

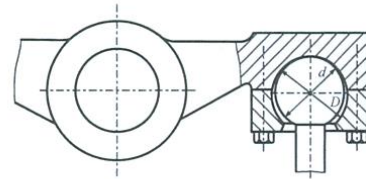
Kon-41.180 Tribologia

Tentti 2.6.2014

Osa B Kirjallisuuden käyttö sallittu, ratkaistujen laskutehtäväkokoelmien käyttö kuitenkin kielletty!

Tehtävä 4. (5 p.)

Kuvan keinuivun työntötangon pallopään halkaisija on 10 mm ja keinuivun istukan halkaisija on 10,1 mm. Työntötangon materiaali on terästä ja kupin materiaali on pronssia, jonka kimmokerroin on $E = 1,1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ ja Poissonin vakio $\nu = 0,3$. Laske suurin tangon työntövoima, kun pronssille sallittu Hertzin paineen arvo on 200 N/mm^2 . Laske myös kosketusalueen säde ja lähenemä.



Kuva 1.

$$P_0^3 = \left(\frac{1}{m}\right)^3 \cdot (K \cdot F_N)$$

Tehtävä 5. (5 p.)

Laske kuvan 2 mukaisen urakuulalaakerin ($D = 90 \text{ mm}$, $d = 50 \text{ mm}$) voitelukalvon paksuus sekä ominaispaksuus λ kuormitetuimman kuulan ja sisäkehän kosketuskohdassa **EHD-teorian mukaan** (ei laakerivalmistajien tai Mobilin mukaan). Radiaaliavoima $F_r = 3000 \text{ N}$ ja sisärenkaan pyörimisnopeus $n = 1500 \text{ r/min}$ (ulkorengas ei pyöri). Materiaalina on teräs, jonka kimmokerroin $E = 2,07 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ ja $\nu = 0,3$. Voiteluaineena on mineraaliöljy ISO VG 68, jonka paineeksponentti käyntilämpötilassa $65 \text{ }^\circ\text{C}$ on $\alpha = 1,86 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{N}$. Voiteluaineen tiheys $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$. Vierintäradan sekä kuulan pinnankarheet ovat $R_a = 0,1 \text{ } \mu\text{m}$.

Eniten kuormitetun kuulan kuorma voidaan laskea yhtälöstä

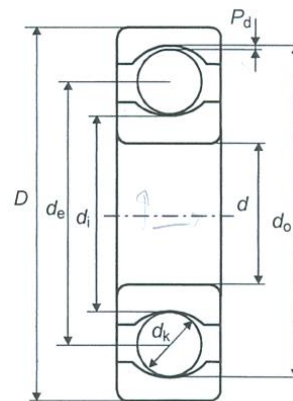
$$F_N = \frac{5F_r}{z}$$

Kuulan vierintänopeus on $u = \omega \frac{d_c^2 - d_k^2}{4d_c}$

missä ω on sisärenkaan kulmanopeus.

Laakerin mitat:

- sisäkehän uran halkaisija $d_i = 57,291 \text{ mm}$
- ulkokehän uran halkaisija $d_o = 82,709 \text{ mm}$
- kuulien halkaisija $d_k = 12,7 \text{ mm}$
- kuulien lukumäärä $z = 10$
- sisäuran poikkileikkauksen säde $r_i = 6,6 \text{ mm}$
- ulkouran poikkileikkauksen säde $r_o = 6,6 \text{ mm}$
- välitys $P_d \approx 0$



Kuva 2. Urakuulalaakeri.