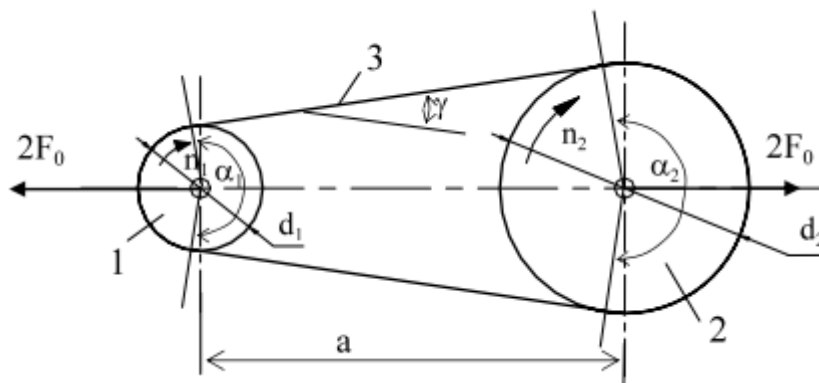


## BÀI 1: BỘ TRUYỀN ĐAI

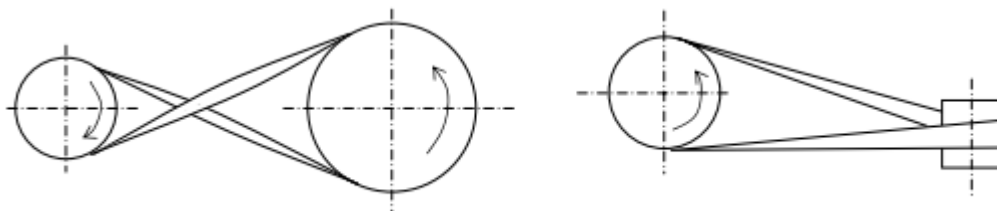
### 1.1. Những vấn đề chung

#### 1.1.1. Giới thiệu bộ truyền đai

- Bộ truyền đai thường dùng để truyền chuyển động giữa hai trục song song và quay cùng chiều (Hình 2-1), trong một số trường hợp có thể truyền chuyển động giữa các trục song song quay ngược chiều - truyền động đai chéo, hoặc truyền giữa hai trục chéo nhau - truyền động đai nửa chéo (Hình 2-2).



Hình 2-1: Bộ truyền đai thông thường



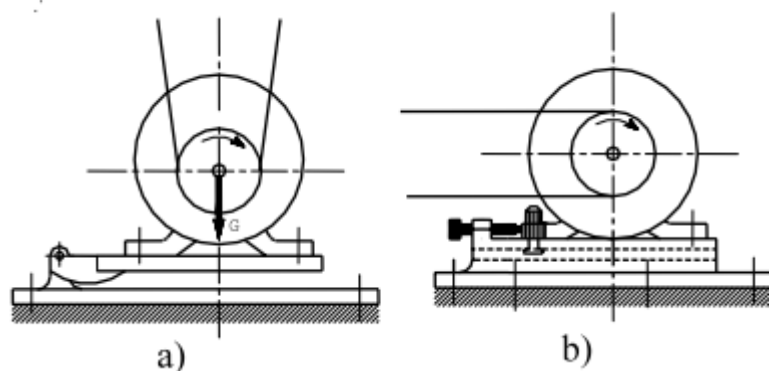
Hình 2-2: Bộ truyền đai chéo và nửa chéo

- Bộ truyền đai thông thường gồm 4 bộ phận chính:

+ Bánh đai dẫn số 1, có đường kính  $d_1$ , được lắp trên trục dẫn I, quay với số vòng quay  $n_1$ , công suất truyền động  $P_1$ , mô men xoắn trên trục  $T_1$ .

+ Bánh đai bị dẫn số 2, có đường kính  $d_2$ , được lắp trên trục bị dẫn II, quay với số vòng quay  $n_2$ , công suất truyền động  $P_2$ , mô men xoắn trên trục  $T_2$ .

+ Dây đai 3, mắc vòng qua hai bánh đai.



Hình 2-3: Bộ phận căng đai

+ Bộ phận căng đai, tạo lực căng ban đầu  $2F_0$  kéo căng hai nhánh đai. Để tạo lực căng  $F_0$ , có thể dùng trọng lượng động cơ (Hình 2-3, a), dùng vít đẩy (Hình 2-3, b), hoặc dùng bánh căng đai.

- Nguyên lý làm việc của bộ truyền đai: dây đai mắc căng trên hai bánh đai, trên bề mặt tiếp xúc của dây đai và bánh đai có áp suất, có lực ma sát  $F_{ms}$ . Lực ma sát cản trở chuyển động trượt tương đối giữa dây đai và bánh đai. Do đó khi bánh dẫn quay sẽ kéo dây đai chuyển động và dây đai lại kéo bánh bị dẫn quay. Như vậy chuyển động đã được truyền từ bánh dẫn sang bánh bị dẫn nhờ lực ma sát giữa dây đai và các bánh đai.

### 1.1.2. Phân loại bộ truyền đai

Tùy theo hình dạng của dây đai, bộ truyền đai được chia thành các loại:

- Đai dẹt, hay còn gọi là đai phẳng. Tiết diện đai là hình chữ nhật hẹp, bánh đai hình trụ tròn, đường sinh thẳng hoặc hình tang tròn, bề mặt làm việc là mặt rộng của đai (Hình 2- 4, a).

Kích thước  $b$  và  $h$  của tiết diện đai được tiêu chuẩn hóa. Giá trị chiều dày  $h$  thường dùng là 3 ; 4,5 ; 6 ; 7,5 mm. Giá trị chiều rộng  $b$  thường dùng 20 ; 25 ; 32 40 ; 50 ; 63 ; 71 ; 80 ; 90 ; 100 ; .... mm.

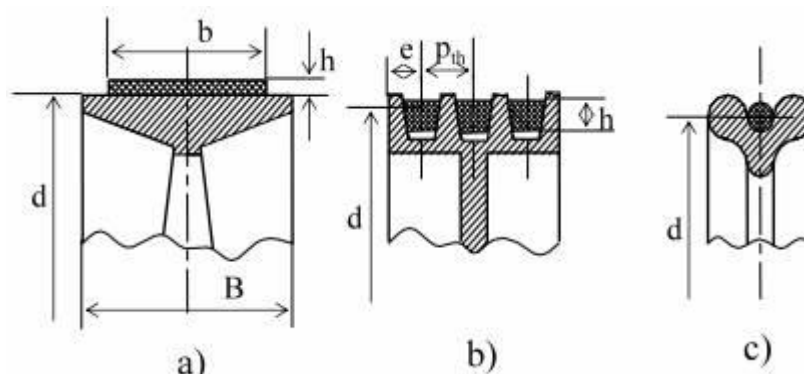
Vật liệu chế tạo đai dẹt là: da, sợi bông, sợi len, sợi tổng hợp, vải cao su. Trong đó đai vải cao su được dùng rộng rãi nhất.

Đai vải cao su gồm nhiều lớp vải bông và cao su sunfua hóa. Các lớp vải chịu tải trọng, cao su dùng để liên kết, bảo vệ các lớp vải, và tăng hệ số ma sát với bánh đai.

Đai vải cao su được chế tạo thành cuộn, người thiết kế cắt đủ chiều dài cần thiết và nối thành vòng kín. Đai được nối bằng cách may, hoặc dùng bu lông kẹp chặt.

Đai sợi tổng hợp được chế tạo thành vòng kín, do đó chiều dài của đai cũng được tiêu chuẩn hóa.

- Đai thang, tiết diện đai hình thang, bánh đai có rãnh hình thang, thường dùng nhiều dây đai trong một bộ truyền (Hình 2-4, b).



Hình 2-4: Bộ truyền đai dẹt, đai thang, đai tròn

Vật liệu chế tạo đai thang là vải cao su. Gồm lớp sợi xếp hoặc lớp sợi bền chịu kéo, lớp vải bọc quanh phía ngoài đai, lớp cao su chịu nén và tăng ma sát. Đai thang làm việc theo hai mặt bên.

Hình dạng và diện tích tiết diện đai thang được tiêu chuẩn hóa. TCVN 2332-78 quy định 6 loại đai thang thường Z, O, A, B, C, D. TCVN 3210-79 quy định 3 loại đai thang hẹp SPZ, SPA, SPB.

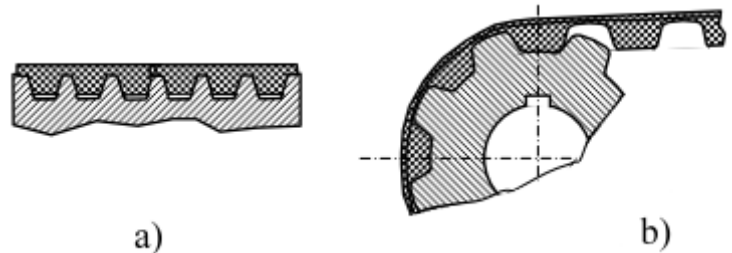
Đai thang được chế tạo thành vòng kín, chiều dài đai cũng được tiêu chuẩn hóa. Bộ truyền đai thang thường dùng có chiều dài: 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000, 4500, 5000,... mm.

- Đai tròn, tiết diện đai hình tròn, bánh đai có rãnh hình tròn tương ứng chứa dây đai (Hình 2-4, c). Đai tròn thường dùng để truyền công suất nhỏ.

- Đai hình lược, là trường hợp đặc biệt của bộ truyền đai thang. Các đai được làm liền nhau như răng lược (Hình 2-5, a). Mỗi răng làm việc như một đai thang. Số răng thường dùng  $2 \div 20$ , tối đa là 50 răng. Tiết diện răng được tiêu chuẩn hóa.

Đai hình lược cũng chế tạo thành vòng kín, trị số tiêu chuẩn của chiều dài tương tự như đai thang.

- Đai răng, là một dạng biến thể của bộ truyền đai. Dây đai có hình dạng gần giống như thanh răng, bánh đai có răng gần giống như bánh răng. Bộ truyền đai răng làm việc theo nguyên tắc ăn khớp là chính, ma sát là phụ, lực căng trên đai khá nhỏ (Hình 2-5, b).



Hình 2-5: Bộ truyền đai hình lược, đai răng

Cấu tạo của đai răng bao gồm các sợi thép bền chịu tải, nền và răng bằng cao su hoặc chất dẻo.

Thông số cơ bản của đai răng là mô đun  $m$ , mô đun được tiêu chuẩn hóa, giá trị tiêu chuẩn của  $m$ : 1 ; 1,5 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 7 ; 10 mm. Dây đai răng được chế tạo thành vòng kín. Giá trị tiêu chuẩn của chiều dài đai tương tự như đai hình thang.

Trên thực tế, bộ truyền đai dẹt và đai thang được dùng nhiều hơn cả. Vì vậy, trong chương này chủ yếu trình bày bộ truyền đai dẹt và đai thang.

### 1.1.3. Các thông số làm việc chủ yếu của bộ truyền đai

- Số vòng quay trên trục dẫn, ký hiệu là  $n_1$ , trên trục bị dẫn  $n_2$ ; v/ph.

- Tỷ số truyền, ký hiệu là  $u$ ,  $u = \frac{n_1}{n_2}$ .

- Công suất trên trục dẫn, ký hiệu là  $P_1$ , công suất trên trục bị dẫn  $P_2$ ; kW.

- Hiệu suất truyền động  $\eta$ ,  $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ .

- Mô men xoắn trên trục dẫn  $T_1$ , trên trục bị dẫn  $T_2$ ; Nmm.

- Vận tốc vòng của bánh dẫn  $v_1$ , bánh bị dẫn  $v_2$ , vận tốc dài của dây đai  $v_d$ ; m/s.

- Hệ số trượt  $\xi$ ,  $\xi = \frac{(v_1 - v_2)}{v_1}$ .

- Thời gian phục vụ của bộ truyền, còn gọi là tuổi bền của bộ truyền  $t_b$ ; h.

- Lực vòng tác dụng lên đai, còn gọi là lực căng có ích  $F_t$ ; N.  $F_t = \frac{2T_1}{d_1}$ .

- Lực căng đai ban đầu trên mỗi nhánh đai  $F_0$ ; N.

- Hệ số kéo  $\psi$ ,  $\psi = \frac{F_t}{2F_0}$ .

- Yêu cầu về môi trường làm việc của bộ truyền.

- Chế độ làm việc.

#### 1.1.4. Các thông số hình học chủ yếu của bộ truyền đai

- Đường kính tính toán của bánh đai dẫn  $d_1$ , của bánh bị dẫn  $d_2$ ; mm. Là đường kính của vòng tròn tiếp xúc với lớp trung hòa của dây đai. Lớp trung hòa của đai là lớp không bị kéo, mà cũng không bị nén khi dây đai vòng qua các bánh đai.  $d_2 = d_1 \cdot u \cdot (1 - \xi)$ .

- Khoảng cách trục  $a$ , là khoảng cách giữa tâm bánh đai dẫn và bánh bị dẫn; mm.

- Góc giữa hai nhánh dây đai  $\gamma$ ; độ.

- Góc ôm của dây đai trên bánh dẫn  $\alpha_1$ , trên bánh bị dẫn  $\alpha_2$ ; độ.

$$\alpha_1 = 180^\circ - \gamma; \quad \alpha_2 = 180^\circ + \gamma; \quad \gamma \cong \frac{57^\circ(d_2 - d_1)}{a} \quad (2-1)$$

- Chiều dài dây đai  $L$ ; mm. Được đo theo lớp trung hòa của dây đai. Quan hệ giữa chiều dài dây đai và khoảng cách trục  $a$  được xác định như sau:

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

$$a = \frac{1}{4} \left\{ L - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{2} + \sqrt{\left[ L - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{2} \right]^2 - 2(d_2 - d_1)^2} \right\} \quad (2-3)$$

- Số dây đai trong bộ truyền đai hình thang,  $z$ .

- Diện tích tiết diện mặt cắt ngang của dây đai  $A$ ; mm<sup>2</sup> (Hình 11-4).

Đối với đai dẹt,  $A = b \times h$ . Với  $b$  là chiều rộng,  $h$  là chiều cao của tiết diện.

Đối với đai thang,  $A = A_0 \times z$ . Với  $A_0$  là diện tích tiết diện của một dây đai.

- Chiều rộng bánh đai  $B_1, B_2$ . Thông thường  $B_1 = B_2$  bằng chiều rộng tính toán  $B$ .

Đối với bánh đai dẹt, lấy  $B = 1,1 \cdot b + (10 \div 15) \text{ mm}$ .

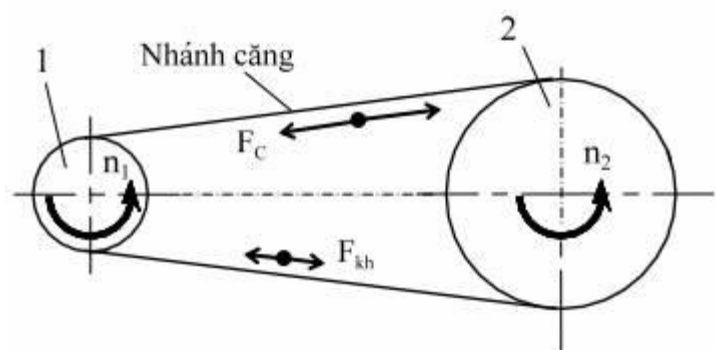
Đối với bánh đai thang, lấy  $B = (z - 1) \cdot p_{th} + 2 \cdot e \text{ mm}$ .

#### 1.1.5. Lực tác dụng trong bộ truyền đai

- Khi chưa làm việc, dây đai được kéo căng bởi lực ban đầu  $F_0$ .

- Khi chịu tải trọng  $T_1$  trên trục I và  $T_2$  trên trục II, xuất hiện lực vòng  $F_t$ , làm một nhánh đai căng thêm, gọi là nhánh căng, và một bánh bớt căng đi (Hình 2-6).

Lúc này lực căng trên nhánh căng:



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

lực căng trên nhánh không căng:

Hình 2-6: Lực trong bộ truyền đai

$$F_{kh} = F_0 - \frac{F_t}{2}$$

- Khi các bánh đai quay, dây đai bị ly tâm tách xa khỏi bánh đai. Trên các nhánh đai chịu thêm lực căng  $F_v = q_m \cdot v^2$ , với  $q_m$  là khối lượng của 1 mét đai. Lực  $F_v$  còn có tác hại làm giảm lực ma sát giữa dây đai và các bánh đai.

Lúc này trên nhánh đai căng có lực  $F_c = F_0 + \frac{F_t}{2} + F_v$

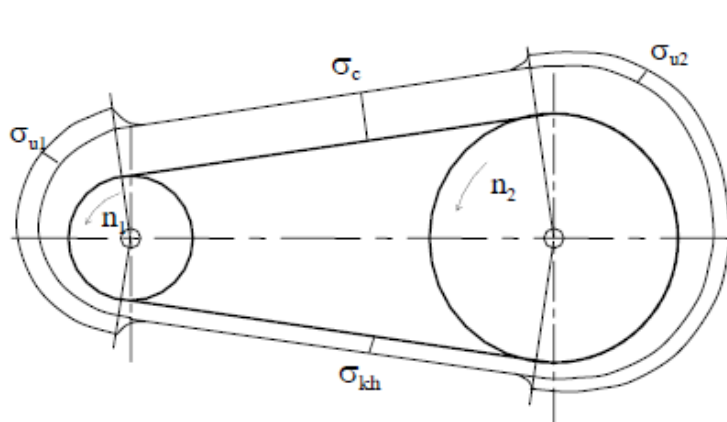
trên nhánh đai không căng có lực  $F_{kh} = F_0 - \frac{F_t}{2} + F_v$

- Lực tác dụng lên trục và ổ mang bộ truyền đai là lực hướng tâm  $F_r$ , có phương vuông góc với đường trục bánh đai, có chiều kéo hai bánh đai lại gần nhau. Giá trị của  $F_r$  được tính như sau:

$$F_r = 2 \cdot F_0 \cdot \cos\left(\frac{\gamma}{2}\right). \quad (2-4)$$

#### 1.1.6. Ứng suất trong đai

- Dưới tác dụng của lực căng  $F_c$  trên nhánh đai căng có ứng suất



$$\sigma_c = \frac{F_c}{A}$$

- Tương tự, trên nhánh đai không căng có  $\sigma_{kh} = \frac{F_{kh}}{A}$ .

Đương nhiên  $\sigma_{kh} < \sigma_c$ .

- Ngoài ra, khi dây đai vòng qua bánh đai 1, nó bị uốn, trong đai có ứng suất uốn  $\sigma_{u1} = E \cdot \frac{h}{d_1}$ .

Hình 2-7: Sự phân bố ứng suất trong dây đai

Trong đó E là mô đun đàn hồi của vật liệu đai.

- Tương tự, khi dây đai vòng qua bánh đai 2, trong đai có  $\sigma_{u2} = E \cdot \frac{h}{d_2}$ . Ta nhận thấy  $\sigma_{u2} < \sigma_{u1}$ .

Sơ đồ phân bố ứng suất trong dây đai, dọc theo chiều dài của đai được trình bày trên Hình 2-7.

Quan sát sơ đồ ứng suất trong đai, ta có nhận xét:

- Khi bộ truyền làm việc, ứng suất tại một tiết diện của đai sẽ thay đổi từ giá trị  $\sigma_{\min} = \sigma_{kh}$  đến giá trị  $\sigma_{\max} = \sigma_c + \sigma_{u1}$ . Như vậy dây đai sẽ bị hỏng do mỏi.

- Khi dây đai chạy đủ một vòng, ứng suất tại mỗi tiết diện của đai thay đổi 4 lần. Để hạn chế số chu kỳ ứng suất trong đai, kéo dài thời gian sử dụng bộ truyền đai, có thể khống chế số vòng chạy của đai trong một dây.

- Để cho  $\sigma_{u1}$  và  $\sigma_{u2}$  không quá lớn, chúng ta nên chọn tỷ lệ  $\frac{d_1}{h}$  trong khoảng từ 30 ÷ 40.

### 1.1.7. Sự trượt trong bộ truyền đai

Thực hiện thí nghiệm trượt của đai như trên Hình 2-8:

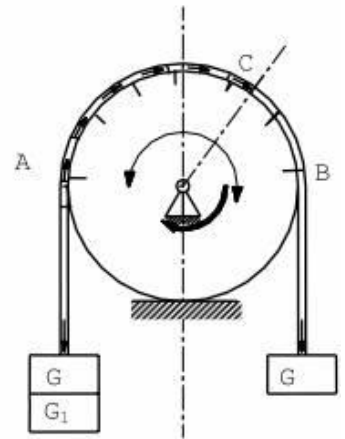
Trọng lượng  $G$  của hai vật nặng tương đương với lực căng ban đầu  $F_0$ .

Dây đai dẫn đều và tiếp xúc với bánh đai trên cung AB. Giữ bánh đai cố định.

Đánh dấu vị trí tương đối giữa dây đai và bánh đai, bằng vạch màu.

Treo thêm vật nặng  $G_1$  vào nhánh trái của dây đai, nhánh trái sẽ bị dẫn dài thêm một đoạn. Các vạch màu giữa dây đai và bánh đai trên cung AC bị lệch nhau. Dây đai đã trượt trên bánh đai.

Hiện tượng trượt này do dây đai biến dạng đàn hồi gây nên. Dây đai càng mềm, dẫn nhiều trượt càng lớn. Được gọi là hiện tượng trượt đàn hồi của dây đai trên bánh đai.



Hình 2-8: Thí nghiệm về trượt

của đai

Cung AC gọi là cung trượt, cung CB không có hiện tượng trượt gọi là cung tĩnh. Lực  $F_{ms}$  trên cung AC vừa đủ cân bằng với trọng lượng  $G_1$  của vật nặng.

Ta tăng dần giá trị của  $G_1$  lên, thì điểm C tiến dần đến điểm B. Khi điểm C trùng với điểm B, lúc đó  $F_{ms}$  trên cung AB =  $G_1$ , đây là trạng thái tới hạn của dây đai,  $G_1$  gọi là tải trọng giới hạn.

Tiếp tục tăng  $G_1$ , dây đai sẽ chuyển động về phía bên trái, trượt trên bánh đai. Đây là hiện tượng trượt trơn. Lúc này lực ma sát  $F_{ms}$  trên bề mặt tiếp xúc giữa dây đai và bánh đai không đủ lớn để giữ dây đai.  $F_{ms} < G_1$ .

Ta giảm giá trị  $G_1$ , sao cho  $F_{ms}$  trên cung AB lớn hơn  $G_1$ . Quay bánh đai theo chiều kim đồng hồ và ngược lại. Quan sát các vạch màu, ta nhận thấy cung trượt luôn nằm ở phía nhánh đai đi ra khỏi bánh đai.

**Xét bộ truyền đai** chịu tải trọng  $T_1$ , quay với số vòng quay  $n_1$ . Lúc này lực tác dụng trên nhánh căng và nhánh không căng lệch nhau một lượng  $F_t = \frac{2T_1}{d_1}$ . Lực  $F_{kh}$  trên nhánh không căng tương đương với trọng lượng  $G$  trên thí nghiệm, còn  $F_t$  tương đương với  $G_1$ .



Trên bánh đai dẫn 1 cung trượt nằm về phía nhánh đai không căng, cung tĩnh nằm ở phía nhánh đai căng. Trên bánh đai bị dẫn 2 cung trượt nằm ở phía nhánh đai căng.

Khi  $F_{ms1}$  và  $F_{ms2}$  lớn hơn lực  $F_t$ , lúc đó trong bộ truyền đai chỉ có trượt đàn hồi.

Khi  $F_{ms1}$  hoặc  $F_{ms2}$  nhỏ hơn  $F_t$ , trong bộ truyền đai có hiện tượng trượt trơn hoàn toàn. Các bộ truyền đai thường dùng có  $u > 1$ , nên  $F_{ms1} < F_{ms2}$ , khi xảy ra trượt trơn thường bánh đai 1 quay, bánh đai 2 và dây đai đứng lại.

Khi bộ truyền ở trạng thái tới hạn,  $F_{ms1} \approx F_t$ , do lực  $F_{ms1}$  dao động phụ thuộc vào hệ số ma sát trên bề mặt tiếp xúc, nên có lúc  $F_{ms1} < F_t$ , có lúc  $F_{ms1} > F_t$ . Những khoảng thời gian  $F_{ms1} < F_t$  trong bộ truyền đai có trượt trơn, trong phần thời gian còn lại bộ truyền chỉ có trượt đàn hồi. Tình trạng như thế gọi là trượt trơn từng phần.

### 1.1.8. Đường cong trượt và đường cong hiệu suất

Để nghiên cứu ảnh hưởng của sự trượt trong bộ truyền đai đến hiệu suất truyền động, và mất vận tốc của bánh đai bị dẫn.

Người ta tiến hành các thí nghiệm, xây dựng đường cong biểu diễn quan hệ giữa hệ số trượt  $\xi$  với hệ số kéo  $\psi$ , giữa hiệu suất  $\eta$  với hệ số kéo.

Đồ thị của hàm số  $\xi(\psi)$  trong hệ tọa độ vuông góc  $O\psi\xi$  gọi là đường cong trượt.

Đồ thị của hàm số  $\eta(\psi)$  trong hệ tọa độ vuông góc  $O\psi\eta$  gọi là đường cong hiệu suất (Hình 2-9).

Quan sát đường cong trượt và đường cong hiệu suất trên Hình 11-9 ta nhận thấy:

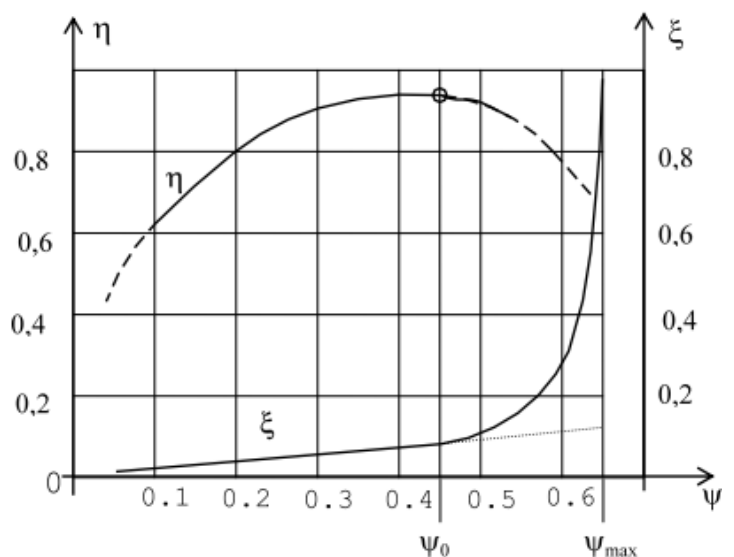
+ Khi hệ số kéo thay đổi từ 0 đến  $\psi_0$ , lúc này trong bộ truyền chỉ có trượt đàn hồi, hệ số trượt tăng, đồng thời hiệu suất  $\eta$  cũng tăng.

+ Khi  $\psi$  biến thiên từ  $\psi_0$  đến  $\psi_{\max}$  hệ số trượt tăng nhanh, lúc này trong bộ truyền đai có trượt trơn từng phần, hiệu suất của bộ truyền giảm rất nhanh.

+ Khi  $\psi = \psi_{\max}$  bộ truyền trượt trơn hoàn toàn, hiệu suất bằng 0, còn hệ số trượt bằng 1.

+ Tại giá trị  $\psi = \psi_0$  bộ truyền có hiệu suất cao nhất, mà vẫn chưa có hiện tượng trượt trơn từng phần. Lúc này bộ truyền đã sử dụng hết khả năng kéo. Đây là trạng thái làm việc tốt nhất của bộ truyền. Giá trị  $\psi_0$  gọi là hệ số kéo tới hạn của bộ truyền.

+ Khi tính thiết kế bộ truyền đai, cố gắng để bộ truyền làm việc trong vùng bên trái sát với đường  $\psi = \psi_0$ .



Hình 2-9: Đường cong trượt và đường cong hiệu suất

+ Do có trượt nên số vòng quay  $n_2$  của trục bị dẫn dao động, tỷ số truyền  $u$  của bộ truyền cũng không ổn định.

$$n = \frac{d_2}{d_1(1-\xi)}, \quad n_2 = \frac{n_1 d_1(1-\xi)}{d_2}$$

## 1.2. Tính bộ truyền đai

### 1.2.1. Các dạng hỏng của bộ truyền đai và chỉ tiêu tính toán

Trong quá trình làm việc bộ truyền đai có thể bị hỏng ở các dạng sau:

- Trượt trơn, bánh đai dẫn quay, bánh bị dẫn và dây đai dừng lại, dây đai bị mòn cục bộ.
  - Đứt dây đai, dây đai bị tách rời ra không làm việc được nữa, có thể gây nguy hiểm cho người và thiết bị xung quanh. Đai thường bị đứt do mỏi.
  - Mòn dây đai, do có trượt đàn hồi, trượt trơn từng phần, nên dây đai bị mòn rất nhanh. Một lớp vật liệu trên mặt đai mất đi, làm giảm ma sát, dẫn đến trượt trơn. Làm giảm tiết diện đai, dẫn đến đứt đai.
  - Dãn dây đai, sau một thời gian dài chịu kéo, dây đai bị biến dạng dư, dẫn dài thêm một đoạn. Làm giảm lực căng, tăng sự trượt. Làm giảm tiết diện đai, đai dễ bị đứt.
  - Mòn và vỡ bánh đai, bánh đai mòn chậm hơn dây đai. Khi bánh đai mòn quá giá trị cho phép bộ truyền làm việc không tốt nữa. Bánh đai làm bằng vật liệu giòn, có thể bị vỡ do va đập và rung động trong quá trình làm việc.
- Để hạn chế các dạng hỏng kể trên, bộ truyền đai cần được tính toán thiết kế hoặc kiểm tra bền theo các chỉ tiêu sau:

$$\sigma_t \leq [\sigma_t] \quad (2-5)$$

$$U \leq [U] \quad (2-6)$$

$$\psi \leq [\psi_0], \text{ và } \sigma \leq [\sigma_0]_0 \quad (2-7)$$

Trong đó  $\sigma_t$  là ứng suất có ích trong đai, do lực  $F_t$  gây nên,

$[\sigma_t]$  là ứng suất có ích cho phép của dây đai,

$U$  là số vòng chạy của đai trong một dây,

$[U]$  là số vòng chạy cho phép của đai trong một giây,

$\psi_0$  là hệ số kéo tới hạn của bộ truyền đai.

$\sigma_0$  là ứng suất ban đầu trong đai, do lực căng ban đầu  $F_0$  gây nên,

$[\sigma_0]$  là ứng suất ban đầu cho phép của dây đai.

### 1.2.2. Tính bộ truyền đai theo ứng suất có ích

- Ứng suất có ích  $\sigma_t$  được xác định theo công thức:

$$\sigma_t = \frac{K.F_t}{A} = \frac{K.2.T_1}{d_1.A} \quad (2-8)$$

Trong đó  $K$  là hệ số tải trọng, giá trị của  $K$  phụ thuộc vào đặc tính của tải trọng và chế độ làm việc của bộ truyền. Có thể lấy trong khoảng  $1,0 \div 1,25$ .

Đối với đai dẹt, diện tích tiết diện đai  $A = b.h$ ,

Đối với đai thang, diện tích tiết diện đai  $A = z.A_0$ .



- Ứng suất có ích cho phép  $[\sigma_t]$  được xác định theo công thức:

$$[\sigma_t] = [\sigma_t]_0 C_\alpha C_v C_b \quad (2-9)$$

Trong đó  $[\sigma_t]_0$  là ứng suất có ích cho phép của bộ truyền chuẩn, được chọn làm thí nghiệm để xác định ứng suất có ích cho phép. Bộ truyền chuẩn có góc  $\alpha_1 = 180^\circ$ , vận tốc làm việc  $v_1 = 10 \text{ m/s}$ , đặt nằm ngang, tải trọng không có va đập.

Giá trị của  $[\sigma_t]_0$  tra trong sổ tay cơ khí. Đối với đai vải cao su, có thể lấy trong khoảng  $2,1 \div 2,4 \text{ MPa}$ .

$C_\alpha$  là hệ số điều chỉnh, kể đến độ lệch của góc  $\alpha_1$  so với chuẩn. Giá trị của  $C_\alpha$  có thể tra bảng, hoặc tính gần đúng theo công thức:

$$C_\alpha = 1 - 0,003.(180^\circ - \alpha_1).$$

$C_v$  là hệ số kể đến độ lệch của vận tốc  $v_1$  so với chuẩn. Giá trị của  $C_v$  có thể tra bảng, hoặc tính gần đúng theo công thức:

$$C_v = 1,04 - 1,0004.v_1^2.$$

$C_b$  là hệ số kể đến vị trí của bộ truyền. Có thể chọn như sau:

Đối với đai thang, với mọi vị trí của bộ truyền luôn lấy  $C_b = 1$ .

Đối với đai dẹt, nếu  $0 \leq \beta \leq 60^\circ$ , thì chọn  $C_b = 1$

nếu  $60 < \beta \leq 80^\circ$ , thì chọn  $C_b = 0,9$

nếu  $80 < \beta \leq 90^\circ$ , thì chọn  $C_b = 0,8$ .

$\beta$  là góc nghiêng của đường nối tâm hai bánh đai so với phương nằm ngang.

**Bài toán kiểm tra bền bộ truyền đai:** đã có thông số hình học và các thông số làm việc của bộ truyền, cần kiểm tra xem chỉ tiêu (2-5) có thỏa mãn hay không.

Công việc kiểm tra được thực hiện theo các bước:

- + Tính ứng suất có ích  $\sigma_t$  theo công thức (2-8).
- + Tính ứng suất có ích cho phép  $[\sigma_t]$  theo công thức (2-9).
- + So sánh  $\sigma_t$  và  $[\sigma_t]$  đưa ra kết luận:

Nếu  $\sigma_t > [\sigma_t]$ , bộ truyền không đủ bền,

Nếu  $\sigma_t \ll [\sigma_t]$ , bộ truyền quá dư bền, (lệch trên 30 % được coi là quá dư).

Nếu  $\sigma_t \leq [\sigma_t]$ , bộ truyền đủ bền, đảm bảo tính kinh tế cao.

**Bài toán thiết kế bộ truyền đai:** đã biết các thông số làm việc của bộ truyền, cần tính các thông số hình học và vẽ kết cấu của bộ truyền.

Khi thiết kế cần thực hiện các nội dung chủ yếu sau đây:

- + Chọn loại đai, vật liệu đai và bánh đai, chiều dày đai, hoặc diện tích đai  $A_0$ .
- + Tính ứng suất có ích cho phép  $[\sigma_t]$  theo công thức (2-9).

+ Giả sử chỉ tiêu (2-5) thỏa mãn, ta viết được

$$\text{Đối với đai dẹt: } \frac{2.K.T_1}{d_1.b.h} \leq [\sigma_t], \text{ suy ra } b \geq \frac{2.K.T_1}{d_1.h.[\sigma_t]} \quad (2-10)$$

$$\text{Đối với đai thang: } \frac{2.K.T_1}{d_1.z.A_0} \leq [\sigma_t], \text{ suy ra } z \geq \frac{2.K.T_1}{d_1.A_0.[\sigma_t]} \quad (2-11)$$

+ Chọn các kích thước còn lại, vẽ kết cấu của bánh đai dẫn, bánh bị dẫn.

### 1.2.3. Tính đai theo độ bền lâu

- Xác định số vòng chạy của đai trong một giây  $U$  theo công thức:

$$U = \frac{v_1}{L} = \frac{\pi.d_1.n_1}{6.10^4.L} \quad (2-12)$$

- Số vòng chạy cho phép của đai trong một giây  $[U]$  có thể chọn như sau:

Đối với bộ truyền đai dẹt, nên lấy  $[U] = 3 \div 4$

Đối với bộ truyền đai thang, nên lấy  $[U] = 4 \div 5$ .

**Bài toán kiểm tra bền** được thực hiện như sau:

+ Tính số vòng chạy của đai trong một giây  $U$  theo công thức (11-12),

+ Chọn giá trị  $[U]$  thích hợp với loại bộ truyền, và tuổi bền của bộ truyền.

+ So sánh  $U$  và  $[U]$ , đưa ra kết luận: Nếu  $U > [U]$ , bộ truyền không đủ bền,

Nếu  $U \leq [U]$ , bộ truyền đủ độ bền mỗi.

**Bài toán thiết kế** theo độ bền lâu được thực hiện như sau:

+ Chọn giá trị  $[U]$  thích hợp với loại bộ truyền, và tuổi bền của bộ truyền.

+ Giả sử chỉ tiêu (2-6) thỏa mãn, ta viết được  $\frac{\pi.d_1.n_1}{6.10^4.L} \leq [U]$ , suy ra

$$L \geq \frac{\pi.d_1.n_1}{6.10^4.[U]} \quad (2-13)$$

### 2.2.4. Tính đai theo khả năng kéo

- Hệ số kéo của bộ truyền đai được tính theo công thức:

$$\psi = \frac{F_t}{2.F_0} = \frac{T_1}{d_1.F_0} \quad (2-14)$$

- Hệ số kéo tới hạn  $\psi_0$  có thể lấy như sau:

Đối với đai dẹt, lấy  $\psi_0 = 0,4 \div 0,45$ .

Đối với đai thang, lấy  $\psi_0 = 0,45 \div 0,5$ .

- Ứng suất ban đầu  $\sigma_0 = \frac{F_0}{A}$

- Ứng suất ban đầu cho phép  $[\sigma_0]$  được chọn như sau:

Đối với đai dẹt, lấy  $[\sigma_0] = 1,8 \text{ MPa}$ ,

Đối với đai thang, lấy  $[\sigma_0] = 2,0 \text{ MPa}$ .

**Bài toán kiểm tra bộ truyền**, được thực hiện như sau:

- + Tính hệ số kéo  $\psi$  theo công thức (2-14).
- + Lựa chọn giá trị thích hợp cho hệ số kéo tới hạn  $\psi_0$ .
- + So sánh  $\psi$  và  $\psi_0$ . Nếu  $\psi > \psi_0$ , trong bộ truyền có trượt trơn.
- + Tính ứng suất  $\sigma_0$ , so sánh với  $[\sigma_0]$ . Nếu  $\sigma_0 > [\sigma_0]$ , đai sẽ bị đảo trước thời gian quy định.

**Bài toán thiết kế bộ truyền** theo khả năng kéo được thực hiện như sau:

- + Lựa chọn giá trị thích hợp cho hệ số  $\psi_0$ .
- + Giả sử chỉ tiêu (2-7) thỏa mãn, ta viết được  $\frac{T_1}{d_1 \cdot F_0} \leq \psi_0$ , suy ra

$$F_0 \geq \frac{T_1}{d_1 \cdot \psi_0} \quad (11-15)$$

- + Tính ứng suất  $\sigma_0$ , kiểm tra điều kiện  $\sigma_0 \leq [\sigma_0]$ .

### 1.2.5. Trình tự thiết kế bộ truyền đai dẹt

Kích thước của bộ truyền đai dẹt được tính toán thiết kế theo trình tự sau:

1- Chọn loại vật liệu đai. Tùy theo vận tốc dự kiến, và điều kiện làm việc, lựa chọn loại đai vải cao su, đai sợi tổng hợp, hoặc đai vải. trong đó đai vải cao su được dùng nhiều hơn cả.

2- Xác định đường kính bánh đai nhỏ theo công thức kinh nghiệm:

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

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, ....

Tính vận tốc  $v_1$ ,  $v_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{6 \cdot 10^4}$  kiểm tra điều kiện  $v_1 \leq v_{\max}$ . Nếu không thỏa mãn thì phải giảm giá trị đường kính  $d_1$ . Có thể lựa chọn  $v_{\max}$  khoảng  $(20 \div 30) \text{ m/s}$ .

3- Tính đường kính bánh đai bị dẫn  $d_2$ ,  $d_2 = d_1 \cdot u \cdot (1 - \xi)$ , lấy giá trị của  $\xi$  trong khoảng  $0,01 \div 0,02$ . Có thể lấy  $d_2$  theo dãy số tiêu chuẩn. Khi lấy  $d_2$  theo tiêu chuẩn, thì cần kiểm tra tỷ số truyền và số vòng quay  $n_2$ . Điều chỉnh  $d_1$  và  $d_2$  sao cho  $u$  và  $n_2$  không được sai khác với đầu bài quá 4%.

4- Xác định khoảng cách trục  $a$  và chiều dài  $L$ . Xác định chiều dài nhỏ nhất  $L_{\min}$  của đai theo công thức (2-13). Tính khoảng cách  $a_{\min}$  theo  $L_{\min}$ , dùng công thức (2-3). Kiểm tra điều kiện  $a_{\min} \geq 2 \cdot (d_1 + d_2)$ . Nếu thỏa mãn, lấy  $a = a_{\min}$  và lấy  $L = L_{\min}$ . Nếu không thỏa mãn, lấy  $a = 2 \cdot (d_1 + d_2)$ , tính  $L$  theo công thức (2-2). Lấy thêm một đoạn chiều dài  $L_0$  để nối đai, tùy theo cách nối đai có thể lấy  $L_0$  trong khoảng  $100 \div 400 \text{ mm}$ .

5- Tính góc ôm  $\alpha_1$  theo công thức (11-1). Kiểm tra điều kiện  $\alpha \geq 150^\circ$ . Nếu không đạt, thì phải tăng khoảng cách trục  $a$ , và tính lại chiều dài  $L$ .



2- Xác định đường kính bánh đai nhỏ theo công thức:  $d_1 \approx 1,2.d_{min}$ , nên 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, ....

Tính vận tốc  $v_1$ ,  $v_1 = \frac{\pi.d_1.n_1}{6.10^4}$ , kiểm tra điều kiện  $v_1 \leq v_{max}$ . Nếu không thỏa mãn thì phải giảm giá trị đường kính  $d_1$ . Có thể lựa chọn  $v_{max}$  trong khoảng (20 ÷ 30) m/s.

3- Tính đường kính bánh đai bị dẫn  $d_2$ ,  $d_2 = d_1.u.(1-\xi)$ , lấy giá trị của  $\xi$  trong khoảng 0,01 ÷ 0,02. Có thể lấy  $d_2$  theo dãy số tiêu chuẩn. Khi lấy  $d_2$  theo tiêu chuẩn, thì cần kiểm tra tỷ số truyền và số vòng quay  $n_2$ . Điều chỉnh  $d_1$  và  $d_2$  sao cho  $u$  và  $n_2$  không được sai khác với đầu bài quá 4%.

4- Xác định khoảng cách trục  $a$  và chiều dài  $L$ . Khoảng cách trục  $a_{sb}$  có thể lấy theo yêu cầu của đầu bài, hoặc theo công thức kinh nghiệm:  $a_{sb} = C_d.d_1$

Giá trị của  $C_d$  được chọn phụ thuộc vào tỷ số truyền  $u$  như bảng bên.

|       |     |     |   |     |     |          |
|-------|-----|-----|---|-----|-----|----------|
| $u$   | 1   | 2   | 3 | 4   | 5   | $\geq 6$ |
| $C_d$ | 1,5 | 2,4 | 3 | 3,8 | 4,5 | 5        |

Kiểm tra điều kiện:

$$0,55.(d_1 + d_2) + h \leq a_{sb} \leq 2.(d_1 + d_2).$$

Nếu thỏa mãn, thì lấy  $a_1 = a_{sb}$ . Nếu không thỏa mãn, thì lấy  $a_1$  bằng giá trị giới hạn của bất đẳng thức. Tính  $L_1$  theo theo  $a_1$ , dùng công thức (2-2). Lấy  $L \geq L_1$  và theo dãy số tiêu chuẩn của đai. Tính  $a$  theo  $L$ , dùng công thức (2-3).

5- Tính góc ôm  $\alpha_1$  theo công thức (2-1). Kiểm tra điều kiện  $\alpha \geq 120^\circ$ . Nếu không đạt, thì phải tăng khoảng cách trục  $a$ , và tính lại chiều dài  $L$ .

6- Xác định tiết diện đai. Đã có diện tích tiết diện của một dây đai  $A_0$ . Tính số dây đai  $z$  theo công thức (2-11), lấy  $z$  là một số nguyên. So sánh các phương án, chọn phương án tốt nhất: có số đai  $z$  trong khoảng 3 ÷ 4 dây.

7- Tính chiều rộng  $B$  của bánh đai. Lấy  $B = (z-1).p_{th} + 2.e$  mm. Chọn các kích thước khác của bánh đai theo tiêu chuẩn, vẽ kết cấu bánh đai dẫn và bánh đai bị dẫn.

8- Tính lực căng ban đầu  $F_0$  theo công thức (2-15), kiểm tra điều kiện căng ban đầu

$$\frac{F_0}{A_0.z} \leq 2,0 \text{ MPa}.$$

9- Tính lực tác dụng lên trục  $F_r$ , theo công thức (2-4).

## BÀI 2: BỘ TRUYỀN XÍCH

### 2.1. Những vấn đề chung

#### 2.1.1. Giới thiệu bộ truyền xích

Bộ truyền xích thường dùng truyền chuyển động giữa hai trục song song với nhau và cách xa nhau (Hình 3-1), hoặc truyền chuyển động từ một trục dẫn đến nhiều trục bị dẫn (Hình 3-2).

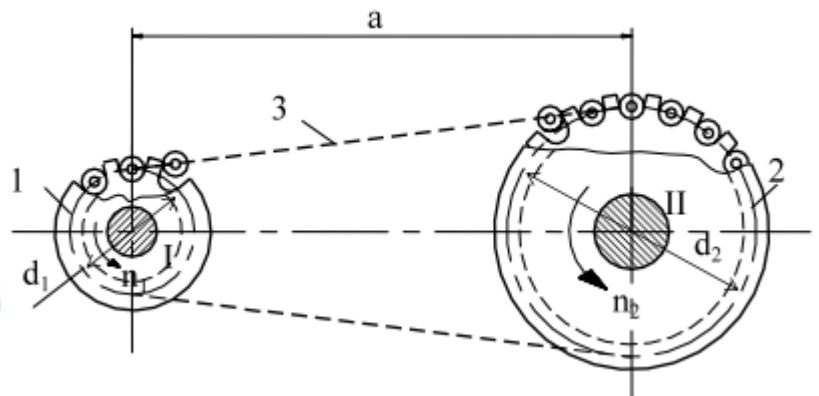
**Bộ truyền xích có 3 bộ phận chính:**

+ Đĩa xích dẫn 1, có đường kính tính toán là  $d_1$ , lắp trên trục I, quay với số vòng quay  $n_1$ , công suất truyền động  $P_1$ , mô men xoắn trên trục  $T_1$ . Đĩa xích có răng tương tự như bánh răng. Trong quá trình truyền động, răng đĩa xích ăn khớp với các mắt xích, tương tự như bánh răng ăn khớp với thanh răng.

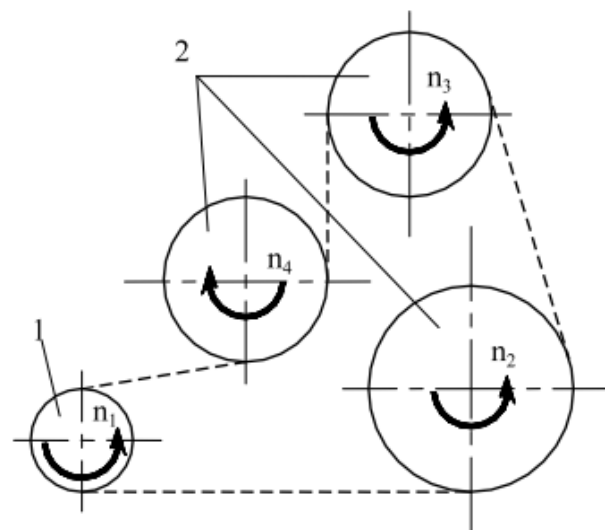
+ Đĩa xích bị dẫn 2, có đường kính  $d_2$ , được lắp trên trục bị dẫn II, quay với số vòng quay  $n_2$ , công suất truyền động  $P_2$ , mô men xoắn trên trục  $T_2$ .

+ Dây xích 3 là khâu trung gian, mắc vòng qua hai đĩa xích. Dây xích gồm nhiều mắt xích được nối với nhau. Các mắt xích xoay quanh khớp bản lề, khi vào ăn khớp với răng đĩa xích.

**Nguyên lý làm việc của bộ truyền xích:** dây xích ăn khớp với răng đĩa xích gần giống như thanh răng ăn khớp với bánh răng. Đĩa xích dẫn quay, răng của đĩa xích đẩy các mắt xích chuyển động theo. Dây xích chuyển động, các mắt xích đẩy răng của đĩa xích bị dẫn chuyển động, đĩa xích 2 quay.



Hình 3-1: Bộ truyền xích



Hình 3-2: Bộ truyền có 3 đĩa bị dẫn

dẫn

Như vậy chuyển động đã được truyền từ bánh dẫn sang bánh bị dẫn nhờ sự ăn khớp của răng đĩa xích với các mắt xích. Truyền động bằng ăn khớp, nên trong bộ truyền xích hầu như không có hiện tượng trượt. Vận tốc trung bình của bánh bị dẫn và tỷ số truyền trung bình của bộ truyền xích không thay đổi.

#### 2.1.2. Phân loại bộ truyền xích

Tùy theo cấu tạo của dây xích, bộ truyền xích được chia thành các loại:

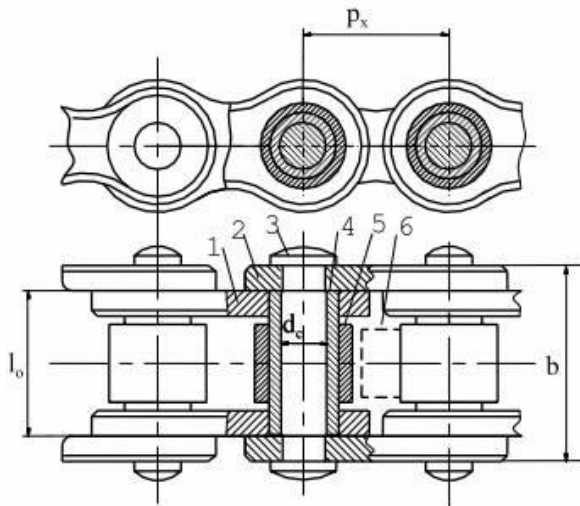


- Xích ống con lăn (Hình 3-3). Các má xích được dập từ thép tấm, má xích 1 ghép với ống lót 4 tạo thành mắt xích trong. Các má xích 2 được ghép với chốt 3 tạo thành mắt xích ngoài. Chốt và ống lót tạo thành khớp bản lề, để xích có thể quay gập. Con lăn 5 lắp lồng với ống lót, để giảm mòn cho răng đĩa xích và ống lót. Số 6 biểu diễn tiết diện ngang của răng đĩa xích.

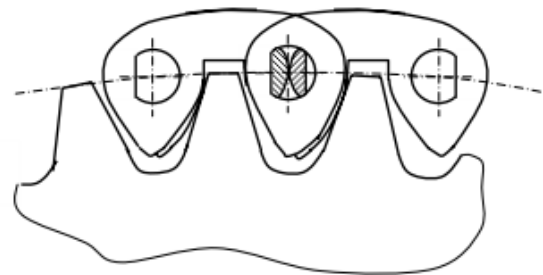
Xích ống con lăn được tiêu chuẩn hóa cao. Xích được chế tạo trong nhà máy chuyên môn hóa.

- Xích ống, có kết cấu tương tự như xích ống con lăn, nhưng không có con lăn. Xích được chế tạo với độ chính xác thấp, giá tương đối rẻ.

- Xích răng (Hình 3-4), khớp bản lề được tạo thành do hai nửa chốt hình trụ tiếp xúc nhau. Mỗi mắt xích có nhiều má xích lắp ghép trên chốt. Khả năng tải của xích răng lớn hơn nhiều so với xích ống con lăn có cùng kích thước. Giá thành của xích răng cao hơn xích ống con lăn. Xích răng được tiêu chuẩn hóa rất cao.



Hình 3-3: Dây xích ống con lăn



Hình 3-4: Bộ truyền xích răng

Trong các loại trên, xích ống con lăn được dùng nhiều hơn cả. Xích ống chỉ dùng trong các máy đơn giản, làm việc với tốc độ thấp. Xích răng được dùng khi cần truyền tải trọng lớn, yêu cầu kích thước nhỏ gọn. Trong chương này chủ yếu trình bày xích ống con lăn.

### 2.1.3. Các thông số hình học chủ yếu của bộ truyền xích ống con lăn

- Đường kính tính toán của đĩa xích dẫn  $d_1$ , của đĩa bị dẫn  $d_2$ ; cũng chính là đường kính vòng chia của đĩa xích, mm; là đường kính của vòng tròn đi qua tâm các chốt (Hình 3-5).

- Đường kính vòng tròn chân răng đĩa xích  $d_{f1}$ ,  $d_{f2}$ , mm.

- Đường kính vòng tròn đỉnh răng  $d_{a1}$ ,  $d_{a2}$ , mm.

- Số răng của đĩa xích dẫn  $z_1$ , của đĩa xích bị dẫn  $z_2$ .

- Bước xích  $p_x$ , mm. Giá trị của  $p_x$  được tiêu chuẩn hóa. Cũng là bước của răng đĩa xích trên vòng tròn đi qua tâm các chốt.

Ví dụ:  $p_x = 12,7 ; 15,875 ; 19,05 ; 25,4 ; 31,75 ; 38,1 ; 44,45 ; 50,8$ .

### Các kích thước khác của xích được tính theo bước xích.

- Số dây xích  $X$ . Thông thường dùng xích 01 dây. Trong trường hợp tải trọng lớn, nếu dùng xích 01 dây, bước xích quá lớn gây va đập. Khắc phục bằng cách dùng xích 2 dây, 3 dây, hoặc dùng nhiều dây xích.

- Chiều rộng của dây xích  $b$ ; mm. Trong xích nhiều dây, chiều rộng  $b$  tăng lên.

- Đường kính của chốt  $d_c$ , mm.

- Chiều dài ống lót  $l_o$ , mm.

- Chiều rộng đĩa xích dẫn và đĩa bị dẫn, mm.

$$B_1 = B_2 = B.$$

- Chiều dài may σ đĩa xích  $l_2$ , mm,

(Hình 3-6). Chiều dài  $l_2$  phải lấy đủ lớn để

định vị đĩa xích trên trục,  $l_2 = (1 \div 1,5).d_{tr}$ ,  $d_{tr}$  là đường kính của đoạn trục lắp đĩa xích.

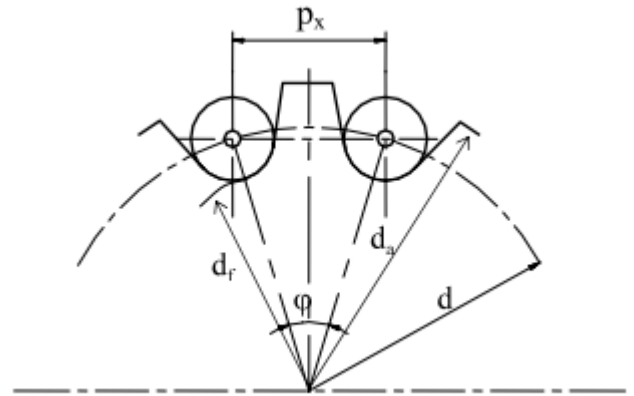
- Khoảng cách trục  $a$ , là khoảng cách giữa tâm đĩa xích dẫn và đĩa bị dẫn; mm.

- Góc giữa hai nhánh xích  $\gamma$ ; độ.

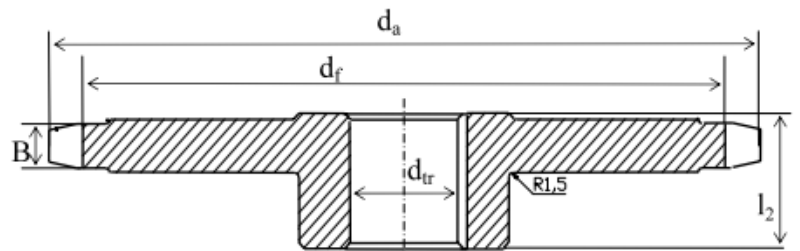
- Góc ôm của dây xích trên đĩa dẫn  $\alpha_1$ , trên đĩa bị dẫn  $\alpha_2$ ; độ.

$$\alpha_1 = 180^\circ - \gamma; \quad \alpha_2 = 180^\circ + \gamma;$$

$$\gamma \cong \frac{57^\circ(d_2 - d_1)}{a} \quad (3-1)$$



Hình 3-5: Đĩa xích ống con lăn



Hình 3-6: Kết cấu đĩa xích ống con lăn

- Chiều dài dây xích  $L$ ; mm. Được đo theo vòng đi qua tâm các chốt. Quan hệ giữa chiều dài dây xích và khoảng cách trục  $a$  được xác định như sau:

$$L \approx 2a + \frac{\pi(d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} \quad (3-2)$$

$$a = \frac{1}{4} \left\{ L - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{2} + \sqrt{\left[ L - \frac{\pi(d_2 + d_1)}{2} \right]^2 - 2(d_2 - d_1)^2} \right\} \quad (3-3)$$

- Số mắt của dây xích  $N_x$ . Số mắt xích nên lấy là số chẵn, để dễ dàng nối với nhau. Nếu số mắt xích  $N_x$  là số lẻ, phải dùng má xích chuyển tiếp để nối. Má chuyển tiếp rất dễ bị gãy. Số mắt xích:  $N_x = \frac{L}{p_x}$ .

#### 2.1.4. Các thông số làm việc chủ yếu của bộ truyền xích

- Số vòng quay trên trục dẫn, ký hiệu là  $n_1$ , trên trục bị dẫn  $n_2$ ; v/ph.

- Tỷ số truyền, ký hiệu là  $u$ ,  $u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$ .

- Công suất trên trục dẫn, ký hiệu là  $P_1$ , công suất trên trục bị dẫn  $P_2$ ; kW.

- Hiệu suất truyền động  $\eta$ ,  $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ .

- Mô men xoắn trên trục dẫn  $T_1$ , trên trục bị dẫn  $T_2$ ; Nmm.

- Vận tốc vòng của đĩa xích dẫn  $v_1$ , đĩa bị dẫn  $v_2$ , vận tốc dài của dây xích  $v_x$ ; m/s.

Giá trị này còn gọi là vận tốc trung bình.  $v_1 = v_2 = v_x = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{6 \cdot 10^4}$

- Vận tốc tức thời  $v_{1t}$ ,  $v_{2t}$ ,  $v_{xt}$ , m/s, là vận tốc tính tại mỗi thời điểm. Trục dẫn coi như chuyển động đều,  $v_{1t}$  là hằng số.

Do dây xích ôm đĩa xích dẫn theo hình đa giác (Hình 3-7), ngoài chuyển động theo phương ngang, dây xích còn chuyển động lên xuống với  $v_{xd}$ . Vận tốc tức thời  $v_{xt}$  không phải là hằng số,  $v_{xt} \leq v_{1t}$ , xích chuyển động có gia tốc. Số răng đĩa xích càng ít, giá trị góc  $\varphi$  càng lớn, thì  $v_{xd}$  dao động càng nhiều, gia tốc càng lớn.

Tương tự như thế, dây xích ôm trên đĩa xích bị dẫn theo đa giác, nên  $v_{2t}$  cũng dao

động,  $v_{2t} \geq v_{xt}$ .

xích

- Thời gian phục vụ của bộ truyền, hay tuổi bền của bộ truyền  $t_b$ ; h.

- Yêu cầu về môi trường làm việc của bộ truyền.

- Chế độ làm việc.

### 2.1.5. Lực tác dụng trong bộ truyền xích

- Khi chưa làm việc, do trọng lượng của bản thân, dây xích bị kéo căng bởi lực  $F_0$ .

Lực  $F_0$  có thể tính gần đúng theo công thức:

$$F_0 = m_x \cdot k_y.$$

Trong đó:  $m_x$  là khối lượng một nhánh xích, kg.

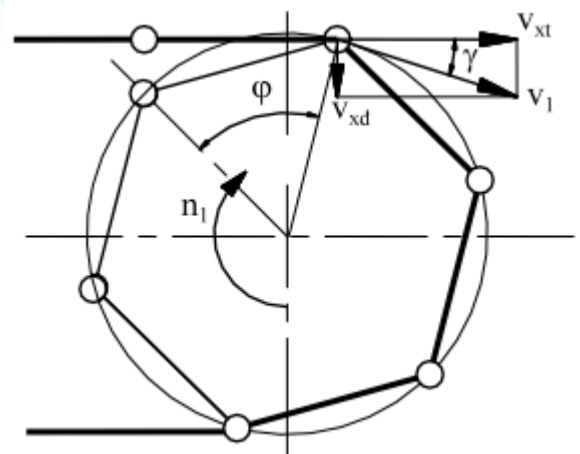
$k_y$  là hệ số kể đến vị trí của bộ truyền,

$k_y = 6$  khi bộ truyền nằm ngang,

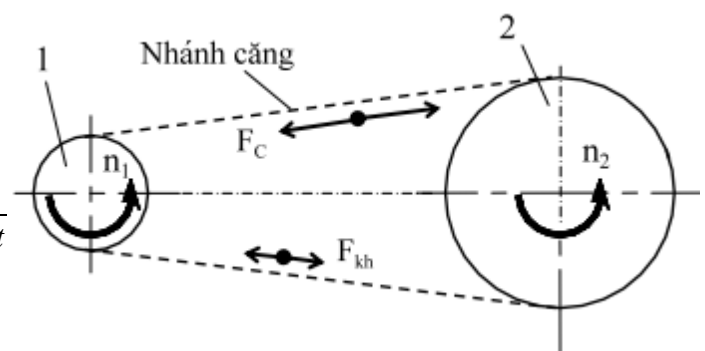
$k_y = 10$  khi bộ truyền

thẳng đứng.

- Khi đặt tải trọng  $T_1$  trên trục I và  $T_2$  trên trục II, xuất hiện lực vòng  $F_t$ ,



Hình 3-7: Vận tốc tức thời của dây



$$F_t = 2 \cdot \frac{T_1}{d_1} = 2 \cdot \frac{T_2}{d_2}.$$

Lúc này lực căng trên nhánh căng,

$$F_c = F_0 + F_t,$$

Lực căng trên nhánh không căng,

$$F_{kh} = F_0, \quad (\text{Hình 3-8}).$$

- Khi các đĩa xích quay, dây xích bị ly tâm tách xa khỏi đĩa xích.

Hình 3-8: Lực trong bộ truyền xích

Trên các nhánh xích chịu thêm lực căng  $F_v = q_m \cdot v_1^2$ , với  $q_m$  là khối lượng của 1 m xích.

Lúc này trên nhánh xích căng có lực

$$F_c = F_0 + F_t + F_v$$

trên nhánh không căng có lực

$$F_{kh} = F_0 + F_v.$$

- Ngoài ra, do chuyển động có gia tốc, dây xích còn chịu một lực quán tính  $F_d$ , gây va đập trên cả hai nhánh xích.  $F_d$  được tính gần đúng theo công thức:

$$F_d = m_x \cdot a_{x\max}$$

$a_{x\max}$  là gia tốc lớn nhất của dây xích.

Trong tính toán bộ truyền xích, giá trị của các lực  $F_0$ ,  $F_v$ ,  $F_d$  được kể đến bằng các hệ số tính toán  $K$ .

- Lực tác dụng lên trục và ổ mang bộ truyền xích là lực hướng tâm  $F_r$ , có phương vuông góc với đường trục đĩa xích, có chiều kéo hai đĩa xích lại gần nhau. Giá trị của  $F_r$  được tính như sau:

$$F_r = K_t \cdot F_t \quad (3-4)$$

Trong đó  $K_t$  là hệ số kể đến trọng lượng của dây xích. Lấy  $K_t = 1,15$  khi bộ truyền nằm ngang, và  $K_t = 1,05$  khi bộ truyền thẳng đứng.

## 2.2. Tính bộ truyền xích

### 2.2.1. Các dạng hỏng của bộ truyền xích và chỉ tiêu tính toán

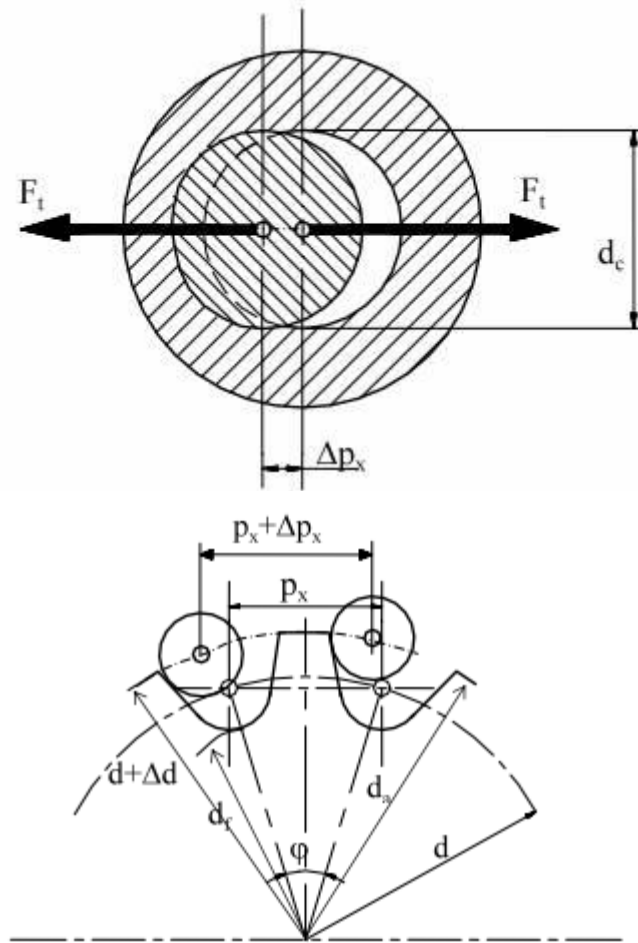
Trong khi làm việc, trong bộ truyền xích có thể xảy ra các dạng hỏng sau:

- Đứt xích, dây xích bị tách rời ra không làm việc được nữa, có thể gây nguy hiểm cho người và thiết bị xung quanh. Xích có thể bị đứt do mỏi, do quá tải đột ngột, hoặc do các mối ghép giữa má xích với chốt bị hỏng.

- Mòn bản lề xích. Trên mặt tiếp xúc của bản lề có áp suất lớn, và bị trượt tương đối khi vào ăn khớp với răng đĩa xích, nên tốc độ mòn khá nhanh.

Ổng lót và chốt chỉ mòn một phía, làm bước xích tăng thêm một lượng  $\Delta p_x$  (Hình 3-9).

Khi bước xích tăng thêm, toàn bộ dây xích bị đẩy ra phía đỉnh răng đĩa xích, tâm các chốt nằm trên đường tròn có đường kính  $d + \Delta d$ . Xích dễ bị tuột ra khỏi đĩa xích (Hình 3-10).



Hình 3-9: Xích bị mòn làm tăng bước xích

Hình 3-10: Hiện tượng xích bị tuột

Mòn làm giảm đáng kể tiết diện ngang của chốt, có thể dẫn đến gãy chốt.

- Các phần tử của dây xích bị mỏi: rỗ bề mặt con lăn, ống lót, gãy chốt, vỡ con lăn.
- Mòn răng đĩa xích, làm nhọn răng, răng đĩa xích bị gãy.

Để hạn chế các dạng hỏng kể trên, bộ truyền xích cần được tính toán thiết kế hoặc kiểm tra theo chỉ tiêu sau:

$$p \leq [p] \quad (3-5)$$

Trong đó  $p$  là áp suất trên bề mặt tiếp xúc của chốt và ống lót,  $MPa$ .

$[p]$  là áp suất cho phép của khớp bản lề,  $MPa$ .

### 2.2.2. Tính bộ truyền xích ống con lăn

- Áp suất trên mặt tiếp xúc được tính theo công thức:

$$p = \frac{K.F_t}{A.K_x} = \frac{2.K.T_1}{d_1.A.K_x} \quad (3-6)$$

Trong đó:  $A$  là diện tích tính toán của bản lề,  $A = d_c.l_o$ .

$K$  là hệ số tải trọng, giá trị của  $K$  phụ thuộc vào đặc tính tải trọng, kích thước, vị trí và điều kiện sử dụng bộ truyền.  $K$  được tính theo công thức:

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

+  $K_d$  là hệ số kể đến tải trọng động.

Nếu tải trọng va đập mạnh lấy  $K_d = 1,8$ .

Nếu tải trọng va đập trung bình, lấy  $K_d = 1,2 \div 1,5$ .

+  $K_a$  là hệ số kể đến số vòng chạy của xích trong một giây.

Nếu  $a = (30 \div 50).p_x$ , lấy  $K_a = 1$ .

Nếu  $a = (60 \div 80).p_x$ , lấy  $K_a = 0,8$ .

Nếu  $a < 25.p_x$ , lấy  $K_a = 1,25$ .

+  $K_o$  là hệ số kể đến cách bố trí bộ truyền. Nếu bộ truyền đặt nghiêng so với phương ngang một góc nhỏ hơn  $60^\circ$ , lấy  $K_o = 1$ . Trường hợp khác lấy  $K_o = 1,25$ .

+  $K_{đc}$  là hệ số kể đến khả năng điều chỉnh lực căng xích.

Nếu không điều chỉnh được, lấy  $K_{đc} = 1,25$ .

Nếu điều chỉnh được thường xuyên, lấy  $K_{đc} = 1$ .

+  $K_b$  là hệ số kể đến điều kiện bôi trơn.

Nếu bôi trơn ngâm dầu, lấy  $K_b = 0,8$ .

Nếu bôi trơn nhỏ giọt, lấy  $K_b = 1$ .

Nếu bôi trơn định kỳ, lấy  $K_b = 1,5$ .

+  $K_x$  là hệ số kể đến dùng nhiều dây xích.

Nếu dùng xích 1 dây, lấy  $K_x = 1$ .

Nếu dùng xích 2 dây, lấy  $K_x = 1,7$ .

Nếu dùng 3 dây xích, lấy  $K_x = 2,4$ .

- Áp suất cho phép  $[p]$  được xác định theo thực nghiệm. Tra bảng trong các sổ tay thiết kế phụ thuộc vào số vòng quay và bước xích.

**Bài toán kiểm tra bền bộ truyền xích** được thực hiện theo các bước:

+ Xác định áp ứng suất cho phép  $[p]$ .

+ Tính áp suất  $p$  sinh ra trên bề mặt tiếp xúc theo công thức (3-6).

+ So sánh  $p$  và  $[p]$ , đưa ra kết luận:

Nếu  $p > [p]$ , bộ truyền không đủ bền,

Nếu  $p \leq [p]$ , bộ truyền đủ bền.

**Bài toán thiết kế bộ truyền xích** thực hiện các nội dung chủ yếu sau đây:

+ Chọn loại xích, dự kiến số vòng quay, xác định áp suất cho phép  $[p]$ .