$$F = \frac{\pi \cdot 2 \cdot 4^2}{4} = 4{,}52\ cm^2$$

$$Q = 500 \cdot 4{,}52 = 2260\ daN$$

çıkar.

b) Kancaya asılı Q yükü I-II kesitine göre eksantrik olduğundan (kesit düzleminin nötr ekseninden geçmediğinden) bu kesitte çekme ve eğme etkileri meydana getirir. Çekme gerilmeleri kesitin her tarafında aynıdır. Eğilmeden ileri gelen çekme gerilmesi kesitin I noktasında; basma gerilmesi ise II noktasında görülür. O halde;

$$\sigma_{I} = \frac{Q}{F} + \frac{M_e}{W} \qquad \sigma_{II} = \frac{Q}{F} - \frac{M_e}{W} \quad \text{dir.}$$

Burada M_e eğilme momenti; W kesit mukavemet momentini gösterir. Sayısal işlemler yapılırsa:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} = 19{,}63\ cm^2$$

$$M_e = Q \cdot s = Q \cdot \left(\frac{a}{2} + \frac{D}{2}\right) = 2260 \cdot 5{,}5 = 12430\ daNcm$$

$$W = \frac{I}{e} = \frac{\frac{\pi \cdot D^4}{64}}{\frac{D}{2}} = \frac{\pi \cdot D^3}{32} = \frac{\pi \cdot 5^3}{32} = 12{,}26\ cm^3$$

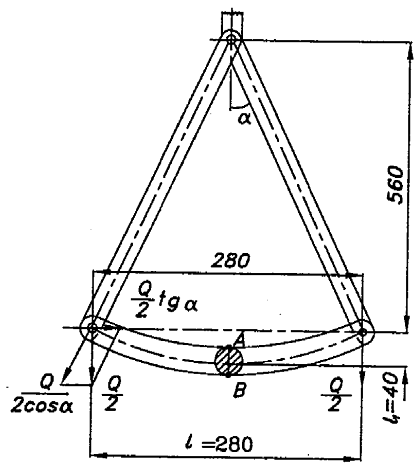
$$\sigma_{I} = \frac{2260}{19{,}63} + \frac{12430}{12{,}26} = 115 + 1014 = 1129\ daN/cm^2$$

$$\sigma_{II} = \frac{2260}{19{,}63} - \frac{12430}{12{,}26} = 115 - 1014 = -899\ daN/cm^2$$

bulunur. Negatif çıktığı için II noktasında basınç gerilmesi mevcuttur. I noktasındaki gerilme çekme gerilmesidir ve maksimum değerdedir.

PROBLEM 1.6

Bir mafsallı hamut şematik olarak gösterilmiş ve ölçüleri verilmiştir.Travers kesiti dairesel ve *90 mm* çapında olduğuna göre *Q = 200 kN* yük için traversin tehlikeli kesitindeki gerilmeleri hesap ediniz.



Şekil 1.28 Problem 1.6

ÇÖZÜM :

Hamut traversinin tehlikeli kesiti orta kısmındadır. Dairesel kesitin A noktasında meydana gelen gerilmeler:

$$\sigma_A = -\sigma_b - \sigma_{be_1} - \sigma_{be_2} \qquad \sigma_A = -\frac{F}{A} - \frac{M_{e1}}{W_1} - \frac{M_{e2}}{W_2}$$

B noktasında meydana gelen gerilmeler :

$$\sigma_B = -\sigma_b + \sigma_{çe_1} + \sigma_{çe_2} \qquad \sigma_B = -\frac{F}{A} + \frac{M_{e1}}{W_1} + \frac{M_{e2}}{W_2}$$

Bunlar daha açık bir ifadeyle:

$$\sigma_A = -\frac{Q \cdot tan\alpha}{2 \cdot A} - \frac{\frac{Q \cdot tan\alpha}{2} \cdot l_1}{\frac{I}{e_1}} - \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{l}{2}}{\frac{I}{e_1}}$$

veya,

$$\sigma_A = -\frac{Q \cdot tan\alpha}{2 \cdot A} - \frac{Q \cdot tan\alpha \cdot l_1 \cdot e_1}{2 \cdot I} - \frac{Q \cdot l \cdot e_1}{4 \cdot I}$$

$$\sigma_B = -\frac{Q \cdot tan\alpha}{2 \cdot A} + \frac{\frac{Q \cdot tan\alpha}{2} \cdot l_1}{\frac{I}{e_2}} + \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{l}{2}}{\frac{I}{e_2}}$$

veya,

$$\sigma_B = -\frac{Q \cdot tan\alpha}{2 \cdot A} + \frac{Q \cdot tan\alpha \cdot l_1 \cdot e_2}{2 \cdot I} + \frac{Q \cdot l \cdot e_2}{4 \cdot I}$$

Görüldüğü gibi değer olarak $\sigma_A > \sigma_B$ dir. Onun için bu noktadaki gerilme değeri hesap edilmelidir.

Formüllerdeki notasyonların rakamsal değerleri:

$$Q = 200 \text{ kN} = 200000 \text{ N} \ ; \ \tan\alpha = \frac{280/2}{560} = 0{,}25$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 90^2}{4} = 6358{,}5 \text{ mm}^2 \ ; \ l_1 = 40 \text{ mm} \ ; \ l = 280 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{e_1} = \frac{\frac{\pi \cdot D^4}{64}}{\frac{D}{2}} = \frac{\pi \cdot D^3}{32} = 71533 \text{ mm}^3 \qquad e_1 = 45 \text{ mm}$$

$$\sigma_A = -\frac{200000 \cdot 0{,}25}{2 \cdot 6358{,}5} - \frac{200000 \cdot 0{,}25 \cdot 40}{2 \cdot 71533} - \frac{200000 \cdot 280}{4 \cdot 71533}$$

$$\sigma_A = -3 \cdot 93 - 13{,}98 - 195{,}7 = -213{,}6 \text{ N/mm}^2$$

σ_{em}= *(160 ila 220) N/mm²* değeri hafif işletme şartlarında benimsenebilir. Bu durumda hamut traversi $\sigma_A < \sigma_{em}$ olduğu için emniyetlidir.

Normal ve ağır işletme şartlarında (σ_{em}= *60 ila 130 N/mm²*) kesit yeterli değildir.

b.1) Travers muylusu eğilme kontrolü:

$$M_e = \frac{Q}{2} \cdot \frac{s}{2} = \frac{150000}{2} \cdot \frac{75}{2} = 2812500 \ Nmm$$

$$W_e = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32} = \frac{\pi \cdot 65^3}{32} = 26946{,}5 \ mm^3$$

$$\sigma = \frac{M_e}{W_e} = \frac{2812500}{26946{,}5} \cong 104 \ N/mm^2 < \sigma_{em} = (80 \text{ ila } 120) \ N/mm^2$$

olduğundan emniyetlidir.

b.2) Travers muylusunun ezilmeye kontrolu:

$$p = \frac{Q/2}{d_1 \cdot s} = \frac{150000}{2 \cdot 65 \cdot 75} = 15{,}4 \ N/mm^2$$

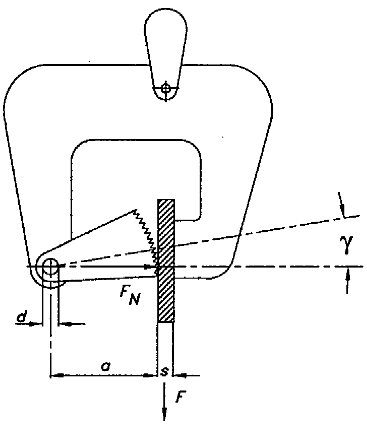
($d_1.s$: muylunun projeksiyon alanını vermektedir)

Makara yatağının kızıl döküm burçtan imal edildiği düşünülürse, emniyetli yatak basıncı değeri $p_{em}= 10 \ N/mm^2$ alınır. Bu durumda

$$p = 15{,}4 \ N/mm^2 \ > \ P_{em} = 10 \ N/mm^2$$

olduğundan güvenli değildir. Muylu çapı ve/veya uzunluğu arttırılarak emniyet sınırının altına düşünülmelidir.

PROBLEM 1.8



Şekilde görülen sacların düşey konumda taşınmasında kullanılan yük tutma aparatında (kıskaçta), saç ile pabuç arasındaki sürtünme katsayısı $\mu_s=0{,}25$; pabuç ile perno arasındaki sürtünme katsayısı $\mu_p=0{,}15$ dir. Perno çapı $d=10mm$ ve perno eksenin sactan olan uzaklığı $a=60 \ mm$ olduğuna göre

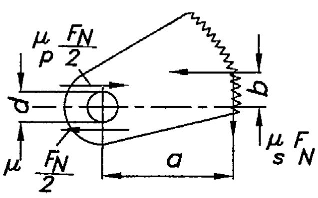
a) γ kavrama açısını bulunuz.

b) $(300x150x0{,}5) \ cm$ ebadında bir sacı kaldırmak için perno çapını; kesme zorlanmasına göre yeterli olup olmadığını kontrol ediniz. ($St \ 50$ için $\tau_{em}=52 \ N/mm^2$; kaldırma emniyet katsayısı ν=2 alınacaktır.)

Şekil 1.31 Problem 1.8

ÇÖZÜM :

a)



Şekil 1.32 Problem 1.8

Pabucun denge denklemi

$$\Sigma M_A = 0 \quad F_N \cdot b - \mu_s \cdot F_N . a - \mu_p \cdot F_N \cdot \frac{d}{2} = 0$$

dır. Yük ağırlığının etkimesi ile kıskacın kendiliğinden sacı kavraması için

$$F_N \cdot b \leq \mu_s \cdot F_N \cdot a + \mu_p \cdot F_N \cdot \frac{d}{2}$$

Burada $\mu_p \cdot F_N \cdot \frac{d}{2}$ terimi papuç pernosunda oluşan sürtünme momentini ifade etmektedir. (F_N kuvvetinin, γ nın küçük bir açı olması nedeni ile pernoya radyal doğrultuda geldiği kabul edilmiştir). F_N bütün terimlerde ortak olduğu için sadeleştirme yapılırsa

$$b \leq \mu_s \cdot a + \mu_p \cdot \frac{d}{2} \quad veya \quad \frac{b}{a} \leq \mu_s + \frac{\mu_p \cdot d}{2 \cdot a}$$

elde edilir. Şekilde görüldüğü gibi $b/a = tan\gamma$ dır; ayrıca ρ sürtünme açısı olmak üzere $\mu s = tan\rho$ dur. Bu durumda eşitsizlik

$$tan\gamma \leq tan\rho + \frac{d \cdot \mu_p}{2 \cdot a}$$

şeklinde yazılabilir. γ ve ρ açıları yeteri kadar küçük olduklarından

$$tan\gamma^\circ = \gamma(rad) \quad tan\rho^\circ = \rho\,(rad)$$

alınabilir. Kavrama açısı:

$$\gamma \leq \rho + \frac{d \cdot \mu_p}{2 \cdot a}$$

olarak elde edilir. Sayısal işlemler yapılırsa:

$$\mu_s = 0{,}25 = tan\,\rho \; dan \; \rho \cong 14\,^\circ$$

$$\frac{d \cdot \mu_p}{2 \cdot a} = \frac{10 \cdot 0{,}15}{2 \cdot 60} = 0{,}0125\ rad = 0{,}176^\circ$$

$$\gamma \leq 14^\circ + 0{,}716^\circ \; \cong 15^\circ$$ bulunur.

b) Kaldırılan sacın kütlesi

$$m = (300x150x0.5)x7{,}85 = 177kg$$

kuvvet olarak

$$F = m \cdot g = 177 \cdot 10 = 1770N$$

olur. Pabuç basma kuvveti (normal kuvvet):

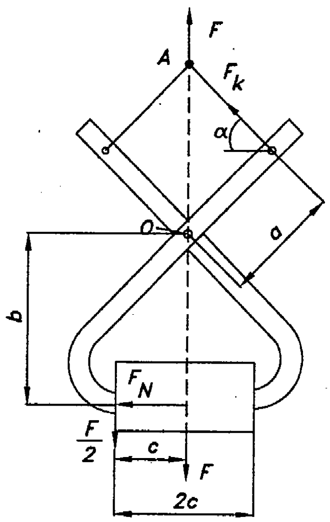
$$F_N = \frac{F \cdot v}{\mu_s \cdot z} = \frac{1770 \cdot 2}{0{,}25 \cdot 2} = 7080N$$

bulunur. $z=2$ basma yüzeyi (çene) sayısıdır. Pernoda oluşan kesme gerilmesi

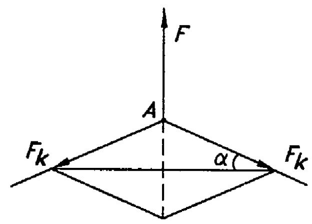
$$\tau = \frac{F_N / 2}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{7080/2}{\frac{\pi \cdot 10^2}{4}} = 45N/mm^2 < \tau_{em} = 52N/mm^2$$ olduğundan perno çapı emniyetlidir.

PROBLEM 1.9

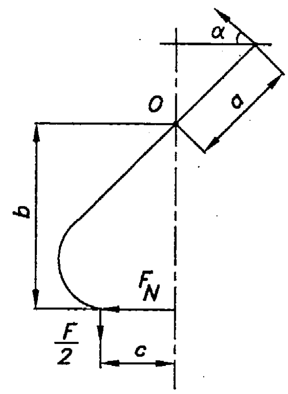
Ağaçların taşınması için kullanılan şekildeki kıskaçta ağız açıklığı (tutulan ağacın genişliği) $2.c = 400\ mm$ ve diğer uzunluklar $a = 350\ mm$; $b = 500\ mm$ dir. Sürtünme katsayısı $\mu = 0{,}35$ olduğuna göre α açısının değerini hesaplayınız.



Şekil 1.33 Problem 1.9



Şekil 1.34 Problem 1.9



Şekil 1.35 Problem 1.9

ÇÖZÜM

Çatal kollarından birini sistemden ayırıp $\sum M_o = 0$ denge koşulunu yazarsak

$$F_k \cdot a - F_n \cdot b + \frac{F}{2} \cdot c = 0$$

elde edilir. A düğüm noktasının dengesinden

$$\frac{\frac{F}{2}}{F_k} = sin\alpha \ ; \ F_k = \frac{F}{2 \cdot sin\alpha}$$

elde edilir. Kıskaç ucuna etkiyen F_N normal kuvveti ile F arasındaki

$F_N \cdot \mu = \frac{F}{2}$ (Coulomb sürtünmesi) bağlantısından da

$F_N = \frac{F}{2 \cdot \mu}$ elde edilir.

F_k ve F_N için bulunan bu ifadeler denge denkleminde yerlerine konursa:

$$\frac{F}{2 \cdot sin\alpha} \cdot a - \frac{F}{2 \cdot \mu} \cdot b + \frac{F}{2} \cdot c = 0$$

olur. Gerekli sadeleştirmelerle

$$\frac{a}{sin\alpha} - \frac{b}{\mu} + c = o \qquad \frac{a}{sin\alpha} = \frac{b}{\mu} - c$$

ve buradan

$$sin\alpha = \frac{a \cdot \mu}{b - c \cdot \mu}$$

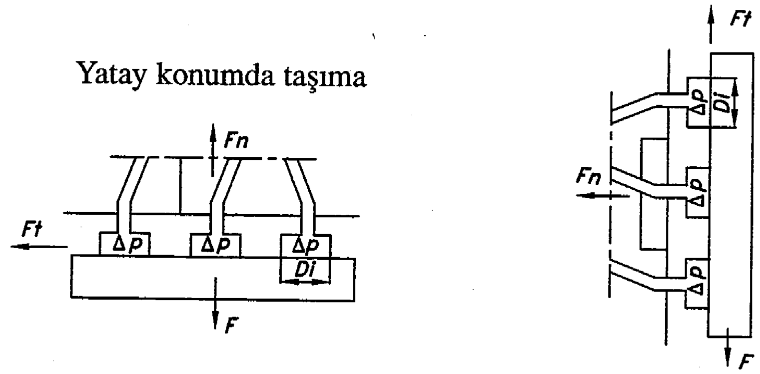
elde edilir. Sayısal işlemler yapılırsa:

$$sin\alpha = \frac{350 \cdot 0{,}35}{500 - 200 \cdot 0{,}35} = \frac{122{,}5}{430} = 0{,}2849$$

$$\alpha = 16{,}55°$$

bulunur.

PROBLEM 1.10



Şekil 1.36 Problem 1.10

Şekilde görülen bir vakumlu tutucu ile kütlesi $m= 2500\ kg$ olan yaklaşık $(3{,}2 \times 2 \times 0{,}05)\ m$ boyutlarında bir çelik saç taşınmaktadır. Vakum hücreleri iç çapı $D_i= 500\ mm$; hücre içindeki basınç $p_i= 0{,}02\ N/mm^2$; ortamın (açık hava) basıncı $p_a= 0{,}1\ N/mm^2$; çelik plaka ile conta yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısı $\mu= 0{,}6$; atalet kuvvetlerinin yük ağırlığına oranı, yatay yer değiştirme hareketinde $k_b= 0{,}1$; düşey yer değiştirme hareketinde $k_b= 0{,}6$; hava geçirgenlik katsayısı $k= 0{,}85$; taşımada emniyet katsayısı $\nu=2$; rüzgar basıncı $p_w= 300\ N/m^2$ olduğuna göre:

a) Yatay konumdaki taşımada, ayırma ve tutma kuvvetlerini,
b) Düşey konumdaki taşımada, ayırma ve tutma kuvvetlerini bulunuz.
c) Her iki taşıma konumu için gerekli hücre sayılarını hesap ediniz.

ÇÖZÜM

a) Sacın yatay konumda taşınması hali:

Yükün ağırlığı : $G = m \cdot g = 2500 \cdot 10 = 25000\ N = 25\ kN$

Yatay harekette atalet kuvveti : $F_b = k_b \cdot G = 0{,}1 \cdot 25 = 2{,}5\ kN$

Düşey harekette atalet kuvveti : $F_b = k_b \cdot G = 0{,}6 \cdot 25 = 15\ kN$

Ayırma kuvvetinin normal bileşeni $F_n - G - F_b = 0$ denge denkleminden

$$F_n = G + F_b = 25 + 15 = 40\ kN$$

Ayırma kuvvetinin teğetsel bileşeni $F_t= F_b + F_w$ ifadesinden $F_w= 0$ alınarak

$$F_t = F_b = 2{,}5\ kN$$

bulunur. (Sacların yatay hareketinde rüzgara karşı bir cephe oluşmadığından rüzgar kuvveti $F_w= 0$ dır)

Maksimum tutma kuvveti : $F_{max} = \left(F_n + \dfrac{F_t}{\mu}\right) \cdot \nu$

ifadesinde $F_t = F_b = 2{,}5\ kN$ alınarak

$$F_{max} = \left(40 + \frac{2{,}5}{0{,}6}\right) \cdot 2 = 88{,}33\ kN$$

elde edilir.

b) Sacın düşey konumda taşınması hali:
Ayırma kuvvetinin normal bileşeni sadece rüzgar yükünden ileri gelmektedir.

$$F_n = F_w = A_w \cdot P_w = 3{,}2 \cdot 2 \cdot 300 = 1920\ \mathrm{N} = 1{,}92\ \mathrm{kN}$$

Ayırma kuvvetinin teğetsel bileşeni :

$$F_t = G + F_b = 25 + 15 = 40\ kN$$

Maksimum tutma kuvveti : $F_{max} = \left(F_n + \frac{F_t}{\mu}\right) \cdot v$

$$F_{max} = \left(1{,}92 + \frac{40}{0{,}6}\right) \cdot 2 = 137\ kN$$

bulunur.

c) Ortalama hücre arasındaki basınç farkı :

$$p_a - p_i = 0{,}1 - 0{,}02 = 0{,}08\ N/mm^2$$

Bir hücrenin kesit alanı :

$$A = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} = \frac{\pi \cdot 500^2}{4} = 196350\ mm^2$$

Bir hücrenin tutma kuvveti :

$$F = A \cdot (p_a - p_i) \cdot k = 196350 \cdot 0{,}08 \cdot 0 \cdot 85 = 13352\ N = 13{,}352\ kN$$

bulunur.

Yatay konumdaki taşımada hücre sayısı :

$$n = \frac{F_{max}}{F} = \frac{88{,}33}{13{,}352} = 6{,}6 \qquad n = 7\ adet$$

Düşey konumdaki taşımada hücre sayısı

$$n = \frac{F_{max}}{F} = \frac{137}{13{,}352} = 10{,}26 \qquad n = 11\ adet$$

bulunur.