

Exam wb1643B Aug 16, 2019

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

Problem 1: Vermoeingssterkte van een schroef

$$d := 12 \cdot \text{mm} \quad R_m := 800 \cdot \text{MPa} \quad R_{p0.2} := 640 \cdot \text{MPa} \quad A_t := 84.3 \cdot \text{mm}^2 \quad d_0 := \sqrt{A_t \cdot \frac{4}{\pi}} \quad d_0 = 10.36 \text{ mm}$$

$$\sigma_e := \frac{1}{3} \cdot R_m \quad \sigma_a := 0.75 \left(\frac{180}{12} + 52 \right) \cdot \text{MPa} \quad \sigma_a = 50.25 \text{ MPa}$$

a) $P_b := 2 \cdot \sigma_a \cdot A_t \quad P_b = 8.47 \text{ kN} \quad F_{0.2} := R_{p0.2} \cdot A_t \quad F_{0.2} = 54 \text{ kN} \quad \frac{P_b}{F_{0.2}} = 15.7\% \quad (1 \text{ punt})$

b) $P_b = 2 \cdot \sigma_a \cdot A_t$ ook geldt: $P_b = 2 \cdot \frac{\sigma_e}{K_f} \cdot A_t$ dus: $K_f := \frac{\sigma_e}{\sigma_a} \quad K_f = 5.307 \quad (2 \text{ punten})$

Problem 2: Vermoeingssterkte van een schroefverbinding

a) Bereken P_b/P :

$$L_m := 3 \cdot d \quad C_m = \frac{P_b}{P} \quad C_m := \left(\frac{1}{1.5 + 0.289 \frac{L_m}{d}} \right)^2 \quad C_m = 0.178 \quad (1 \text{ punt})$$

b) Bereken $P/F_{0.2}$: $P := \frac{P_b}{C_m} \quad \frac{P}{F_{0.2}} = 88\% \quad (1 \text{ punt})$

c) Niet waar=1 punt: De Fshear moet zo groot zijn als de som van de initiële klemkracht F_i en P_b .

Problem 3: Vermoeingssterkte van een schroefverbinding

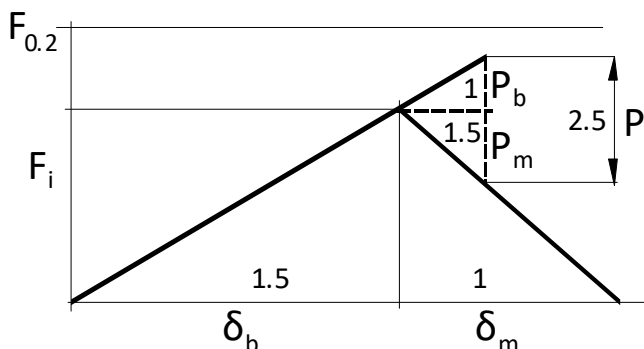


a) Bepaal de stijfheidsverhouding k_b/k_m

Uit de figuur is te lezen dat als C_m 4/10 is ofwel 1/2.5 dan is $k_b/k_m = 1/1.5$.
Een tweede manier is door de formule voor C_m te herschrijven.

$$C_m := 0.4 \quad \text{wat is } k_b/k_m? \quad C_m = \frac{k_b}{k_b + k_m} \quad C_m = \frac{1}{1 + \frac{k_m}{k_b}}$$

$$C_m \left(1 + \frac{k_m}{k_b} \right) = 1 \quad \frac{k_b}{k_m} = \frac{1}{\left(\frac{1}{C_m} - 1 \right)} \quad k' := \frac{1}{\left(\frac{1}{C_m} - 1 \right)} \quad k' = 0.667 \quad \frac{1}{k'} = 1.5 \quad (1 \text{ punt})$$



1 punt voor juiste weergave van diagram,
1 punt voor antwoord P beperkt door vermoeing,

Problem 4: Falen van schroefverbinding / kritische doorsnede

antwoord d) kerfwerking + dikte overgang (geen buigmoment rotatiesymmetrisch om hartlijn).

Problem 5: Thermo Mechanical Fatigue (TMF)

Zie ook opgave 3.20 in de SM.

$$\alpha_b := 12 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{K} \quad E_b := 210 \cdot \text{GPa} \quad \alpha_m := 23 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{K} \quad E_m := 70 \cdot \text{GPa} \quad d := 12 \cdot \text{mm} \quad L_m := 3 \cdot d \quad k' := \frac{1}{2}$$

vraag a) trekspanning / elasticiteitsgrens

schroefverbinding : $dT := 50 \cdot K$

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

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

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

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

stel : $R_{p0.2} := 640 \cdot \text{MPa}$

$$\frac{d\sigma}{R_{p0.2}} = 16.1 \% \quad (1 \text{ punt})$$

Problem 6: Vermoeingssterkte van een draagas

a) $K_{t1} := 1.4 \quad K_{t2} := 3 \quad m_1 := 3 \quad N_1 \cdot \sigma_1^m = N_2 \cdot \sigma_2^m$

$$\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{\sigma_1}{\sigma_2} \right)^m = \left(\frac{\sigma_b \cdot K_{t1}}{\sigma_b \cdot K_{t2}} \right)^m = \left(\frac{K_{t1}}{K_{t2}} \right)^m \quad \left(\frac{1.4}{3} \right)^{m_1} = 0.102 \quad \text{De levensduur met } K_t=3 \text{ is nog slechts 10\% van de levensduur van het ontwerp met } K_t=1.4$$

b) niet waar. Beach marks ontstaan bij belasting niveau verandering.
Ratchet marks treden op bij scherpe overgangen.

Problem 7: Lasberekening statisch / dynamisch belast

a) niet waar. Door de verstevigingsplaat ontstaat een dikte overgang en dus een spannings concentratie. Bovendien heeft lassen altijd invloed op de vermoeingssterkte door een verandering van de kristalstructuur.

b) Statische belasting

$$F := 30 \cdot \text{kN} \quad L := 2 \cdot 0.5 \cdot m \quad a := 5 \cdot \text{mm} \quad \sigma_e := \frac{F \cdot \sqrt{2}}{a \cdot L} \quad \sigma_e = 8.5 \text{ MPa} \quad (1 \text{ punt})$$

c) Palmgren Miner Rule:

$$\Delta\sigma_C := 40 \cdot \text{MPa} \quad \Delta\sigma_D := \left(\frac{2}{5} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \Delta\sigma_C \quad \Delta\sigma_L := \left(\frac{5}{100} \right)^{\frac{1}{5}} \cdot \Delta\sigma_D \quad \Delta\sigma_{L,las} := \Delta\sigma_L$$
$$N_C := 2 \cdot 10^6 \quad \Delta\sigma_D = 29.5 \text{ MPa} \quad \Delta\sigma_{L,las} = 16.2 \text{ MPa} \quad (1 \text{ punt})$$

d) Palmgren Miner Rule:

$$\Delta\sigma_1 := 80 \cdot \text{MPa} \quad \Delta\sigma_2 := 20 \cdot \text{MPa}$$

$$m_1 := 3 \quad m_2 := 5 \quad (1 \text{ punt})$$

$$n_1 = \frac{N}{2} \quad n_2 = \frac{N}{2}$$

$$N_1 := \left(\frac{\Delta\sigma_C}{\Delta\sigma_1} \right)^{m_1} \cdot N_C \quad N_2 := \left(\frac{\Delta\sigma_C}{\Delta\sigma_2} \right)^{m_2} \cdot N_C$$

$$D = \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} \quad D = \frac{\frac{N}{2}}{N_1} + \frac{\frac{N}{2}}{N_2} = 1 \quad \text{hieruit N oplossen}$$

$$\frac{2}{N} = \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \quad N := \frac{2}{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}} \quad N = 4.981 \times 10^5 \quad (1 \text{ punt})$$

Problem 8: Buigbalk

a) waar. Er zijn immers geen buigspanningen aanwezig aan de uiteinden van de balk. De kritische doorsnede is waar de buigspanning lokaal het hoogst is. Dit is meer in het middengedeelte.

Problem 9: Stellingen

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

Problem 10: Corrosie

antwoord b) Materiaalcombinatie (b) heeft de voorkeur. Indien materiaalcombinatie (a) wordt toegepast bestaat er naast een potentiaalverschil tussen het edele RVS en het onedele koolstofstaal ook een ongunstige oppervlakteverhouding tussen anode (koolstofstaal) en kathode (RVS): de kleine anode zal versneld in oplossing gaan en de klinknagel zal zo verloren gaan. In situatie (b) zal de kathode relatief klein zijn en de anodische reactie over een relatief groot oppervlak verdeeld kunnen worden en blijft de klinknagel veelal intact.

Problem 11: Corrosie

antwoord c)

Problem 12: Corrosie

antwoord c) spleetcorrosie

Problem 13: Invloed van Lassen

linkerterm: Warmte verschil per volume-eenheid met tijd / warmte capaciteit (1 punt)

rechterterm: warmte geleiding / dissipatie / conductie (1 punt)

Problem 14: Invloed van Lassen

c) voor het smeltbad: drukspanning

Problem 15: Invloed van Lassen

c) orientatie

Problem 16: Lasdefecten

b) stollingsscheur