

Kirjallisuuden käyttö kielletty, peruslaskimen käyttö sallittu

1. Mitkä ovat hydrodynaamisen liukulaakerin keskeiset edut ja rajoitukset? b) Miten voiteluaine on parasta tuoda laakeriin (uran/reiän tyyppi ja paikka), kun kyseessä on polttomoottorin kampiakselin liukulaakeri (pyörivä kuorma).

2. Ohessa on kuusi väittämää, johon voit vastata kyllä, ei tai tyhjä. Oikea vastaus on +1 pistettä, väärä vastaus -0.5 pistettä, tyhjä 0 pistettä (minimipistemäärä on nolla).

- voitelemattomissa muovilaakereissa pyörivän teräsakselin pinnankarheuden Ra tulee olla korkeintaan 0.1 μm
- vierintälaakerin uusi kestoikä $L_{\text{naa}} = a_1 a_{\text{ISO}} L_{10}$, jossa a_{ISO} ottaa huomioon mm. voiteluolosuhteet, likaisuusasteen ja väsymisen
- kiinteänä voiteluaineena käytetyn grafiitin alhainen kitka perustuu sen liuskemaisuuteen, jossa hiiliatomien välinen sidos tasoissa on huomattavasti lujempi kuin tasojen välissä
- kosketuspintojen vaurioanalyysissä keskeistä on kulumismekanismin selvittäminen
- kitkakytkimissä yleisesti käytetty materiaalipari on teräs/sintrattu pronssi
- hydrostaattisessa laakerissa ei tarvita suhteellista pintojen välistä liikettä voitelukalvon ylläpitämiseksi

- Mitkä tekijät mahdollistavat elastohydrodynaamisen (ehl) voitelukalvon syntymisen?
- Mitkä ovat öljyvaidellun vierintälaakerin keskeiset voitelumenetelmät (voitelutavat)?

4. Voitelukalvon minimipaksuus hammaspyörissä voidaan laskea ehl-kaavalla

$$h_{\text{min}} = \frac{2,65 \alpha^{0,54} (\eta_0 u)^{0,7} R^{0,43}}{(F_N')^{0,13} (E^*)^{0,03}}$$

Määritä kaavassa tarvittava vierintänopeus u suorahampaisen hammaspyöräparin vierintäpisteessä. Lähtöarvoja: moduuli $m = 2,75$ mm, leveys 45 mm, hammaspyöräparin akseliväli $a_w = 91,5$ mm, ryntökulma vierintäpinnalla $\alpha_{wt} = 23,38^\circ$, hammaspyörän 1 pyörimisnopeus $n_1 = 1500$ rpm, perushalkaisijat $d_{b1} = 67,19$ ja $d_{b2} = 100,78$, hammasluvut $z_1 = 26$ ja $z_2 = 39$. Hahmottele kuva ryntötilanteesta vierintäpisteessä.

5. Reynoldsin yhtälön kolmidimensionaalinen yleinen esitysmuoto on:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho h^3}{\eta} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\rho h^3}{\eta} \frac{\partial p}{\partial y} \right) = 6 \left[\frac{\partial}{\partial x} \left[(U_{x1} + U_{x2}) \rho h \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[(U_{y1} + U_{y2}) \rho h \right] + 2 \frac{\partial(\rho h)}{\partial t} \right]$$

Mitä yksinkertaistuksia em. yhtälöön voidaan tehdä ja missä muodossa yhtälö voidaan yksinkertaisimmillaan esittää mallinnettaessa erittäin lyhyen (y-suunnassa) hydrodynaamisen laakerin toimintaa, kun laakeriin vaikuttaa vakio kuorma ja vakio, x-suuntainen nopeus? Perustele tehdyt oletukset ja yksinkertaistukset!

