

DAİRESEL KESİTLİ TELDEN SOĞUK OLARAK SARILAN BASMA YAYLARININ HESABI

Yaylar enerji depolayan elemanlardır.

Basma yaylarında , malzemenin elastik bölgesinde kalmak şartıyla , yayın eksenine doğrultusunda etkiyen bir F kuvveti dolayısıyla sıkıştırılıp depolanan enerji daha sonra geri alınabilir.

Basma Yaylarının Terminolojisi :

d : Yay malzemesi telin çapı (mm)

Di : Yayın iç çapı (mm)

Dm = Di + d : Yayın ortalama çapı (mm)

Dd = Di + 2*d : Yayın dış çapı (mm)

p : Yayın hatvesi (mm)

a = Yayın sarım açısı : alfa (derece)

$$a = \text{Arctan} (p / p * Dm) \quad (p : \text{pi sayısı} = 3.1416)$$

$$w = Dm / d : \text{Yay indeksi}$$

(Genelde $4 \leq w \leq 20$ önerilir.)

a açısının 12 dereceden küçük olduğu / kaldığı sıkı sarılmış yaylarda , yaya etkiyen F kuvvetinin yayın malzemesi telde , sadece Burulma Momenti (Mbur) dolayısıyla oluşan Kesme Gerilmesi (Kbur) ile direkt Kesme Gerilmesi (Kkes) oluşturduğu kabul edilir. Herhangi bir yüklemde tel kesidine etkiyen max. Kesme Gerilmesi (K) yukarıda adı geçen iki kesme gerilmesinin toplamıdır.

$$M_{bur} = F * Dm / 2 \quad (Nmm)$$

$$K_{bur} = M_{bur} / (p * d^3 / 16) \quad (N/mm)$$

$$K_{kes} = F / (p * d / 4) \quad (N/mm)$$

Max. Kesme Gerilmesinin (K) hesabı için iki Çalışma Şekli arasında seçim yapılır.

a) Statik Çalışma : Eğer yay toplam 10000 çevrimden fazla çalışmayacaksa veya etkiyen F kuvveti sabit kalıyorsa

Gerilme Düzeltme Faktörü (k) :

$$k = 1 + 0.5 * w$$

b) Dinamik Çalışma : Yay zor şartlarda çalışacaksa (10 000 000 çevrim ömrü)

Gerilme Düzeltme Faktörü (k)

$$k = (4 * w - 1) / (4 * w - 4) + 0.615 / w$$

Çalışma şekline göre gerekli seçim yapılarak F kuvveti altında telde oluşan max. Kesme Gerilmesi (K) bulunur.

$$K = k * K_{bur} \quad (N/mm)^2$$

Basma Yaylarında genelde

F1 ve F2 kuvvetleri (N = Newton) olarak ve bunlara ait f1 ve f2 strokları (mm) olarak verilir.

F1 küçük kuvvet, F2 büyük kuvvet (F2 = Fmax) ,
f1 küçük strok f2 büyük strok olur.
Bazen h = f2 – f1 (mm) olarak strok farkı verilir.

Statik çalışmada F1 = 0 verildiği olur .

Fakat Dinamik çalışmada, özellikle yüksek hızlarda F2 / F1 = < 3 olması önerilir.
Yayın üzerinde hiç kuvvet yokken (Yay boşta iken) uzunluğu L0 olarak verilir.

F1 kuvveti altında f1 stroku yapan yayın boyu L1 ;
F2 kuvveti altında f2 stroku yapan yayın boyu L2 olur.
Buna göre yay özel c Yay Rijitliği (N / mm) tarif edilir.

F : F1 ile F2 arasında kalan herhangi bir kuvvet ;

F : f1 ile f2 arasında kalan herhangi bir strok olmak üzere

$$c = F1 / f1 \quad c = F2 / f2 \quad c = F / f \quad \text{veya} \quad c = (F2 - F1) / h \quad \text{geçerlidir}$$

Bir sonraki adım seçilen malzemeden varsayılan d çapında telden oluşan ve Dm ortalama çapına sahip bir adet yay sarımının F2 kuvvet altında yapacağı stroku (fbirsarım) bulmaktır.

G: Malzemenin kayma modülü (N / mm) olmak üzere

$$fbirsarım = (8 * F2 * Dm^2) / (G * d^4) \quad \text{olarak hesaplanır.}$$

Bu aşamada f2 stroku verildiğine göre ve daha önce de seçilen malzeme ve varsayılan çapta telin F2 kuvveti altında bir sarımının fbirsarım strok yapacağı belli olduğuna göre yayın kaç aktif sarımdan (na) oluşacağı hesaplanabilir.

$$na = f2 / fbirsarım$$

Sonuçta F2 kuvvet altında yayın f2 strok yapması için na adet aktif sarımdan oluşması gerektiği bulunur. Aktif sarımlar iş depolayan sarımlardır.

Basma Yayını hiçbir zaman, kuvvet altında sarımları birbirine bitişecek şekilde tam olarak sıkıştırılmaz.

Teorik olarak Basma Yayının, sarımları birbirine bitişecek şekilde sıkıştırıldığında ölçülecek boya yayın bloke haldeki boyu (Lbl) denir.

Basma Yayının F2 kuvvet altında eriştiği L2 boyu ile Lbl boyu arasında bir Emniyet Boşluğu sa (mm) öngörülür.

Böylece, özellikle dinamik çalışmada, sarımların birbirlerine değerek, c Yay Rijitliğini olumsuz yönde etkilemesi önlenmiş olur.

$$\text{Statik : } sa = na \cdot (0.0015 \cdot Dm / d + 0.1 \cdot d)^2$$

$$\text{Dinamik : } sa = 1.5 \cdot na \cdot (0.0015 \cdot Dm / d + 0.1 \cdot d)^2$$

Basma yayı, yayı tam sıkıştırmak için gerekli olan Fbl kuvveti altında $fbl = f2 + sa$ strok yapmaktadır.

$$Fbl = c \cdot xbl \text{ olarak hesaplanabilir.}$$

Her ne kadar, basma yayının en fazla F2 kuvveti altında çalışacağı öngörülmüşse de, emniyet açısından, özellikle dinamik çalışma şartlarında, varsayılan çaptaki telin Fbl kuvveti sebebiyle oluşan max. Kesme Gerilmesine (Kbl) dayanabilmesi istenir.

Yay üretiminde kullanılacak standart tellerin malzemelerine ve çaplarına göre Çekme Mukavemetleri ($Rm = N / mm^2$) cinsinden tablolarda verilir.

Fakat yaylar malzemenin elastik deformasyon bölgesinde çalışmak zorunda oldukları için , burada bizim için önemli olan , malzemenin daima Kesme Akma Gerilmesinin (Kakma) altında kalmasıdır.

Pratik olarak :

$$Kakma = 0.56 \cdot Rm \text{ alınabilir.}$$

Bundan sonra yapılacak iş :

$$Kbl < Kakma$$

olacak şekilde tel çapını ve malzemesini seçmektir.

Sonuçta :

$$d = \left(\left(8 \cdot k \cdot Fbl \cdot Dm \right) / \left(p \cdot Kakma \right) \right)^{1/3}$$

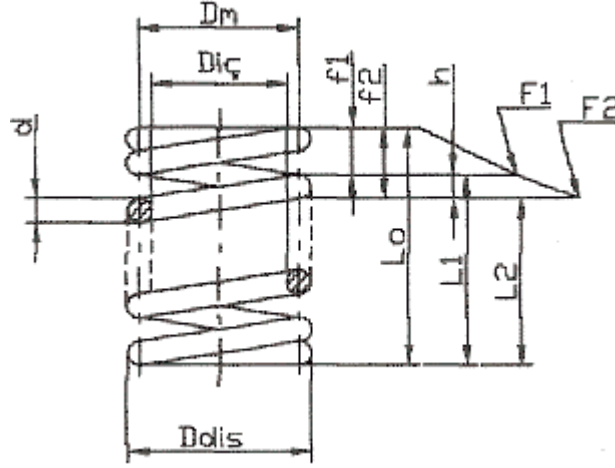
sağlanmalıdır.

Varsayılan çapta tel beklentileri karşılamıyorsa bir sonraki çapa geçilerek iteratif olarak uygun tel çapı bulunur.

Böylece Fbl kuvveti altında güvenle çalışabilecek standart telin çapı belirlenmiş oldu.

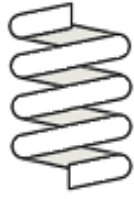
Basma yaylarında uç dizaynına göre aktif olmayan ve iş yapmayan pasif sarımlar da (np) olabilir. Bu halde Toplam Sarım Sayısı $nt = na + np$ olur.

BASMA YAYLARI ŞEMATİK GÖSTERİM VE KUVVET DİYAGRAMI



Basma Yaylarının Uç Dizaynlarına Göre n_p Pasif Sarım Adetlerinin Belirlenmesi

Açık Uçlu



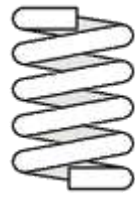
$$n_p = 0 \quad n_t = n_a \quad L_{bl} = (n_t + 1) * d \quad L_0 = L_{bl} + f_2 + sa \quad p = (L_0 - d) / n_a$$

Açık Uçlu ve Taşlanmış



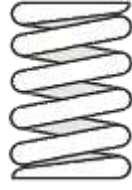
$$n_p = 2 \quad n_t = n_a + 2 \quad L_{bl} = (n_t + 1) * d \quad L_0 = L_{bl} + f_2 + sa \quad p = (L_0 - 3 * d) / n_a$$

Kapalı Uçlu



$$n_p = 1 \quad n_t = n_a + 1 \quad L_{bl} = n_t * d \quad L_0 = L_{bl} + f_2 + sa \quad p = L_0 / n_t$$

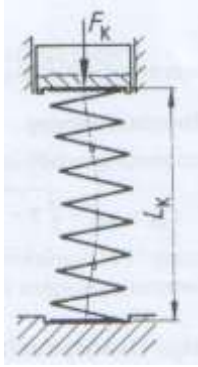
Kapalı Uçlu ve Taşlanmış



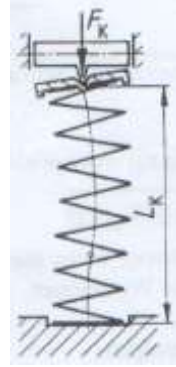
$$n_p = 2 \quad n_t = n_a + 2 \quad L_{bl} = n_t * d \quad L_0 = L_{bl} + f_2 + s_a \quad p = (L_0 - 2 * d) / n_a$$

Uç dizaynına göre yayın açık boyu L_0 bulunur .

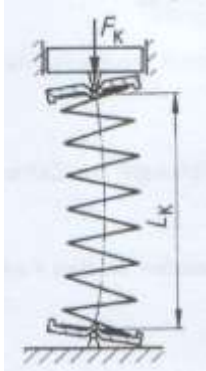
Basma Yaylarının Uç Yataklamalarına Göre Kritik Strok f_{kr} Hesabı



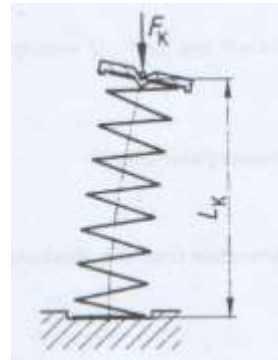
Her iki uç aksenal yataklı ve dönemez



Her iki uç aksenal yataklı , biri dönemez



Her iki uç aksenal yataklı ve dönebilir



Bir uç aksenal yataklı ve dönemez ,
diğer uç serbest

Uç yataklama cinsine göre yayın F_2 kuvvet altında yapacağı f_2 strokun kritik burkulma stroku f_{kr} 'ye göre durumuna bakılır.

Eğer $f_2 < f_{kr}$ değeri ise teorik olarak burkulma riski yoktur.

Aksi takdirde yayın ortasına bir pim koymak gerekir veya yay bir yuvaya yerleştirilir veya mümkünse yataklama şekli değiştirilir.

Elde edilen hatve p' ye göre yayın sarım açısı α alfa'nın değeri kontrol edilir.

Yayda kullanılan telin boyu :

$$L_{tel} = p * D_m * n_a * (n_a / \cos(\alpha) + n_p) \text{ olarak bulunur .}$$

Buna göre beher yay için malzeme ağırlığı (M) hesaplanır.

Dinamik çalışan bir yay için kritik çalışma hızı $n_{hızkr}$ (1 / saniye) olarak hesaplanır.

Bu hıza yaklaşıldığında yay için rezonans riski vardır.

Basma yayları dinamik olarak çalışacaksa

F1 kuvveti altında oluşan K1 max. kesme zorlanması ile

F2 kuvveti altında oluşan K2 max. kesme zorlanması değerleri yay ömür tabloları gözönüne alınarak , yay çevrim ömrü değerlendirmesi yapılır.

Basma Yayları en fazla , kendileri için hesaplanmış olan $L_2 = L_{bl} + s_a$ uzunluğuna kadar sıkıştırılabilirler.

Basma Yaylarının hesaplanması için hazırlanan programda girilecek değerler:

F1 Kuvveti (N = Newton cinsinden)

F2 Kuvveti (N = Newton cinsinden)

h Strok farkı (h = f2 – f1 mm cinsinden)

Di Yayın iç çapı (mm cinsinden)

Seçim yapılacak konular :

Statik Çalışma Şekli

Dinamik Çalışma Şekli

Seçilen çalışma şartlarına göre önerilen malzemeler

Basma yayının uç dizaynı

Burkulma analizi için yataklama şekli

Program çalıştırıldığında, mevcut olan çaplara göre, Basma yayı ile ilgili teknik bilgiler ve uyarılar elde edilir.

Programda mevcut olan malzeme ve çap seçenekleri:

SL , SM , SH ve DM malzemeler için çaplar :

0.20 0.30 0.40 1.00 mm

1.20 1.40 1.50 1.60 1.80 2.00 2.20 2.40 2.50 2.60 2.80 3.00 mm

3.50 4.00 4.5012.00 mm

Paslanmaz malzemeler için çaplar:

0.20 0.30 0.40 1.00 mm

1.20 1.40 1.50 1.60 1.80 2.00 2.20 2.40 2.50 2.60 2.80 3.00 mm

3.50 4.00 4.5010.00 mm