

Kon-67.3401 Rakenneaineet jännitysten ja ympäristön vaikutusten alaisina

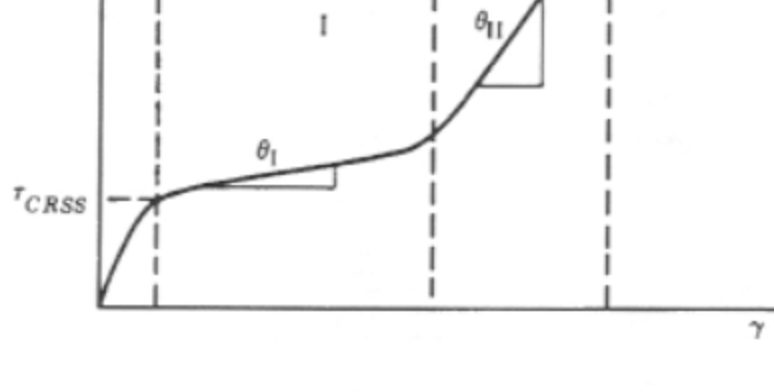
Tentti 15.5.2008

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

1. Selvitä, miten rakenneosan virumiselinikä voidaan arvioida Larson-Miller -yhtälön avulla. Arvioi oheisen taulukon virumismurtumadatasta odotettavissa oleva virumiselinikä 925 K:ssa jännityksellä 240 MPa ja 1145 K:ssa jännityksellä 35 MPa piirtämällä Larson-Miller -käyrä ($C = 20$). Vertaa tuloksia vastaaviin testituloksiin, jotka ovat 32000 h ja 9000 h.

Temperature (K)	Stress (MN/m ²)	Rupture time (hours)
925	480	42
	450	75
	380	210
	345	2700
	310	3500
980	310	233
	240	960
	205	2050
1035	205	315
	170	730
	140	2150
1090	140	46
	120	103
	105	580
	85	2500
1145	83	46
	69	140
	42	3200
1255	21	440
1370	10	155

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



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

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

- a) Minkäläinen yhteys on särönkasvunopeudella, jännitysintensiiteillä ($K=Y\sigma\sqrt{\pi a}$, $Y=1,1$) 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.

4. Suuri levyäinen komponentti valmistetaan 0.45-Ni-Cr-Mo teräksestä ja kriittinen vikakoko on oltava suurempi kuin 3 mm (NDT:n erotuskyky). Suunnittelujännitys on puolet murtolujuudesta. Painon pienentämiseksi teräksen murtolujuuden nostoa 1520:sta 2070 MPa:iin harkitaan, mutta onko lujuuden nostaminen mahdollista? Teräksen murtumismitteys muuttuu murtolujuuden funktiona kuvan 1a mukaisesti: 1520 MPa lujuustasolla K_{Ic} on 66 MPa \sqrt{m} ja 2070 MPa lujuustasolla K_{Ic} on 33 MPa \sqrt{m} (kuva 1a). Oleta kaikissa laskuissa tasomuodonmuutostila ja särö levyn keskelle ($K = Y\sigma\sqrt{\pi a}$).

- Millä jännitystasolla lujempaa terästä voidaan kuormittaa, jotta vaadittu vikakoko (3 mm) täyttyy?
- Kuvassa 1b nähdään teräksen rikkiptoisuuden vaikutus murtumismitteeseen murtolujuuden funktiona. Miksi ja kuinka paljon ultrapuhtaan teräksen käyttö muuttaa tilannetta?
- Kuinka lujemman materiaalin käyttö vaikuttaa väsymiskestävyyteen, jos jännityksen vaihteluväli on sama kuin sallittu suunnittelujännitys kummallakin materiaalilla?
- Miten lujemman materiaalin käyttö vaikuttaa ympäristön aiheuttaman murtumisen tapauksessa?

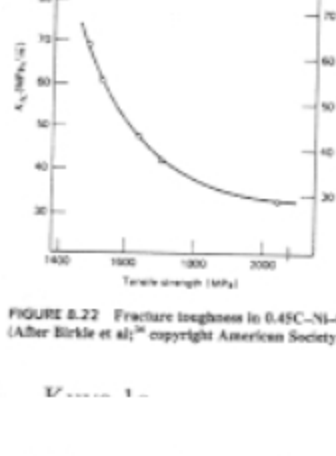


FIGURE 8.22 Fracture toughness in 0.45C-Ni-Cr-Mo steel containing 0.04% S. (After Birks et al.) Copyright American Society for Metals, 1966.

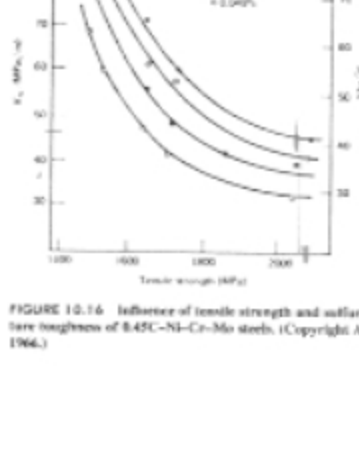


FIGURE 10.14 Influence of tensile strength and sulfur content on plane strain fracture toughness of 0.45C-Ni-Cr-Mo steels. (Copyright American Society for Metals, 1966.)

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?

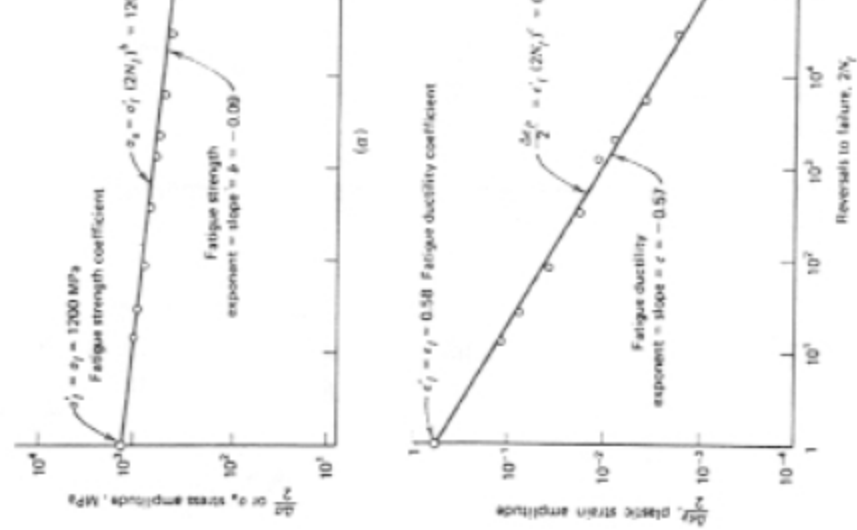


FIGURE 12.39 Fatigue properties of SAE 4340 steel. (a) Fatigue strength properties; (b) Fatigue ductility properties. (Reprinted by permission of the American Society for Testing and Materials from copyrighted work.)

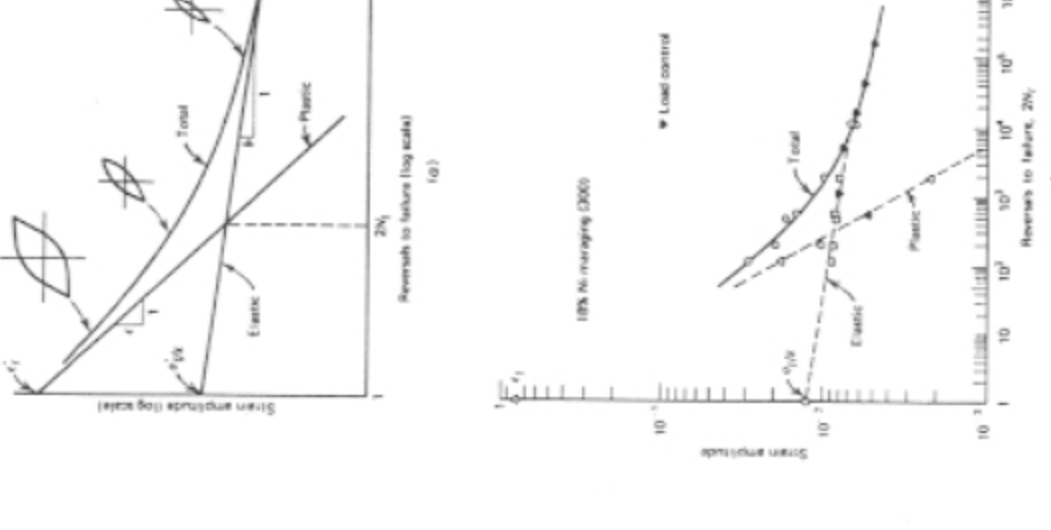


FIGURE 12.40 Superposition of plastic and elastic strain life curves to produce the total strain life fatigue relation for 18% Ni maraging steel. (Reprinted by permission of the American Society for Testing and Materials from copyrighted work.)