



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 مکانیک - طراحی و کاربردی، مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات،

مهندسی مکانیک ساخت و تولید، مهندسی مکانیک جامدات ۱۳۱۵۱۲۶-، مهندسی هوافضا ۱۳۱۵۱۸۴

بارم هر سوال ۲/۸۰ می باشد.

۱- فصل ۱۱ صفحه ۴۸۱



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

تعداد سوالات: تستی: ۵ تشریحی: ۵

نام درس: طراحی اجزا-۲

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی مکانیک - طراحی و کاربردی، مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات،

مهندسی مکانیک ساخت و تولید، مهندسی مکانیک جامدات ۱۳۱۵۱۲۶-، مهندسی هوافضا ۱۳۱۵۱۸۴

-۲

$$S = 0.169(37)/18.5 = 0.338$$

From Figures 12-16, 12-18 and 12-21:

$$h_0 / c = 0.42, \quad f r / c = 8.5, \quad P / p_{\max} = 0.38$$

$$h_0 = 0.42(0.05) = 0.021 \text{ mm} \quad \text{Ans.}$$

$$f = 8.5 / 750 = 0.0113$$

$$T = f W r = 0.0113(2)(37.5) = 0.85 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$H_{\text{loss}} = 2\pi T N = 2\pi(0.85)(12) = 64 \text{ W} \quad \text{Ans.}$$

$$p_{\max} = 0.741 / 0.38 = 1.95 \text{ MPa} \quad \text{Ans.}$$

From Figures 12-16, 12-18 and 12-21:

$$h_0 / c = 0.29, \quad f r / c = 5.1, \quad P / p_{\max} = 0.315$$

$$h_0 = 0.29(0.05) = 0.0145 \text{ mm} \quad \text{Ans.}$$

$$f = 5.1 / 750 = 0.0068$$

$$T = f W r = 0.0068(2)(37.5) = 0.51 \text{ N} \cdot \text{m}$$

The heat loss rate equals the rate of work on the film

$$H_{\text{loss}} = 2\pi T N = 2\pi(0.51)(12) = 38.5 \text{ W} \quad \text{Ans.}$$

$$p_{\max} = 0.741/0.315 = 2.35 \text{ MPa} \quad \text{Ans.}$$

Fig. 12-13: SAE 40 at 60°C,  $\mu = 37 \text{ MPa} \cdot \text{s}$

Given:  $d_{\max} = 75.00 \text{ mm}$ ,  $b_{\min} = 75.10 \text{ mm}$ ,  $l = 36 \text{ mm}$ ,  $W = 2 \text{ kN}$ ,  $N = 720 \text{ rev/min}$ , and SAE 20 and SAE 40 at 60°C.

$$c_{\min} = \frac{b_{\min} - d_{\max}}{2} = \frac{75.10 - 75}{2} = 0.05 \text{ mm}$$

$$l / d = 36 / 75 = 0.48 \approx 0.5 \quad (\text{close enough})$$

$$r = d / 2 = 75 / 2 = 37.5 \text{ mm}$$

$$r / c = 37.5 / 0.05 = 750$$

$$N = 720 / 60 = 12 \text{ rev/s}$$

$$P = \frac{W}{ld} = \frac{2000}{75(36)} = 0.741 \text{ MPa}$$

Fig. 12-13: SAE 20 at 60°C,  $\mu = 18.5 \text{ MPa} \cdot \text{s}$

$$S = \left(\frac{r}{c}\right)^2 \frac{\mu N}{P} = 750^2 \left[ \frac{18.5(10^{-3})(12)}{0.741(10^6)} \right] = 0.169$$



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 مکانیک - طراحی و کاربردی، مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات،

مهندسی مکانیک ساخت و تولید، مهندسی مکانیک جامدات ۱۳۱۵۱۲۶-، مهندسی هوافضا ۱۳۱۵۱۸۴

*Pinion bending*

$$\begin{aligned}
 d_p &= mN_p = 6(16) = 96 \text{ mm} \\
 d_G &= 6(30) = 180 \text{ mm} \\
 V &= \frac{\pi d_p n}{60} = \frac{\pi(96)(10^{-3})(1145)}{(60)} = 5.76 \text{ m/s} \\
 K_v &= \frac{6.1 + 5.76}{6.1} = 1.944 \\
 S_e &= 0.5(900) = 450 \text{ MPa} \\
 k_a &= 4.51(900)^{-0.265} = 0.744 \\
 l &= 2.25m = 2.25(6) = 13.5 \text{ mm} \\
 x &= 3Ym / 2 = 3(0.296)6 / 2 = 2.664 \text{ mm} \\
 t &= \sqrt{4lx} = \sqrt{4(13.5)(2.664)} = 12.0 \text{ mm} \\
 d_e &= 0.808\sqrt{75(12.0)} = 24.23 \text{ mm} \\
 k_b &= \left(\frac{24.23}{7.62}\right)^{-0.107} = 0.884
 \end{aligned}$$

$$\text{Eq. (6-68), p. 329: } S_C = 6.89[0.4(260) - 10] = 647.7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,all} = -S_C / \sqrt{n_d} = \frac{-647.7}{\sqrt{1.3}} = -568 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Eq. (14-14): } W^t &= \left(\frac{\sigma_{c,all}}{C_p}\right)^2 \frac{F \cos \phi}{K_v} \left(\frac{1}{1/r_1 + 1/r_2}\right) \\
 &= \left(\frac{-568}{190}\right)^2 \left(\frac{75 \cos 20^\circ}{1.944}\right) \left(\frac{1}{1/16.42 + 1/30.78}\right) = 3469 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\text{Eq. (13-36): } H = \frac{W^t \pi d n}{60\,000} = \frac{3.469\pi(96)(1145)}{60\,000} = 20.0 \text{ kW}$$

Thus, wear controls the gearset power rating;  $H = 20.0 \text{ kW}$ . *Ans.*

$$k_c = k_d = k_e = 1$$

$$k_f = 1.66 \text{ (See Ex. 14-2)}$$

$$S_e = 0.744(0.884)(1)(1)(1.66)(450) = 491.3 \text{ MPa}$$

$$r_f = 0.300m = 0.300(6) = 1.8 \text{ mm}$$

$$\sigma_{all} = \frac{S_e}{K_f n_d} = \frac{491.3}{1.58(1.3)} = 239.2 \text{ MPa}$$

$$\text{Eq. (14-8): } W^t = \frac{F Y m \sigma_{all}}{K_v} = \frac{75(0.296)(6)(239.2)}{1.944} = 16\,390 \text{ N}$$

$$\text{Eq. (13-36): } H = \frac{W^t \pi d n}{60\,000} = \frac{16.39\pi(96)(1145)}{60\,000} = 94.3 \text{ kW } \textit{Ans.}$$

Wear: Pinion and gear

$$\text{Eq. (14-12): } r_1 = (96/2) \sin 20^\circ = 16.42 \text{ mm}$$

$$r_2 = (180/2) \sin 20^\circ = 30.78 \text{ mm}$$

$$\text{Eq. (14-13): } C_p = \left[ \frac{1}{2\pi \left( \frac{1 - 0.292^2}{207(10^3)} \right)} \right]^{1/2} = 190 \sqrt{\text{MPa}}$$



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

تعداد سوالات: تستی: ۵ تشریحی: ۵

نام درس: طراحی اجزا-۲

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی مکانیک - طراحی و کاربردی، مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات،

مهندسی مکانیک ساخت و تولید، مهندسی مکانیک جامدات ۱۳۱۵۱۲۶-، مهندسی هوافضا ۱۳۱۵۱۸۴

-۴

### Solution:

- (a) For clockwise rotation, check to see if the brake is self-locking. The brake is self-locking if  $b/a \leq e^{f/a}$ , where  $e^{f/a} = e^{0.4\pi} = 3.5$ . Here  $b/a = 4/2 = 2$ , which is less than 3.5; hence the brake is self-locking and  $F_1/F_2 = e^{f/a}$  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  $F_1'/F_2' = e^{f/a}$  does apply. Then

$$4F_1' - 8(50) - 2F_2' = 0 \quad \text{and} \quad F_1'/F_2' = e^{f/a} = 3.5, \quad \text{from which} \quad F_1' = 116 \text{ lb}, \quad F_2' = 33 \text{ lb}$$

The amount of torque that may be sustained is  $T = 3(116 - 33) = 249 \text{ in-lb}$ .



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

تعداد سوالات: تستی: تشریحی: ۵

نام درس: طراحی اجزا-۲

رشته تحصیلی / کد درس: مهندسی مکانیک - طراحی و کاربردی، مهندسی راه آهن - جریه، مهندسی مکانیک گرایش حرارت و سیالات،

مهندسی مکانیک ساخت و تولید، مهندسی مکانیک جامدات ۱۳۱۵۱۲۶-، مهندسی هوافضا ۱۳۱۵۱۸۴

-۵

### Solution:

- (a) For clockwise rotation, check to see if the brake is self-locking. The brake is self-locking if  $b/a \leq e^{f/a}$ , where  $e^{f/a} = e^{0.4\pi} = 3.5$ . Here  $b/a = 4/2 = 2$ , which is less than 3.5; hence the brake is self-locking and  $F_1/F_2 = e^{f/a}$  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  $F_1'/F_2' = e^{f/a}$  does apply. Then

$$4F_1' - 8(50) - 2F_2' = 0 \quad \text{and} \quad F_1'/F_2' = e^{f/a} = 3.5, \quad \text{from which} \quad F_1' = 116 \text{ lb}, \quad F_2' = 33 \text{ lb}$$

The amount of torque that may be sustained is  $T = 3(116 - 33) = 249 \text{ in-lb}$ .