

Exam wb1643B Aug 18, 2021

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

Problem 1: Integriteitsverklaring

Problem 2: Spanninganalyse

$$a := 115 \cdot \text{mm} \quad h := 12 \cdot \text{mm} \quad d := 4 \cdot \text{mm} \quad R_{p0.2} := 390 \cdot \text{MPa}$$

a) Buigmoment M

$$\text{Weerstandsmoment } W_b \quad W_b := \frac{1}{6} \cdot \left(\frac{h^4 - d \cdot h^3}{h} \right) \quad M := W_b \cdot R_{p0.2} \quad F_{\max} := \frac{M}{a} \quad F_{\max} = 651 \text{ N} \quad (\text{is statische sterkte met boorgat})$$

b) Vermoeiingssterkte bij $N=10^4$ wisselingen

$$\Delta\sigma_i := 350 \cdot \text{MPa} \quad K_t := 1.5 \quad M := W_b \cdot \frac{\Delta\sigma_i}{K_t} \quad F_1 := \frac{M}{a} \quad F_1 = 390 \text{ N} \quad (F_1 \text{ is vermoeiingssterkte met boorgat en dus ook met } K_t)$$

c) Bij elastische vervorming is de spanning evenredig met de belasting.

$$W_b := \frac{1}{6} \cdot h^3 \quad M_2 := W_b \cdot \Delta\sigma_i \quad F_2 := \frac{M_2}{a} \quad F_2 = 877 \text{ N} \quad \frac{F_2}{F_1} = 2.25 \quad (F_2 \text{ is vermoeiingssterkte zonder boorgat})$$

Problem 3: Safe life Design / Palmgren Miner Rule



$$N_4 = 1 \times 10^4 \quad \Delta\sigma_4 := 350 \cdot \text{MPa} \quad N_e := 10^7 \quad \Delta\sigma_e := 150 \cdot \text{MPa} \quad N_9 := 10^9 \quad \Delta\sigma_9 := 110 \cdot \text{MPa}$$

$$m_1 := \frac{\ln\left(\frac{N_4}{N_e}\right)}{\ln\left(\frac{\Delta\sigma_e}{\Delta\sigma_4}\right)} \quad m_1 = 8.153 \quad m_2 := \frac{\ln\left(\frac{N_9}{N_e}\right)}{\ln\left(\frac{\Delta\sigma_e}{\Delta\sigma_9}\right)} \quad m_2 = 14.848$$

a) Vermoeiingssterkte remgreep

$$\Delta\sigma_1 := 360 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_2 := 180 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_3 := 90 \cdot \text{MPa}$$

$$n_1 := 10$$

$$n_2 := 20$$

$$n_3 := 100$$

$$m_1 = 8.153$$

$$m_1 = 8.153$$

$$m_2 = 14.848$$

$$N_1 := N_e \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_e}{\Delta\sigma_1} \right)^{m_1}$$

$$N_2 := N_e \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_e}{\Delta\sigma_2} \right)^{m_1}$$

$$N_3 := N_e \cdot \left(\frac{\Delta\sigma_e}{\Delta\sigma_3} \right)^{m_2}$$

$$D_1 := \frac{n_1}{N_1} \quad D_1 = 1.3 \times 10^{-3}$$

$$D_2 := \frac{n_2}{N_2} \quad D_2 = 8.842 \times 10^{-6}$$

$$D_3 := \frac{n_3}{N_3} \quad D_3 = 5.082 \times 10^{-9}$$

$$D := D_1 + D_2 + D_3$$

$$\frac{D_1}{D} = 99.3 \%$$

$$\frac{D_2}{D} = 0.698 \%$$

$$\frac{D_3}{D} = 0.0004 \%$$

$$b) \quad T := 2 \cdot \text{hr} \quad L := \frac{T}{D} \quad L = 1578 \text{ hr}$$

$$c) \quad L := 2000 \cdot \text{hr} \quad \text{bij 10 belastingwisselingen per uur dus} \quad n := 20000$$

$$\text{Testfrequentie} \quad n_0 := \frac{10}{\text{min}} \quad \text{testduur 2000 minuten ofwel} \quad \frac{2000}{60} = 33.333 \quad \frac{n}{n_0} = 33.333 \text{ hr}$$

Problem 4: Vermoeiing

- a) niet waar, K_t is afgeleid van FEM.
- b) niet waar, met rekstrookjes meet je rek.
- c) niet waar, strain life relaties zijn bruikbaar bij niet-lineair materiaalgedrag.
- d) waar, aluminium heeft geen belastingvermoeiingsgrens.

Problem 5: Breukanalyse

- a) waar, vermoeiingsbreuk begint onder 45 graden met de tensile plane en dat is hier de dwarsdoorsnede.
- b) niet waar, een ductiel materiaal met lage sterkte is niet per definitie taai.
- c) niet waar, taai breuk is onder 45 graden met de dwarsdoorsnede.
- d) waar, volgens formuleboekje blz 34 is dit 40% rek bij breuk.

Problem 6: Ontwerpverbetering / Stress & Strength

- a1) Groef polijsten
- a2) Plastisch vervormen van het oppervlak in de groef (roller burnishing of peening).

Problem 7: Dynamische belaste schroefverbinding

$$d := 10 \cdot \text{mm} \quad L_m := d \quad A_t := 58 \cdot \text{mm}^2 \quad R_{p0.2} := 640 \cdot \text{MPa} \quad X := 0.8 \quad \sigma_i := X \cdot R_{p0.2}$$

a) Hoe groot is de initiële voorspankracht F_i ? $F_i := A_t \cdot \sigma_i \quad F_i = 29.7 \text{ kN}$

b) Bij welke belasting P zal de klemkracht afnemen tot $F_m = 0.25 F_{0.2}$?

$$F_{0.2} := A_t \cdot R_{p0.2} \quad F_{0.2} = 37.1 \text{ kN} \quad F_m := 0.25 \cdot F_{0.2} \quad P_m := F_i - F_m \quad P_b := \frac{P_m}{3} \quad P := P_b + P_m \quad P = 27.2 \text{ kN}$$

c) Belastingvermoeiingsgrens van de voorgespannen verbinding: $P_m = 20.4 \text{ kN}$

$$\sigma_a := 0.75 \cdot \left(\frac{180}{10} + 52 \right) \cdot \text{MPa} \quad P_b := 2 \cdot \sigma_a \cdot A_t \quad P_b = 6.1 \text{ kN} \quad P_m := 3 \cdot P_b \quad \Delta F := P_b + P_m \quad \Delta F = 24.4 \text{ kN}$$

Conclusie : Vermoeiingssterkte is meer kritisch dan de vereiste klemkracht.

Problem 8) Corrosie 1

- a) RVS spijkers is de beste keuze. C-stalen spijkers zijn relatief meer onedel (groter potentiaalverschil) en vanwege de kleine anode (de spijkers) zullen deze snel oplossen.

Problem 9) Corrosie 2

- a) Stress Corrosion Cracking (SCC)

Problem 10) Lasprocessen

- a) Er treedt onvoldoende smelten op van het basis materiaal. Te weinig warmte door te lage stroomsterkte, te hoge lassnelheid enz.

b1) Radiografie:

Röntgenstraling wordt minder geabsorbeerd en zal een film (detector) meer belichten, er ontstaat contrast verschillen t.g.v. het defect.

b2) Ultrasoon inspectie:

Hoogfrequente geluidsgolven worden weerkaatst door het defect, een geeft een echo. Met behulp van de geluidssnelheid in het materiaal kan de locatie bepaald worden.

Problem 11) Microstructuur van metalen

- a) Warm walsen.

Door de hogere temperatuur in combinatie met de plastische deformatie zal rekristallisatie optreden. Er worden nieuwe defectvrije korrels gevormd, met een lage dislocatiedichtheid. Deze korrels kunnen weer vervormd worden.

Bij koud walsen zal het materiaal verstevigen (fijne kristalstructuur, toename dislocaties) en zal verdere dikte reductie niet gaan (zeer grote krachten nodig) of uiteindelijk rek bij breuk optreden (hard en minder taai).