



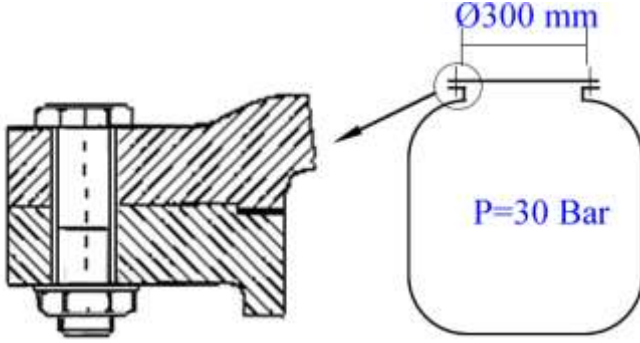
AD SOYAD ..... NO .....PUAN .....

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ, MÜH.FAK. MEKATRONİK BÖL. MAKİNE ELEMANLARI FİNAL SIN, 09.01.2019

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. Çayıroğlu

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

1) Şekildeki gibi içerisinde 30 Bar basınçlı hava bulduracak bir yüksek basınç tüpünün kapak çapı 300 mm dir. Kapak, gövdedeki flanşa Civatalar ile bağlanacaktır. M10 civata kullanılacaktır. **En az kaç tane civata kullanmak gerekir?** Civatanın emniyet gerilmesi  $\sigma_m = 25 \text{ N/mm}^2$  alınacaktır. M10 civatanın ölçüleri tabloda verilmiştir. (Not: 1 bar=100.000 Pa)



d	h	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	t <sub>1</sub>
10	1.5	9.026	8.052	0.974

2) Günümüz yüksek hızlı trenlerinin Cer motorları ve Fren sistemleri tren tekerleri arasındaki mil üzerine bağlanmaktadır. Tekerler mil üzerine sıkı geçme ile bağlanmaktadır. Bu durumda kalkışta ve frenleme esnasında tekerlerin mil üzerinden sıyrılmaması için doğru bir sıkı geçme toleransının tasarlanması gerekir. Buna göre tek bir teker çiftine bağlanan elektrik motoru 600 kW güç ürettiğine göre hızlanma esnasında 10 d/d hızda iken **oluşan momentte sıyırma olmaması için gerekli sıkı geçme toleranslarını belirleyiniz?** (Milin anma çapı 120 mm dir. Göbek et kalınlığı çapı 200 mm dir. Yüzeyler arasında sürtünme katsayısını  $\mu=0.5$  alın. Teker ve Göbek için  $E=206000 \text{ N/mm}^2$ ,  $\nu = 0,3$  alın.) Gerekli diğer kararları kendiniz alınız.

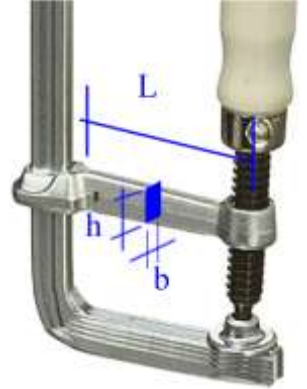


3) Şekildeki gibi bir marangoz işkencesi ile yapıştırılan tahtaların kuruması için sıkıştırılacaktır. Bir insan eliyle en fazla 5 Nm lik bir moment uygulayabilmektedir. Buna göre bu tahtalar ne kadarlık bir kuvvetle sıkıştırılmaktadır. (Kullanılan vida trapez vidadır. Vida dış çapı 16 mm dir. diş kalınlığı  $t=2 \text{ mm}$  dir. Hatvesi 3 mm dir.  $\mu=0,1$  dir. Dönerken sürtünme oluşmaması için vida başındaki kışkaç yağlanmıştır.



**Sorular eşit 20 puan dır**

4) Önceki soru ile bağlantılı olarak kullanılacak işkencenin çeneleri arasında meydana gelen kuvveti bulduktan sonra en zayıf kolun, vidanın bağlandığı kol olarak görülmektedir. Bu kol dökme demirden yapılacaktır. Kolun b kalınlığı 5 mm olacaktır. Bu yük altında kırılmaması için kolun h yüksekliği ne olmalıdır? L mesafesi 20 cm alınacaktır. Dökme demir malzemenin  $\sigma_m=10 \text{ N/mm}^2$  alınacaktır. Önceki soruyu çözmediyseniz ihtiyacınız olan değeri tahmini alınız.



5 a) 1 nolu sorudaki basınçlı kabın civatalarının gevşememesi için hangi tedbirleri alabilirsiniz. Şekil çizerek açıklayınız.

b) 2 nolu sorudaki tren teker göbeğini sıkı geçme ile mil üzerine bağlarken hangi tasarım tedbirlerini düşünebiliriz. Şekil çizerek açıklayınız.

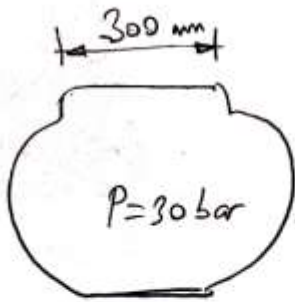
c) Vida türlerini şekil çizerek gösteriniz. Her vidanın hangi amaçla kullanıldığını bir cümle ile yazınız. Bu vidaların tepe açılarını gösteriniz. Diş üstü, diş dibi, ortalama çap, hatve, diş kalınlığı ölçülerinin sembolleri ile Trapez vida üzerinde şekille gösteriniz.

**CEVAPLAR**

# GÖZÜMLER

1

1



Kapaga gelen kuvveti bulalım.

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P \cdot A$$

$$F = 30.000.00 \left[ \frac{N}{m^2} \right] \cdot \frac{\pi \cdot 0,3^2}{4} m^2$$

$$F = 212057 N \approx 21,6 \text{ ton.}$$

[Kapaga gelen kuvvet]

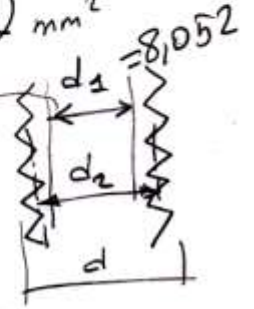
Bir civatanın taşıyacağı kuvvet

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq \sigma_{em} \Rightarrow F = \sigma_{em} \cdot A = 25 \frac{N}{mm^2} \cdot \frac{\pi (8,052)^2}{4} mm^2$$

$$F = 1273 N \approx 127 \text{ kgf}$$

Bir civatada emniyetli olarak bu kadarlık bir yükü taşıyabileceği için

Civatanın yük altında kopacağı çap dış dibi olacağı için buna kesiti çizilmekte kullanılmaktadır.



$$\text{Gerekli Civata Sayısı} = \frac{F_{\text{kapaga gelen kuvvet}}}{F_{\text{bir civatanın taşıyacağı yük}}} = \frac{212057 N}{1273 N} = 167 \text{ adet civata gereklidir}$$

Çok fazla civata sayısı ekonomiktir. Civata çapı artırılarak bu sayı düşürülmelidir.

2

$$P = 600 \text{ kW}$$

$$n = 10 \text{ d/d.}$$

$$d = 120 \text{ mm.}$$

$$D = 200 \text{ mm.}$$

$$\mu = 0,15$$

$$E = 206000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

teker göbeği.

$$\nu = 0,3.$$

$$M_d = 9550 \frac{P_{\text{kw}}}{n_{\text{d/d}}} = 9550 \frac{600}{10}$$

$$M_d = 573000 \text{ Nm}$$

Çok büyük bir tork şifri. Aslında Cer. motorları. 250 kW güç civarındadır.

Ray üzerinde tam dörpör hareket yaptırılmaz 92 titreşimli kabul edebiliriz.  $k = 1,25$  seçelim.

$$M_s = k \cdot M_d = 1,25 \cdot 573000 \text{ Nm} = 716250 \text{ Nm.}$$

Yörreyle arasında bu sarmama momentini oluşturmak için gerekli basınç.

$$P_{\text{min}} = \frac{2 M_s}{\pi \cdot \mu \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \cdot 716250 \text{ N} \cdot 1000 \text{ mm.}}{\pi \cdot 0,15 \cdot 200 \text{ mm} \cdot 120^2 \text{ mm}^2} = 316 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Burada b sayısı verilmiş görülmüyor. Göbek genişliğini  $b = 200 \text{ mm}$  alalım.

hareketi iletebilmek için en az bu kadar basınç olmalı.

Minimum Gap farkı ;

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

$C_1 = \frac{r_1}{r_2} = 0$

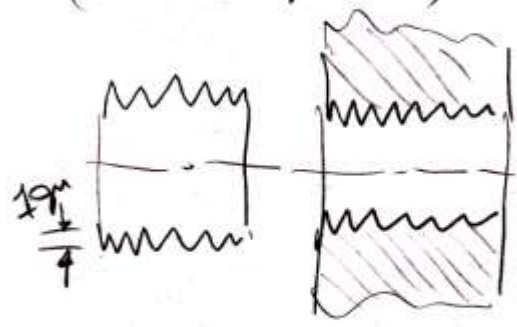
$C_2 = \frac{120}{200} = 0,6$

$$\Delta_{\text{min}} = 0,57524 \text{ mm} \approx 575,24 \text{ mikron.}$$

Dikkat: Verilenlerle buraya kadar olan hesaplama yeterli kabul edilebilir. Tam tasarım sürecine ulaşmak için devamında şunlarla yapılabilir.



Mili ve göbeği ince formaların kabul edilecek ortalama yüzey pürüzlülük değeri de  $10 \mu$  alarak (çapta  $20 \mu$  olur) aynı zamanda göbeğin tarafında ezilme olacaktır için 2 ile çarpacağız.



Yani şu formülü kullanalım.

$S = 2 \cdot (0,6 \cdot 10 + 0,6 \cdot 10)$

$$S = 24 \mu$$

toplamda  $24 \mu$  ezilerek sıkışmada kayıp olacaktır.

Bu durumda maksimum çap farkı

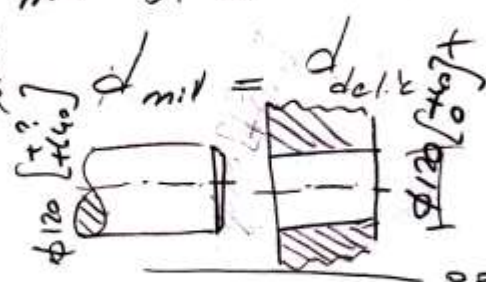
$$U_{min} = \Delta_{min} + S = 575,24 + 24 = 599,24 \mu$$

yeni mil bu pürüzlülükle iletilmesi için delikten en az  $0,6 \text{ mm} \approx 600 \mu$  daha büyük alınmalıdır.

Bunun için delik  $120 \text{ H}7 \left[ \begin{smallmatrix} +0,040 \\ 0 \end{smallmatrix} \right]$  toleransı ile istenirse

mil en az

hesaplanmalı.



$$U_{min} = 120,040 + 0,6 \text{ mm} = 120,640 \text{ mm}$$

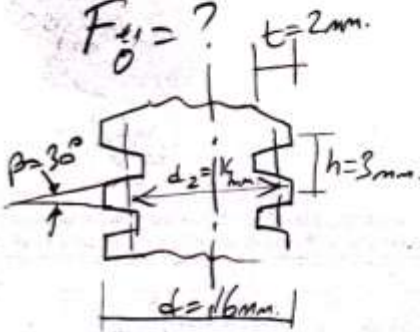
çapında olmalıdır.

Maksimum çap farkı kullanıldığında diğer toleranslar bulunabilir. Bunun içinde  $P_{max} = Z_{\alpha n} (1 - \alpha^2)$  formülü kullanılır. Çizimlerde bu aramayacaktır.

③

$$M_j = 5 \text{ Nm}$$

$$F_{\text{ö}} = ?$$



$$\mu = 0,1$$

Hi de bari yağlanmış  
Sarı altı sürtünme yok!

Elle yapılmış tırn moment  
dışardaki sürtünmeye ve eksenel  
kuvvete dönüştürülmektedir. Sarı altı  
sürtünme yoktur!

$$F_A \cdot r_A = F_H \cdot r_2 + F_S \cdot r_m$$

$$5 \text{ Nm} = F_{\text{ö}} \cdot \tan(\alpha + \gamma') \cdot r_2$$

Formüldeki değerleri bulalım.

$$\tan \alpha = \frac{h}{\pi \cdot d_2} = \frac{3 \text{ mm}}{\pi \cdot 4 \text{ mm}} \Rightarrow \alpha = 3,9^\circ$$

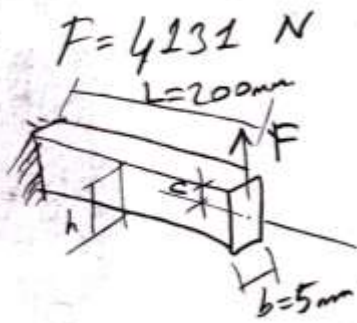
$$\mu' = \frac{\mu}{\cos(\beta)} = \frac{0,1}{\cos(30^\circ)} = 0,1035^\circ \Rightarrow \mu' = \tan \gamma' \Rightarrow \gamma' = \arctan(0,1035^\circ)$$

$$\gamma' = 5,909^\circ$$

$$5,1000 \text{ Nm} = F_{\text{ö}} \cdot \tan(3,9^\circ + 5,909^\circ) \cdot \frac{14}{2} \text{ mm}$$

$$F_{\text{ö}} = 4131 \text{ N} \approx 413 \text{ kp}$$

④



Kol epilmeye maruz kalır. Burada oluşacak gerilme sadece eğilme gerilmesidir.

5

$$\sigma_e = \frac{M_e}{I_x} = \frac{F \cdot L}{\frac{bh^3}{12}} \leq \sigma_{en.}$$

Dibde belirtilen alan ağırlık momenti

$$= \frac{4231 \text{ N} \cdot 200 \text{ mm}}{\frac{5 \text{ mm} \cdot h^3}{12 \cdot 6}} \leq 10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad h \text{ buradan çekelim.}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{4231 \text{ N} \cdot 200 \text{ mm} \cdot 6}{5 \text{ mm} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}} = 314 \text{ mm.}$$

Çok büyük bir değer çıkmıştır. Değerler rastgele atıldı için bu şekilde sonuç çıkmıştır. Dönerim Denim daha Enerji gerilmesi: 25-30 MPa alınabilir. Burada en az 5 Nm ile moment oluşturmak zor gelirdiyseniz burada yolda 1 Nm alınabilir.