

Exam wb1643B Juli 5, 2019

$$\text{kN} := 1000 \cdot \text{N} \quad \text{MPa} := 10^6 \cdot \text{Pa} \quad \text{GPa} := 10^9 \cdot \text{Pa}$$

Problem 1: Vermoeiingssterkte van een schroef / Rekbout

$$d := 12 \cdot \text{mm} \quad d_3 := 9.853 \cdot \text{mm} \quad d_k := 8 \cdot \text{mm} \quad K_t := 1.42$$



$$R_m := 1000 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_e := \frac{1}{3} \cdot R_m \quad \sigma_a := 60 \cdot \text{MPa}$$

$$A_t := 84.3 \cdot \text{mm}^2 \quad P_b := 2 \cdot \sigma_a \cdot A_t \quad P_b = 10.1 \text{ kN} \quad (1 \text{ punt})$$

$$\Delta F := 2 \cdot \frac{\sigma_e}{K_t} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_k^2 \quad \Delta F = 23.6 \text{ kN} \quad \frac{P_b}{\Delta F} = 0.429 \quad (1 \text{ punt})$$

Conclusie : Zwakste doorsnede blijft het deel met schroefdraad.

b) Berekening stijfheid van de bout: $L_m := 3 \cdot d \quad E := 210 \cdot \text{GPa} \quad (1 \text{ punt})$

Deel met diameter d_k $A_{dk} := \frac{\pi}{4} \cdot d_k^2 \quad L_{dk} := \frac{1}{3} \cdot L_m \quad k_{dk} := \frac{A_{dk} \cdot E}{L_{dk}} \quad k_{dk} = 88 \cdot 10^7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}}$

Deel met diameter d : $A := \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad L := L_m - L_{dk} \quad k_d := \frac{A \cdot E}{L} \quad k_d = 99 \cdot 10^7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}}$

Twee veren in serie: $k_1 := \frac{1}{\frac{1}{k_{dk}} + \frac{1}{k_d}} \quad k_1 = 46.6 \cdot 10^7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad (1 \text{ punt})$

c) Berekening van de stijfheidsverhouding k_b1/k_b2

Deel met diameter d : $A := \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad k_2 := \frac{A \cdot E}{L_m} \quad k_2 = 66 \cdot 10^7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad \frac{k_1}{k_2} = 0.706 \quad (1 \text{ punt})$

Problem 2: Vermoeiingssterkte van een schroefverbinding

a) Joint Stiffness Factor C_m

$$C_m := \left(\frac{1}{1.5 + 0.289 \cdot \frac{L_m}{d}} \right)^2 \quad C_m = 0.178 \quad (1 \text{ punt})$$

b) Dit is $C_m \quad (1 \text{ punt})$

Problem 3: Falen van schroefverbinding / kritische doorsnede

antwoord c) (1 punt) bij motivatie wordt ISO genoemd (extra 1 punt)

antwoord d) (geen punt, echter wel 2 punten bij juiste motivatie),

motivatie:

In principe doorsnede 2, maar als gevolg van een buigmoment bij een asymmetrische belasting P t.o.v. P_b kan breuk ontstaan in doorsnede 1 (2 punten)

Problem 4: Identificatie van breukvlakken

b) vermoeiingsbreuk gaat gepaard met weinig of geen plastische deformatie, scheurgroei + brosse restbreuk.

Problem 5: Thermo Mechanical Fatigue (TMF)

Zie ook opgave 3.20 in de SM.

$$\alpha_b := 12 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}} \quad E_b := 210 \cdot \text{GPa} \quad \alpha_m := 23 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}} \quad E_m := 70 \cdot \text{GPa} \quad d := 12 \cdot \text{mm} \quad L_m := 3 \cdot d \quad k' := \frac{1}{\gamma}$$

vraag a) trekspanning / elasticiteitsgrens

schroefverbinding : $dT := 50 \cdot K$

$$dL = L \cdot \alpha_m \cdot dT - \frac{dF}{k_m} \quad dF = \frac{\alpha_m - \alpha_b}{\frac{1}{k_m} + \frac{1}{k_b}} \cdot L \cdot dT \quad \text{beide vergelijkingen opgesteld is 1 punt}$$

$$dL = L \cdot \alpha_b \cdot dT + \frac{dF}{k_b}$$

draadstang : $d := 12 \cdot \text{mm}$ $A_b := \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ $k_b := \frac{A_b \cdot E_b}{L_m}$ $k_b = 66 \cdot 10^7 \cdot \frac{N}{m}$

geklemd materiaal: $k_m := \frac{k_b}{k'}$ $k_m = 131.9 \cdot 10^7 \cdot \frac{N}{m}$

Invullen : $dF := \frac{\alpha_m - \alpha_b}{\frac{1}{k_m} + \frac{1}{k_b}} \cdot L_m \cdot dT$ $dF = 8.7 \text{ kN}$ $A_t := 84.3 \cdot \text{mm}^2$ $d\sigma := \frac{dF}{A_t}$ $d\sigma = 103 \text{ MPa}$
 (1 punt)

stel : $R_{p0.2} := 900 \cdot \text{MPa}$ $\frac{d\sigma}{R_{p0.2}} = 11.5 \%$ (1 punt)

vraag b waar) De stijfheid van de draadstang wordt minder. Dit wordt altijd aanbevolen: Maak de bout elastisch waardoor de belastingfluctuatie op de bout P_b kleiner wordt.

Problem 6: Lasaanduiding volgens Eurocode 3 Part 1.9

antwoord a) butt weld (1 punt)

Problem 7: Lasberekening statisch / dynamisch belast

a) Vermoeiingsterkte las

$$\Delta\sigma_C := 50 \cdot \text{MPa} \quad \Delta\sigma_D := \left(\frac{2}{5}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot \Delta\sigma_C \quad \Delta\sigma_L := \left(\frac{5}{100}\right)^{\frac{1}{5}} \cdot \Delta\sigma_D \quad \Delta\sigma_{L.las} := \Delta\sigma_L$$

$$\Delta\sigma_D = 36.8 \text{ MPa} \quad \Delta\sigma_{L.las} = 20.2 \text{ MPa} \quad (1 \text{ punt})$$

b) Vermoeiingssterkte strip (weten dat zonder las het detail nummer 160 heeft) (1 punt).

$$\Delta\sigma_D = 36.8 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_C := 160 \cdot \text{MPa} \quad \Delta\sigma_D := \left(\frac{2}{5}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot \Delta\sigma_C \quad \Delta\sigma_L := \left(\frac{5}{100}\right)^{\frac{1}{5}} \cdot \Delta\sigma_D \quad \Delta\sigma_{L.strip} := \Delta\sigma_L \quad \Delta\sigma_{L.strip} = 64.8 \text{ MPa}$$

1 punt

$$\frac{\Delta\sigma_{L.strip}}{\Delta\sigma_{L.las}} = 3.2$$

c) $\Delta\sigma_C := 50 \cdot \text{MPa}$ $\sigma_a := 30 \cdot \text{MPa}$ $\Delta\sigma_R := 2 \cdot \sigma_a$ $m := 3$ $N_C := 2 \cdot 10^6$

$$N_R := N_C \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_C}{\Delta\sigma_R}\right)^m \quad N_R = 1.157 \times 10^6 \text{ cycles}$$

d) Palmgren Miner Rule: Omdat 20 MPa lager is dan $\Delta\sigma_L$ doet deze spanning er niet toe

7) De spanning-minimalen: $\Delta\sigma_R$ en $\Delta\sigma_C$ liggen op een $\Delta\sigma$ -log-loge spanning-levenslijn.

$$\Delta\sigma_R := 40 \cdot \text{MPa} \quad m := 3 \quad N_R := \left(\frac{\Delta\sigma_C}{\Delta\sigma_R} \right)^m \cdot N_C \quad N_R = 3.906 \times 10^6 \text{ cycles}$$

(2 punten)

8) waar of niet waar a) niet waar, b) niet waar, c) waar, d) waar, e) waar.

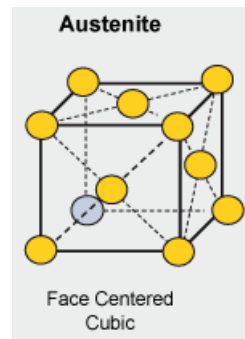
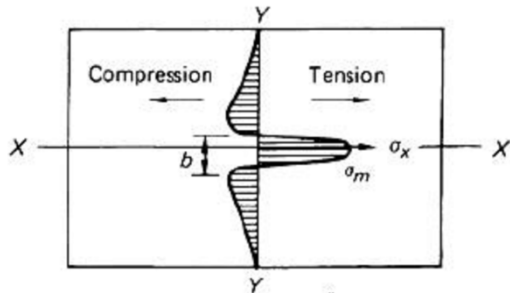
9) antwoord b)

10) antwoord b) De koolstofstalen schroeven zullen kathodisch worden beschermd door de onedele deklaag, vaak zink, van het gegalvaniseerd staal. Met koperen schroeven zal het zink en het staal in de directe omgeving oplossen.

11) Fileforme corrosie

12) De quasi-stationaire aanname zorgt ervoor dat het temperatuurveld rond de las niet met de tijd verandert. Dit wordt bereikt door het coördinatensysteem met de warmtebron te verplaatsen (is gelijk aan $x_{\text{new}} = x - ut$, waar u is snelheid en t tijd)

13) Tijdens het lassen is er geen spanning in het smeltbad zelf, en ook nog niet in de rest van de doorsnede. Na het afkoelen is er een residuele spanningsverdeling zoals hieronder is weergegeven.



14) austeniet

15) Aanwezigheid van i) waterstof, ii) een hoog trekspanning en iii) een harde, brosse microstructuur.

