

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ
BỘ MÔN THIẾT KẾ MÁY



BÁO CÁO ĐỒ ÁN
HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG

GVHD: TS. PHẠM MINH TUẤN

SINH VIÊN THỰC HIỆN:

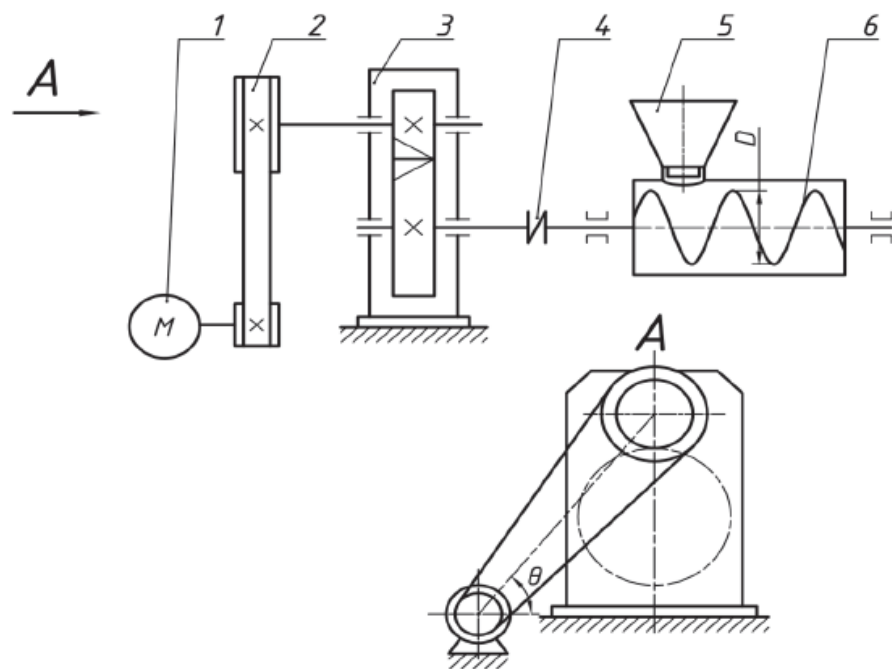
Họ và tên	MSSV
Dương Quang Duy	2210497
Đoàn Nguyễn Minh Khoa	2211586

TP.HCM, Ngày 16 tháng 2 năm 2025

Mục lục

1	Chọn động cơ điện	3
1.1	Xác định công suất bộ phận công tác	3
1.2	Số vòng quay của bộ phận công tác	3
1.3	Hiệu suất của các bộ truyền và các cặp ổ trong hệ thống dẫn động .	3
1.4	Công suất động cơ cần thiết	3
1.5	Dãy tỉ số truyền nên dùng cho các bộ truyền trong hệ thống	3
2	Phân phối tỉ số truyền	4
3	Tính toán công suất và momen trên các trục	4
3.1	Tính toán công suất trên các trục	4
3.2	Tính toán momen trên các trục	4
3.3	Bảng thông số hệ thống	5
4	Chọn bộ truyền đai	5
4.1	Chọn loại đai	5
4.2	Tính đường kính bánh đai nhỏ	5
4.3	Chọn hệ số trượt tương đối và tính đường kính bánh đai lớn	5
4.4	Tính khoảng cách trục a và chiều dài đai L	6
4.5	Tính góc ôm đai	8
4.6	Xác định số đai	8
4.7	Lực tác dụng lên trục	9
4.8	Ứng suất lớn nhất trong dây đai	9
4.9	Tuổi thọ dây đai	9

ĐỀ SỐ 4: THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG MÁY ÉP BÙN PHƯƠNG ÁN 6



Hệ thống dẫn động gồm:

1: Động cơ điện

2: Bộ truyền đai thang

3: Hộp giảm tốc bánh răng nghiêng 1 cấp

4: Nối trục đàn hồi

5: Thùng chứa liệu

6: Trục vít xoắn ốc

Phương án	6
Lực vòng trên cánh vít F , (N)	2800
Vận tốc vòng cánh vít v , (m/s)	1,3
Đường kính cánh vít, D (mm)	225
Thời gian phục vụ L , (năm)	7
Số ca làm việc, (ca)	2
Thời gian làm việc mỗi ca, (giờ)	8
Số giờ làm việc mỗi năm, (giờ)	300

1 Chọn động cơ điện

1.1 Xác định công suất bộ phận công tác

$$P_{ct} = \frac{F \cdot v}{1000} = \frac{2800 \cdot 1.4}{1000} = 3.92 kW$$

1.2 Số vòng quay của bộ phận công tác

$$n_{ct} = \frac{60000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{60000 \cdot 1.4}{\pi \cdot 225} = 118.82 (v/ph)$$

1.3 Hiệu suất của các bộ truyền và các cặp ổ trong hệ thống dẫn động

- Bộ truyền đai: $\eta_d = 0.96$
- Bộ truyền bánh răng: $\eta_{br} = 0.98$
- Nối trục: $\eta_{nt} = 0.99$
- Ổ lăn: $\eta_{ol} = 0.995$

Hiệu suất hệ thống:

$$\eta_{ch} = \eta_d \eta_{br} \eta_{nt} (\eta_{ol})^3 = 0.96 \cdot 0.98 \cdot 0.99 \cdot 0.995 = 0.9175$$

1.4 Công suất động cơ cần thiết

$$P_{dc} = \frac{P_{ct}}{\eta_{ch}} = \frac{3.92}{0.9175} = 4.273 kW$$

1.5 Dây tỉ số truyền nên dùng cho các bộ truyền trong hệ thống

- Bộ truyền đai thang: $u_d = 2 \dots 3$
- Bộ truyền bánh răng trụ răng nghiêng $u_{br} = 3 \dots 5$

Như vậy số vòng quay của động cơ dao động trong khoảng từ 713 vòng/phút đến 2971 vòng/phút.

Từ bảng P1.1, Tài liệu [1] chọn động cơ DK32-6 có: $P_{dc} = 4.5 kW$ và $n_{dc} = 965 vng/ph$.
Như vậy tỉ số truyền chung của hệ thống là:

$$u_{ch} = \frac{n_{dc}}{n_{ct}} = \frac{965}{118.82} = 8.12$$

2 Phân phối tỉ số truyền

Tỷ số truyền của cả hệ được xác định theo công thức:

$$u_{ch} = u_d \cdot u_{br}$$

Chọn tỉ số truyền của hộp giảm tốc:

$$u_{br} = 3$$

Như vậy:

$$u_d = \frac{u_{ch}}{u_{br}} = \frac{7.995}{3} = 2.665$$

3 Tính toán công suất và momen trên các trục

3.1 Tính toán công suất trên các trục

Công suất trên trục công tác

$$P_{ct} = \frac{F \cdot v}{1000} = \frac{2800 \cdot 1.4}{1000} = 3.92 kW$$

Công suất trên trục II:

$$P_{II} = \frac{P_{ct}}{\eta_{ol}^2 \cdot \eta_{nt}} = \frac{3.92}{0.995^2 \cdot 0.99} = 4 kW$$

Công suất trên trục I:

$$P_I = \frac{P_{II}}{\eta_{ol} \cdot \eta_{br}} = \frac{4}{0.995 \cdot 0.98} = 4.102 kW$$

3.2 Tính toán momen trên các trục

Momen trên trục công tác:

$$M_{lv} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{P_{ct}}{n_{ct}} = 9.55 \cdot 10^6 \cdot \frac{3.92}{118.82} = 315053.5 (N.mm)$$

Momen trên trục II:

$$M_{II} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{P_{II}}{n_{II}} = 9.55 \cdot 10^6 \cdot \frac{4}{118.82} = 321442.24 (N.mm)$$

Momen trên trục I:

$$M_I = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{P_I}{n_I} = 9.55 \cdot 10^6 \cdot \frac{4.102}{356.47} = 109883.5 (N.mm)$$

Momen trên trục động cơ:

$$M_{dc} = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{P_{dc}}{n_{dc}} = 9.55 \cdot 10^6 \cdot \frac{4.275}{950} = 42950.09 (N.mm)$$

3.3 Bảng thông số hệ thống

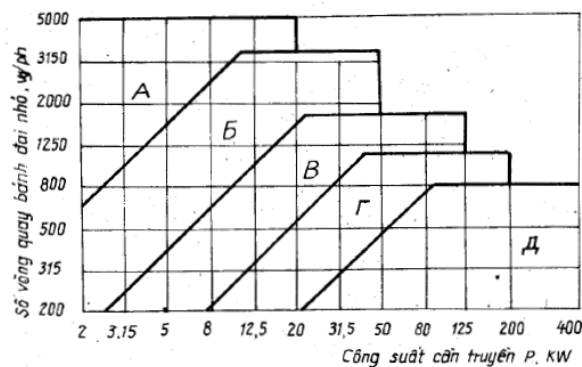
Thông số \ Trục	Động cơ	I	II	Bộ phận công tác
P, kW	4.275	4.102	4	3.92
U	2.66		3	1
N, rpm	950	356.47	118.83	118.83
T, Nmm	42950.09	109883.51	321442.24	315053.49

4 Chọn bộ truyền đai

4.1 Chọn loại đai

Dựa vào công suất động cơ là $P_{dc} = 4.275kW$ và số vòng quay $n_{dc} = 950$ vòng/phút và hình 4.1 tài liệu [1]

⇒ Chọn đai loại C



Hình 4.1. Chọn loại tiết diện đai hình thang

4.2 Tính đường kính bánh đai nhỏ

Theo dãy giá trị tiêu chuẩn tài liệu [1], ta chọn $d_1 = 280(mm)$.

Vận tốc dài trên bánh đai nhỏ:

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60000} = \frac{\pi \cdot 280 \cdot 950}{60000} = 13.928(m/s) < 25(m/s)$$

⇒ Thỏa điều kiện $v_1 < 25$ (m/s)

4.3 Chọn hệ số trượt tương đối và tính đường kính bánh đai lớn

Chọn hệ số trượt tương đối $\xi = 0.02$

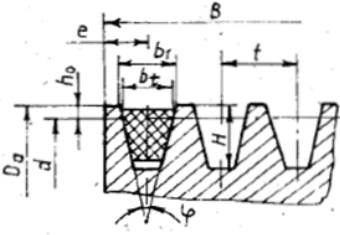
Từ công thức tỉ số của bộ truyền đai:

$$u_d = \frac{d_2}{d_1(1 - \xi)}$$

$$\Rightarrow d_2 = u_d \cdot d_1(1 - \xi) = 2.665 \cdot 280(1 - 0,02) = 761.428(mm)$$

Theo bảng 4.21 tài liệu [1], ta chọn $d_2 = 710(mm)$

Bảng 4.21. Các thông số của bánh đai hình thang

												
Kí hiệu tiết diện đai	H	h ₀	t	e	φ = 34°		φ = 36°		φ = 38°		φ = 40°	
					d	b ₁	d	b ₁	d	b ₁	d	b ₁
O	10	2,5	12	8	63 ... 71	10	80 ... 100	10,1	112 ... 160	10,2	≥ 180	10,3
A	12,5	3,3	15	10	90 ... 112	13,1	125 ... 160	13,3	180 ... 400	13,4	≥ 450	13,5
B	16	4,2	19	12,5	125 ... 160	17	180 ... 224	17,2	250 ... 500	17,4	≥ 560	17,6
B	21	5,7	25,5	17	200	22,7	224 ... 315	22,9	355 ... 630	23,1	≥ 710	23,3
YO	12,5	2,5	12	8	63 ... 80	10	-	-	> 80	10,2	-	-
YA	16	3	15	10	90 ... 112	12,8	-	-	> 112	13,1	-	-
YB	21	4	19	12,5	140 ... 180	16,4	-	-	> 180	16,7	-	-
YB	24	5	26	17	224 ... 315	22	-	-	> 315	22,4	-	-

Chú thích : Đường kính bánh đai d, 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, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000.

Tính lại tỷ số truyền:

$$u_d = \frac{d_2}{d_1(1 - \xi)} = \frac{710}{280 \cdot 0,98} = 2.587$$

Tính sai lệch của tỷ số truyền:

$$\Delta u = \frac{2.665 - 2.587}{2.665} \cdot 100\% = 2,92\%$$

⇒ Sai lệch của tỷ số truyền nằm trong phạm vi cho phép.

4.4 Tính khoảng cách trục a và chiều dài đai L

Bảng 4.14

u	1	2	3	4	5	≥ 6
a/d ₂	1,5	1,2	1,0	0,95	0,9	0,85

Dựa vào bảng 4.14 tài liệu [1], ta chọn $a = d_2 = 710(mm)$

Kiểm tra điều kiện:

$$0.55(d_1 + d_2) + h \leq a \leq 2(d_1 + d_2)$$

$$0.55(280 + 710) + 10.5 \leq 710 \leq 2(280 + 710)$$

$$555 \leq 710 \leq 1980$$

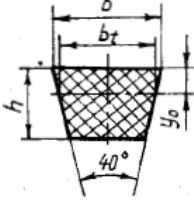
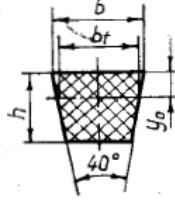
\Rightarrow Chọn $a = 710 (mm)$ thỏa điều kiện.

Chiều dài đai:

$$L = 2a + \pi \frac{(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 710 + \pi \frac{(280 + 710)}{2} + \frac{(710 - 280)^2}{4 \cdot 710} = 3040.2(mm)$$

\Rightarrow Chọn chiều dài đai $L = 3150 mm$ theo bảng 4.13.

Bảng 4.13. Các thông số của đai hình thang

Loại đai	Kí hiệu	Kích thước tiết diện, mm				Diện tích tiết diện A, mm ²	Đường kính bánh đai nhỏ d ₁ , mm	Chiều dài giới hạn l, mm
		b _t	b	h	y ₀			
Đai hình thang thường 	O	8,5	10	6	2,1	47	70-140	400-2500
	A	11	13	8	2,8	81	100-200	560-4000
	B	14	17	10,5	4,0	138	140-280	800-6300
	B	19	22	13,5	4,8	230	200-400	1800-10600
	Г	27	32	19,0	6,9	476	315-630	3150-15000
	Д	32	38	23,5	8,3	692	500-1000	4500-18000
	E	42	50	30	11	1170	800-1600	6300-18000
Đai hình thang hẹp 	YO	8,5	10	8	2	56	63-180	630-3550
	YA	11	13	10	2,8	95	90-250	800-4500
	YB	14	17	13	3,5	158	140-200	1250-8000
	YB	19	22	18	4,8	278	224-315	2000-8000

Trị số tiêu chuẩn của chiều dài đai (mm) như sau :

400, (425), 450, (475), 500, (530), 560, (600), 630, (670), 710, (750), 800, (850), 900, (950), 1000, (1060), 1120, (1180), 1250, (1320), 1400, (1500), 1600, (1700), 1800, (1900), 2000, (2120), 2240, (2360), 2500, (2650), 2800, (3000), 3150, (3350), 3550, (3750), 4000, (4250), 4500, 5000, 5600, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12500, 14000.

Chú thích : Trị số trong ngoặc ít dùng.

Kiểm nghiệm đai về tuổi thọ

$$i = \frac{v}{L} = \frac{13.928}{3.150} = 4.42/s < i_{max} = 10/s$$

Tính lại khoảng cách trục:

$$a = \frac{\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8\Delta^2}}{4} = \frac{1594.911 + \sqrt{1594.911^2 - 8 \cdot 215^2}}{4} = 767(mm)$$

Trong đó:

- $\lambda = L - \frac{\pi(d_1+d_2)}{2} = 3150 - \frac{\pi(280+710)}{2} = 1594.911$
- $\Delta = \frac{d_2-d_1}{2} = \frac{710-280}{2} = 215$

4.5 Tính góc ôm đai

$$\alpha_1 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 57 \frac{710 - 280}{767} = 148^\circ > \alpha_{min} = 120^\circ$$

4.6 Xác định số đai

Số đai z được tính theo công thức:

$$z = \frac{P_1 K_d}{[P_0] C_\alpha C_L C_u C_z} = \frac{4.275 \cdot 1.25}{3.52 \cdot 0.92 \cdot 1.07 \cdot 1.136 \cdot 1} = 1.36$$

Trong đó:

- $P_1 = 4.275(kW)$ - công suất trên trục bánh dẫn
- $K_d = 1.25$ - hệ số tải trọng động
- $[P_0] = 3.52(kW)$ - trị số công suất cho phép (bảng 4.19)
- $C_\alpha = 0.92$ - hệ số ảnh hưởng góc ôm đai (bảng 4.15)
- $C_L = 1.07$ - hệ số ảnh hưởng chiều dài đai (bảng 4.16)
- $C_u = 1.136$ - hệ số ảnh hưởng của tỉ số truyền (bảng 4.17)
- $C_z = 1$ - hệ số ảnh hưởng sự phân bố không đều tải trọng các dây đai (bảng 4.18)

Lấy $z = 1$ đai.

Lực căng trên mỗi dây đai:

$$\frac{F_0}{z} = \frac{414}{2} = 207(N)$$

Tổng lực vòng có ích trên cả 2 đai:

$$F_t = \frac{1000P_1}{v_1} = \frac{1000 \cdot 3,212}{4,0422} = 794,6(N)$$

Lực vòng có ích trên mỗi dây đai:

$$\frac{F_t}{z} = \frac{794,6}{2} = 397,3(N)$$

4.7 Lực tác dụng lên trục

$$F_r \approx 2F_0 \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right) = 2.414 \sin\left(\frac{159}{2}\right) = 833,8(N)$$

4.8 Ứng suất lớn nhất trong dây đai

$$\begin{aligned}\sigma_{max} &= \sigma_1 + \sigma_v + \sigma_{F1} = \sigma_0 + 0,5\sigma_t + \sigma_v + \sigma_{F1} \\ &= \frac{F_0}{A} + 0,5 \cdot \frac{F_t}{A} + \rho \cdot v^2 \cdot 10^{-6} + E \cdot \frac{2 \cdot y_0}{d_1} \\ &= \frac{414}{2.138} + 0,5 \cdot \frac{794,6}{2.138} + 1200 \cdot 4,0422^2 \cdot 10^{-6} + 100 \cdot \frac{2,4}{160} = 7,96(MPa)\end{aligned}$$

4.9 Tuổi thọ dây đai

$$L_h = \frac{\left(\frac{\sigma_r}{\sigma_{max}}\right)^m \cdot 10^7}{2.3600 \cdot i} = \frac{\left(\frac{9}{7,96}\right)^8 \cdot 10^7}{2.3600 \cdot 2,526} = 1468,5(h)$$

Trong đó:

$\sigma_r = 9$ (MPa) - giới hạn mỏi của đai thang.

$m = 8$ - chỉ số mũ của đường cong mỏi đối với đai dẹt

$i = 2,526$ (s^{-1}) - số vòng chạy của đai trong một giây