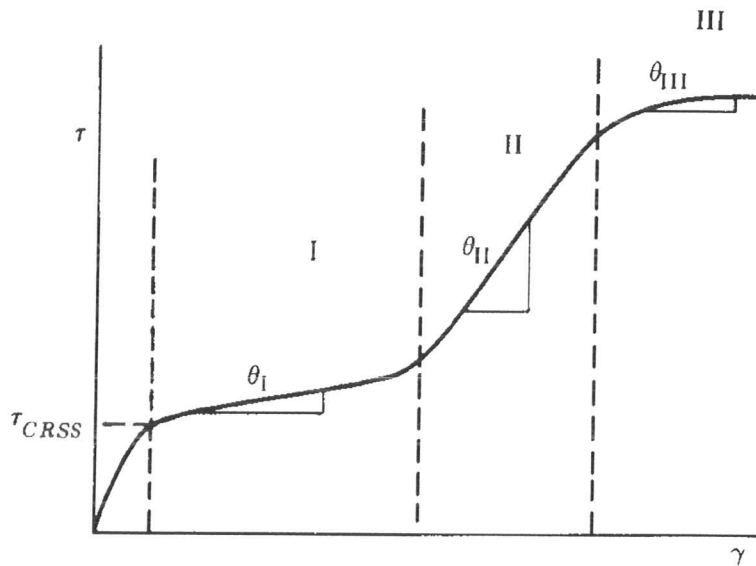


Kon-67.3401 Rakenneaineet jännitysten ja ympäristön vaikutusten alaisina

Tentti 15.12.2008

Täytä jokaiseen vastauspaperin henkilötietosi ja merkitse vuosi, jolloin suoritit harjoitukset.

1. Erilliskiteen jännitys-venymäkäyrä voidaan jakaa muokkauslujittumisnopeuden perusteella kolmeen vaiheeseen. Mistä käyttäytyminen johtuu? Vertaa käyttäytymistä monikiteisen metallin jännitys-venymäkäyrään.



2. Määrittele lineaaris-elastinen murtumismekaniikka ja sen parametrit G ja K. Kuvaile parametrien fysikaalinen merkitys, määritelmät, käyttö ja soveltavuusalueen rajat. Kuvaile, millaisilla materiaaleilla ja suunnittelutilanteissa näitä parametreja voidaan käyttää.

3. Seostetusta teräksestä valmistettu rakenneosia altistuu virumiselle nimellisjännityksellä 150 MPa. Mikä on korkein käyttölämpötila, jos osan täytyy toimia 40 päivää, ja varmuuskertoimena käyttöänsuhteen tulee käyttää arvoa 10? Saman materiaalin virumistestissä, jossa käytettiin arvoja $\sigma = 150$ MPa, $T = 530$ °C, murtuminen tapahtui 260 h jälkeen.

Ratkaise tehtävä

- a) Sherby-Dorn -parametria käyttäen (Sherby-Dorn -parametri voidaan laskea kaavasta $P_{SD} = \log t_r - \frac{0,217 \times Q}{T}$, jossa Q on aktivaatioenergia, T on lämpötila Kelvin-asteina ja t_r on murtumaan kulunut aika).
- b) Larson-Miller -parametria käyttäen (Larson-Miller -parametri voidaan laskea kaavasta $P_{LM} = T(\log t_r + C)$, jossa T on lämpötila Kelvin-asteina, C on vakio ja t_r on murtumaan kulunut aika).

Material	Sherby-Dorn Q, cal/mole	Larson-Miller C	Manson-Haferd	
			T_a , K	log t_a
Various steels and stainless steels ^{2,3}	≈ 90,000	≈ 20	—	—
Pure aluminum and dilute alloys ²	≈ 36,000	—	—	—
S-590 alloy (Fe base) ⁴	85,000 ⁵	17	172	20
A-286 stainless steel ⁴	91,000	20	367	16
Nimonic 80A (Ni base) ⁴	91,000	18	311	16
1Cr-1Mo-0.25V steel ⁴	110,000	22	311	18

Note: ¹Values given are for temperatures T in kelvins (K) and rupture times t_r in hours.

Sources: ²Values in [Orr 54]. ³Value in [Larson 52]. ⁴Values in [Goldhoff 59a] and [Goldhoff 59b]. ⁵Revised value from [Conway 69].

4. Metallilaatassa on havaittu olevan lovi. Laatta on alttiina staattiselle jännitykselle ja aggressiiviselle ympäristölle. Edustavia tuloksia särönkasvunopeusmittauksista on annettu seuraavassa taulukossa.

Mittapiste	Särönkasvunopeus (m/s)	Jännitys (MPa)	Särön pituus (mm)	K
1	1×10^{-9}	30	5	4,136
2	$4,1 \times 10^{-9}$	30	8	5,232
3	8×10^{-9}	30	10	5,249
4	$6,4 \times 10^{-8}$	60	5	8,272
5	$6,4 \times 10^{-8}$	60	6	9,061
6	$6,4 \times 10^{-8}$	60	7	9,787

- a) Minkälainen yhteys on särönkasvunopeudella, jännitysintensiteetillä ($K = Y\sigma\sqrt{\pi a}$; $Y = 1,1$) ja särökoolla? Piirrä kuvaaja.
- b) Muuttuuko yhteys? Jos muuttuu, niin miksi.
- c) Mikä oli särön kasvuprosessia hallitseva tekijä alueella, joita kuvaavat mittauspisteet 4, 5 ja 6.

5. Selitä oheisten kuvien avulla kuinka Basquinin ja Manson-Coffinin yhtälöiden avulla muodostuu väsymisen S-N -käyrä (Wöhler-käyrä)? Kuinka sitkeiden ja lujien materiaalien S-N -käyrät eroavat toisistaan?

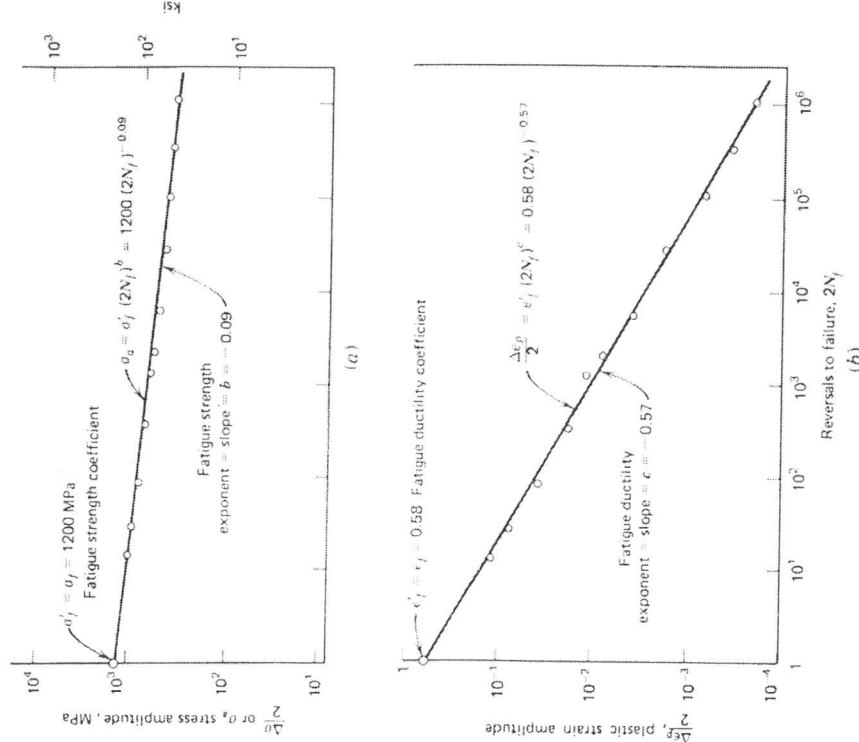


FIGURE 12.39 Fatigue properties of SAE 4340 steel. (a) Fatigue strength properties; (b) fatigue ductility properties.^{55,54} (Reprinted by permission of the American Society for Testing and Materials from copyrighted work.)

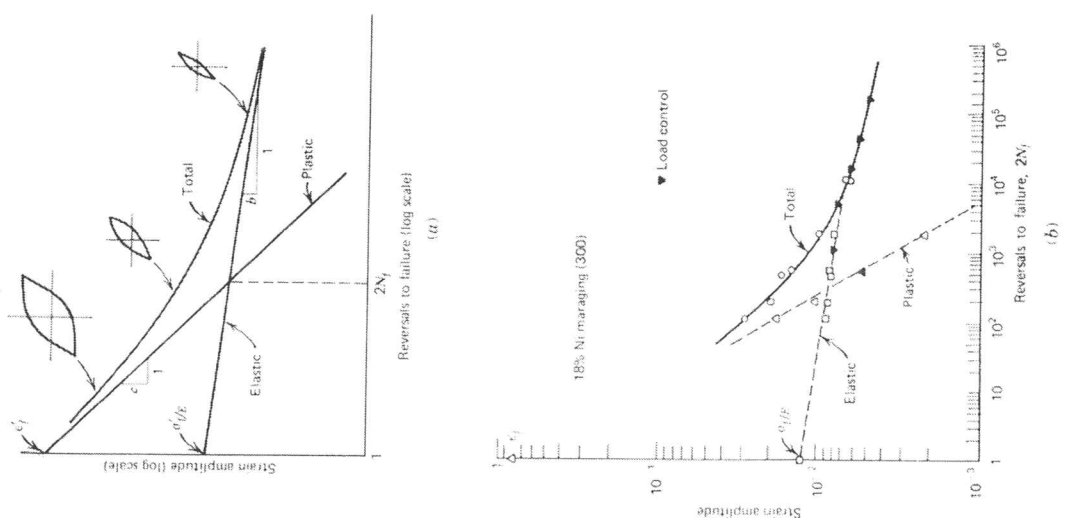


FIGURE 12.40 Superposition of plastic and elastic strain life curves to produce the total strain life fatigue relation for 18% Ni maraging steel.⁵⁶ (Reprinted by permission of the American Society for Testing and Materials from copyrighted work.)

