

Příklad 1

Šroub z oceli o modulu pružnosti $E = 210 \text{ GPa}$ drží při sobě dvě ocelové desky. Tento spoj je podroben působení zvýšené teploty $T = 400^\circ\text{C}$. Experimenty ukázaly, že rychlost deformace oceli, ze které je šroub vyroben, má při teplotě $T = 400^\circ\text{C}$ tvar $\dot{\epsilon} = A\sigma^n$, kde A je konstanta a $n = 3$. Šroub je při výrobě spoje zatížen tahovým napětím $\sigma_0 = 70 \text{ MPa}$. Jaké je napětí σ_1 ve šroubu po jednom roce provozu, když ocel ze které je šroub vyroben, vykazuje v laboratorních podmínkách při napětí $\sigma = 30 \text{ MPa}$ a teplotě 400°C rychlost deformace $\dot{\epsilon} = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ hod}^{-1}$.

Příklad 2

Trubka z oceli v zařízení chemické výroby je namáhána vnitřním přetlakem $p = 6 \text{ MPa}$. Na zařízení je kladen požadavek, aby vydrželo v bezporuchovém provozu při 510°C po dobu 9 let. V konstrukčním návrhu bylo rozhodnuto, že bude použita trubka o průměru $2r = 40 \text{ mm}$ a tloušťce stěny $d = 2 \text{ mm}$ vyrobená z Cr oceli. Pro tuto ocel jsou při zadaných teplotách a napětí 200 MPa známy následující rychlosti deformace

T [°C]	618	640	660	683	707
$\dot{\epsilon} [\text{s}^{-1}]$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$4,3 \cdot 10^{-7}$	$7,7 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$

V této oblasti teplot lze rychlost deformace vyjádřit ve tvaru

$$\dot{\epsilon} = A\sigma^5 \exp\left[-\frac{Q}{RT}\right],$$

kde A a Q jsou materiálové charakteristiky. Za předpokladu, že maximální přípustná creepová deformace je 0,01, rozhodněte, zda konstrukční návrh je dostatečně bezpečný. Hodnota univerzální plynové konstanta je $R = 8,31 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$.

Příklad 3

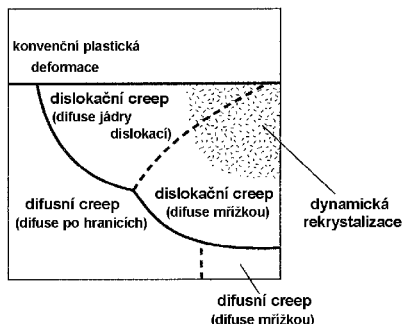
Součást vyrobená z legované oceli je v provozu za zvýšené teploty vystavena tahovému napětí 150 MPa. Jaká je nejvyšší teplota, které může být součást vystavena, jestliže komponenta má být funkční 40 dní. Při výpočtu uvažujme bezpečnostní faktor 10. V laboratoři byla provedena zkouška materiálu, ze kterého je vyrobena komponenta. K lomu zkušebního tělesa došlo po 260 hodinách při působení napětí 150 MPa při teplotě 530°C . K výpočtu použijte Sherbyho Dornova parametru.

Příklad 4

Zadání je stejné jako v příkladu 3, ale k odhadu použijeme Larsonova Milerova parametru.

Příklad 5

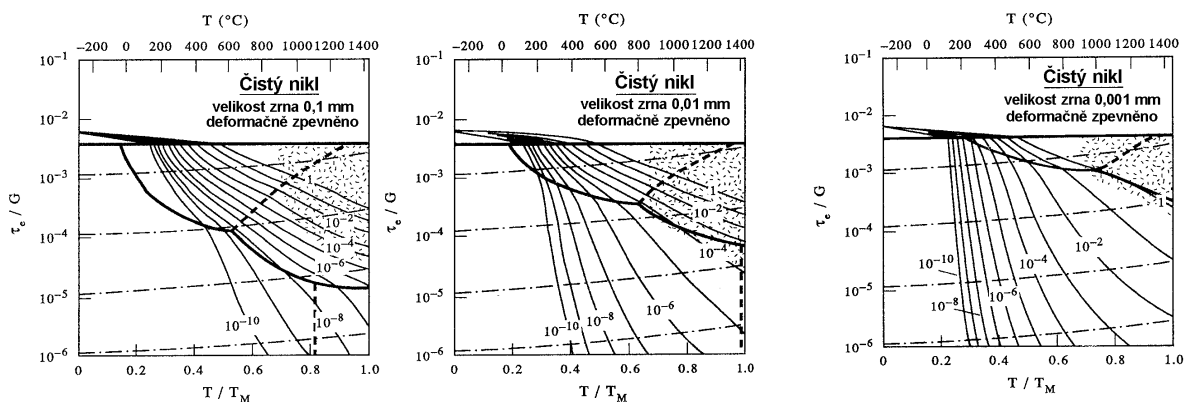
Vypočtete kolikrát nižší bude rychlost creepové deformace slitiny AlCu4Mg při teplotě 420°C a zatížení $\sigma = 30 \text{ MPa}$, která má velikost zrna $100 \mu\text{m}$ a téže slitiny s velikostí zrna $50 \mu\text{m}$ při stejné teplotě avšak při zatížení 20 MPa. Při výpočtu předpokládejte, že rychlost creepové deformace se řídí vztahem $\dot{\epsilon} = Q\sigma^{1,4}d^{-2}$, kde charakteristika Q je funkcí pouze teploty.

**Příklad 6**

Součást pracující za zvýšených teplot má tvar tyče a je zatížena konstantní tahovou silou, která působí v ose tyče. V materiálu součásti dochází k tečení (creepu), rychlost tečení je dána konstitutivní rovnicí $\dot{\epsilon} = B\sigma^n$, kde B a n jsou materiálové charakteristiky. Na tyči je, podobně jako na zkušebním tělese pro zkoušky tahem, vybraná část o konstantním průřezu. Popište jak

hodnota n ovlivňuje tvar rovnoměrné části tyče v průběhu tečení. Vysvětlete význam vašeho objevu pro případ, že

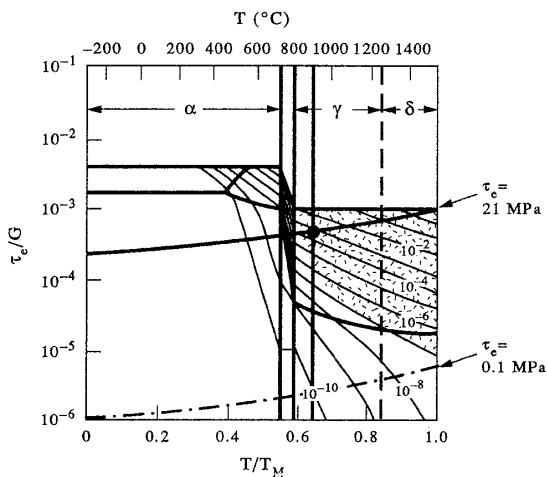
- (a) materiál rovnoměrné části se chová jako kapalina o velké viskozitě
- (b) tyč je zhotovena z titanové slitiny, jež vykazuje superplasticitu (poznámka: slitiny určené k superplastickému tváření mají velice malé zrno).



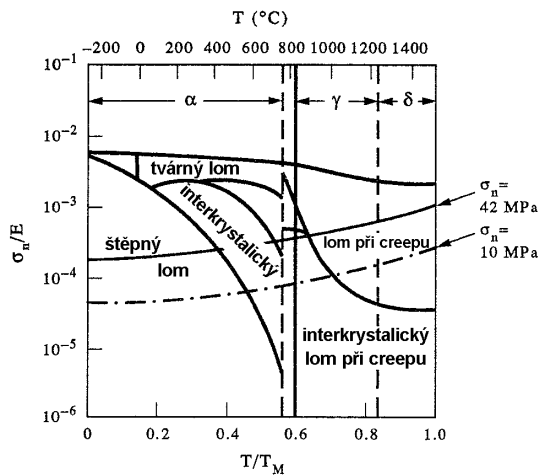
Příklad 7

Výměník tepla v hydrokraku obsahuje systém trubek z oceli 2¼Cr 1 Mo (0,12C). Trubky obsahují uhlovodíkový plyn pod tlakem 4,3 MPa a jsou ohřívány zevně plynem z pece. Vnější průměr trubek je 128 mm a tloušťka stěny trubek je 6,6 mm. Vlivem přehřátí došlo k roztržení jedné trubky a k úniku plynu.

Po odstavení výměníku bylo zjištěno, že ve stěně trubky je trhлина rovnoběžná s osou a má délku asi 300 mm. Na hranách lomu se stěna trubky zmenšila asi na 2,9 mm. Metalografický výbrus vzorku materiálu trubky odebraný v blízkosti lomu ukázal, že ocel má feriticko perlitickou mikrostrukturu s mírně protaženými zrny, což by mohlo vést k předpokladu, že došlo k rekrytalizaci materiálu. Cementit v perlitu nebyl sferoidisován (sbalený do kuliček). Na obr. 7.1 je lomový diagram dané oceli a na obr. 7.2 deformanční mapa dané oceli pro velikost zrna 0,1 mm. Na základě informací z těchto obrázků odhadněte minimální teplotu při které došlo k lomu a maximální čas do lomu.



Obr. 7.1



Obr. 7.2

Do příštího cvičení potřebujete

- protokol z tohoto cvičení
- přednášky
- kalkulačku



pocítiví studenti si přinesou index, protože příští cvičení bude už zápočtové.

cvičení

studenti, kteří se chtějí účastnit semináře na poslední přednášce musí mít doporučení od svého učitele ze