



MAK 303 MAKİNA ELEMANLARI I

Ara Sınav

9 Kasım 2008

Ad, Soyad _____

Dr. M. Ali Güler

Öğrenci No. _____

Verilen Zaman: 2 saat (15:00-17:00)

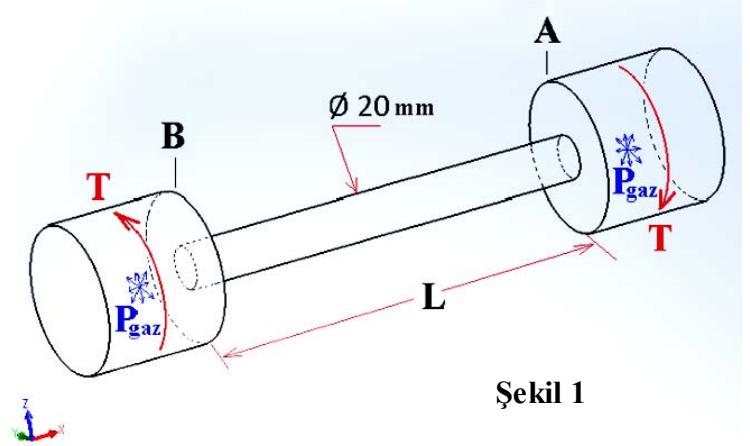
Kitap ve Notlar Kapalı

- *Her soruyu dikkatle okuyunuz.*
- *Yaptığınız işlemleri gösteriniz.*
- *Eksik yada yanlış olduğunu düşündüğünüz durumlarda kendi varsayımınızı kullanınız.*
- *Sınav salonunda cep telefonu kullanmak yasaktır*

Soru No	Maksimum Puan	Puan
1	40	
2	40	
3	20	
4	16	
Toplam	116	

Ön sayfa dahil, bu sınav kağıdında toplam (5) sayfa vardır.

1. Soru: (40 Puan) Yandaki şekilde statik dengede bulunan, iki ucundan yüksek basınçlı kaplara bağlı silindirik bir kirişin mekanik yüklemelere maruz kaldığı kurgusal bir düzenek verilmiştir¹. $\varnothing 20$ mm çaplı, 100 mm uzunluğundaki silindirik kiriş A ve B uçlarından içerisinde 60 MPa değerinde gaz basıncı bulunan kaplara bağlanmıştır. Basınçlı kaplar ise $T=60$ Nm değerinde şekilde gösterilen yönlere burulmaya maruz kalmaktadır. Basınçlı kaplarla silindirik kirişin



Şekil 1

birbirlerine mükemmel bir şekilde bağlı olduğunu varsayarak :

- Silindirik kiriş için serbest cisim diyagramı çizerek uçlarına etkiyen yükleri (kuvvet, tork, moment, v.s.) sembolik olarak gösterip değerlerini hesaplayınız.
- Silindirik kirişteki hangi nokta daha kritiktir (hem sözel ifade ediniz hem de şekille gösteriniz) ?
- Belirlediğiniz kritik noktadaki stres bileşenlerini (yüzey stres vektörlerini) o nokta için çizeceğiniz hayali sonsuz küçük stres kübü üzerinde gösterip değerlerini hesaplayınız.
- Kritik noktadaki asal gerilmeleri Mohr çemberi kullanarak bulunuz.
- Kiriş malzemesinin akma mukavemetleri $S_{yt} = |S_{yc}| = 180$ MPa, kopma mukavemetleri ise $S_{ut} = 320$ MPa, $S_{uc} = 1000$ MPa'dır. Bu malzemenin düşük sıcaklıklarda gevrek, yüksek sıcaklıklarda ise sünek davrandığı bilinmektedir. Dolayısıyla her iki durum için (düşük ve yüksek sıcaklıkta) malzemenin verilen yükleme şartları altındaki emniyet katsayılarını aşağıda verilen hasar teorilerine göre ayrı ayrı bulunuz?
- Bu kirişin yüksek ve düşük sıcaklıklarda en emniyetli şekilde işlevini yerine getirebilmesi için hangi emniyet katsayısına göre tasarlanması uygundur? Neden?

$$\sigma_{eğilme} = \frac{Mc}{I}, \quad \tau_{burma} = \frac{Tc}{J}, \quad \tau_{kayma} = \frac{4V}{3A}; \quad I = \frac{\pi d^4}{64}, \quad J = \frac{\pi d^4}{32}.$$

$$\text{Maksimum Kayma Gerilmesi} \rightarrow \tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{S_y}{2n}$$

$$\text{Maksimum Kayma Enerjisi} \rightarrow \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} = \frac{S_y}{n}$$

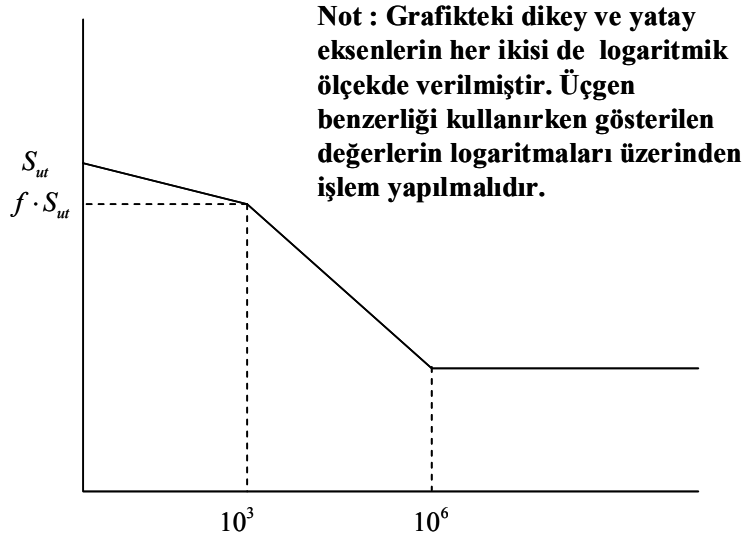
$$\text{Coulomb-Mohr} \rightarrow \begin{cases} \sigma_A = \frac{S_{ut}}{n}, \text{ Birinci dördülde (quadrant);} \\ \frac{\sigma_A}{S_{ut}} - \frac{\sigma_B}{S_{uc}} = \frac{1}{n}, \text{ Dördüncü dördülde, } S_{uc} : \text{pozitif, } \sigma_B \leq \sigma_A \end{cases}$$

¹ Y.F. Güler, MAK303 ders asistanı, TOBB ETÜ, 2008.

2. Soru: (40 Puan) Şekil 1’de verilen silindirik kiriş, sıcak haddeleme ile imal edilmiştir(AISI 1010 HR). Bu soruda malzemenin sünek davranışını ve yüklemelerden basıncın sabit, burulmanın (torkun) ise $\pm T$ arasında tam değişken (fully reversed) kabul ederek a şıkkında sonlu, b şıkkında ise sonsuz ömür için analiz yapılacaktır.

- Bu silindir için 70000 çevrime (cycle) karşılık gelen tork değerini hesaplayınız.
- Aynı silindir için tork değerini ($\pm 20\text{Nm}$) ve eksenel yüklemeyi ($P_{\text{gaz}} = 60 \text{ MPa}$) olarak sonsuz ömür için emniyet katsayısını Soderberg yorulma kriterini kullanarak hesaplayınız.

Not: Silindirin tanka bağlantı yaptığı noktadaki yorulmadan doğan yığılma faktörü K_{ts} ’nü hesaplamak için çentik hassasiyet faktörünü (notch sensitivity, $q = 0.97$) ve teorik ya da geometrik gerilme yığılma faktörünü (theoretical or geometric stress concentration factor $K_{ts} = 1.6$) olarak alınız.



$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e S'_e$$

$$S'_e = \begin{cases} 0.5 S_{ut} & S_{ut} \leq 1470 \\ 735 & S_{ut} > 1470 \end{cases}$$

$$k_a = 0.92, \quad k_b = \begin{cases} 1.24 d^{-0.107} & \dots\dots\dots 2, 79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51 d^{-0.157} & \dots\dots\dots 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

$$k_c = 1, \quad k_d = 1, \quad k_e = 1$$

$$K_{fs} = 1 + q_s (K_{ts} - 1)$$

$$N = \left(\frac{\sigma_a}{a} \right)^{1/b}, \quad a = \frac{f \cdot S_{ut}}{S_e}, \quad b = -\frac{1}{3} \log \left(\frac{f \cdot S_{ut}}{S_e} \right)$$

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_y} = \frac{1}{n} \quad \text{Soderberg Kriteri}$$

$$\sigma'_a = \sqrt{\sigma_a^2 + 3\tau_a^2}$$

$$\sigma'_m = \sqrt{\sigma_m^2 + 3\tau_m^2}$$

3. Soru: (20 puan) Şekil 1 de gösterilen durum için ($T = 60 \text{ Nm}$, $P_{\text{gaz}} = 60 \text{ MPa}$) A ve B uçları arasındaki açısal yerdeğiştirme farkını ve silindir kiriş boyundaki kısalmayı Castigliano yöntemi kullanarak bulunuz. $E = 207 \text{ GPa}$, $G = 79.3 \text{ GPa}$

$$U_{\text{burulma}} = \frac{T^2 L}{2GJ}, \quad U_{\text{bası}} = \frac{F^2 L}{2EA}$$

4. Soru: (16 puan) 20 mm nominal çap değerine sahip mil ve delik için H7/h6 geçmesi için:

- Delik ve mil için uluslararası tolerans numaralarını yazarak hangi yüzeyin daha kaliteli işlendiğini belirtiniz
- Şekil çizerek mil ve delik için toleransları nominal çap etrafında kutucuklarla gösteriniz.
- Toplam tolerans nedir?
- Geçmenin türü nedir?

$$\text{Tolerans} = i \cdot K \quad i = 0.45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0.001D$$

$$K = 10(1.6)^{(IT_n - 6)}$$