

Úkol 1

Byly provedeny zkoušky tahem oceli 11 503 bez snímače při různých teplotách. Ke zkouškám byla použita válcová zkušební tělesa se závitovými hlavami. Výchozí průměr d_0 měřené části použitých zkušebních tyčí je uveden v tabulce. Výchozí vzdálenost rysek L_0 (měřená délka) je rovněž uvedena v tabulce.

Po zkoušce byly vyhodnoceny odpovídající rozměry zkušebních tyčí: průměr rovnoměrné části zkušební tyče d_r , průměr zkušební tyče v krčku (nejužším místě zkušebního tělesa) d_u , konečná vzdálenost rysek L_u . Z výchozích a naměřených rozměrů zkušební tyče určete mez kluzu R_e , mez pevnosti R_m , tažnost $A_{5,65}$ a zúžení Z .

Vypočítejte pro jednotlivá zkušební tělesa a teploty následující materiálové charakteristiky:

- tahovou houževnatost W_f ,
- resilienci W_{el} ,
- míru deformačního zpevnění.

Znárodněte teplotní závislost meze kluzu, meze pevnosti, tažnosti a zúžení.

č. zk. tělesa			p1	p2	p3	p4	p6	p7	p8
teplota zkoušky	t	[°C]	20	-20	-60	-175	20	-103	-175
průměr výchozí	d_0	[mm]	6,004	6,001	5,998	5,996	5,993	6,002	6,004
průměr rovnom.	d_r	[mm]	5,4	5,344	5,366	5,579	5,364	5,345	5,809
průměr konečný	d_u	[mm]	2,861	2,964	3,077	3,725	2,943	3,264	3,429
délka počáteční	L_0	[mm]	29,972	29,902	30,164	30,018	30,01	29,929	30,037
délka konečná	L_u	[mm]	42,452	42,547	41,999	39,145	40,811	41,899	44,522
síla na mezi kluzu	$F_e, F_{eL}, F_{p0,2}$	[kN]	6,9761	8,782	8,631	18,571	8,539	11,023	13,775
mez kluzu	R_e	[MPa]							
síla maximální	F_m	[kN]	12,935	13,746	15,017	21,357	13,229	17,226	17,853
mez pevnosti	R_m	[MPa]							
lomová síla	F_u	[kN]	7,687	8,302	9,228	15,313	8,099	10,989	12,154
tažnost z tyče	$A_{5,65}$	[%]							
zúžení rovnoměr.	Z_r	[%]							
zúžení celkové	Z	[%]							

Úkol 2

Soubor exportovaný ze strojového kódu zkušebního stroje a importovaný do Excelu pod názvem „wz1–tah.xls“ obsahuje ve sloupci A dobu zkoušky, ve sloupci B údaj o přemístění příčnicku zkušebního stroje, ve sloupci C údaj o působící síle, ve sloupci D údaj ze snímače prodloužení a ve sloupci E údaj ze snímače příčného zúžení. V průběhu elastické deformace ocelové zkušební tyče bylo provedeno odlehčení a opakované zatížení (hystereze). Provedte vyhodnocení rychlosti zatěžování zkušební tyče v oblasti plastických deformací a porovnejte tuto rychlost s rychlostí příčnicku.

Ze záznamu působící síly na přemístění příčnicku proveďte vyhodnocení záznamu smluvního napětí na deformaci pro oblast deformací do meze plastické nestability. Pro platnou část záznamu proveďte totéž pro zkoušku se snímačem. Záznamy porovnejte, vyhodnoťte meze kluzu a meze pevnosti.

Porovnejte záznamy smluvní deformace zaznamenané z příčnicku stroje a ze snímače prodloužení.

materiál	zk. tyč L_0 [mm]	snímač L_0 [mm]	průměr D_0 [mm]	příčník R_e [MPa]	snímač R_e [MPa]	příčník R_m [MPa]	snímač R_m [MPa]
ocel	50	50	9,95				
Al slitina	50	50	10,02				

Úkol 3

Ze záznamu síly a prodloužení poskytnutého v rámci příkladu 2 (wz1–tah.xls) proveďte následující vyhodnocení:

- ze záznamu působící síly na přemístění příčnicku, resp. záznamu smluvního napětí na deformaci pro oblast plastických deformací do meze plastické nestability proveďte výpočet závislosti skutečného napětí na skutečné deformaci. Totéž proveďte pro výchozí data zkoušky se snímačem;
- vyhodnocení modulu pružnosti dvěma metodami (tečnovou, sečnovou);
- vyhodnocení Poissonovy konstanty (záporně vzatý poměr příčného zúžení a podélného prodloužení). Hodnotu Poissonovy konstanty určete jako průměr z hodnot této veličiny v intervalu deformací 0,1 % až 0,2 %, tj. v oblasti elastických deformací;
- exponent deformačního zpevnění pro oblast rovnoměrných plastických deformací.

Úkol 4

Pomocí rezonanční (excitační) metody

- stanovte pro připravené kovové slitiny parametr útlumu Q^{-1} . Na základě zjištěné rezonanční frekvence f_f v ohybovém módu stanovte Youngův modul pružnosti E jednotlivých materiálů.

měřená slitina	rezonanční frekvence f_r [Hz]	útlum Q^{-1} [-]	Youngův modul E [GPa]

- b) v torzním módu měření stanovte pro slitiny **EN AW 7075-T651** a **EN AW 2024-T3** velikost Youngova modulu pružnosti E , modulu pružnosti ve smyku G a Poissonova čísla μ . Diskutujte zjištěnou hodnotu Poissonova čísla v porovnání s běžně uváděnou tabulkovou hodnotou.

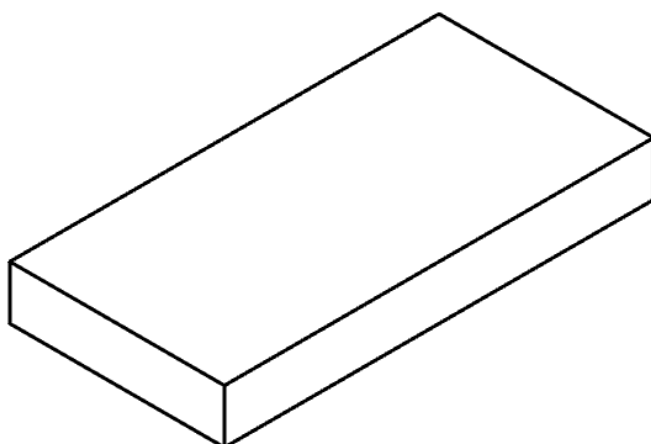
Úkol 5

Schematicky znázorněte uspořádání impulsní excitační zkoušky při měření:

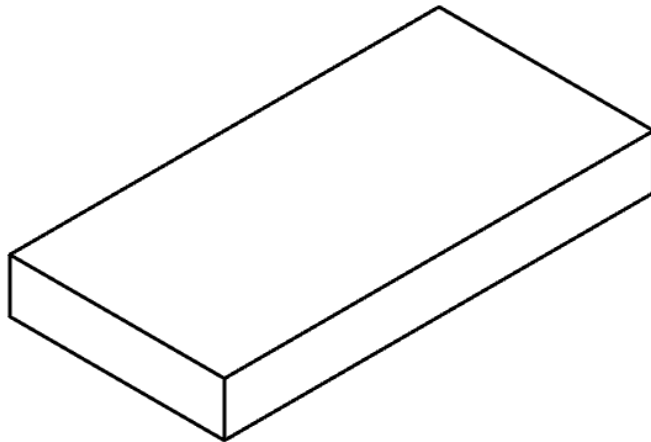
- v ohybovém módu mimo rovinu (out-of-plane flexure)
- v torzním módu (torsion mode)

Do připravených schémat zkušebních těles zakreslete tvar kmitů, tj. polohu kmiten a uzlových bodů, umístění snímače signálu (mikrofonu), zdroje vibrací (úderníku) a umístění a orientaci podpor.

Charakterizujte oba typy vibračních módů z pohledu veličin, které lze při jejich použití experimentálně určit.



a) Ohybový vibrační mód



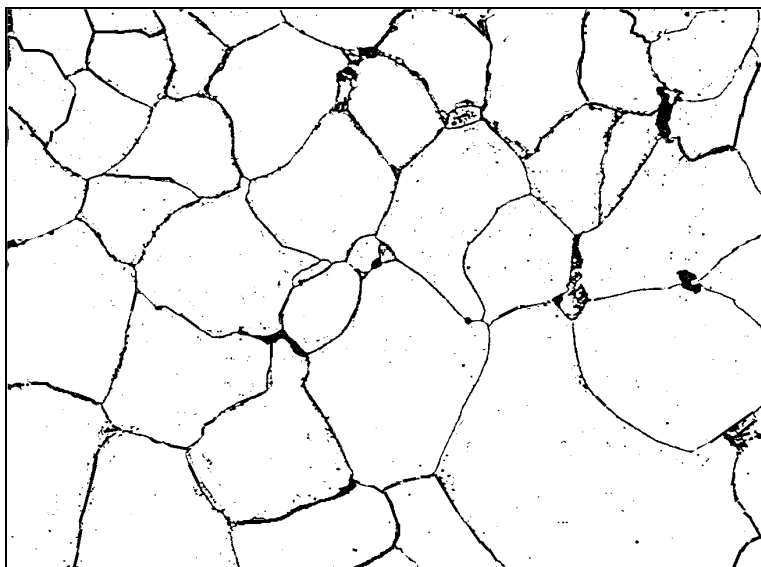
b) Torzní vibrační mód

Úkol 6

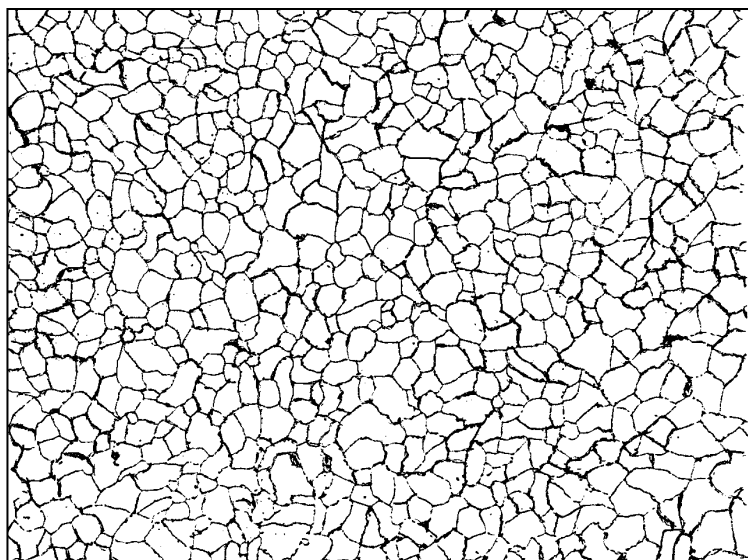
Určete závislost napětí R_{eL} (ocel 12 010 po různých úrovních normalizačního žíhání) na střední velikosti feritického zrna d_g . Závislost $R_{eL} \approx d_g^{-1/2}$ představuje rovnici přímky $R_{eL} = \sigma_0 + k_y \cdot d_g^{-1/2}$. Určete číselné hodnoty konstant σ_0 a k_y , vysvětlete jejich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

Nápověda:

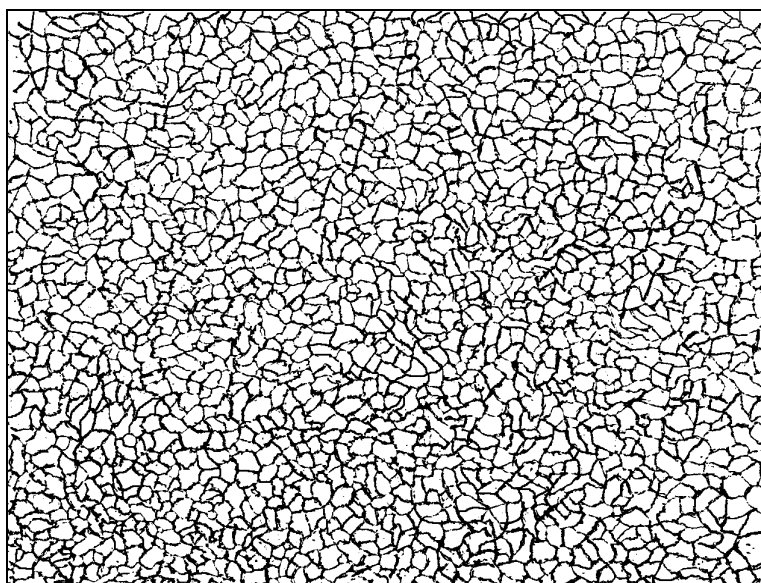
- z metalografických snímků (zvětšení $100\times$) určete střední velikost zrna tří strukturních stavů (obr. 1, 2, 3); zvolíme lineární metodu vyhodnocení střední velikosti zrna. Nakreslíme na snímek úsečku o délce x a spočítáme počet n zrn protnutých úsečkou. Střední velikost $d_g = x/n$ (x je skutečná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



Obr. 1 - Zrno 1



Obr. 2 - Zrno 2



Obr. 3 - Zrno 3

