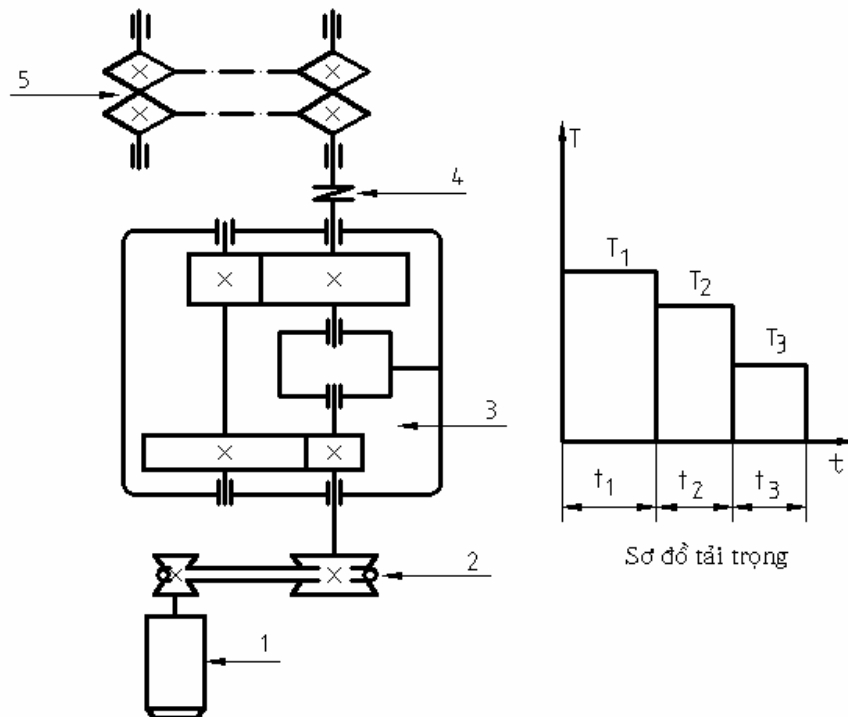


BÀI TẬP LỚN CHI TIẾT MÁY

Sinh viên thực hiện: Trịnh Lê Huy

MSSV: 20700966

ĐỀ TÀI
Đề số 3: **THIẾT KẾ HỆ THỐNG DẪN ĐỘNG XÍCH TẢI**
Phương án số: 12



Hệ thống dẫn động xích tải gồm:

1- Động cơ điện; 2- Bộ truyền đai thang; 3- Hộp giảm tốc bánh răng trụ hai cấp đồng trục; 4- Nối trục đàn hồi; 5- Xích tải.

Số liệu thiết kế:

Lực vòng trên xích tải : $F = 3500 \text{ (N)}$

Vận tốc xích tải: $v = 1,25 \text{ (m/s)}$

Số răng đĩa xích tải dẫn : $z = 11 \text{ (răng)}$

Bước xích tải: $p = 110 \text{ (mm)}$

Thời gian phục vụ: $L = 7 \text{ (năm)}$

Quay một chiều, làm việc hai ca, tải va đập nhẹ.

(1 năm làm việc 300 ngày, 1 ca làm việc 8 giờ)

Chế độ tải: $T_1 = T$

$t_1 = 15s$

$T_2 = 0,9T$

$t_2 = 48s$

$T_3 = 0,75T$

$t_3 = 12s$

Bài Tập 1

A. Tính chọn động cơ điện:

a. Chọn hiệu suất của hệ thống:

- Hiệu suất chung của hệ thống:

$$\eta_{ch} = \eta_{kn} \cdot \eta_{br}^2 \cdot \eta_d \cdot \eta_{ol}^5$$

trong đó:

$\eta_{kn} = 0,99$: Hiệu suất khớp nối trục đàn hồi

$\eta_{br} = 0,98$: Hiệu suất bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng

$\eta_d = 0,96$: Hiệu suất bộ truyền đai

$\eta_{ol} = 0,99$: Hiệu suất ổ lăn

- Ta được : $\eta_{ch} = 0,99 \cdot 0,98^2 \cdot 0,96 \cdot 0,99^5 = 0,868$

b. Tính công suất đẳng trị (công suất tính toán):

- Công suất tính toán:

$$\begin{aligned} P_t = P_{td} &= P_{\max} \sqrt{\frac{\left(\frac{T_1}{T}\right)^2 t_1 + \left(\frac{T_2}{T}\right)^2 t_2 + \left(\frac{T_3}{T}\right)^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}} \\ &= \frac{F.v}{1000} \cdot \sqrt{\frac{\left(\frac{T_1}{T}\right)^2 t_1 + \left(\frac{T_2}{T}\right)^2 t_2 + \left(\frac{T_3}{T}\right)^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}} \\ &= \frac{3500 \cdot 1,25}{1000} \cdot \sqrt{\frac{\left(\frac{T}{T}\right)^2 \cdot 15 + \left(\frac{0,9T}{T}\right)^2 \cdot 48 + \left(\frac{0,75T}{T}\right)^2 \cdot 12}{15 + 48 + 12}} \\ &= 3,93 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

- Công suất cần thiết trên trục động cơ:

$$P_{ct} = \frac{P_t}{\eta_{ch}} = \frac{3,93}{0,868} = 4,53 \text{ (kW)}$$

c.Xác định số vòng quay sơ bộ

- Số vòng quay của trục công tác

$$n_{lv} = \frac{60000.v}{z.p} = \frac{60000.1,25}{11.110} = 61,98 \text{ (vòng/phút)}$$

- Tỉ số truyền :

- Chọn sơ bộ tỉ số truyền của hộp giảm tốc bánh răng trụ hai cấp đồng trục $u_h = 8$

- Chọn sơ bộ tỉ số truyền của bộ truyền đai thang : $u_d = 3$

$$\Rightarrow \text{tỉ số truyền chung sơ bộ là: } u_{ch} = u_h . u_d = 8 . 3 = 24$$

$\Rightarrow$ số vòng quay sơ bộ của động cơ

$$n_{sb} = n_{lv} . u_{ch} = 61,98 . 24 = 1487,52 \text{ (vòng/phút)}$$

d.Chọn động cơ điện:

Dựa vào bảng P1.3 sách “Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí” của Trịnh Chất và Lê Văn Uyển ta chọn động cơ 4A112M4Y3 có các thông số

Kiểu động cơ	Công suất (kW)	Vận tốc quay(vg/ph)	$\cos\varphi$	$\eta \%$	$\frac{T_{\max}}{T_{dh}}$	$\frac{T_K}{T_{dh}}$
4A112M4Y3	5,5	1425	0,85	85,5	2,2	2,0

B. Phân phối tỉ số truyền:

- Tỉ số truyền của hệ thống dẫn động:

$$u_{ch} = \frac{n_{dc}}{n_{lv}} = \frac{1425}{61,98} = 22,991$$

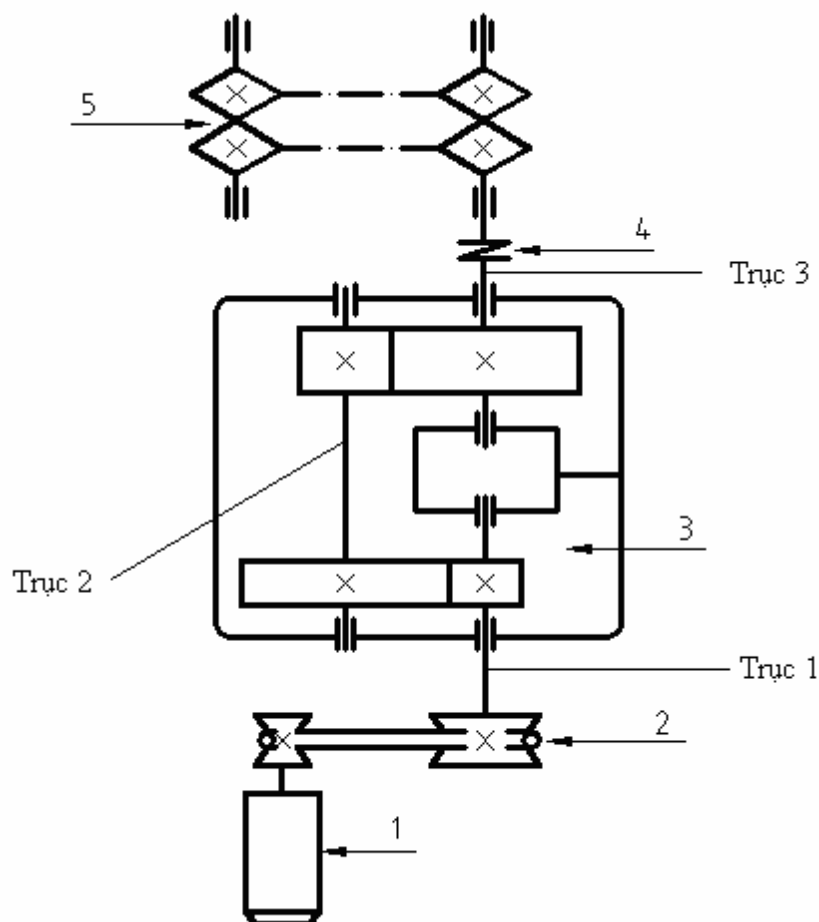
Ta chọn $u_h = 8$

Với hộp giảm tốc bánh răng trụ hai cấp đồng trục $\Rightarrow u_1 = u_2 = 2,83$ với u_1, u_2 là tỉ số truyền của hai cặp bánh răng.

$\Rightarrow$ tỉ số truyền của bộ truyền đai thang

$$u_d = \frac{u_{ch}}{u_1.u_2} = \frac{22,991}{2,83.2,83} = 2,871$$

C.Lập bảng đặc tính:



a.Tính toán công suất trên các trục:

$$P_3 = \frac{P_{lv}}{\eta_{ol}^3 \cdot \eta_{kn}} = \frac{F \cdot v}{1000 \cdot \eta_{ol}^3 \cdot \eta_{kn}} = \frac{3500 \cdot 1,25}{1000 \cdot 0,99^3 \cdot 0,99} = 4,55 \text{ (kW)}$$

$$P_2 = \frac{P_3}{\eta_{ol} \cdot \eta_{br}} = \frac{4,55}{0,99 \cdot 0,98} = 4,69 \text{ (kW)}$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{ol} \cdot \eta_{br}} = \frac{4,69}{0,99 \cdot 0,98} = 4,83 \text{ (kW)}$$

b.Tính toán số vòng quay các trục:

$$n_1 = \frac{n_{dc}}{u_d} = \frac{1425}{2,871} = 496,3 \text{ (vòng/phút)}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_1} = \frac{496,3}{2,83} = 175,4 \text{ (vòng/phút)}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_2} = \frac{175,4}{2,83} = 61,98 \text{ (vòng/phút)}$$

c.Tính toán moment xoắn trên các trục

$$T_1 = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{4,83}{496,3} = 92941 \text{ (N.mm)}$$

$$T_2 = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{P_2}{n_2} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{4,69}{175,4} = 255356 \text{ (N.mm)}$$

$$T_3 = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{P_3}{n_3} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{4,55}{61,98} = 701073 \text{ (N.mm)}$$

$$T_{dc} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{P_{dc}}{n_{dc}} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{5,5}{1425} = 36860 \text{ (N.mm)}$$

Bảng đặc tính:

	Động cơ	Trục 1	Trục 2	Trục 3
Công suất (kW)	5,5	4,83	4,69	4,55
Tỉ số truyền	2,871	2,83	2,83	
Số vòng quay (vòng/ph)	1425	496,3	175,4	61,98
Moment xoắn (N.mm)	36860	92941	255356	701073

BÀI TẬP 2: THIẾT KẾ BỘ TRUYỀN ĐAI THANG

A. Thông số kĩ thuật thiết kế bộ truyền đai thang

- Công suất bộ truyền : $P_1 = 5,5$ (kW)
- Số vòng quay bánh dẫn : $n_1 = n_{dc} = 1425$ (vòng/phút)
- Tỷ số truyền: $u_d = 2,871$
- Moment xoắn : $T_1 = 36860$ (N.mm)

B. Thiết kế bộ truyền:

a. Chọn dạng đai

Theo hình 4.22 và bảng 4.3 sách “Cơ sở thiết kế máy” của Nguyễn Hữu Lộc, dựa vào số liệu thiết kế $P = 5,5$ (kW) , $n = 1425$ (vòng/phút) , $T_1 = 36860$ (N.mm) ta chọn đai loại A với các thông số sau:

Dạng đai	Ký hiệu	b_p, mm	b_o, mm	h, mm	y_o, mm	A, mm^2	Chiều dài đai (mm)	$T_1, \text{N.m}$	d_1, mm
Đai thang	A	11	13	8	2,8	81	$560 \div 4000$	$11 \div 70$	$100 \div 200$

b. Tính đường kính bánh đai nhỏ d_1

- Đường kính bánh đai nhỏ chọn sơ bộ:

$$d_1 \approx 1,2 d_{\min} = 1,2 \cdot 100 = 120 \text{ (mm)}$$

Chọn d_1 theo giá trị tiêu chuẩn: $d_1 = 125$ (mm)

- Vận tốc đai:

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60000} = \frac{\pi \cdot 125 \cdot 1425}{60000} = 9,33 \text{ (m/s)} < 25 \text{ m/s}$$

c. Chọn hệ số trượt tương đối và tính d_2

- Chọn hệ số trượt tương đối : $\xi = 0,01$

- Đường kính bánh đai lớn là: $d_2 = u_d d_1 (1 - \xi) = 2,871 \cdot 125 \cdot (1 - 0,01) = 355,29$ (mm)

Chọn d_2 theo giá trị tiêu chuẩn: $d_2 = 355$ (mm)

- Tỷ số truyền:

$$u_d = \frac{d_2}{d_1 (1 - \xi)} = \frac{355}{125 (1 - 0,01)} = 2,869 \text{ (sai lệch 0,07\% so với giá trị chọn trước)}$$

d. Khoảng cách trục

- Chọn sơ bộ khoảng cách trục a theo đường kính d_2 , $u_d = 2,988$:

$$\text{Ta chọn } a = d_2 = 355 \text{ (mm)}$$

- Chiều dài đai:

$$\begin{aligned} L &= 2a + \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 355 + \frac{\pi(125 + 355)}{2} + \frac{(355 - 125)^2}{4 \cdot 355} \\ &= 1501,2 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

Chọn L theo tiêu chuẩn : $L = 1600$ (mm)

- Khoảng cách trục a theo L tiêu chuẩn:

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

$$\text{Trong đó : } k = L - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} = 1600 - \frac{\pi(125 + 355)}{2} = 846,02$$

$$\Delta = \frac{d_2 - d_1}{2} = \frac{355 - 125}{2} = 115$$

$$\Rightarrow a = 406,8 \text{ (mm)}$$

- Kiểm nghiệm điều kiện :

$$\begin{aligned} 2(d_1 + d_2) &\geq a \geq 0,55(d_1 + d_2) + h \\ \Leftrightarrow 2.(125 + 355) &\geq a \geq 0,55.(125 + 355) + 8 \\ \Leftrightarrow 960 &\geq a \geq 272 \end{aligned}$$

Ta thấy $a = 406,8 \text{ (mm)}$ thỏa điều kiện. Vậy chọn $a = 406,8 \text{ (mm)}$

- Số vòng quay của đai trong 1s:

$$i = \frac{v}{L} = \frac{9,33}{1,6} = 5,83 \text{ (s}^{-1}\text{)}, [i] = 10 \text{ s}^{-1}, \text{ do đó điều kiện được thỏa}$$

e. Góc ôm đai

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{(d_2 - d_1)}{a} = 180 - 57 \frac{(355 - 125)}{406,8} = 147,8^\circ = 2,58 \text{ rad}$$

f. Số đai z

Công thức tính số đai:

$$z \geq \frac{P_1}{[P_0] C_\alpha C_u C_L C_z C_r C_v}$$

với:

- $[P_0] = 2 \text{ (kW)}$: công suất có ích cho phép, tra hình 4.21 sách “Cơ sở thiết kế máy” với $d_1 = 125 \text{ (mm)}$ và $v = 9,33 \text{ (m/s)}$

- $C_\alpha = 1,24(1 - e^{-\alpha_1/110}) = 1,24(1 - e^{-147,8/110}) = 0,916$: hệ số xét đến ảnh hưởng của góc ôm đai

- $C_u = 1,14$: hệ số xét đến ảnh hưởng của tỷ số truyền u.

- $C_L = \sqrt[6]{\frac{L}{L_0}} = \sqrt[6]{\frac{1600}{1700}} = 0,99$: hệ số xét đến ảnh hưởng của chiều dài đai.

- $C_z = 0,9$: hệ số xét đến sự ảnh hưởng của sự phân bố không đều tải trọng giữa các dây đai (Chọn C_z ứng với trường hợp $z = 4 \div 6$)

- $C_r = 0,8$: hệ số xét đến ảnh hưởng của chế độ tải trọng (tải làm việc 2 ca, va đập nhẹ)

- $C_v = 1 - 0,05(0,01v^2 - 1) = 1 - 0,05(0,01.9,33^2 - 1) = 1,01$: hệ số xét đến ảnh hưởng của vận tốc

$$\Rightarrow z \geq \frac{5,5}{2.0,916.1,14.0,99.0,9.0,8.1,01} = 3,66$$

Chọn $z = 4$.

Kiểm tra lại số giả định dây đai ta thấy phù hợp.

g. Tính chiều rộng các bánh đai và đường kính ngoài d các bánh đai

- Chiều rộng bánh đai B:

$$B = (z-1)t + 2e = (4-1).15 + 2.10 = 65 \text{ (mm)}$$

- Đường kính ngoài bánh đai nhỏ:

$$d_{a1} = d_1 + 2h_{01} = 125 + 2.3,3 = 131,6 \text{ (mm)}$$

- Đường kính ngoài bánh đai lớn:

$$d_{a2} = d_2 + 2h_{02} = 355 + 2.3,3 = 361,6 \text{ (mm)}$$

h. Tính lực tác dụng lên trục

- Hạn chế ứng suất do lực cân bằng ban đầu của đai thang $\sigma_0 \leq 1,5 \text{ Mpa}$

- Lực căng đai ban đầu:

$$F_0 = A \cdot \sigma_0 = zA_1\sigma_0 = 4.81.1,5 = 486 \text{ (N)}$$

- Lực căng trên mỗi dây đai:

$$\frac{F_0}{4} = \frac{486}{4} = 121,5 \text{ (N)}$$

- Lực vòng có ích:

$$F_t = \frac{1000P_1}{v_1} = \frac{1000.5,5}{9,33} = 589,5 \text{ (N)}$$

- Lực vòng trên mỗi dây đai:

$$\frac{F_t}{4} = \frac{589,5}{4} = 147,4 \text{ (N)}$$

- Từ công thức:

$$\begin{aligned} F_0 &= \frac{F_t e^{f\alpha} + 1}{2 e^{f\alpha} - 1} \\ \Rightarrow e^{f\alpha} &= \frac{2F_0 + F_t}{2F_0 - F_t} \\ \Rightarrow f' &= \frac{1}{\alpha} \ln \frac{2F_0 + F_t}{2F_0 - F_t} = \frac{1}{2,58} \ln \frac{2.486 + 589,5}{2.486 - 589,5} = 0,545 \end{aligned}$$

Hệ số ma sát nhỏ nhất để bộ truyền không bị trượt (giả sử góc biên dạng bánh đai $\gamma = 38^\circ$)

$$f_{\min} = f' \sin\left(\frac{\gamma}{2}\right) = 0,545 \cdot \sin\left(\frac{38}{2}\right) = 0,177$$

- Lực tác dụng lên trục:

$$F_r \approx 2F_0 \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right) = 2.486 \cdot \sin \frac{147,8}{2} = 933,9 \text{ (N)}$$

- Ứng suất lớn nhất trong dây đai:

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \sigma_1 + \sigma_v + \sigma_{u1} \\ &= \sigma_0 + 0,5\sigma_t + \sigma_v + \sigma_{u1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{F_0}{A} + \frac{F_t}{2A} + \rho v^2 \cdot 10^{-6} + \frac{2y_{01}}{d_1} E \\
&= 1,5 + \frac{147,4}{2.81} + 1200.9,33^2 \cdot 10^{-6} + \frac{2.2,8}{125} \cdot 100 \\
&= 6,99 \text{ (Mpa)}
\end{aligned}$$

- Tuổi thọ đai:

$$L_h = \frac{\left(\frac{\sigma_r}{\sigma_{\max}} \right)^m \cdot 10^7}{2.3600.i}$$

Với : m = 8 : số mũ đường cong mỏi của đai thang

$\sigma_r = 9$ MPa: giới hạn mỏi của đai thang

$$\begin{aligned}
L_h &= \frac{\left(\frac{9}{6,99} \right)^8 \cdot 10^7}{2.3600.5,83} \\
&= 1799 \text{ giờ}
\end{aligned}$$