

DAİRESEL KESİTLİ TELDEN SOĞUK OLARAK SIKI SARILAN
TORSİYON YAYLARININ HESABI

Yaylar enerji depolayan elemanlardır.

Torsiyon yaylarında , malzemenin elastik bölgesinde kalmak şartıyla , yaya eksenden R uzaklıkta teğetsel olarak etkiyen bir F kuvvetinin oluşturduğu M momenti dolayısıyla yay sıkıştırılıp depolanan enerji daha sonra geri alınabilir.

Torsiyon 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)

w = Dm / d : Yay indeksi

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

Torsiyon yayı , sarımlar ile bir adet sabit bacak ve bir adet hareketli bacadan oluşur.

M1 = Birinci moment (Nmm) Birinci moment , teğetsel birinci kuvvet F1 (N) ile tesir mesafesinin eksene uzaklığı olan R (mm) ' nin çarpımına eşittir.

M2 = İkinci moment (Nmm) İkinci moment , teğetsel ikinci kuvvet F2 (N) ile tesir mesafesinin eksene uzaklığı olan R (mm) ' nin çarpımına eşittir.

Kullanılan semboller : α = alfa δ = delta σ = sigma
 π = pi (3.1416)

α_1 = M1 momenti altında sıkıştırılan yayın bacağına yaptığı açısız strok (derece)

α_2 = M2 momenti altında sıkıştırılan yayın bacağına yaptığı açısız strok (derece)

α_h = (M2 – M1) moment farkından oluşan açısız strok farkı (derece)

δ_0 = Yay boşta iken bacaklar arasındaki açı

δ_1 = M1 momenti altında sıkışan yayın bacakları arasındaki açı (derece)

δ_2 = M2 momenti altında sıkışan yayın bacakları arasındaki açı (derece)

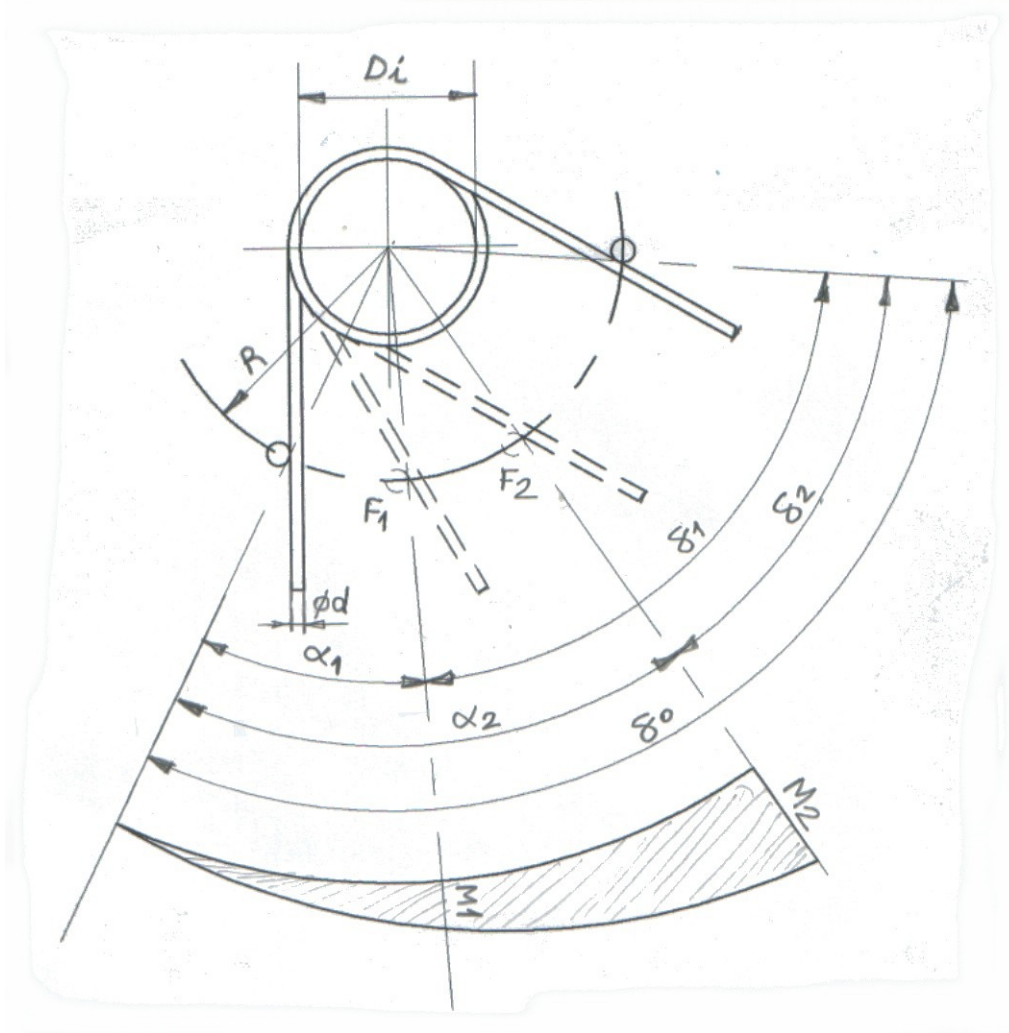
Yaya etkiyen moment dolayısıyla yay telinin kesitinde oluşan İç Gerilme :

$$\sigma = (32 * M) / (\pi * d^3) \quad (N / mm^2)$$

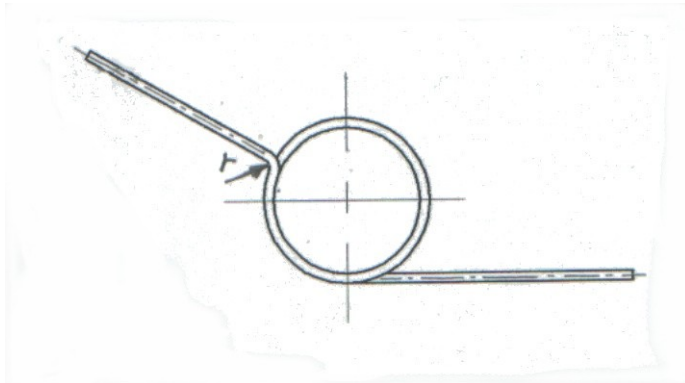
(M2 – M1) Nmm moment farkında α_h derece strok farkı yapan yayın Yay rijitliğinin bulunması :

$$c = (M2 - M1) / \alpha_h \quad (Nmm / derece)$$

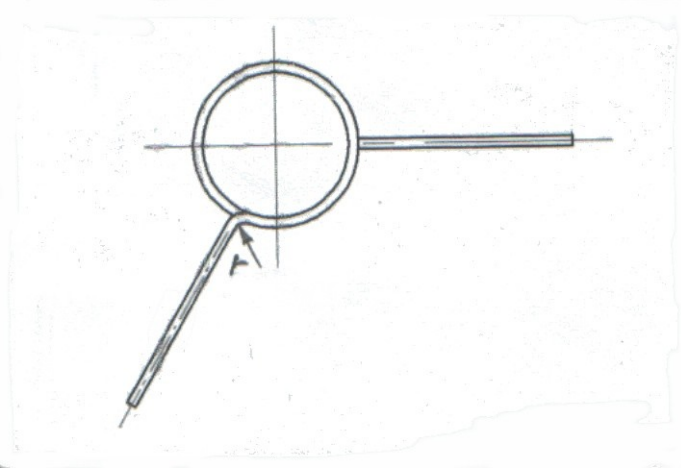
TORSİYON YAYI MOMENT - AÇISAL STROK DİYAGRAMI



Her iki bacağı da teğetsel olan Torsiyon Yay1



Bir bacağı teğetsel , diğer bacağı radyal bükümlü olan Torsiyon Yayı
İç büküm radyusu $r \geq d$ olmalıdır.



Her iki bacağı da radyal olarak bükülmüş Torsiyon Yayı
İç büküm radyusu $r \geq d$ olmalıdır.

Düzeltilmiş İç Gerilme :

Yay İndeksi dolayısıyla Düzeltme Katsayısı k_w

$$k_w = (w + 0.07) / (w - 0.75)$$

Radyal bükülmüş bacakları olan yaylarda (r/d) oranı dolayısıyla Düzeltme Katsayısı k_{rd}

$$k_{rd} = (2 * (r/d) + 1.07) / (2 * (r/d) + 0.25)$$

Max. İç Gerilmenin (σ_{max}) 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) :

$$k = 1$$

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

Gerilme Düzeltme Faktörü (k)

Burada yukarıda hesaplanan k_w veya k_{rd} katsayılarından büyük olanı alınır

$$k = k_w \text{ veya } k_{rd}$$

Çalışma şekline göre gerekli seçim yapılarak $M_{max} = M_2$ momenti altında telde oluşan max. İç Gerilme (σ_{max}) bulunur.

$$\sigma_{\max} = k * \sigma \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\sigma_{\max} = (32 * k * M2) / (\pi * d^3) \quad (\text{N/mm}^2)$$

Yay üretiminde kullanılacak standart tellerin malzemelerine ve çaplarına göre Çekme

2

Mukavemetleri ($R_m = \text{N/mm}^2$) cinsinden tablolarda verilir.

Fakat yaylar malzemenin elastik deformasyon bölgesinde çalışmak zorunda oldukları için , burada bizim için önemli olan , malzemenin daima Akma Gerilmesinin (σ_{akma}) altında kalmasıdır.

Pratik olarak :

$$\sigma_{akma} = 0.70 * R_m \quad \text{alınabilir.}$$

Bundan sonra yapılacak iş :

$$\sigma_{\max} < \sigma_{akma}$$

olacak şekilde tel çapını ve malzemesini seçmektir.

Sonuçta :

1 / 3

$$d = ((32 * k * M2) / (\pi * \sigma_{akma}))$$

sağlanmalıdır.

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

Böylece $M2$ momenti altında güvenle çalışabilecek standart telin çapı belirlenmiş oldu.

Torsion Yaylarında genelde

$M1$ ve $M2$ momentleri ($\text{Nmm} = \text{Newton mm}$) olarak ve bunlara ait $\alpha1$ ve $\alpha2$ açısal strokları (derece) olarak verilir.

$M1$ küçük moment , $M2$ büyük moment ($M2 = M_{\max}$) ,

$\alpha1$ küçük açısal strok , $\alpha2$ büyük açısal strok olur.

Bazen $\alpha_h = \alpha2 - \alpha1$ (derece) olarak açısal strok farkı verilir.

M : $M1$ ile $M2$ arasında kalan herhangi bir moment ;

α : $\alpha1$ ile $\alpha2$ arasında kalan herhangi bir açısal strok olmak üzere

$$c = M1 / \alpha1 \quad c = M2 / \alpha2 \quad c = M / \alpha \quad c = (M2 - M1) / \alpha_h \quad \text{geçerlidir.}$$

Bir sonraki adım seçilen malzemedен d çapında telden oluşan ve D_m ortalama çapına sahip Torsiyon Yayının $M2$ momenti altında $\alpha2$ derece açısal strok yapması için kaç sarımın (n) gerekli olduğunu bulmaktır.

2

E : Malzemenin elastisite modülü (N/mm^2) olmak üzere

$$n = \frac{4}{(d * E * \alpha^2) / (3667 * D_m * M_2)} \quad \text{olarak hesaplanır.}$$

Torsiyon yayının bacakları M_2 momenti ile kapatıldığında yayın iç ve dış çaplarında da değişme olur.

$$D_i \alpha^2 = ((D_m * n) / (n + (\alpha^2 / 360))) - d$$

$$D_d \alpha^2 = ((D_m * n) / (n + (\alpha^2 / 360))) + d$$

Montaj halinde özellikle iç çap küçülmesi dikkate alınmalıdır

Dinamik çalışan bir yay için kritik çalışma hızı $h_{kzkr} (1 / \text{saniye})$ olarak hesaplanır.

Bu hıza yaklaşıldığında yay için rezonans riski vardır.

Torsiyon yayları dinamik olarak çalışacaksa M_1 momenti altında oluşan σ_{max1} zorlanması ile M_2 momenti altında oluşan σ_{max2} zorlanması değerleri yay ömür tabloları gözönüne alınarak , yay çevrim ömrü değerlendirmesi yapılır.

Torsiyon Yaylarının hesaplanması için hazırlanan programda girilecek değerler :

Birinci Moment $M_1 (Nmm)$ cinsinden
İkinci Moment $M_2 (Nmm)$ cinsinden
 α_h Strok farkı ($\alpha_h = \alpha_2 - \alpha_1$ derece cinsinden)
 D_i Yayın iç çapı (mm cinsinden)
Radyal bükülmüş bacak halinde iç büküm radyusu

Seçim yapılacak konular :

Statik Çalışma Şekli
Dinamik Çalışma Şekli
Seçilen çalışma şartlarına göre önerilen malzemeler
Torsiyon yayının bacak dizaynı

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

Radyal bükülmüş bacak halinde girilmiş iç büküm radyusu tel çapından küçük olursa sonuçta tel çapına eşit iç büküm radyusu elde edilmektedir.

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