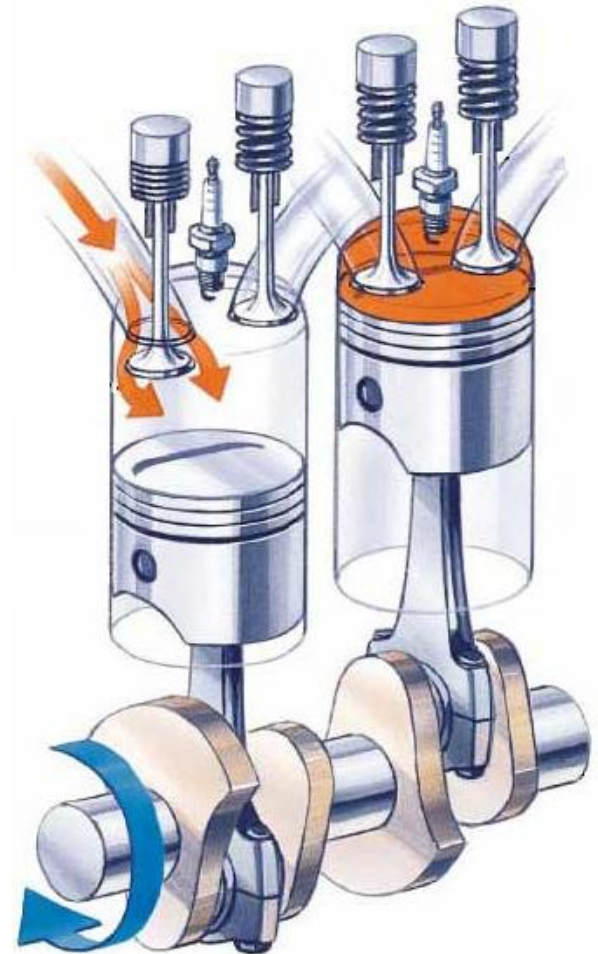


# CƠ SỞ TRUYỀN ĐỘNG CƠ KHÍ

Nguyễn Hữu Hào



## 5.1. Khái niệm chung

### 5.1.1. Khái niệm về truyền động

#### ❖ Các thiết bị và dây chuyền công nghệ sử dụng nhiều loại truyền động:

- Truyền động cơ khí (được dùng nhiều nhất): truyền cơ năng từ động cơ đến các bộ phận của máy có kèm biến đổi về lực, vận tốc, mô men thậm chí cả đặc tính và quy luật chuyển động.
- Truyền động điện
- Truyền động thủy lực, khí nén

#### ❖ Phân loại truyền động cơ khí: Theo nguyên lý làm việc, truyền động cơ khí được chia thành hai nhóm chính:

- Truyền động bằng ma sát: truyền động bánh ma sát và truyền động đai
- Truyền động bằng ăn khớp: truyền động bánh răng, truyền động trục vít – bánh vít (tiếp xúc trực tiếp) và truyền động xích (tiếp xúc gián tiếp)

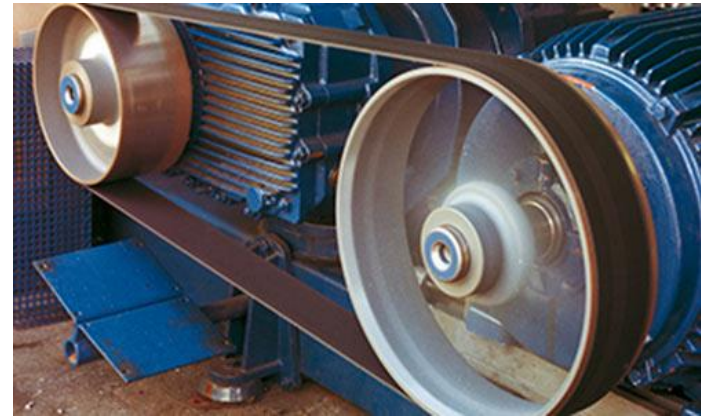
## 5.1. Khái niệm chung

### 5.1.1. Khái niệm về truyền động

❖ Phân loại truyền động cơ khí:



Truyền động bánh ma sát



Truyền động đai



Truyền động bánh răng



Truyền động xích

5.1. Khái niệm chung

5.1.1. Khái niệm về truyền động

❖ Phạm vi sử dụng của một số loại truyền động

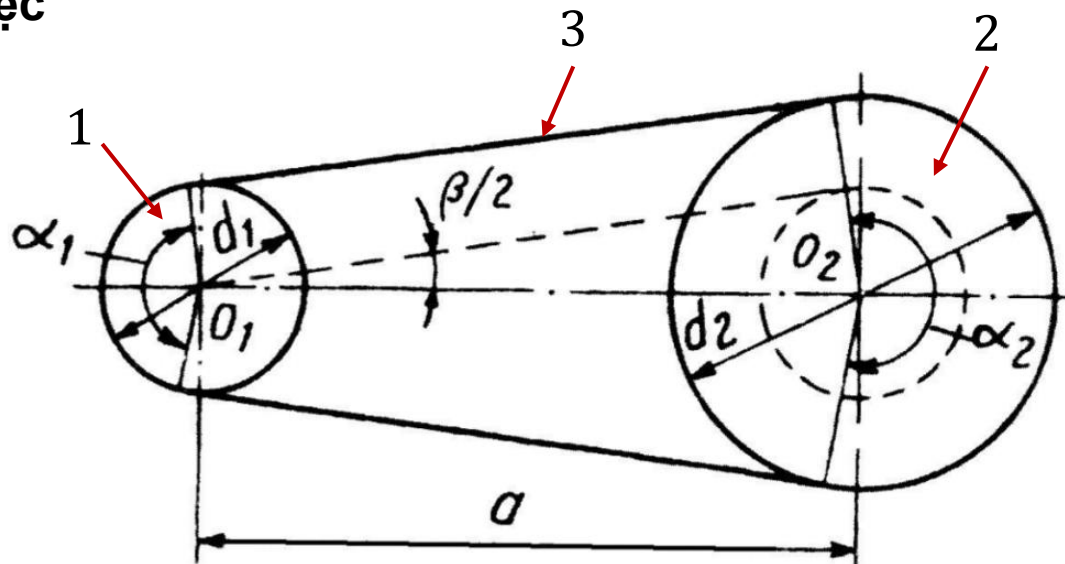
Các thông số cơ bản Loại truyền động	Tỷ số truyền	Vận tốc điểm tiếp tuyến (m/s)	Công suất (kW)	Hiệu suất (%)
Đại	$\leq 10$	$\leq 30$	$\leq 100$	94 - 97
Bánh răng	$\leq 7$	$\leq 30$	$\leq 50000$	94 - 98
Trục vít	8-80	$\leq 15$	$\leq 50$	50 - 90
Xích	$\leq 8$	$\leq 25$	$\leq 100$	90 - 97

## 5.1. Khái niệm chung

### 5.1.2. Khái niệm về truyền động đai

#### ❖ Cấu tạo và nguyên lý làm việc

**Cấu tạo:** Bộ truyền đai bao gồm bánh đai chủ động (1), bánh đai bị động (2), dây đai (3).



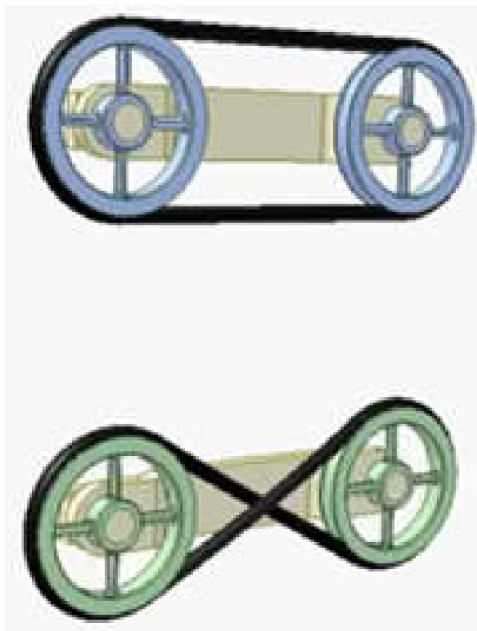
**Nguyên lý hoạt động:** Bộ truyền đai hoạt động theo nguyên lý ma sát, công suất từ bánh chủ động 1 truyền cho bánh bị động 2 nhờ vào ma sát sinh ra giữa dây đai 3 và hai bánh đai 1 và 2.

## 5.1. Khái niệm chung

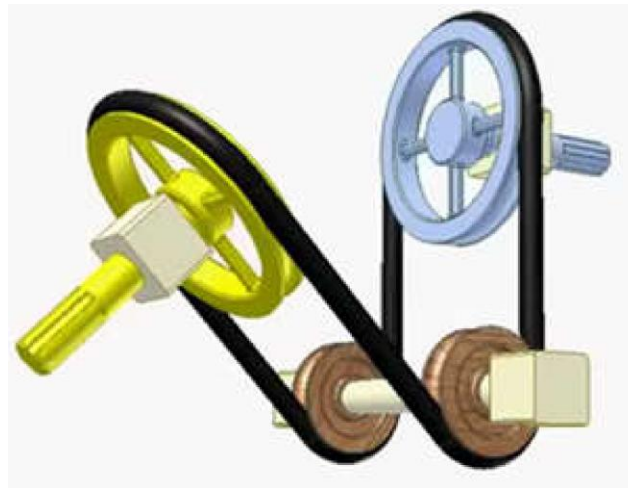
### 5.1.2. Khái niệm về truyền động đai

#### ❖ Phân loại bộ truyền đai

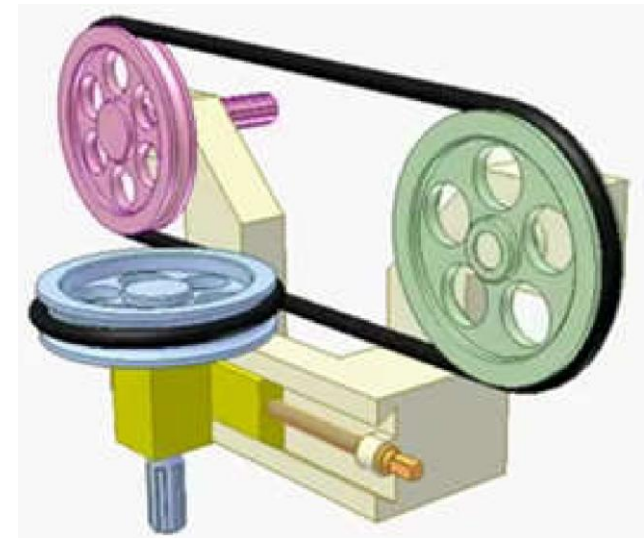
**Theo cách bố trí trục bánh đai:** Loại trục song song, trục chéo nhau, trục vuông góc



Trục song song



Trục chéo nhau



Trục vuông góc

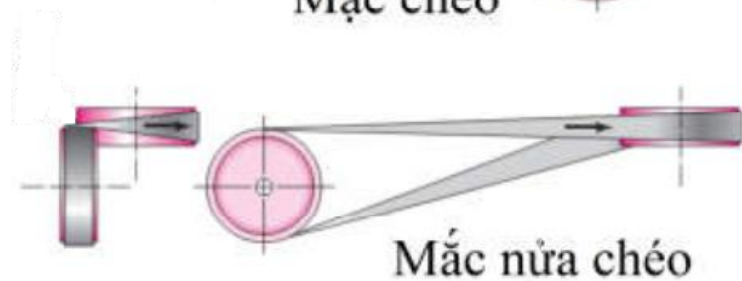
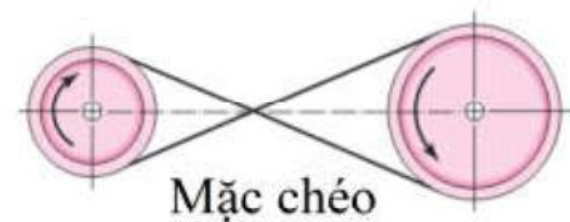
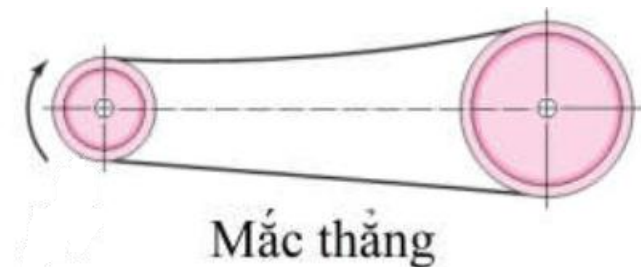
## 5.1. Khái niệm chung

### 5.1.2. Khái niệm về truyền động đai

#### ❖ Phân loại bộ truyền đai

**Theo cách bố trí truyền động:** Mắc thẳng, mắc chéo, mắc nửa chéo.

- Mắc thẳng: truyền chuyển động cùng chiều quay của 2 bánh có hai trục song song
- Mắc chéo: truyền chuyển động ngược chiều quay của 2 bánh có hai trục song song
- Mắc nửa chéo: truyền chuyển động hai trục chéo nhau



## 5.1. Khái niệm chung

### 5.1.2. Khái niệm về truyền động đai

#### ❖ Phân loại bộ truyền đai

**Theo hình dáng và tiết diện dây đai:** Đai dẹt, đai thang, đai hình lược, đai tròn, đai răng.

- Đai dẹt (flat belt): làm bằng da, vải cao su, sợi len, sợi tổng hợp.
- Đai thang (V belt): Làm việc nhờ 2 mặt bên, cấu tạo bằng vải cao su gồm các sợi bông được đan chịu kéo, lớp cao su liên kết và chịu nén, tăng ma sát.
- Đai hình lược (ribbed belt): dùng cho máy công suất nhỏ
- Đai răng (timing belt): tối đa 50 răng

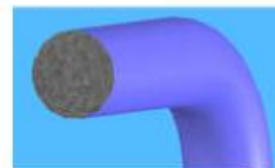
Đai dẹt



Đai thang



Đai hình lược



Đai tròn



Đai răng

## 5.1. Khái niệm chung

### 5.1.2. Khái niệm về truyền động đai

#### ❖ Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng của bộ truyền đai

- Ưu điểm

- ✓ Truyền động giữa các trục cách xa nhau ( $< 15\text{ m}$ )
- ✓ Có thể truyền động với vận tốc lớn
- ✓ Kết cấu vận hành đơn giản
- ✓ Làm việc êm, không gây ồn nhờ vào độ dẻo của đai
- ✓ Tránh được dao động sinh ra do tải trọng thay đổi tác dụng lên cơ cấu nhờ tính đàn hồi của đai
- ✓ Có thể đề phòng quá tải nhờ sự trượt trơn của đai

## 5.1. Khái niệm chung

### 5.1.2. Khái niệm về truyền động đai

#### ❖ Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng của bộ truyền đai

- **Nhược điểm**

- ✓ Kích thước bộ truyền đai lớn hơn so với các bộ truyền xích khác
- ✓ Tỷ số truyền thay đổi do hiện tượng trượt trơn giữa các đai và bánh đai (ngoại trừ đai răng)
- ✓ Tải trọng tác dụng lên trục và ổ lớn (thường gấp 2 hoặc 3 lần so với bộ truyền bánh răng) do phải có lực căng đai ban đầu (tạo áp lực pháp tuyến lên đai để tạo áp lực ma sát).
- ✓ Tuổi thọ của bộ truyền đai thấp

## 5.1. Khái niệm chung

### 5.1.2. Khái niệm về truyền động đai

#### ❖ Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng của bộ truyền đai

- **Phạm vi sử dụng**

- ✓ Bộ truyền đai thường dùng để truyền công suất không quá  $40 \div 50$  kW, vận tốc thông thường khoảng  $5 \div 30$  m/s.
- ✓ Tỷ số truyền  $u$  của đai dẹt thường không quá 5, đối với đai thang không quá 10.
- ✓ Thường bố trí ở cấp nhanh (bánh dẫn lắp vào ngõng trục động cơ)

## 5.1. Khái niệm chung

### 5.1.2. Khái niệm về truyền động đai

❖ Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng của bộ truyền đai

- Phạm vi sử dụng

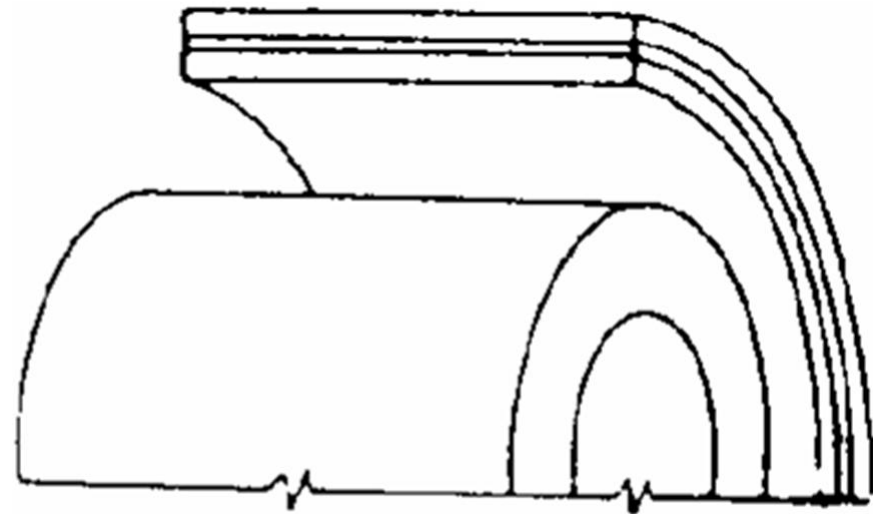
Loại đai	Tỉ số truyền $u$	Vận tốc $v_{max}$
<b>Đai dẹt</b>		
- Đai dẹt có căng đai	$< 5$	40 m/s
- Đai dẹt vật liệu tổng hợp	$< 10$	80 đến 100 m/s
<b>Đai thang</b>		
- Đai thang O, A, B, C	$< 10$	25 m/s
- Đai thang D, E	$< 10$	30 m/s
- Đai thang hẹp	$< 10$	40 m/s
<b>Đai lược</b>	$< 15$	50 m/s
<b>Đai răng</b>	$< 30$	80 m/s

## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai dẹt

- **Cấu tạo:** Thường làm bằng vật liệu composite.
- **Phân loại:** Đai vải, đai vải cao su, đai da, đai sợi len, đai sợi tổng hợp
- **Đai vải:**
  - ✓ Khả năng tải thấp, rẻ tiền
  - ✓ Vận tốc lớn
  - ✓ Không dùng nơi ẩm ướt, nhiệt độ cao
  - ✓ Bánh đai nhỏ do đai mềm



## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.1. Cấu tạo đai

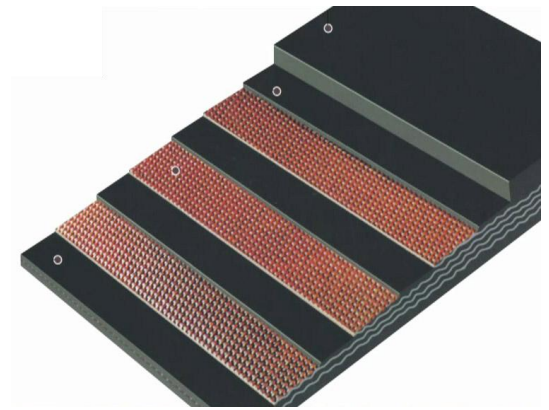
#### ❖ Đai dệt

- **Đai vải cao su**

- ✓ Được sử dụng nhiều
- ✓ Cấu tạo: gồm nhiều lớp vải bông được bọc bằng cao su và được sunfua hóa
- ✓ Ưu điểm: bền, dẻo, ít bị ảnh hưởng của sự thay đổi nhiệt độ, độ ẩm, rẻ tiền.
- ✓ Nhược điểm: dễ bị phân hủy dưới tác dụng của dầu, xăng, chất kiềm

- **Đai da**

- ✓ Vận tốc làm việc lớn, độ đàn hồi lớn
- ✓ Không làm việc ở nơi ẩm ướt, ăn mòn
- ✓ Giá thành đắt



## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai dẹt

- **Đai sợi len**

- ✓ Tính đàn hồi cao
- ✓ Vận tốc cao hơn tác loại trên
- ✓ Làm việc được ở mọi môi trường

- **Đai sợi tổng hợp**

- ✓ Kích thước nhỏ
- ✓ Bề dày mỏng nên có kích thước nhỏ
- ✓ Tính đàn hồi cao
- ✓ Độ bền và tuổi thọ cao
- ✓ Làm việc với bận tốc lớn

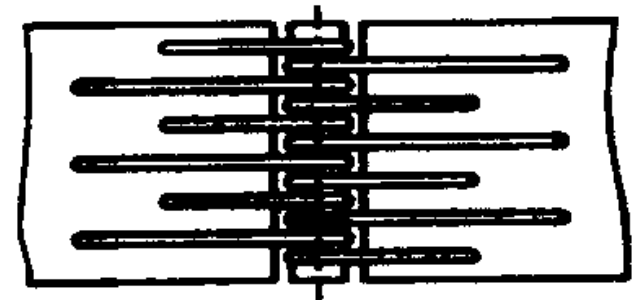


## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

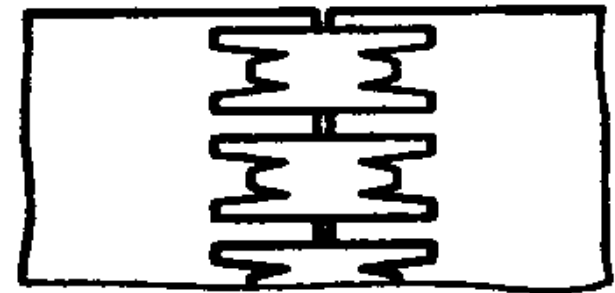
### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai dẹt

- Nối đai



a) Móc xương cá



b) Chấu

## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

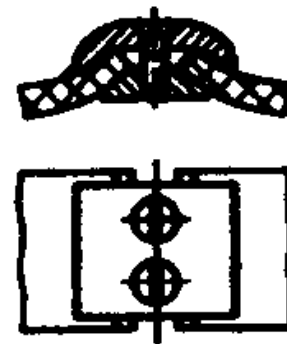
### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai dẹt

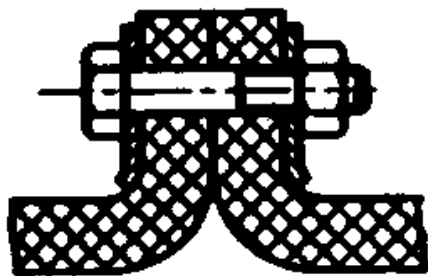
- Nối đai



c) Ghép đinh tán



d) Miếng kẹp và vít



e) Mối ghép bulông



f) Dán bằng keo

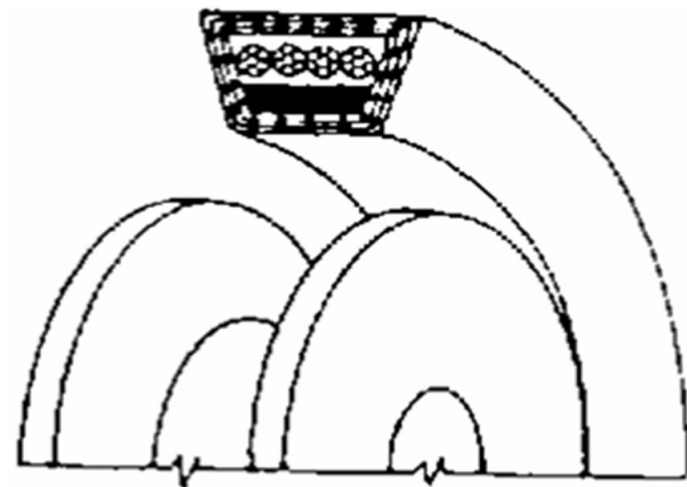
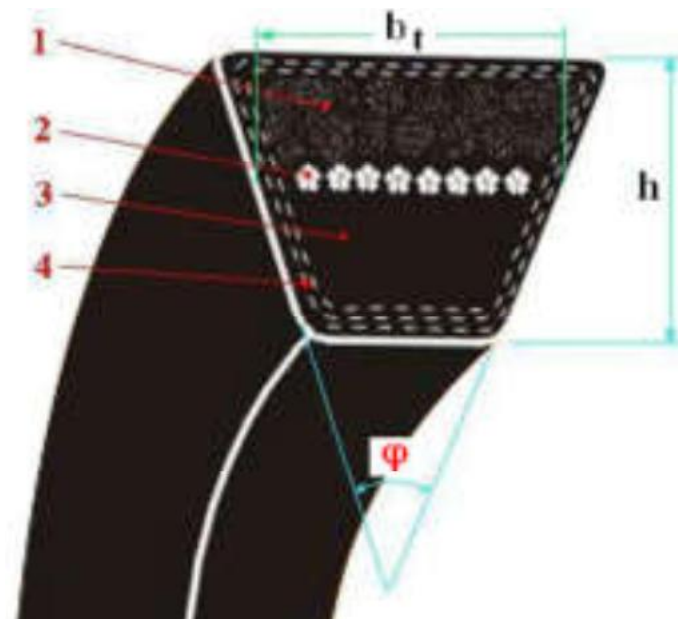


## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai thang

- Mặt làm việc là hai mặt bên
- Dây đai được tạo thành vòng kín có cấu tạo bởi các thành phần: (1) lớp sợi vải đường kính nhỏ và cao su (chịu kéo), (2) lớp sợi vải đường kính lớn (chịu kéo), (3) lớp cao su đặc (chịu nén), (4) lớp vải tấm cao su (bảo vệ và giảm mòn cho đai)
- Góc tiết diện đai  $\varphi = 40^\circ$
- Đai thang được tiêu chuẩn hóa: (kích thước tiết diện + chiều dài đai)
- Đai thang có hệ số ma sát cao hơn đai dẹt.

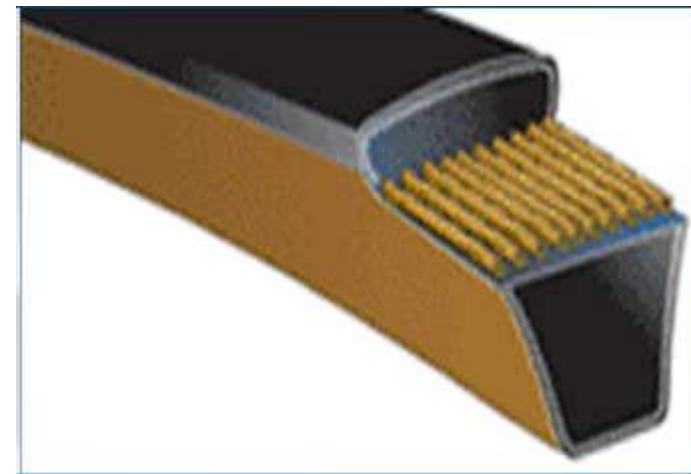
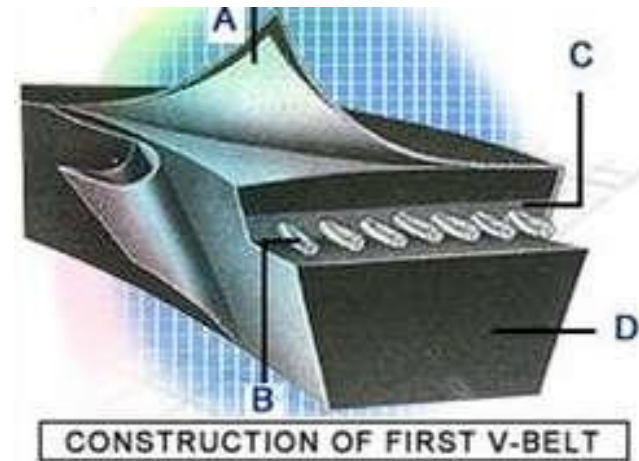


## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai thang

- Bao gồm đai sợi xếp và đai sợi đan.
- Đai thang tiết diện thường  $b_p/h \approx 1,4$ : TCVN 2332-78
- Đai thang hẹp  $b_p/h = 1,05 \div 1,1$ : TCVN 3210-79
- Đai thang rộng  $b_p/h = 2 \div 4,5$ : làm việc với vận tốc thấp hơn đai thường, khả năng tải cao hơn
- Chiều dài dây đai theo tiêu chuẩn (mm): 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000, 5000, 5600, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12500, 14000, 16000, 18000,...



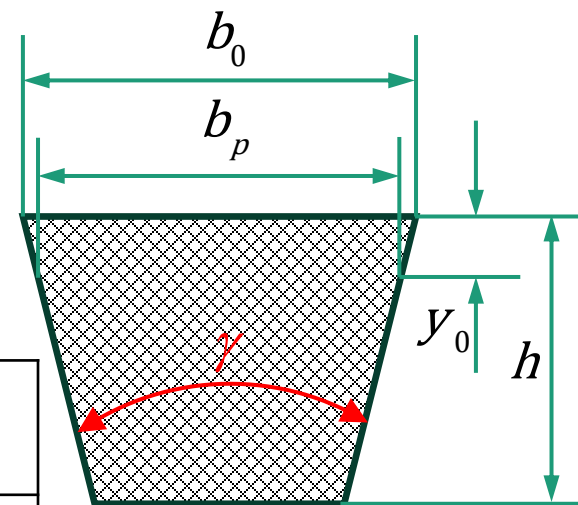
## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai thang

- Kích thước đai thang theo tiêu chuẩn:

Dạng đai	Ký hiệu	$b_p$ (mm)	$b_0$ (mm)	$h$ (mm)	$y_0$ (mm)	Độ dài (mm)
Đai thang	Z	8,5	10	6	2,1	400-2500
	A	11	13	8	2,8	560-4000
	B	14	17	10,5	4	800-6300
	C	19	22	13,5	4,8	1800-10600
	D	27	32	19	5,9	3150-18000
	E	32	38	23,5	8,3	4500-18000
Đai thang hẹp	SPZ	8,5	10	8	2	630-3550
	SPA	11	13	10	2,8	800-4500
	SPB	14	17	13	3,5	1250-8000

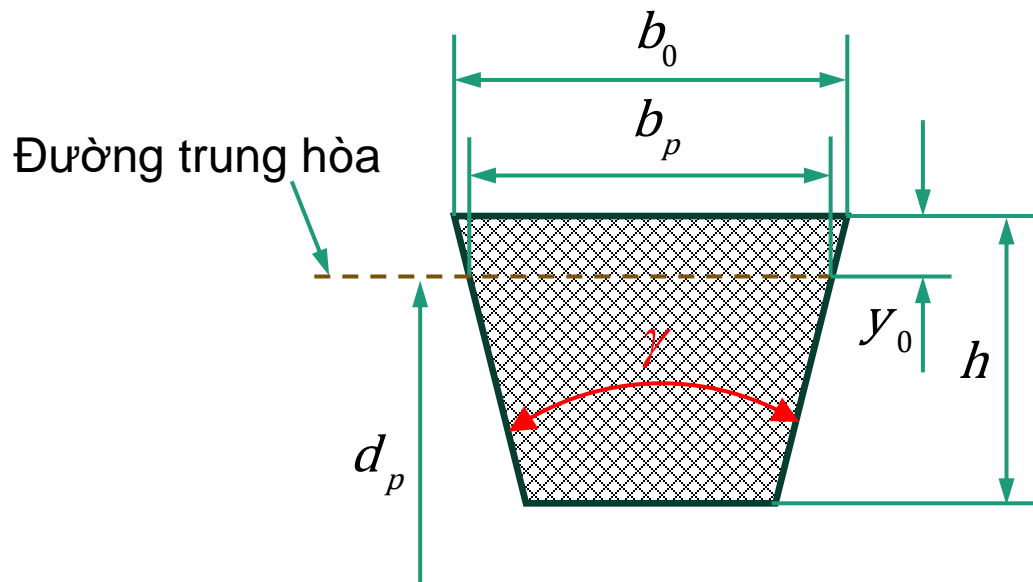


## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai thang

- Kích thước đai thang



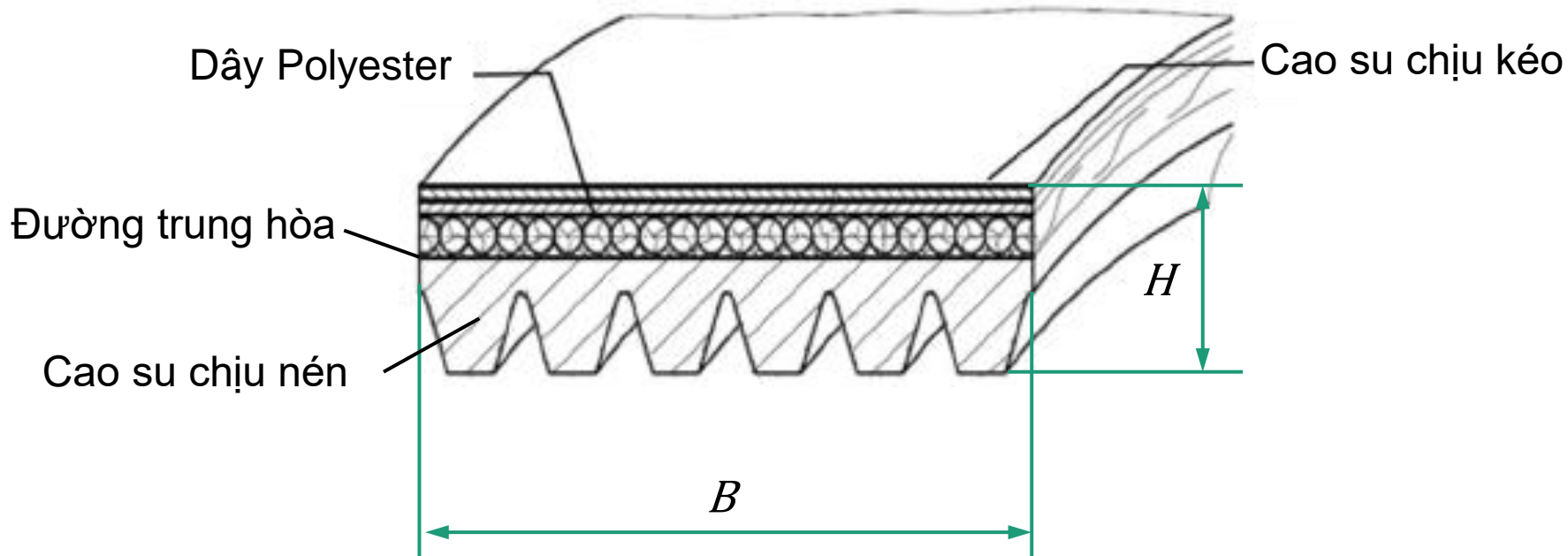
$b_p$  là chiều rộng mặt chuẩn;  
 $b_0$  là bề rộng mặt trên dây đai,  $h$  là chiều cao dây đai.  $b_0$  và  $h$  là các kích thước danh nghĩa.  $\gamma$  là góc chêm đai có giá trị tiêu chuẩn là  $40^\circ$ .  $d_p$  là đường kính đường trung hòa được dùng khi tính toán thiết kế đường kính bánh đai.  $y_0$  là khoảng cách từ đường trung hòa đến mặt trên của đai.

## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai hình lược

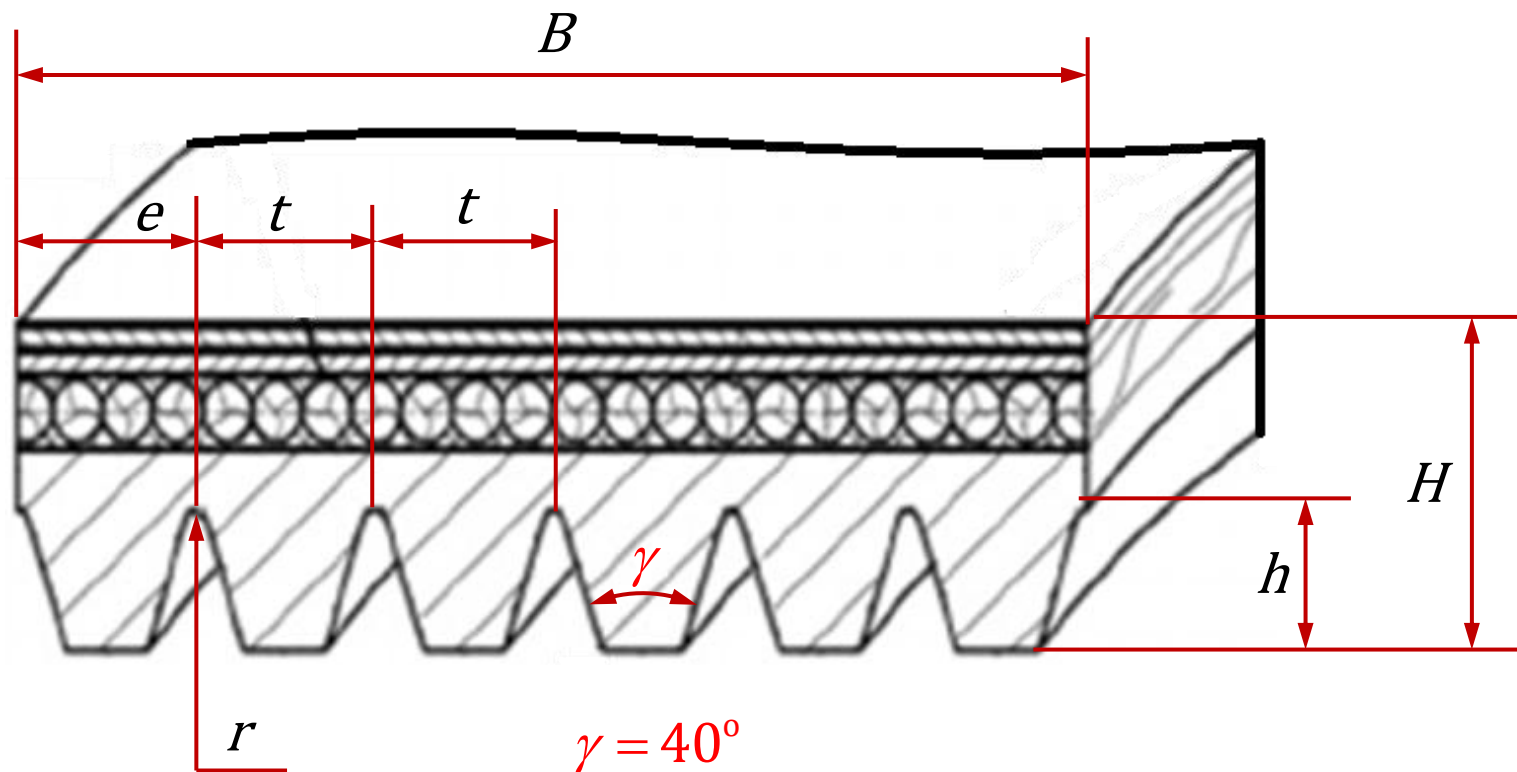
- Kết hợp ưu điểm dẻo và liền khối của đai dẹt, độ bám tốt của đai thang => giảm đường kính bánh đai và tăng tỷ số truyền đến  $u \leq 15$ .
- Tiết diện răng được tiêu chuẩn hóa
- Đai cũng được làm thành vòng kín, chiều dài đai  $L$  được tiêu chuẩn hóa.



## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai hình lược



Các kích thước cơ bản của đai hình lược (đối với đai tiêu chuẩn góc chêm đai luôn bằng  $40^\circ$ )

## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.1. Cấu tạo đai

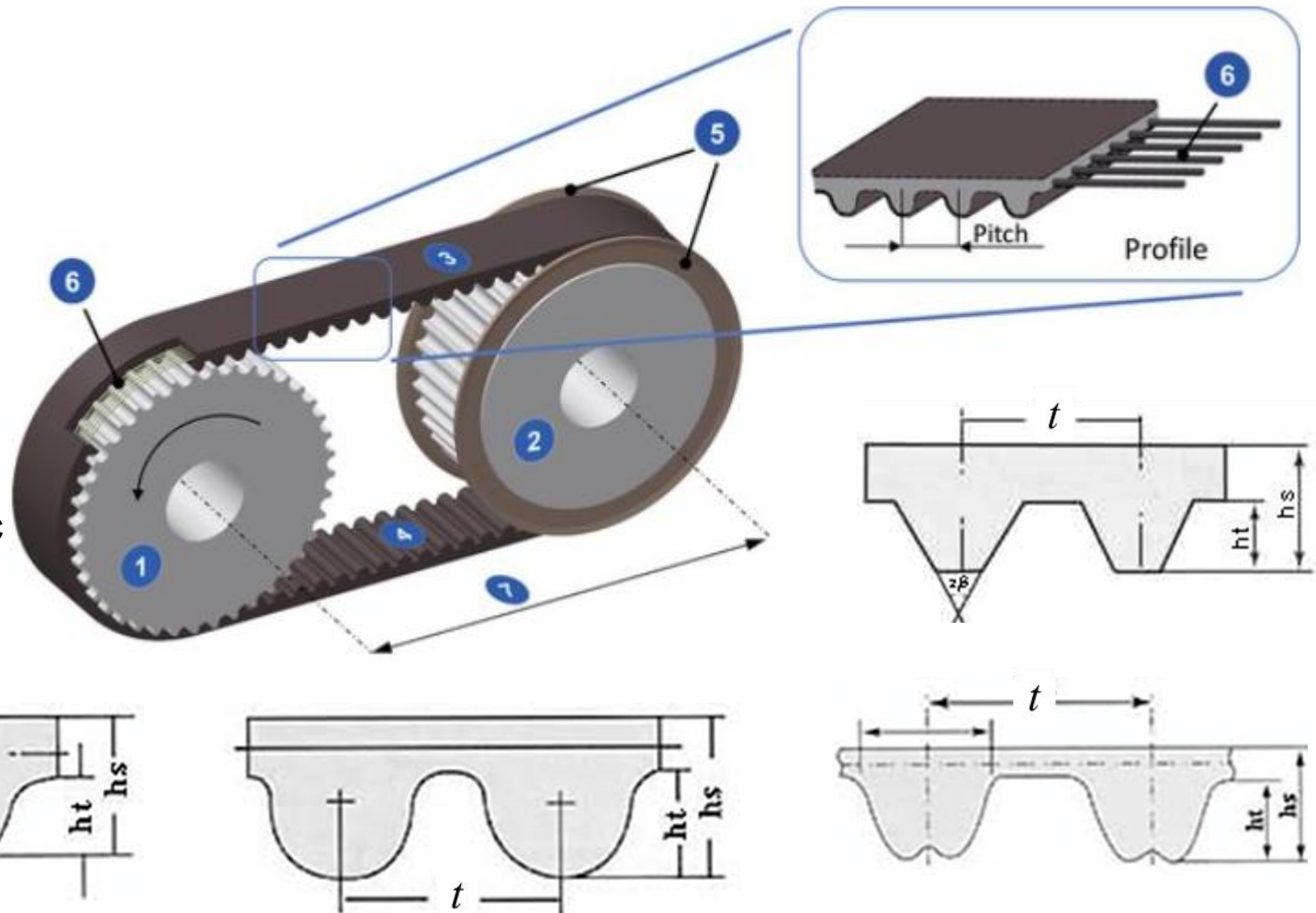
#### ❖ Đai răng

Mô đun:  $m$  được tiêu chuẩn hóa:

1, 1, 5; 2; 3; 4; 5; 7; 10 mm

$m = t/\pi$  ( $t$  - bước của đai răng)

Đai được nối thành vòng kín, chiều dài  $L$  được tiêu chuẩn hóa.



## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

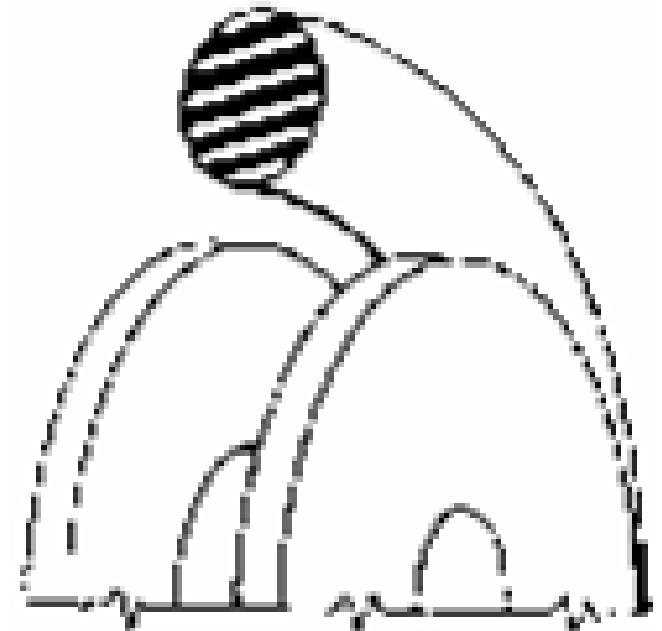
### 5.2.1. Cấu tạo đai

#### ❖ Đai tròn



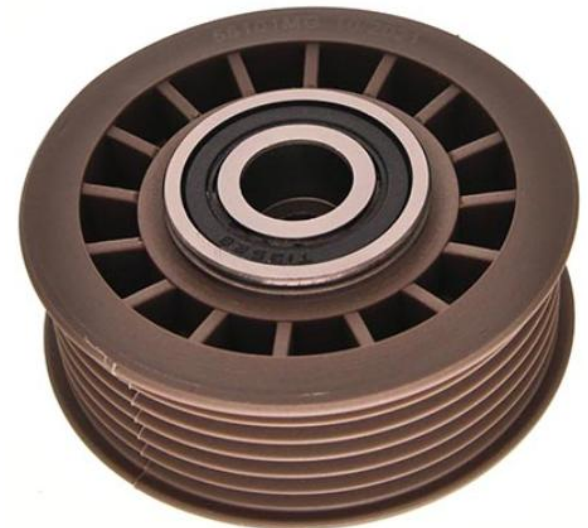
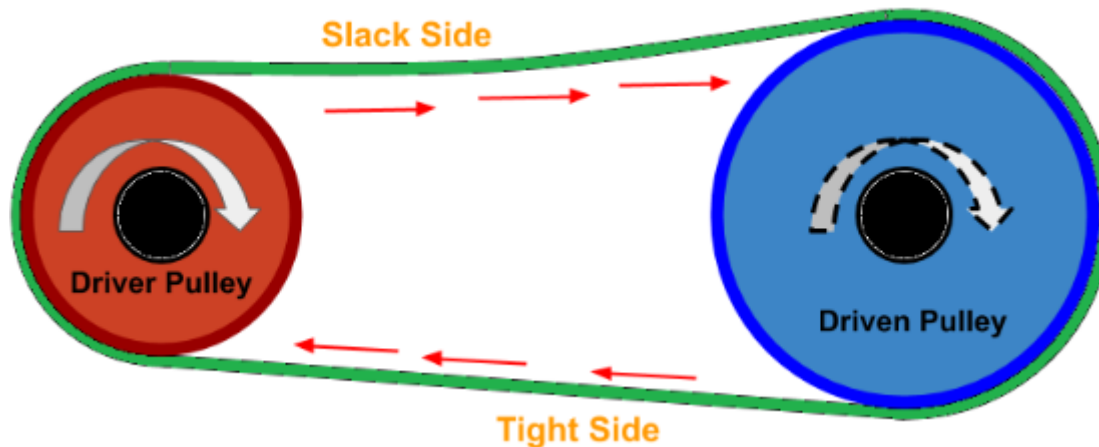
Dùng để truyền công suất nhỏ

- Đai thường được làm bằng da, vải hay cao su
- Dùng được với mọi hình dạng rãnh bánh đai



## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

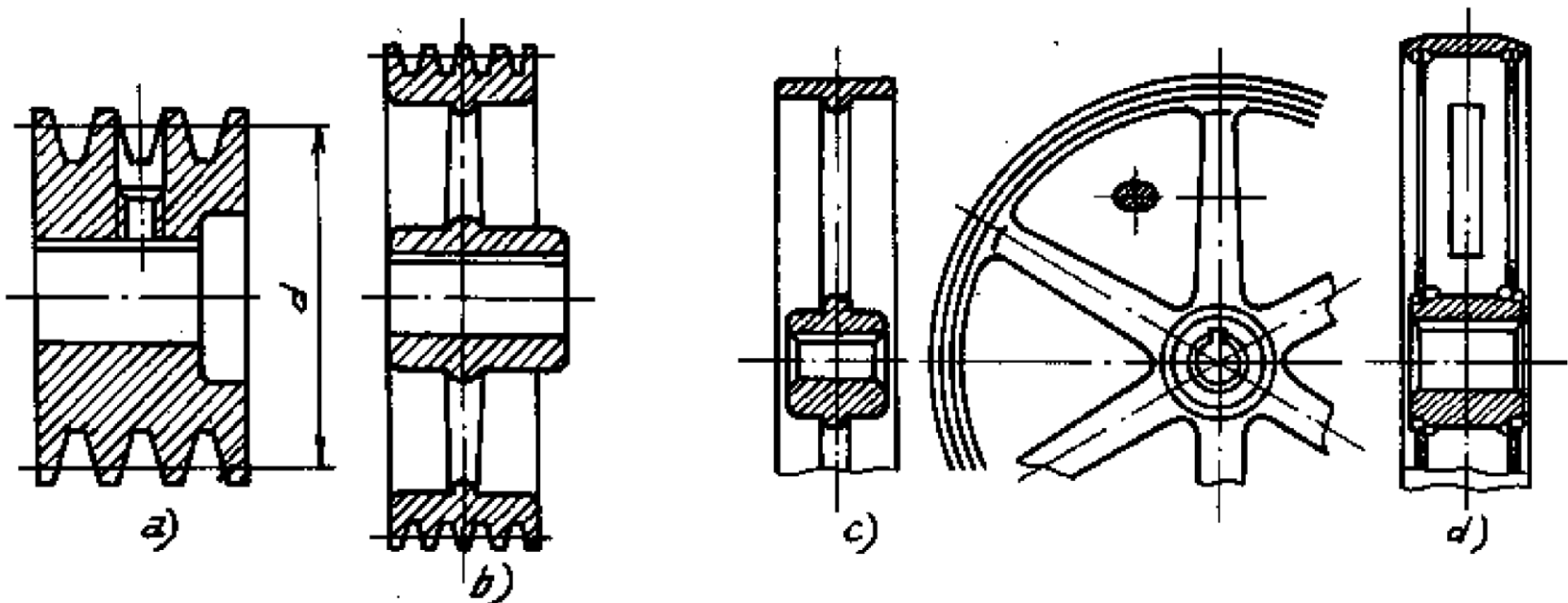
### 5.2.2. Cấu tạo bánh đai (Pulley)



## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.2. Cấu tạo bánh đai (Pulley)

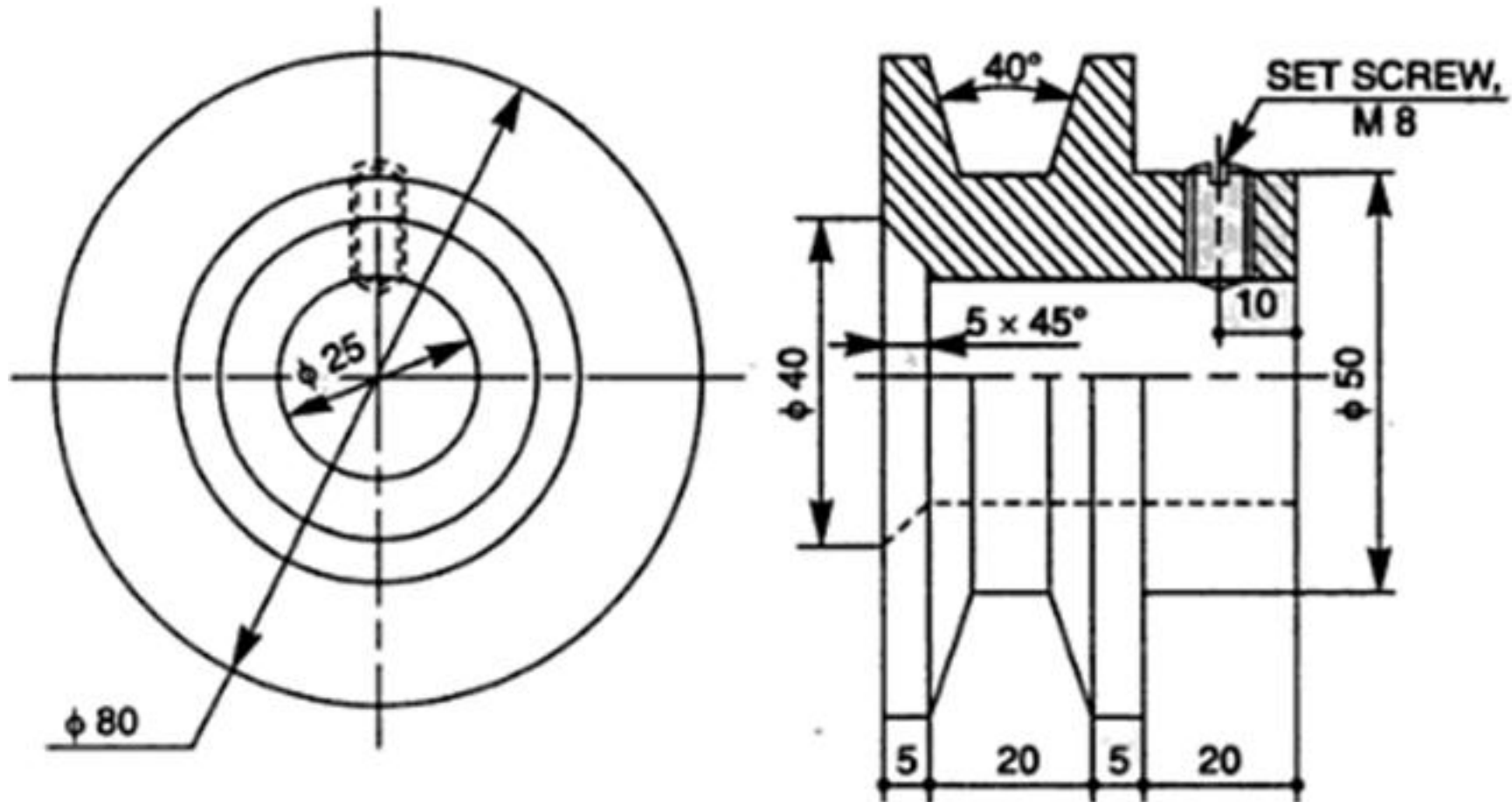
- Bánh đai được quyết định bởi kích thước, loại đai, số lượng sản xuất và khả năng chế tạo.
- Đường kính nhỏ (dưới 10mm) nên chế tạo bằng phương pháp dập hoặc đúc không khoét lỗ (hình a), khi đường kính lớn thường được khoét lỗ (hình b).
- Bánh đai dẹt (hình c, d)
- Đường kính bánh đai lấy theo tiêu chuẩn hóa



## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.2. Cấu tạo bánh đai (Pulley)

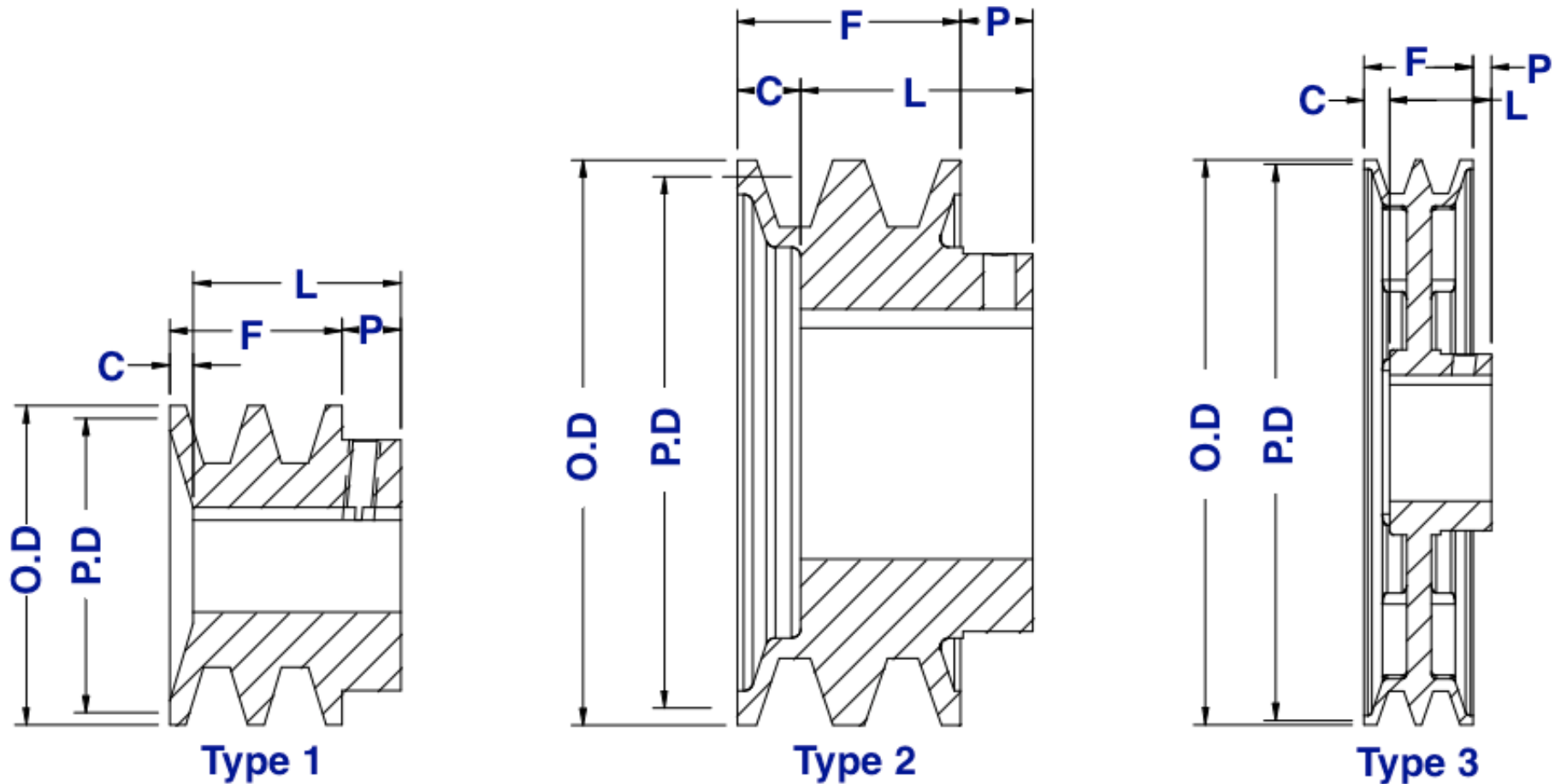
#### ❖ Bánh đai thang (V-belt pulley)



## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.2. Cấu tạo bánh đai (Pulley)

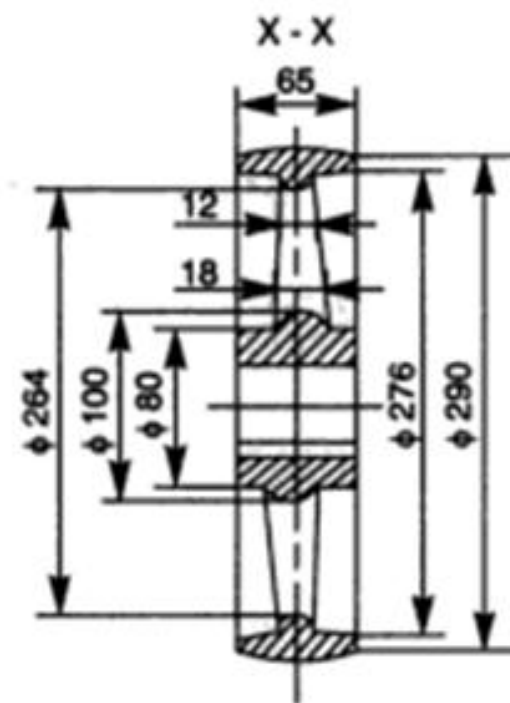
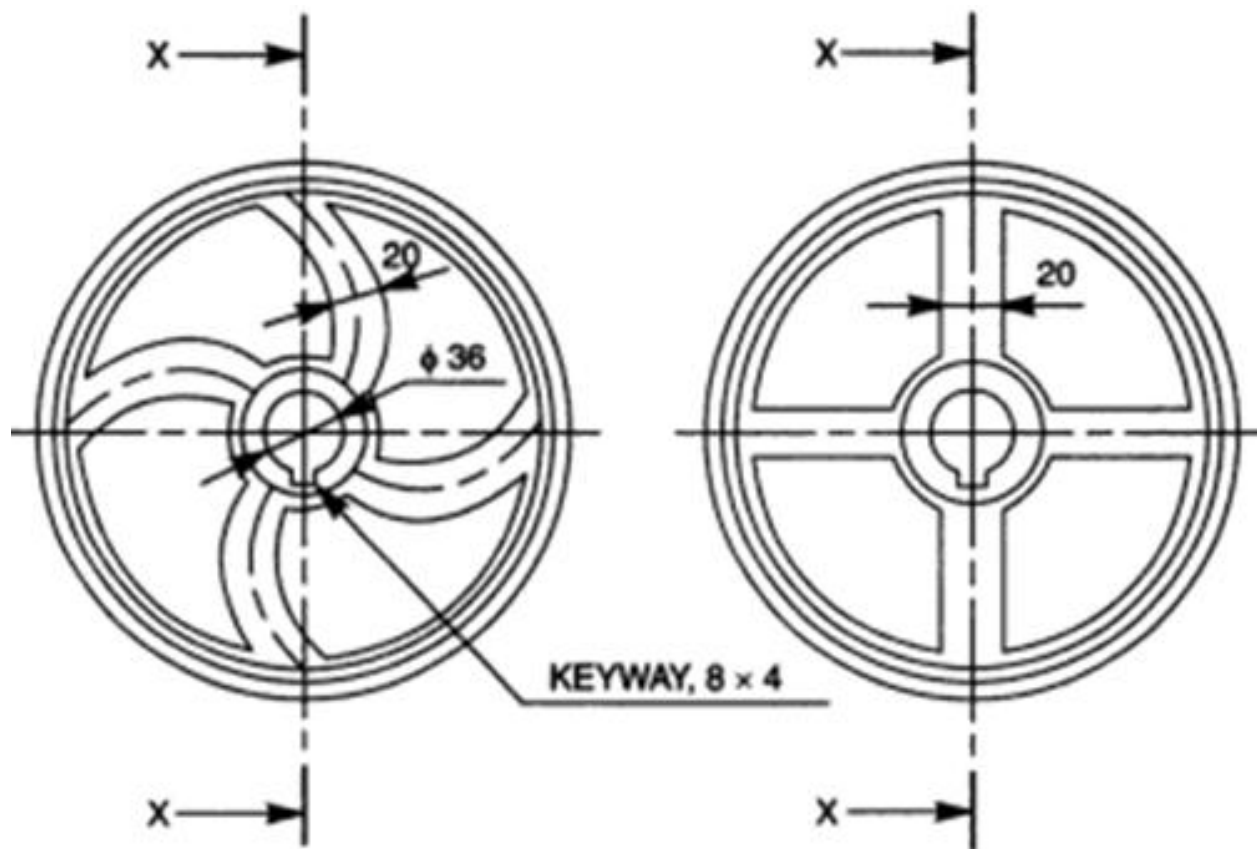
#### ❖ Bánh đai thang (V-belt pulley)



## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.2. Cấu tạo bánh đai (Pulley)

#### ❖ Bánh đai thang (V-belt pulley)

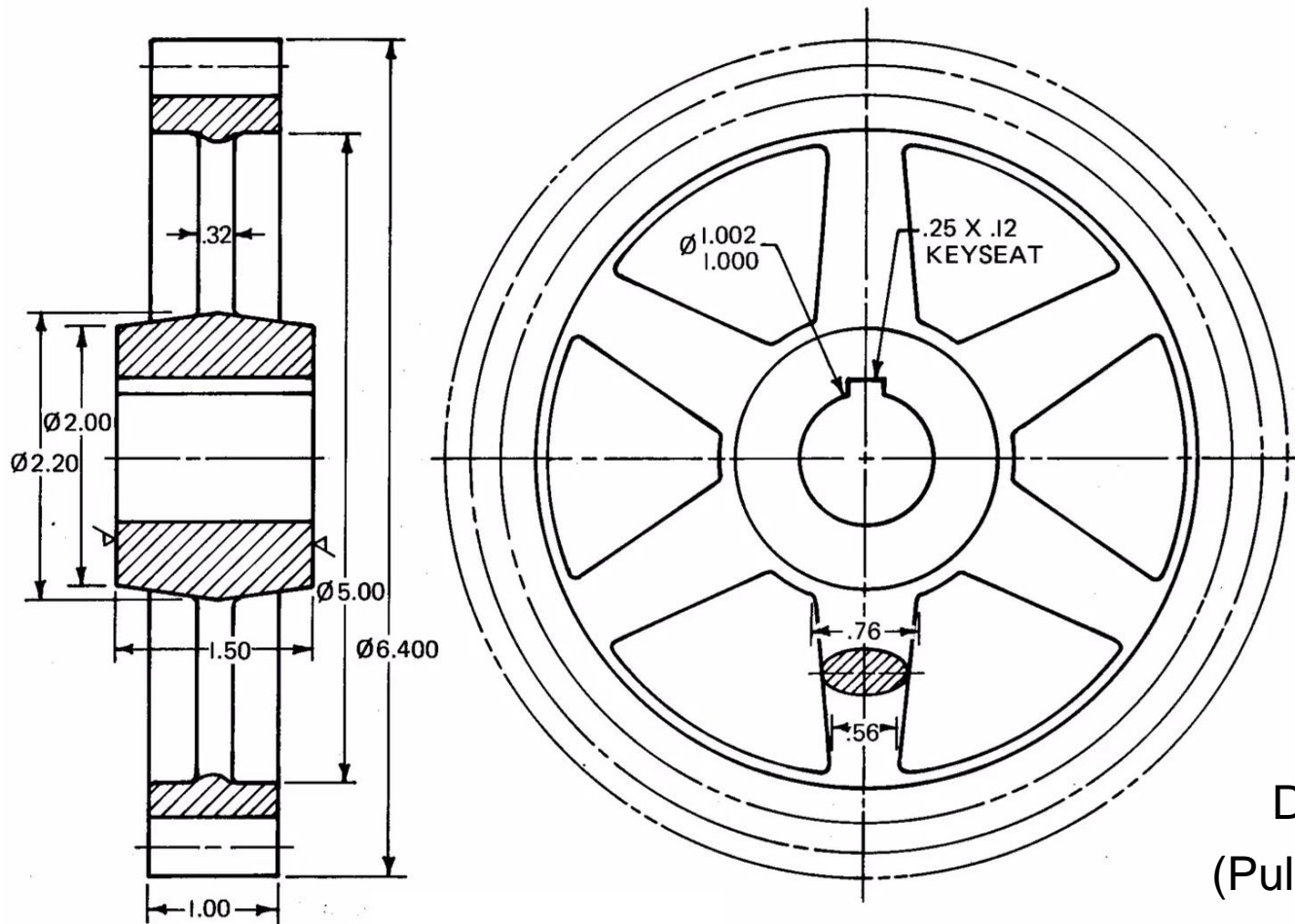


Dạng cánh tay  
(Pulley with arms)

## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.2. Cấu tạo bánh đai (Pulley)

#### ❖ Bánh đai thang (V-belt pulley)

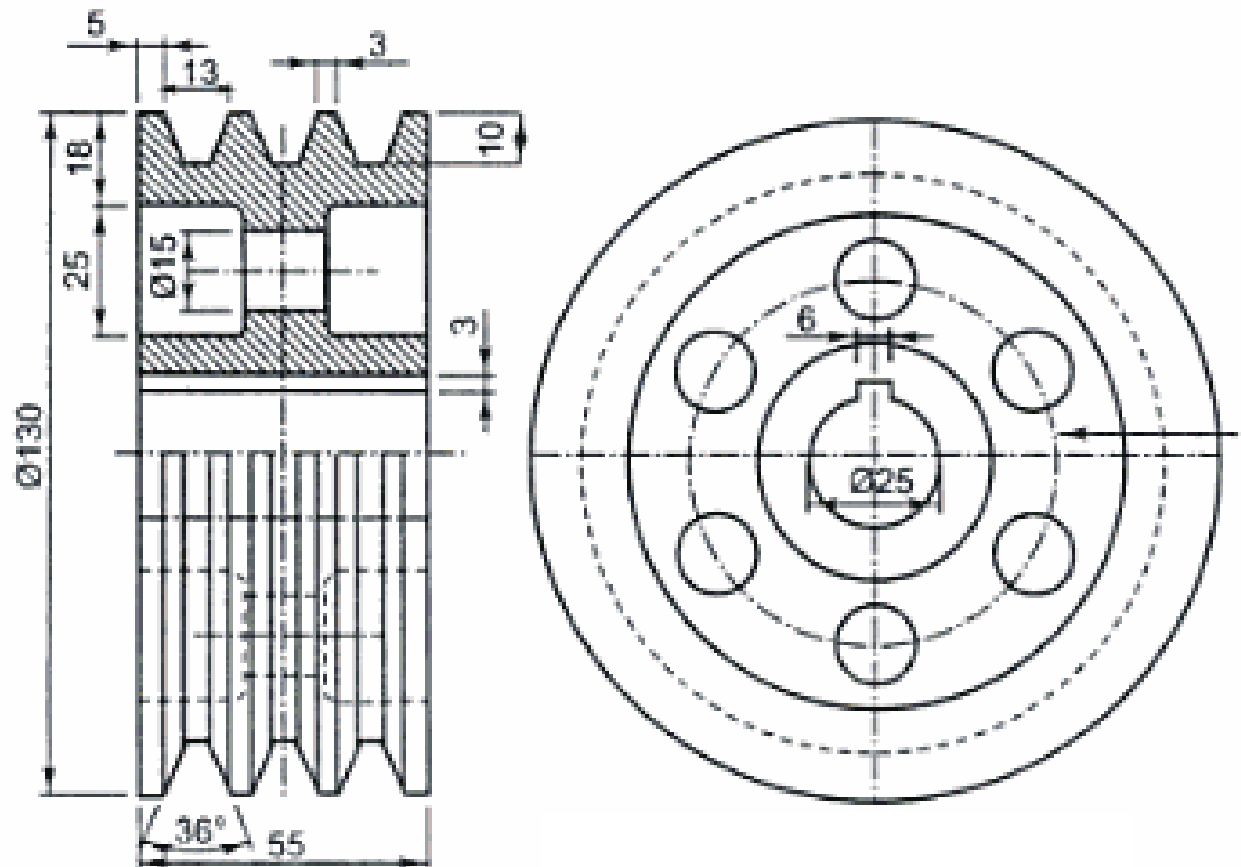


Dạng nan hoa  
(Pulley with spokes)

## 5.2. Những vấn đề cơ bản của truyền động đai

### 5.2.2. Cấu tạo bánh đai (Pulley)

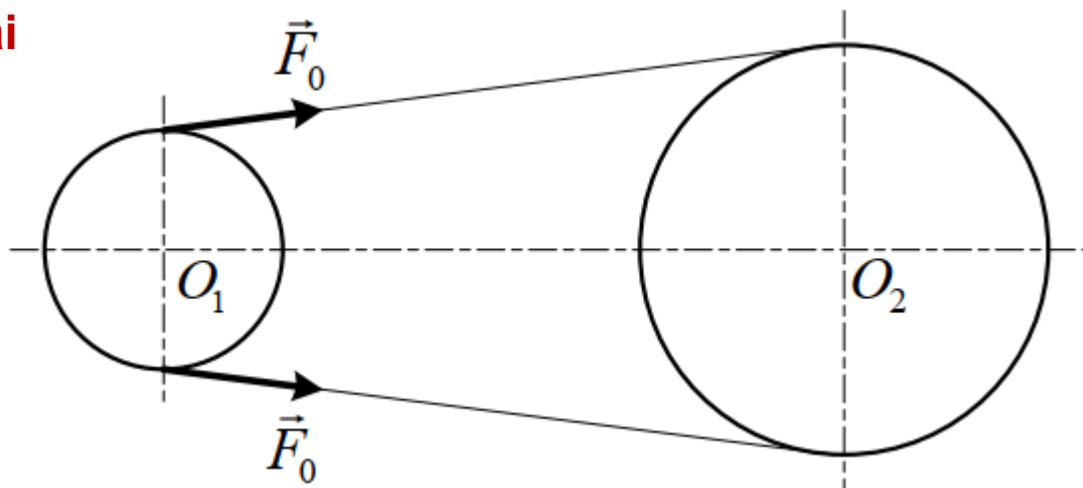
#### ❖ Bánh đai thang (V-belt pulley)



Dạng vách  
(Pulley with wall)

### 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

#### 5.3.1. Lực tác dụng lên dây đai



- Khi căng đai, xuất hiện lực căng đai ban đầu:

$$F_0 = \sigma_0 \cdot A$$

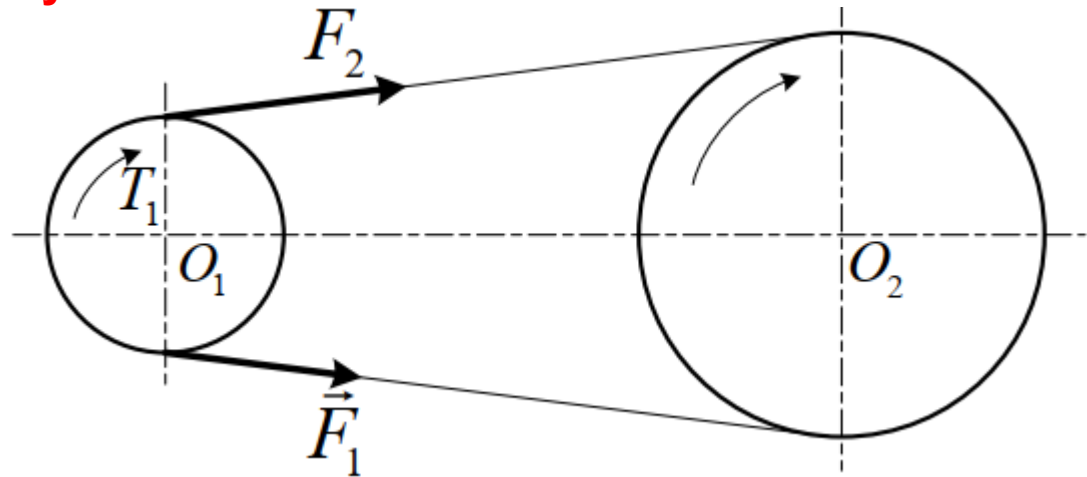
Trong đó:  $\sigma_0$  là ứng suất pháp phân bố trên tiết diện mặt cắt ngang của dây đai, đối với đai dẹt  $\sigma_0 = 1,8 \text{ MPa}$ , đối với đai thang  $\sigma_0 = 1,5 \text{ MPa}$ .

$A$  là tiết diện mặt cắt ngang của dây đai.

## 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

### 5.3.1. Lực tác dụng lên dây đai

- Khi bộ truyền làm việc: Giả sử chiều quay như trên hình vẽ thì:



- ✓ Trên nhánh căng: Lực  $F_0$  tăng tới giá trị  $F_1$  được gọi là lực trên nhánh căng
- ✓ Trên nhánh chùng:  $F_0$  giảm tới giá trị  $F_2$  được gọi là lực trên nhánh chùng

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = F_0 + \Delta F \\ F_2 = F_0 - \Delta F \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{F_1 + F_2 = 2F_0}$$

- Điều kiện cân bằng mô men xoắn trên trục 1:

$$\sum T = -T_1 + F_1 \cdot \frac{d_1}{2} - F_2 \cdot \frac{d_1}{2} = 0 \Rightarrow \boxed{F_1 - F_2 = \frac{2T_1}{d_1} = F_t}$$

$$\left. \begin{array}{l} F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2} \\ F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{\begin{array}{l} F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2} \\ F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2} \end{array}}$$

## 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

### 5.3.1. Lực tác dụng lên dây đai

- Trường hợp bỏ qua lực quá tính ly tâm ta có:

✓ Công thức Euler:  $F_1 = F_2 \cdot e^{f\alpha}$

Trong đó:  $f$  là hệ số ma sát,  $\alpha$  là góc ôm đai

- ✓ Các lực tác dụng lên dây đai trong trường hợp này là:

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

$$F_1 = \frac{F_t e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1}$$

$$F_2 = \frac{F_t}{e^{f\alpha} - 1}$$

Lưu ý: Đối với đai thang ta thay  $f$  bằng  $f'$ :

$$f' = \frac{f}{\sin \frac{\gamma}{2}} \approx 3f$$

$\gamma = 40^\circ$  là góc chêm đai

### 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

#### 5.3.1. Lực tác dụng lên dây đai

- Trường hợp xét đến lực quá tính lý tâm ta có:

✓ Công thức Euler: 
$$\frac{F_1 - F_v}{F_2 - F_v} = e^{f\alpha}$$

- ✓ Các lực tác dụng lên dây đai trong trường hợp này là:

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

$$F_1 = \frac{F_t e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} + F_v$$

$$F_2 = \frac{F_t}{e^{f\alpha} - 1} + F_v$$

Lưu ý: Đối với đai thang ta thay  $f$  bằng  $f'$ :

$$f' = \frac{f}{\sin \frac{\gamma}{2}} \approx 3f$$

$\gamma = 40^\circ$  là góc chêm đai

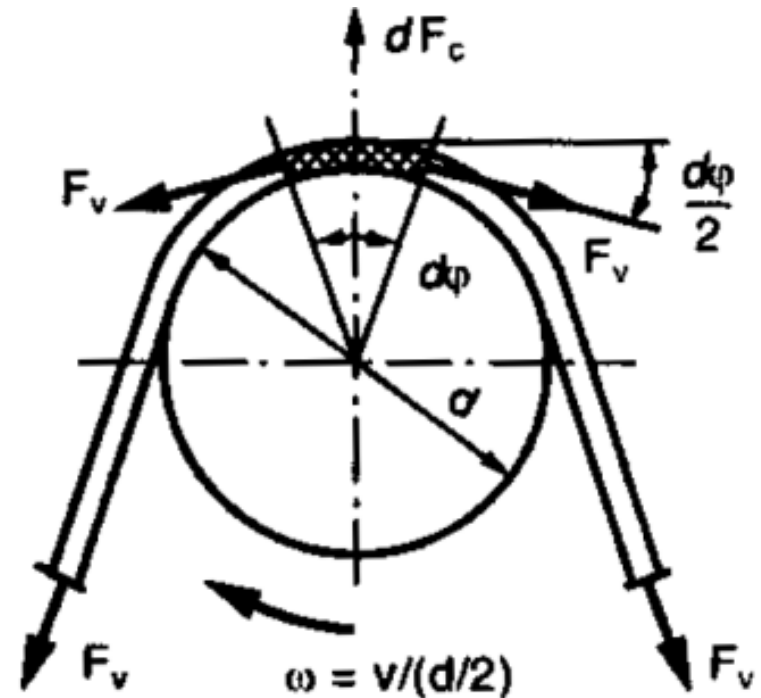
### 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

#### 5.3.1. Lực tác dụng lên dây đai

- Lực quán tính ly tâm:

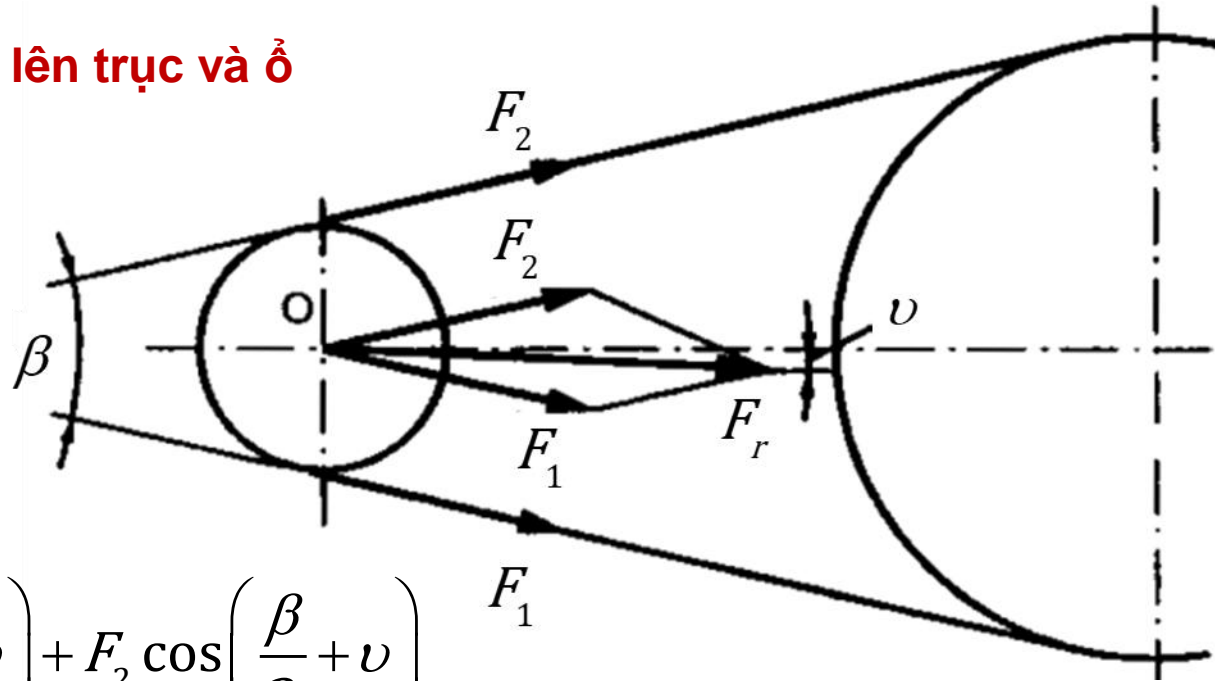
$$F_v = q_m v^2$$

Trong đó:  $q_m$  là khối lượng của 1 m dây đai, đơn vị là kg/m.



## 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

### 5.3.2. Lực tác dụng lên trục và ổ



$$F_r = F_1 \cos\left(\frac{\beta}{2} - \nu\right) + F_2 \cos\left(\frac{\beta}{2} + \nu\right)$$

Vì góc  $\nu$  rất nhỏ nên:  $F_r \approx (F_1 + F_2) \cos \frac{\beta}{2} = 2F_0 \cos \frac{\beta}{2}$

$$F_r \approx 2F_0 \sin \frac{\alpha_1}{2}$$

Hoặc

$$F_r \approx 3F_0 \sin \frac{\alpha_1}{2}$$

Dùng cho bộ truyền đai không có căng đai.

### 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

#### 5.3.3. Ứng suất trong dây đai

- Ứng suất căng đai 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 ly tâm:

$$\sigma_v = \frac{F_v}{A} \quad (\text{Tính khi } v_d > 30 \text{ m/s})$$

## 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

### 5.3.3. Ứng suất trong dây đai

- Ứng suất uốn sinh ra trong đoạn đai bị uốn cong:

$$\sigma_u = \varepsilon E = \frac{\delta}{d} E$$

$d$  là đường kính bánh đai.

$\delta$  là độ dày của đai (đai dẹt),

$E$  là mô đun đàn hồi,

Thép:  $E = 210000$  MPa

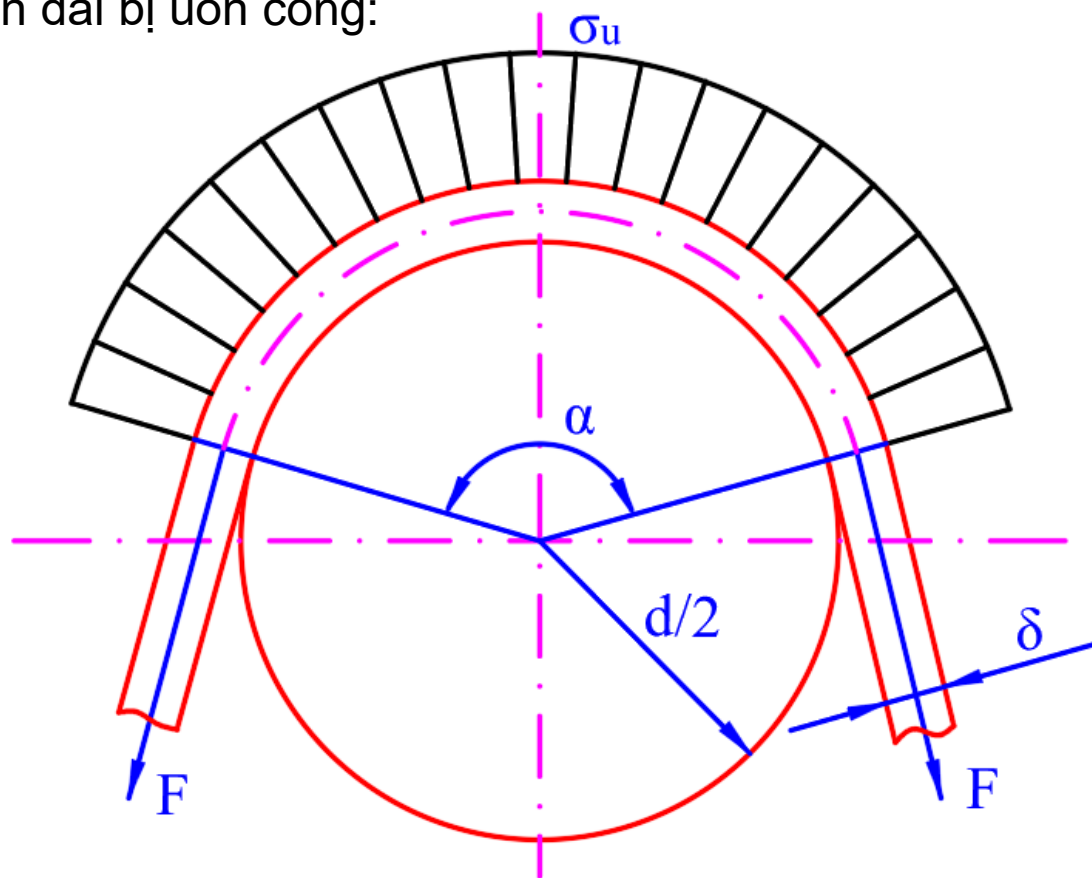
Vải cao su:  $E = 200 - 350$  MPa

$\varepsilon$  là độ dẫn dài tương đối của thớ đai ngoài cùng.

$$\varepsilon = y / r$$

$y = \delta / 2$  đối với đai dẹt và  $y = y_0$  đối với đai thang

$r$  là bán kính cong của đường trung hòa,  $r \approx d/2$



## 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

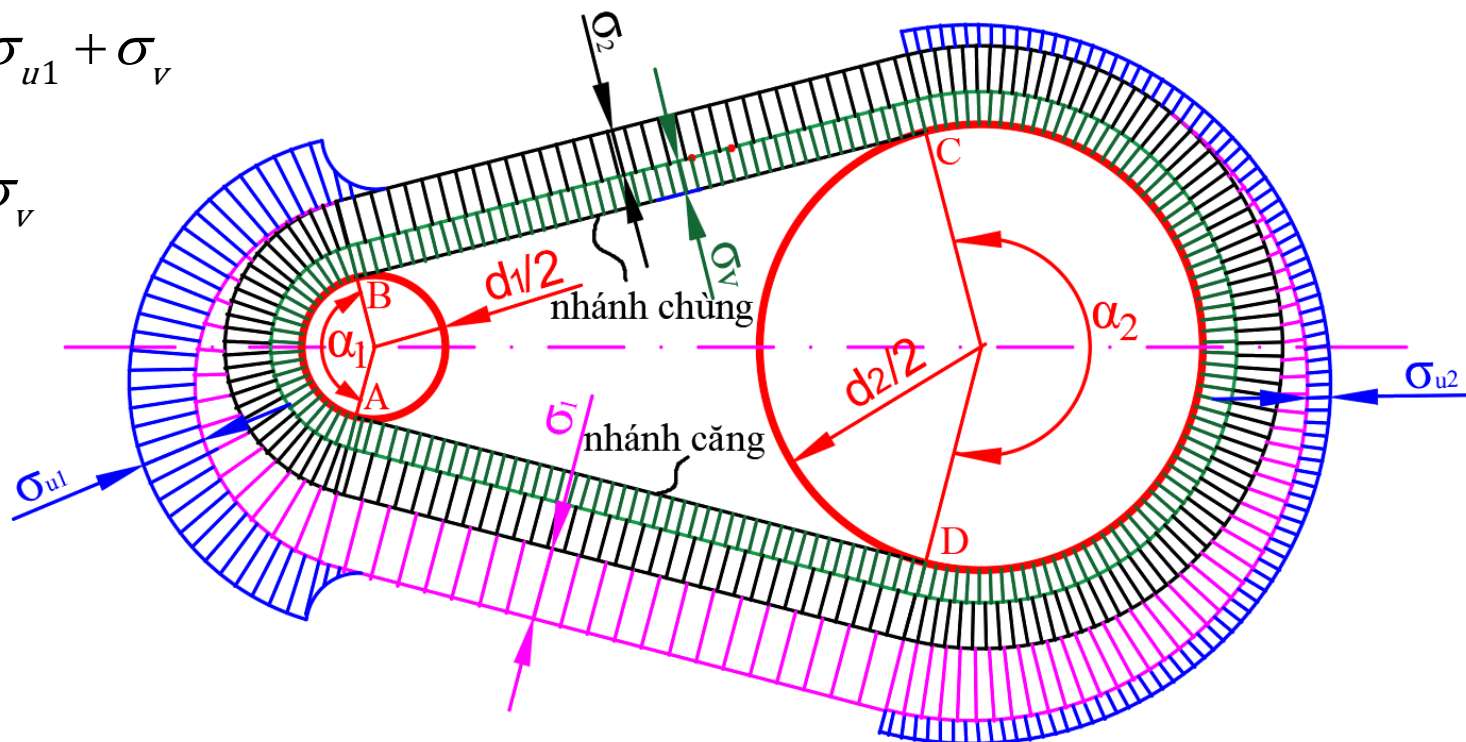
### 5.3.3. Ứng suất trong dây đai

- Phân bố ứng suất của dây đai

*Lưu ý: Khi tăng  $\delta$  hoặc giảm  $d$  thì ứng suất uốn sẽ tăng làm giảm tuổi thọ của đai. Khi dây đai quay 1 vòng thì ứng suất sinh ra trong đai thay đổi 2 chu kỳ. Ứng suất luôn thay đổi theo thời gian. Ứng suất lớn nhất trên nhánh căng tại điểm dây đai bắt đầu tiếp xúc với bánh đai nhỏ (điểm A).*

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_{u1} + \sigma_v$$

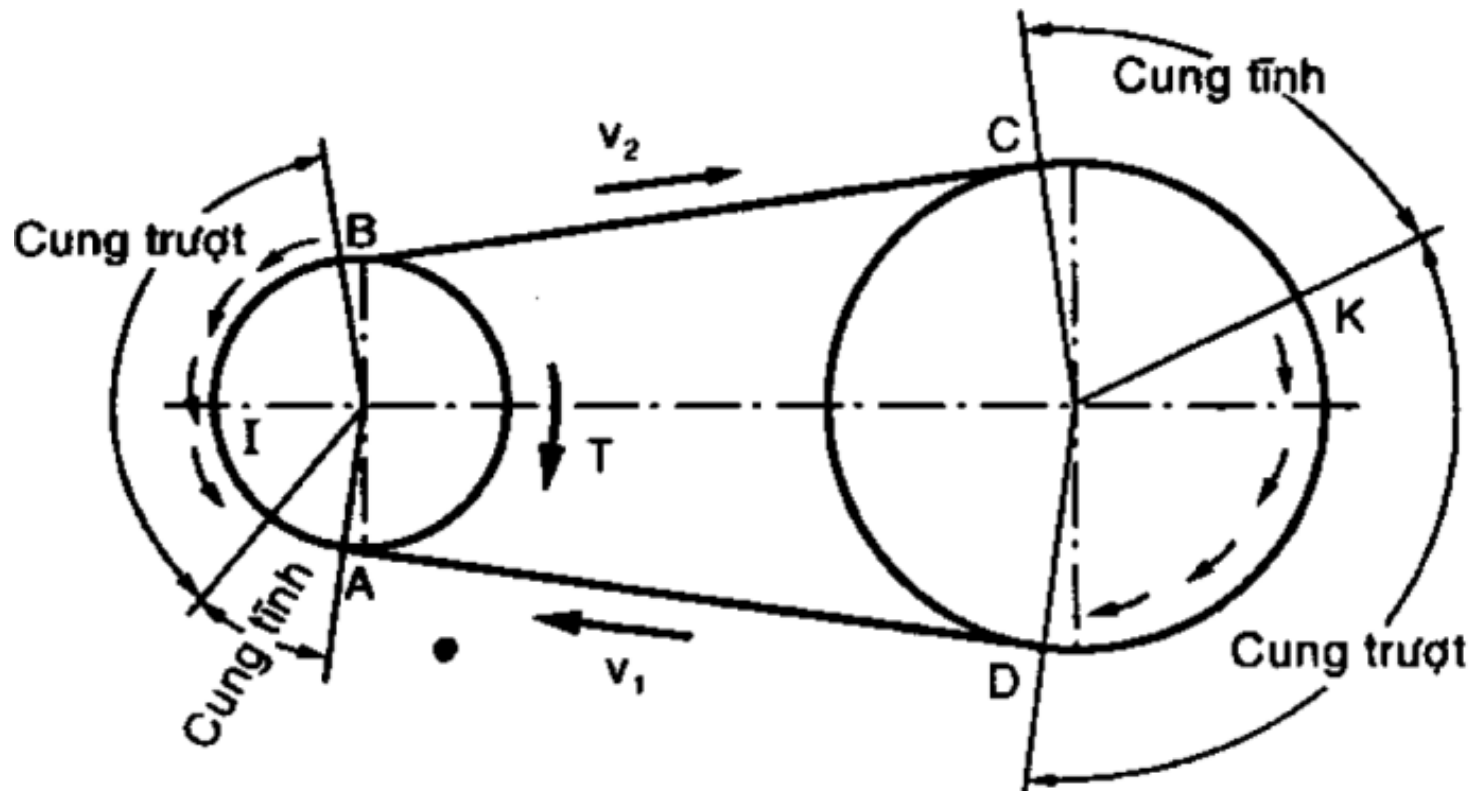
$$\sigma_{\min} = \sigma_2 + \sigma_v$$



### 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

#### 5.3.4. Hiện tượng trượt, hiệu suất của bộ truyền đai

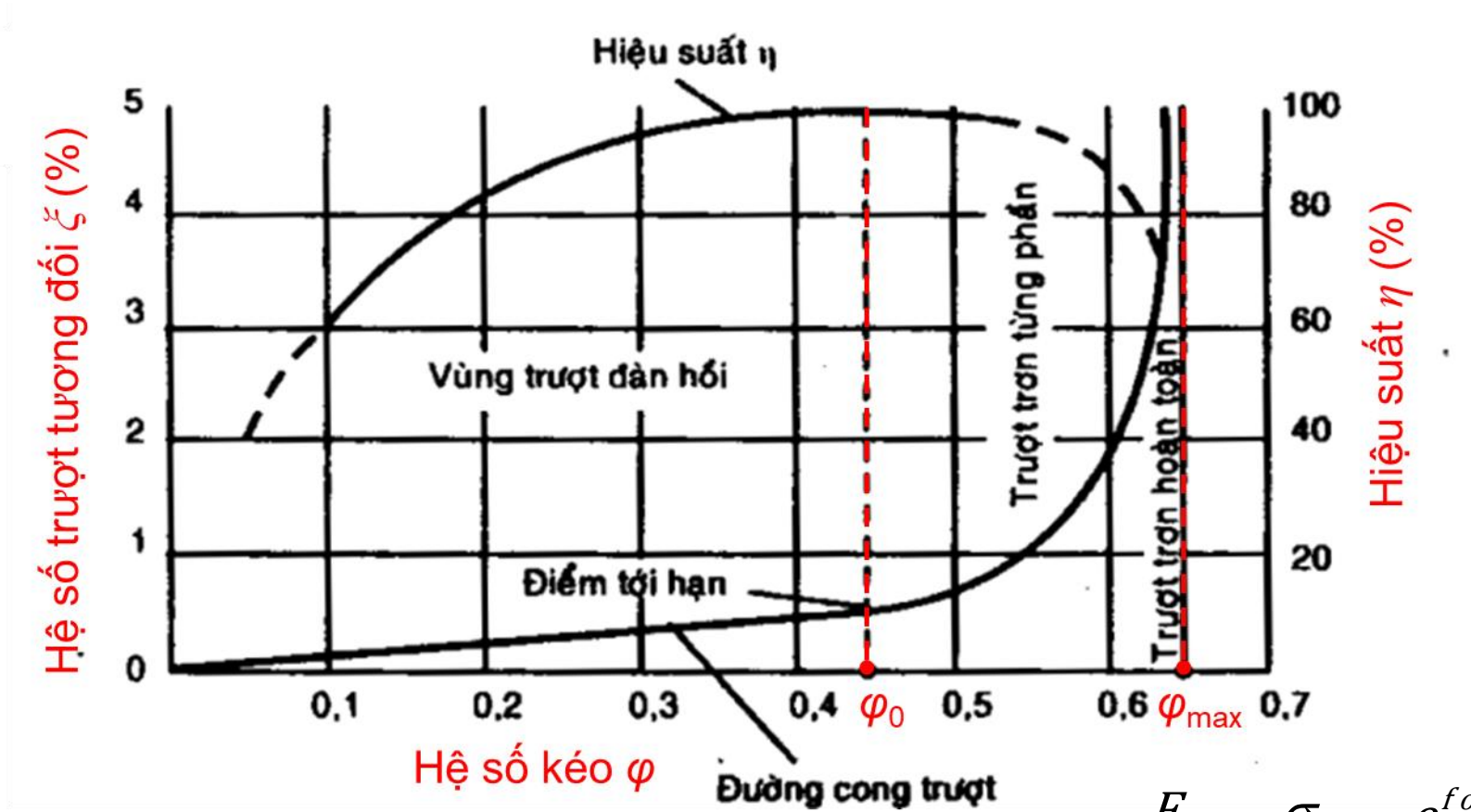
Hiện tượng trượt bao gồm: Trượt hình học (do lực căng đai ban đầu  $F_0$ ), trượt đàn hồi (do tải trọng  $F_t$ ), trượt trơn (xảy ra khi quá tải).



## 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

### 5.3.4. Hiện tượng trượt, hiệu suất của bộ truyền đai

Đường cong trượt của bộ truyền đai:



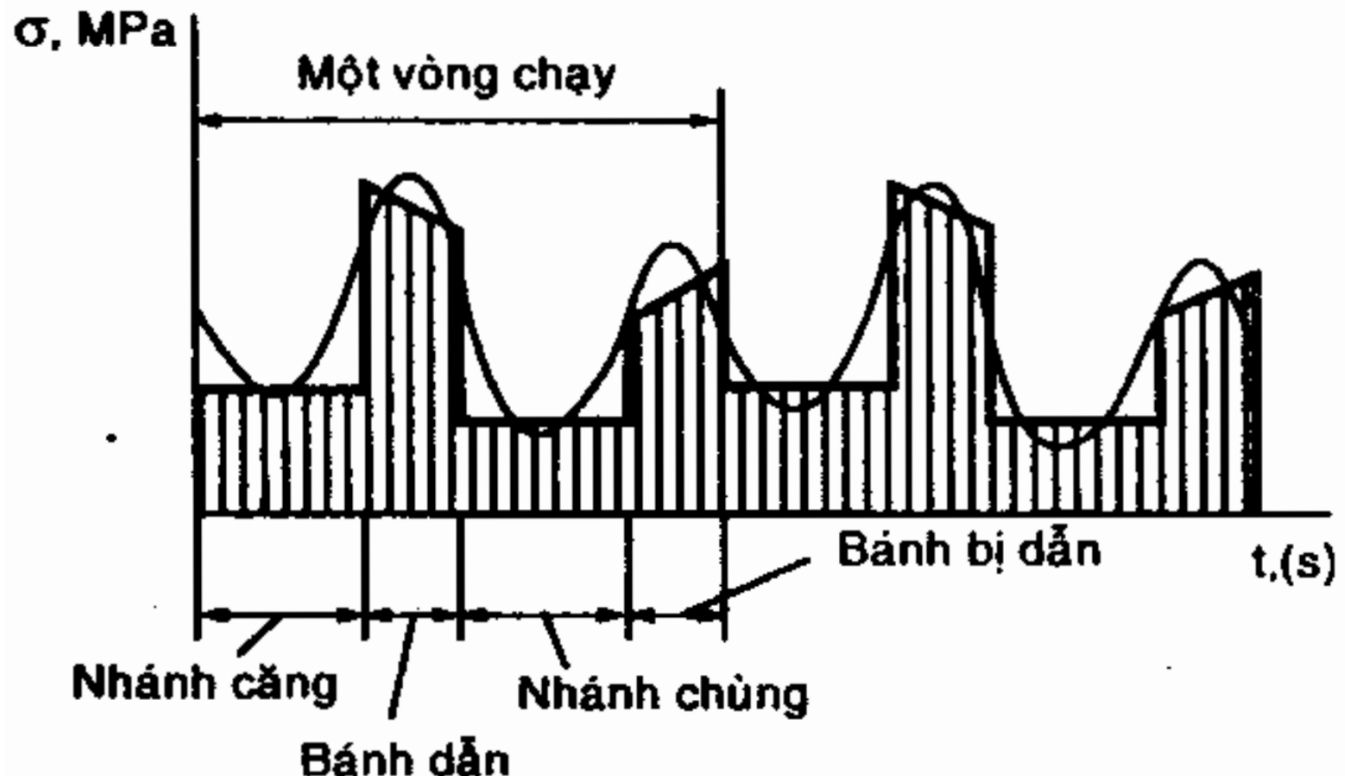
$$\phi = \frac{F_t}{2F_0} = \frac{\sigma_t}{2\sigma_0} = \frac{e^{f\alpha} - 1}{e^{f\alpha} + 1}$$

### 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

#### 5.3.5. Các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán

##### ❖ Các dạng hỏng:

- **Đứt đai do mỏi:** Khi đai quay 1 vòng, ứng suất kéo thay đổi 1 chu kỳ, ứng suất uốn thay đổi 2 chu kỳ. Ứng suất thay đổi chu kỳ là nguyên nhân gây ra đứt đai.



### 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

#### 5.3.5. Các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán

##### ❖ Các dạng hỏng:

- **Nóng đai do ma sát:** Khi đai làm việc, do ma sát giữa dây đai và bánh đai làm cho dây đai bị nóng lên dẫn đến thay đổi cơ tính của vật liệu dây đai làm giảm tuổi thọ của đai.
- **Hiện tượng trượt:** Khi góc trượt bằng góc ôm thì bắt đầu xảy ra hiện tượng trượt trơn (do quá tải). Khi xảy ra trượt sẽ làm mòn bề mặt ma sát giữa dây đai và bánh đai, đồng thời phát sinh nhiệt do ma sát trượt làm dây đai nhanh hỏng.

### 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

#### 5.3.5. Các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán

##### ❖ Các tiêu chuẩn về khả năng làm việc:

- **Khả năng kéo:** Xác định bởi lực ma sát giữa đai và bánh đai để tránh hiện tượng trượt trơn.
- **Tuổi thọ đai:** Trong điều kiện bình thường, hạn chế việc hỏng đai do mỏi.

##### ❖ Các chỉ tiêu tính toán

- **Tính theo khả năng kéo:** Để tránh hiện tượng trượt trơn
- **Tính theo tuổi thọ:** Để tránh đứt đai

### 5.3. Lực và ứng suất trong bộ truyền đai

#### 5.3.5. Các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán

##### ❖ Các chỉ tiêu tính toán

Do ứng suất trong đai thay đổi nên tuổi thọ của đai phụ thuộc vào giá trị ứng suất, đặc tính và chu kỳ thay đổi ứng suất. Tần số chu kỳ ứng suất bằng số vòng chạy của đai trong 1 giây:

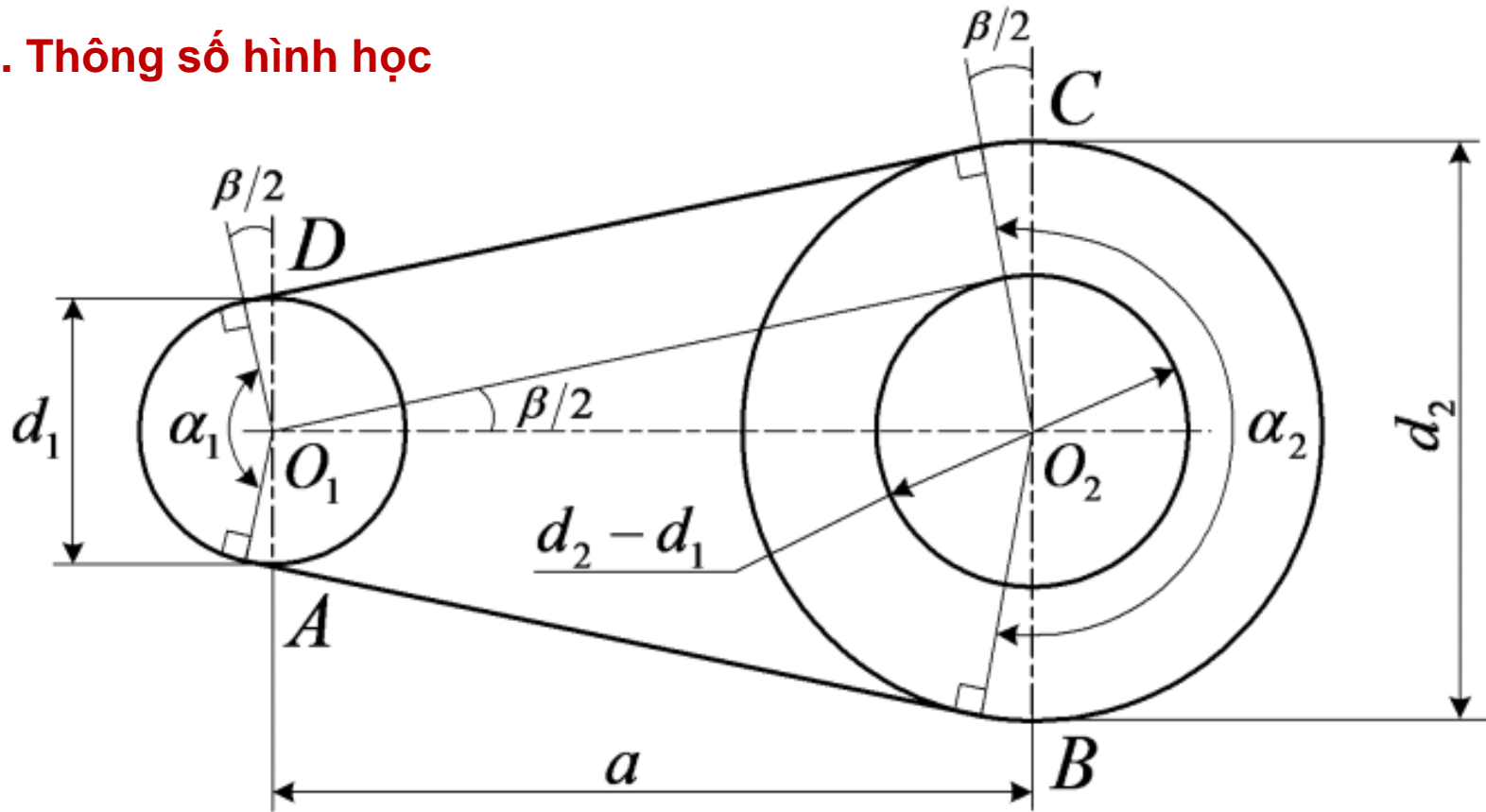
$$i = \frac{v}{L}$$

Trong đó:  $v$  là vận tốc đai (m/s),  $L$  là chiều dài đai (m)

Giá trị  $i$  càng lớn thì tuổi thọ đai càng thấp. Do vậy cần hạn chế giá trị  $i$ : đối với đai thang  $i \leq 3-5 \text{ s}^{-1}$ ; đối với đai dẹt  $i \leq 10-20 \text{ s}^{-1}$ .

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.1. Thông số hình học



$a$  là khoảng cách trục (mm);  $d_1$ ,  $d_2$  lần lượt là đường kính bánh đai nhỏ và lớn.

$\alpha_1$  và  $\alpha_2$  lần lượt là góc ôm bánh đai nhỏ và bánh đai lớn (rad)

$\beta/2$  là góc nghiêng của đai

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.1. Thông số hình học

- Góc ôm bánh đai nhỏ**

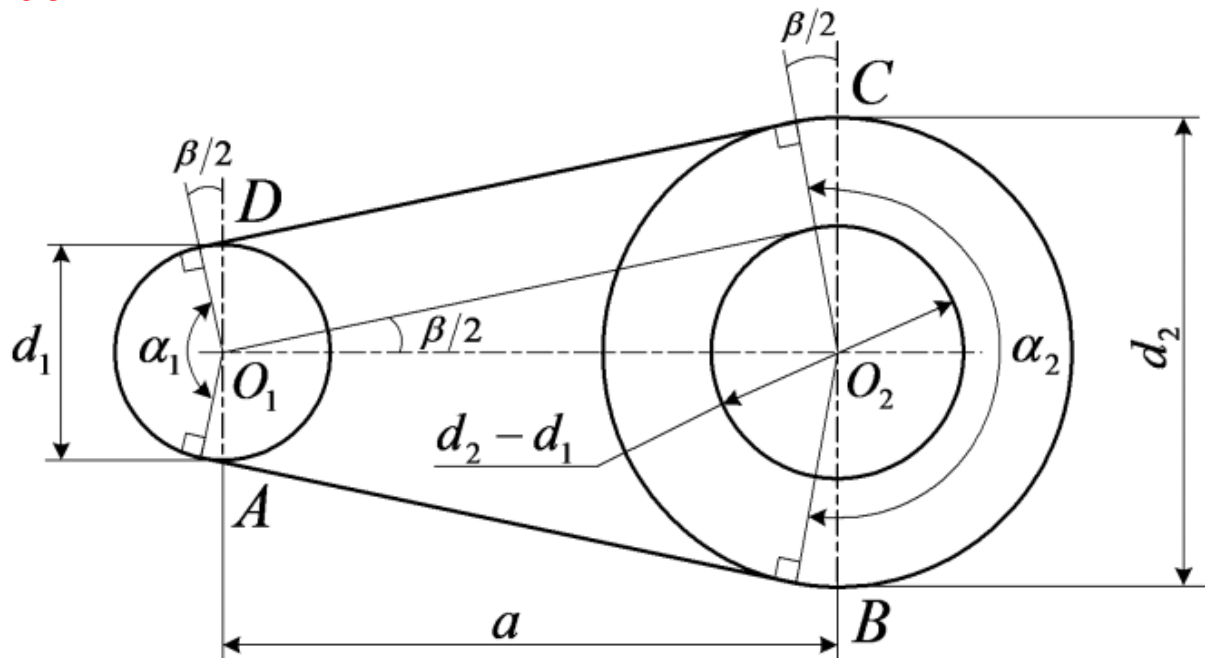
$$\alpha_1 = \pi - 2 \cdot \frac{\beta}{2} = \pi - \beta$$

$$\sin \frac{\beta}{2} = \frac{d_2 - d_1}{2a}$$

Vì  $\beta/2$  bé nên:  $\sin \frac{\beta}{2} \approx \frac{\beta}{2} = \frac{d_2 - d_1}{2a}$

$$\Rightarrow \beta = \frac{d_2 - d_1}{a}$$

Do vậy:  $\alpha_1 = \pi - \frac{d_2 - d_1}{a} , (\text{rad})$



- Tương tự ta có góc ôm bánh đai lớn:**

$$\alpha_2 = \pi + \frac{d_2 - d_1}{a} , (\text{rad})$$

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.1. Thông số hình học

- Chiều dài đai:

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

Lưu ý: Đối với đai dẹt,  $L$  không cần chọn theo tiêu chuẩn. Đối với đai thang,  $L$  phải chọn lại theo tiêu chuẩn  $L_{\text{tiêu chuẩn}} > L_{\text{tính toán}}$ , sau đó tính lại khoảng cách trục  $a$  theo tiêu chuẩn.

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.1. Thông số hình học

- Khoảng cách trục:

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

$$\Leftrightarrow 4aL = 8a^2 + 2\pi(d_2 + d_1)a + (d_2 - d_1)^2$$

$$\Leftrightarrow 8a^2 - [4L - 2\pi(d_2 + d_1)]a + (d_2 - d_1)^2 = 0$$

$$\Leftrightarrow 2a^2 - [2L - \pi(d_2 + d_1)]a + \left(\frac{d_2 - d_1}{2}\right)^2 = 0$$

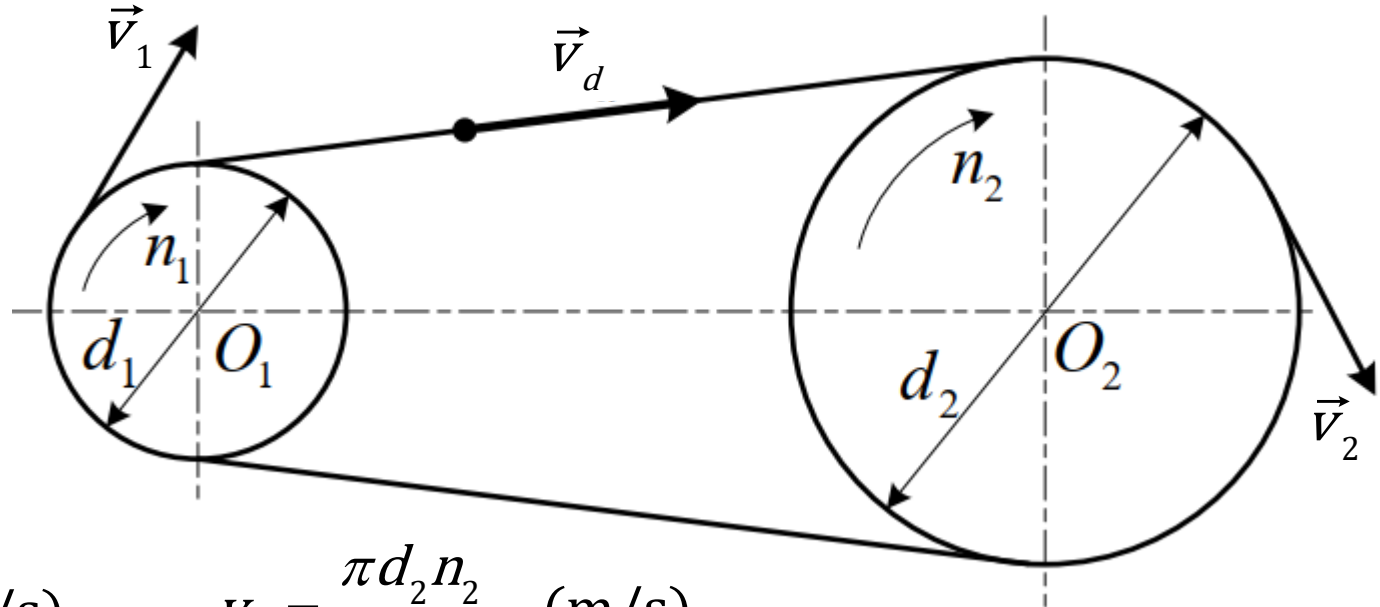
$$\Leftrightarrow 2a^2 - ka + \Delta^2 = 0$$

$$\Rightarrow a = \frac{k + \sqrt{k^2 - 8\Delta^2}}{4}$$

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.2. Vận tốc và tỷ số truyền

- Vận tốc:**



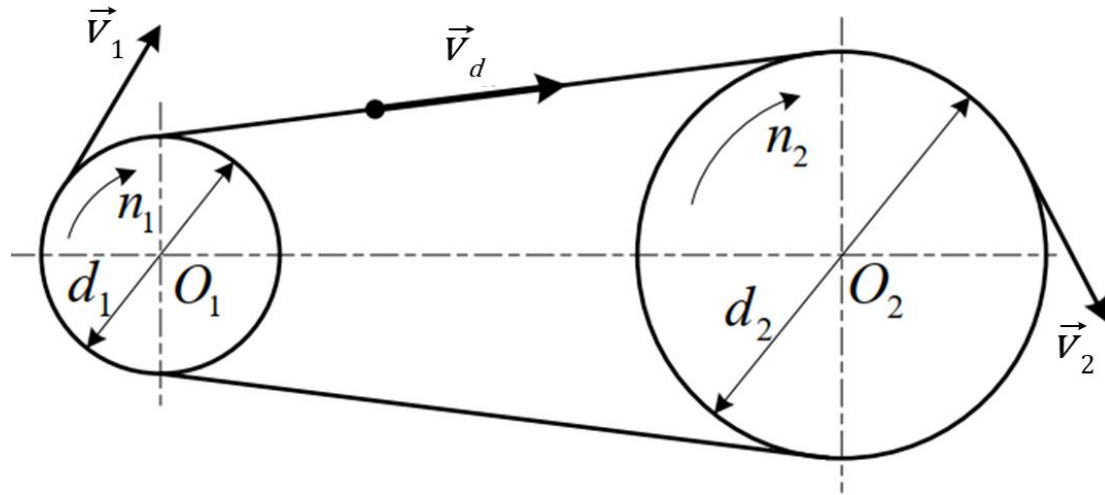
$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60000}, \text{ (m/s)} \quad v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60000}, \text{ (m/s)}$$

- ✓ Vận tốc tốt nhất 20 m/s - 25 m/s
- ✓ Vận tốc lớn > 30 m/s dễ xảy ra hiện tượng dao động xoắn, tăng lực ly tâm, nóng dây đai, giảm tuổi thọ, giảm hiệu suất.
- ✓ Vận tốc < 5 m/s thì không nên sử dụng bộ truyền đai.

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.2. Vận tốc và tỷ số truyền

- Tỷ số truyền:



TH1: Bỏ qua sự trượt giữa dây đai và bánh đai ta có:

$$V_d = V_1 = V_2 \Leftrightarrow d_1 n_1 = d_2 n_2 \Rightarrow u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

TH2: Xét đến sự trượt giữa dây đai và bánh đai ta có:

$$V_1 > V_2 \Leftrightarrow V_2 = (1 - \xi) V_1 \Leftrightarrow d_2 n_2 = (1 - \xi) d_1 n_1 \Rightarrow u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{(1 - \xi) d_1}$$

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.3. Tính toán đai theo khả năng kéo

❖ Điều kiện bền:

$$\varphi \leq \varphi_0$$

$$\Leftrightarrow \frac{F_t}{2F_0} \leq \varphi_0$$

$$\Leftrightarrow F_t \leq 2F_0\varphi_0$$

$$\Leftrightarrow \frac{F_t}{A} \leq 2 \frac{F_0}{A} \varphi_0$$

$$\Leftrightarrow \sigma_t \leq 2\sigma_0\varphi_0$$

$$\Leftrightarrow \sigma_t \leq [\sigma_t]$$

$$[\sigma_t] = 2\sigma_0\varphi_0$$

Trong đó:

$\varphi$  là hệ số tải trọng

$\varphi_0$  là hệ số tải trọng tới hạn

$F_t$  là tải trọng kéo của đai

$F_0$  là lực căng đai ban đầu

$A$  là tiến diện mặt cắt ngang của đai

$\sigma_t$  là ứng suất tải trọng dây đai

$\sigma_0$  là ứng suất do lực căng đai ban đầu của dây đai.

$[\sigma_t]$  là ứng suất tải trọng cho phép của dây đai.

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.3. Tính toán đai theo khả năng kéo

#### ❖ Điều kiện bền:

- Xét đến sự khác biệt giữa điều kiện thực và điều kiện thí nghiệm:

$$[\sigma_t] = [\sigma_t]_0 \cdot C$$

Trong đó:  $[\sigma_t]_0$  là ứng suất có ích cho phép của bộ truyền làm việc trong điều kiện thí nghiệm (bộ truyền nằm ngang,  $u = 1$ ,  $v = 10$  m/s). (Xác định  $[\sigma_t]_0$  bằng tra bảng 4.7).

$C$  là hệ số hiệu chỉnh, phụ thuộc vào dạng đai và các điều kiện làm việc.

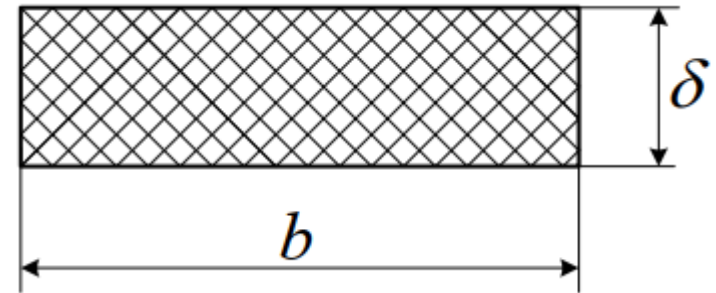
**Bảng 4.7** Lựa chọn giá trị  $[\sigma]_0$ .

Loại đai	$d_1/\delta$									
	20	25	30	35	40	45	50	60	75	100
vải cao su		2,10	2,17	2,21	2,25	2,28	2,30	2,33	2,37	2,40
da	1,40	1,70	1,90	2,04	2,15	2,23	2,30	2,40	2,50	2,60
sợi bông	1,35	1,50	1,60	1,67	1,72	1,80	1,85	1,90	1,90	1,95
len	1,05	1,20	1,30	1,37	1,42	1,47	1,50	1,55	1,60	1,65

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.3. Tính toán đai theo khả năng kéo

❖ Tính toán đai dẹt:



Lực vòng:  $F_t = \frac{1000P_1}{v_1}, (\text{N})$     Hoặc     $F_t = \frac{2000T_1}{d_1}, (\text{N})$

Trong đó:  $P_1$  là công suất trục bánh đai chủ động (kW),  $v_1$  là vận tốc đai trên bánh chủ động (m/s),  $T_1$  là mô men xoắn của trục bánh đai chủ động (Nm),  $d_1$  là đường kính bánh đai chủ động (tính từ đường trung hòa của đai) (mm).

Ứng suất:  $\sigma_t = \frac{F_t}{A} \leq [\sigma_t], (\text{N/mm}^2)$

$$\Leftrightarrow \frac{F_t}{b \cdot \delta} \leq [\sigma_t]_0 \cdot C \Rightarrow b \geq \frac{F_t}{\delta \cdot [\sigma_t]_0 \cdot C}$$

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.3. Tính toán đai theo khả năng kéo

#### ❖ Tính toán đai dẹt:

Hệ số  $C = C_0 C_\alpha C_v C_r$

$C_0$  là hệ số xét đến ảnh hưởng của vị trí bộ truyền và phương pháp căng đai (tra bảng để tìm  $C_0$ )

$C_\alpha$  là hệ số xét đến ảnh hưởng của góc ôm,  $C_\alpha = 1 - 0,003(180^\circ - \alpha_1)$

$C_v$  là hệ số xét đến ảnh hưởng của vận tốc,

$$C_v = 1 - c_v (0,01v_1^2 - 1)$$

Với  $c_v = 0,04$  khi  $(10 \text{ m/s} \leq v_1 \leq 20 \text{ m/s})$

$c_v = 0,01 - 0,03$  khi  $v_1 > 20 \text{ m/s}$

$C_r$  là hệ số xét đến ảnh hưởng của chế độ làm việc và sự thay đổi tải trọng (tra bảng để tìm  $C_r$ )

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.3. Tính toán đai theo khả năng kéo

#### ❖ Tính toán đai dẹt:

Bảng tra hệ số  $C_0$  và  $C_r$ :

Góc nghiêng	0÷60°	60÷80°	80÷90°
$C_0$	1	0,9	0,8

Khi bộ truyền có bộ căng đai được điều chỉnh tự động thì  $C_0 = 1$ .

**Bảng 4.8** Hệ số  $C_r$  khi làm việc một ca

Tải trọng	Tính	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

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.3. Tính toán đai theo khả năng kéo

#### ❖ Tính toán đai thang

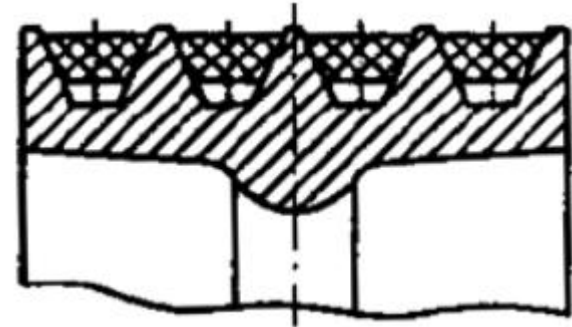
Xác định số lượng dây đai  $z$ :

$$\frac{F_t}{z \cdot A} \leq [\sigma_t]_0 \cdot C \Rightarrow z \geq \frac{F_t}{A \cdot [\sigma_t]_0 \cdot C} = \frac{1000 P_1}{A \cdot v_1 \cdot [\sigma_t]_0 \cdot C}$$

Trong đó:  $F_t$  là lực vòng (N) tính tương tự như đối với đai dẹt,  $z$  là số dây đai,  $A$  là tiết diện mặt cắt ngang của 1 dây đai ( $\text{mm}^2$ ).

Đặt  $[P_0] = \frac{A \cdot v_1 \cdot [\sigma_t]_0}{1000}$  là công suất có ích cho phép của bộ truyền làm việc

trong điều kiện thí nghiệm ( $z = 1$ ,  $u = 1$ ,  $\alpha = 180^\circ$ , chiều dài  $L_0$ , tải trọng không va đập). Xác định  $[P_0]$  bằng cách tra đồ thị.

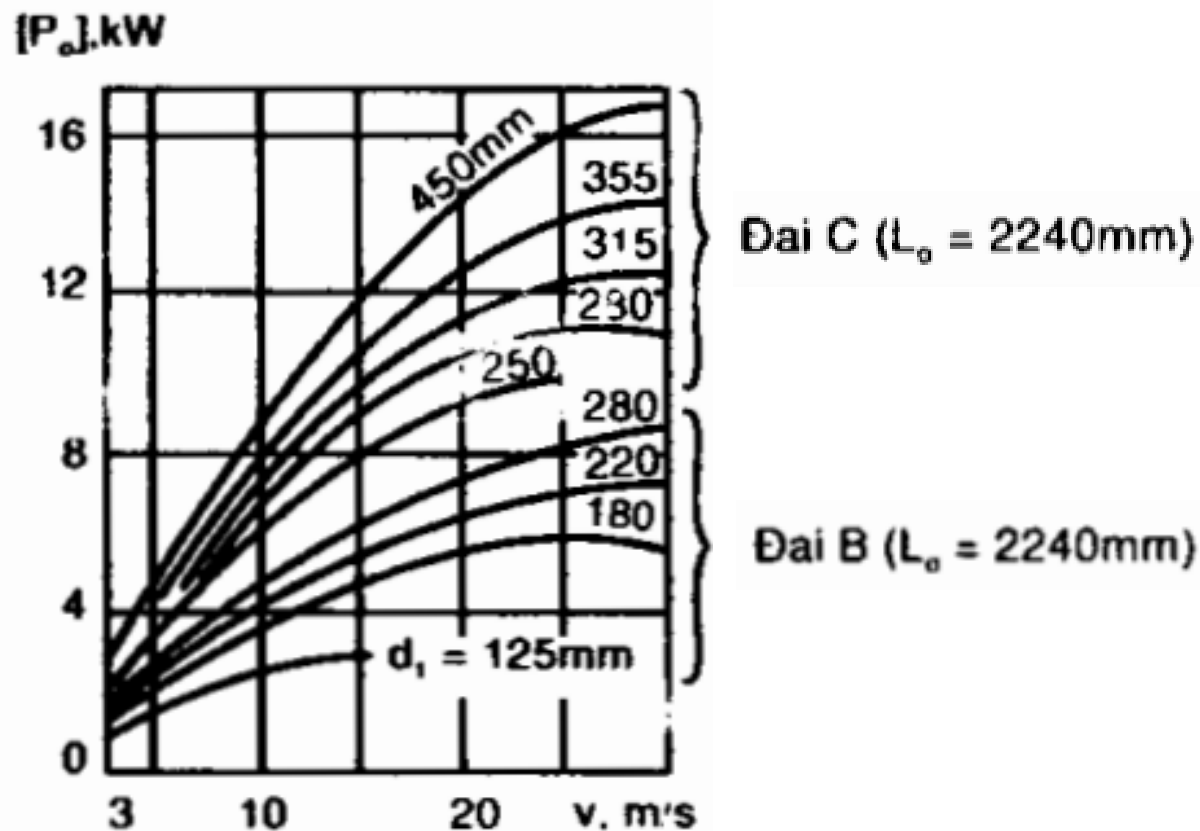


## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.3. Tính toán đai theo khả năng kéo

#### ❖ Tính toán đai thang

Đồ thị dùng xác định  $[P_0]$  và  $L_0$ :

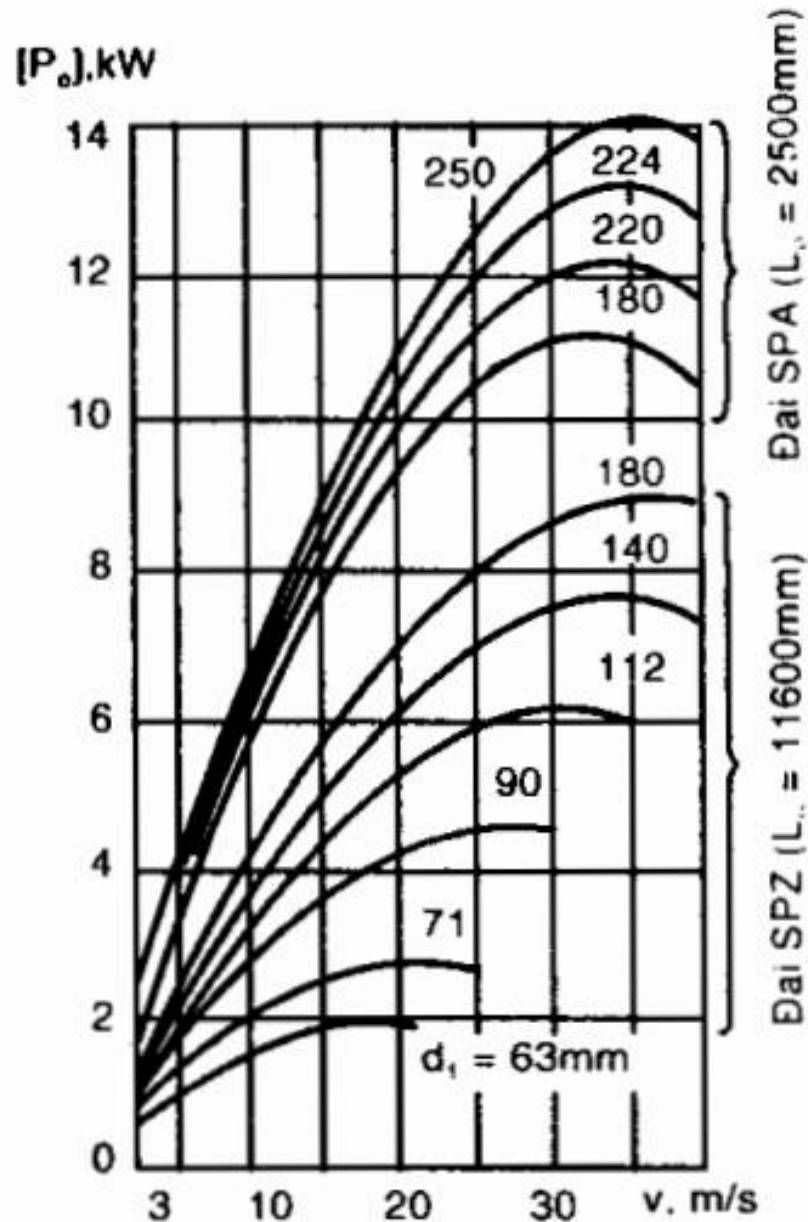
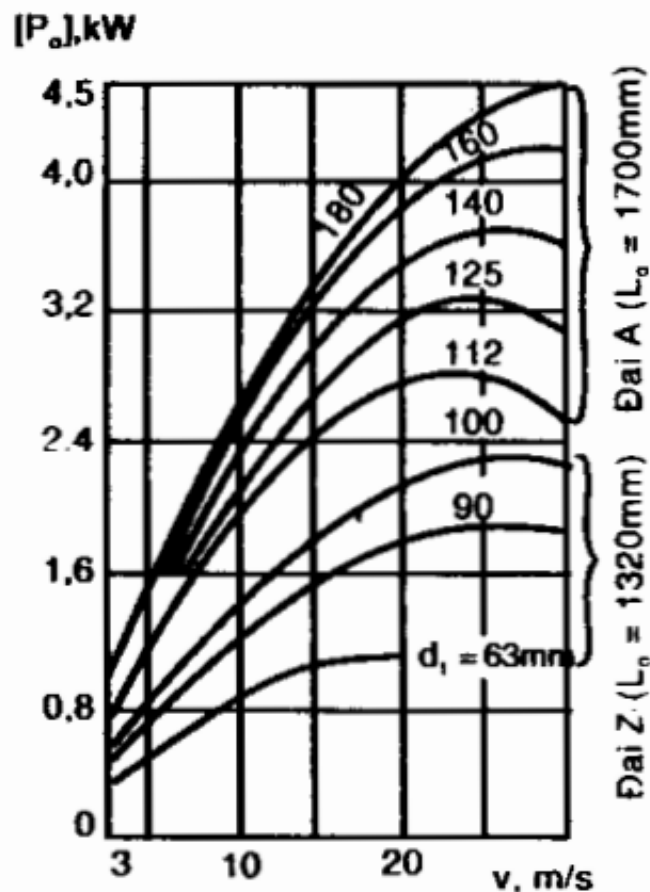


## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.3. Tính toán đai theo khả năng kéo

#### ❖ Tính toán đai thang

Đồ thị dùng xác định  $[P_0]$  và  $L_0$ :



## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.3. Tính toán đai theo khả năng kéo

#### ❖ Tính toán đai thang

Vậy, số dây đai cần xác định (lưu ý  $z \leq 6$ ):  $z \geq \frac{P_1}{[P_0] \cdot C}$

Hệ số  $C = C_\alpha C_v C_r C_u C_L C_z$

$C_\alpha$  là hệ số xét đến ảnh hưởng của góc ôm,  $C_\alpha = 1,24 \left(1 - e^{-\alpha_1/110}\right)$

$C_v$  là hệ số xét đến ảnh hưởng của vận tốc,  $C_v = 1 - 0,05 \left(0,01 v_1^2 - 1\right)$

$C_r$  là hệ số xét đến ảnh hưởng của chế độ làm việc và sự thay đổi tải trọng (xác định bằng cách tra bảng 4.8 – xem slide 2.59)

$C_u$  là hệ số xét đến ảnh hưởng của tỷ số truyền đai (xác định bằng tra bảng 4.9)

**Bảng 4.9 Hệ số  $C_u$**

u	1	1,1	1,2	1,4	1,8	$\geq 2,5$
$C_u$	1	1,04	1,07	1,1	1,12	1,14

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.3. Tính toán đai theo khả năng kéo

#### ❖ Tính toán đai thang

$C_L$  là hệ số xét đến ảnh hưởng của chiều dài đai,  $C_L = \sqrt[6]{\frac{L}{L_0}}$  với  $L_0$  là chiều dài đai

dùng trong thí nghiệm ( $L_0$  xác định bằng đồ thị slide 2.62).

$C_z$  là hệ số xét đến ảnh hưởng của sự phân bố không đều tải trọng giữa các dây đai (xác định bằng tra bảng)

Bảng hệ số  $C_z$

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

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.4. Tính toán đai theo tuổi thọ

- Mối quan hệ giữa số chu kỳ làm việc tương đương tuổi thọ:

$$N_E = 2 \cdot 3600 \cdot L_h \cdot i, \quad (\text{chu kỳ})$$

Trong đó:  $L_h$  là tuổi thọ của đai

$$L_h = \frac{\left( \frac{\sigma_r}{\sigma_{\max}} \right)^m 10^7}{2 \cdot 3600 \cdot i}, \quad (\text{giờ})$$

$i = v/L$  là số vòng chạy của đai trong 1 giây, một vòng chạy có 2 chu kỳ ứng suất uốn.

$m$  là số mũ đường cong mỏi,  $m = 5$  đối với đai dẹt,  $m = 8$  đối với đai thang.

## 5.4. Tính toán truyền động đai

### 5.4.4. Tính toán đai theo tuổi thọ

$\sigma_r$  là giới hạn mỏi của đai (xác định bằng tra bảng)

Loại đai	vải cao su có lớp đệm	vải cao su không có lớp đệm	thang	sợi bông
$\sigma_r$ , MPa	6	7	9	4÷5

$\sigma_{\max}$  là ứng suất lớn nhất xuất hiện trong đai,  $\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_{F1} + \sigma_v$

$N_0 = 10^7$  là số chu kỳ làm việc cơ sở

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.1. Trình tự thiết kế đai dẹt

1. Chọn loại đai và vật liệu đai tùy theo điều kiện làm việc
2. Xác định đường kính bánh đai nhỏ (dẫn động) theo một trong 2 công thức:

$$d_1 = (1100 \div 1300) \cdot \sqrt[3]{\frac{P_1}{n_1}}, \quad (\text{mm}) \quad \text{Hoặc} \quad d_1 = (5,2 \div 6,4) \cdot \sqrt[3]{T_1}, \quad (\text{mm})$$

Trong đó:  $P_1$  là công suất trên trục bánh đai dẫn động, kW

$n_1$  là tốc độ quay của trục bánh đai dẫn động, vòng/phút

$T_1$  là mô men xoắn của trục bánh đai dẫn động, Nm

Chọn  $d_1$  theo tiêu chuẩn: 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000.

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.1. Trình tự thiết kế đai dẹt

3. Tính vận tốc  $v_1$  và kiểm tra xem có phù hợp không. Nếu  $v_1$  quá lớn thì chọn  $d_1$  nhỏ hơn

4. Tính đường kính bánh đai lớn  $d_2$  theo công thức:

$$d_2 = u d_1 (1 - \xi)$$

Trong đó:  $u$  là tỷ số truyền

$\xi = 0,01 - 0,02$  là hệ số trượt tương đối

Sau khi tính sơ bộ,  $d_2$  được chọn theo tiêu chuẩn (theo dãy trong slide 2.66).

Lưu ý: Sau khi chọn được  $d_1$  và  $d_2$  theo tiêu chuẩn thì phải tính lại tỷ số truyền  $u$ :

Tính chính xác: 
$$u = \frac{d_2}{d_1 (1 - \xi)}$$

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.1. Trình tự thiết kế đai dẹt

5. Xác định khoảng cách trục  $a$  theo kết cấu hoặc theo công thức:

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

Tính chiều dài dây đai nhỏ nhất  $L_{\min}$  theo điều kiện giới hạn số vòng chạy của dây đai trong 1 giây:

$$L_{\min} = \frac{V}{i}$$

$i = 3 - 5$  đối với bộ truyền đai hở,  $i = 8 - 10$  đối với bộ truyền có bánh căng đai.

Thay chiều dài dây đai  $L = L_{\min}$  vào công thức dưới đây để xác định khoảng cách trục  $a$ . Kiểm nghiệm khoảng cách trục theo 2 điều kiện:

$$a \geq 2(d_1 + d_2) \quad \text{đối với bộ truyền đai hở}$$

$$a \geq (d_1 + d_2) \quad \text{đối với bộ truyền có bánh căng đai}$$

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.1. Trình tự thiết kế đai dẹt

6. Tính lại  $L$  theo công thức dưới đây và tang thêm 100 – 400 mm để nối đai.

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

7. Kiểm tra số vòng chạy trong 1 giây  $i$ , nếu không thỏa thì tăng  $a$  rồi tính lại  $L$  và  $i$ .

8. Tính góc ôm  $\alpha_1$  và kiểm nghiệm điều kiện  $\alpha_1 \leq 150^\circ$

$$\alpha_1 = \pi - \frac{d_2 - d_1}{a}, \text{ (rad)}$$

9. Chọn trước chiều dày đai  $\delta$  theo điều kiện  $\frac{d_1}{\delta} \geq 25$  đối với đai da

hoặc  $\frac{d_1}{\delta} \geq 30$  đối với đai vải cao su.

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.1. Trình tự thiết kế đai dẹt

10. Tính chiều rộng đai  $b$  theo công thức: 
$$b \geq \frac{F_t}{\delta \cdot [\sigma_t]_0 \cdot C}$$

Chọn  $b$  theo giá trị tiêu chuẩn cho bảng 4.1

**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

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.1. Trình tự thiết kế đai dẹt

11. Chọn chiều rộng bánh đai  $B$  theo chiều rộng đai  $b$  bằng cách tra bảng 4.5

**Bảng 4.5**

<b>b, (mm)</b>	10	16	20	25	32	40	50	63	71	80	90
<b>B, (mm)</b>	16	20	25	32	40	50	63	71	80	90	100

12. Tính lực tác dụng lên trục:  $F_r \approx 2F_0 \sin \frac{\alpha_1}{2}$  khi bộ truyền có bộ phận căng đai

$$F_r \approx 3F_0 \sin \frac{\alpha_1}{2} \text{ khi bộ truyền không có bộ phận căng đai}$$

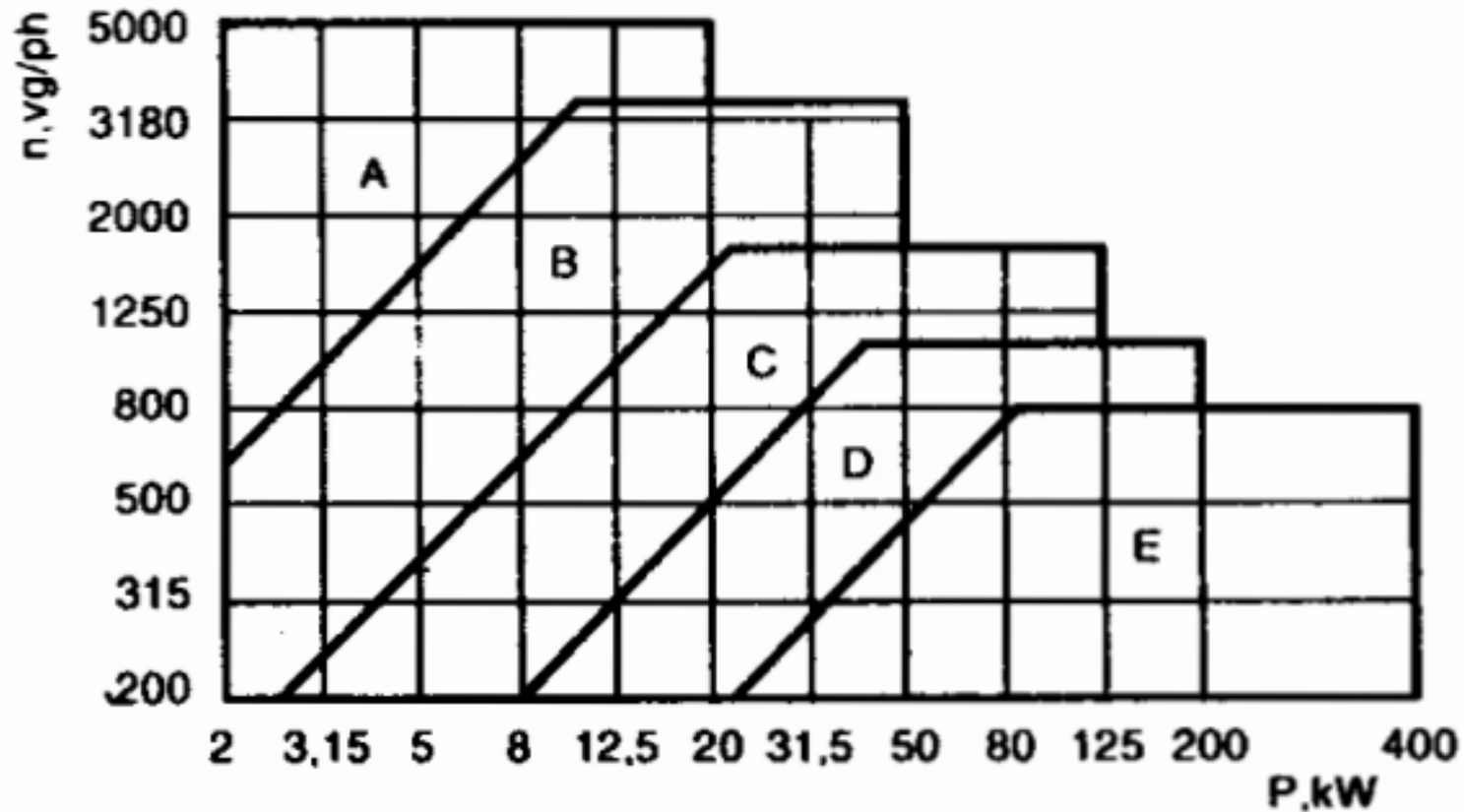
13. Tính lực căng đai ban đầu theo điều kiện:

$$[\sigma_0] b \delta \geq F_0 \geq \frac{F_t (e^{f\alpha} + 1)}{2(e^{f\alpha} - 1)}$$

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.2. Trình tự thiết kế đai thang

1. Chọn loại đai (tiết diện đai) theo đồ thị :



**Hình 4.22** Lựa chọn loại đai theo công suất và số vòng quay

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.2. Trình tự thiết kế đai thang

2. Xác định đường kính bánh đai nhỏ:  $d_1 = (1,1 \div 1,2) d_{1\min}$  , (mm)

Tra bảng để chọn  $d_{1\min}$ , sau khi tính được  $d_1$  sơ bộ phải chọn lại theo tiêu chuẩn.

**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	$b_a$ , mm	$h$ , mm	$y_a$ , mm	$A$ , mm <sup>2</sup>	Chiều dài đai, (mm)	$T_1$ , 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

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.2. Trình tự thiết kế đai thang

#### 2. Xác định đường kính bánh đai nhỏ:

Sau khi tính được  $d_1$  sơ bộ phải chọn lại theo tiêu chuẩn.

**Chọn  $d_1$  theo giá trị**

**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.**

#### 3. Tính $v_1$ theo công thức: $$V_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60000}$$

Nếu  $v_1 > 25$  m/s thì chọn  $d_1$  nhỏ hơn hoặc dùng đai thang hẹp.

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.2. Trình tự thiết kế đai thang

4. Chọn hệ số trượt tương đối  $\xi$  và tính  $d_2$ :

$$d_2 = u d_1 (1 - \xi)$$

Sau khi tính được phải chọn  $d_2$  theo tiêu chuẩn theo cùng dãy với  $d_1$ .

5. Xác định khoảng cách trục  $a$  theo  $d_2$ :

$u$	1	2	3	4	5	$\geq 6$
$a$	$1,5 d_2$	$1,2 d_2$	$d_2$	$0,95 d_2$	$0,9 d_2$	$0,85 d_2$

6. Tính chiều dài đai  $L$ :

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

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.2. Trình tự thiết kế đai thang

Chọn chiều dài đai theo tiêu chuẩn

**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, 3550, 4000, 5000, 5600, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12500, 14000, 16000, 18000...**

**7.** Kiểm tra số vòng chạy  $i$  của đai trong 1 giây, nếu không thỏa thì tăng  $a$  rồi tính lại  $L$  và  $i$ . ( $i = 3 - 5$  đối với bộ truyền hở,  $i = 8 - 10$  đối với bộ truyền có căng đai)

**8.** Tính chính xác khoảng cách trục  $a$  theo  $L$  tiêu chuẩn:

$$a = \frac{k + \sqrt{k^2 - 8\Delta^2}}{4} \quad \text{Với } k = L - \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) \quad \text{và} \quad \Delta^2 = \left( \frac{d_2 - d_1}{2} \right)^2$$

Kiểm tra điều kiện:  $0,55(d_1 + d_2) + h \leq a \leq 2(d_1 + d_2)$

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.2. Trình tự thiết kế đai thang

$$0,55(d_1 + d_2) + h \leq a \leq 2(d_1 + d_2)$$

$h$  là chiều cao mặt cắt ngang của dây đai, xác định bằng tra bảng 4.3

**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	$b_e$ , mm	$h$ , mm	$y_e$ , mm	$A$ , mm <sup>2</sup>	Chiều dài đai, (mm)	$T$ , N.m	$d$ , 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

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.2. Trình tự thiết kế đai thang

9. Tính góc ôm  $\alpha_1$ :  $\alpha_1 = \pi - \frac{d_2 - d_1}{a}, \text{ (rad)}$

Kiểm tra điều kiện không xảy ra trượt trơn  $\varphi \leq \varphi_0$  ( $\varphi_0$  là hệ số kéo tới hạn xác định từ đồ thị đường cong trượt),

$$\varphi = \frac{F_t}{2F_0} = \frac{\sigma_t}{2\sigma_0} = \frac{e^{f\alpha} - 1}{e^{f\alpha} + 1}$$

Nếu không thỏa thì tăng  $a$  hoặc giảm  $u$

10. Tính số đai  $z$ . Chọn  $z$  là số nguyên và  $z \leq 6$

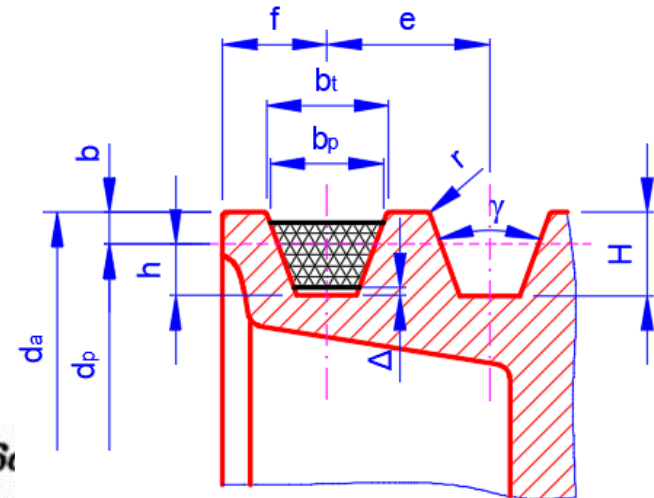
$$z \geq \frac{P_1}{[P_0] \cdot C}$$

$$C = C_\alpha C_\nu C_r C_u C_L C_z$$

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.2. Trình tự thiết kế đai thang

11. Tính chiều rộng và đường kính ngoài  $d_a$  của các bánh đai (tra bảng 4.4).



**Bảng 4.4** Các kích thước bánh đai thang (H.4.6)

Các thông số biên dạng, (mm)		Dạng đai					
		Z	A	B	C	D	E
$b_p$		8,5	11,0	14,0	19,0	27,0	32,0
$b$		2,5	3,3	4,2	5,7	8,1	9,6
$h$ , lớn hơn		7,0	8,7	10,8	14,3	19,9	23,4
$e$		12,0	15,0	19,0	25,5	37,0	44,5
$f$		8,0	10,0	12,5	17,0	24,0	29,0
$r$		0,5	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0
$b_t$ khi góc $\gamma$	34°	10,0	13,0	16,6	–	–	–
	36°	10,1	13,1	16,7	22,7	32,3	38,2
	38°	10,2	13,3	16,9	22,9	32,6	38,6
	40°	10,2	13,4	17,0	23,1	32,9	38,9

## 5.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai

### 5.5.2. Trình tự thiết kế đai thang

12. Tính lực căng đai ban đầu  $F_0$  và lực tác dụng lên trục  $F_r$ :

$$F_0 = \frac{F_t}{2} \frac{(e^{f\alpha} + 1)}{e^{f\alpha} - 1} \quad \text{khi không có lực quán tính ly tâm}$$

$$F_0 = \frac{F_t}{2} \frac{(e^{f\alpha} + 1)}{e^{f\alpha} - 1} + F_v \quad \text{khi có lực quán tính ly tâm}$$

$$F_r \approx 2F_0 \sin \frac{\alpha_1}{2} \quad \text{khi bộ truyền có bộ phận căng đai}$$

$$F_r \approx 3F_0 \sin \frac{\alpha_1}{2} \quad \text{khi bộ truyền không có bộ phận căng đai}$$