



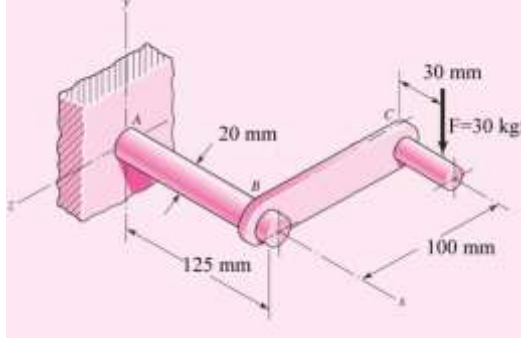
AD SOYAD ..... NO .....PUAN .....

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ, MÜH.FAK. MEKATRONİK BÖL. MAKİNE ELM. YAZ OKULU VİZE SINAVI, 02.08.2018

Sınav klasik olarak okunacaktır. Kağıtlar üzerinde oturma sırası vardır. Yakınızdaki birinin hatası diğerlerinde çıkarsa hepsi kopya işlemi görür. Kağıtlarınızı saklayın. Formül kağıtları ve üzerine yazılacak notlar serbesttir. Bu kağıtlar sınav kağıdı hükmündedir. Üzerine isimlerinizi yazın. Başkasında görülürse direk kopyadır. Sınav kağıdı ile birlikte teslim edin. Birimleri olabildiğince hassas almaya çalışın. Süre Net 90 dk. Başarılar. İ. Çayıröğlü

NOT: SORULARDA SİZCE EKSİK BİR YER VARSA KENDİNİZ KARAR ALIP TAMAMLAYIN !..

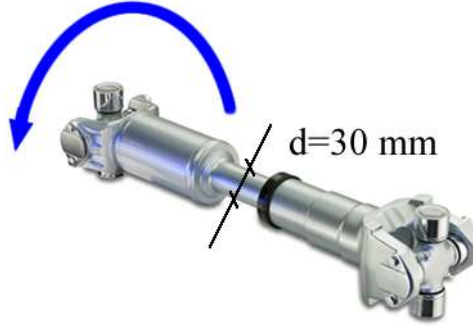
1) Şekildeki gibi bir kolun tutma yerine 30 kgf kuvvet uygulanmaktadır. Malzemenin A noktası en zayıf nokta kabul edilirse bu noktada oluşan gerilmelere göre sistem **Akmaya göre kaç kat emniyetlidir?** ( $\sigma_{Ak}=350$  MPa)



1,2

2) Aynı soru için  $F=30 \pm 10$  kgf lik değişken bir yükleme yapılırsa A noktasını sürekli mukavemet açısından inceleyiniz. Sürekli mukavemet diyagramını çizip oluşan **gerilme grafiğini diyagram üzerinde gösteriniz.** (Not sürekli muk.diy. eğilmeye göre çizilsin ( $\sigma_{eAk}=300$  MPa,  $\sigma_{eD}=200$  MPa, alınız) Diyagram sadece ortalama gerilme ve genliğe göre çizilmiş olsun).

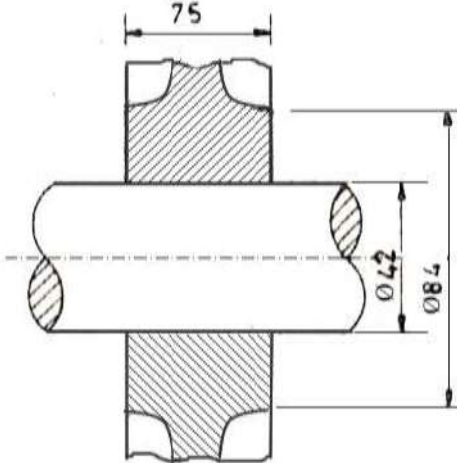
3) Şekildeki gibi bir Kardan milinin (Farklı eksenlerde hareketi iletebilen mil) en ince kısmı 30 mm dir.  $n=1000$  d/d ile hareket iletilecektir. Bu kardan miline bağlanabilecek **en fazla motor gücü kaç kW** olur. (Milin  $\tau_{em}=50$  MPa alın)



3

5) a) Bir dişliyi mil üzerine bağlayıp yataklarken nelere dikkat edersiniz, şekil çizerek anlatınız.  
b) Bir dişli göbeğini mil üzerine sıkı geçme ile bağlayacağız. Mil üzerinde işlem yapmak istemiyoruz. Göbek üzerinde hangi işlemleri yaparak bağlamayı tavsiye edersiniz. Şekil çizerek anlatınız.

4) Şekildeki gibi bir mil göbek bağlantısı sıkı geçme ile montaj yapılmıştır. Teknik resim üzerinde Delik toleransı  $\text{Ø}42\{0,+25\}$  Mil toleransı ise  $\text{Ø}42\{+55,+75\}$  gösterilmiştir. **Yüzey ezilme paylarını** yok kabul edersek bu bağlantı ile **en fazla kaç kW lık bir güç iletilebilir.** Hareket az titreşimli olarak  $n=1000$  d/d hızda iletilecektir.



4

c) Bir tren teker çiftini dönen Aks olarak vagona yataklamak (bağlamak) istiyoruz. Düşündüğünüz tasarımın şeklini çizin.

**Mil için:**

$$E_1=20,6 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{em}=240 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu_1=0,3$$

**Göbek için:**

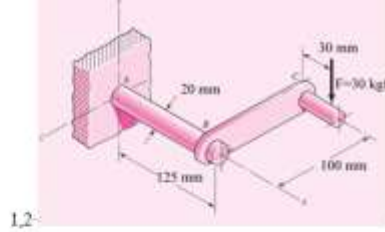
$$E_2=9,8 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{em}=130 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu_1=0,25$$

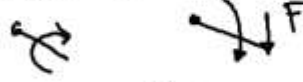
CEVAPLAR

1) Şekildeki gibi bir kolun tutma yerine 30 kgf kuvvet uygulanmaktadır. Malzemenin A noktası en zayıf nokta kabul edilirse bu noktada oluşan gerilmelere göre sistem Akmaya göre kaç kat emniyetlidir? ( $\sigma_{Ak} = 350 \text{ MPa}$ )



$$F = 30 \text{ kgf} \cdot 9,81 = 294,3$$

Bu kuvvet A noktasında Döndürme ve Eğilme etkisi oluşturur



Döndürme etkisi:

$$M_d = F \cdot 100 \text{ mm} = 294,3 \text{ N} \cdot 100 = 29430 \text{ Nmm}$$

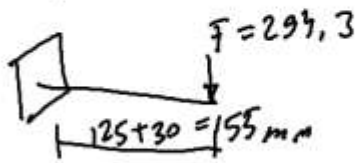
$$\tau_b = \frac{M_d}{\frac{I_p}{r}} = \frac{29430 \text{ Nmm}}{\frac{15707,96 \text{ mm}^4}{10 \text{ mm}}}$$

$$I_p = \frac{\pi D^4}{32}$$

$$I_p = 15707,96 \text{ mm}^4$$

$$\tau_b = 187,35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} [\text{MPa}]$$

Eğilme Etkisi:



$$M_e = F \cdot l = 294,3 \text{ N} \cdot 155 \text{ mm}$$

$$= 45616,5 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_e = \frac{M_e}{\frac{I_x}{c}} = \frac{45616,5 \text{ Nmm}}{\frac{7853,98 \text{ mm}^4}{10 \text{ mm}}}$$

$$I_x = \frac{\pi D^4}{64} = \frac{\pi \cdot 20^4}{64}$$

$$I_x = 7853,98 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_e = 58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} [\text{MPa}]$$

Milde oluşan bu iki etki kırmaya şayet olacaktır. Her ikisinin etkisini tek bir şeye düşürmek için Von Mises formülünü kullanabiliriz.

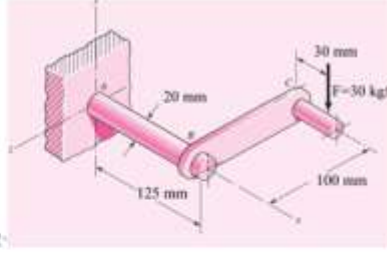
$$\tau_{ef} = \sqrt{(\tau_s + \tau_e)^2 + 3 \cdot \tau_b^2} = \sqrt{(0 + 58)^2 + 3 \cdot 187,35^2}$$

$$\tau_{ef} = 66,46 \text{ MPa}$$

Akmaya göre emniyet katsayısı

$$S = \frac{\tau_{Ak}}{\tau_{ef}} = \frac{350 \text{ MPa}}{66,46 \text{ MPa}} = 5,26 \text{ kat emniyetlidir.}$$

1) Şekildeki gibi bir kolun tutma yerine 30 kgf kuvvet uygulanmaktadır. Malzemenin A noktası en zayıf nokta kabul edilirse bu noktada oluşan gerilmelere göre sistem Akmaya göre kaç kat emniyetlidir? ( $\sigma_{ak}=350 \text{ MPa}$ ) □



2) Aynı soru için  $F = 30 \pm 10 \text{ kgf}$  lik değişken bir yüklemeye yapılsa A noktasını sürekli mukavemet açısından inceleyiniz. Sürekli mukavemet diyagramını çizip oluşan gerilme grafiğini diyagram üzerinde gösteriniz. (Not sürekli muk. diy. eğilmeye göre çizilsin. ( $\sigma_{ak}=300 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{el}=200 \text{ MPa}$ , almız). Diyagram sadece ortalama gerilme ve genliğe göre çizilmiş olsun.) □

$$F = 30 \pm 10 \text{ kgf} = 294,3 \pm 98,1 \text{ N} \text{ kuvvet etki ediyor.}$$

$$\text{Bu kuvvetin } \bar{F} = 294,3 \text{ N}, \tilde{F} = \pm 98,1 \text{ N}$$

statikte kısım A noktasında 2 tane gerilme oluşturur.

$$\left. \begin{array}{l} \bar{\sigma}_e = 58 \text{ MPa} \\ \tilde{\sigma}_b = 18,735 \text{ MPa} \end{array} \right\} \text{Bir sürekli soruda bunları bulmuştuk.}$$

Bu ikisinin etkisini tek bir etkiye Von-Mises gerilmesiyle düşürölür.

$$\bar{\sigma}_{es} = \sqrt{\bar{\sigma}_e^2 + 3 \cdot \tilde{\sigma}_b^2} = 66,46 \text{ MPa}$$

Dinamikte kuvvette benzer şekilde A noktasında 2 tane etki oluşturur.

$$\tilde{F} = \pm 98,1 \text{ N} \text{ idi} \quad \tilde{M}_d = \tilde{F} \cdot r = 98,1 \cdot 100 \text{ mm} = 9810 \text{ Nmm}$$

$$\tilde{\sigma}_b = \frac{M_d}{\frac{I_p}{r}} = \frac{9810 \text{ Nmm}}{\frac{15707,96 \text{ mm}^4}{10 \text{ mm}}} = 6,24 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_e = \frac{M_e}{\frac{I_x}{c}} = \frac{15205,5 \text{ Nmm}}{\frac{7853,98 \text{ mm}^4}{10 \text{ mm}}} \quad M_e = F \cdot l = 98,1 \text{ N} \cdot 155 \text{ mm} = 15205,5 \text{ Nmm}$$

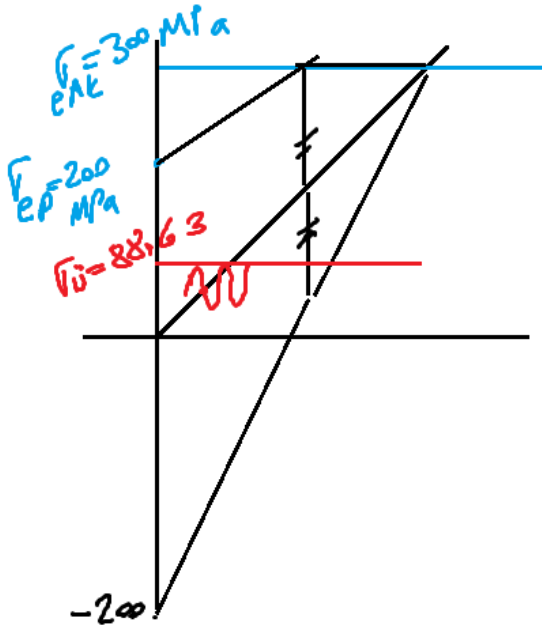
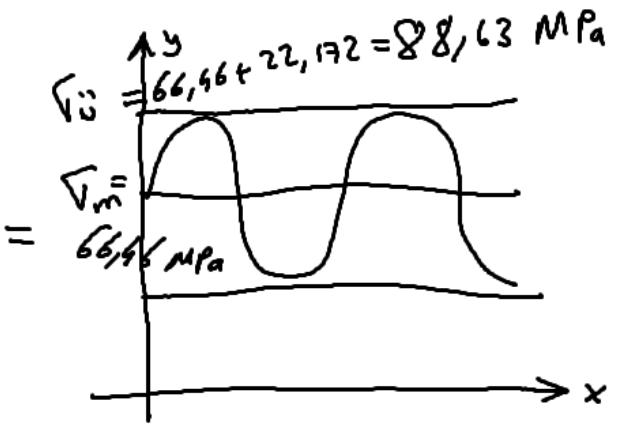
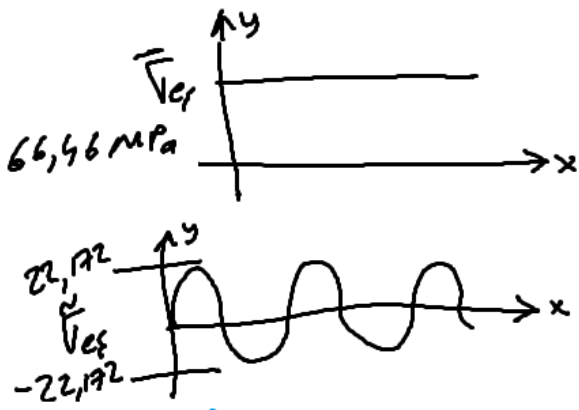
$$\bar{\sigma}_e = 19,36 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} [\text{MPa}]$$

Bu ikisinin erdeği dinamik olarak

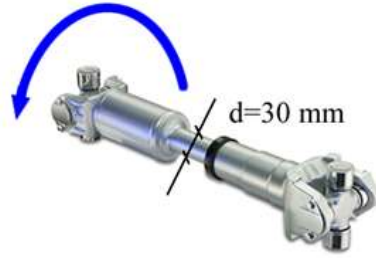
$$\bar{\sigma}_{es} = \sqrt{(\bar{\sigma}_e)^2 + 3 \cdot \tilde{\sigma}_b^2} = \sqrt{19,36^2 + 3 \cdot 6,24^2}$$

$$\bar{\sigma}_{es} = 22,172 \text{ MPa}$$

Grafikleri çizelim



3) Şekildeki gibi bir Kardan milinin (Farklı eksenlerde hareketi iletebilen mil) en ince kısmı 30 mm dir.  $n=1000$  d/d ile hareket iletilmektedir. Bu kardan miline bağlanabilecek **en fazla motor gücü kaç kW** olur. (Milin  $\tau_{em}=50$  MPa alın)



Bir motor gücü Moment üretir. Bu momenti taşıyacak belli bir çap gerekir.

$$P \rightarrow M_d \rightarrow d$$

Burada Testin gerçeğe yakın yapılmalıdır.

Sadece burulma olduğundan çap formülü

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_d}{\pi \tau_{em}}} = 30 \text{ mm} \quad M_d \text{ şerhelim}$$

$\tau_{em} \rightarrow 50 \text{ MPa}$

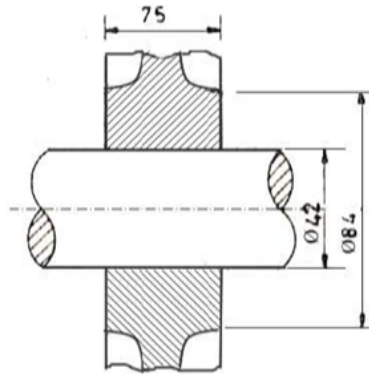
$$M_d = \frac{d^3 \cdot \pi \cdot \tau_{em}}{16} = \frac{30^3 \cdot \pi \cdot 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{16} = 265071 \text{ Nmm} \approx 265 \text{ Nm}$$

Bu momenti oluşturan gücü bulalım

$$M_d = 9550 \frac{P \sim \text{kW}}{n \sim \text{d/d}} \Rightarrow P = \frac{M_d \cdot n}{9550} = \frac{265 \text{ Nm} \cdot 1000 \text{ d/d}}{9550}$$

$P = 27,74 \text{ kW}$

4) Şekildeki gibi bir mil-göbek bağlantısı sıkı geçme ile montaj yapılmıştır. Teknik resim üzerinde Delik toleransı:  $\varnothing 42 \{0, +25\}$  Mil toleransı ise:  $\varnothing 42 \{+55, +75\}$  gösterilmiştir. **Yüzey ezilme paylarını** yok kabul edersek bu bağlantı ile **en fazla kaç kW'lık bir güç iletilebilir**. Hareket az titreşimli olarak  $n=1000 \cdot d/d$  hızda iletilecektir.



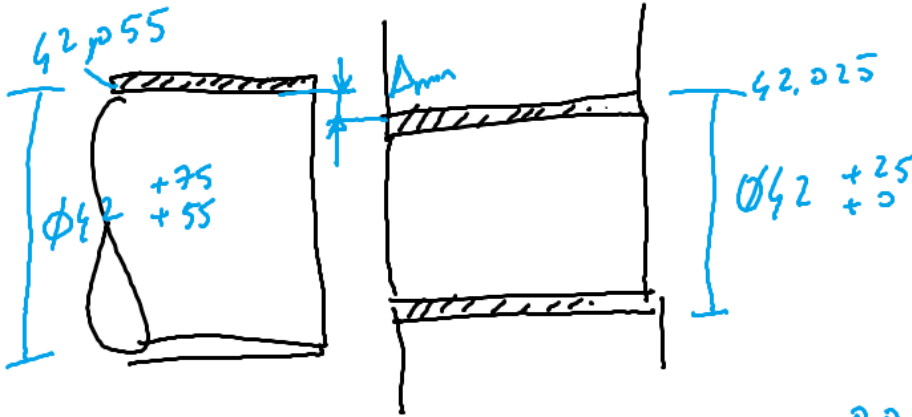
**Mil için:**  
 $E_1 = 20,6 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{em} = 240 \text{ N/mm}^2$   
 $\nu_1 = 0,3$

**Göbek için:**  
 $E_2 = 9,8 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{em} = 130 \text{ N/mm}^2$   
 $\nu_2 = 0,25$

Normalde güçten çapa doğru gidilirdi fakat bu soruda çaptan güce doğru gitmemiz gerekir. Buna göre sırayla çözelim.

$$P \rightarrow M_d \rightarrow M_s \rightarrow i_{min} \rightarrow \Delta_{min} \rightarrow d$$

$\Delta_{min}$  çap farkı hareketi iletircek en düşük çap farkıdır. Bu durum delik en büyük, mil en küçükken ortaya çıkar. Buna  $\Delta_{min}$  şu şekilde olur.



$$\Delta_{min} = 42,055 - 42,025 = 0,030 \text{ mm} = 30 \mu$$

Bu çap farkının yöreylede oluşturacağı  $P_{min}$  aşağıdaki formülden bulunur.

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

$\Delta_{min} = 0,030 \text{ mm}$   
 $d = 42 \text{ mm}$   
 $E_1 = 20,6 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $\nu_1 = 0,3$   
 $C_1 = 0$   
 $E_2 = 9,8 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$   
 $\nu_2 = 0,25$   
 $C_2 = \frac{d_1}{d_2} = \frac{42}{84} = 0,5$

$$0,030 = P_{min} \cdot 42 \left[ 3,398 \cdot 10^{-6} + 1,955 \cdot 10^{-5} \right]$$

$$P_{min} = 31,126 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} [\text{MPa}]$$

Bu basıncın oluşturduğu sıkıştırma momenti aşağıdaki formüllerden bulunur.

$$P_{min} = \frac{2 \cdot M_s}{\pi \cdot \mu \cdot b \cdot d^2}$$

$$d = 42 \text{ mm}$$

$$b = 75 \text{ mm}$$

$$31,126 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

0,1 alalım (Sarıda verilmiş. Herkes farklı alabilir)

Buna göre

$$M_s = 646849 \text{ Nmm} = 646 \text{ Nm}$$

Motorun döndürme momenti bundan 1,25 kat daha küçük olmalıdır (Hareket az titreşimli verilmiş)

$$M_d = \frac{M_s}{1,25} = \frac{646849 \text{ Nmm}}{1,25} = 517479 \text{ Nmm}$$

$$M_d = 9550 \frac{\text{Nm}}{\text{r/d}} \Rightarrow P = \frac{M_d \cdot n}{9550} = \frac{517479 \cdot 1000 \text{ d/d}}{9550}$$

$$P = 54,186 \text{ kW}$$