

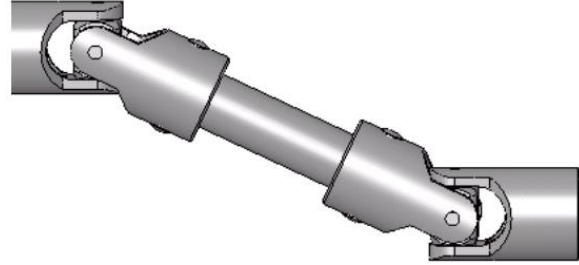


AD SOYAD .....

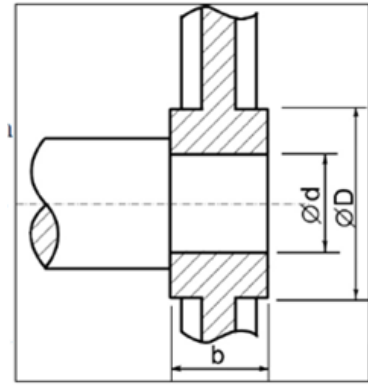
NO .....

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ, MÜH. FAK. MEKATRONİK BÖL. MAKİNE ELM. DERSİ, BÜTÜNLEME SINAVI, **21.01.2020**  
İsimlerinizi okunaklı ve büyük yazın. Sınav klasik okunacaktır. Formül kağıtlarının her ikisini de sınavda kullanabilirsiniz.  
Kağıtlar üzerine yazacağınız el yazısı ile notlar serbesttir. Değerleri olabildiğince hassas almaya çalışın. Süre Net 90 dk.  
Sorularda SİZCE EKSİK BİR YER VARSA kendiniz karar alarak tamamlayın. Başarılar. İ. Çayıroğlu

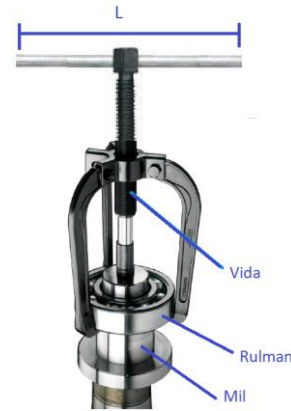
1) (20 p) Şekildeki gibi bir kardan mili 300 BG gücündeki bir kamyonun motorundan 700 d/d ile tekerlere hareketi iletecektir. Mil içi boş ve et kalınlığı 10 mm olan bir borudan üretilecektir. Milde oluşan emniyetli kayma gerilmesi ( $\tau_{em} = 60 \text{ N/mm}^2$ ) geçmeyecek şekilde tasarlanırsa gerekli Mil borunun dış ve iç çapı kaç mm alınmalıdır? (1BG=736 W.)



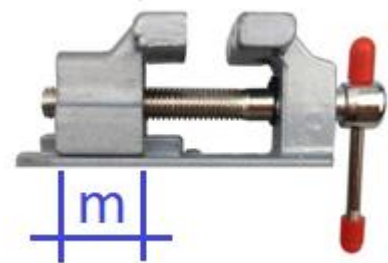
2) (20 p) Şekildeki gibi bir kasnak göbeği mile Sıkı geçme ile bağlanacaktır. Mil ve delik çapları imalattan sonra ölçülmüş, milin çapı 36,075 mm, deliğin çapı ise 36,020 mm olarak bulunmuştur. Her iki parçanın da yüzey pürüzlülük değerleri  $R_t=10$  mikron olarak ölçülmüş. Bu bağlantı 1000 d/d ile hareketi iletecektir. Milin boşta dönmemesi için **bağlanabilecek en büyük motor gücü kaç kW olmalıdır?** (Göbek dış çapı  $D=72 \text{ mm}$ , bağlantı genişliği  $b=41 \text{ mm}$ , Göbek ve mil aynı malzemeden olup Elastisite modülü  $E=205000 \text{ N/mm}^2$ , Poisson oranı  $\nu=0.3$ , sürtünme katsayısı  $\mu=0.1$ , Hareket az titeşimli  $k=0.25$ )



3) (20 p) Şekildeki verilen çektirme aparatı, mil üzerine bağlanmış Rulmanları milden çıkarmak için kullanılır. Çevirme kolunun iki uç arasındaki toplam boyu  $L=30 \text{ cm}$  ve bir kişi iki eliyle 40 kgf uygulayabilmektedir (yani bir eliyle 20kgf 15 cm kol boyunca uygulamış olur). Bu kadar kuvvet uyguladığında **rulmanı çıkarmak için mile kaç ton baskı yapmış olur.** Mile baskı yaparken vidanın uç kısmı noktasal baskı yapmaktadır ve sürtünme oluşmamaktadır (Vida türü M20, diş yüksekliği  $t=1.66 \text{ mm}$ , hatve adımı  $h=2.5 \text{ mm}$ ,  $\mu=0.15$ ).



4) (20 p) Şekildeki gibi bir tesisatçı mengenesi kullanılırken, mengene çeneleri arasında en az 5000 kgf baskı uygulaması istenmektedir. Mengenenin gövdesi dökme demirden, Vida mili ise çelikten yapılmıştır. Bu yük altında vida dişlerinin ezilmemesi için **somun yüksekliği en az kaç mm olmalıdır** ( $m=?$ ). (Dökme demirin  $P_{em}=20 \text{ MPa}$ , Çeliğin  $P_{em}=30 \text{ MPa}$ , Vida türü Trapezdir.  $d=20 \text{ mm}$ ,  $\beta=30^\circ$ ,  $h=4 \text{ mm}$ ,  $t=2 \text{ mm}$ ).



5) (20 p) (Şekil sorusu): İki saç palaka arasına belli bir mesafe boşluk vererek saplama veya civata-somun kullanarak bağlamak istiyoruz. Bu iki plakayı birbirine bağlayabilmek için kaç değişik yöntem uygulayabilirsiniz. Şekil çizerek gösteriniz.

(Şekil sorusu): Bir civatayı üretirken hangi üretim yöntemlerini kullanırsınız. Şekil çizerek anlatınız.

## GÖZÜMLER

①

$$P = 300 \text{ BG} \cdot 736 \text{ W} = 220800 \text{ W} = 220,8 \text{ kW}$$

$$n = 700 \text{ d/d}, \quad \tau_{\text{em}} = 60 \text{ N/mm}^2$$

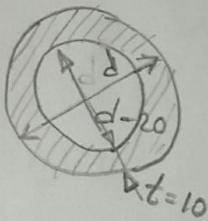
Bu güç, bu devirde ne kadar moment iletir, bulalım.

$$M_d = 9550 \frac{P \text{ kW}}{n \text{ d/d}} = 9550 \cdot \frac{220,8 \text{ kW}}{700 \text{ d/d}} = 3012,34 \text{ Nm}$$

Bu momenti içi boş bir mifle (boru mil) iletceğiz.

Bu miflede oluşan burulma kayma gerilmesi.

$\tau_{\text{em}} = 60 \text{ N/mm}^2$  den düşük olmalıdır.

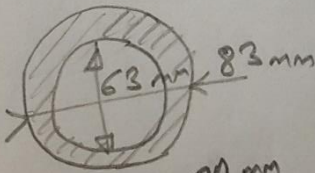


$$\tau_b = \frac{M_b}{\frac{I_p}{r}} \Rightarrow \tau_b = \frac{3012,34 \cdot 1000 \text{ Nmm}}{\frac{\pi \cdot d^4}{32} - \frac{\pi \cdot (d-20)^4}{32}} < \tau_{\text{em}}$$

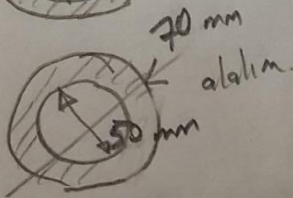
Bu denklemde  $d$  yi seçmemiz gerekir, fakat  $\frac{d}{2}$  bir değerden  $d$  yi seçmek zorlu bir matematiksel sorun gerektirir. Bu nedenle yakın bir çözüm bulmak için temel sağ formülünü kullandım.

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_b}{\pi \tau_{\text{em}}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 3012340 \text{ Nmm}}{\pi \cdot 60 \text{ N/mm}^2}} = 63,47 \text{ mm} \quad (\text{Bu içi dolu mil olduğunda geçerlidir})$$

Buna yakın içi boş milleri deneyelim.



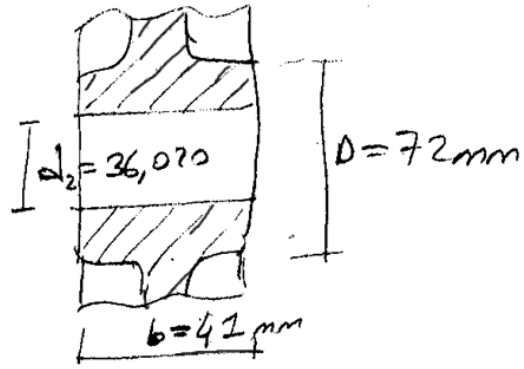
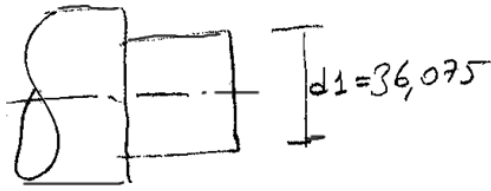
$$\tau_b = \frac{3012340 \text{ Nmm}}{\frac{\pi \cdot 83^4}{32} - \frac{\pi \cdot 63^4}{32}} = 40 \text{ N/mm}^2 < \tau_{\text{em}} = 60 \text{ N/mm}^2$$



$$\tau_b = \frac{3012340 \text{ Nmm}}{\frac{\pi \cdot 70^4}{32} - \frac{\pi \cdot 50^4}{32}} = 60,4 \text{ N/mm}^2 < \tau_{\text{em}} = 60 \text{ N/mm}^2$$

Yaklaşık  
Bu sayılar  
kullanılabilir.

②



$$R_L = 10 \mu = R_{tm} = R_{td}$$

Yüzey pürüzlülüğü nedeniyle, eşitler yüzeyler sonucunda  
çap farkı doğacaktır. Bunu hesaplayalım.

$$\begin{aligned} \delta &= 2 (0,6 \cdot R_{tm} + 0,6 R_{td}) = 0,024 \text{ mm} \\ &= 2 (0,6 \cdot 10 + 0,6 \cdot 10) = 24 \mu \end{aligned}$$

her iki parçadan  
çaplar toplam  
azalmayı gösterir.

Bu değer mevcut çap farkından  
dışarsak

$$U = \Delta + \delta$$

$$0,055 = \Delta + 0,024$$

$$U = 36,075 - 36,020$$

$$U = 0,055 \text{ mm}$$

$\Delta = 0,031 \text{ mm} = 31 \mu$ . bu kadarlık bir çap  
farkı sıkı geçmeyi oluşturur  
hareketi iletecektir.

Bu çap farkı yüzeylerde ne kadar  
bır basıncı oluşturur onu bulalım.

$$\Delta = P \cdot d \left[ \frac{1}{E_1} \left( \frac{1+C_1^2}{1-C_1^2} + \nu_1 \right) + \frac{1}{E_2} \left( \frac{1+C_2^2}{1-C_2^2} + \nu_2 \right) \right]$$

0,031 36mm 205000 1,3 205000 0,75 0,5 0,3 1,96

m.1 için

$$C_1 = 0$$

delik için

$$C_2 = \frac{36}{72} = 0,5$$

$$\frac{\Delta \cdot E_1}{d} = P \cdot (1,3 + 1,1)$$

$$P = \frac{0,031 \cdot 205000 \frac{N}{mm^2}}{36 \text{ mm} \cdot 3,26}$$

$$P = 54,149 \frac{N}{mm^2}$$

Bu yörüy barınca ne kadar sür sürünme momenti taşıy onu bulalım.

$$M_s = \frac{1}{2} p \cdot \pi \cdot \mu \cdot b \cdot d^2$$

$\underbrace{54,149}_{\text{N/mm}^2} \cdot \underbrace{3,14}_{\text{}} \cdot \underbrace{0,1}_{\text{}} \cdot \underbrace{41\text{mm}}_{\text{}} \cdot \underbrace{36\text{mm}^2}_{\text{}}$

$$M_s = 451735,23 \text{ Nmm.}$$

$$M_s = 451,735 \text{ Nm}$$

Motor sürünmeden daha az zorlanmalıdır. daha emniyetli almalıyız. Hareket az titreşimli olduğu için emniyet  $k=1,25$  alacağız.

$$M_s = k \cdot M_d$$

$$451,735 = 1,25 \cdot M_d \Rightarrow M_d = 361,38 \text{ Nm.}$$

Bu kadarlık bir moment  $n=1000 \text{ d/d}$  ile ileten motorun pöş ne olur, bulalım.

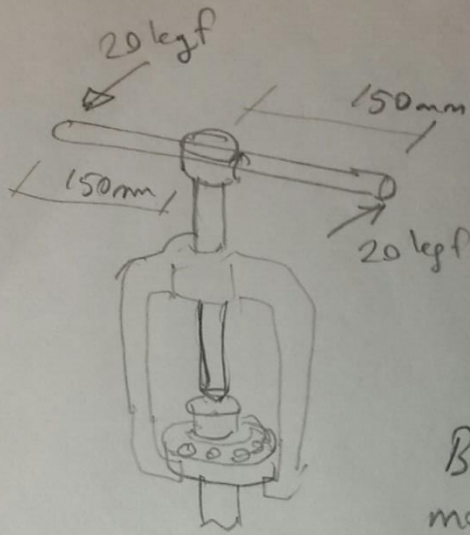
$$M_d = 9550 \frac{P}{n} \Rightarrow P = \frac{361,38 \cdot 1000}{9550} = 37,84 \text{ kW}$$

$\underbrace{361,38}_{\text{?}} \quad \underbrace{1000}_{\text{~1000}}$

Burada bu çap farkının pöşeyi çatlatıp çatlatmayacağı dikkat edilmelidir. Uygulamadan önce orunda kontrol edilmesi gerekir.



(3)



2 elle uygulanan moment

$$M = 2 \cdot F \cdot L$$

$$= 2 \cdot (20 \text{ kgf} \cdot 9,81) \cdot 150 \text{ mm}$$

$$= 58860 \text{ Nmm} = 58,860 \text{ Nm}$$

Bu tür uygulamalarda elle uygulanan moment dişlerde elverişli kuvvete ve samana altı sürtünmeye hâccar.

Yani

$$M_{\text{elle}} = M_{\text{dişler}} + M_{\text{samana altı}} \quad \text{Samana altı sürtünme yâletur.}$$

$$M_{\text{elle}} = F_0 \cdot \tan(\alpha + \gamma') \cdot r_2 + 0$$

Formüldeki değeleri bulalım.

$$\tan \alpha = \frac{h}{\pi d_2} = \frac{2,5 \text{ mm}}{\pi \cdot 18,34 \text{ mm}} = 0,04339$$

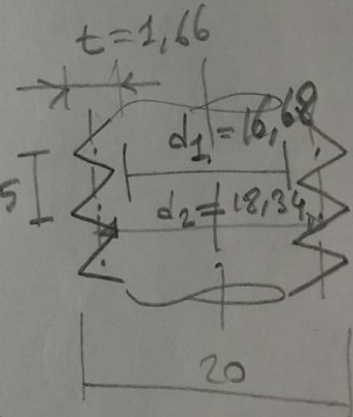
$$\alpha = 2,484^\circ$$

$$\mu = 0,15 \Rightarrow \mu' = \frac{\mu}{\cos \frac{\beta}{2}} = \frac{0,15}{\cos \frac{60}{2}} = 0,1732$$

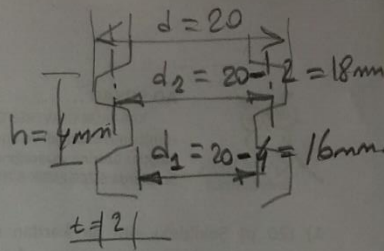
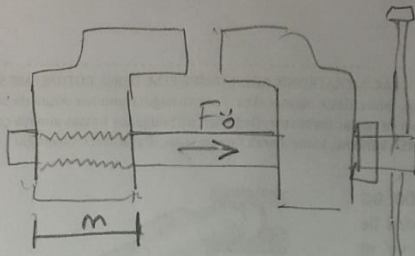
$$\mu' = \tan \gamma' \Rightarrow 0,1732 = \tan \gamma' \Rightarrow \gamma' = 9,826$$

$$58860 \text{ Nmm} = F_0 \cdot \tan(2,484^\circ + 9,826) \cdot \frac{18,34}{2} \text{ mm}$$

$$F_0 = 29414 \text{ N} \approx 2,9 \text{ ton}$$



④



$$z = \frac{F_0}{P_{em} \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t} = \frac{5000 \cdot 9,81 \text{ N}}{20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \pi \cdot 18 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm}} = 21,68 \approx 22 \text{ diş}$$

$$m = z \cdot h = 22 \cdot 4 \text{ mm} = 88 \text{ mm.}$$

→ Zayıf olan Dişleme  
Demi olduğu için  
orta P<sub>em</sub> kullanılır.