Karadeniz Teknik Üniversitesi

Orman Fakültesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

MAKİNA BİLGİSİ

25. TAMAMLAYICI ÖRNEK PROBLEMLER

Dr.-Mak.Müh. Kemal ÜÇÜNCÜ

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

Örnek Problem (Enerji Dönüşümü): 110 PS güçte üç tip motora sahip taşıt 3 saatte 300 km yol almaktadır. Motorlara ilişkin diğer veriler aşağıdaki gibidir.

Model	Alt ısıl değer, Hu	
Elektrik	860	kCal/kWh
Diesel	10.000	kCal/kg
Otto	10.300	kCal/kg

a) Tam yükte 3 saatte harcanan enerji miktarını,

b) 300 km yol için motor tiplerinde gerekli enerji/yakıt miktarını bulunuz.

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

Veriler:

Güç N = 120 PS

Süre t = 3 saat

Yol L = 300 km

Model	Alt ısıl değer, Hu	
Elektrik	860	kCal/kWh
Diesel (Hu,d)	10.000	kCal/kg
Otto (Hu,b)	10.300	kCal/kg

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

Çözüm:

a) 3 saatte harcanan enerji (tam yük)

E = N t

E = 120 PS * 3 saat

E = 360 PSh

1 kWh = 1,36 PSh

E = 264,7 kWh

1 kWh = 860 kCal

E = 227.647 kCal

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

b) Harcanan Enerji/Yakıt Miktarı

Elektrik (Ee):

Ee = 264,7 kWh

Diesel (md):

md = E/Hu,d

md = 227.647 kCal /10.000 kCal/kg

md= 22,7 kg

Otto(Benzin) (mb):

mb = E/Hu,b

mb = 227.647 / 10.300

mb = 22,1 kg

STANDART SAYI DİZİSİ

Örnek Problem (Standart Sayı Dizileri): Sabit çarpanı k ve 6 terimli bir dizide terimler 1, 1xk, 1xk^2, 1xk^3, 1xk^4, 1xk^5 olarak tanımlanmaktadır. Altıncı terimi 100 olduğuna göre, standart sayı dizisinin diğer terimlerini belirleyiniz.

Çözüm:

$$1\ x\ k^5 = 100\ \rightarrow k = \sqrt[5]{100}$$

$$k = 2{,}51$$

Standart Sayı Dizilerinin Oluşumu:

Buna göre 1-100 arasındaki değerler sırasıyla aşağıdaki gibi elde edilir

STANDART SAYI DİZİSİ

Terim: 1,0

Terim: $1{,}0 \times 2{,}51 = (2{,}51)^1 = 2{,}5$

Terim: $1{,}0 \times 2{,}51 \times 2{,}51 = (2{,}51)^2 = 6{,}3$

Terim: $1{,}0 \times 2{,}51 \times 2{,}51 \times 2{,}51 = (2{,}51)^3 = 16$

Terim: $1{,}0 \times 2{,}51 \times 2{,}51 \times 2{,}51 \times 2{,}51 = (2{,}51)^4 = 40$

Terim: $1{,}0 \times 2{,}51 \times 2{,}51 \times 2{,}51 \times 2{,}51 \times 2{,}51 = (2{,}51)^5 = 100$

ISIL DEĞER

Örnek Problem (Üst Isıl Değer): Bir işletme satınalacağı kömürün ısıl değerinin $6300 \mp 200\ kCal/kg$ olmasını istemektedir. Bu amaçla kömürden alınan 25 g ağırlıkta üç örneğin üst ısıl değeri kalorimetrede ölçülerek karar alınacaktır. Kalorimetre bombasında 4 litre su bulunmaktadır. Buna göre sözkonusu kömür partisinin kabul edilip edilmeyeceğini belirleyiniz.

Örneklere ilişkin ölçüm verileri şöyledir:

Örnek 1: Su sıcaklığı 12 ^{o}C'den 53 ^{o}C'ye

Örnek 2: Su sıcaklığı 10 ^{o}C'den 53 ^{o}C'ye

Örnek 3: Su sıcaklığı 11 ^{o}C'den 53 ^{o}C'ye yükselmiştir.

ISIL DEĞER

Çözüm:

Suya geçen ısı miktarı ve üst ısıl değer:

Örnek 1:

$$Q_{s1} = m_s\, C_s\, (T_2 - T_1)$$

$$Q_{s1} = 4\ \text{kg x } 4{,}186\text{kJ/kg°C}\ (53 - 12)\text{°C}$$

$$Q_{s1} = 686{,}3\ \text{kJ}$$

$$H_{o1} = \frac{Q_{s1}}{m_y} = \frac{687\ \text{kJ}}{0{,}015\ \text{kg}}$$

$$H_{o1} = 27.480\ \text{kJ/kg}$$

ISIL DEĞER

Örnek 2:

$$Q_{s2} = m_s\, C_s\, (T_2 - T_1)$$

$$Q_{s2} = 4\ \text{kg x } 4{,}186\text{kJ/kg°C}\ (53 - 10)\text{°C}$$

$$Q_{s2} = 720\ \text{kJ}$$

$$H_{o2} = \frac{Q_{s2}}{m_y} = \frac{720\ \text{kJ}}{0{,}025\ \text{kg}}$$

$$H_{o2} = 28.800\ \text{kJ/kg}$$

ISIL DEĞER

Örnek 3:

$$Q_{s3} = m_s\, C_s\, (T_2 - T_1)$$

$$Q_{s3} = 4\ \text{kg x } 4{,}186\text{kJ/kg°C}\ (53 - 11)\text{°C}$$

$$Q_{s3} = 703{,}2\ \text{kJ}$$

$$H_{o3} = \frac{Q_{s3}}{m_y} = \frac{703\ \text{kJ}}{0{,}025\ \text{kg}}$$

$$H_{o3} = 28.120\ \text{kJ/kg}$$

ISIL DEĞER

Ortalama: $\bar{x} = (27.480 + 28.800 + 28.120)/3$

$\bar{x} = 28.133\ kJ/kg$

Standart sapma:

$$S = \sum \frac{\bar{x} - x_i}{n}$$

$S = 539\ kJ/kg$

Maksimum üst ısıl değerler:

$\mathrm{H_{o,max}} = \bar{\mathrm{x}} + \mathrm{S}$

$\mathrm{H_{o,max}} = 28.133 + 539$

$\mathrm{H_{o,max}} = 28.672\ \mathrm{kJ/kg}$

ISIL DEĞER

Minimum üst ısıl değer:

$$\mathrm{H_{o,min}} = \bar{\mathrm{x}} - \mathrm{S}$$

$$\mathrm{H_{o,min}} = 28.133 - 539$$

$$\mathbf{H_{o,min,ö}} = \mathbf{27.595\ kJ/kg}$$

Talep edilen Üst ısıl değer:

Ortalama: 6.300 kCal/kg

6.300 kCal x 4,186 kJ/kCal

$$\bar{x} = 26.372\ kJ/kg$$

ISIL DEĞER

Standart Sapma: 200 kCal/kg

200 kCal/kg * 4,186 kJ/kCal

S = 837 kJ/kg

Maksimum üst ısıl değer:

$$\mathrm{H_{o,max}} = 26.372 + 837$$

$$\mathbf{H_{o,max} = 27.209\ kJ/kg}$$

Minimum üst ısıl değer:

$$\mathrm{H_{o,min}} = 26.372 - 837$$

$$\mathrm{H_{o,min}} = 25.535\ \mathrm{kJ/kg}$$

$$\mathrm{H_{o,min,ö}} = 27.595\ \mathrm{kJ/kg} > \mathrm{H_{o,max}} = 27.209\ \mathrm{kJ/kg}$$

Örneklem sonuçları sözkonusu ürünün alınabileceğini göstermektedir.

MALZEME DAYANIMI

Örnek Problem (Mekanik): Bir metal çubuk çekme deneyi etkisinde aşağıdaki boyutlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Çubuğun başlangıç uzunluğu: $L_o = 200\ mm$

Çubuğun başlangıç çapı: $d_o = 10\ mm$

Çubuğun kopma sonrasu uzunluğu: $L = 201\ mm$

Çubuğun kopma sonrası kopma yeri çapı: $d = 9{,}85\ mm$

Deneye tabi tutulan metal çubuğun

a) kopma uzamasını ve

b) kopma daralmasını bulunuz.

MALZEME DAYANIMI

Çözüm:

a) Kopma uzaması / Birim uzama

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} 100\ [\%]$$

$$\varepsilon = \frac{201\ mm - 200\ mm}{200\ \mathrm{mm}} 100\ [\%]$$

$$\varepsilon = \frac{1\ \mathrm{mm}}{200\ \mathrm{mm}} 100\ [\%]$$

$$\boldsymbol{\varepsilon = \%0,5}$$

MALZEME DAYANIMI

b) Kopma büzülmesi

$$-\psi = \frac{A_o - A_K}{A_o}\ 100\ [\%]$$

$$\mathrm{A_o} = \frac{\pi\, \mathrm{d_o^2}}{4} = \frac{\pi\, (10\mathrm{mm})^2}{4};\ \mathrm{A_o} = 78{,}5\ mm^2$$

$$\mathrm{A_K} = \frac{\pi\, d_K^2}{4} = \frac{\pi\, (9{,}85\mathrm{mm})^2}{4};\ \mathrm{A_K} = 76{,}2\ mm^2$$

$$-\psi = \frac{78{,}5 - 76{,}2}{78{,}5}\ 100\ [\%]$$

$$-\psi = \%2{,}9$$

$$\boldsymbol{\psi = -\%2{,}9}$$

MALZEME DAYANIMI

Örnek Problem (Çentik Darbe Deneyi): Çentik darbe deneyinde 12 kg sarkaç ağırlığı kullanılmakta, deney sırasında sarkacın düşme yüksekliği 60 cm, yükselme yüksekliği ise 22 cm olarak belirlenmiştir. Deneyde kullanılan örneğin kesiti 20 mm x 12 mm'dir.

Darbe işini ve çentik darbe sünekliğini bulunuz.

Veriler:

- Sarkaç ağırlığı G = 20 kg = 20 kg * 9,81 N/kg = 1962 N
- Sarkaç başlangıç yüksekliği h = 60 cm = 0,60 m
- Sarkaç deney sonrası yüksekliği h'= 22 cm = 0,22 m
- Deney örneği kesiti a =12 mm, h = 20 mm

Çözüm:

Darbe işi/enerjisi

$DE = G\ (h - h')$

$DE = 1962\ N\ (0{,}60 - 0{,}22)\ m$

$DE = 745{,}56\ Nm$

1 J = 1 Nm

$\mathbf{DE = 745{,}56\ J}$

MALZEME DAYANIMI

Çentik darbe sünekliği

$$\propto_K = \frac{\text{Darbe işi DE}}{\text{Yüzey } A_0} = \frac{DE}{A_0} \; [J/mm^2]$$

A_o = 12 * 20 = 240 mm^2

$$\propto_K = \frac{745{,}56\ J}{240\ mm^2}$$

$$\propto_K = \mathbf{3{,}1\ [J/mm^2]}$$

MALZEME DAYANIMI

Örnek Problem (Lehim Bağlantısı): Şekilde gösterilen biçimde yapılan bir lehim bağlantısında yapışma yüzeyi ölçüleri l = 6 cm ve b = 4 cm'dir. Bağlantı ile ilgili yapılan çekme deneyinde 8000 N yük uygulanmıştır. Buna göre yapışmanın kayma gerilmesi ne olmalıdır? Mevcut koşullar için emniyet katsayısı 2 alınacaktır.

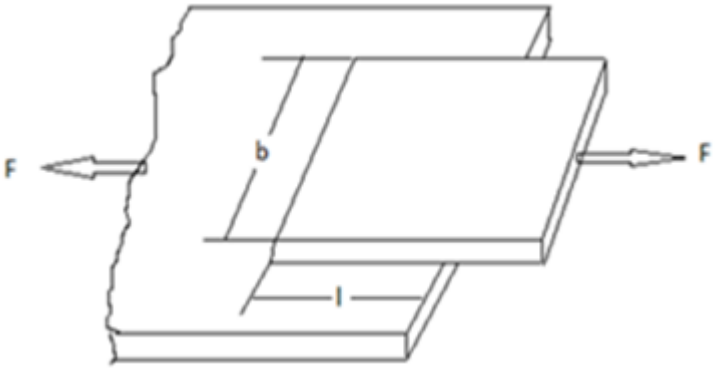
Veriler:

F = 8000 N

h = 6 cm = 60 mm

b = 4 cm = 40 mm

S = 2



MALZEME DAYANIMI

Çözüm:

$$\tau_{em} = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{b\,l}}$$

$$\tau_{em} = \frac{8000\ N}{60\ \mathrm{mm\ x\ 40\ mm}}$$

$$\boldsymbol{\tau_{em} = 3,33\ \mathrm{N}/mm^2}$$

$$\tau_{\mathrm{em}} = \frac{\tau_{\mathrm{AK}}}{\mathrm{S}}$$

$$\tau_{AK} = S\ \tau_{em}$$

$$\tau_{AK} = 2\ * 3{,}33\ N/mm^2$$

$$\boldsymbol{\tau_{\mathrm{AK}} = 6,7\ \mathrm{N}/\mathrm{mm}^2}$$

MALZEME DAYANIMI

Örnek Problem (Perçin Bağlantısı): Bir bindirme perçin bağlantısında 2 adet perçin kullanılmıştır. Perçin ekseni yönünde 12.000 N, eksene dik yönde ise 10.000 N yük etki etmektedir. Levha ölçüleri s = 4 mm, L = 100 mm, e = 100 mm'dir.

Perçin malzemesinin çekme dayanımı 300 N/mm^2, kayma dayanımı 280 N/mm^2, esilme dayanımı 260 N/mm^2'dir. Benzer şekilde levhanın çekme gerilmesi 200 N/mm^2, kayma gerilmesi 180 N/mm'dir.

Emniyet katsayısı 2 olarak seçilebilir.

a) Çekme etkisinde perçin çapını

b) Kayma etkisinde perçin çapını

c) Ezilme etkisinde perçin çapını

d) Çekme, kayma ve ezilmeye zorlanma durumuna göre uygun perçin çapını

e) Belirlenen perçin çapını dikkate alarak levhanın yandan yırtılmasına göre levha genişliğini (L)

f) Levhanın alından yırtılmasına göre perçin ekseni kenar mesafesini (e) bulunuz.

MALZEME DAYANIMI

Veriler:

Fç = 12.000 N

Fk = 10.000 N

Perçin:

$\sigma_ç = 300\ N/mm^2$

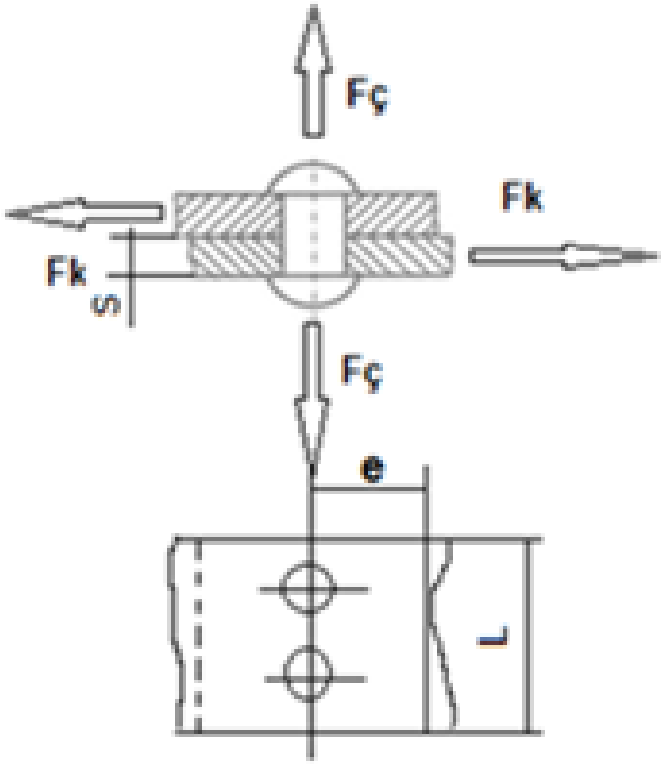
$\tau = 280\ N/mm^2$

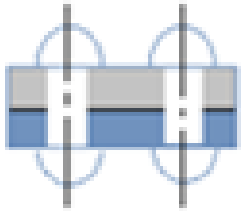
$p = 260\ N/mm^2$

Levha:

$\sigma_ç = 200\ N/mm^2$

$\tau = 180\ N/mm^2$





MALZEME DAYANIMI

Çözüm:

a) Perçinin çekmeye göre çapı:

$$\sigma_{ç,em} = \frac{Fç}{nA}$$

$$A = \pi\, d^2/4$$

$$\sigma_{ç,em} = \frac{4\, Fç}{n\pi d^2}$$

$$\sigma_{ç,em} = \frac{\sigma_ç}{S} = \frac{300\ N/mm^2}{2} = 150\ N/mm^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4\, Fç}{n\,\pi\ \ \sigma_ç em}} = \sqrt{\frac{4 * 12.000\ N}{2 *\ \pi * 150\ N/mm^2}}$$

$$\mathbf{d = 7,13\ mm\ \cong 8\ mm}$$

MALZEME DAYANIMI

b) Kaymaya göre perçin çapı

$$\tau_{em} = \frac{Fk}{z\,n\,A} = \frac{4Fk}{z\,n\,\pi\,d^2}$$

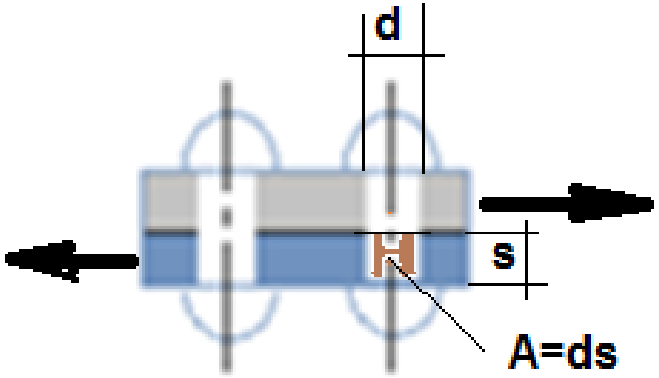
$$\tau_{em} = \frac{\tau}{S} = \frac{280\ N/mm^2}{2} = 140\ N/mm^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4\ Fk}{z\,n\,\pi\,\tau_{em}}} = \sqrt{\frac{4 * 10.000\ N}{1 * 2 *\ \pi * 140\ N/mm^2}}$$

$$\mathbf{d = 6,7\ mm = 7\ mm}$$

MALZEME DAYANIMI

c) Ezilmeye göre perçin çapı



$$p_{em} = \frac{Fk}{z\,n\,A}$$

$$A = d\,s$$

$$p_{em} = \frac{Fk}{z\,n\;\;d\,s}$$

$$d = \frac{Fk}{z\,n\,s\,p_{em}}$$

$$p_{em} = \frac{p}{S} = \frac{260\ N/mm^2}{2} = 130\ N/mm^2$$

$$d = \frac{10.000\ N}{1 * 2 * 4\ mm * 130\ N/mm^2}$$

$$\mathbf{d = 9,6\ mm\ \cong 10\ mm}$$

MALZEME DAYANIMI

d) Uygun perçin çapı

Çekme halinde d = 8 mm

Kayma halinde d = 7 mm

Ezilme halinde d = 10 mm

Ezilmeye zorlanma durumu için öngörülen d = 10 mm perçin çapı diğer zorlanmaları da karşılayabileceğinden perçin çapı

$$\mathbf{d = 10\ mm}$$

olarak seçilir.

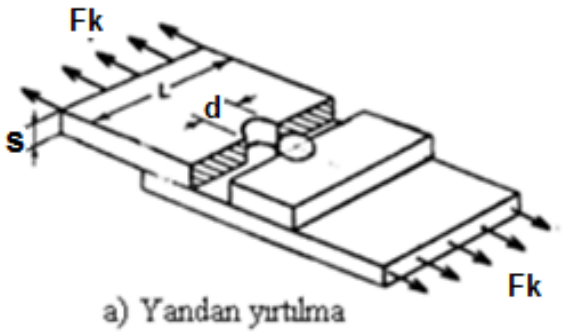
MALZEME DAYANIMI

e) Belirlenen perçin çapını dikkate alarak levhanın yandan yırtılmasına göre levha genişliği

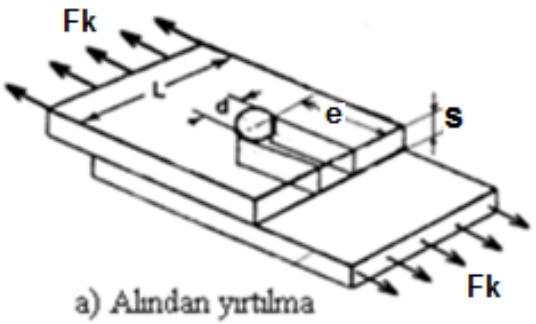
$$\sigma_{ç,em} = \frac{Fk}{s\,(L - n\,d)}$$

$$L - nd = \frac{Fk}{s\,\sigma_{ç,em}}$$

$$\mathrm{L} = \frac{\mathrm{Fk}}{\mathrm{s}\sigma_{ç,\mathrm{em}}} + \mathrm{nd}$$



a) Yandan yırtılma



a) Alından yırtılma

$$\sigma_{ç,em} = \frac{\sigma}{S} = \frac{200\ N/mm^2}{2} = 100\ N/mm^2$$

$$\mathrm{L} = \frac{10.000\ \mathrm{N}}{4\ mm * 100\ N/mm^2} + 2 * 10\ \mathrm{mm}$$

$$\mathbf{L = 45\ mm}$$

MALZEME DAYANIMI

f) Levhanın alından yırtılmasına göre perçin ekseni kenar mesafesi (e)

Levha iki yüzeyden yırtılmaya çalışmakta olup, tesir sayısı z=2 olur.

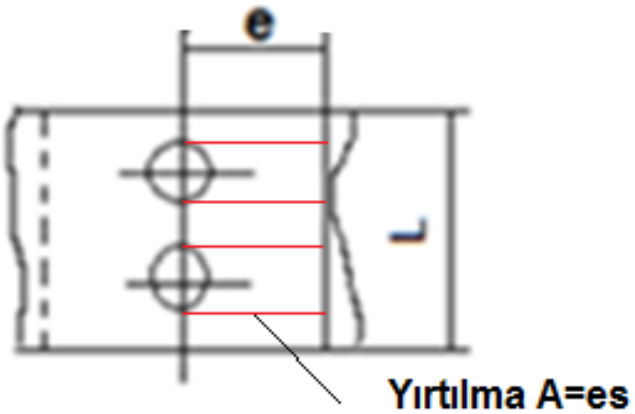
$$\tau_{em} = \frac{F}{z\ e\ s\ n}$$

$$e = \frac{Fk}{z\ s\ n\ \tau_{em}}$$

$$\tau_{em} = \frac{\tau}{S} = \frac{180\ N/mm^2}{2} = 90\ N/mm^2$$

$$e = \frac{10.000\ N}{2 * 4\ mm * \ 2 * 90\ N/mm^2}$$

$$\mathbf{e = 6,9\ mm\ \cong 7\ mm}$$



MALZEME DAYANIMI

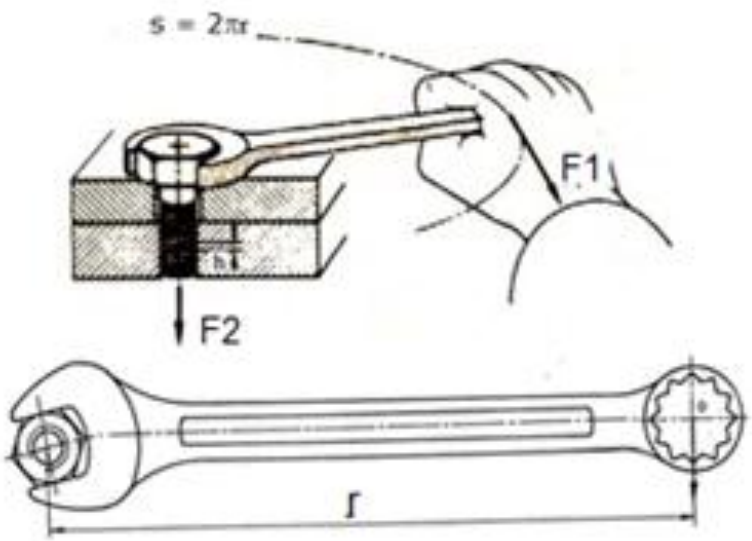
Örnek Problem (Cıvata Sıkma Mekaniği): Bir somun – cıvata bağlantısında kol uzunluğu 12 cm olan anahtara uygulanan kuvvet 80 N olup, vida adımı 4 mm'dir. Buna göre sıkma sırasında uygulanan sıkma kuvvetini bulunuz.

Veriler:

$r = 12\ cm = 120\ mm$

$F_1 = 80\ N$

$h = 4\ mm$



MALZEME DAYANIMI

Çözüm:

Anahtar momenti:

$$\mathrm{M_a} = \mathrm{F_1} * \mathrm{s}$$

$$\mathrm{s} = 2\,\pi\,\mathrm{r}$$

$$M_a = F_1 * 2\,\pi\,r = 80\,N * 2 * \pi * 120\,mm$$

$$M_a = 60.288\,Nmm$$

MALZEME DAYANIMI

Cıvataya uygulanan sıkma momenti:

$$M_s = F_2\, h$$

$$\mathrm{F_2} = \frac{\mathrm{M_s}}{\mathrm{h}}$$

Momentler eşitliği:

$$M_a = M_s$$

$$\mathrm{F_2} = \frac{\mathrm{M_a}}{\mathrm{h}} = \frac{60.288\ Nmm}{4\ mm}$$

$$\mathbf{F_2 = 15.072\ N}$$

MALZEME DAYANIMI

ÖRNEK PROBLEM (Cıvata – Somun Bağlantısı): İki makina elemanı 2 cıvata ile birleştirilecektir. Cıvata ekseni yönünde 25.000 N, eksene dik yönde ise 15.000 N yük etki etmektedir. Cıvata malzemesinin çekme dayanını 600 N/mm^2, kayma dayanımı 480 N/mm^2'dir. Emniyet katsayısı 2'dir. Sıkma işleminde kol uzunluğu 120 mm olan anahtarla 100 N kuvvet uygulanmaktadır.

a) Çekmeye göre cıvata çapını

b) Kaymaya göre cıvata çapını

c) Burulmaya göre cıvata çapını bulunuz.

d) Mevcut koşullara uygun cıvata çapını belirletiniz.

MALZEME DAYANIMI

Veriler:

$n = 2$

$S = 2$

$\sigma_ç = 600\ N/mm^2$

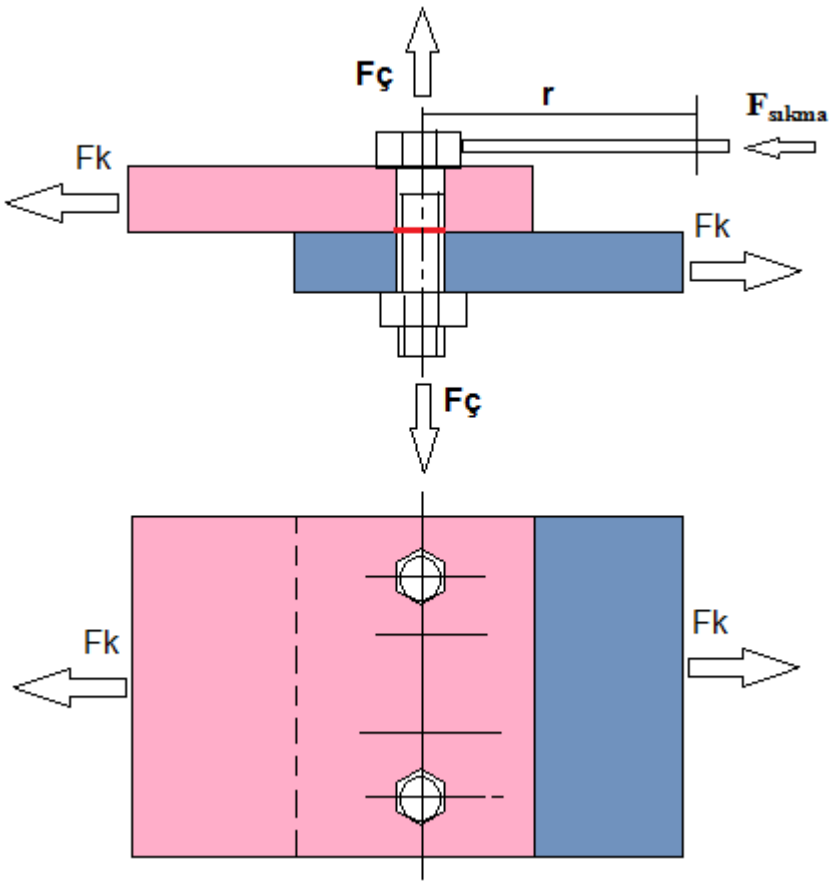
$\tau = 480\ N/mm^2$

$Fç = 25.000\ N$

$Fk = 15.000\ N$

$F_s = 100\ N$

$r = 120\ mm$



MALZEME DAYANIMI

Çözüm:

a) Çekmeye göre cıvata çapı

$$\sigma_{ç,em} = \frac{Fç}{nA}$$

$$A = \frac{\pi\, d^2}{4}$$

$$\sigma_{ç,em} = \frac{4\, Fç}{n\, \pi\, d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{4\, Fç}{n\, \pi\, \sigma_{ç,em}}}$$

$$\sigma_{ç,em} = \frac{\sigma_ç}{S} = \frac{600\ N/mm^2}{2} = 300\ N/mm^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 25.000\ N}{2\, \pi * \ 300\ N/mm^2}} = 7{,}3\ mm$$

$$\mathbf{d \cong 8\ mm}$$

MALZEME DAYANIMI

b) Kaymaya göre cıvata çapı

$$\tau_{em} = \frac{Fk}{z\,nA}$$

Kayma için z = 1

$$A = \frac{\pi\,d^2}{4}$$

$$\tau_{em} = \frac{4\,Fk}{z\,n\,\pi\,d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{4\,Fk}{z\,n\,\pi\,\tau_{em}}}$$

$$\tau_{em} = \frac{\tau}{S} = \frac{480\ N/mm^2}{2} = 240\ N/m^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 15.000\ N}{1 * 2\,\pi * 240\ N/mm^2}} = 6{,}3\ mm$$

$$\mathbf{d \cong 7\ mm}$$

MALZEME DAYANIMI

c) Burulma için cıvata çapı

$$\tau_{em} = \frac{M}{\frac{\pi d^3}{16}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16\,M}{\pi\,\tau_{em}}}$$

$$M = Fs\ x\ 2\,\pi\,r$$

$$M = 100\,N * 2 * \pi * 120\,mm$$

$$M = 75.360\,Nmm^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 * 75360\,Nmm^3}{\pi * 240\,N/mm^2}} = 11{,}4\,mm$$

$$\mathbf{d} \cong \mathbf{12\ mm}$$

MALZEME DAYANIMI

d) Çekme ve basma etkisinde boyutlandırılan cıvata, mevcut durumdaki burulma etkisine dayanamaz.

Dolayısıyla cıvata çapının 12 mm olması gerekir.

MALZEME DAYANIMI

MİLLER

Örnek Problem (Mil Dayanımı): Bir iş makinasını tahrik etmek üzere kuvvet ve iş makinası arasında kullanılan milin ortasına 1200 N yük etki etmektedir. Milin uzunluğu 90 cm olup, 50 kW güçlü motorla 1480 dev/dak devirle tahrik edilmektedir. Mil malzemesinin eğilme gerilmesi 800 N/mm2, kayma gerilmesi 640 N/mm2'dir.emniyet katsayısı 2,5'dir.

a) Burulma (kayma) hali için milin emniyetli çapını,

b) Eğilme hali için milin emniyetli çapını,

c) Eğilme + burulma hali için milin çapını (eşdeğer gerilme) hesaplayınız.

MALZEME DAYANIMI

Veriler:

$F = 1200\ N$

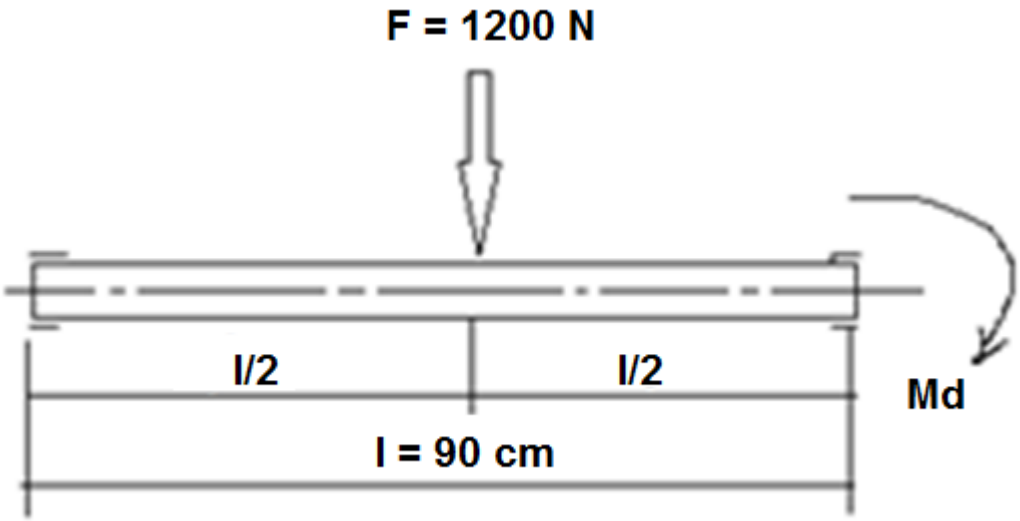
$l = 90\ cm$

$N = 50\ kW$

$n = 1480\ dev/dak$

$\sigma = 800\ N/mm^2$

$\tau = 640\ N/mm^2$



MALZEME DAYANIMI

a) Burulma (kayma) hali

$$\tau_{em} = \frac{M_d}{W_d} \qquad (1)$$

Md döndürme momenti, Wd döndürme hali için mukavemet momenti

Döndürme halinde mukavemet momenti:

$$W_d = \frac{\pi d^3}{16} \qquad (2)$$

Döndürme (burulma) momenti:

$$M_d[Nm] = 9545\ \frac{N\ [KW]}{n\ [dev/dak]} \qquad (3)$$

$M_d = 9545\ \frac{50\ [KW]}{1480\ [dev/dak]}$ ise

$$\boldsymbol{M_d = 322,466\ Nm\ \rightarrow M_d = 322466\ Nmm}$$

MALZEME DAYANIMI

(1) ve (2) nolu denklemlerden

$$\tau_{em} = \frac{16\ M_d}{\pi d^3} \qquad (4)$$

Emniyetli mil çapı, kayma hali için;

$$d = \sqrt[3]{\frac{16\ M_d}{\pi \tau_{em}}} \qquad (5)$$

$$\tau_{em} = \frac{\tau}{S} = \frac{640\ N/mm^2}{2{,}5} = 256\ N/mm^2$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \text{ x } 322466\ [\text{Nmm}]}{\pi\ 256\ [\text{N/mm}^2]}} \rightarrow d = \sqrt[3]{6418{,}51\ \text{mm}^3}$$

$d = 18{,}0$ mm ise $\boldsymbol{d \cong 18\ mm}$ seçilir.

MALZEME DAYANIMI

b) Eğilme hali

$$\sigma_{e,em} = \frac{M_e}{W_e} \qquad (6)$$

Me eğilme momenti,

$$M_e = \frac{Fl}{4} \qquad (7)$$

$$M_e = \frac{1200\ \mathrm{N\ x\ 0{,}90\ m}}{4}$$

$$\boldsymbol{M_e = 270\ Nm \rightarrow M_e = 270.000\ Nmm}$$

MALZEME DAYANIMI

We eğilme için mukavemet momenti

$$W_e = \frac{\pi d^3}{32} \qquad (8)$$

(6) denkleminde yerine yazılır.

$$\sigma_{e,em} = \frac{M_e}{\frac{\pi d^3}{32}} \qquad (9)$$

Emniyetli mil çapı, eğilme için;

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 M_d}{\pi \sigma_{e,em}}} \qquad (10)$$

$$\sigma_{e,em} \; \frac{\sigma_e}{S} = \frac{800\ N/mm^2}{2{,}5} = 320\ N/mm^2$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \text{ x } 270.000\ [\text{Nmm}]}{\pi\ 320\ [\text{N/mm}^2]}} \rightarrow d = \sqrt[3]{8598{,}73\ \text{mm}^3}$$

$$\boldsymbol{d = 19{,}9\ mm \ \rightarrow d \ \cong 20\ mm}$$

MALZEME DAYANIMI

c) Eğilme+burulma hali (eşdeğer gerilme)

Eşdeğer hal dikkate alınır. Eğilme hali gibi, ancak moment için eğilme yerine M_f eşdeğer momenti değeri dikkate alınır.

$$\sigma_{e,em} = \frac{M_f}{W_e} \qquad (11)$$

$$M_f = \sqrt{Me^2 + Md^2} \qquad (12)$$

$$M_f = \sqrt{(270\ \mathrm{Nm})^2 + 322{,}466\ \mathrm{Nm})^2}$$

$$M_f = \sqrt{176884\ (\mathrm{Nmm}^2)}$$

$$\boldsymbol{M_f = 420{,}576\ Nm \rightarrow M_f = 420.576\ Nmm}$$

MALZEME DAYANIMI

(8) (11) denklemlerinden

$$\sigma_{e,em} = \frac{32\ M_f}{\pi d^3} \qquad (13)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32\ M_f}{\pi \sigma_{e,em}}} \qquad (14)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \text{ x } 420576\ \text{Nmm}}{\pi\ 320\ \text{N/mm}^2}} \rightarrow d = \sqrt[3]{13.394\ \text{mm}^3}$$

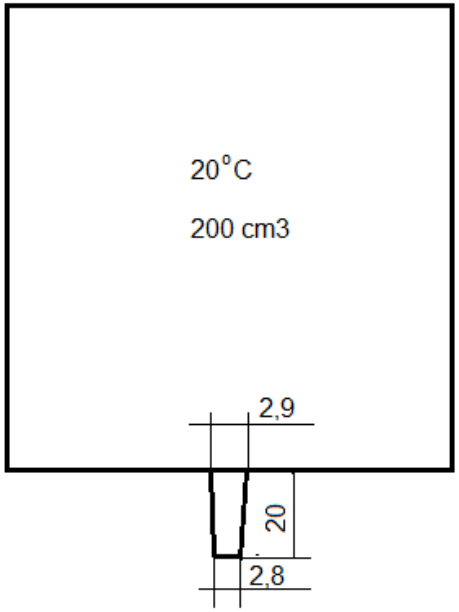
$$d = 23{,}0\ mm \rightarrow \boldsymbol{d} \cong \mathbf{23}\ \boldsymbol{mm}$$

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

Örnek Problem (Engler Viskozimetresi): Bir yağın Engler cinsinden viskozitesi Engler viskozimetresinde ölçülecektir. 20 ^{0}C sıcaklıkta 200 cm^3 yağın Engler viskozimetresinde boşalma süresi 275 saniyede olarak ölçülmüştür. Yağın viskozitesini Engler cinsinden bulunuz.

Veriler:

$t_y = 275\ s$



HAREKET İLETİM ELEMANLARI

Çözüm:

Referans olarak alınan suyun Engler viskozimetresinde boşalma süresi 50-52 saniye olup, $t_s = 50\ s$ ortalama 50 saniye olarak kabul edilmektedir.

$$\boldsymbol{E = \frac{t_y}{t_s}}$$

$$\mathrm{E} = \frac{275\ \mathrm{s}}{50\ \mathrm{s}}$$

$$\boldsymbol{E = 5,5\ E^0}$$

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

Örnek Problem (Kasnak – Kayış Düzenleri): Bir kasnak–kayış düzeninde döndüren kasnağın çapı 600 mm ve devir sayısı 1420 dev/dak'dır. Kayma oranı %2,3'tür.

a) Döndüren kasnağın devir sayısının 2000 dev/dak olması için kasnak çapı ne olmalıdır?

b) Döndüren ve döndürülen kasnakların çevresel hızlarını hesaplayınız.

c) Döndüren ve döndürülen kasnakların açısal hızlarını hesaplayınız.

d) İletim oranını hesaplayınız.

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

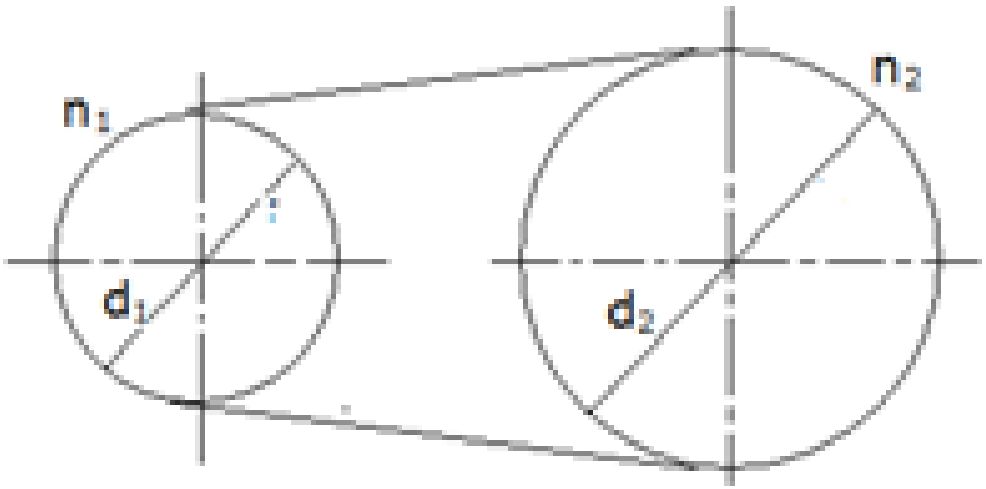
Veriler:

$d_1 = 600\ mm$

$n_1 = 1420\ dev/dak$

$n_2 = 2000\ dev/dak$

$k = 0{,}023$



HAREKET İLETİM ELEMANLARI

Çözüm:

$\boldsymbol{V = \pi d n/60}$

Her iki kasnak için yazılırsa;

$V_1 = \pi d_1 n_1/60$ (1)

$V_2 = \pi d_2 n_2/60$ (2)

Kayma olmasaydı; $V_1 = V_2$ olurdu.

Ancak kayma olduğundan, kasnaklar arasındaki hız ilişkisi

$V_1(1 - k) = V_2$ (3)

eşitliği ile tanımlanmıştır (k: kayma oranı, ondalıklı)

(1) ve (2) denklemleri (3)'de yerine yazılırsa;

$d_1 n_1(1 - k) = d_2 n_2$ (4)

eşitliği elde edilir.

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

a) Döndürülen kasnağın çapı:

(4) denkleminden döndürülen kasnağın çapı için

$$d_2 = \frac{d_1 n_1 (1-k)}{n_2} \qquad (5)$$

denklemi elde edilir.

Veriler yerine yazılır.

$$d_2 = \frac{600\ [\mathrm{mm}]\ \mathrm{x}\ 1420 \left[\frac{\mathrm{dev}}{\mathrm{dak}}\right] (1 - 0{,}023)}{2000\ [\mathrm{dev/dak}]}$$

$$\boldsymbol{d_2 = 416{,}2\ mm}$$

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

b) Döndüren kasnağın çevresel hızı:

(1) nolu denklem kullanılır.

$$V_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60} \rightarrow V_1 = \pi \text{ x } (0{,}60[\text{m}])\text{x } 1420 \frac{\left[\frac{\text{dev}}{\text{dak}}\right]}{60} \rightarrow \boldsymbol{V_1 = 44{,}59\ [m/s]}$$

Döndürülen kasnağın çevresel hızı için (2) nolu denklem kullanılır.

$$V_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60} \rightarrow V_2 = \pi \text{ x } (0{,}4162\ [\text{m}])\text{x } 2000 \frac{\text{dev}}{\text{dak}}/60$$

$$\boldsymbol{V_2 = 43{,}56\ [m/s]}$$

Kayma olmasaydı $V_1 = V_2$ olacaktı. Ancak kayma olduğu için $V_1 \neq V_2$'dir.

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

c) Açısal hız:

$$w = 2\pi n/60 \qquad (6)$$

Döndüren kasnağın açısal hızı

$$w_1 = \frac{2\pi n_1}{60} \rightarrow w_1 = 2 \text{ x } \pi \text{ x } 1420 \frac{\left[\frac{dev}{dak}\right]}{60} \rightarrow \boldsymbol{w_1 = 148,63\ [1/s]}$$

Döndürülen kasnağın açısal hızı:

$$w_{21} = \frac{2\pi n_2}{60} \rightarrow w_2 = 2 \text{ x } \pi \text{ x } 2000 \frac{\left[\frac{dev}{dak}\right]}{60} \rightarrow \boldsymbol{w_2 = 209,33\ [1/s]}$$

d) İletim oranı

İletim (çeviri) oranı için genel denklem

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2} \qquad (7)$$

$$\mathrm{i} = \frac{\mathrm{n}_2}{\mathrm{n}_1} \rightarrow \mathrm{i} = \frac{2000\ [\mathrm{dev/dak}]}{1420\ [\mathrm{dev/dak}]} \rightarrow i = 1{,}44$$

Ya da çap verileri ile;

$$\mathrm{i} = \frac{\mathrm{d}_1}{\mathrm{d}_2} \rightarrow \mathrm{i} = \frac{600\ [\mathrm{mm}]}{416{,}2[\mathrm{mm}]} \rightarrow i = 1{,}44 \ \ ?$$

Bu işlemlerde yuvarlatmadan dolayı hatalar olabilir. Bununla birlikte, her iki yolla yapılan hesaplarda sonucun aynı değer olarak gösterilmesi gerekir.

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

Örnek Problem (Dişli Çark Sistemleri): Bir dişli çark sisteminde döndüren dişlinin devir sayısı 1450 dev/dak, diş adımı 22 mm'dir. Döndürülen dişli çarkın çapı 140 mm ve devir sayısı 725 dev/dak olması istenmektedir.

a) Döndüren dişli çarkın çapını,

b) Döndüren ve döndürülen dişli çarkların diş sayılarını,

c) Döndüren ve döndürülen dişli çarkların çevresel hızlarını,

d) Döndüren ve döndürülen dişli çarkların açısal hızlarını,

e) Dişli çark sisteminin iletim oranını hesaplayınız.

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

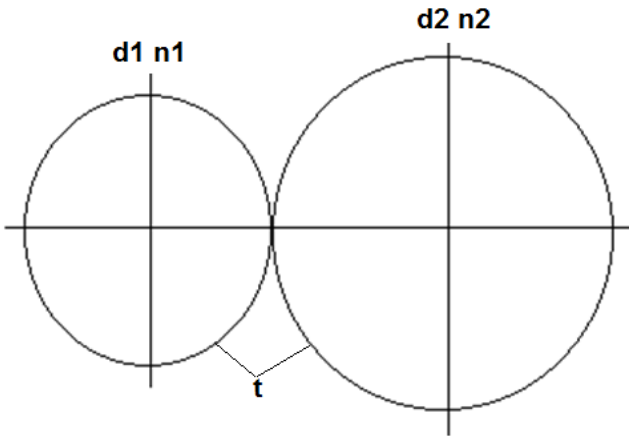
Veriler:

t = 22 mm

n1 = 1480 dev/dak

d2 = 140 mm

n2 = 1110 dev/dak



Çözüm:

a) Döndüren dişli çarkın çapı

$$\frac{Z2}{Z1} = \frac{n1}{n2} = \frac{d2}{d1}$$

$$d1 = d2\left(\frac{n2}{n1}\right) = 140\ mm\ \left(\frac{1110\ dev/dak}{1480\ dev/dak}\right)$$

$$\boldsymbol{d1 = 105\ mm}$$

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

b) Diş sayıları

$$\pi\, d1 = Z1\, t \;\rightarrow Z1 = \frac{\pi\, d1}{t}$$

$$Z1 = \frac{\pi * 105\, mm}{22\, mm} \rightarrow \mathbf{Z1 = 15\ adet}$$

$$\pi\, d2 = Z2\, t \;\rightarrow Z2 = \frac{\pi\, d2}{t}$$

$$Z2 = \frac{\pi * 140\, mm}{22\, mm} \rightarrow \mathbf{Z2 = 20\ adet}$$

Veya

$$Z2 = Z1\left(\frac{n1}{n2}\right) = 15\left(\frac{1480\, dev/dak}{1110\, dev/dak}\right) \rightarrow Z2 = 20\, adet$$

Ya da

$$Z2 = Z1\left(\frac{d2}{d1}\right) = 15\left(\frac{140\, mm}{105\, mm}\right) \rightarrow Z2 = 20\, adet$$

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

c) Çevresel hızlar

$$V = \frac{\pi\, d\, n}{60}$$

Döndüren dişli çarkın çevresel hızı:

$$V1 = \frac{\pi\, d1\, n1}{60} = \frac{\pi * 0{,}105\, m * 1480\, dev\&dak}{60}$$

$$\mathbf{V1 = 8{,}13\ m/s}$$

Döndürülen dişli çarkın çevresel hızı:

$$V2 = \frac{\pi\, d2\, n2}{60} = \frac{\pi * 0{,}140\, m * 1110\, dev/dak}{60}$$

$$\mathbf{V2 = 8{,}13\ m/s}$$

$$\mathbf{V1 = V2 = 8{,}13\ m/s}$$

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

d) Açısal hızlar

Açısal hız: $w = 2\pi n/60$

Döndüren dişli çarkın açısal hızı:

$$w1 = \frac{2 * \pi * 1480\ dev/dak}{60} \rightarrow \mathbf{w1 = 154,91\ [1/s]}$$

Döndürülen dişli çarkın açısal hızı:

$$w2 = \frac{2\ \pi\ n2}{60} = \frac{2 * \pi * 1110\ dev/dak}{60} \rightarrow \mathbf{w2 = 116,18\ [1/s]}$$

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

e) İletim oranı

Devir sayısı, çap veya diş sayısı oranlarına bağlı olarak hesaplanabilir.

$$i = \frac{n2}{n1} = \frac{1110\ dev/dak}{1480\ dev/dak} \rightarrow i = 0{,}75$$

$$i = \frac{d1}{d2} = \frac{105\ mm}{140\ mm} \rightarrow i = 0{,}75$$

$$i = \frac{Z1}{Z2} = \frac{15\ adet}{20\ adet} \rightarrow i = 0{,}75$$