



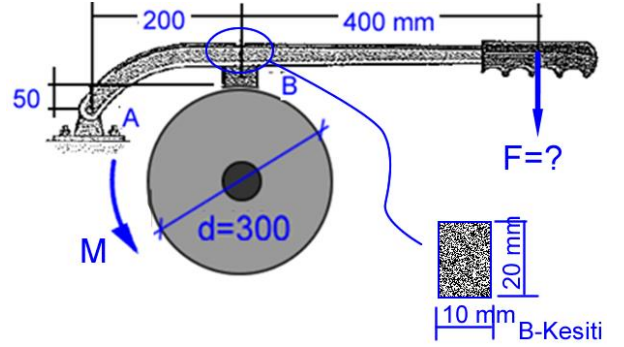
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ, MAKİNE ELEMANLARI, YAZ OKULU -VİZE SINAVI-13.08.2024

Sorularda sizce bir eksik yer varsa kendiniz karar alarak tamamlayınız. 1 sayfa önlü arkalı dolu, formül kağıdı serbesttir. Yerçekimi ivmesini 9.81 alın. Süre: 90 dk. Başarılar... İ.Çayiroğlu

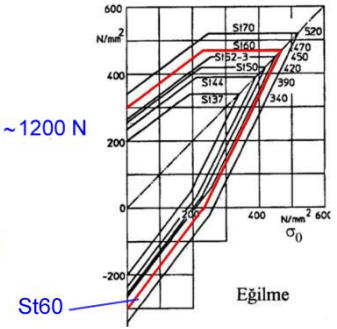
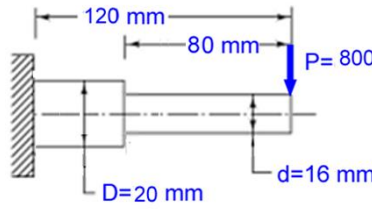
SİZCE SORULARDA BİR EKSIK, HATA VAR İSE KENDİNİZ KARAR ALIP TAMAMLAYINI!

1) Şekildeki gibi motora bağlı bir fren tamburu, bir kol ile bastırarak durdurulacak. Fren kolunun kesiti 10x20 mm boyutlarındadır. Buna göre frenleme esnasında kolun kırılmaması için **elle en fazla ne kadar kuvvet** uygulayabiliriz ($F=?$). Kolun malzemesi aşağıda verilmiştir. Dinamik sürekli mukavemet değerini emniyet gerilmesi olarak alın. (20p)

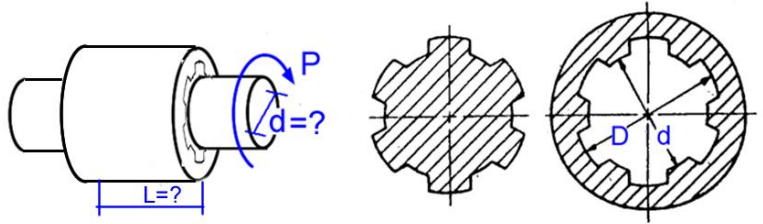
Gerilme Değerleri Malzeme	$\sigma_{\text{ÇekmeKopma}}$	ÇEKME		EĞİLME		BURULMA	
		σ_{SAK}	σ_{SD}	σ_{SAK}	σ_{SD}	σ_{SAK}	σ_{SD}
Fe 60	600	380	260	540	320	220	180



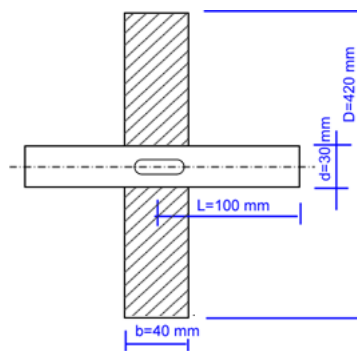
2) Yandaki şekilde verilen milin ucuna **800 ile 1200 N** arasında değişen bir yük uygulanmaktadır. Mili en zayıf olduğu noktaya göre sürekli mukavemet açısından kontrol edin. Malzeme **St60** dir. Bu malzemeye ait Eğilme Sürekli Mukavemet diyagramı yanda verilmiştir. **Emniyetli olup olmadığını diyagram üzerinde** yaklaşık gösterin. (20p)



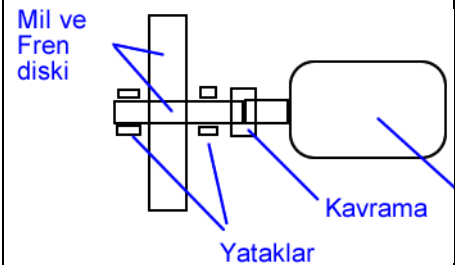
3) Bir motordan gelen güç şekildeki gibi 6 adet dişi olan bir **kamalı mil** üzerinden başka bir yere aktarılacaktır. Motorun gücü **16 kW** dır. Milin dönme devri **800 d/d** dır. Buna göre hareketi iletecek **milin çapını** ($d=?$) ve **kamaların boyunu** ($L=?$) bulunuz. (hepsi aynı malzemeden yapılmıştır. Kayma emniyet gerilmesi, $\tau_{em} = 30$ MPa $P_{em} = 40$ MPa alın) (20p)



4) Birinci sorudaki fren diski yandaki gibi bir mil üzerine monte edilmiştir. Disk dönerken hangi devirlerde **Burulma Titreşimi** nedeniyle rezonansa girer? (Verilenler: $D=420$ mm, $d=30$ mm, $b=40$ mm, Malzemenin kayma modülü $G=78400$ N/mm², yoğunluğu $\rho=7860$ kg/m³. Not: L mesafesi mili döndüren uç ile direnen etkinin arası olmalıdır. Burada $L=100$ mm alınır. Boştaki ucun etkisi olmaz.) (20p).



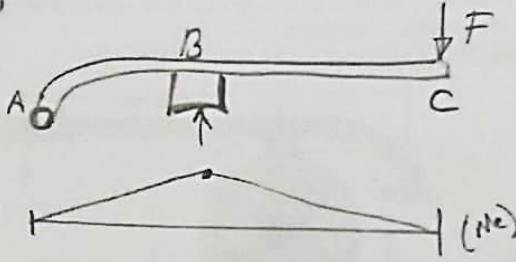
5. a) Birinci sorudaki fren diski motorun çıkış mili ucuna bağlanacaktır. Bu fren diski ile birlikte mil ve yataklarının **tasarımını kesit resmi olarak** çizin. Ön taslak resim yanda verilmiştir. Diskin mil üzerinde kaymamasına, yatak ve kavrama detaylarına dikkat edin (10p)



5.b) *) Makine elemanlarında **ömrü etkileyen faktörler** nedir? Anlatınız..
*) Bir tasarım yaparken **optimum tasarımı** bulmak için hangi kriterlere dikkat edersiniz?
*) **Yorulma** olayı nasıl meydana gelir?
*) **Emniyet gerilmesi** nedir? Nasıl belirlenir?
*) İçerisinde **atalet kavramı** geçen hangi büyüklükleri biliyorsunuz? Neyi ifade ediyor? (10 p)

GÖZÜMLER

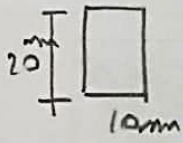
①



Kola bastırınca B noktasında eğilme momenti kırılmaya zorlanır. Eğilme momenti grafifi şekildedeki gibi olur.

$$M_e = F \cdot BC \quad \text{olur.} \quad \text{400 mm}$$

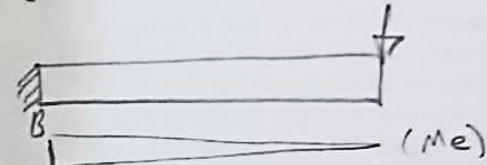
BC arasındaki çubuk sanki B noktasından ankastre bağlanmış gibi görürüz.



$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_x = \frac{10 \cdot 20^3}{12}$$

$$I_x = 6666 \text{ mm}^4$$



$$\sigma_e = \frac{M_e \cdot c}{I_x} < \sigma_{em}$$

Tablodan σ_{es} değerini kullanmamız isteriz

$$\sigma_{es} = 320 \text{ MPa}$$

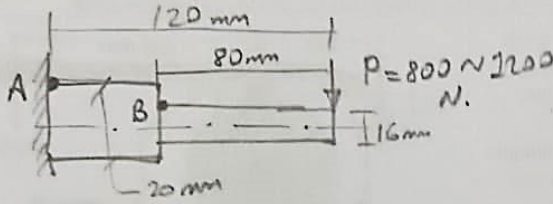
Değerleri yerine yazıp F kuvvetini çözelim

$$\frac{(F \cdot BC) \cdot c}{I_x} = 320 \text{ MPa} \Rightarrow F = \frac{320 \text{ MPa} \cdot 6666 \text{ mm}^4}{400 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}}$$

$$F = 533.28 \text{ N} \approx 53 \text{ kgf}$$

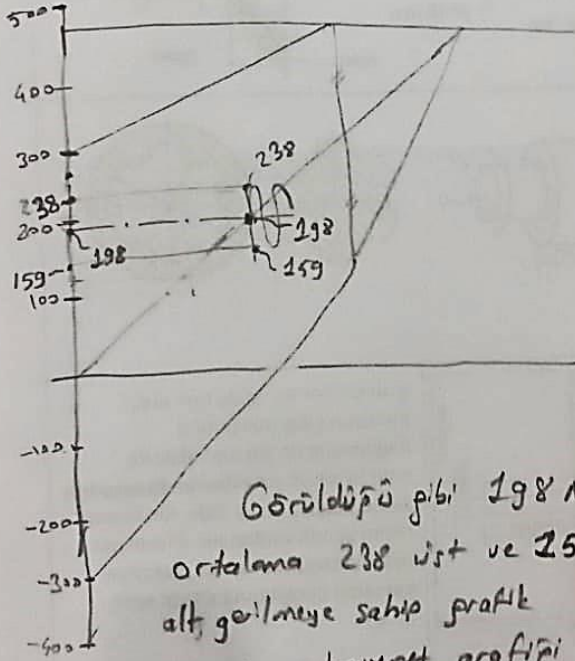
2

Önce milin en zayıf noktasını bulalım. Kuvvet milde eğilmeye yol açacaktır. A ve B noktaları için gerilmeleri hesaplayalım



B noktası için eğilme gerilmesini hesaplayalım

$$\sigma_{eB} = \frac{1200 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm}}{\frac{\pi \cdot 16^4}{64} \text{ mm}^4} = 238 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



Görüldüğü gibi 198 MPa ortalama 238 üst ve 159 MPa alt gerilmeye sahip grafik sürekli mukavemet grafiği içinde gösterilmektedir. Yani parçamız güvenli'dir. (Çentik etkisi, yüzey pürüzlülüğü hesaba katılmadı).

En yüksek kuvvet etti ödeşkes A noktası için

$$\sigma_{eA} = \frac{M_c \cdot c}{I_x} = \frac{(P \cdot L) \cdot c}{\frac{\pi \cdot D^4}{64}}$$

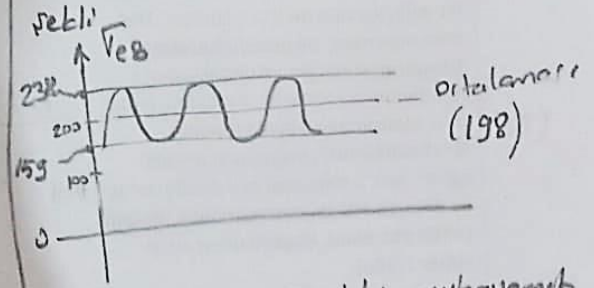
$$\sigma_{eA} = \frac{1200 \text{ N} \cdot 120 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}}{\frac{\pi \cdot 20^4}{64} \text{ mm}^4} = 183 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Görüldüğü gibi B noktasında gerilme daha yüksek çıktı. Dinamik incelemeyi bu noktaya göre yapalım.

Küçük gerilmeyide hesaplayalım

$$\sigma_B = \frac{800 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm}}{\frac{\pi \cdot 16^4}{64} \text{ mm}^4} = 159 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

B noktasındaki zorlanmanın



Bu grafiği sürekli mukavemet diyagramını işine girelim emniyetli kontrol edelim. Ölçüleri girmeliyiz. Önce ortalama noktasını bulalım. sonra 238 ile 159 arasında değeri gösterelim.

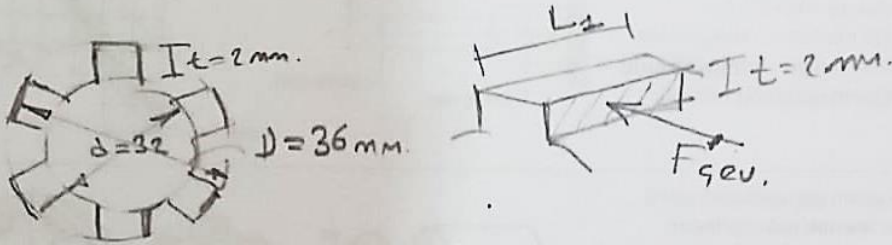
3

Önce milin çapını bulalım. Sadecce burulma momenti var.

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_d}{\pi \cdot \tau_{em}}} \Rightarrow \left\{ M_d = 9550 \frac{P \cdot kw}{n \cdot d/d} = 9550 \frac{16 kw}{200 \cdot 1/1} = 191 Nm. \right.$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 191000 Nmm}{\pi \cdot 30 \frac{N}{mm^2}}} = 32 \text{ mm}$$

Burada milin çapı bulundu fakat kama yüksekliği belli değil. Buna kendimiz karar verebiliriz. Kama yüksekliğini 2mm alalım. O zaman D çapı $32+4=36$ mm olur.



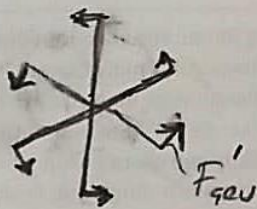
Çevre kuvveti momentten bulunur.

$$M_d = F_{gev} \cdot r \Rightarrow F_{gev} = \frac{191000 Nmm}{16 \text{ mm}} \Rightarrow$$

$$F_{gev} = 11937 \text{ N} \approx 1,1 \text{ ton}$$

Bu kuvveti 6 tane diş (kama) taşıyor. her birine düşen kuvvet

$$F'_{gev} = 1989 \text{ N} \approx 198 \text{ kgf} \text{ olur.}$$

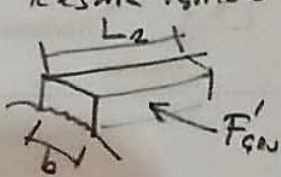


r yarı çapı tam yarı çapın ortasına geldiğinde 17mm olmalıdır alınabilir. Emniyet için 16mm aldık.

Bu kuvvet yan yüzeyi ezmemesi için boyu bulalım.

$$P = \frac{F'_{gev}}{L_2 \cdot t} < P_{em} \Rightarrow L_2 = \frac{F'_{gev} \sim 1989 \text{ N}}{2 \text{ mm} \cdot 40 \frac{N}{mm^2}} \Rightarrow L_2 = 24 \text{ mm.}$$

Kesme içinde kontrol edelim. Bunun için b genişliği verilmesi gerekir, tablolardan ya da sınıfı b değeri alınabilir ama biz burada $b=4$ mm alalım.



$$\tau = \frac{F'_{gev} \sim 1989 \text{ N}}{L_2 \cdot b \sim 4 \text{ mm}} < \tau_{em} \sim 30 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow L_2 = 16 \text{ mm.} \text{ Büyük olan } L_2 = 24 \text{ mm} \text{ sonuçtur}$$

4

Burulma titreşimlerinin formülü;

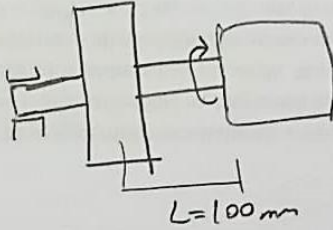
$$W_{ökr} = \sqrt{\frac{C_b}{I_m}} \sim \text{Döner kütle; taşıyan ve burulmaya uğrayarak yay etkisi oluşturan milin yay katsayısıdır.}$$

→ Milin üzerinde döner ataletleri oluşturan kütlelerin, Kütle Atalet momentidir.

Bu değerleri bulalım. Milin ^{burulma} yay katsayısı (C_b) formülü

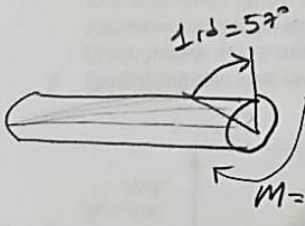
$$C_b = \frac{G}{L} I_p = \frac{78400 \text{ N/mm}^2}{100 \text{ mm}} \cdot 79521 \text{ mm}^4 \cdot \text{N.m} \cdot \text{mm} \cdot I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{\pi \cdot 30^4 \text{ mm}^4}{32} = 79521 \text{ mm}^4$$

2 milin polar atalet momenti.



Milin bir ucu bostadır. Burulmaya etkisi yoktur. Diğer ucu motara bağlı ve bu kısımdan zorlanmaktadır. Dolayısıyla burulma yay etkisi bu bölgede oluşmaktadır.

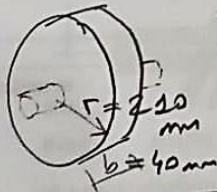
$$C_b = 62344906 \text{ Nmm}$$



çıktı. Bu nedenelettir? Paydasında 1 vardır. Birim analizinde 1 rad demektir. yani $\frac{\text{Nmm}}{\text{rd}}$. Buda milin 1 rad yan

sevilmekte için gerekli olan moment gösterir. Bu milin 57° çevirebilmek için 62345 Nm ile bir moment uygulanmalı gerekir. Milin uzun 10cm iken.

I_m / Kütle atalet momentini hesaplayalım. Döner kütle etkisini ortadaki disk oluşturur. Milin döner kütle etkisini ihmal edelim.



$$I_m = \frac{1}{2} m r^2 = \frac{1}{2} 43 \text{ kg} \cdot 0,210^2 \text{ m}^2 = 0,96 \text{ kg m}^2$$

Kütle; verilmemiş. Hacimden ve yoğunluktan hesaplanabilir.

$$m = V \cdot \rho = (\pi \cdot r^2 \cdot b) \cdot \rho = \pi \cdot 210^2 \cdot 40 \cdot 7860 \text{ kg/m}^3 = \pi \cdot 0,210^2 \text{ m}^2 \cdot 0,040 \text{ m} \cdot 7860 \text{ kg/m}^3 = 43 \text{ kg.}$$

metreye çevirmeliyiz.

$$W_{ökr} = \sqrt{\frac{C_b}{I_m}} = \sqrt{\frac{62345 \text{ Nmm}}{0,96 \text{ kg m}^2}}$$

Dikkat N ile kg aynı formülde yazıyorsa silenez. Birbirine dönüştürmeliyiz

$$F = m \cdot a \Rightarrow N = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow W_{ökr} = \sqrt{\frac{62345 \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} \cdot \text{mm}}{0,96 \text{ kg m}^2}} = \sqrt{\frac{62345 \frac{1}{\text{s}^2}}{0,96}} = 254 \frac{1}{\text{s}} = \frac{\text{rd}}{\text{sn.}} \Rightarrow n = 2433 \frac{\text{devir}}{\text{dak}}$$

$\omega = \frac{2\pi n}{60}$