

Exam wb1643B 3 juli 2020

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

Problem 1: Integriteitsverklaring

Problem 2: Palmgren Miner Rule / Eurocode voor lassen

a) Vermoeiingslevensduur L

$$\Delta\sigma_D := 130 \cdot \text{MPa} \quad N_D := 10^5 \quad \Delta\sigma_L := \left(\frac{5}{100}\right)^{\frac{1}{5}} \cdot \Delta\sigma_D \quad \Delta\sigma_L = 71.4 \text{ MPa}$$
$$\Delta\sigma_1 := 250 \cdot \text{MPa} \quad \Delta\sigma_2 := 100 \cdot \text{MPa} \quad \Delta\sigma_3 := 25 \cdot \text{MPa}$$
$$n_1 := 10 \quad n_2 := 100 \quad n_3 := 1000$$
$$m_1 := 8 \quad m_2 := 12 \quad m_3 := \infty$$

b) Vermoeiingslevensduur

$$N_1 := N_D \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_D}{\Delta\sigma_1}\right)^{m_1} \quad N_2 := N_D \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_D}{\Delta\sigma_2}\right)^{m_2} \quad N_3 := \infty$$
$$D_1 := \frac{n_1}{N_1} \quad D_1 = 0.019 \quad D_2 := \frac{n_2}{N_2} \quad D_2 = 4.292 \times 10^{-5} \quad D_3 := 0$$
$$D := D_1 + D_2 + D_3 \quad T := 2 \cdot \text{hr} \quad L := \frac{T}{D} \quad L = 106.7 \text{ hr}$$

c)

$$\frac{D_1}{D} = 99.8 \%$$

d) Aangezien de zwaardere belastingen dominant zijn kan een test versneld worden uitgevoerd met alleen de hoge belastingen op te nemen in het testprogramma.

Problem 3: Faalanalyse

De klassieke sterkteleer berekening moet nog worden gecorrigeerd met het effect van spanningsconcentraties. In dit geval de spanningsconcentraties als gevolg van het lassen. Ook interne lasdefecten (dislocaties) leiden tot spanningsconcentraties. De las zou gecontroleerd kunnen worden met de Eurocode 9 voor vermoeiingssterkte van lassen.

Problem 4: Breukanalyse

- a) Root Cause Analysis of Root Cause Failure Analysis
- b) Door het oppervlak chemisch te etsen
- c) Schuifspanningen op de kristalgrensen resulteren in het cup-cone vormige oppervlak.
- d) Onder 45 graden als gevolg van de schuifspanning.
- e) Door koud deformatie (kristalverfijning, fijnkorrelig, meer discontinuïteiten)

Problem 5: Fatigue failure in rotary equipment

Doorsnede 4 heeft een kleinere diameter en een dikte overgang.
Doorsnede 3 heeft een grotere diameter maar wel een dikte overgang.
Doorsnede 1 en 2 zijn niet op buiging belast, dus geen spanningsconcentratie.

Problem 6: Endurance strength of drive shafts in rotary bending

$$d := 20 \cdot \text{mm} \quad K_{t1} := 4 \quad d_k := 19 \cdot \text{mm} \quad K_{t2} := 2.2$$
$$M_1 = \frac{\pi}{32} \cdot d^3 \cdot \frac{\sigma_e}{K_{t1}} \quad M_2 = \frac{\pi}{32} \cdot d_k^3 \cdot \frac{\sigma_e}{K_{t2}} \quad \frac{M_2}{M_1} = \left(\frac{d_k}{d}\right)^3 \cdot \frac{K_{t1}}{K_{t2}} \quad \left(\frac{d_k}{d}\right)^3 \cdot \frac{K_{t1}}{K_{t2}} = 1.559$$

Problem 7: Thermo Mechanical Fatigue

a) stijfheid schroef $d := 12 \cdot \text{mm}$ $L_m := 50 \cdot \text{mm}$ $E_{st} := 210 \cdot \text{GPa}$

$$A_b := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad k_b := \frac{A_b \cdot E_{st}}{L_m} \quad k_b = 47.5 \cdot 10^7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

b) Joint Stiffness Factor C_m

$$C_m := \left(\frac{1}{1.5 + 0.289 \cdot \frac{L_m}{d}} \right)^2 \quad C_m = 0.137$$

c) stijfheidsverhouding k_b/k_m

$$C_m = \frac{k_b}{k_b + k_m} = \frac{1}{1 + \frac{k_m}{k_b}}$$

$$1 + \frac{k_m}{k_b} = \frac{1}{C_m} \quad \frac{k_m}{k_b} = \frac{1}{C_m} - 1 \quad \frac{k_b}{k_m} = \frac{1}{\frac{1}{C_m} - 1} \quad \frac{1}{\frac{1}{C_m} - 1} = 0.158$$

d) Met een aluminium zuiger

$$\frac{k_b}{k_m} = \frac{3}{\frac{1}{C_m} - 1} \quad \frac{3}{\frac{1}{C_m} - 1} = 0.475$$

e) thermische expansie

$dT := 100 \cdot \text{K}$ $\alpha_b := 12 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{\text{K}}$ $E_b := 210 \cdot \text{GPa}$ $\alpha_m := 23 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{\text{K}}$ $E_m := 70 \cdot \text{GPa}$ $d := 12 \cdot \text{mm}$ $L_m = 50 \text{ mm}$

$$dL = L \cdot \alpha_m \cdot dT - \frac{dF}{k_m}$$

$$A_t := 84.3 \cdot \text{mm}^2 \quad R_{p0.2} := 640 \cdot \text{MPa} \quad k_m := \frac{k_b}{0.5}$$

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

$$dF := \frac{\alpha_m - \alpha_b}{\frac{1}{k_m} + \frac{1}{k_b}} \cdot L_m \cdot dT$$

$$dF = 17.417 \text{ kN} \quad F_{0.2} := A_t \cdot R_{p0.2} \quad \frac{dF}{F_{0.2}} = 0.323$$

$$d\sigma := \frac{dF}{A_t} \quad d\sigma = 207 \text{ MPa} \quad \frac{d\sigma}{R_{p0.2}} = 0.323$$

Problem 8)

- Bij spleetcorrosie wordt migratie van **negatief** geladen chlorides richting de put veroorzaakt vanwege een hoge concentratie metaalionen en een verlaging van de pH in de put.
- Bij spleetcorrosie van een overlapverbinding zal de corrosie juist **binnen** de overlap plaatsvinden.
- Propagatie van spleetvormige corrosie gaat gepaard met een **verlaging** van de pH in de overlap
- Tijdens voortschrijding van spleetvormige corrosie wordt de spleet **verarmt** in zuurstofconcentratie.

Problem 9) Filliforme corrosie

Problem 10) Geen goed voorstel levert 1 punt op met de volgende motivatie: De (vermoeiings)sterkte van C-staal gaat MEER achteruit door het lassen dan bij constructiestaal het geval is.

Verklaring: Van beide gaat de sterkte door lassen achteruit. De (vermoeiings)sterkte van C-staal gaat MEER achteruit door het lassen. Dit is een gevolg van Martensietvorming. Martensiet ontstaat door de combinatie $>0.3\%C$ en het snelle afkoelen van het lasbad. Martensiet is bros met een lage breuktaaiheid (gevoelig voor spanningsconcentraties).

Problem 11)

- a) TIG staat voor Tungsten Inert Gas (TIG is zonder afsmeltende electrode)
MIG staat voor Metal Inert Gas (werkt met afsmeltende electrode)
- b) CCT staat voor Transformatiediagram bij continue afkoeling (Continuous Cooling Transformation).

Problem 12)

- a) Stollingsscheur / Solidification Cracking.
- b1) Oorzaak: Verontreiniging zoals snijolie op het werkstuk blijft achter in het smeltbad en zorgt voor verzwakking waar de las het laatste stolt. Remedie: Vooraf de lasplaats reinigen.
- b2) Naar buiten gerichte stolling is gunstig, dit betekent een relatief ondiep lasbad. Maar ook een te breed lasbad levert risico op stollingsscheur. Een breedte-diepte-verhouding van 0.5 is gunstig om stollingsscheur te voorkomen.