

Impactloading / Schokbestendig ontwerpen

$$\text{GPa} := 10^9 \cdot \text{Pa} \quad \text{kW} := 10^3 \cdot \text{W}$$

Opgave 2: Schokbestendig ontwerpen

$$\text{MPa} := 10^6 \cdot \text{Pa} \quad \text{kN} := 1000 \cdot \text{N}$$

a) Doorbuiging voorpoten:

verticale balk is belast met $F/2$:

$$\delta_1 = \frac{\frac{F}{2} \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}$$

horizontale balk is belast met:

$$\delta_2 = \phi \cdot L \quad \phi = \frac{M \cdot L}{E \cdot I} \quad M = \frac{F}{2} \cdot L$$

De totale doorbuiging per poot als gevolg van $F/2$ is dan:

$$\delta_1 + \delta_2 = \frac{\frac{F}{2} \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{\frac{F}{2} \cdot L \cdot L}{E \cdot I} \quad \delta = \frac{F}{2} \cdot \left(\frac{L^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{L^3}{E \cdot I} \right)$$

Herschrijven:

$$k = \frac{F}{\delta} = \frac{2}{\left(\frac{L^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{L^3}{E \cdot I} \right)} = \frac{E \cdot I}{L^3} \cdot \left(\frac{2}{\frac{1}{3} + 1} \right) \quad k = \frac{3}{2} \cdot \frac{E \cdot I}{L^3}$$

b) Energievergelijking waarbij $E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}}$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m_a \cdot v^2 \quad E_p = \frac{F_{\text{max}} \cdot \delta_{\text{max}}}{2}$$

Bij stilstand is E_k omgezet in E_p dus:

$$\frac{1}{2} \cdot m_a \cdot v^2 = \frac{F_{\text{max}} \cdot \delta_{\text{max}}}{2}$$

De stijfheid van de as:

$$k = \frac{F}{\delta}$$

Hiermee δ elimineren:

$$\frac{1}{2} \cdot m_a \cdot v^2 = \frac{F_{\text{max}}^2}{2 \cdot k}$$

$$F_{\text{max}} = \sqrt{m_a \cdot v^2 \cdot k}$$

Maximale versnellingskracht:

$$E := 210 \cdot \text{GPa} \quad L := 0.3 \cdot \text{m} \quad a := 1.1 \cdot L \quad b := 2.5 \cdot L \quad m_a := 14 \cdot \text{kg} \quad v := 0.5 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad D := 16 \cdot \text{mm} \quad d := 12 \cdot \text{mm}$$

c) Buigspanning tijdens botsing:

$$I := \frac{\pi}{64} \cdot (D^4 - d^4) \quad k := \frac{3}{2} \cdot \frac{E \cdot I}{L^3} \quad k = 2.566 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad F_{\text{max}} := \sqrt{m_a \cdot v^2 \cdot k} \quad F_{\text{max}} = 299.7 \text{ N}$$

$$\text{Stel:} \quad k := 2.5 \cdot 10^4 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad F_{\text{max}} := 300 \cdot \text{N}$$

Buigmoment als gevolg van botsing: $M_{b2} := \frac{F_{\text{max}}}{2} \cdot L$ Delen door 2 vanwege twee poten.

$$\text{Buigspanning:} \quad W_b := \frac{I}{\frac{D}{2}} \quad \sigma_b := \frac{M_{b2}}{W_b} \quad \sigma_b = 163.7 \text{ MPa}$$

d) Buigspanning als gevolg van zwaartekracht:

$$\text{Draagfractie} \quad \alpha := 40\% \quad F_{\text{wiel}} := \frac{m_a \cdot g \cdot \alpha}{2} \quad F_{\text{wiel}} = 27.459 \text{ N} \quad M_{b1} := F_{\text{wiel}} \cdot L \quad M_{b1} = 8.2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

e) Zal het karretje kantelen?

$$\text{Momentenevenwicht:} \quad \frac{m_a \cdot g \cdot b}{F_{\text{max}} \cdot a} = 1.04 \quad \text{Zwaartekracht is groter dan traagheidskracht dus zal niet kantelen.}$$

Opgave 3: Schokbestendig ontwerpen

Waar. Als het karretje zal kantelen dan zal niet de volledige bewegingsenergie worden omgezet in potentiële energie.

Opgave 4: Schokbestendig ontwerpen

$$\text{a) Lagertype 625 met} \quad C_0 := 0.38 \text{ kN} \quad F \cdot (a + b) = C_0 \cdot a \quad F = C_0 \cdot \frac{1}{1 + \frac{b}{a}} \quad C_0 \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{1.5}} = 228 \text{ N}$$

b) Brinelling (plastische deformatie zijn twee woorden en dat wordt hier niet gevraagd).

c) Het glijlager draagt over een groot oppervlak, lagers met rollichamen leiden de belasting door via geconcentreerde contacten wat nadelig is bij een stootbelasting.

Opgave 5: Excitatie frequentie / Excitatie respons

$$m_a := 10 \cdot \text{kg} \quad x_0 := 20 \cdot \text{mm} \quad n := 1200 \cdot \frac{1}{\text{min}} \quad n = 20 \text{ Hz}$$

a) Veerstijfheid k

$$k' := \frac{m_a \cdot g}{x_0} \quad k' = 4.9 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

b) Eigen frequentie

$$\omega_0 := \sqrt{\frac{k'}{m_a}} \quad \omega_0 = 22.1 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad f_0 := \frac{\omega_0}{2 \cdot \pi} \quad f_0 = 3.5 \text{ Hz}$$

c) Omdat $f_0 < n$ draait de wasmachine boven kritisch en neemt de amplitude af met het toerental.

Opgave 6: Lager inbouw

a) De lagerbelasting via de riem is een niet roterende belasting. Binnenring vast, buitenring los.

Opgave 7: Lnh levensduur

a) Type 6203 $C := 9.95 \cdot \text{kN} \quad p := 3 \quad n := 2800 \cdot \frac{1}{\text{min}}$

$$F_c := 1 \cdot \text{kN} \quad P := F_c \quad L_{10} := \left(\frac{C}{P} \right)^p \cdot 10^6 \quad L_{10} = 9.851 \times 10^8 \quad L_{10h1} := \frac{L_{10}}{n} \quad L_{10h1} = 5864 \text{ hr}$$

$$F_c := 0.5 \cdot \text{kN} \quad P := F_c \quad L_{10} := \left(\frac{C}{P} \right)^p \cdot 10^6 \quad L_{10} = 7.881 \times 10^9 \quad L_{10h2} := \frac{L_{10}}{n} \quad L_{10h2} = 46908 \text{ hr}$$

b) Faalkans voor 10 000 hr

$$L_{nh} := 10000 \cdot \text{hr}$$

$$a_1 := \frac{L_{nh}}{L_{10h1}} \quad a_1 = 1.705 \quad R_1 := \exp \left[- \left(\frac{a_1}{4.48} \right)^{\frac{3}{2}} \right] \quad R_1 = 0.791 \quad F_1 := 1 - R_1 \quad F_1 = 20.9 \%$$

$$a_1 := \frac{L_{nh}}{L_{10h2}} \quad a_1 = 0.213 \quad R_2 := \exp \left[- \left(\frac{a_1}{4.48} \right)^{\frac{3}{2}} \right] \quad R_2 = 0.99 \quad F_2 := 1 - R_2 \quad F_2 = 1 \%$$

c) Faalkans motor (pagina 24)

$$R_m := R_1 \cdot R_2 \quad R_m = 0.783 \quad F_m := 1 - R_m \quad F_m = 21.7 \%$$

Opgave 8 Metrische draad

a) trekkracht in spindel. $P_{\text{last}} := 100 \cdot \text{N} \quad F_i := P_{\text{last}} \cdot \sqrt{3} \quad F_i = 173.2 \text{ N}$

b) Schroefdraadwrijvingsmoment:

$$P := 1.75 \cdot \text{mm} \quad d := 12 \cdot \text{mm} \quad d_2 := 10.863 \cdot \text{mm} \quad \phi := \text{atan} \left(\frac{P}{\pi \cdot d_2} \right) \quad \phi = 2.9 \text{ deg}$$

$$\mu_G := 0.18 \quad \rho := \text{atan}(\mu_G) \quad \rho = 10.2 \text{ deg} \quad M_G := F_i \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\phi + \rho) \quad M_G = 0.22 \text{ N} \cdot \text{m}$$

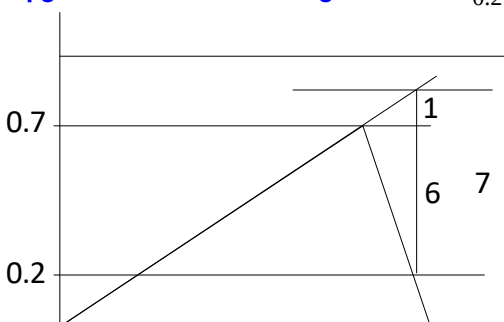
Opgave 9: Motorkeuze / Koppel-toeren kromme

a) De DC motor heeft een lineaire motorkarakteristiek. Dus met een lastkoppel $2/3 \times T_{\text{max}}$ zal de motor draaien met een toerental van $1/3 \times n_{\text{max}} = 50 \text{ rpm}$ (rotations per minute ofwel omw/min).

b) Maximaal vermogen bij $n_{\text{max}}/2 = 75 \text{ rpm}$.

Opgave 10: Kracht Rek Diagram

$$F_{0.2} := 1$$



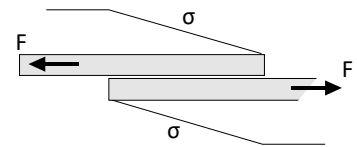
$$F_m := 0.2 \cdot F_{0.2} \quad F_i := 0.7 \cdot F_{0.2} \quad P_b := \frac{F_i - F_m}{6}$$

$$P := 7 \cdot P_b \quad P := 7 \cdot \frac{(F_i - F_m)}{6} \quad P := 7 \cdot \frac{(0.7 - 0.2) \cdot F_{0.2}}{6}$$

$$P := 7 \cdot \frac{0.5 \cdot F_{0.2}}{6} \quad P := \frac{7}{12} \cdot F_{0.2} \quad \frac{7}{12} = 0.583$$

Opgave 11: Verbindingen / Lijmen

De trekspanning in de strip is maximaal en overal gelijk buiten de overlapverbinding. In de overlapverbinding neemt de trekspanning in de strip met een constante waarde af tot nul aan het einde van de overlapverbinding.



Opgave 12: Lijmen MK



Opgave 13: Lassen MK

Voordelen van puntlassen: snel, ook geschikt in hoge temp toepassing.

Nadelen van puntlassen: blijft een spleet over waar vocht in kan trekken, klein afschuifoppervlak.

Opgave 14: Statisch balanceren

Correct antwoord:

Het systeem in figuur A) is alleen statisch gebalanceerd en die in figuur B) is statisch en dynamisch gebalanceerd

Toelichting: Het systeem in figuur A) wordt gebalanceerd d.m.v. veren. Dat kan alleen statisch balans opleveren. Bij het systeem in figuur B) komt het zwaartepunt overeen met het middelste scharnier. Dit maakt het zowel statisch als dynamisch gebalanceerd (welliswaar alleen voor schudkrachten en niet voor schudmomenten)

Opgave 15: Dynamisch gedrag van een aandrijving

Verdeel de range van omega in (bijvoorbeeld) 4 gelijke delen. Noteer de rotatiesnelheid en het bijbehorend koppel in het midden van elk van de vier delen. Bereken de tijdstap voor elk deel door de formule hieronder in te vullen. Tel de tijdstappen bij elkaar op.

Inschatting van de benodigde tijd $t=25.1$ s, dus het tweede antwoord.

$\omega(\text{rad/s})$	$T(\text{Nm})$	$\Delta t = J \frac{\Delta \omega}{T}$
50	2.1	2.1
150	1.5	3.0
250	0.9	5.0
350	0.3	15.0