E220407_wb1642 Uitwerking tentamen

$MPa := 10^6 \cdot Pa \quad GPa := 10^9 \cdot Pa \quad kN := 10^3 \cdot N$

Opgave 1) Energiebalans / Massatraagheid

$\rho := 1200 \cdot \frac{kg}{m^3}$

$d_1 := 75 \cdot mm \quad d_2 := 40 \cdot mm \quad b := 15 \cdot mm$

a) $m_1 := \frac{\pi}{4} \cdot d_1^{\,2} \cdot b \cdot \rho \quad m_2 := \frac{\pi}{4} \cdot d_2^{\,2} \cdot b \cdot \rho \quad I_1 := \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 \quad I_2 := \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot \left(\frac{d_2}{2}\right)^2$

$m_w := m_1 - m_2 \quad m_w = 0.057\,kg \quad I_w := I_1 - I_2 \quad I_w = 5.14 \times 10^{-5}\,kg\,m^2$

b) $m_f := 0.15 \cdot kg \quad m_w := 0.25 \cdot kg \quad I_w := 6 \cdot 10^{-5} \cdot kg \cdot m^2$

$E' = \frac{E_w}{E_c} = \frac{\left(4 \cdot \frac{1}{2} \cdot I_w \cdot \omega^2\right)}{\left[\frac{1}{2} \cdot (m_f + 4 \cdot m_w) \cdot v^2\right]} \quad v = \omega \cdot \frac{d_1}{2} \quad E' = \frac{\left[4 \frac{1}{2} \cdot I_w \cdot \left(v \cdot \frac{2}{d_1}\right)^2\right]}{\left[\frac{1}{2} \cdot (m_f + 4 \cdot m_w) \cdot v^2\right]} \quad E' := \frac{\left[4 I_w \cdot \left(\frac{2}{d_1}\right)^2\right]}{(m_f + 4 \cdot m_w)} \quad E' = 0.15$

c) $v := 2.5 \cdot \frac{m}{s} \quad m_c := m_f + 4 \cdot m_w \quad m_c = 1.15\,kg \quad E' := 0.25 \quad E_p := \frac{1}{2} \cdot m_c \cdot v^2 \cdot (1 + E') \quad E_p = 4.49\,J$

Opgave 2) Stijfheid en Sterkte / Veerberekening

$d := 4 \cdot mm \quad D := 30 \cdot mm \quad r := 4 \cdot D \quad n := 4 \quad E := 210 \cdot GPa$

a) $R_m := 1200 \cdot MPa \quad R_{p0.2} := 0.9 \cdot R_m \quad R_{p0.2} = 1080\,MPa$

b) Sterkte overweging:

$F_{max} := \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d^3}{r} \cdot R_{p0.2} \quad F_{max} = 56.5\,N$

$\phi_{max} := \frac{2 \cdot D \cdot \pi \cdot n}{E \cdot d} \cdot R_{p0.2} \quad \phi_{max} = 55.5\,deg \quad \phi_{max} = 0.969\,rad \quad E_p := \frac{F_{max} \cdot r \cdot \phi_{max}}{2} \quad E_p = 3.29\,J$

c) Uit constructieve overweging: Kracht is evenredig met hoekverdraaiing, dit levert voor Fmax:

$\phi_{max.c} := 45 \cdot deg \quad F_{max.c} := F_{max} \cdot \frac{\phi_{max.c}}{\phi_{max}} \quad F_{max.c} = 45.8\,N \quad E_p := \frac{F_{max.c} \cdot r \cdot \phi_{max.c}}{2} \quad E_p = 2.16\,J$

Had ook anders gekunt: $\sigma := \frac{E \cdot d}{2 \cdot D \cdot \pi \cdot n} \cdot \phi_{max.c} \quad \sigma = 875\,MPa \quad F_{max.c} := \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d^3}{r} \cdot \sigma \quad F_{max.c} = 45.8\,N$ enz.

d) Omdat F_{max} evenredig is met ϕ en E_p evenredig is met F_{max} en ϕ blijkt $E_p \sim \phi^2$, dus **x=2**

Opgave 3) Materiaalkeuze van veren

a) (1) Dit volgt uit het 4e vergeetmenietje van onder pagina 6 met a=b=L/2 $\quad \delta = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$

(2) hoe groot is F_{max}? $M = \frac{F}{2} \cdot \frac{L}{2} = W_b \cdot \sigma_{max}$ Dit is σ_{max} op L/2. Herschrijven : $F = \frac{4 \cdot W_b \cdot \sigma_{max}}{L}$

(3) E_p wordt dan: $E_p = \frac{F \cdot \delta}{2} \quad E_p = \frac{F^2 \cdot L^3}{96 \cdot E \cdot I}$ Invullen van F_{max}: $E_p = \left(\frac{4 \cdot W_b \cdot \sigma_{max}}{L}\right)^2 \cdot \frac{L^3}{96 \cdot E \cdot I}$

Dus : $C = \frac{W_b^{\,2} \cdot L}{6 \cdot I} \quad M = \frac{\sigma_{max}^{\,2}}{E}$ uitschrijven levert $\frac{\left(\frac{\pi}{32} \cdot d^3\right)^2 \cdot L}{6 \cdot \frac{\pi}{64} \cdot d^4} \quad C = \frac{1}{96} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L$ (is niet gevraagd)

b) GFRP, Wood, CRFP, SiC van deze de **CRFP** / Carbon-fiber-reinforced polymers

c) Serie schakeling, de combinatie van veren wordt slapper dan de veren afzonderlijk.

Opgave 4) Energieverliezen / Lagers en transmissies

a) i is groter dan 1 dus een vertraging. $i_1 := 2$ $i_2 := 2$ $i_3 := 2$ $i_{tot} := i_1 \cdot i_2 \cdot i_3$ $i_{tot} = 8$ $\eta := 0.8$

Motoras of direct door de motor aangedreven as: $T_{in} = \frac{\pi}{16} \cdot d_{in}^{3} \cdot \tau$ Uitgaande as $T_{uit} = \frac{\pi}{16} \cdot d_{uit}^{3} \cdot \tau$

$T_{uit} = i_{tot} \cdot T_{in} \cdot \eta$ Dit levert: $\frac{T_{uit}}{T_{in}} = \eta \cdot i_{tot} = \frac{\frac{\pi}{16} \cdot d_{uit}^{3} \cdot \tau}{\frac{\pi}{16} \cdot d_{in}^{3} \cdot \tau} = \left(\frac{d_{uit}}{d_{in}}\right)^3$ $\frac{d_{uit}}{d_{in}} = \sqrt[3]{\eta \cdot i_{tot}}$ $\sqrt[3]{\eta \cdot i_{tot}} = 1.86$

b) $m_i := 5 \cdot mm$ $z_i := 17$ $d_i := m_i \cdot z_i$ $d_i = 85\,mm$ $\alpha := 20 \cdot deg$

$T := 200 \cdot N \cdot m$ $F_t := \frac{T}{\frac{d_i}{2}}$ $F_t = 4706\,N$ $F := \frac{F_t}{\cos(\alpha)}$ $F = 5008\,N$

c) Het aanloopkoppel is hoger als gevolg van de massatraagheid van wat in rotatie moet komen.

d) $F := 5000 \cdot N$ $L := 200 \cdot mm$ $a := 80 \cdot mm$ Lagerbelasting $P := \frac{(L + a)}{L} F$ $P = 7000\,N$

Opgave 5) Stijfheid en Sterkte / Draag en aandrijfassen

$L := 0.25 \cdot m$ $d := 2 \cdot mm$ $D := 50 \cdot mm$

$R_m := 2000 \cdot MPa$ $R_{p0.2} := 0.9 \cdot R_m$ $\tau_{max} := 0.58 \cdot R_{p0.2}$ $G := 80 \cdot GPa$ $E := 200 \cdot GPa$

a) Sterkte per torsiestaaf: $W_t := \frac{\pi}{16} \cdot d^3$ $T_{max} := W_t \cdot \tau_{max}$ $T_{max} = 1.64\,N \cdot m$ $2 \cdot T_{max} = 3.28\,N \cdot m$

Kracht F_{max} twee staven: $F_{max} := 2 \cdot \frac{T_{max}}{0.5 \cdot D}$ $F_{max} = 131.2\,N$ $\frac{F_{max}}{2} = 65.6\,N$ is fout

is fout

b) Torsiehoek : $F := 125 \cdot N$ $T := F \cdot \frac{D}{2}$ $I_p := \frac{\pi}{32} \cdot d^4$ $\phi := \frac{1}{2} \cdot \frac{T \cdot L}{G \cdot I_p}$ $\phi = 178\,deg$ $2 \cdot \phi = 356.2\,deg$

c) Lagerverlies $F := 100 \cdot N$ $\mu := 0.2$ $F_{f.gem} := \frac{\mu \cdot F}{2}$ $\phi := 120 \cdot deg$ $\phi = 2.1\,rad$ $s := \frac{d}{2} \cdot \phi$ $E_v := F_{f.gem} \cdot s$

$E_v = 0.021\,J$

Opgave 6) As-naafvinding / ISO Passingstelsel.

25 H7	0	21
25 r7	28	49
18 E7	32	50
18 h8	0	–27

Hoe groot is de lagerspeling maximaal voor het inpersen?

$\Delta d := 77 \cdot 10^{-6} \cdot m$

$d := 18 \cdot 10^{-3} \cdot m$ $\frac{\Delta d}{d} = 0.428\,\%$

https://www.kracht.nl/upload/producten_pdf/27_19_Kracht_sinterbrons_specificatie_en_montage_instructie.pdf

a) buitendiameter bus r7, binnendiameter naaf H7 dus is uitgegaan van de diameter van de naaf waarbij de diameter van de bus hierop aangepast is. Dit betekent een "**Eenheidsgatstelsel**".

b) As 18h8, bus 18E7, maximale waarde diametrale speling in het lager is dan 50+27=77 um.

Opgave 7) Materiaalkunde / Fasediagram

a) Percentage vaste fase: Y/Z=(52-40)/(52-16)=1/3

b) Samenstelling vaste fase: 16gew% Sn en 84 gew% Pb

Opgave 8) Knik

Het traagheidsmoment van de flexibele balk is:

$$I = \frac{bh^3}{12} = 2.00 \times 10^{-10} m^4$$

Voor de kniklast selecteren we casus II:

Omgeschreven:

$$\frac{Fl^2}{EI} = \frac{\pi^2}{4}$$

Hieruit volgt de kracht:

$$F = \frac{\pi^2 EI}{4l^2}$$

$$F = 20.47N$$

