



# CHƯƠNG 7

---

## TRUYỀN ĐỘNG XÍCH



# NỘI DUNG

---

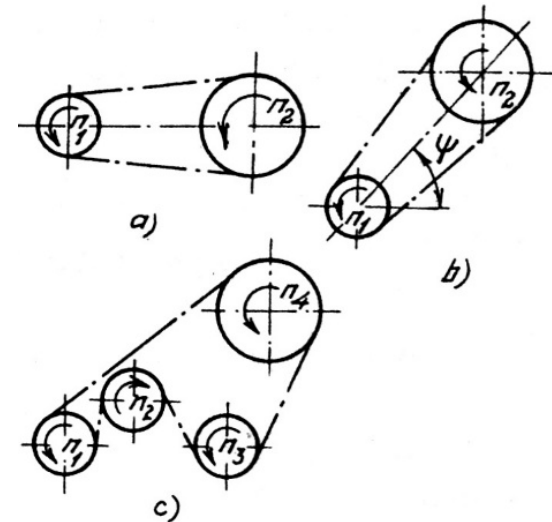
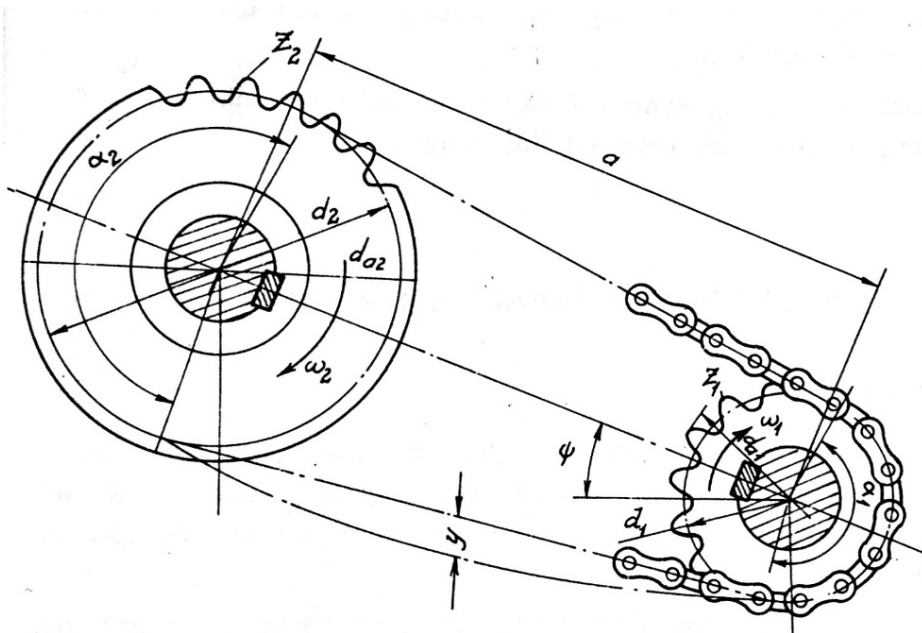
- ① Khái niệm chung
- ② Các chi tiết trong bộ truyền xích
- ③ Động học và động lực học bộ truyền xích
- ④ Tính toán bộ truyền xích



# 7.1. Khái niệm chung

## 7.1.1. Cấu tạo

- Bộ truyền xích đơn giản gồm:
  - Hai đĩa xích với số răng  $Z_1, Z_2$
  - Dây xích mắc giữa chúng
- Ngoài ra có bộ phận che chắn, căng xích, bôi trơn
- Trong bộ truyền, có thể có nhiều bánh xích bị dẫn





## 7.1. Khái niệm chung

### 7.1.2 Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng

#### ➤ Ưu điểm:

- Truyền chuyển động giữa hai trục tương đối xa (đến 8m)
- So với truyền động đai, kích thước bộ truyền xích nhỏ gọn hơn
- Không có trượt → hiệu suất khá cao ( $96 \div 98\%$ )
- Không có lực căng ban đầu → lực tác dụng lên trục tương đối nhỏ
- Có thể truyền chuyển động và công suất từ một trục đến nhiều trục

#### ➤ Nhược điểm:

- Vận tốc tức thời của đĩa bị dẫn không ổn định.
- Có nhiều tiếng ồn khi làm việc nhất là khi vận tốc cao
- Bản lề bị mòn tương đối nhanh.
- Kết cấu phức tạp, đòi hỏi bảo dưỡng thường xuyên



# 7.1. Khái niệm chung

## 7.1.2 Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng

### ➤ Phạm vi sử dụng:

- Sử dụng phổ biến ở các máy móc giao thông vận tải, máy nông nghiệp, máy mỏ, máy công cụ và tay máy...
- Khi cần truyền động giữa các trục có khoảng cách xa hoặc truyền từ một trục đến nhiều trục.
- Công suất truyền dưới 120kW, vận tốc đến 15m/s
- Làm việc theo chỉ dẫn sau:

$$v = 6 \div 25 \text{ m / s}, \quad u \leq 3$$

$$v = 2 \div 6 \text{ m / s}, \quad u \leq 6$$

$$v \leq 2 \text{ m / s}, \quad u \leq 10 \div 15$$



## 7.2. Các chi tiết trong truyền động xích

### 7.2.1 Xích

➤ Xích gồm 3 loại khác nhau:

- Xích truyền dẫn
- Xích trục
- Xích kéo

➤ Xích truyền dẫn gồm 3 loại

- Xích ống con lăn
- Xích ống
- Xích răng



## 7.2. Các chi tiết trong truyền động xích

### 7.2.1 Xích

#### ➤ Xích ống con lăn:

##### ■ Cấu tạo gồm:

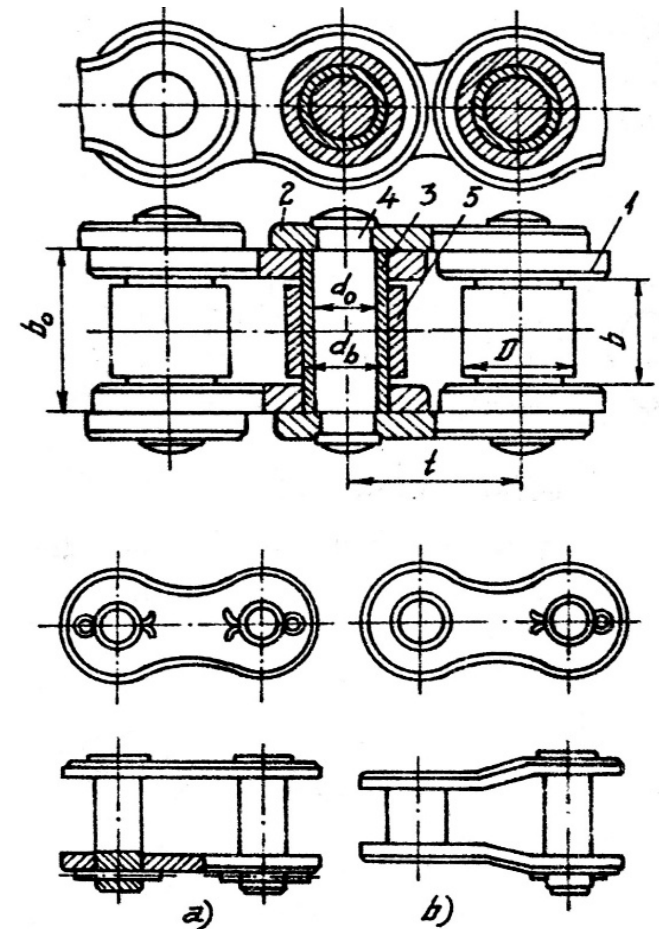
- Hai má trong (1) lắp chặt với ống (3)
- Hai má ngoài (2) lắp chặt với chốt (4)
- Ống (3)
- Chốt (4)
- Con lăn (5)

##### ■ Để nối xích, dùng chốt chết

##### ■ Số mắt xích lẻ, dùng mắt chuyển

##### ■ Dùng mắt chuyển, xích bị yếu

do có thêm ứng suất uốn. Do đó, nên lấy số mắt xích chẵn

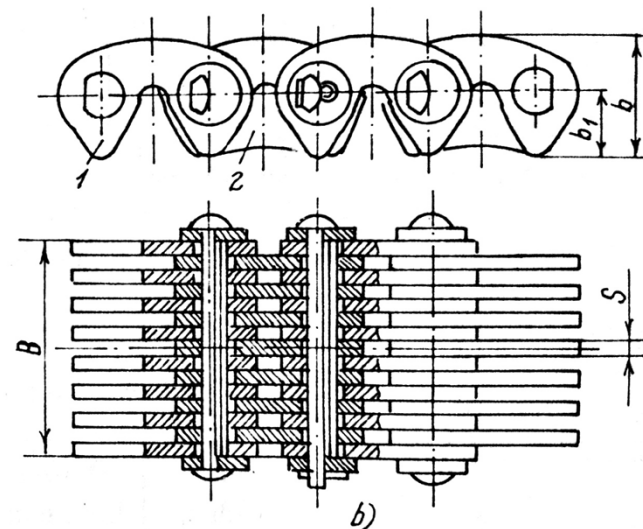
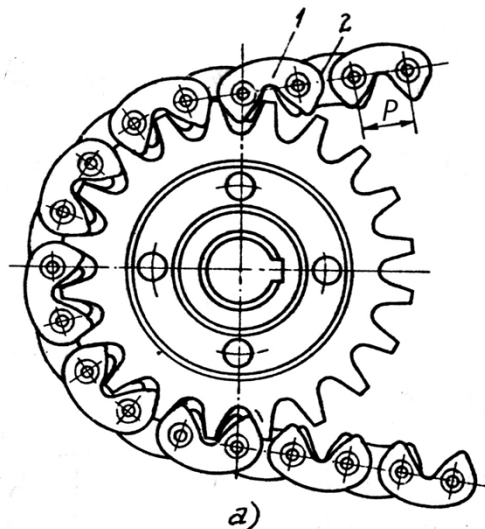




## 7.2. Các chi tiết trong truyền động xích

### 7.2.1 Xích

- Xích ống: cấu tạo như xích con lăn nhưng không có con lăn, dùng khi vận tốc thấp
- Xích răng
  - Cấu tạo gồm:
    - Má xích 1 và 2 liên kết với nhau bằng các chốt quạt lồng trụ
    - Các chốt lăn không trượt lên nhau





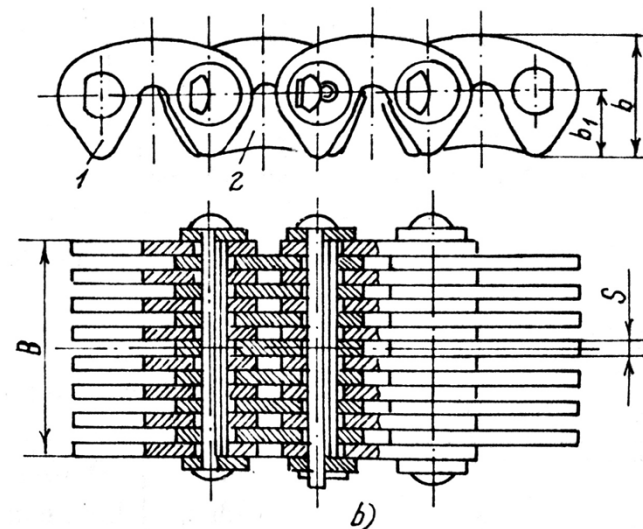
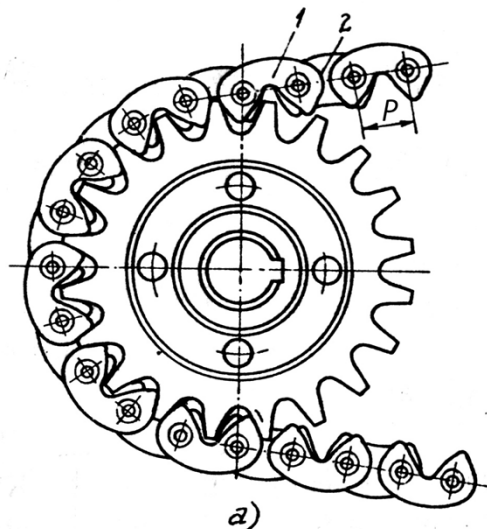


## 7.2. Các chi tiết trong truyền động xích

### 7.2.1 Xích

#### ➤ Xích răng

- Ưu điểm: khả năng tải cao hơn; làm việc êm và ít ồn
- Nhược điểm: chế tạo phức tạp, khối lượng nặng
- Ít dùng, chỉ dùng khi công suất và vận tốc lớn





## 7.2. Các chi tiết trong truyền động xích

### 7.2.2 Đĩa xích

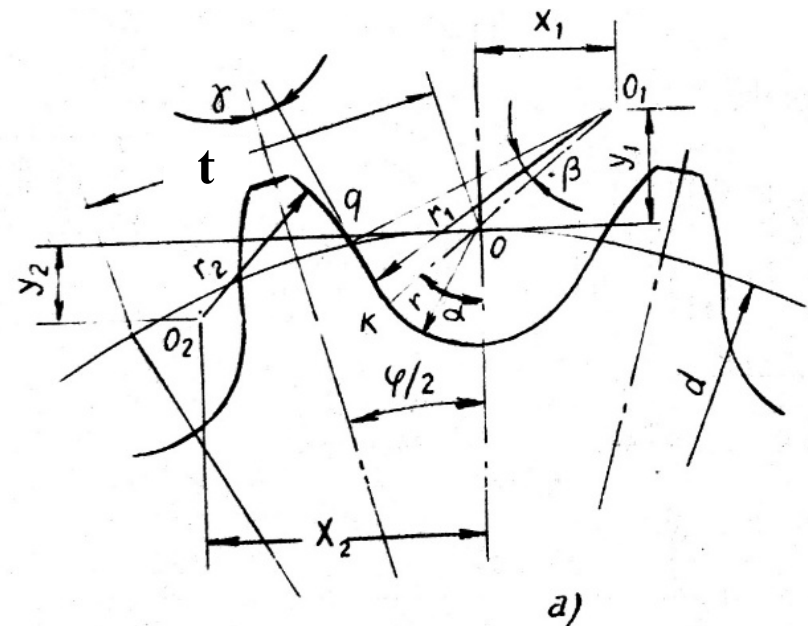
- Răng đĩa xích có 3 dạng: lồi, lõm và thẳng
- Răng lõm được sử dụng nhiều:
  - Áp lực giữa bản lề và răng đĩa xích thấp, giảm mòn
  - Lực va đập ở răng lõm lớn hơn so với răng lồi, thẳng
- Đường kính tính toán đĩa xích

$$d = \frac{t}{\sin \frac{\varphi}{2}}$$

Với:

$t$  – bước xích

$\varphi = \frac{2\pi}{Z}$ ,  $Z$  số răng đĩa xích





## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.1 Vận tốc và tỉ số truyền

#### ➤ Vận tốc trung bình

$$v = \frac{n \cdot t \cdot Z}{60 \cdot 1000}, \quad m / s$$

$n$  – số vòng quay của đĩa xích,  $vg/ph$

$t$  – bước xích,  $mm$

$Z$  – số răng đĩa xích

#### ➤ Tỉ số truyền trung bình

$$v_1 = v_2 \Leftrightarrow n_1 \cdot t \cdot Z_1 = n_2 \cdot t' \cdot Z_2$$

$$\Rightarrow u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Tỉ số truyền trung bình không đổi, nhưng tỉ số truyền tức thời thay đổi do xích ăn khớp với răng đĩa xích theo những hình đa giác



## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.1 Vận tốc và tỉ số truyền

Tỉ số truyền tức thời

➤ Khảo sát sự ăn khớp đĩa xích chủ động

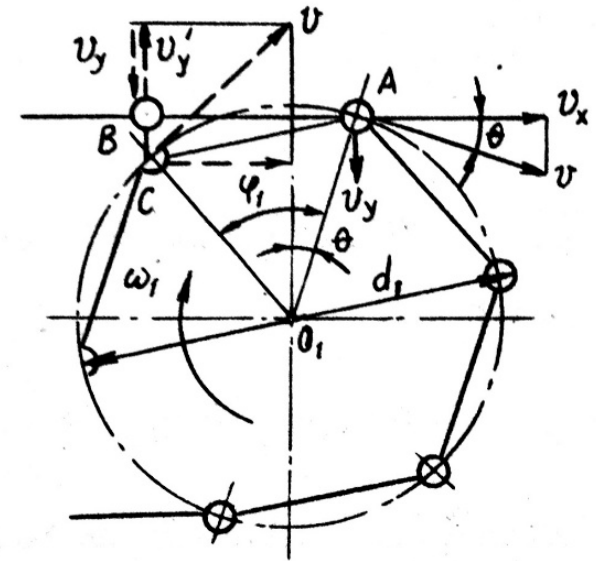
- Vị trí ăn khớp xác định bởi góc  $\theta$
- Vận tốc tức thời  $v_1 = 0,5\omega_1 d_1$
- Vận tốc  $v_1$  chia thành hai thành phần:

$$v_x = 0,5\omega_1 d_1 \cos \theta$$

$$v_y = 0,5\omega_1 d_1 \sin \theta$$

- Khi đĩa xích quay, góc  $\theta$  thay đổi

$$-\frac{\varphi_1}{2} \leq \theta \leq \frac{\varphi_1}{2}; \quad \varphi_1 = \frac{2\pi}{Z_1} \quad \text{hay:} \quad -\frac{\pi}{Z_1} \leq \theta \leq \frac{\pi}{Z_1}$$





## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.1 Vận tốc và tỉ số truyền

Tỉ số truyền tức thời

➤ Tương tự, ở đĩa xích bị dẫn

- Vị trí xích thay đổi theo góc  $\gamma$

$$-\frac{\varphi_2}{2} \leq \gamma \leq \frac{\varphi_2}{2}; \quad \varphi_2 = \frac{2\pi}{Z_2} \quad \text{hay} : -\frac{\pi}{Z_2} \leq \gamma \leq \frac{\pi}{Z_2}$$

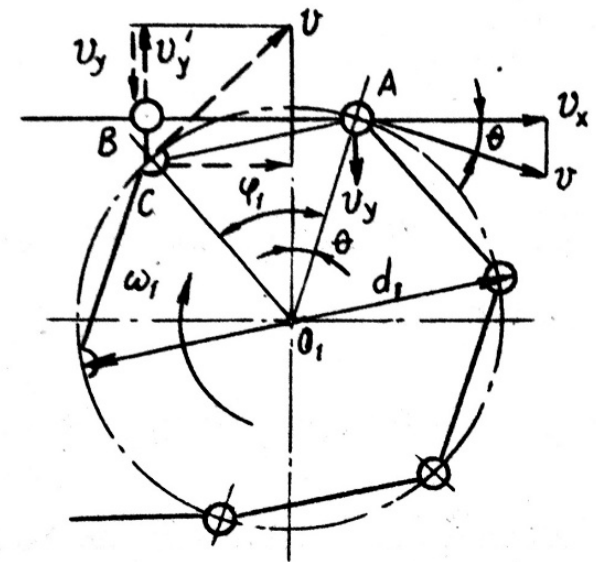
- Tại đó:  
 $v'_x = 0,5\omega_2 d_2 \cos \gamma$   
 $v'_y = 0,5\omega_2 d_2 \sin \gamma$

➤ Bỏ qua biến dạng của các yếu tố xích

$$v_x = v'_x \Leftrightarrow \omega_1 d_1 \cos \theta = \omega_2 d_2 \cos \gamma$$

- Tỉ số truyền tức thời

$$u_i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_2 \cos \gamma}{d_1 \cos \theta}$$





## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.1 Vận tốc và tỉ số truyền

Tỉ số truyền tức thời

$$u_t = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{d_2 \cos \gamma}{d_1 \cos \theta}$$

- Vì góc  $\theta$  và  $\gamma$  thay đổi không đồng thời, do đó tỉ số truyền luôn thay đổi
- Giảm sự không đều trong chuyển động bằng cách tăng số răng đĩa xích để  $\cos \theta$  và  $\cos \gamma$  gần tới 1.



## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.2 Tải trọng động và va đập

#### ➤ Tải trọng động

$$F_d = m a_{x \max}$$

- $m = q_m a$  khối lượng nhánh xích dẫn,  $kg$
- $q_m$  – khối lượng của 1m xích,  $kg/m$
- $a$  – khoảng cách giữa hai trục của đĩa xích,  $m$
- $a_{max}$  – gia tốc xích cực đại,  $m/s^2$

$$v_x = \omega_1 r_1 \cos \beta \quad \Rightarrow \quad a_x = \frac{dv_x}{dt} = -\omega_1^2 r_1 \sin \beta$$

$$a_{x \max} \Leftrightarrow \beta = \pm \frac{\varphi_1}{2}$$

$$a_{x \max} = \omega_1^2 r_1 / 2$$



## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.2 Tải trọng động và va đập

#### ➤ Va đập

- Thời điểm vào khớp, thành phần thẳng đứng của vận tốc
  - $v_y$  – xích
  - $v'_y$  – đĩa xích
- Các thành phần này hướng vào nhau, gây nên va đập
- Tác hại của va đập:
  - Gây ồn
  - Phá hỏng bản lề xích và răng đĩa





## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.2 Tải trọng động và va đập

#### ➤ Va đập

- Động năng va đập  $E = 0,5mv_d^2$

$m = 10^{-3} q_m \cdot t$  khối lượng va đập,  $kg$

$v_d$  – vận tốc va đập, lấy theo  $v_{x'}$ ,  $m/s$

$q_m$  – khối lượng 1m xích,  $kg/m$

$t$  – bước xích,  $mm$

- Sau khi biến đổi, công thức có dạng

$$E = 0,5q_m n_1^2 t^3 \sin^2(\gamma + 360^\circ / Z_1) \leq [E]$$

$\gamma$  – góc biên dạng đĩa xích



## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.2 Tải trọng động và va đập

$$E = 0,5q_m n_1^2 t'^3 \sin^2(\gamma + 360^\circ / Z_1) \leq [E]$$

#### ➤ Nhận xét

- $E$  tỉ lệ bậc 3 với bước xích, bậc 2 với số vòng quay đĩa dẫn.  
Vì vậy, nên chọn bước xích nhỏ nhất có thể.
- Va đập là nguyên nhân gây hỏng xích, răng đĩa và gây ồn.  
Do đó nên chọn  $n_1 Z_1 t'$  sao cho động năng va đập nhỏ hơn động năng va đập cho phép



## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.3 Số răng đĩa xích

➤ Quyết định độ bền mòn và tuổi thọ của bộ truyền, cũng như khả năng ăn khớp của xích và đĩa xích

➤ Nếu  $Z$  nhỏ:

- $\varphi = \frac{2\pi}{Z}$  lớn, xích mòn nhiều
- Vận tốc va đập lớn, tiếng ồn tăng

→ Hạn chế  $Z_{\min}$

$$v \geq 2 \text{ m/s} \quad Z_{\min} = 17 \text{ (xích ống con lăn)}$$

$$Z_{\min} = 19 \text{ (xích răng)}$$

$$v < 2 \text{ m/s} \quad Z_{\min} = 17 \text{ (xích ống con lăn)}$$

$$Z_{\min} = 19 \text{ (xích răng)}$$

$$v > 25 \text{ m/s} \quad Z_{\min} \geq 35$$



## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.3 Số răng đĩa xích

#### ➤ Nếu Z lớn

- Sau một thời gian làm việc, xích bị mòn, bước xích tăng  $\Delta t$

→ Đường kính vòng tròn qua tâm bản lề xích tăng  $\Delta d$

- Để tránh tuột xích, quy định

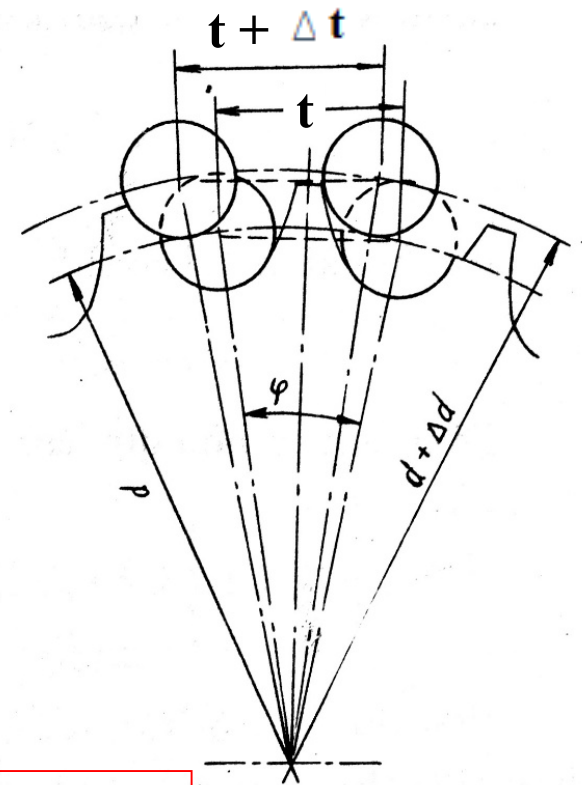
$$\frac{\Delta d}{t} = \frac{\Delta t}{t} \cdot \frac{1}{\sin \frac{\pi}{Z}} \leq B$$

→ Nếu Z lớn,  $\sin \frac{\pi}{Z}$  giảm, xích dễ bị tuột với  $\Delta t$  nhỏ

- Hạn chế  $Z_{max}$

- Xích răng:  $Z_{max} \leq 120 \div 140$
- Xích ống con lăn:  $Z_{max} \leq 100 \div 120$

➤ Để đảm bảo làm việc lâu dài, nên lấy  $Z_1 = 29 - 2u \geq 19$





## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.4 Bước xích, $t$

- Là thông số quan trọng nhất của bộ truyền
- Bước xích càng lớn:
  - khả năng tải càng cao
  - tải trọng động và va đập lớn
- Nếu vận tốc lớn thì tải trọng động và va đập cũng lớn.  
Vì vậy, khi làm việc với vận tốc cao nên chọn  $t$  nhỏ.
- Để tăng khả năng tải:
  - tăng chiều rộng xích (đối với xích răng)
  - tăng số dây xích (đối với xích ống con lăn).



## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.5 Khoảng cách trục & số mắt xích

#### ➤ Khoảng cách trục

- $a_{min}$ : xác định theo điều kiện  $\alpha_1 \geq 120^\circ$  và hai đĩa không chạm nhau

$$u < 3 \quad a_{min} \geq 0,5(d_{a_1} + d_{a_2}) + (30 \div 50) \text{ mm}$$

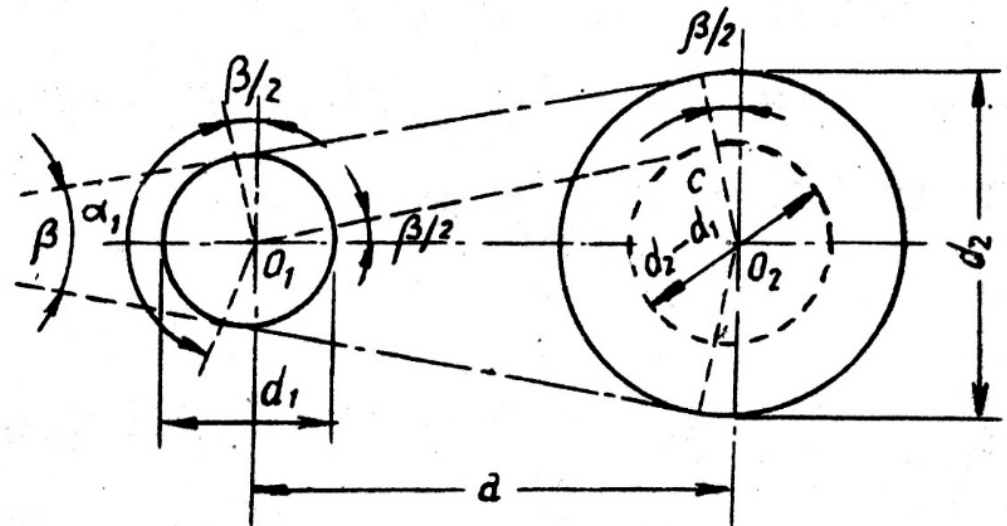
$$u \geq 3 \quad a_{min} \geq 0,5(d_{a_1} + d_{a_2}) + (9 + u) / 10 \text{ mm}$$

- Nếu  $a$  nhỏ, số mắt xích ít, số lần va đập của mắt xích vào răng đĩa tăng lên, tuổi thọ xích giảm

Thường lấy  $a = (30 \div 50) t$

- Nếu  $a$  lớn, xích võng, dễ bị tuột xích, do đó

$$a_{max} = 80 t$$





## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.5 Khoảng cách trục & số mắt xích

- Số mắt xích

$$X = 0,5(Z_1 + Z_2) + \frac{2a}{t} + \frac{0,25(Z_2 - Z_1)^2 t}{\pi^2 a}$$

Làm tròn  $X$ , chọn số chẵn để tiện nối xích

- Tính chính xác khoảng cách trục

$$a = 0,25 t \left[ X - \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \sqrt{\left( X - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - 2 \left( \frac{Z_2 - Z_1}{\pi} \right)^2} \right]$$

- Sau khi tính, nên giảm  $a$  một khoảng  $\Delta a$  để xích không bị căng, ảnh hưởng không tốt đến độ mòn xích

$$\Delta a = (0,002 \div 0,004)a$$



## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.6 Lực tác dụng trong bộ truyền xích

➤ Khi bộ truyền làm việc, các lực tác dụng lên xích gồm:

- $F_t$  – lực vòng

$$F_t = \frac{1000N}{v} = \frac{1000N}{nZ t}$$

- $F_v$  – lực quán tính ly tâm

$$F_v = q_m v^2$$

$q_m$  – khối lượng của một mét xích,  $kg/m$ ;  $v$  – vận tốc vòng,  $m/s$ .

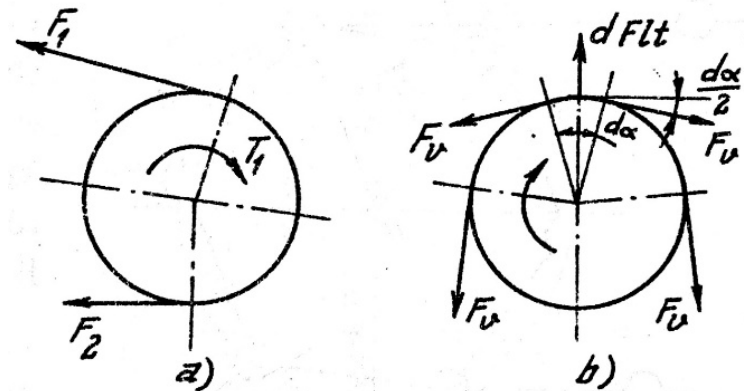
- $F_o$  – lực căng ban đầu của xích, bằng trọng lượng nhánh xích chùng

$a$  – chiều dài của đoạn xích tự do (gần bằng khoảng cách trục),  $m$ ;

$g$  – gia tốc trọng trường,  $m/s^2$ ;

$k_f$  – hệ số phụ thuộc độ võng xích:

$$F_o = k_f q_m a g$$







## 7.3. Động học & động lực học bộ truyền xích

### 7.3.6 Lực tác dụng trong bộ truyền xích

➤ Khi bộ truyền làm việc, các lực tác dụng lên xích gồm:

- $F_1$  – lực trên nhánh dẫn
- $F_2$  – lực trên nhánh chùng

$$F_1 = F_t + F_2; \quad F_2 = F_o + F_v$$

Vì giá trị của  $F_o$  và  $F_v$  tương đối nhỏ so với  $F_t$ , do đó có thể lấy

$$F_1 \approx F_t; \quad F_2 \approx 0$$

➤ Lực tác dụng lên trục:  $F_r = k_m F_t$

$k_m$  – hệ số trọng lượng xích,

$k_m = 1,15$       khi bộ truyền nằm ngang;

$k_m = 1,05$       khi bộ truyền nghiêng góc trên  $40^\circ$  đến thẳng đứng.



## 7.4. Tính toán bộ truyền xích

### 7.4.1 Các dạng hỏng

- Bộ truyền xích có thể có các dạng hỏng sau:
  - Mòn bản lề xích: làm tăng bước xích, ăn khớp không chính xác, có thể gây đứt xích hoặc tuột xích.
    - Giảm mòn: hạn chế áp suất; bôi trơn tốt
  - Mòn răng đĩa xích
  - Rỗ hoặc gãy vỡ con lăn do ứng suất thay đổi và va đập
  - Đứt xích do quá tải khi mở máy hoặc tải trọng va đập lớn
- Dạng hỏng nguy hiểm là mòn bản lề
- Chỉ tiêu tính: Tính về độ bền mòn



## 7.4. Tính toán bộ truyền xích

### 7.4.2 Tính xích theo độ bền mòn

- Đối với xích con lăn, điều kiện áp suất trên bản lề xích

$$p = \frac{KF_t}{A} \leq [p_o]$$

$A = d_o b_o$  diện tích mặt tựa bản lề,  $mm^2$

$[p_o]$  – áp suất cho phép theo kết quả thực nghiệm,  $MPa$

- Từ điều kiện làm thí nghiệm sau, xác định hệ số  $K$
- Tải trọng tĩnh
  - Bộ truyền đặt nằm ngang
  - Bôi trơn nhỏ giọt
  - Tuổi thọ từ  $2000 \div 3000$  giờ



## 7.4. Tính toán bộ truyền xích

### 7.4.2 Tính xích theo độ bền mòn

➤ Hệ số K xác định như sau

$$K = K_d K_a K_o K_{dc} K_b K_c$$

- $K_d$  – hệ số tải trọng động

tải trọng ngoài êm  $K_d = 1$

có va đập  $K_d = 1,2 \div 1,5$

va đập mạnh  $K_d = 1,8$

- $K_a$  – hệ số xét đến ảnh hưởng của khoảng cách trục

<b>a</b>	<b>&lt; 25 t</b>	<b>(30 ÷ 50) t</b>	<b>(60 ÷ 80) t</b>
<b><math>K_a</math></b>	1,25	1	0,8

- $K_o$  – hệ số xét đến cách bố trí bộ truyền

$\theta \leq 60^\circ$   $K_o = 1$

$\theta > 60^\circ$   $K_o = 1,25$



## 7.4. Tính toán bộ truyền xích

### 7.4.2 Tính xích theo độ bền mòn

➤ Hệ số K xác định như sau

$$K = K_d K_a K_o K_{dc} K_b K_c$$

- $K_{dc}$  – hệ số xét đến khả năng điều chỉnh độ căng xích  
điều chỉnh được  $K_{dc} = 1$   
điều chỉnh bằng đĩa căng xích hoặc con lăn căng xích  $K_{dc} = 1,1$   
không điều chỉnh hoặc không có con lăn căng xích  $K_{dc} = 1,25$
- $K_b$  – hệ số xét đến điều kiện bôi trơn  
nếu bôi trơn liên tục  $K_b = 0,8$   
nếu bôi trơn nhỏ giọt  $K_b = 1$   
nếu bôi trơn định kì (gián đoạn)  $K_b = 1,5$
- $K_c$  – hệ số xét đến chế độ làm việc  
một ca:  $K_c = 1$ ; hai ca:  $K_c = 1,25$ ; ba ca:  $K_c = 1,45$



## 7.4. Tính toán bộ truyền xích

### 7.4.2 Tính xích theo độ bền mòn

- Tính theo công suất, từ điều kiện về áp suất, ta có

$$F_t \leq [p_o] \frac{A}{K}$$

$$P_1 = \frac{F_t v}{1000} \leq \frac{[p_o] A}{1000 K} \cdot \frac{Z_1 n_1 t}{60 \cdot 1000}$$

- Nhân cả tử số và mẫu số cho  $Z_{01}$  và  $n_{01}$  và đặt:

$$[P_o] = \frac{[p_o] A Z_{01} n_{01} t}{6 \cdot 10^7}; \quad K_z = \frac{Z_{01}}{Z_1}; \quad K_n = \frac{n_{01}}{n_1}$$

- Ta được công thức

$$P_1 \leq \frac{[P_o]}{K K_z K_n}$$



## 7.4. Tính toán bộ truyền xích

### 7.4.2 Tính xích theo độ bền mòn

➤ Tính theo công suất

$$P_1 \leq \frac{[P_o]}{K K_z K_n}$$

- $[P_o]$  – công suất cho phép xác định bằng thực nghiệm, với điều kiện:
  - Bộ truyền một dãy
  - Bước xích  $t$
  - Diện tích  $A$
  - Số răng đĩa nhỏ  $Z_{01}$
  - Số vòng quay  $n_{01}$
- $K_z = Z_{01} / Z_1$  hệ số răng đĩa xích:  $Z_{01} = 25$  (Liên Xô);  $Z_{01} = 17$  (Anh, Mỹ)
- $K_n = n_{01} / n_1$  hệ số số vòng quay



## 7.4. Tính toán bộ truyền xích

### 7.4.2 Tính xích theo độ bền mòn

- Công suất tính toán xác định theo công thức

$$P_t = P_1 K K_z K_n \leq [P_o]$$

Từ  $P_t$  tra bảng chọn bước xích  $t$

- Trường hợp xích nhiều dãy

$$P_t = \frac{P_1 K K_z K_n}{K_d} \leq [P_o]$$

$K_d$  – hệ số phân bố không đều tải trọng cho các dãy,

có thể lấy  $K_d = 1; 1,7; 2,5; 3$  ứng với số dãy là 1; 2; 3; 4





## 7.4. Tính toán bộ truyền xích

### 7.4.2 Kiểm nghiệm xích theo số lần va đập

- Khi xích quay một vòng sẽ xảy ra va đập, số lần va đập trong một giây

$$i = \frac{4v}{L} = \frac{4n_1 Z_1 t}{X.t.60}; \quad i = \frac{n_1 Z_1}{15X} \leq [i]$$

$[i]$  – số lần va đập cho phép trong một giây, tra bảng

Dạng xích	Bước xích $t$ , mm							
	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75	38,1	44,45	50,8
Xích con lăn	40	30	25	20	16	14	12	10
Xích răng	60	50	40	25	20	–	–	–



## 7.4. Tính toán bộ truyền xích

### 7.4.2 Kiểm nghiệm xích theo số lần va đập

- Kiểm nghiệm xích theo hệ số an toàn

$$S = \frac{Q}{F_1 + F_v + F_o} \leq [S]$$

$Q$  – tải trọng phá hủy,  $N$

$[S]$  – hệ số an toàn cho phép, tra bảng

Số vòng quay $n$ (vòng/ph)	Bước xích $t$ (mm)					
	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75	38,1
49,94	7,1	7,2	7,2	7,3	7,4	7,5
99,89	7,3	7,4	7,5	7,6	7,8	8,0
200,85	7,9	8,2	8,4	8,9	9,4	9,8
400,40	8,5	8,9	9,4	10,2	11,8	12,5
749,62	9,3	10,0	10,7	12,0	13,0	14,0
998,86	10,0	10,8	11,7	13,1	15,0	–



**THANK YOU!**