

Závislost síla – prodloužení přepočít na smluvní tahový diagram; napěťové charakteristiky, deformační charakteristiky;

Hallova Petchova rovnice - vliv velikosti zrna na hodnotu meze kluzu

Příklad 1

Jak smluvní mez kluzu, tak i mez úměrnosti jsou napětí, které charakterizují začátek plastické deformace (elasticko – plastické) v tahovém diagramu. Proč je v normě smluvní mez kluzu a mez úměrnosti v normě není?

V standardu ASTM E8 – Kovové materiály je uvedeno, že mez kluzu $R_{t0,5}$ je možné použít jako materiálovou charakteristiku pouze pro oceli jejichž mez kluzu $R_{p0,2}$ je menší než 500 MPa. Vypátrejte příčinu.

Vlastními slovy vysvětlíte pojmy:

Tuhost (stiffness), pevnost (strength), tažnost (ductility), kluz (yielding), houževnatost (toughness) a deformační zpevnění (strain hardening).

Příklad 2

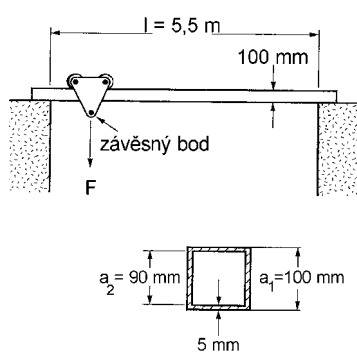
K lomu zkušební tyče z hliníkové slitiny při zkoušce tahem došlo, aniž vznikl krček. Hodnota tažnosti byla $A = 18\%$. Určete hodnotu Z .

Příklad 3

Byla provedena tahová zkouška materiálu 11 458. Ke zkoušce bylo použito válcové zkušební těleso se závitovými hlavami. Průměr měrné části tělesa byl 9,95 mm. Zatížení tělesa při plastické deformaci o velikosti 0,002 bylo 17,21 kN, nejvyšší hodnota zatížení dosažená během zkoušky byla 25,75 a v okamžiku lomu zatížení mělo hodnotu 17,39 kN. Po přetržení byly poloviny zkušební tělesa přiloženy lomovými plochami na sebe a provedena následující měření: (1) rysky mezi kterými leží krček jsou od sebe vzdáleny 68,5 mm, jejich vzdálenost na nedeformovaném tělese byla 50 mm; (2) podobné rysky původně vzdálené 100 mm jsou nyní vzdáleny 128 mm. V místě lomu má zkušební tyč průměr 5,28. Určete ze zkoušky následující materiálové charakteristiky:

- mez kluzu a mez pevnosti,
- zúžení Z , tažnost $A_{(5,65)}$ jak z měření (1), tak i (2)
- tahovou houževnatost
- resilienci
- míru deformačního zpevnění

Příklad 4



Vedoucí chtěl přemístit frézu z jednoho místa na druhé v rámci dílny. Tíha frézy je asi 1,5 tuny. Dílna od jedné stěny ke druhé je široká 5,5 m. Pan vedoucí přikázal upevnit u stropu dílny skříňový nosník (viz obrázek) o průřezu 100 x 100 mm. Tloušťka stěny nosníku byla 5 mm. Fréza se pověsila přes řetězový kladkostroj do oka závěsu a po vyzdvižení se začalo s transportem frézy. V okamžiku, kdy se kladka na skříňovém nosníku začala blížit ke středu místnosti, tak došlo k prohnutí nosníku a pádu frézy na podlahu – těsně vedle nohy jednoho z dělníků. Víme, že mez kluzu oceli z níž byl vyroben nosník je

250 MPa, určete příčinu havárie.

Příklad 5

Zvolte materiál pro tlakovou nádobu o minimální hmotnosti, příp. o minimální ceně (letadlo, raketa, raketoplán - to jsou příklady konstrukcí, ve kterých je nutné volit součásti o minimální hmotnosti). Napětí ve stěně kulové tlakové nádoby je dáno vztahem:

$$\sigma = \frac{p \cdot r}{2 \cdot t},$$

kde r je poloměr nádoby a p je provozní tlak v nádobě. Obě veličiny jsou dány konstrukčním návrhem. t je tloušťka stěny, kterou můžeme měnit. Volbu proveďte z materiálů uvedených v následující tabulce.

Materiál	R_c [MPa]	hustota ρ [Mg.m ⁻³]	\bar{p} cena jednotky hmotnosti [Kč/Mg]
železobeton	200	2,5	10 150
ocel na tlakové nádoby	1 000	7,8	38 500
nízkouhliková ocel	220	7,8	17 150
hliníková slitina	400	2,7	77 700
sklolaminát	200	1,8	84 700
kompozitní materiál CFRP	600	1,5	7 000 000

Příklad 6

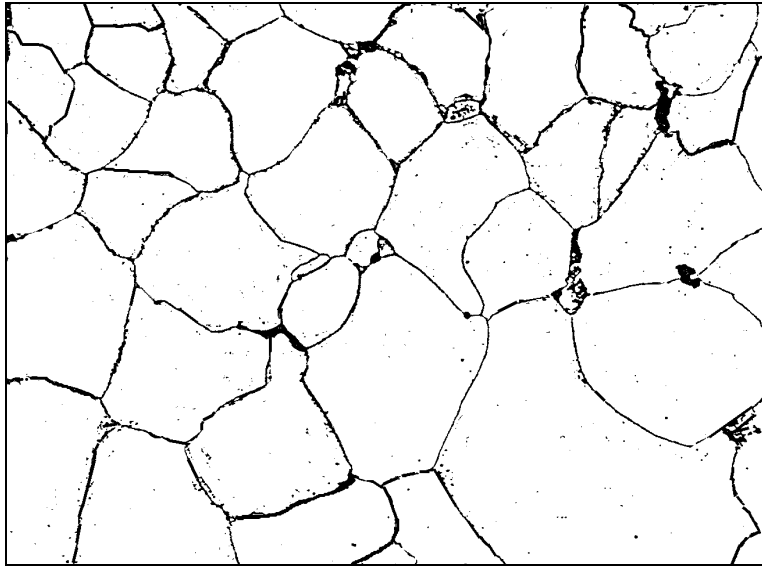
Určete závislost napětí R_{eL} (ocel 12 010 po různých podmínkách normalizačního žíhání) na střední velikosti feritického zrna d_g . Závislost $R_{eL} \approx d_g^{-1/2}$ představuje rovnici přímky $R_{eL} = \sigma_0 + k_y \cdot d_g^{-1/2}$. Určete číselné hodnoty konstant σ_0 a k_y , vysvětlete jejich fyzikální význam. Odhadněte hodnotu meze kluzu pro ocel se střední velikostí zrna 10 μm .

Nápověda:

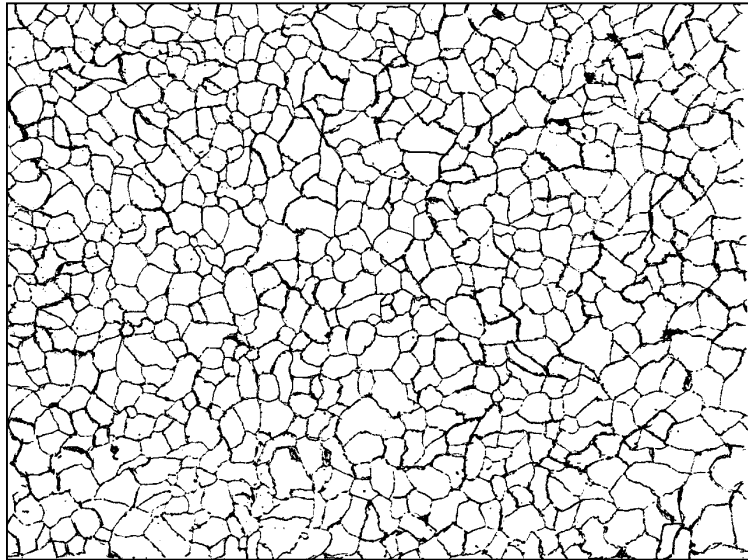
- z metalografických snímků (zvětšení 100x) určete střední velikost zrna tří strukturních stavů (obr. 1, 2, 3); zvolíme lineární metodu vyhodnocení střední velikosti zrna. Nakreslíme na snímek úsečku o délce x a spočítáme počet n zrn protnutých úsečkou. Střední velikost $d_g = \frac{x}{n}$ (x je skutečná velikost úsečky, tj. délka úsečky na obrázku dělená zvětšením)
- z tahových diagramů určíme hodnoty R_{eL} (diagram 1 odpovídá struktuře 1 atd.), měřítko síly 200 mm (na vašem pravítku) = 50 kN, výchozí průměr zkušebních tyčí byl 10 mm
- naměřené hodnoty d_g (mm) přepočteme na $d^{-1/2}$ a vyneseme v souřadnicích
Mez kluzu [MPa] \approx Střední velikost zrna $d^{-1/2}$ [mm^{-1/2}]

Do příštího cvičení potřebujete

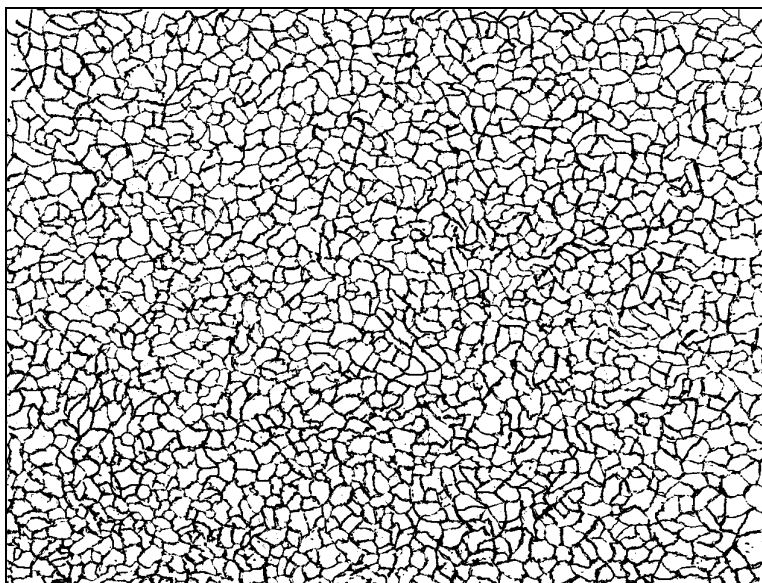
protokol z tohoto cvičení
přednášky
kalkulačku



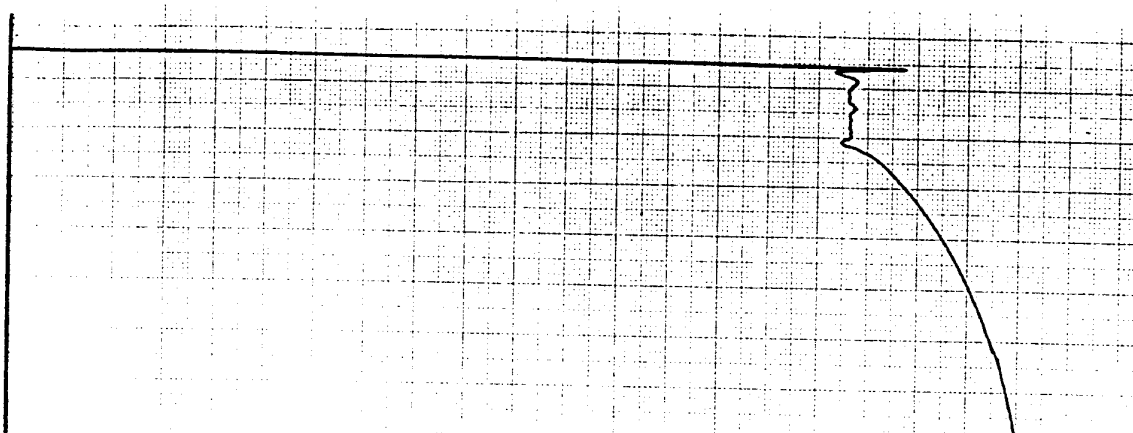
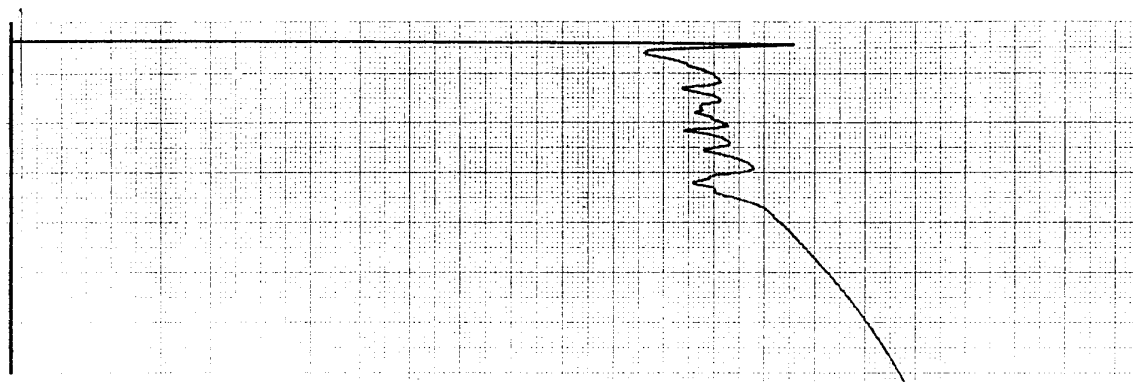
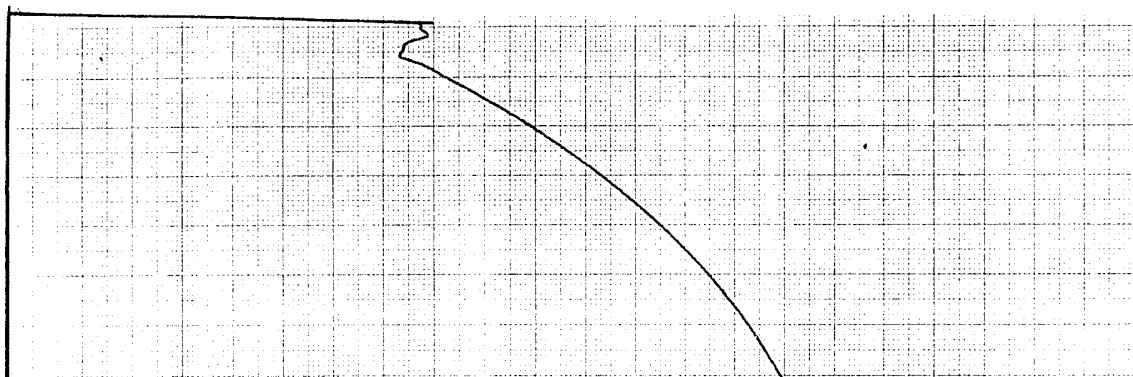
Zrno 1



Zrno 2



Zrno 3



- Zrno 1
- Zrno 2
- Zrno 3