

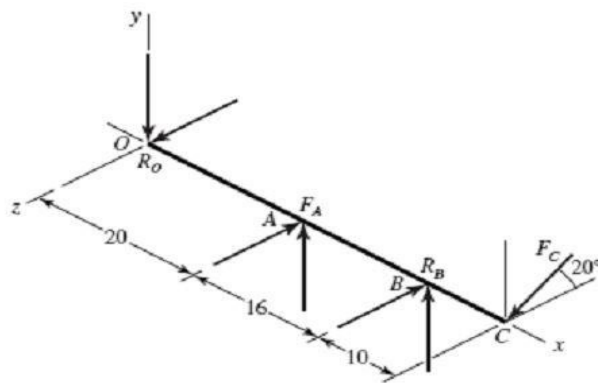


بارم هر سوال ۲/۸۰ می باشد.

-۱

For a combined reliability goal of 0.95, use  $\sqrt{0.95} = 0.975$  for the individual bearings.

$$x_D = \frac{40000(420)(60)}{10^6} = 1008$$



The resultant of the given forces are

$$R_O = [(-387)^2 + 467^2]^{1/2} = 607 \text{ lbf}$$

$$R_B = [316^2 + (-1615)^2]^{1/2} = 1646 \text{ lbf}$$

At O:

$$\text{Eq. (11-6): } C_{10} = 1.2(607) \left\{ \frac{1008}{0.02 + (4.459 - 0.02) [\ln(1/0.975)]^{1/1.483}} \right\}^{1/3}$$

$$= 9978 \text{ lbf} = 44.4 \text{ kN}$$

From Table 11-2, select an 02-55 mm angular-contact ball bearing with a basic load rating of 46.2 kN. *Ans.*

At B:

$$\text{Eq. (11-6): } C_{10} = 1.2(1646) \left\{ \frac{1008}{0.02 + (4.459 - 0.02) [\ln(1/0.975)]^{1/1.483}} \right\}^{3/10}$$

$$= 20827 \text{ lbf} = 92.7 \text{ kN}$$

From Table 11-3, select an 02-75 mm or 03-55 mm cylindrical roller. *Ans.*



کد سری سؤال: یک (۱)

حضرت علی (ع): ارزش هر کس به میزان دانایی و تخصص اوست.

زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

تعداد سوالات: تستی: تشریحی: ۵

نام درس: طراحی اجزا-۲

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی رباتیک ۱۳۱۵۱۷۷

۲-صفحه ۶۰۶



کُد سری سؤال: یک (۱)

حضرت علی (ع): ارزش هر کس به میزان دانایی و تخصص اوست.

زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

تعداد سوالات: تستی: تشریحی: ۵

نام درس: طراحی اجزا-۲

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی رباتیک ۱۳۱۵۱۷۷

-۳

$$\text{Eq. (15-12): } C_{xc} = Z_{xc} = 2 \quad (\text{uncrowned})$$

$$\text{Eq. (15-19): } K_R = Y_Z = 0.50 - 0.25 \log(1 - 0.999) = 1.25$$

$$C_R = Z_Z = \sqrt{Y_Z} = \sqrt{1.25} = 1.118$$

$$\text{From Fig. 15-10, } C_H = Z_w = 1$$

$$\text{Eq. (15-9): } Z_x = 0.004 92(25) + 0.4375 = 0.560$$

Wear of Pinion

$$\text{Fig. 15-12: } \sigma_{H \text{ lim}} = 2.35 H_B + 162.89$$

$$= 2.35(180) + 162.89 = 585.9 \text{ MPa}$$

$$\text{Fig. 15-6: } I = Z_I = 0.066$$

$$\text{Eq. (15-2): } (\sigma_H)_P = \frac{(\sigma_{H \text{ lim}})_P (Z_{NT})_P Z_W}{S_H K_\beta Z_Z}$$

$$= \frac{585.9(1)(1)}{\sqrt{1}(1)(1.118)} = 524.1 \text{ MPa}$$

$$\text{Eq. (15-1): } W_p^t = \left( \frac{\sigma_H}{C_p} \right)^2 \frac{b d_{el} Z_I}{1000 K_A K_V K_{H\beta} Z_x Z_{xc}}$$

The constant 1000 expresses  $W$  in kN.

$$W_p^t = \left( \frac{524.1}{190} \right)^2 \left[ \frac{25(88)(0.066)}{1000(1)(1.663)(1.0035)(0.56)(2)} \right] = 0.591 \text{ kN}$$

$$\text{Eq. (13-36): } H_3 = \frac{\pi d_n W^t}{60 000} = \frac{\pi(88)(1800)(0.591)}{60 000} = 4.90 \text{ kW}$$

Wear of Gear

$$\sigma_{H \text{ lim}} = 585.9 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_H)_G = \frac{585.9(1.0054)}{\sqrt{1}(1)(1.118)} = 526.9 \text{ MPa}$$

$$W_G^t = W_p^t \frac{(\sigma_H)_G}{(\sigma_H)_P} = 0.591 \left( \frac{526.9}{524.1} \right) = 0.594 \text{ kN}$$

$$H_4 = \frac{\pi(88)(1800)(0.594)}{60 000} = 4.93 \text{ kW}$$

Thus in wear, the pinion controls the power rating;  $H = 4.90 \text{ kW}$  Ans.

$$\text{Mesh} \quad d_p = d_{el} = m z_1 = 4(22) = 88 \text{ mm}, \quad d_G = m_{et} z_2 = 4(24) = 96 \text{ mm}$$

$$\text{Eq. (15-7): } v_{et} = 5.236(10^{-5})(88)(1800) = 8.29 \text{ m/s}$$

$$\text{Eq. (15-6): } B = 0.25(12 - 5)^{2.3} = 0.9148$$

$$A = 50 + 56(1 - 0.9148) = 54.77$$

$$\text{Eq. (15-5): } K_v = \left( \frac{54.77 + \sqrt{200(8.29)}}{54.77} \right)^{0.9148} = 1.663$$

$$\text{Eq. (15-10): } K_s = Y_x = 0.4867 + 0.008 339(4) = 0.520$$

$$\text{Eq. (15-11): with } K_{mb} = 1 \text{ (both straddle-mounted),}$$

$$K_m = K_{H\beta} = 1 + 5.6(10^{-6})(25^2) = 1.0035$$

From Fig. 15-8,

$$(C_L)_P = (Z_{NT})_P = 3.4822(10^9)^{-0.0602} = 1.00$$

$$(C_L)_G = (Z_{NT})_G = 3.4822[10^9(22 / 24)]^{-0.0602} = 1.0054$$



کُد سری سؤال: یک (۱)

حضرت علی(ع): ارزش هر کس به میزان دانایی و تخصص اوست.

زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

تعداد سوالات: تستی: تشریحی: ۵

نام درس: طراحی اجزا-۲

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی رباتیک ۱۳۱۵۱۷۷

-۴

**Solution:**

- (a) For clockwise rotation, check to see if the brake is self-locking. The brake is self-locking if  $b/a \leq e^{f\alpha}$ , where  $e^{f\alpha} = e^{0.4\pi} = 3.5$ . Here  $b/a = 4/2 = 2$ , which is less than 3.5; hence the brake is self-locking and  $F_1/F_2 = e^{f\alpha}$  does not apply.

Taking summation of moments about the fixed pivot equal to zero and using the torque relationship,

$$2F_1 + 8(50) - 4F_2 = 0 \quad \text{and} \quad 3(F_1 - F_2) = 4000,$$

from which  $F_1 = 2866 \text{ lb.}$   $F_2 = 1533 \text{ lb.}$

- (b) For counterclockwise rotation the brake is not self-locking and  $F_1'/F_2' = e^{f\alpha}$  does apply. Then  $4F_1' - 8(50) - 2F_2' = 0$  and  $F_1'/F_2' = e^{f\alpha} = 3.5$ , from which  $F_1' = 116 \text{ lb.}$   $F_2' = 33 \text{ lb.}$   
The amount of torque that may be sustained is  $T = 3(116 - 33) = 249 \text{ in-lb.}$



کُد سری سؤال: یک (۱)

حضرت علی (ع): ارزش هر کس به میزان دانایی و تخصص اوست.

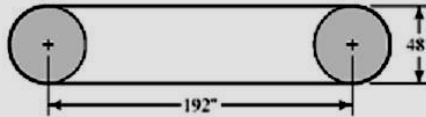
زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

تعداد سوالات: تستی: تشریحی: ۵

نام درس: طراحی اجزا-۲

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی رباتیک ۱۳۱۵۱۷۷

-۵



As a design task, the decision set on p. 893 is useful.

A priori decisions:

- Function:  $H_{nom} = 60$  hp,  $n = 380$  rev/min,  $C = 192$  in,  $K_s = 1.1$
- Design factor:  $n_d = 1$
- Initial tension: Catenary
- Belt material. Table 17-2: Polyamide A-3,  $F_a = 100$  lbf/in,  $\gamma = 0.042$  lbf/in<sup>3</sup>,  $f = 0.8$
- Drive geometry:  $d = D = 48$  in
- Belt thickness:  $t = 0.13$  in

Design variable: Belt width.

Use a method of trials. Initially, choose  $b = 6$  in

$$V = \frac{\pi dn}{12} = \frac{\pi(48)(380)}{12} = 4775 \text{ ft/min}$$

$$w = 12\gamma bt = 12(0.042)(6)(0.13) = 0.393 \text{ lbf/ft}$$

$$F_c = \frac{w V^2}{g} = \frac{0.393(4775 / 60)^2}{32.17} = 77.4 \text{ lbf}$$

$$T = \frac{63\,025 H_{nom} K_s n_d}{n} = \frac{63\,025(60)(1.1)(1)}{380} = 10\,946 \text{ lbf} \cdot \text{in}$$

$$\Delta F = \frac{2T}{d} = \frac{2(10\,946)}{48} = 456.1 \text{ lbf}$$

$$F_1 = (F_1)_a = b F_a C_p C_v = 6(100)(1)(1) = 600 \text{ lbf}$$

$$F_2 = F_1 - \Delta F = 600 - 456.1 = 143.9 \text{ lbf}$$

Transmitted power  $H$

$$H = \frac{\Delta F(V)}{33\,000} = \frac{456.1(4775)}{33\,000} = 66 \text{ hp}$$

$$F_i = \frac{F_1 + F_2}{2} - F_c = \frac{600 + 143.9}{2} - 77.4 = 294.6 \text{ lbf}$$

$$f' = \frac{1}{\theta_d} \ln \frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} = \frac{1}{\pi} \ln \left( \frac{600 - 77.4}{143.9 - 77.4} \right) = 0.656$$

$$\text{Eq. (17-2): } L = [4(192)^2 - (48 - 48)^2]^{1/2} + [48(\pi) + 48(\pi)] / 2 = 534.8 \text{ in}$$



کد سری سؤال: یک (۱)

حضرت علی (ع): ارزش هر کس به میزان دانایی و تخصص اوست.

زمان آزمون (دقیقه): تستی: -- تشریحی: ۱۲۰

تعداد سوالات: تستی: تشریحی: ۵

نام درس: طراحی اجزا-۲

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی رباتیک ۱۳۱۵۱۷۷

$$F_1 = \frac{(\Delta F + F_c) \exp(f\theta) - F_c}{\exp(f\theta) - 1}$$

$$\exp(f\theta) = \exp(0.80\pi) = 12.345$$

$$F_1 = \frac{(456.1 + 77.4)(12.345) - 77.4}{12.345 - 1} = 573.7 \text{ lbf}$$

$$F_2 = F_1 - \Delta F = 573.7 - 456.1 = 117.6 \text{ lbf}$$

$$F_i = \frac{F_1 + F_2}{2} - F_c = \frac{573.7 + 117.6}{2} - 77.4 = 268.3 \text{ lbf}$$

$$f' = \frac{1}{\theta_d} \ln \frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} = \frac{1}{\pi} \ln \left( \frac{573.7 - 77.4}{117.6 - 77.4} \right) = 0.80$$

$$\text{dip} = \frac{3C^2w}{2F_i} = \frac{3(192 / 12)^2(0.393)}{2(268.3)} = 0.562 \text{ in}$$