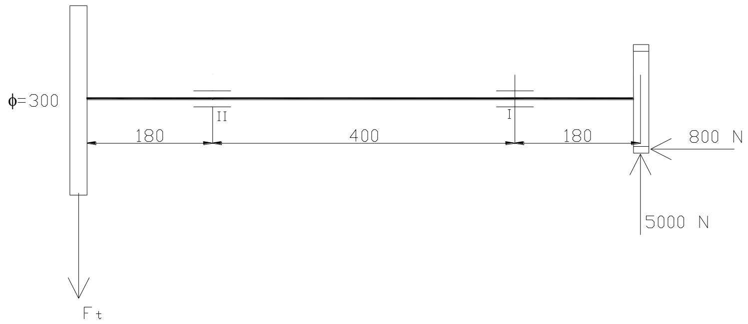
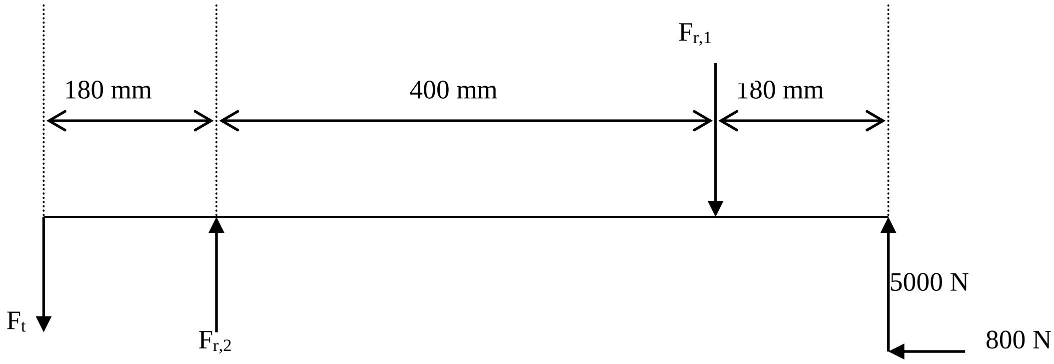
Exercice 1



Un arbre monté sur deux roulements à rouleaux coniques porte, à une de ses extrémités, une poulie plate et à l'autre extrémité un pignon moteur à denture oblique. Le diamètre de la poulie est 300 mm, la vitesse de l'arbre est de 500 tr/min et la puissance transmise de 21.5 ch. La charge sur la poulie agit dans le même plan que la charge sur le pignon résultant des charges tangentielles et radiales, mais en sens opposé, de sorte que les réactions sur les roulements s'additionnent.
Cette charge résultante sur le pignon est de 500 daN. Le pignon reçoit en outre, une charge axiale de 80 daN dirigée vers la poulie. La distance entre la poulie et l'un des roulements (ligne d'action des efforts) est de 180 mm. La distance entre le pignon et l'autre roulement est également de 180 mm. La distance entre les roulements (ligne d'action !) est de 400 mm. Les petits bouts de cuvette (bague extérieure) de chacun des roulements sont dirigés vers l'extérieur. Les roulements prévus sont le 31312 côté pignon et le 30312 côté poulie.
On demande :

1. Quelles sont les résultantes FR sur chacun des roulements ?
2. Quelles sont les valeurs des coefficients x et y pour chacun des roulements ?
3. Quelles sont les charges axiales sur chacun des roulements ?
4. Quelles sont les charges équivalentes sur chacun des roulements ?
5. Quelles sont les durées de vie calculées ?
6. Quelle est la distance entre les cuvettes ?
7. Votre avis au sujet du choix des roulements.

Solution



♦ Calcul de F_t :

$$F_t = \frac{P}{\omega . R} = \frac{15824}{\pi * 0.3 * \frac{500}{60}} = 2015 \text{ N}$$

La transmission se fait par courroie plate, on majore F_t :

$$F_t = 4 * 2015 = 8058 \text{ N}$$ (voir p. IX.21)

♦ Calcul des efforts à la roue dentée :

$F_{a,skf} = 800 * f_d * f_k = 800 * 1.3 * 1.2 = 1248$ N ;

$F_{Rskf} = 5000 * 1.3 * 1.2 = 7800$ N.

♦ Réactions d'appui dans le sens radial (on néglige le moment dû à l'effort axial) :

En écrivant l'équilibre des moments aux appuis, nous trouvons :

$$\begin{cases} F_{R,2} = \dfrac{8058*580+7800*180}{400} = 15194N \\ F_{R,1} = \dfrac{7800*580+8058*180}{400} = 14936N \end{cases}$$

♦ Calcul efforts axial sur chaque roulement :

Pour le roulement 2 : (30312) : x = 0.4 et y = 1.7

Pour le roulement 1 : (31312) : x = 0.4 et y = 0.72

$$\left.\begin{matrix} \dfrac{F_{R,1}}{Y_1} = \dfrac{14936}{0.72} = 20744.4 \\ \dfrac{F_{R,2}}{Y_2} = \dfrac{115194}{1.7} = 8937.6 \end{matrix}\right\} \Leftrightarrow \frac{F_{R,1}}{Y_1} \geq \frac{F_{R,2}}{Y_2}$$ $\Rightarrow$ cas 2b ou 2c. Page 520-521 catalogue SKF

De plus, K_a =1248 N < $\frac{1}{2}.\left(\frac{F_{R,1}}{Y_1} - \frac{F_{R,2}}{Y_2}\right) = 5903.4N$

$\Rightarrow$ Cas 2c.

$$F_{a,1} = \frac{1}{2}.\frac{F_{R,1}}{Y_1} = 10372.2 \text{ N}$$

$$F_{a,2} = F_{a,1} - K_a = 10372.2 - 1248 = 9124.2 \text{ N}$$

♦ Calcul de la charge équivalente sur chaque roulement

Pour le roulement 2 :

e = 0.35

$$\frac{F_{a,2}}{F_{R,2}} = \frac{9124.2}{15194} = 0.6 \geq e$$

⇒ $P_{éq}$ = 0.4*15194 + 1.7*9124.2 = 21588.74 N

Pour le roulement 1 :

e = 0.83

$$\frac{F_{a,1}}{F_{R,1}} = \frac{10372.2}{14936} = 0.694 \leq e$$

$P_{éq} = F_{R,1}$ = 14936 N

♦ Calcul des durées de vie :

Roulement 2 :

$$L_{10} = \left(\frac{168000}{21588.7}\right)^{10/3} = 933.85 * 10^6 \text{ cycles}$$

$L_{10,h}$ = 31128.3 heures

Roulement 1 :

$$L_{10} = \left(\frac{145000}{14936}\right)^{10/3} = 1951.8 * 10^6 \text{ cycles}$$

$L_{10,h}$ = 65060 heures

Exercice 2

Un roulement rigide à bille 6309 en acier standard SKF doit fonctionner à la vitesse de 5000 tr/min sous une charge radiale constante de 8000 N. La lubrification s'effectue avec une huile ayant une viscosité cinématique ν de 20 mm²/s à la température de fonctionnement. La fiabilité souhaitée est de 90% et il est admis que l'on se trouve dans des conditions d'extrême propreté. Quelles seront les durées de vie L_{10} (durée de vie nominales avec une fiabilité de 90%), L_{na} (durée de vie corrigée) et L_{naa} (durée de vie selon la nouvelle théorie).

Solution

♦ *Durée de vie nominale* :

Le roulement 6309 possède une charge dynamique de base de 52700 N

$$\Rightarrow L_{10} = \left(\frac{52700}{8000}\right)^3 = 286 * 10^6 \text{ cycles}$$

$$\Leftrightarrow L_{10,h} = 953 \text{ heures}$$

♦ *Durée de vie corrigée* :

$L_{na} = a_1 * a_2 * a_3 * L_{10}$
avec $a_1 = 1$ car la fiabilité est de 90%.

$$\left.\begin{array}{l} d_m = \dfrac{d+D}{2} = \dfrac{45+100}{2} = 72.5 mm \\ N = 1500 tr/\min \end{array}\right\} \Leftrightarrow \nu_1 = 7 \text{ mm}^2/\text{s}$$

D'où :

$$K = \frac{\nu}{\nu_1} = \frac{20}{7} = 2.9$$

La page IX.35 du cours de J. Bozet nous fournit la valeur de $a_{23} = a_2 * a_3$
$a_{23} = 2$.

$$L_{10a} = 1 * 2 * 286 * 10^6 = 572 * 10^6 \text{ cycles} = 1907 \text{ heures}$$

♦ *Durée L_{naa} selon la nouvelle théorie SKF* :

$L_{naa} = a_1 * a_{SKF} * L_{10}$
$a_1 = 1$; $a_{SKF} = ?$

En cas d'extrême propreté, $\eta_c = 1$. P_u est la charge en dessous de laquelle la fatigue ne se produira pas.

Rlmt 6309 $\Rightarrow \frac{P_u}{P} = \frac{1340}{8000} \Leftrightarrow \eta_c . \frac{P_u}{P} = 0.17$

$\Rightarrow a_{skf} = 16$

$\Leftrightarrow L_{10aa} = 1 * 16 * 286 * 10^6 = 4576 * 10^6$ cycles = 15200 heures

Si nous avions eu des conditions polluées $\eta_c = 0.02 \Leftrightarrow a_{skf} = 0.3 \Leftrightarrow L_{10aa} = 287$ heures