

Kirjallisuuden käyttö kielletty, peruslaskimen käyttö sallittu

1. a) Mitä ominaisuuksia vaaditaan liukulaakerimateriaalilta sekavoitelualueella, kun akselimateriaalina on teräs?, b) Selosta hydrodynaamisen säteisliukulaakerin laskennan päävaiheet (vrt harjoitustyö).

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).

- a) titantti- ja timantinkaltaiset pinnoitteet tekee tribologisesti mielenkiintoiseksi niiden suuri kovuus, alhainen kitkakerroin ja hyvät korroosio-ominaisuudet
- b) sintrattujen laakerien keskeisenä ominaisuutena on huokoinen rakenne, jossa huokosten tilavuus on 15-30 % koko tilavuudesta
- c) hydrodynaamiseen liukulaakeriin valittavan välyksen suuruuteen vaikuttaa keskeisesti sen liukunopeus
- d) kosketuspintojen vaurioanalyysissä keskeistä on kulumismekanismin selvittäminen
- e) molybdeenidisulfidi on yleisesti käytetty kiinteä voiteluaine
- f) hydrostaattisissa laakerissa ei tarvita suhteellista pintojen välistä liikettä voitelukalvon ylläpitämiseksi

3 a) Mitkä tekijät mahdollistavat elastohydrodynaamisen (ehl) voitelukalvon syntymisen ?

b) Vierintälaakerin uusi kestojän laskentakaava on muotoa  $L_{naa} = a_1 a_{ISO} L_{10}$ . Mitkä tekijät (ja miten) vaikuttavat keskeisesti  $a_{ISO}$  -termin määrittämiseen?

4. Voitelukalvon minimipaksuus hammaspyörissä voidaan laskea ehl-kaavalla

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

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 kun mallinnetaan erittäin pitkän (y-suunnassa) hydrodynaamisen laakerin toimintaa? Laakeriin vaikuttaa vakio kuorma ja vakio, x-suuntainen nopeus. Perustele tehdyt oletukset ja yksinkertaistukset!