

Soru: Bir dişli çark mekanizmasındaki dişlilerin diş sayıları 10 ve 50 olup, dişlilerin modülü 5mm dir. Dişli çarklarda diş dibi kesilmesi olmaması için her iki dişlide aynı miktarda profil kaydırması yapılacaktır. Dişli çarkları boyutlandırıp eksenleri arasındaki mesafeyi ve kavrama oranını bulunuz.

Verilenler: diş sayıları 10 ve 50, $m = 5 \text{ mm}$

İstenenler: dişli çarkın boyutları ve eksenler arası mesafe

Çözüm: Küçük (piyon) dişlinin diş sayısı 17'den küçük olduğundan bu dişlide diş dibi kesilmesi olur. Bunu önlemek için her iki dişliye de profil kaydırması uygulanır. Her iki dişlideki diş sayılarının toplamı 28 den büyük olduğundan K-0 profil kaydırması kullanılır.

$$x_{1,2} = \frac{14 - z_1}{17} = \frac{14 - 10}{17} \Rightarrow x_1 = -x_2 = 0,2353$$

Dişlilere K-0 profil kaydırması uygulandığından dolayı kavrama açısında ve yuvarlanma ve de taksimat daireleri aynı kalır.

Dişli boyutlarının hesabı:

$$r_{01} = \frac{m}{2} z_1 = \frac{5}{2} 10 \Rightarrow r_{01} = 25\text{mm}, \quad d_{01} = 50\text{mm}$$

$$r_{02} = \frac{m}{2} z_2 = \frac{5}{2} 50 \Rightarrow r_{02} = 125\text{mm}, \quad d_{02} = 250\text{mm}$$

$$a_0 = r_p + r_g = 25 + 125 \Rightarrow a_0 = 150\text{mm}$$

Temel dairesi yarıçapları:

$$r_{g1} = r_{01} \cos \alpha_0 = 25 \cos 20 \Rightarrow r_{g1} = 23,49\text{mm}, \quad d_{g1} = 46,98\text{mm}$$

$$r_{g2} = r_{02} \cos \alpha_0 = 125 \cos 20 \Rightarrow r_{g2} = 117,46\text{mm}, \quad d_{g2} = 234,92\text{mm}$$

Piyon dişli boyutları:

$$d_{t1} = d_0 - 2h_t = d_0 - 2m(1,25 - x_1) = 50 - 2 * 5(1,25 - 0,2353)$$

$$d_{t1} = 39,853\text{mm}$$

$$d_{b1} = d_{01} + 2h_b = d_{01} + 2m(1 + x_1) = 50 + 2 * 5(1 + 0,2353)$$

$$d_{b1} = 62,353\text{mm}$$

Dişli boyutları:

$$d_{t2} = d_{02} - 2h_t = d_{02} - 2m(1,25 + x_2) = 250 - 2 * 5(1,25 + 0,2353)$$

$$d_{t2} = 235,147mm$$

$$d_{b2} = d_{02} + 2h_b = d_{02} + 2m(1 - x_2) = 250 + 2 * 5(1 - 0,2353)$$

$$d_{b2} = 257,647mm$$

Kavrama oranı;

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{r_{b1}^2 - r_{g1}^2} + \sqrt{r_{b2}^2 - r_{g2}^2} - a_0 \sin \alpha_0}{\pi m \cos \alpha_0} = \frac{\sqrt{d_{b1}^2 - d_{g1}^2} + \sqrt{d_{b2}^2 - d_{g2}^2} - 2a_0 \sin \alpha_0}{2\pi m \cos \alpha_0}$$

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{(62,353)^2 - (46,98)^2} + \sqrt{(257,647)^2 - (234,92)^2} - 2 * 150 * \sin 20}{2 * \pi * 5 * \cos 20}$$

$$\frac{40,997 + 105,804 - 102,606}{29,521} \Rightarrow \varepsilon = 1,497$$

$\varepsilon > 1,1$ olduğundan uygundur.

SORU: Bir Şanzımanda kullanılan dişlilerden birlikte çalışan iki dişliden birisinde 8 diğesinde 11 diş mevcuttur. Her iki dişlinin modülü 2,5 olup, dişlilerin boyutlarını ve kavrama oranını hesaplayınız.

Verilenler: $N_p = 8$, $N_g = 11$ ve $m = 2,5$ mm

İstenenler: dişli çarkın boyutları ve eksenler arası mesafe

Çözüm: Her iki dişlideki diş sayılarının 17'den küçük olması nedeniyle dişlilerin ikisinde de diş dibi kesilmesi olur. Bunu önlemek için her iki dişliye de profil kaydırması uygulanır. Her iki dişlideki diş sayılarının toplamı 28 den küçük olduğundan K-0 profil kaydırması uygulanamaz.

$$x_1 = \frac{14 - z_1}{17} = \frac{14 - 8}{17} \Rightarrow x_1 = 0,32294$$

$$x_2 = \frac{14 - z_2}{17} = \frac{14 - 11}{17} \Rightarrow x_2 = 0,17647$$

Dişlilere profil kaydırması uygulandığından dolayı kavrama açısında değişme olur. Bu nedenle kavrama açısının hesaplanması gerekir.

$$ev\alpha = 2 \frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2} tg\alpha_0 + ev\alpha_0$$

$$ev\alpha = tg\alpha - \alpha = tg20 - \frac{2\pi 20}{360} \Rightarrow ev\alpha = 0,014904$$

$$ev\alpha = 2 \frac{0,32294 + 0,17647}{8 + 11} tg20 + 0,014904 \Rightarrow ev\alpha = 0,034038$$

Bu değere karşılık gelen yeni kavrama açısı (basınç açısı) hesap yapılarak elde edilebilir.

$$ev\alpha = tg\alpha - \alpha = tg26 - \frac{2\pi 26}{360} \Rightarrow ev\alpha = 0,033947$$

$$ev\alpha = tg\alpha - \alpha = tg27 - \frac{2\pi 27}{360} \Rightarrow ev\alpha = 0,038286$$

İnterpolasyon yaparak hesap ettiğimiz değere karşılık gelen açıyı buluruz.

$$\alpha = 26 + \frac{(0,034038 - 0,033947)}{(0,038286 - 0,033947)} \Rightarrow \alpha = 26,03^\circ$$

Yuvarlanma dairesi çaplarını hesap edebilmek için, taksimat dairesi çapları hesaplanır.

$$d_{01} = mz_1 = 2,5 * 8 \Rightarrow d_{01} = 20mm$$

$$d_{02} = mz_2 = 2,5 * 11 \Rightarrow d_{02} = 27,5mm$$

$$a_0 = (d_{01} + d_{02})/2 = (20 + 27,5)/2 \Rightarrow a_0 = 23,75mm$$

Temel daireesi çapları:

$$d_{g1} = d_{01} \cos \alpha_0 = 20 * \cos 20 \Rightarrow \quad \mathbf{d_{g1} = 18,79mm} \quad ; \quad \mathbf{r_{g1} = 9,395mm}$$

$$d_{g2} = d_{02} \cos \alpha_0 = 27,5 * \cos 20 \Rightarrow \quad \mathbf{d_{g2} = 25,84mm} \quad ; \quad \mathbf{r_{g2} = 12,92mm}$$

Profil kaydırıldıktan sonraki çaplar ve eksenler arası mesafe (alışma veya yuvarlanma ve taksimat daire çapları):

$$d_1 \cos \alpha = d_{01} \cos \alpha_0 \quad \text{ve} \quad d_2 \cos \alpha = d_{02} \cos \alpha_0$$

$$d_1 = d_{01} \frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} = 20 \frac{\cos 20}{\cos(26,03)} \Rightarrow \quad \mathbf{d_1 = 20,915mm}$$

$$d_2 = d_{02} \frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} = 27,5 \frac{\cos 20}{\cos(26,03)} \Rightarrow \quad \mathbf{d_2 = 28,759mm}$$

$$a = (d_1 + d_2)/2 = (20,915 + 28,759)/2 \Rightarrow \quad \mathbf{a = 24,837mm}$$

Taban daireesi yarıapları;

$$d_{t1} = d_{01} - 2h_t = d_{01} - 2m(1,25 - x_1) = 20 - 2 * 2,5(1,25 - 0,32294)$$

$$\mathbf{d_{t1} = 15,36mm}$$

$$d_{t2} = d_{02} - 2h_t = d_{02} - 2m(1,25 - x_2) = 27,5 - 2 * 2,5(1,25 - 0,17647)$$

$$\mathbf{d_{t1} = 22,13mm}$$

Baş daireesi yarıapları:

$$d_{b1} = d_{01} + 2h_b = d_{01} + 2m(1 + x_1) = 20 + 2 * 2,5(1 + 0,32294)$$

$$\mathbf{d_{b1} = 26,61mm}$$

$$d_{b2} = d_{02} + 2h_b = d_{02} + 2m(1 + x_2) = 27,5 + 2 * 2,5(1 + 0,17647)$$

$$\mathbf{d_{b2} = 33,38mm}$$

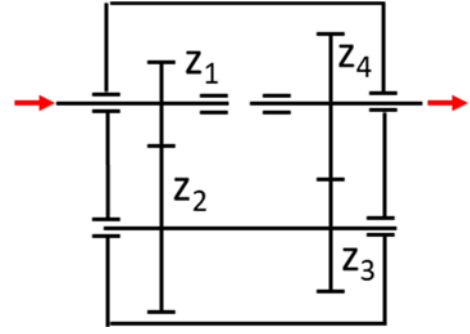
Kavrama oranı;

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{d_{b1}^2 - d_{g1}^2} + \sqrt{d_{b2}^2 - d_{g2}^2} - 2a \sin \alpha}{2\pi m \cos \alpha_0}$$

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{(26,61)^2 - (18,79)^2} + \sqrt{(33,38)^2 - (25,84)^2} - 2 * 24,04 * \sin 21,86}{2 * \pi * 2,5 * \cos 20}$$

$$\frac{18,842 + 21,131 - 17,902}{14,761} \Rightarrow \quad \mathbf{\varepsilon = 1,495 dış}$$

SORU: Şekilde verilen redüktörde iki dişli mekanizması bulunmaktadır. Dişlileri boyutlandırınız. Giriş kademesindeki dişlilerin diş sayıları $z_1 = 18$ ve $z_2 = 36$ diş olup, modülü 2,5mm ve çıkış kademesindeki dişlerin diş sayıları $z_3 = 18$ ve $z_4 = 28$ diş olup, modülü 3mm dir. Kavrama açısı standart 20 derece olup çapa bağlı genişlik faktörü 0,9 dur.



Çözüm:

$$a_{01} = \frac{m(z_1 + z_2)}{2} = \frac{2,5(18 + 36)}{2} = 67,5mm$$

$$a_{02} = \frac{m(z_3 + z_4)}{2} = \frac{3(18 + 28)}{2} = 69mm$$

Giriş ve çıkış kademelerindeki eksenler arası mesafenin aynı olabilmesi için giriş kademesindeki dişlilere eşit miktarda (K-0) profil kaydırması uygulayalım. Bunun için;

$$ev\alpha = 2 \frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2} tg\alpha_0 + ev\alpha_0 \Rightarrow x_1 + x_2 = \frac{ev\alpha - ev\alpha_0}{2tg\alpha_0} (z_1 + z_2)$$

$$a = a_{01} \frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha} \Rightarrow \cos\alpha = a_{01} \frac{\cos\alpha_0}{a_1} = 67,5 \frac{\cos 20}{69} = 0,9192 \Rightarrow \alpha = 23,19^\circ$$

$$ev\alpha_0 = tg\alpha_0 - \alpha_0 = tg 20 - \frac{20 * \pi}{180} = 0,014904$$

$$ev\alpha = tg\alpha - \alpha = tg 23,19 - \frac{23,19 * \pi}{180} = 0,023652$$

$$x_1 + x_2 = \frac{ev\alpha - ev\alpha_0}{2tg\alpha_0} (z_1 + z_2) = \frac{0,023652 - 0,014904}{2 * tg 20} (18 + 36) = 0,649mm$$

$$x_1 = x_2 = \frac{0,649}{2} = 0,324mm$$

Şekil 18.29'dan görüldüğü 0,324 profil kaydırma faktörü sivri diş oluşturmamaktadır.

$$d_{01} = m_{12}z_1 = 2,5 * 18 = 45mm$$

$$d_{02} = m_{12}z_2 = 2,5 * 36 = 90mm$$

$$d_{t1} = d_{01} - 2h_t = d_{01} - 2m(1,25 - x_1) = 45 - 2 * 2,5(1,25 - 0,324)$$

$$d_{t1} = 40,37mm$$

$$d_{b1} = d_{01} + 2h_b = d_{01} + 2m(1 + x_1) = 45 + 2 * 2,5(1 + 0,324)$$

$$d_{b1} = 51,62mm$$

$$d_{t2} = d_{02} - 2h_t = d_{02} - 2m(1,25 - x_2) = 90 - 2 * 2,5(1,25 - 0,324)$$

$$\mathbf{d_{t1} = 85,37mm}$$

$$d_{b2} = d_{02} + 2h_b = d_{02} + 2m(1 + x_2) = 90 + 2 * 2,5(1 + 0,324)$$

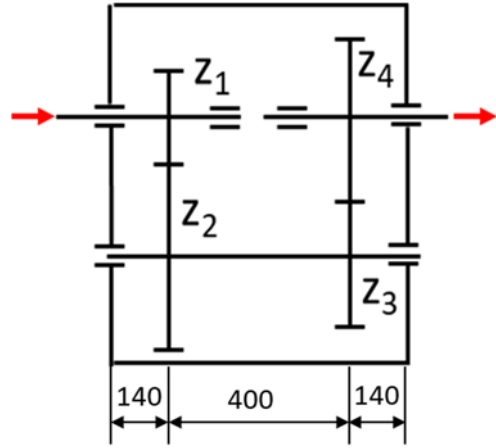
$$\mathbf{d_{b2} = 96,62mm}$$

$$b_{12} = \psi_d d_{01} = 0,9 * 45 = \mathbf{40,5mm}$$

Her iki grup için de kavrama oranı hesaplanır.

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{d_{b1}^2 - d_{g1}^2} + \sqrt{d_{b2}^2 - d_{g2}^2} - 2a \sin \alpha}{2\pi m \cos \alpha_0}$$

SORU: İki kademeli redüktörün $z_2 = 45$ diş ve modülü $m = 3\text{mm}$ olan dişlisi ile $z_3 = 32$ diş ve modülü $m = 4\text{mm}$ olan dişlisi aynı mil üzerine monte edilmiştir. Bu dişlilerin üzerinde olduğu mil 200 dev/dak devir sayısı ile 8KW güç iletmektedir. a) Çalışma faktörü $K_0 = 1,4$ olarak dişlilere etki eden kuvvetleri bulunuz. b) Mil yataklarındaki tepki kuvvetlerini bulunuz.



Çözüm: a)

$$F_t = \frac{2M_{b2}}{d_{01}}, \quad \text{Burada}$$

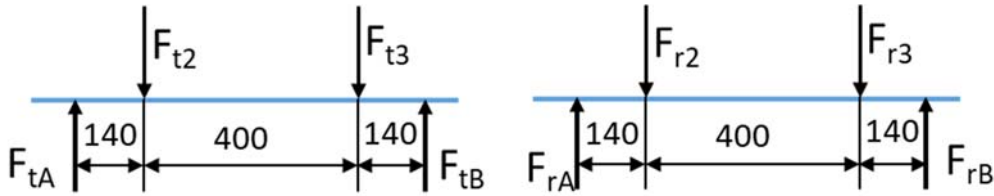
$$d_{02} = m_{12}z_2 = 3 * 45 = \mathbf{135\text{mm}} \quad \text{ve} \quad d_{03} = m_{34}z_3 = 3,5 * 32 = \mathbf{112\text{mm}}$$

$$M_{b2} = 9550 \frac{p}{n} = 9550 \frac{8}{200} = \mathbf{382\text{Nm}} \quad \text{ve} \quad M_{b2c} = K_0 M_{b2} = 1,4 * 382 = \mathbf{534,8\text{Nm}}$$

$$F_{t2} = \frac{2M_{b2c}}{d_{02}} = \frac{2 * 534800}{135} = \mathbf{7923\text{N}} \quad \text{ve} \quad F_{t3} = \frac{2M_{b2c}}{d_{03}} = \frac{2 * 534800}{112} = \mathbf{9550\text{N}}$$

$$F_{r2} = F_{t2} \tan 20 = 7923 * \tan 20 = \mathbf{2884\text{N}} \quad \text{ve} \quad F_{r3} = F_{t3} \tan 20 = 9550 * \tan 20 = \mathbf{3476\text{N}}$$

b)



$$F_{t2} * 140 + F_{t3} * 540 - F_{tB} * 680 = 0 \Rightarrow 7923 * 140 + 9550 * 540 = F_{tB} * 680$$

$$\mathbf{F_{tB} = 9215\text{N}}$$

$$F_{tA} - F_{t2} - F_{t3} + F_{tB} = 0 \Rightarrow F_{tA} = 7923 + 9550 - 9215 \Rightarrow \mathbf{F_{tA} = 8258\text{N}}$$

$$F_{r2} * 140 + F_{r3} * 540 - F_{rB} * 680 = 0 \Rightarrow 2884 * 140 + 3476 * 540 = F_{rB} * 680$$

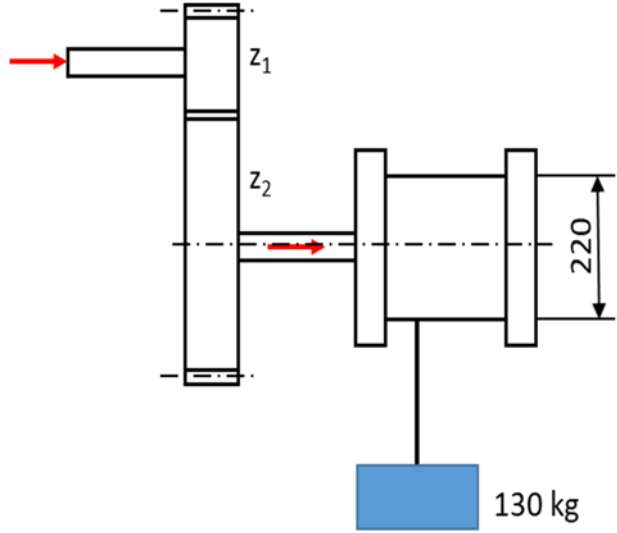
$$\mathbf{F_{rB} = 3354\text{N}}$$

$$F_{rA} - F_{r2} - F_{r3} + F_{rB} = 0 \Rightarrow F_{rA} = 2884 + 3476 - 3354 \Rightarrow \mathbf{F_{rA} = 3006\text{N}}$$

$$F_A = \sqrt{F_{tA}^2 + F_{rA}^2} = \sqrt{8258^2 + 3006^2} \Rightarrow \mathbf{F_A = 8788\text{N}}$$

$$F_B = \sqrt{F_{tB}^2 + F_{rB}^2} = \sqrt{9212^2 + 3354^2} \Rightarrow \mathbf{F_B = 9803\text{N}}$$

SORU: Şekilde görülen sistemde redüktörün çıkışına bağlı olan tambur 250 dev/dak ile dönerek 130 kg olan yükü kaldırmaktadır. Redüktör tek kademeli düz dişlilerden imal edilmiş olup, pinyon dişli 1000 dev/dak ile dönmektedir. Dişliler standart dişliler olup, pinyon dişlinin diş sayısı 16, dişlilerin kavrama açısı 20 derece ve dişliler sertleştirilmiş olup, dişli malzemeleri 15CrNi6 dır. Dişlilerin boyut ve mukavemet hesaplarını çapa bağlı genişlik faktörünü 0,8, mukavemet emniyet katsayısını 1,8 ve yüzey basınç emniyet katsayısını 1,3 olarak hesaplayınız.



Çözüm:

Çevrim oranı:

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1000}{250} = 4 \quad \text{buradan} \quad z_2 = i_{12}z_1 = 4 * 16 = \mathbf{64 \text{ diş}}$$

Malzemenin sertliğinin 350HB'den büyük olması nedeniyle modül mukavemete göre hesaplanıp, yüzey basıncına göre kontrol edilmelidir.

$$m \geq \sqrt[3]{\frac{2M_{b1}}{z_1^2 \psi_d \sigma_{em}}} K_{f1} K_0 K_v K_m$$

Burada:

$$M_{b1} = Fr = (130 * 9,81) \frac{220}{2} = \mathbf{140283 \text{ Nmm}}$$

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_D^*}{S} \quad \text{Burada} \quad \sigma_D^* = \frac{K_y K_b}{K_\chi} K_T K_R K_L K_z \sigma_D$$

Şekil 18.48'den $K_y = 0,68$ alındı. $m < 5$ kabul edildiğinden $K_b = 1,0$ alındı. Ortalama değer olarak $K_\chi = 1,5$ alındı. Çalışma sıcaklığı 120 C°'nin altında kabul edildiğinden $K_T = 1,0$ alındı. Güvenilirlik %90 için $K_R = 0,897$ alındı. Tasarım sonsuz ömür için yapıldığından $K_L = 1,0$ alındı. Yük yön değiştirdiğinden $K_z = 1,0$ alındı. Tablo 18.3'den sürekli mukavemet değeri $\sigma_D = 460 \frac{N}{mm^2}$ alındı.

$$\sigma_D^* = \frac{0,68 * 1}{1,5} 1 * 0,897 * 1 * 1 * 460 = 187 \frac{N}{mm^2} \Rightarrow \sigma_{em} = \frac{187}{2} = \mathbf{93,5 \frac{N}{mm^2}}$$

Şekil 18.47'den pinyon dişli için $K_{f1} = 3,16$ ve dişli için $K_{f2} = 2,27$ okunur. Tablo 17.3'den $K_0 = 1,25$ alınır. Şekil 18.46'dan 7. Kalite dişli için ortalama olarak $K_v = 1,3$ alınır. Tablo 18.7'den $K_m = 1$ alınır.

$$m \geq \sqrt[3]{\frac{2M_{b1}}{z_1^2 \psi_d \sigma_{em}} K_{f1} K_0 K_v K_m} = \sqrt[3]{\frac{2 * 140283}{16^2 * 0,8 * 93,5} 3,16 * 1,25 * 1,3 * 1} = 4,22 \text{ mm}$$

Tablo 18.1'den en yakın standart modül olan 4,5 mm modül olarak seçilir.

$$d_{01} = m_{12} z_1 = 4,5 * 16 = 72 \text{ mm}$$

$$d_{02} = m_{12} z_2 = 4,5 * 64 = 288 \text{ mm}$$

$$d_{t1} = d_{01} - 2h_t = d_{01} - 2(1,25m) = d_{01} - 2,5m = 72 - 2,5 * 4,5 = 60,75 \text{ mm}$$

$$d_{b1} = d_{01} + 2h_b = d_{01} + 2(m) = d_{01} + 2m = 72 + 2 * 4,5 = 81 \text{ mm}$$

$$d_{t2} = d_{02} - 2h_t = d_{02} - 2(1,25m) = d_{02} - 2,5m = 288 - 2,5 * 4,5 = 276,75 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = d_{02} + 2h_b = d_{02} + 2(m) = d_{02} + 2m = 288 + 2 * 4,5 = 297 \text{ mm}$$

$$b_{12} = \psi_d d_{01} = 0,8 * 72 = 57,6 \text{ mm hesaplanır ve } 58 \text{ mm seçilir.}$$

$$b_{12} = \psi_d d_{02} = 0,8 * 288 = 230 \text{ mm hesaplanır ve } 230 \text{ mm olur. Çok geniş}$$

Mukavemet kontrolü:

Dinamik faktörün gerçek değeri hesaplanıp ona göre dişlilerin mukavemet kontrolü yapılır.

$$v_{01} = v_{02} = \frac{\pi d_{01} n_1}{60} = \frac{\pi * 0,072 * 1000}{60} = 3,78 \text{ m/s}$$

Şekil 18.46'dan $K_{v2} = 1,0$ okunur. Buna göre:

$$F_{t1} = F_{t2} = \frac{2M_{b1}}{d_{01}} = \frac{2 * 140283}{72} = 3896,75 \text{ N}$$

Buna göre her iki dişlide oluşan toplam gerilme:

$$\sigma_{top} = \frac{F_t}{bm} K_{f1} K_0 K_v K_m \leq \sigma_{em} = \frac{\sigma_D^*}{S}$$

$$\sigma_{top1} = \frac{F_t}{bm} K_{f1} K_0 K_v K_m = \frac{3896,75}{58 * 4,5} 3,16 * 1,25 * 1,0 * 1,0 = 58,97 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_1 = \frac{\sigma_D^*}{\sigma_{top1}} = \frac{187}{58,97} = 3,17 > 1,8 \text{ EMNİYETLİ}$$

$$\sigma_{top2} = \frac{F_t}{bm} K_{f2} K_0 K_v K_m = \frac{3896,75}{58 * 4,5} 2,27 * 1,25 * 1,0 * 1,0 = 40,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_1 = \frac{\sigma_D^*}{\sigma_{top1}} = \frac{187}{40,67} = 4,6 > 1,8 \text{ EMNİYETLİ}$$

Yüzey basınç kontrolü: Bu dişliler yüzey basıncına göre kontrol edilmelidir. Buna göre;

$$P_{H \max} = K_E K_a K_i \sqrt{\frac{F_t}{b d_{01}}} K_0 K_v K_m$$

Burada bilinmeyenler K_E , K_a ve K_i dir.

$$K_E = 0,59\sqrt{E}, \text{ Burada } E = \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2} = \frac{210000 * 210000}{210000 + 210000} = 105000$$

$$K_E = 0,59\sqrt{105000} = 191,2 \text{ N/mm}^2$$

$$K_a = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha_0 \tan \alpha}} = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 20 * \tan 20}} = 1,764$$

$$K_i = \sqrt{\frac{i_{12} + 1}{i_{12}}} = \sqrt{\frac{4 + 1}{4}} = 1,118$$

$$P_{H \max} = 191,2 * 1,764 * 1,118 \sqrt{\frac{3896,75}{58 * 72}} 1,25 * 1 * 1 = 407,24 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{HD}^* = K_{LO} K_R K_v P_{HD}$$

Burada sonsuz ömür için $K_{LO} = 1$, güvenilirlik %90 için $K_R = 0,897$, yağlama faktörü viskozitesi 100 mm²/s yağ için $K_v = 1$ ve tablodan $P_{HD} = 1490 \text{ N/mm}^2$.

$$P_{HD}^* = 1 * 0,897 * 1 * 1490 = 1336,5 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{H1} = \frac{P_{HD}^*}{P_{H \max}} = \frac{1336,5}{407,24} = 3,28 > 1,3 \text{ EMNİYETLİ}$$

Malzeme aynı olduğundan dişlinin emniyet katsayısı pinyon dişlininkine eşit olup emniyetlidir.

SORU: Elektrik motoruyla tahrik edilen dişli sisteminin giriş devir sayısı 1250 dev/dak ve çıkış devir sayısı 300 dev/dak olup 12 KW güç iletmektedir. Pinyon dişlinin malzemesi 34CrMo4 olup diş sayısı 19 dur. Döndürülen dişlinin malzemesi ise St70 olup, dişliler arasındaki basınç açısı 20 derece ve imalatları 7. kalitedir. Dişlilerin çapa bağlı genişlik faktörünü 0,8, mukavemet emniyet katsayısını 2, basınç emniyet katsayısını 1,35 alarak dişlilerin mukavemet hesabını ve boyutlandırmasını yapınız.

Çözüm:

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1250}{300} = \mathbf{4,167} \Rightarrow z_2 = i_{12}z_1 = 4,167 * 19 = \mathbf{79,17diş} = \mathbf{79 diş alınır.}$$

$$n_2 = n_1 \frac{z_1}{z_2} = 1250 \frac{19}{79} = \frac{300,63dev}{dak}$$

$$Devirdeki hata miktarı = \frac{300 - 300,63}{300} 100 = -\%0,21 < \pm \%3 \text{ **Kabul edilebilir**}$$

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1250}{300,63} = \mathbf{4,158}$$

Malzemelerin sertlik değerleri 350 HB'nin altında olması nedeniyle modül hesabı maksimum yüzey basıncına göre yapıp, mukavemet hesabına göre kontrol edilir.

$$m \geq \frac{1}{z_1} \sqrt[3]{\frac{2M_{b1}}{\psi_d P_{Hem}^2} K_0 K_v K_m K_E^2 K_a^2 K_i^2}$$

$$M_{b1} = 9550 \frac{P}{n} = 9550 \frac{12}{1250} = \mathbf{91,68 Nm} = \mathbf{91680 Nmm}$$

Tablo 17.3'den $K_0 = \mathbf{1,25}$ alınır. Şekil 18.46'dan 7. Kalite dişli için ortalama olarak $K_v = \mathbf{1,2}$ alınır. Tablo 18.7'den $K_m = \mathbf{1}$ alınır.

$$K_E = 0,59\sqrt{E}, \text{ Burada } E = \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2} = \frac{210000 * 210000}{210000 + 210000} = 105000$$

$$K_E = 0,59\sqrt{105000} = \mathbf{191,2 N/mm^2}$$

$$K_a = \sqrt{\frac{1}{\cos\alpha_0 \cos\alpha_0}} = \sqrt{\frac{1}{\cos 20 * \sin 20}} = \mathbf{1,764}$$

$$K_i = \sqrt{\frac{i_{12} + 1}{i_{12}}} = \sqrt{\frac{4,158 + 1}{4,158}} = \mathbf{1,2405}$$

$$P_{HD}^* = K_{LO} K_R K_Y P_{HD}$$

Burada sonsuz ömür için $K_{LO} = 1$, güvenilirlik %90 için $K_R = 0,897$, yağlama faktörü viskozitesi 100 mm²/s yağ için $K_Y = 1$ ve tablodan St70 için $P_{HD} = 460 \text{ N/mm}^2$ ve 34CrMo4 için $P_{HD} = 530 \text{ N/mm}^2$.

$$P_{HD}^* = 1 * 0,897 * 1 * 530 = 482 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{Hem} = \frac{P_{HD}^*}{S_{H1}} = \frac{482}{1,35} = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$m \geq \frac{1}{19} \sqrt[3]{\frac{2 * 91680}{0,8 * 357^2} 1,25 * 1,2 * 1 * 191,2^2 * 1,764^2 * 1,241^2} = 4,1 \text{ mm}$$

Tablo 18.1'den hesaplanan mödüle en yakın standart modül olarak $m = 4,5$ alınır. Bu modüle göre çarkların boyutlandırılması yapılır.

$$d_{01} = m_{12}z_1 = 4,5 * 19 = 85,5 \text{ mm}$$

$$d_{02} = m_{12}z_2 = 4,5 * 79 = 355,5 \text{ mm}$$

$$d_{t1} = d_{01} - 2h_t = d_{01} - 2(1,25m) = d_{01} - 2,5m = 85,5 - 2,5 * 4,5 = 74,25 \text{ mm}$$

$$d_{b1} = d_{01} + 2h_b = d_{01} + 2(m) = d_{01} + 2m = 85,5 + 2 * 4,5 = 94,5 \text{ mm}$$

$$d_{t2} = d_{02} - 2h_t = d_{02} - 2(1,25m) = d_{02} - 2,5m = 355,5 - 2,5 * 4,5 = 344,25 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = d_{02} + 2h_b = d_{02} + 2(m) = d_{02} + 2m = 355,5 + 2 * 4,5 = 364,5 \text{ mm}$$

$$b_{12} = \psi_d d_{01} = 0,8 * 85,5 = 68,4 \text{ mm hesaplanır ve } 70 \text{ mm seçilir.}$$

$$b_{12} = \psi_d d_{02} = 0,8 * 355,5 = 284,4 \text{ mm hesaplanır ve } 285 \text{ mm olur. Çok geniş}$$

$$a_0 = \frac{m(z_1 + z_2)}{2} = \frac{4,5 * (19 + 79)}{2} = 220,5 \text{ mm}$$

Mukavemet kontrolü yapılırsa:

$$\sigma_{top} = \frac{F_t}{bm} K_{f1} K_0 K_v K_m \leq \sigma_{em} = \frac{\sigma_D^*}{S}$$

Şekil 18.47'den pinyon dişli (19 diş) form faktörü $K_{f1} = 2,91$ ve dişli (79 diş) form faktörü $K_{f2} = 2,24$ okunur. Boyutlar belli olduğundan dinamik faktörün (K_v) gerçek değeri hesaplanabilir.

$$v_{01} = v_{02} = \frac{\pi d_{01} n_1}{60} = \frac{\pi * 0,0855 * 1250}{60} = 5,596 \text{ m/s}$$

Şekil 18.46'dan $K_v = 1,02$ okunur ve Tablo 18.7'den $K_m = 1$ alınır.

$$F_{t1} = F_{t2} = \frac{2M_{b1}}{d_{01}} = \frac{2 * 91680}{85,5} = 2144,56 \text{ N}$$

Bunlara göre;

$$\sigma_{top1} = \frac{F_t}{bm} K_{f1} K_0 K_v K_m = \frac{2144,56}{70 * 4,5} 2,91 * 1,25 * 1,0 * 1,0 = 24,76 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{top2} = \frac{F_t}{bm} K_{f2} K_0 K_v K_m = \frac{2144,56}{70 * 4,5} 2,24 * 1,25 * 1,0 * 1,0 = 19,06 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_D^*}{S} \quad \text{Burada} \quad \sigma_D^* = \frac{K_y K_b}{K_\zeta} K_T K_R K_L K_z \sigma_D$$

Şekil 18.48'den $K_y = 0,78$ alındı. $m < 5$ kabul edildiğinden $K_b = 1,0$ alındı. Ortalama değer olarak $K_\zeta = 1,5$ alındı. Çalışma sıcaklığı 120 C° 'nin altında kabul edildiğinden $K_T = 1,0$ alındı. Güvenilirlik %90 için $K_R = 0,897$ alındı. Tasarım sonsuz ömür için yapıldığından $K_L = 1,0$ alındı. Yük yön değiştirdiğinden $K_z = 1,0$ alındı. Tablo 18.3'den pinyon için sürekli mukavemet değeri $\sigma_D = 260 \frac{N}{mm^2}$ ve dişli için $\sigma_D = 205 \frac{N}{mm^2}$ alındı.

$$\sigma_{D1}^* = \frac{0,78 * 1}{1,5} 1 * 0,897 * 1 * 1 * 260 = 121,27 \frac{N}{mm^2}$$

$$S_1 = \frac{\sigma_D^*}{\sigma_{top1}} = \frac{121,27}{24,76} = 4,9 > 2 \text{ EMNİYETLİ}$$

$$\sigma_{D2}^* = \frac{0,78 * 1}{1,5} 1 * 0,897 * 1 * 1 * 205 = 95,62 \frac{N}{mm^2}$$

$$S_2 = \frac{\sigma_D^*}{\sigma_{top1}} = \frac{95,62}{19,06} = 5,02 > 2 \text{ EMNİYETLİ}$$

Yüzey Basıncı kontrolü:

$$P_{H \max} = K_E K_a K_i \sqrt{\frac{F_t}{b d_{01}}} K_0 K_v K_m$$

$$P_{H \max} = 191,2 * 1,764 * 1,2405 \sqrt{\frac{2144,56}{70 * 85,5}} 1,25 * 1,2 * 1 = 306,6 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{H1} = \frac{P_{HD}^*}{P_{H \max}} = \frac{482}{306} = 1,57 > 1,35 \text{ EMNİYETLİ}$$

$$S_{H2} = S_{H1} \frac{P_{HD2}}{P_{HD1}} = 1,57 \frac{460}{530} = 1,36 > 1,35 \text{ EMNİYETLİ}$$