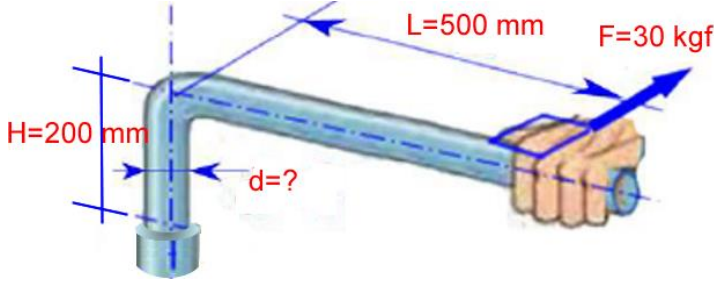
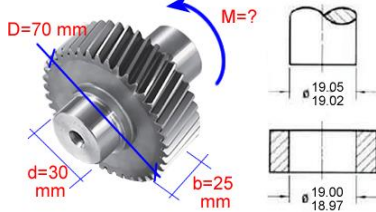


1) Şekildeki anahtarı bir civatayı sıkarken kullanmak istiyoruz. İnsan gücü ile en fazla 40 kgf uygulayacak şekilde anahtarın çapını belirlemek istiyoruz. Verilen ölçülere göre anahtar demirinin çapı ne olmalıdır ($d=?$). ($\tau_{em}=30$ MPa $\sigma_{em}=50$ MPa alın)

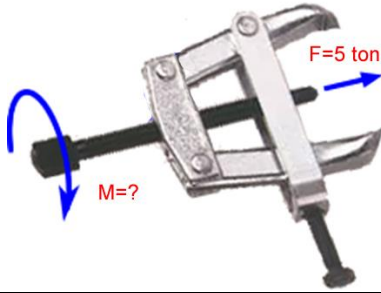


3) Şekildeki bir mil dişliye sıkı geçme ile bağlanmıştır. Milin ve deliğin ölçüleri verilmiştir. Buna göre bu bağlantı ile en fazla ne kadar moment iletebilir. (Diğer verilenler: Emniyet payını 1.5 kat alın. Yüzey ezilmelerini hesaba katmayın. Sürtünme katsayısı $\mu=0.12$, Her iki malzeme çelikten olup elastisite modülü $E=206000$ MPa, Poisson oranı $\nu=0.3$)

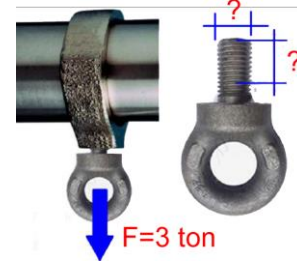


4) Şekildeki gibi bir çektirme aparatı ile sıkı geçme şeklinde bağlanmış miller dişli yada rulmanlardan çıkarmak için kullanılıyor. Yukarıda 3 soruda verilen sıkı geçmeli mili çıkarmak için 5 ton yüke ihtiyaç vardır. Bu kuvveti elde edebilmek için Vidanın başına ne kadar moment uygulamalıyız.

(Verilenler: Vida tipi Trapezdir ($\beta=30^\circ$). Vida mili çapı 25 mm dir. $t=3$ mm ve $h=4$ mm alın. Vidanın ucu noktasal baskı yapıyor ve yağlanıyor, yani sürtünme yok kabul edin. Vida dişlerinde sürtünmeyi $\mu=0,1$ alın)



2) Şekilde verildiği gibi fabrikada yük asmak için halkalı civatayı bir kirişe bağlamak istiyoruz. 3 ton luk yükü taşıyacak en uygun metrik civatayı belirlemek istiyoruz. Aşağıda verilen metrik tabloyu kullanarak en uygun metrik civata ölçüsünü belirleyin (Çap ve Vida yüksekliğini bulun) ($\tau_{em}=30$ MPa $\sigma_{em}=50$ MPa, $P_{em}=40$ Mpa alın)



Vida anma çapı $D=d$	Adım h	Dış vida d_1	Matkap çapı	Bölüm çapı d_2
M16	2,00	13,546	14,00	14,701
M18	2,50	14,933	15,50	16,376
M20	2,50	16,933	17,50	18,376
M22	2,50	18,933	19,50	20,376
M24	3,00	20,319	21,00	22,051
M27	3,00	23,319	24,00	25,051
M30	3,50	25,706	26,50	27,727
M33	3,50	28,706	29,50	30,727
M36	4,00	31,093	32,00	33,402
M39	4,00	34,093	35,00	36,402
M42	4,50	36,479	37,50	39,077

5.A) a) Makine elemanlarında ömrü etkileyen faktörler nedir? Anlatınız..

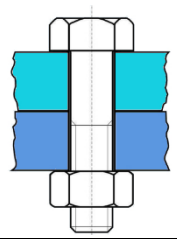
b) Bir tasarım yaparken optimum tasarımı bulmak için hangi kriterlere dikkat edersiniz?

c) Yorulma olayı nasıl meydana gelir?

d) Emniyet gerilmesi nedir? Nasıl belirlenir?

e) İçerisinde atalet kavramı geçen hangi büyüklükleri biliyorsunuz? Neyi ifade ediyor? (10 p)

B) Şekildeki gibi iki parçayı civata-somun ile bağlamak istiyoruz. Fakat somun'nun yerinden çıkıp düşmesinden de endişe ediyoruz. Tedbir olarak neler önerirsiniz. Çizerek gösterin.



GÖZÜMLER

① Elm hareketi burulma ve Efilme şeklinde iki etki oluşturur. A noktası için düşünüyoruz. Tahminen en zayıf yer B noktasında oluşan Efilmede bakalım.



A noktasında Burulma için.

$$\tau_b = \frac{M_b \cdot c}{I_p} = \frac{30000 \text{ N} \cdot 500 \text{ mm} \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi \cdot d^4}{32}} < \tau_{em} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_b}{\pi \cdot \tau_{em}}}$$

d sapını buradan seçelim.

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 300 \text{ N} \cdot 500 \text{ mm}}{\pi \cdot 30 \text{ N/mm}^2}} \Rightarrow d = 29.4 \approx 30 \text{ mm.}$$

A noktasında Efilme için

$$\tau_e = \frac{M_e \cdot c}{I_x} < \tau_{em} \Rightarrow \frac{F \cdot 200 \cdot \frac{d}{2}}{\frac{\pi \cdot d^4}{32}} < \tau_{em} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot F \cdot L}{\pi \cdot \tau_{em}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 300 \text{ N} \cdot 200 \text{ mm}}{\pi \cdot 50 \text{ N/mm}^2}} = 23 \text{ mm.}$$

B noktasında Efilme için

$$\tau_e = \frac{M_e \cdot c}{I_x} < \tau_{em} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot F \cdot L}{\pi \cdot \tau_{em}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 300 \text{ N} \cdot 500 \text{ mm}}{\pi \cdot 50 \text{ N/mm}^2}} = 31 \text{ mm.}$$

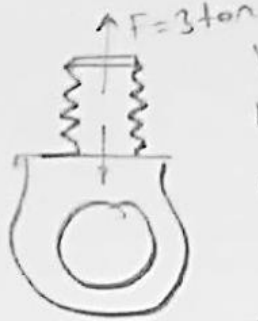
En kritik yer B noktası çıktı. Fakat A noktasında hem burulma, hemde efilme var. Bu nedenle 30 mm gıkan sapı bir miktarı daha artıracağız. 34 mm alabiliriz. Normalde

Gözü bu aldıktan sonra geriye doğru tekrar kontrol etmek lazım. Kontrolü Von Mises'e göre yapalım. A noktası için;

$$\tau_{von} = \sqrt{(\tau_s + \tau_e)^2 + 3 \tau_b} = \sqrt{\left(\frac{300 \text{ N} \cdot 200 \text{ mm} \cdot 17 \text{ mm}}{\pi \cdot 34^4 \text{ mm}^4}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{300 \cdot 500 \cdot 17 \text{ mm}}{\pi \cdot 34^4 \text{ mm}^4}\right)^2} = 37 < \tau_{em} \text{ MPa}$$

Gapsi 34 mm alına geri 37 MPa sikt. Buda $\tau_{em} = 50 \text{ MPa}$ den küçük. Gapsi daha da düşük alınabilir. En uygun 32 mm olabilir. Ama 31 mm altına düşmemeli.

②



Vida çekmeye maruz kalır. Dolayısıyla dış dibinden kırılır. Burulma yoktur. Çünkü yerine takılırken elle sıkılacaktır (zorlamayak) Dolayısıyla sadece çekmeye göre çapı belirleriz

$$\tau_g = \frac{F}{A_2} = \frac{30000 \text{ N}}{\pi \cdot d_2^2} < \tau_{em} \Rightarrow d_2 = \sqrt{\frac{30000 \text{ N} \cdot 4}{\pi \cdot 50 \text{ MPa}}} = 27,6 \text{ mm.}$$

~ Bas. 1. oluşturma işi için çarptık
50 MPa
diş dibinin çapları

Tabloda bundan büyük $d_2 = 28,706$ yani M33 seçeriz.

Vida yüksekliğini yüzey basıncına (ezilmeye) göre bulalım. (Ezilme ve kermeye hesaplanabilir. $\tau_{em} = 30 \text{ MPa}$ kesme için kullanılır. $\tau_{em} = 50 \text{ MPa}$ ezilme için kullanılır. $\tau_{em} = 40 \text{ MPa}$ da yüzey ezilmesi için kullanılır

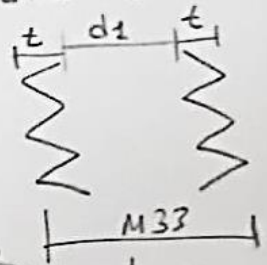
$$z = \frac{F}{\tau_{em} \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t} = \frac{30.000 \text{ N}}{40 \cdot \pi \cdot 30,727 \cdot 2,147}$$

$$F = 3 \text{ ton} = 30.000 \text{ N}$$

$$t = \frac{33 - 28,706}{2} = 2,147 \text{ mm}$$

$$d_2 = 30,727$$

Tabloda aldık hesaplasak biraz farklı çıkıyor.



$$z = 3,618 \text{ diş} \approx 4 \text{ diş}$$

Diğerlerini de hesaplayalım. Ezilme için.

$$z = \frac{3 \cdot F \cdot t}{\tau_{em} \cdot \pi \cdot d_2 \cdot h^2} = \frac{3 \cdot 30000 \cdot 2,147}{50 \cdot \pi \cdot 28,706 \cdot 3,5^2} = 3,49 \approx 4 \text{ diş}$$

Hatırla ve Tabloda

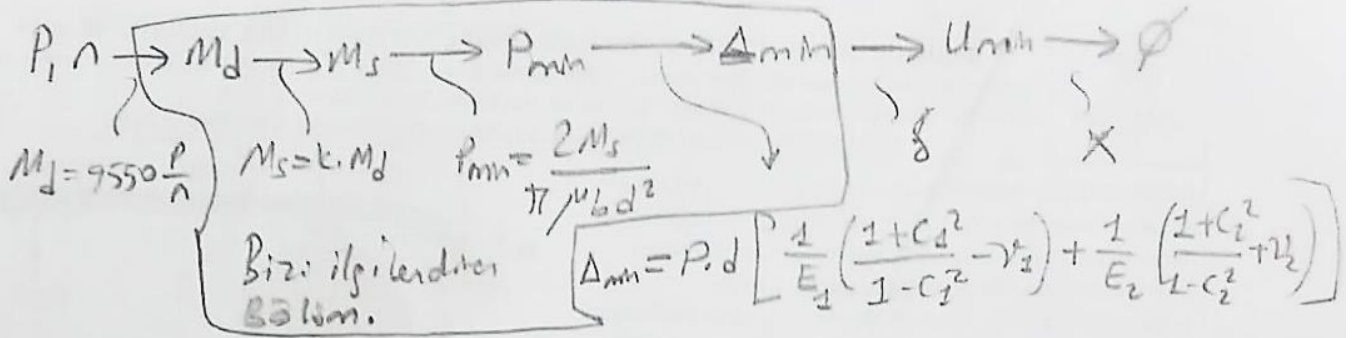
Kesme için.

$$z = \frac{F}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot \tau_{em}} = \frac{30000 \text{ N}}{\pi \cdot 28,706 \cdot 3,5 \cdot 30} = 3,16 \text{ diş} \approx 4 \text{ diş}$$

hepside 4 diş çıktı. Saman yüksekliği en az $m = z \cdot h = 4 \cdot 3,5 \text{ mm}$

$$M = 14 \text{ mm olmalıdır}$$

3) Yol haritamızı çizerek daha rahat çözeriz.



Verilen toleranslardan Δ_{min} bulalım. Delile en büyükken ve mil en küçük iken en büyük δ gap farkı olur.

$$19,000 - 19,020 = 0,020 \text{ mm} = \Delta_{min} \text{ olur.}$$

Gap farkını bilip gerçe doğru hesaplamaya başlayalım. Basıncı bulalım.

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

$0,020 \text{ mm} \rightarrow P = ?$
 $30 \text{ mm} \rightarrow d$
 $206000 \text{ MPa} \rightarrow E_1$
 $0,3 \rightarrow \nu_1$
 $ayn. \rightarrow \nu_2$
 $C_2 = \frac{30}{70} = 0,428$

$$0,020 = P \cdot 0,000356582 \Rightarrow P = 56 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Gerçe doğru gidip buradan M_s bulalım.

$$P_{min} = \frac{2M_s}{\pi \mu_b d^2} \Rightarrow M_s = \frac{56 \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot \pi \cdot 0,12 \cdot 25 \cdot 30^2 \text{ mm}^2}{2}$$

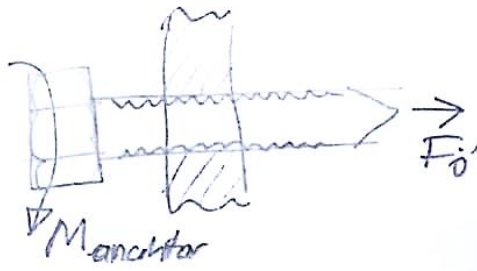
$$M_s = 237504 \text{ Nmm} = 237 \text{ Nm}$$

Bağlantının emniyet katsayısı k dir. Bunu 1,5 alırsak

$$M_s = k \cdot M_d \Rightarrow M_d = \frac{237 \text{ Nm}}{1,5} = 158 \text{ Nm}$$

Motor devri verilseydi
 şüphe bulurduk.

4



Elle uygulanan moment
Somunaltı sürtünme yaksı, bir kısmı
dişlerde sürtünme şeklinde kaybolarak,
geri kalan F_0 kuvvetine dönüşmektedir.

Dolayısıyla formülümüz şu şekilde olur:

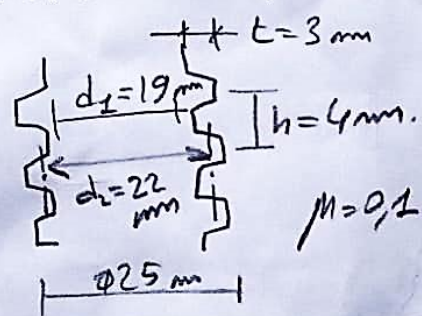
$$M_{anciklar} = M_{dişler} + M_{somunaltı}$$

$$M_{anciklar} = F_0 \cdot \tan(\alpha + \delta) \cdot r_2$$

F_0 için oluşan kuvveti temsil eder

dişlerde sürtünme ile kaybolan kuvveti temsil eder.

Formüldeki değerleri bulalım.



$$\tan \alpha = \frac{h}{\pi \cdot d_2} = \frac{4 \text{ mm}}{\pi \cdot 22 \text{ mm}} \Rightarrow$$

$$\alpha = 3,3122^\circ$$

$$\mu' = \frac{\mu \sim 0,1}{\cos\left(\frac{30}{2}\right)} \Rightarrow \mu' = 0,10352$$

$$\mu' = \tan \delta' \Rightarrow \tan \delta' = 0,10352$$

$$\delta' = 5,91^\circ$$

$$r_2 = \frac{d_2}{2} = \frac{22}{2} = 11 \text{ mm.}$$

$$F_0 = 5 \text{ ton} = 5000 \text{ kg} = 50000 \text{ N}$$

Yerlerine yerelim

$$M_{anciklar} = \frac{50000 \text{ N}}{N} \tan(3,3122^\circ + 5,91^\circ) \cdot 11 \text{ mm} =$$

$$M_{anciklar} = 89229 \text{ Nmm}$$

$$= 89 \text{ Nm}$$