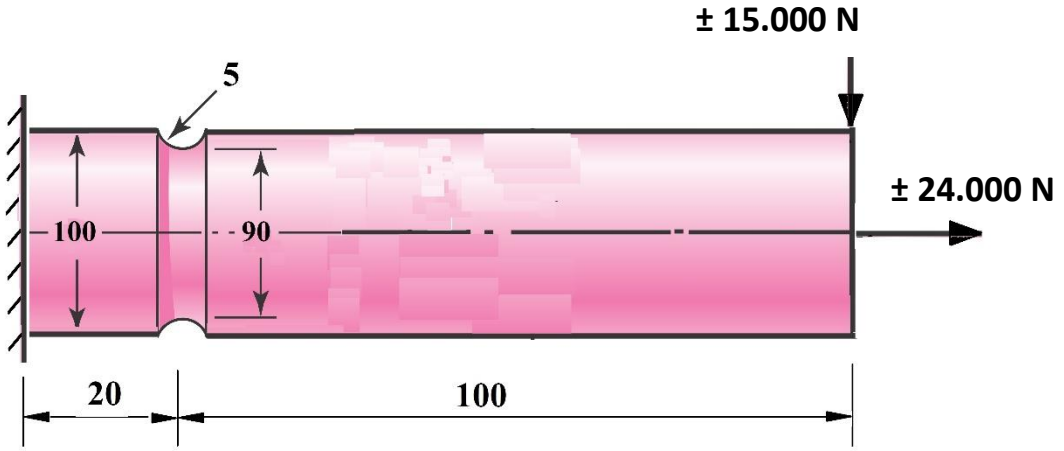


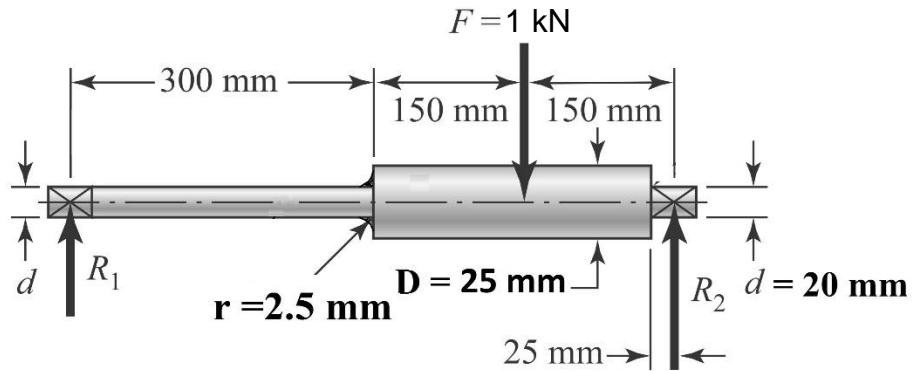
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ MÜH. FAK. MAKİNA MÜH. BÖLÜMÜ
MAKİNA ELEMANLARI-1 ARASINAV SORULARI

28/11/2020
Süre: 75 dakika

SORU 1) (50 Puan) Şekildeki parça üzerine segman kanalı açılmıştır. Parçanın bir ucu ankastre şeklinde rijit bir duvara bağlıdır ve diğer ucuna $F = \pm 15.000$ N eğilme, ± 24.000 N çekme kuvvetleri ve ± 1.500 N.m burulma momenti uygulanmaktadır. Her iki kuvvetin ve momentin de frekansları aynıdır ve eğme kuvveti aşağı doğru iken parça üzerinde çekme kuvveti vardır. Torkun uygulama yönü sonuca etki etmeyecektir. Verilen yükleme durumuna göre **500.000 yük tekrarı için** sistemin **emniyet katsayısını Von-misses** kriterine göre hesaplayınız. Parça 1040 CD çeliğinden imal edilmiştir (Akma mukavemeti $S_y = 490$ MPa ve çekme mukavemeti $S_{ut} = 590$ MPa).



SORU 2) (50 Puan) 100 dev/dk ile 180 dev/dak arasında **değişken hızla** güç uygulayabilen bir motor vasıtasıyla 2,5 kW lık güç aşağıda şekilde görülen mil ve üzerindeki dişli çark kullanılarak aktarılacak isteniyor. Motor gücü sol taraftan uygulandığı için, burulma momenti sadece mile **1 kN** eğilme kuvvetinin uygulandığı kısmın sol tarafına etki etmektedir. Mil, tavlanmış 1095 HR çeliğinden (Akma mukavemeti $S_y = 460$ MPa ve çekme mukavemeti $S_{ut} = 830$ MPa) ve 20 mm ve 25 mm çaplarında kademeli olarak imal edilmiştir. Milin **yorulma emniyet katsayısını** hesaplayınız.



Başarılar...
Doç.Dr. Murat DİLMEÇ

ÇÖZÜM 1) $n = \frac{S_f}{\sigma'_{a \max}}$; S_f : 500.000 yük tekrarı için yorulma mukavemeti)

$\sigma'_{a \max}$ nerede, hangi noktada gerçekleşmektedir?

Ankastre için; Von-Mises kriterine göre eşdeğer gerilme; $\sigma'_{a \text{ ank}} = \sqrt{\left(\frac{M_e \cdot c_1}{I_1} + \frac{F_{\zeta a}}{A_1}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{T_a \cdot r_1}{J_1}\right)^2}$

$$\sigma_{e a} = \frac{15000 \cdot 120.50}{\pi \cdot 100^4 / 64} + \frac{24000}{\pi \cdot 100^2 / 4} = 18,33 + 3,05 = 21,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy a} = \frac{1500000 \cdot 50}{\pi \cdot 100^4 / 32} = 7,64 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_{a \text{ ank}} = \sqrt{(21,4)^2 + 3 \cdot (7,64)^2} = 25,15 \text{ MPa}$$

Kanal için; Von-Mises kriterine göre eşdeğer gerilme;

$$\sigma'_{a \text{ kanal}} = \sqrt{\left(\frac{M_e \cdot c_1}{I_1} \cdot K_{f1} + \frac{F_{\zeta a}}{A_1} \cdot K_{f2}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{T_a \cdot r_1}{J_1} K_{fs}\right)^2}$$

$$\sigma_{e a} = \frac{M_e \cdot c_1}{I_1} \cdot K_{f1} + \frac{F_{\zeta a}}{A_1} \cdot K_{f2}$$

$$\tau_{xy a} = \frac{T_a \cdot r_1}{J_1} K_{fs}$$

$$K_{f1} = ? \quad r/d = 5/90 = 0,055 ; \quad D/d = 100/90 = 1,11 \quad ; \quad K_t = 2,1$$

$$S_{ut} = 590 \text{ MPa} ; \quad r = 5 \text{ mm} \text{ ise } q = 0,82 \text{ okunur. } K_{f1} = 1 + 0,82 \cdot (2,1 - 1) = 1,902$$

$$K_{f2} = ? \quad K_t = 2,4 \quad ; \quad q = 0,82 \text{ okunur. } K_{f1} = 1 + 0,82 \cdot (2,1 - 1) = 1,902$$

$$K_{f2} = 1 + 0,82 \cdot (2,4 - 1) = 2,15$$

$$K_{fs} = ? \quad K_{ts} = 1,6 \quad ; \quad q_s = 1 \text{ okunur. } K_{fs} = 1 + 1 \cdot (1,6 - 1) = 1,6$$

$$K_{f2} = 1 + 0,82 \cdot (2,4 - 1) = 2,15$$

$$\sigma_{e a} = \frac{15000 \cdot 100.45}{\pi \cdot 90^4 / 64} \cdot 1,902 + \frac{24000}{\pi \cdot 90^2 / 4} \cdot 2,15 = 39,82 + 8,11 = 47,93 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy a} = \frac{1500000 \cdot 45}{\pi \cdot 90^4 / 32} \cdot 1,6 = 16,76 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_{a \text{ kanal}} = \sqrt{(47,93)^2 + 3 \cdot (16,76)^2} = 56 \text{ MPa}$$

$$S_f = a \cdot N^b \quad a = \frac{(f S_{ut})^2}{S_e} \quad b = -\frac{1}{3} \log\left(\frac{f S_{ut}}{S_e}\right)$$

$$S_e = ? \quad k_a = 4,51 \cdot (590)^{-0,265} = 0,831 \quad k_b = 1,51 \cdot (90)^{-0,157} = 0,745 \quad k_c = k_d = k_e = 1$$

$$S_e = (0,831) \cdot (0,745) \cdot (0,5) \cdot (590) = 182 \text{ MPa}$$

$$a = ((0,868) \cdot (590))^2 / 182 = 1441 \text{ MPa} \quad b = \frac{-1}{3} \cdot \log((0,868) \cdot (590) / 182) = -0,149$$

$$S_f = 1441 \cdot N^{-0,149} \quad S_f = 1441 \cdot (500000)^{-0,149} \quad S_f = 204$$

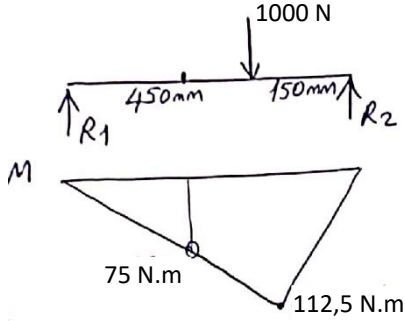
$$n = \frac{204}{56} = 3,64$$

ÇÖZÜM 2) $P = 2,5 \text{ kW}$; $n_1 = 100 \text{ d/dk}$; $n_2 = 180 \text{ d/dk}$

$$2500 = T_{min} \cdot \frac{\pi \cdot 180}{30} \quad T_{min} = 132 \text{ N.m} ; \quad 2500 = T_{max} \cdot \frac{\pi \cdot 100}{30} \quad T_{max} = 239 \text{ N.m}$$

$$T_m = \frac{T_{min} + T_{max}}{2} = \frac{132 + 239}{2} = 185,5 \text{ N.m} ; \quad T_a = \frac{T_{max} - T_{min}}{2} = \frac{239 - 132}{2} = 53,5 \text{ N.m}$$

$$M_a = 75 \text{ N.m} ; \quad T_a = 53,5 \text{ N.m} ; \quad M_m = 0 ; \quad T_m = 185,5 \text{ N.m}$$



$$K_{fs} = ? \quad K_{ts} = 1,3 ; \quad q_s = 0,95 \text{ okunur.} \quad K_{fs} = 1 + 0,95(1,3 - 1) = 1,285$$

$$K_{f1} = ? \quad r/d = 2,5/20 = 0,125 ; \quad D/d = 25/20 = 1,25 ; \quad K_t = 1,55$$

$$S_{ut} = 830 \text{ MPa} ; \quad r = 2,5 \text{ mm} \text{ ise } q = 0,84 \text{ okunur.} \quad K_{f1} = 1 + 0,84 \cdot (1,55 - 1) = 1,462$$

$$\sigma_{ea} = \frac{32 \cdot (1,462)(75)(1000)}{\pi 20^3} = 139,6 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = \frac{16 \cdot (1,285)(53,5)(1000)}{\pi 20^3} = 43,75 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = \frac{16 \cdot (1,285)(185,5)(1000)}{\pi 20^3} = 152 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_a = \sqrt{(139,6)^2 + 3 \cdot (43,75)^2} = \pm 158,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_m = \sqrt{(0)^2 + 3 \cdot (152)^2} = 263 \text{ MPa}$$

$$S_e = ? \quad k_a = 4,51 \cdot (830)^{-0,265} = 0,759 \quad k_b = 1,24 \cdot (20)^{-0,107} = 0,899 \quad k_c = k_d = k_e = 1$$

$$S_e = (0,759) \cdot (0,899) \cdot (0,5) \cdot (830) = 283 \text{ MPa}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma'_a}{S_e} + \frac{\sigma'_m}{S_{ut}} \quad \text{Goodman Kriteri}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{158,8}{283} + \frac{263}{830} = 1,14$$