

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 $T = 400 \text{ °C}$. Experimenty ukázaly, že rychlost deformace oceli, ze které je šroub vyroben, má při teplotě $T = 400 \text{ °C}$ tvar $\dot{\epsilon} = A\sigma^n$, kde A je konstanta a $n = 3$. Šroub je při výrobě spoje zatížen tahovým napětím $\sigma = 70 \text{ MPa}$. 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:

$T [\text{°C}]$	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 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

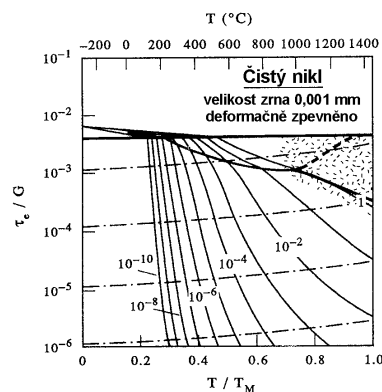
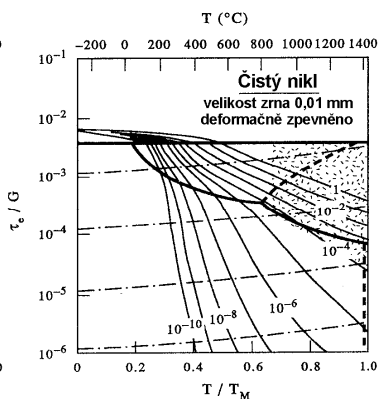
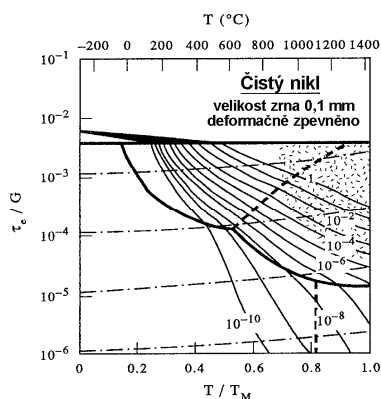
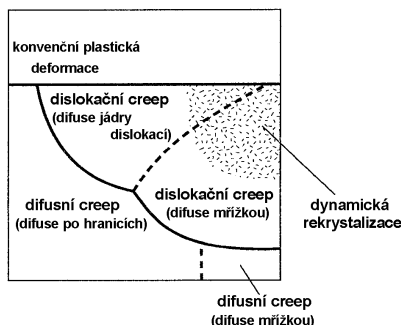
Zadání je stejné jako v příkladu 3, ale k odhadu použijte Larsonova-Milerova parametru.

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 $100 \text{ }\mu\text{m}$ a též slitiny s velikostí zrna $50 \text{ }\mu\text{m}$ 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.



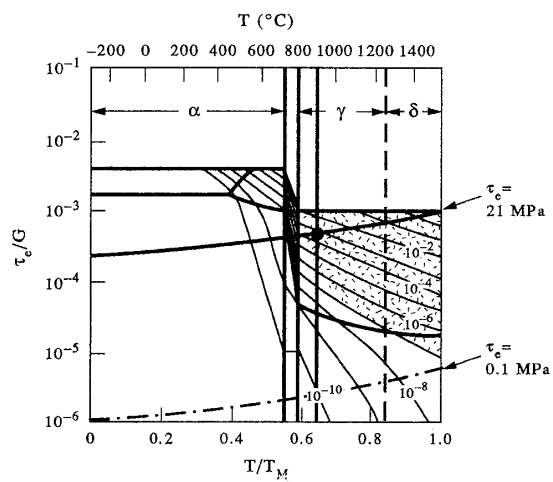
Popište, jak hodnota n ovlivňuje tvar rovnoměrné části tyče v průběhu tečení. Vysvětlete význam vašeho objevu pro případ, že

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

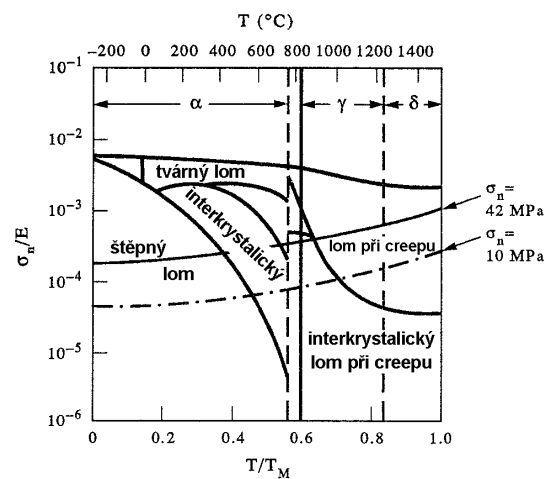
Příklad 7

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 deformační 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