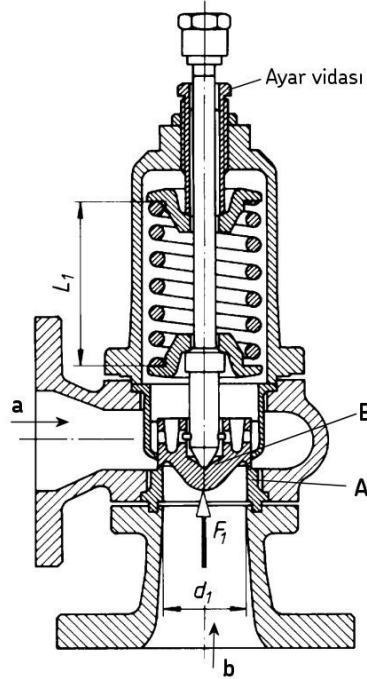


## MAK 341 - MAKİNA ELEMANLAR I ÖDEV 3

Şekilde bir emniyet valfinin kesiti verilmiştir. Çalışma sırasında valf bir yönde akışa kapalıdır (a akışı), diğer yönde ise valf üzerinde ayarlanabilen bir basınç değerinde açılmaktadır (b akışı). Valfin giriş bölümün çapı  $d_1=20$  mm dir. Yay kuvveti etkisi altında B kapağı A ile gösterilen parçaya bastırmakta ve akışı engellemektedir. Yayın  $b$  akış yönündeki sistem basıncının %10 aşılması halinde devreye girmesi istenmektedir. Konstrüktif sebeplerle tasarlanacak yayın sarım çapının 20....35 mm arasında olması gerekmektedir. Yay  $L_1$  boyuna,  $\delta_1=20$  mm ön gerilme verilerek takılmıştır. Valf tam açıldığında yayın  $\delta_2=d_1/4$  kadar kısalarak  $F_2$  kuvveti ile yüklenecektir. Buna göre;

- Ön gerilme kuvveti  $F_1$  ile dinamik kuvvet  $F_2$  yi bularak yayı boyutlandırınız.
- Zorlanmanın dinamik olduğunu farz ederek sürekli mukavemete göre emniyeti hesaplayınız.
- Tasarlanan yayda bir burkulma tehlikesi var mıdır? Gerekli kontrolleri yaparak gösteriniz.



### Öğrencinin

Numarası :

Adı ve Soyadı :

### Verilenler:

**p = 10 bar ile 25 bar arasında öğrenci tarafından seçilecektir.**

(Verilmeyen standart değerler öğrenci tarafından ilgili literatürden alınacaktır)

Uyarı: Bu ödev kağıdı ön kapak olarak kullanılacaktır.

**TESLİM TARİHİ: 13.12.2012**

**MAKİNA ELEMANLARI I**  
**ÖDEV 3**

Sistem basıncı şöyle seçilmiştir:

Sistem Basıncı [bar]
10

$$P = 10\text{bar} = 10 \cdot 0,1 \frac{N}{\text{mm}^2} = 1 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Yayın, b akış yönündeki sistem basıncının %10 aşılması halinde, devreye girmesi istendiğinden

$$P_{\text{sınır}} = 1 \cdot 1,1 = 1,1 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$P_{\text{sınır}}$  basıncını oluşturacak kuvvet  $F_1$  şöyle bulunabilir:

$$F_1 = P_{\text{sınır}} \frac{\pi d^2}{4} = 1,1 \frac{\pi \cdot 20^2}{4} = 345,58N$$

Bu  $F_1$  kuvveti ile  $\delta_1$  kısılması gösteren yayın yay sabiti aşağıdaki gibi bulunabilir:

$$C_1 = \frac{F_1}{\delta_1} = \frac{345,58}{20} \frac{N}{\text{mm}} = 17,28 \frac{N}{\text{mm}}$$

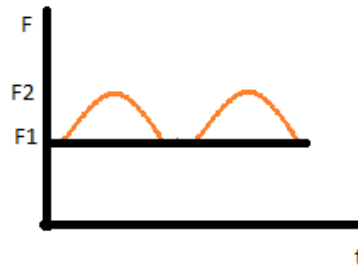
Valfin tam açılması durumunda yay toplam  $\delta_1 + \delta_2$  kadar kısılacaktır. Toplam kısılma miktarı şöyle verilmiştir:

$$\delta_{\text{toplam}} = \delta_1 + \delta_2 = \delta_1 + \frac{\delta_1}{4} = \frac{5}{4} 20\text{mm} = 25\text{mm}$$

Yayı toplamda bu kadar kısaltacak kuvvet  $F_2$  şöyle bulunabilir:

$$F_2 = C_1 \delta_{\text{toplam}} = 17,27 \frac{N}{\text{mm}} 25\text{mm} = 431,97N$$

Buna göre valfin şöyle bir dinamik yük altında yüklendiği söylenebilir:



$$F_a = F_1 \text{ ve } F_{\ddot{u}} = F_2$$

$$F_m = \frac{F_a + F_{\ddot{u}}}{2} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{345,58N + 431,97N}{2} = 388,78N$$

$$F_a = \frac{F_{\ddot{u}} - F_a}{2} = \frac{F_2 - F_1}{2} = \frac{431,97N - 345,58N}{2} = 43,20N$$

## Birol ÇAPA 040060450

Yay ile ilgili bazı kabuller yapılınsın.

1.  $D = 30mm$  ve  $d = 5mm$  seçilsin.
2.  $C_k = \frac{D}{d} = \frac{30}{5} = 6$  olarak tavsiyelere uygun olarak belirlensin.
3. Wahl Faktörü şöyle hesaplanır:

$$K_w = \frac{4C_k - 1}{4C_k - 4} + \frac{0,615}{C_k} = \frac{24 - 1}{24 - 4} + \frac{0,615}{6} = \frac{23}{20} + \frac{0,615}{6} = 1,15 + 0,1025 = 1,2525$$

$$\tau_m = K_w \frac{8F_m D}{\pi d^3} = 1,2525 \frac{8 \cdot 388,575N \cdot 30mm}{\pi 5^3 mm^3} = 297,6 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_a = K_w \frac{8F_a D}{\pi d^3} = 1,2525 \frac{8 \cdot 43,20N \cdot 30mm}{\pi 5^3 mm^3} = 33,1 \frac{N}{mm^2}$$

$d = 5mm$  için Shigley's Mechanical Engineering Design Kitabından kopma dayanımı şöyle bulunur(Music Wire satırı seçildi):

**Table 10-4**

Constants  $A$  and  $m$  of  $S_{ut} = A/d^m$  for Estimating Minimum Tensile Strength of Common Spring Wires  
Source: From *Design Handbook*, 1987, p. 19. Courtesy of Associated Spring.

Material	ASTM No.	Exponent $m$	Diameter, in	$A$ , kpsi · in <sup><math>m</math></sup>	Diameter, mm	$A$ , MPa · mm <sup><math>m</math></sup>	Relative Cost of wire
Music wire*	A228	0.145	0.004-0.256	201	0.10-6.5	2211	2.6
OQ&T wire†	A229	0.187	0.020-0.500	147	0.5-12.7	1855	1.3
Hard-drawn wire‡	A227	0.190	0.028-0.500	140	0.7-12.7	1783	1.0
Chrome-vanadium wire§	A232	0.168	0.032-0.437	169	0.8-11.1	2005	3.1
Chrome-silicon wire	A401	0.108	0.063-0.375	202	1.6-9.5	1974	4.0
302 Stainless wire¶	A313	0.146	0.013-0.10	169	0.3-2.5	1867	7.6-11
		0.263	0.10-0.20	128	2.5-5	2065	
		0.478	0.20-0.40	90	5-10	2911	
Phosphor-bronze wire**	B159	0	0.004-0.022	145	0.1-0.6	1000	8.0
		0.028	0.022-0.075	121	0.6-2	913	
		0.064	0.075-0.30	110	2-7.5	932	

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} = \frac{2211}{5^{0,145}} = \frac{2211}{1,263} = 1750,81MPa$$

En büyük kayma gerilmesi ise şöyle yazılabilir.

$$S_{su} \approx 0,6S_{ut} = 0,6 \cdot 1750,81 = 1050,48MPa$$

Shigley'in Mechanical Engineering Design kitabında yer alan "Fatigue Loading of Helical Compression Springs"e göre 10mm altında yay çelikleri için büyüklük malzeme ve çekme dayanımı faktörlerinin malzeme ömrüne(yorulma süresi sonsuz kabul edilebilecek süre için) tesiri gözlenmemiştir. "Unpeened" yay çeliği için limit değer 310MPa olarak verilmiştir. Bu veri yüzey parlaklığı( $k_a$ ), malzeme boyutu( $k_b$ ), güvenlik faktörü( $k_c$ ), sıcaklık faktörü( $k_d$ ), çentik etkisi( $k_e$ ) gibi düzeltme katsayıları ile çarpılarak tam değişken maksimum mukavemet değeri bulunabilir:

$$k_a = 1 \text{ [Yüzey Pürüzlülüğü]}$$

$$k_b = 1 \text{ [Boyut Faktörü]}$$

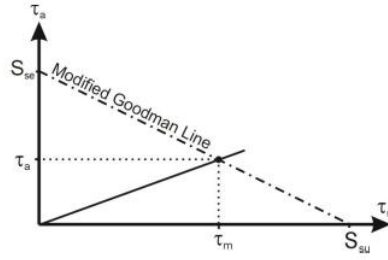
$$k_c = 0,868 \text{ [%95 güvenilirlik için]}$$

$$k_d = 1 \text{ [Sıcaklık Faktörü 20C için]}$$

$$k_e = 0,909 \text{ [Çentik Etkisi]}$$

Böylece sürekli mukavemet için tam değişken en büyük kayma gerilmesi değeri şöyle bulunabilir:

$$S_{se} = k_a k_b k_c k_d k_e S_s = (1)(1)(0,868)(1)(0,909)310 = 244,6MPa$$



$$\tau_m = 297,6 \frac{N}{mm^2} [\text{Ortalama Kayma Gerilmesi}]$$

$$\tau_a = 33,1 \frac{N}{mm^2} [\text{Tam Değişken Kayma Gerilmesi}]$$

$$S_{su} = 1050,48MPa [\text{Ortalama Maksimum Kayma Gerilmesi}]$$

$$S_{se} = 244,6MPa [\text{Tam Değişken Maksimum Kayma Gerilmesi}]$$

Buradan emniyet katsayısı hesaplanırsa:

$$\frac{1}{n} = \frac{\tau_a}{S_{se}} + \frac{\tau_m}{S_{su}} = \frac{33,1}{244,6} + \frac{297,6}{1050,48} = 0,135 + 0,2828 = 0,4185$$

Buradan emiyet katsayısı  $n = 2,39$  olarak bulunur. Sistem sürekli mukavemet açısından EMNİYETLİDİR.

**Table 10-5**

Mechanical Properties of Some Spring Wires

Material	Elastic Limit, Percent of $S_{ut}$		Diameter $d$ , in	$E$		$G$	
	Tension	Torsion		Mpsi	GPa	Mpsi	GPa
Music wire A228	65-75	45-60	<0.032	29.5	203.4	12.0	82.7
			0.033-0.063	29.0	200	11.85	81.7
			0.064-0.125	28.5	196.5	11.75	81.0
			>0.125	28.0	193	11.6	80.0

$d = 5mm = 0,1969 in$  için yay malzemesinin elastisite ve kayma modulleri değerleri şöyledir:

$E = 193000 MPa$  ve  $G = 80000 MPa$  ve  $L_0 = 100 mm$  ve  $\nu = 1$  olarak alınsın.

Burkulmanın başlayacağı  $s_{Bk}$  değeri aşağıdaki gibi belirlenir:

$$s_{Bk} = \frac{L_0}{2 \cdot (1 - \frac{G}{E})} \left[ 1 - \sqrt{1 - 2 \frac{1 - \frac{G}{E}}{1 + 2 \cdot \frac{G}{E}} \left( \frac{\pi \cdot D_0}{\nu \cdot L_0} \right)^2} \right]$$

$$s_{Bk} = 29,32mm$$

Yayın toplam sıkışma miktarı  $s = 25mm$  idi.

$s = 25mm < s_{Bk} = 29,32mm$  olduğundan BURKULMA YOKTUR.