

Soru 1:

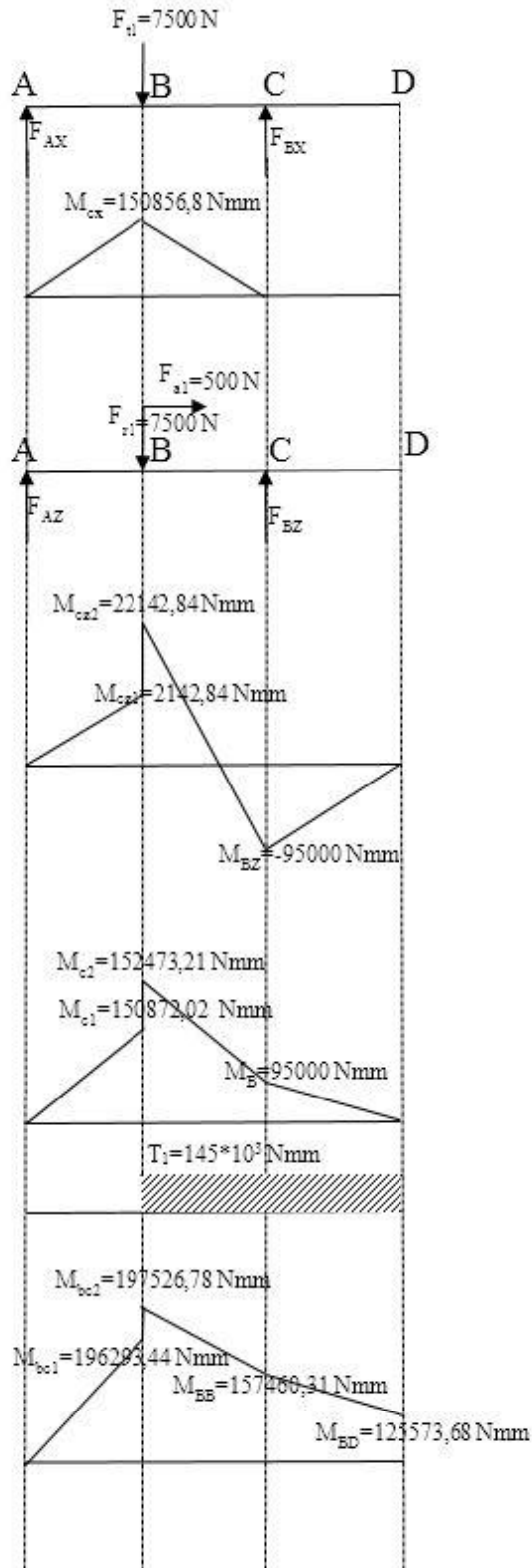
Helisel silindirik dişli çark taşıyan bir mil , A ve B noktalarına yataklanmış olup , bu milin üzerine gelen kuvvetler yatay XOY düzleminde teğetsel $F_{t1} = 2200 N$ ve düşey YOZ düzleminde radyal $F_{r1} = 750 N$, aksenal $F_{a1} = 500 N$ ve kayıştan $F_k = 950 N$ 'dur. Kuvvetlerin yönleri şekilde gösterilmiştir. Milin ilettiği güç ve devir sayısı 4A 160 M8 Y3 tipinde bir motorun ürettiği güç ve devir sayısına eşdeğerdir. Burulma momenti sabit olarak kabul edilecektir. Kuvvetlerin yönleri ve oluşturdukları momentler Şekil 1'de gösterilmiştir. (Moment diyagramlarının içi taralı olmalıdır , şekilde Microsoft Word'deki çizim zorluğundan dolayı içi boş olarak çizilmiştir.)

Verilenler;

$$F_{t1} = 2200 N \quad F_{r1} = 750 N \quad F_{a1} = 500 N \quad F_k = 950 N \quad d_1 = 80 mm$$

$$Motor Tipi: 4A 160 M8 Y3 \quad d = 40 mm \quad l_1 = 100 mm \quad l_2 = 160 mm \quad l_3 = 120 mm$$

$$D/d=1.2 \quad r/d=0.8 \quad Mil Malzemesi:St60$$



Şekil 1. Mile etki eden kuvvetler ve kuvvetlerin oluşturduğu momentler

Öncelikle Cetvel 6.3'ten 4A 160 M8Y3 için motor gücü 11 kW ve devir sayısı 725 dev/dk. olarak bulunur.

Açısal Hız:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3.14 * 725}{30} \cong 75.88 \text{ rad/s}$$

Burulma Momenti:

$$T_1 = \frac{P}{\omega} = \frac{11 * 10^3}{75.88} \cong 145 * 10^3 \text{ Nmm}$$

A Noktasındaki Tepki Kuvveti:

$$\sum M_B(F_i) = -F_{Ax}(l_2 + l_3) + F_{t1}l_2 = 0$$
$$F_{Ax} = \frac{F_{t1}l_2}{l_2 + l_3} = \frac{2200 * 160}{160 + 120} \cong 1257,14 \text{ N}$$

B Noktasındaki Tepki Kuvveti:

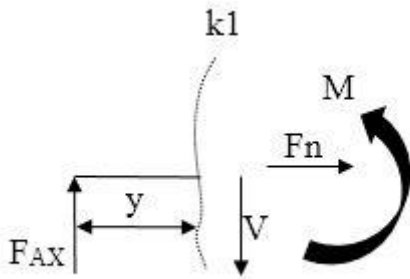
$$\sum M_A(F_i) = F_{Bx}(l_2 + l_3) - F_{t1}l_3 = 0$$
$$F_{Bx} = \frac{F_{t1}l_3}{l_2 + l_3} = \frac{2200 * 120}{160 + 120} = 942,86 \text{ N}$$

Sonuçların Kontrolü için Denge Denklemi:

$$F_{Ax} - F_{t1} + F_{Bx} = 1257,14 - 2200 + 942,86 \cong 0$$

X eksenindeki kuvvetlerin oluşturduğu Eğilme Momentleri:

AC Bölgesi (Tanım Aralığı: $0 \leq y \leq 120$):



$$\sum M_{k1} = 0 = M - F_{Ax} * y$$

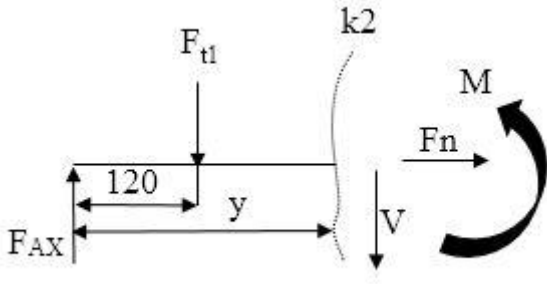
$$M = F_{Ax} * y = 1257,14 * y$$

$$y = 0 \text{ için } M = 0$$

$$y = 120 \text{ için } M_{CX} = 1257,14 * 120$$

$$= 150856,8 \text{ Nmm}$$

CB Bölgesi (Tanım Aralığı: $120 \leq y \leq 280$):



$$\sum M_{k2} = 0 = M - F_{AX} * y + F_{t1} * (y - 120)$$

$$M = F_{AX} * y - F_{t1} * (y - 120)$$

$$= 1257,14 * y - 2200 * (y - 120)$$

$$y = 120 \text{ için}$$

$$M_{CX} = 1257,14 * 120 - 2200(120 - 120)$$

$$= 150856,8 \text{ Nmm}$$

$$y = 280 \text{ için } M_{BX} = 1257,14 * 280 - 2200 * (280 - 120) = 0$$

BD bölgesinde x eksenini doğrultusunda kuvvet bulunmadığından moment aynı şekilde devam edecektir.

B noktasına göre Moment Dengesi:

$$M_B(F_i) = 0$$

$$M_B(F_i) = -F_{Az}(l_2 + l_3) + F_{r1}l_2 - F_{a1} * \frac{d_1}{2} - Rl_1 = 0$$

$$F_{Az} = \frac{F_{r1}l_2 - F_{a1} * \frac{d_1}{2} - Rl_1}{l_2 + l_3} = \frac{750 * 160 - 500 * \frac{80}{2} - 950 * 100}{160 + 120} \cong 17,857 \text{ N}$$

A noktasına göre Moment Dengesi:

$$M_A(F_i) = F_{Bz}(l_2 + l_3) - F_k(l_1 + l_2 + l_3) - F_{a1} * \frac{d_1}{2} - F_{r1}l_3 = 0$$

$$F_{Bz} = \frac{R(l_1 + l_2 + l_3) + F_{a1} * \frac{d_1}{2} + F_{r1}l_3}{l_2 + l_3}$$

$$= \frac{950 * (100 + 160 + 120) + 500 * \frac{80}{2} + 750 * 120}{120 + 160} \cong 1682,143 \text{ N}$$

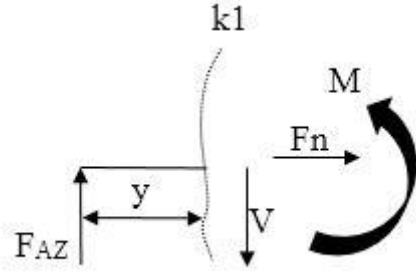
Sonuçları Kontrol Etmek İçin Z Eksenine Göre Denge Denklemi:

$$\sum F_{Zi} = 0$$

$$F_{Az} - F_{r1} + F_{Bz} - F_k = 17,857 - 750 + 1682,143 - 950 \cong 0$$

$$M_{Az} = 0 \quad M_{Dz} = 0$$

AC Bölgesi (Tanım Aralığı: $0 \leq y \leq 120$):



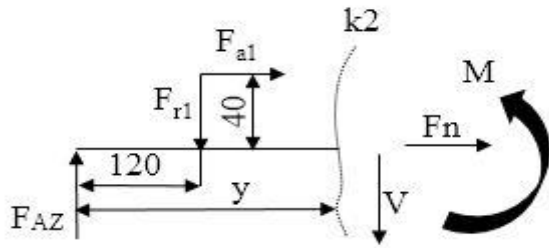
$$\sum M_{k1} = 0 = M - F_{AZ} * y$$

$$M = F_{AZ} * y = 17,857 * y$$

$$y = 0 \text{ için } M = 0$$

$$y = 120 \text{ için } M_{cz1} = 17,857 * 120 = 2142,84 \text{ Nmm}$$

BC Bölgesi (Tanım Aralığı: $120 \leq y \leq 280$):



$$\sum M_{k2} = 0$$

$$= M - F_{AZ} * y - F_{a1} * \frac{d_1}{2} + F_{t1} * (y - 120)$$

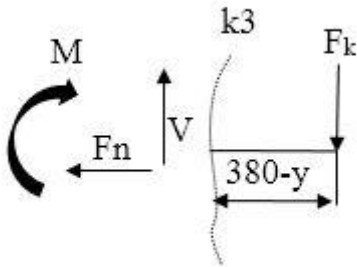
$$M = F_{AZ} * y + F_{a1} * \frac{d_1}{2} - F_{t1} * (y - 120)$$

$$= 17,857 * y + 500 * 40 - 750 * (y - 120)$$

$$y = 120 \text{ için } M_{cz2} = 17,857 * 120 + 20000 - 750(120 - 120) = 22142,84 \text{ Nmm}$$

$$y = 280 \text{ için } M_{BZ} = 17,857 * 280 + 20000 - 750(280 - 120) = -95000 \text{ Nmm}$$

BD Bölgesi (Tanım Aralığı: $280 \leq y \leq 380$):



$$\sum M_{k3} = 0 = -M - F_k(380 - y)$$

$$M = -F_k(380 - y)$$

$$y = 280 \text{ için } M_{BZ} = -950(380 - 280) = -95000 \text{ Nmm}$$

$$y = 380 \text{ için } M_{DZ} = 0$$

B ve C Noktalarındaki Bileşik Eğilme Momentleri:

$$M_{C1} = \sqrt{M_{C_X}^2 + M_{C_{z1}}^2} = \sqrt{150856,8^2 + 2142,84^2} \cong 150872,02 \text{ Nmm}$$

$$M_{C2} = \sqrt{M_{C_X}^2 + M_{C_{z2}}^2} = \sqrt{150856,8^2 + 22142,84^2} \cong 152473,21 \text{ Nmm}$$

$$M_{B_X} = 0$$

$$M_B = M_{B_x} = \sqrt{M_{B_x}^2 + M_{B_z}^2} = \sqrt{0 + (-95000)^2} \cong 95000 \text{ Nmm}$$

$$M_{BC_1} = \sqrt{M_{C_1}^2 + 0.75 T_1^2} = \sqrt{150872,02^2 + 0.75 * (145 * 10^3)^2} \cong 196293,44 \text{ Nmm}$$

$$M_{BC_2} = \sqrt{M_{C_2}^2 + 0.75 T_1^2} = \sqrt{152473,21^2 + 0.75 * (145 * 10^3)^2} \cong 197526,78 \text{ Nmm}$$

$$M_{BB} = \sqrt{M_B^2 + 0.75 T_1^2} = \sqrt{95000^2 + 0.75 * (145 * 10^3)^2} \cong 157460,31 \text{ Nmm}$$

$$M_D = 0$$

$$M_{BD} = \sqrt{M_D^2 + 0.75 T_1^2} = \sqrt{0.75 T_1^2} = \sqrt{0.75 * (145 * 10^3)^2} \cong 125573,68 \text{ Nmm}$$

A ve B Noktalarında Bileşik Radyal Yatak Kuvveti:

$$F_{rA} = F_A = \sqrt{F_{AX}^2 + F_{AZ}^2} = \sqrt{1257,14^2 + 17,857^2} \cong 1257,27 \text{ N}$$

$$F_{rB} = F_B = \sqrt{F_{BX}^2 + F_{BZ}^2} = \sqrt{942,86^2 + 1682,143^2} \cong 1928,36 \text{ N}$$

Görüldüğü gibi maksimum bileşik moment C noktasındadır (M_{BC_2}). Dolayısıyla boyutlandırılmada C noktası esas alınacaktır.

Şekil 1.22'den $D/d=1.2$ $r/d=0.8$ değerleri için $k_t = 1.6$ alınabilir.

St60 için Şekil 1.8'den $q=0.5$ alınabilir.

$$k_\zeta = 1 + q(k_t - 1) = 1 + 0.5(1.6 - 1) = 1.3$$

Cetvel 1.9'dan mil çapı 40 mm için $k_b = 0.75$ alınabilir.

Cetvel 15.2'den St60 için $\sigma_K = 600 \text{ MPa}$ $\sigma_D = 280 \text{ MPa}$

Cetvel 1.31'den mil yüzeyi tormalanmış olarak düşünülürse $\sigma_K = 600 \text{ MPa}$ için $k_y = 0.75$ olarak bulunur.

$S=3$ alınabilir.

$$\sigma_{em} = \frac{k_y k_b}{k_\zeta} * \frac{\sigma_D}{S} = \frac{0.75 * 0.75}{1.3} * \frac{280}{3} \cong 40.38 \text{ MPa}$$

C Noktasındaki Mil Çapı:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 M_{BC_2}}{\pi \sigma_{em}}} = \sqrt[3]{\frac{32 * 197526,78}{\pi 40.38}} \cong 36,8 \text{ mm}$$

(Çap verilmeseydi, Cetvel 15.1'de standart olarak 40 mm alınabilirdi.)

Dolayısıyla mil çapı 36,8'den büyük olduğu için 40 mm uygundur.

Yatak iç çapı:

$$d_y = d - (5 \dots 10) \text{ mm} = 40 - 5 = 35 \text{ mm}$$

Milin uç çapı:

$$d_m = d_y - (5 \dots 10) \text{ mm} = 35 - 5 = 30 \text{ mm}$$

Milin diğer çapları:

$$d_1 = d - 0.5 = 40 - 0.5 = 39.5 \text{ mm}$$

$$d_2 = d + (5 \dots 10) \text{ mm} = 40 + 5 = 45 \text{ mm}$$

Göbek uzunlukları:**Dişli çarkın;**

$$l_{g1} = b_1$$

Kayış kasnağı;

$$l_{g2} = 2d_m = 2 * 30 = 60 \text{ mm}$$

Soru 2:

Bir vincin tekerleğine ait ve St60 ($\sigma_{AK} = 330 \text{ MPa}$) malzemesinden yapılan sabit bir aks , $F=24800 \text{ N}$ 'luk statik bir yükü zorlanmaktadır. Emniyet katsayısı $S=2.5$; $l=120 \text{ mm}$ olması durumunda aksın çapını bulunuz. Diğer konstrüksiyon boyutlarını hesaplayınız ve ilk şekillendirme resmini çiziniz.

Verilenler;

$$F = 24800 \text{ N} \quad \sigma_{AK} = 330 \text{ MPa} \quad S = 2.5 \quad l = 120 \text{ mm}$$

Tepki Kuvveti:

$$F_A = F_B = \frac{F}{2} = \frac{24800}{2} = 12400 \text{ N}$$

Eğilme Momenti:

$$M_c = F_A l_1 = 12400 * 60 = 744 * 10^3 \text{ Nmm}$$

Statik Zorlanma için Emniyet Gerilmesi:

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_{AK}}{S} = \frac{330}{2.5} = 132 \text{ MPa}$$

Aksın Çapı:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 M_e}{\pi \sigma_{em}}} = \sqrt[3]{\frac{32 * 744 * 10^3}{\pi * 132}} \cong 38.58 \text{ mm}$$

Cetvel 15.1'den standart değeri 40 mm alınır.

Aksın diğer konstrüksiyon boyutları:**Muylu veya yatak çapı:**

$$d_y = d - (5 \dots 10) \text{ mm} = 40 - 5 = 35 \text{ mm}$$

$$d_1 = d - (0.5 \dots 1.0) \text{ mm} = 40 - 0.5 = 39.5 \text{ mm}$$

$$d_2 = d + (5 \dots 10) \text{ mm} = 40 + 5 = 45 \text{ mm}$$

$$d_3 = d = 40 \text{ mm}$$

Muylu ve göbek uzunluğu:

$$l_m = (0.8 \dots 1.1) d_y = (0.8 \dots 1.1) * 35 = 28 \dots 38.5 \rightarrow l_m = 35 \text{ mm}$$

$$l_g = (1.2 \dots 1.5) d = (1.2 \dots 1.5) * 40 = 48 \dots 60 \rightarrow l_g = 55 \text{ mm}$$

olarak alınabilir.