

Bài 9. TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT

Mục tiêu: - Mô tả được cấu tạo, nguyên lý làm việc, phân loại, các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán bộ truyền trục vít.

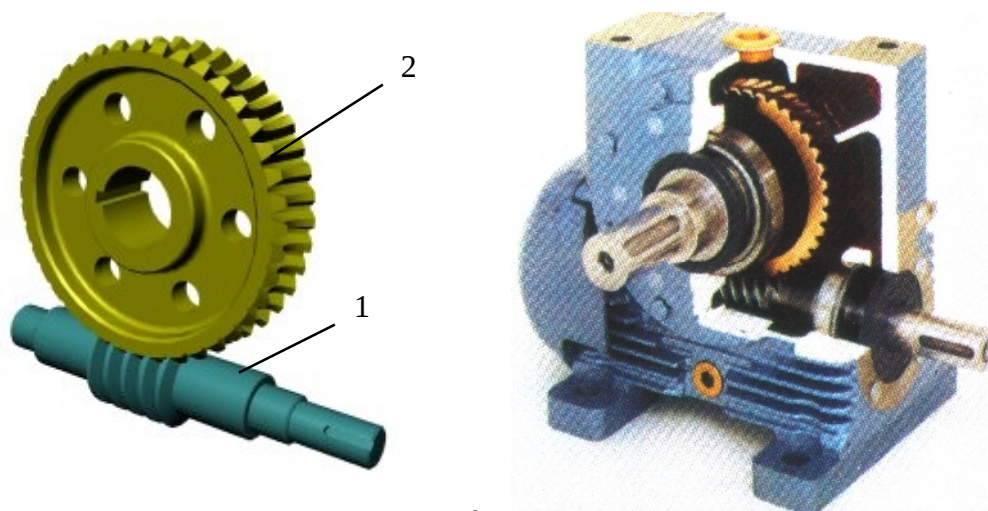
- Xác định được các thông số cơ bản, các thành phần liên tác động lên bộ truyền động trục vít và cách tính toán bộ truyền theo số cơ bản tiếp xúc và số cơ bản uốn.

I. Khái niệm chung

1. Cấu tạo - Nguyên lý làm việc

1. Cấu tạo

Cấu tạo bộ truyền động trục vít gồm: trục vít 1 và bánh vít 2.



Hình 9-1

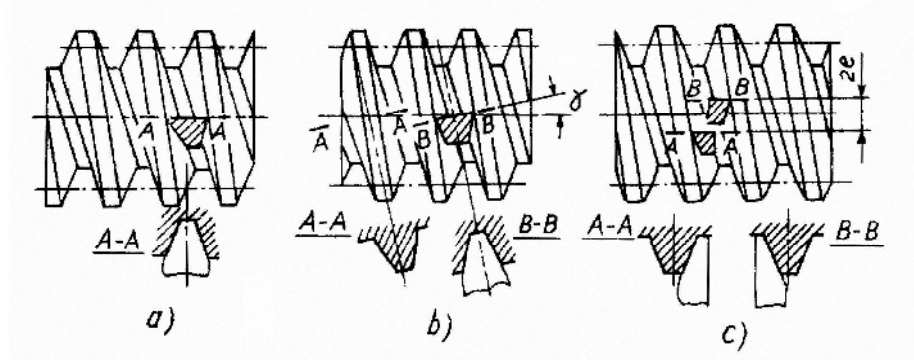
+ Trục vít có cấu tạo như mặt trục trên có nhiều vòng ren. Tùy theo hình dạng ren, có các loại: trục vít Asimet, trục vít Convôlut, trục vít thân khai v.v...

- Trục vít Asimet (hình 9-2a) có hình ren thẳng trong mặt cắt dọc, được chế tạo trên máy tiện thông thường, mặt ren thẳng không mài do đó thường dùng trong các bộ truyền có yêu cầu độ rắn trục vít như thép 350 HB.

- Trục vít Convôlut (hình 9-2b) có hình ren thẳng trong mặt cắt pháp tuyến với mặt trục cơ sở.

- Trục vít thân khai (hình 9-2c) có hình ren thẳng trong mặt cắt tiếp tuyến với mặt trục cơ sở. Trục vít thân khai có thể mài bằng đá mài dứt, do đó có thể dùng khi yêu cầu độ rắn trục vít lên đến 45 HRC.

+ Bánh vít: giống như mặt bánh răng nghiêng (hình 9-1, 2).



Hình 9-2

2. Nguyên lý làm việc

Truyền động trục vít thuộc loại truyền động bánh răng đặc biệt dùng để truyền chuyển động quay và tải trục giữa hai trục chéo nhau, góc giữa hai trục thường là 90° .

2. Phân loại

Hiện nay, có nhiều loại trục vít như truyền động trục vít (hình 9-1) đặc biệt dùng nhiều hơn cả. Do đó ở đây chỉ yêu cầu trình bày về bộ truyền trục vít. Ngoài ra còn có truyền động trục vít lồi (globeit).

3. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng

1. Ưu điểm

- Tỷ số truyền lớn, có thể đến 1000;
- Làm việc êm và không ồn;
- Có khả năng tự hãm (trong một vài trường hợp).

2. Nhược điểm

- Hiệu suất thấp do ma sát;
- Cần dùng vật liệu gia công ma sát (đồng thanh) đắt tiền để làm bánh vít.

3. Phạm vi ứng dụng

Các cơ cấu bánh vít – trục vít có hiệu suất thấp nên thường chỉ dùng để truyền công suất nhỏ và trung bình (thường không quá $50 \div 60$ KW). Tỷ số truyền thường trong khoảng từ $8 \div 100$, đặc biệt có thể tới 1000 (nhưng chỉ dùng với công suất nhỏ).

Các cơ cấu bánh vít - trục vít được dùng trong máy nâng chuyển, máy cắt kim loại, ô tô v.v...

II. Lý thuyết truyền động trục vít

1. Tỷ số truyền, vận tốc vòng

1. Vận tốc vòng (v)

- Vận tốc vòng của trục vít:

$$v_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60} \quad (\text{m/s})$$

- Vận tốc vòng của bánh vít:

$$v_2 = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_2}{1000 \cdot 60} \quad (\text{m/s})$$

D_1 – đường kính vòng lăn trục vít, $D_1 = m \cdot q$

D_2 – đường kính vòng lăn bánh vít, $D_2 = m \cdot Z_2$

n_1 – Số vòng quay của trục vít (v/p)

n_2 – Số vòng quay của bánh vít (v/p)

m – Môđun môđt đáy của răng (tra bảng)

q – Hệ số đường kính trục (tra bảng)

Z_2 – Số răng của bánh vít

2. Tỷ số truyền (i)

Do $D_1 = m \cdot q$ và $D_2 = m \cdot Z_2$ nên v_1 và v_2 khác nhau.

Ta nhận thấy vận tốc tiếp tuyến của bánh vít bằng vận tốc điểm tiếp xúc của trục vít, ta có:

$$v_2 = v_{d1} = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_1}{1000 \cdot 60} \quad (\text{m/s})$$

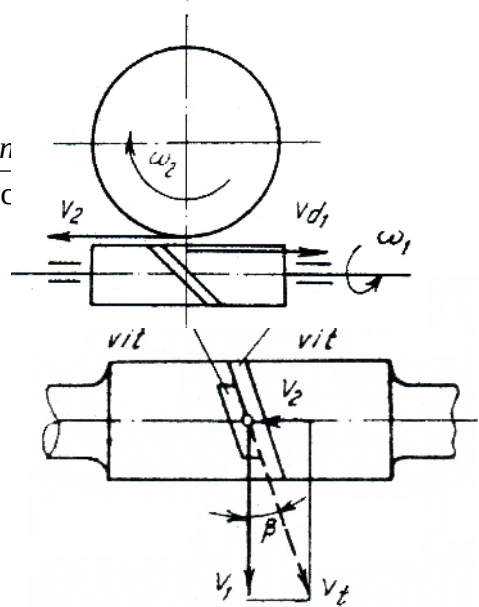
$$\text{Cân bằng vận tốc } v_2 = v_{d1} \rightarrow \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_2}{1000 \cdot 60} = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_1}{1000 \cdot 60} \rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$\text{Vận tốc truyền } i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

2. Vận tốc trượt (v_t)

$$v_t = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \frac{v_1}{\cos \beta} = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{1000 \cdot 60 \cdot c}$$

$$\beta - \text{Góc dẫn, } \tan \beta = \frac{Z_2 \cdot m}{D_1}$$



Hình 9.3

3. Hiệu suất (η)

$$\eta = \frac{\tan \beta}{\tan(\beta + \varphi')}$$

φ' – Góc ma sát tổng hợp được ghép thu vào vận tốc trượt, tra bảng.

III. Các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán bôi trơn trục vít

1. Các dạng hỏng

1. Dính

Nếu vật liệu làm bánh vít và vật liệu làm ren trục vít, khi tiếp xúc lẫn nhau hay vận tốc lớn, các hạt kim loại ở bánh vít bị đẩy ra bám chặt vào mặt ren trục vít làm cho mặt ren sần sùi, tiếp xúc giữa ren trục vít với răng bánh vít kém sẽ gây mài mòn nhanh răng bánh vít. Do đó, người ta thường làm bánh vít bằng vật liệu mền hơn như đồng thanh thiếc, đồng thanh nhôm v.v...

2. Mòn

Mòn thường xảy ra ở bánh vít do lắp ghép không chính xác, dầu bôi trơn có cặn bẩn, mặt ren trục vít không đủ nhẵn và bôi trơn hay đóng mỡ máy. Răng bánh vít mòn nhiều sẽ bị gãy.

3. Tróc rỗ bề mặt

Tróc rỗ bề mặt thường xảy ra ở bánh vít bằng thép thanh.

2. Chỉ tiêu tính toán

Căn cứ vào các dạng hỏng hỏng, chỉ tiêu tính toán truyền động trục vít-bánh vít cần chú ý tới hiện tượng dính và mòn. Để đảm bảo độ tin cậy trong tính toán, hiện nay người ta thường tính bề truyền trục vít-bánh vít theo ứng suất tiếp xúc và ứng suất uốn.

- Với bề truyền kín, hiện tượng dính, bong tróc bề mặt xảy ra là chính, ta tính theo số cặp bề tiếp xúc và kiểm nghiệm theo số cặp bề uốn.

- Với bề truyền hở, hiện tượng mòn dần dần gây xảy ra là chính, ta tính theo số cặp bề uốn.

IV. Tính toán bề truyền trục vít

1. Tính toán bề truyền trục vít theo số cặp bề tiếp xúc

Sử dụng công thức Hec:

$$\sigma_{tx} = 0,418 \sqrt{Q \frac{E}{\rho}} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Q _ Trị riêng (N)

E _ Môđun đàn hồi của vật liệu bánh vít-trục vít (N/mm²)

ρ _ Bán kính cong tiếp xúc (mm)

Do hiện tượng dính, bong tróc thường xảy ra ở bánh vít nên ta chỉ tính theo số cặp bề tiếp xúc của bánh vít.

Biến đổi công thức Hec và rút gọn, ta có:

$$\sigma_{tx} = \frac{512000}{\frac{Z_2}{q}} \sqrt{\left(\frac{\frac{Z_2}{q} + 1}{A} \right)^3 \cdot \frac{N_2 \cdot K}{n_2}} \leq [\sigma]_{tx} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Từ công thức trên, tính ra khoảng cách hai trục:

$$A = \left(\frac{Z_2}{q} + 1 \right) \sqrt[3]{\left(\frac{512000}{\frac{Z_2}{q} [\sigma]_{tx}} \right)^2 \cdot \frac{N_2 \cdot K}{n_2}} \quad (\text{mm})$$

q _ Hệ số đường kính trục (tra bảng)

Z₂ _ Số răng của bánh vít

[σ]_{tx} _ Ứng suất tiếp xúc cho phép, tra bảng (N/mm²)

N₂ _ Công suất truyền của bánh vít (kw)

K_H – Hệ số tải trọng, tra bảng

n_2 – Tốc độ vòng quay của bánh vít (v/p)

2. Tính toán bền trượt trục vít theo sức bền uốn

Trục vít thường được chế tạo bằng vật liệu có sức bền uốn cao hơn bánh vít, nên ta chỉ cần kiểm tra sức bền uốn răng bánh vít.

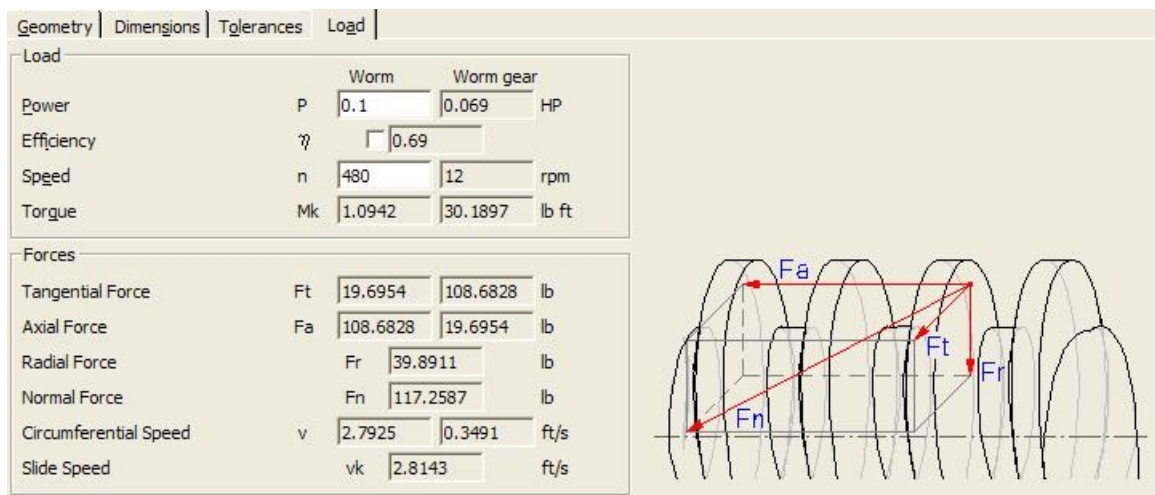
Áp dụng công thức:

$$\sigma_u = \frac{15 \cdot 10^6 \cdot N_2 \cdot K}{y_t \cdot q \cdot m^3 \cdot Z_2 \cdot n_2} \leq [\sigma]_u \quad (\text{N/mm}^2)$$

y_t – Hệ số ứng suất răng bánh vít, tra bảng.

$[\sigma]_u$ – Ứng suất uốn cho phép, tra bảng (N/mm^2)

Khi kiểm nghiệm, nếu không đảm bảo an toàn, ta có thể tăng mô đun, thay đổi vật liệu hay phương pháp nhiệt luyện.



Hình 9.5

Ngoài ra, có thể tính bền trượt trục vít bằng các phần mềm thiết kế của Autodesk.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu cấu tạo, nguyên lý truyền động trục vít và các dạng trục vít thường dùng.
2. Phân tích ứng dụng và ưu nhược điểm của truyền động trục vít.
3. Trình bày các thông số của bền của bền trượt trục vít.
4. Trình bày các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán bền trượt trục vít.
5. Trình bày cách tính toán bền trượt trục vít theo sức bền tiếp xúc và sức bền uốn.