai det**, cần phải nối đai nên: $L_{ct} = L_{tt} + (100 \rightarrow 400) \text{ mm}$
- **Đối với đai thang**, do vòng đai có sẵn nên phải chọn L_{ct} theo tiêu chuẩn theo dãy đai thang:

+ Chiều dài L đai theo dãy số tiêu chuẩn sau (mm): 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 4000, 5000, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12500, 14000, 16000, 18000...

3.3. Thông số hình học

3.3.4. Khoảng cách trục chính xác a

Sau khi tính chính xác L_{ct} thì khoảng cách trục a thay đổi vì vậy cần tính lại a theo công thức:

$$a = \frac{k + \sqrt{k^2 - 8\Delta^2}}{4} \text{ (mm)}$$

$$\text{Với } k = L - \frac{\pi \cdot (d_2 + d_1)}{2} \text{ (mm)} \quad \Delta = \frac{(d_2 - d_1)}{2} \text{ (mm)}$$

Ví dụ 1: Cho bộ truyền đai như *hình 3.14*, xác định góc ôm α_1 , α_2 và tính chiều dài cần thiết L của đai trong trường hợp đai thang và đai dẹt.

Bài giải:

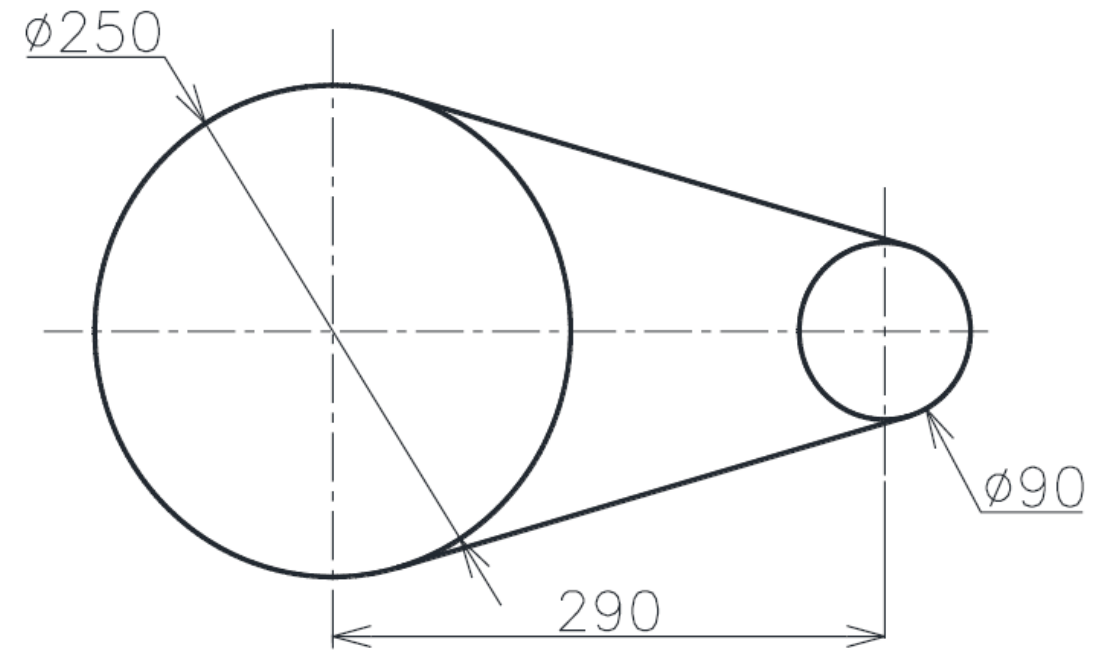
1) Góc ôm đai bánh đai nhỏ:

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= 180^\circ - 57. \frac{(d_2 - d_1)}{a} \\ &= 180^\circ - 57. \frac{(250 - 90)}{290} = 148,55^\circ\end{aligned}$$

hoặc $\alpha_1 = 2,59 \text{ rad}$, suy ra $\alpha_2 = 3,693 \text{ rad}$.

2) Chiều dài tính toán của đai:

$$\begin{aligned}L_{tt} &= 2. a + \frac{\pi. (d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4. a} = 2.290 + \frac{\pi. (250 + 90)}{2} + \frac{(250 - 90)^2}{4.290} \\ &= 1136,1 \text{ mm}\end{aligned}$$



Hình 3.14

Chiều dài cần thiết:

- Đai thang: chọn dây đai tiêu chuẩn có $L=1250\text{mm}$
- Đai dẹt: $L=L_{tt}+(100\rightarrow 400)=1300\text{mm}$

BÀI TẬP ÁP DỤNG CHƯƠNG 3

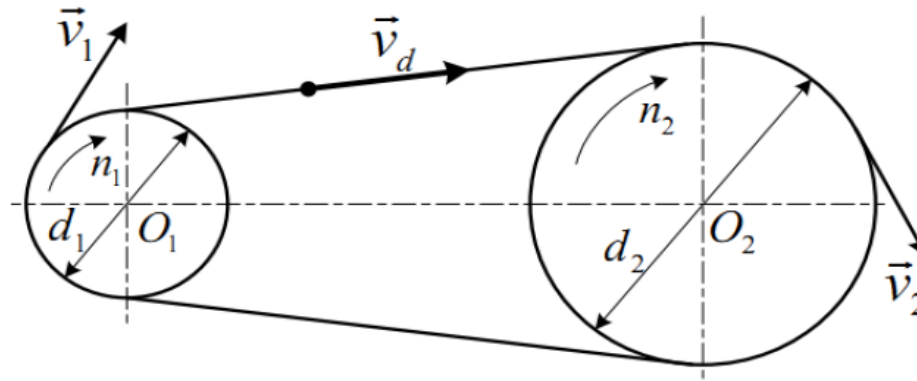
Trang 2 – File Bài tập

Bài 2: Bộ truyền đai dẹt có đường kính bánh đai nhỏ $d_1=125$ mm; $d_2=400$; góc ôm trên bánh đai nhỏ $\alpha_1=160^\circ$. Xác định khoảng cách trục a của bộ truyền và chiều dài dây đai L .

Bài 3:. Trong bộ truyền đai thang loại D có khoảng cách trục ban đầu $a=900$ mm đường kính $d_1=200$ mm, $d_2=400$ mm. Chọn chiều dài L tiêu chuẩn của đai và tính toán lại khoảng cách trục.

3.4. Động học bộ truyền đai

3.4.1. Vận tốc bộ truyền đai



Hình 3.15. Vận tốc vòng trong bộ truyền đai

d_1, d_2 : Đường kính bánh đai chủ động và bánh đai bị động (mm)

n_1, n_2 : tốc độ quay của bánh đai chủ động và bánh đai bị động (vg/ph)

Lưu ý: Vận tốc tốt nhất nằm trong khoảng $20 \div 25$ m/s. Vận tốc > 30 m/s xảy ra hiện tượng dao động xoắn, tăng lực ly tâm, nóng dây đai, giảm tuổi thọ và hiệu suất bộ truyền. Vận tốc < 5 m/s không nên dùng bộ truyền đai.

3.4. Động học bộ truyền đai

3.4.2. Tỷ số truyền bộ truyền đai

- Đối với trường hợp trong thực tế có trượt đai (**chỉ dùng trong ĐỒ ÁN**)

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

Trong đó: ξ là hệ số trượt, có giá trị từ $0,01 \div 0,05$

- Trong trường hợp bài toán bỏ qua hiện tượng trượt trơn:

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

3.5. Lực tác lên bộ truyền đai

❖ Lực vòng

- Lực căng ban đầu F_0
- Khi bộ truyền làm việc:

Trên nhánh căng: $F_0 \rightarrow F_1$

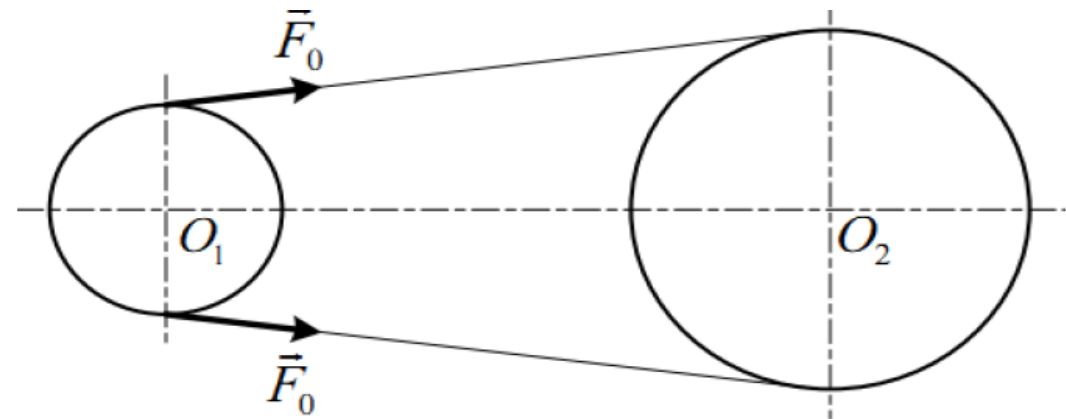
Trên nhánh chùng: $F_0 \rightarrow F_2$

- **Lực vòng F_t :**

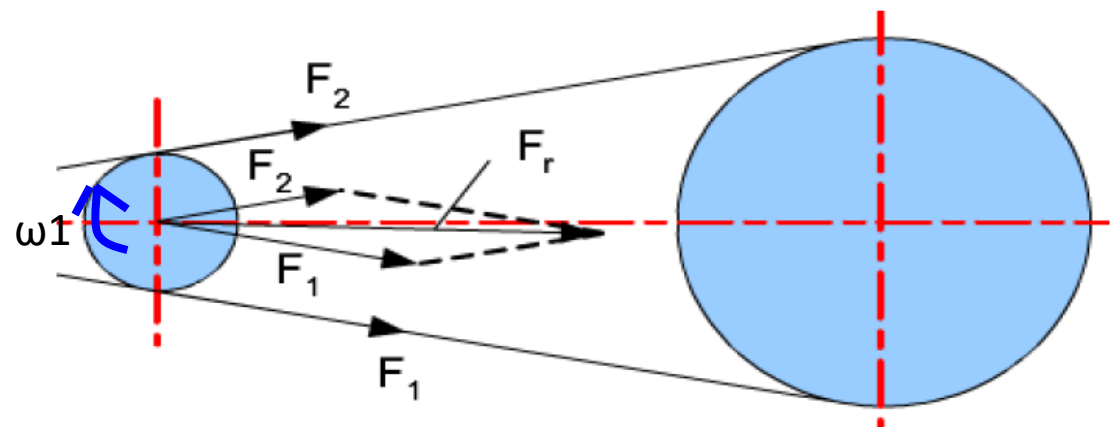
- **Lực trên nhánh căng F_1 :**

$$F_1 = F_0 + 0,5F_t$$

- **Lực trên nhánh chùng F_2 :** $F_2 = F_0 - 0,5F_t$



Hình 3.18. Lực căng ban đầu khi bộ truyền chưa làm việc



Hình 3.19 Lực tác dụng lên trục F_r

3.5. Lực tác lên bộ truyền đai

❖ Lực hướng tâm F_r

$$F_r \approx 2 \cdot F_0 \cdot \sin(\alpha_1/2)$$

hoặc $F_r = 3 \cdot F_0 \cdot \sin(\alpha_1/2)$ (khi bộ truyền không có bộ phận căng đai)

với α_1 : góc ôm trên bánh đai nhỏ.

Lưu ý: với việc bấm máy tính: nếu α_1 sử dụng đơn vị rad thì máy tính phải chuyển về chế độ rad.

3.5. Lực tác lên bộ truyền đai

Điều kiện lực căng ban đầu để không xảy ra hiện tượng trượt trơn:

$$F_0 \geq \frac{F_t}{2} \frac{e^{f\alpha_1} + 1}{e^{f\alpha_1} - 1} + F_v$$

Khi tính các lực có thể bỏ qua lực căng phụ F_v .

Trong đó: f là hệ số ma sát giữa dây đai và bánh đai.

e là hằng số Euler

Lưu ý: Đối với trường hợp là đai thang, hệ số ma sát phụ thuộc vào góc đỉnh đai thang nên hệ số ma sát đai thang được tính:

$(\gamma = 36^\circ \div 40^\circ \text{ là góc đỉnh của đai thang})$

VD2.

Bài 12: Bộ truyền đai dẹt truyền công suất $P_1=8$ kW, số vòng quay bánh dẫn $n_1=1280$ vg/ph, bánh bị dẫn $n_2=640$ vg/ph, đường kính bánh dẫn $d_1=180$ mm, khoảng cách trục $a=1800$ mm. Hãy xác định:

- Đường kính d_2 , vận tốc bộ truyền đai và góc ôm đai α_1 .
- Lực vòng F_t , Lực hướng tâm F_r , lực trên nhánh căng F_1 và lực trên nhánh chùng F_2 . Bỏ qua hiện tượng trượt đai và bộ truyền có bộ phận căng đai.
- Xác định hệ số ma sát f để bộ truyền không xảy ra hiện tượng trượt trơn. Bỏ qua lực căng phụ F_v .

Biết $F_o = 800$ N.

GIẢI

a. Đường kính d_2 :

Có:
$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1280}{640} = \frac{d_2}{180} \quad \rightarrow d_2 = 360 \text{ mm}$$

- Vận tốc bộ truyền:

$$v = v_1 = v_2 = \frac{\pi \cdot 180 \cdot 1280}{60 \cdot 1000} = 12,06 \text{ m/s}$$

- Góc ôm đai:

$$\alpha_1 = \pi - \frac{360 - 180}{1800} = 3,04 \text{ rad}$$

GIẢI

b. Lực vòng F_t , Lực hướng tâm F_r , lực trên nhánh căng F_1 và lực trên nhánh chùng F_2 .

- Lực vòng F_t :

$$F_t = \frac{1000 \cdot 8}{12,06} = 663,35 \text{ N}$$

- Lực hướng tâm F_r (có bộ phận căng đai)

$$F_r = 2 \cdot 800 \cdot \sin\left(\frac{3,04}{2}\right) = 1597,94 \text{ N}$$

- Lực trên nhánh căng:

$$F_1 = F_0 + 0,5F_t = 800 + 0,5 \cdot 663,35 = 1131,66 \text{ N}$$

- Lực trên nhánh chùng:

$$F_2 = F_0 - 0,5F_t = 800 - 0,5 \cdot 663,35 = 468,33 \text{ N}$$

GIẢI

c. Xác định hệ số ma sát f để bộ truyền không xảy ra hiện tượng trượt trơn.

Điều kiện lực căng ban đầu để không xảy ra hiện tượng trượt trơn:

1

1

$$\Leftrightarrow 800 \geq \frac{663,35}{2} \cdot \frac{e^{f \cdot 3,05} + 1}{e^{f \cdot 3,05} - 1} + 0$$

$$\Rightarrow f \geq 0,29$$

BÀI TẬP ÁP DỤNG CHƯƠNG 3

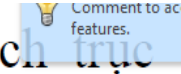
Trang 3,4,5 – File Bài tập

Bài 6: Bộ truyền đai dẹt có đường kính bánh đai $d_1=200$ mm, khoảng cách trục $a=1500$ mm, truyền công suất $P=4$ kW, số vòng quay bánh dẫn $n_1=1000$ vg/ph, hệ số ma sát giữa đai và bánh đai là $f=0,24$. Giả sử ta căng đai với lực căng đai ban đầu $F_0=800$ N. Hãy xác định (bỏ qua lực căng phụ F_v):

- a) Lực vòng có ích F_t
- b) Tỷ số truyền lớn nhất của bộ truyền để không xảy ra hiện tượng trượt trơn.

Bài 7: Bộ truyền đai dẹt có các số liệu cho trước như sau: số vòng quay bánh dẫn $n_1=1560$ vg/ph, $d_1=180$ mm, số vòng quay bánh bị dẫn $n_2=520$ vg/ph. Khoảng cách trục $a=1500$ mm. Cho trước hệ số ma sát giữa dây đai và bánh đai $f=0,25$, công suất truyền $P_1=5$ kW. Bỏ qua lực căng phụ do lực ly tâm gây nên. Xác định:

- a) Lực căng đai ban đầu F_0 để không xảy ra hiện tượng trượt trơn.
- b) Lực trên nhánh căng F_1 và trên nhánh chùng F_2 .



BÀI TẬP ÁP DỤNG CHƯƠNG 3

Trang 3,4,5 – File Bài tập

Bài 10: Bộ truyền đai dẹt có đường kính các bánh đai: $d_1=200$ mm, $d_2=400$ mm, truyền công suất $P=3$ kW, số vòng quay bánh dẫn $n_1=800$ vg/ph. Hệ số ma sát giữa đai và bánh đai là $f=0,24$. Giả sử căng đai với lực căng ban đầu $F_0=550$ N. Hãy xác định (bỏ qua lực căng phụ F_v):

- a) Lực vòng có ích F_t .
- b) Khoảng cách a tối thiểu là bao nhiêu để không xảy ra hiện tượng trượt trơn.

Bài 10: Bộ truyền đai dẹt (đai vải cao su) truyền động giữa hai trục song song ngược chiều. Cho biết trước: đường kính các bánh đai $d_1=180$ mm, $d_2=400$ mm khoảng cách trục $a=1120$ mm, số vòng quay bánh đai dẫn $n_1=968$ vg/ph, hệ số ma sát giữa dây đai với bánh đai dẫn và bị dẫn $f = 0,25$, lực căng đai ban đầu $F_0=600$ N. Yêu cầu:

- a) Xác định giá trị góc ôm α_1 và chiều dài cần thiết L .
- b) Xác định khả năng tải (công suất P_1) của bộ truyền đai để không xảy ra hiện tượng trượt trơn.

BÀI TẬP ÁP DỤNG CHƯƠNG 3

Trang 3,4,5 – File Bài tập

Bài 14: Bộ truyền đai thang có một dây đai với số vòng quay bánh dẫn $n_1=1240\text{vg/ph}$, $d_1=200\text{mm}$, góc chêm đai $\varphi=36^\circ$. Số vòng quay bánh bị dẫn $n_2=620\text{vg/ph}$. Khoảng cách trục $a=500\text{mm}$. Cho trước hệ số ma sát giữa đai và bánh đai $f=0,2$. Công suất truyền $P_1=2\text{kW}$.
Tính:

- a) Lực trên nhánh căng F_1 và trên nhánh chùng F_2 .
- b) Lực căng đai ban đầu F_0 để không xảy ra hiện tượng trượt trơn.

3.6. Trình tự thiết kế bộ truyền đai thang

File GT-Trang 55

Bước 1. Chọn tiết diện đai

Bước 2. Tính đường bánh đai nhỏ d_1

Bước 3. Chọn hệ số trượt ζ và Tính đường bánh đai lớn d_2

Bước 4. Xác định khoảng cách trục a

Bước 5. Xác định góc ôm đai α_1

Bước 6. Tính số dây đai z

Bước 7. Tính chiều rộng bánh đai và đường kính ngoài của bánh đai

Bước 8. Tính các lực tác dụng lên bộ truyền

Bước 9. Tính ứng suất lớn nhất và tuổi thọ dây đai