



## BUM – 11

### ZKOUŠKA RÁZEM V OHYBU

Jméno:

St. skupina:

Autor cvičení: Ing. Libor Válka, CSc., Ing. Josef Zapletal, Ph.D., ÚMVI FSI VUT v Brně

### NEZBYTNÉ ZNALOSTI, PŘÍPRAVA NA „testík“

Definice pojmů houževnatý materiál, křehký materiál, štepný lom, tvárný lom, tranzitní lomové chování. U kterých kovů se projevuje změna charakteru porušení v závislosti na teplotě a proč? Uveďte základní faktory ovlivňující tranzitní chování. Nejčastěji používané tranzitní (přechodové) teploty určené na základě teplotní závislosti nárazové práce, příp. podílu tvárního lomu na lomové ploše. Zkouška rázem v ohybu.

Základní pojmy z oblasti lomové mechaniky – módy zatěžování, faktor intenzity napětí, lomová houževnatost, kritická délka trhliny, lomové chování křehkých materiálů.

### Úkoly k řešení

1. Popište princip zkoušky rázem v ohybu (ZRO). Nakreslete (narýsujte) a okótujte standardní zkušební těleso pro ZRO a) s V-vrubem, b) s U-vrubem.
2. Odvoďte rovnici pro hodnotu nárazové práce při ZRO na Charpyho kladivu. Definujte její fyzikální význam. Pomocí odvozené rovnice vypočtete a) nominální energii standardního rázového kladiva, b) výchozí úhel kladiva pro případ, kdy požadovaná nominální energie kladiva je 150 J.
3. Nakreslete schematicky teplotní závislost nárazové práce  $K$  a teplotní závislost vzhledu lomu (podíl tvárního lomu na lomové ploše). Vyznačte charakteristické oblasti tranzitní křivky a popište je. Do grafu zakreslete nejčastěji používané tranzitní teploty a uveďte, jak jsou definovány.
4. Experimentálně zjištěnými hodnotami nárazové práce  $KV$  a podílu tvárního lomu  $P_L$  na lomové ploše byly proloženy křivky  $KV = \exp(A + Bt)$ , resp.  $P_L = \exp(C + Dt)$ , viz obr. 1.
  - a) Dosazením příslušných hodnot do regresních funkcí vypočtete tranzitní teploty  $t_{27J}$ ,  $t_{50\%}$  materiálů Mat. 1, Mat. 2 a Mat. 3. Při určování tranzitní teploty  $t_{0,5}$  použijte pro výpočet hodnoty  $KV_{stř}$  rovnici  $KV_{stř} = KV_{max}/2$ . Výsledky seřadte do tabulky (viz Tab. 1), tranzitní teploty zakreslete do grafů na obr. 1.
  - b) Vyjádřete se k vhodnosti použití jednotlivých materiálů při nízkých teplotách (jejich náchylnosti ke vzniku křehkého lomu).

### Literatura

1. ANDERSON, T. Fracture mechanics: fundamentals and applications. 3rd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005, 621 s. ISBN 0-8493-1656-1.
2. VELES, Pavol. Mechanické vlastnosti a skúšanie kovov. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1985, 401 s.
3. PTÁČEK, L. a kol.: Nauka o materiálu I, CERM, 2003.
4. ČSN ISO 148–1 Kovové materiály – Zkouška rázem v ohybu metodou Charpy. Část 1: Zkušební metoda.

ad 4. Experimentálně zjištěnými hodnotami nárazové práce  $KV$  a podílu tvárného lomu  $P_L$  na lomové ploše byly proloženy křivky  $KV = \exp(A + Bt)$ , resp.  $P_L = \exp(C + Dt)$ , viz obr. 1.

- Dosazením příslušných hodnot do regresních funkcí vypočtete tranzitní teploty  $t_{27J}$ ,  $t_{50\%}$  materiálů Mat. 1, Mat. 2 a Mat. 3. Při určování tranzitní teploty  $t_{0,5}$  použijte pro výpočet hodnoty  $KV_{stř}$  rovnici  $KV_{stř} = KV_{max}/2$ . Výsledky seřadte do tabulky (viz Tab. 1), tranzitní teploty zakreslete do grafů na obr. 1.
- Vyjádřete se k vhodnosti použití jednotlivých materiálů při nízkých teplotách (jejich náchylnosti ke vzniku křehkého lomu).

Regresní parametry, vstupní hodnoty pro výpočet

**Mat. 1** — ocel 12013, nízkouhlíková ocel

$$KV = \exp(A + Bt); A = 2.287, B = 0,03277$$

$$P_L = \exp(C + Dt); C = 2.936, D = 0.02170$$

$$KV_{max} = 228.0 \text{ J}$$

**Mat. 2** — ocel 15320, Cr-Mo-V ocel, zušlechtěna na nízkou pevnost

$$KV = \exp(A + Bt); A = 1.785, B = 0.02069$$

$$P_L = \exp(C + Dt); C = 1.612, D = 0.02080$$

$$KV_{max} = 127.0 \text{ J}$$

**Mat. 3** — ocel 15320, Cr-Mo-V ocel

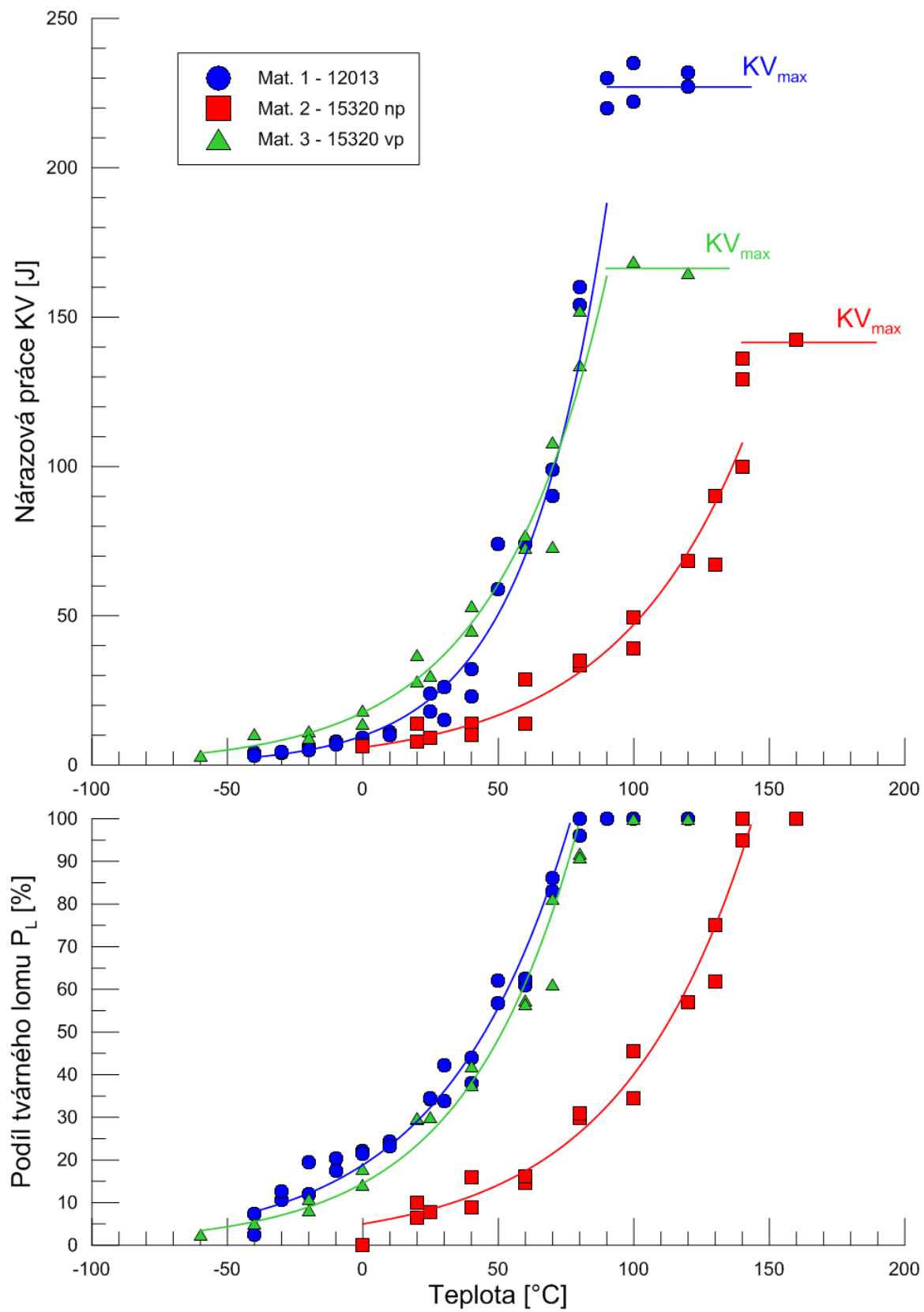
$$KV = \exp(A + Bt); A = 2.869, B = 0.02476$$

$$P_L = \exp(C + Dt); C = 2.677, D = 0.02404$$

$$KV_{max} = 167.0 \text{ J}$$

Tabulka 1: Tranzitní teploty – výsledky

Materiál	$t_{27J}$	$t_{50\%}$	$t_{0,5}$
	[°C]	[°C]	[°C]
Mat. 1			
Mat. 2			
Mat. 3			



Obrázek 1: Teplotní závislosti nárazové práce  $KV$  a podílu tvárného lomu  $P_L$