

Technická zpráva – Funkční vzorek

Autoři: Ing. Jarmila Kučerová, Ing. Jana Sklenářová, Bc. Lenka Kolářová

Název česky:

Laboratorní zařízení pro stanovení Youngova modulu sypaného lože

Název anglicky:

Laboratory device for determination of Young's modulus of layer of powder material

Klíčová slova česky:

Youngův modul, sypané hmoty

Klíčová slova anglicky:

Young's modulus, powder materials

Abstrakt česky:

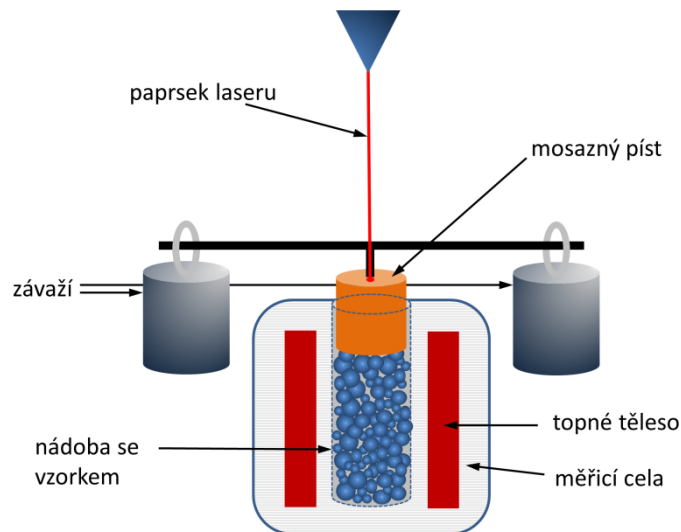
Prezentovaný funkční vzorek je laboratorní zařízení pro stanovení Youngova modulu sypaného lože práškových materiálů. Definované množství vzorku materiálu je umístěno ve válcové nádobě, která je následně periodicky zatěžována závažím o známé hmotnosti. Je monitorována deformace vzorku (jeho stlačení) a je stanovena úměrnost deformace vzorku a tlaku aplikovaného na vzorek – Youngův modul pružnosti. Cela, v níž je nádoba se vzorkem umístěna, je izolovaná a teplota v ní je regulována pomocí topných těles umístěných okolo pláště cely. Zařízení umožňuje měřit Youngův modul v rozsahu teplot 25 – 150 °C.

Abstrakt anglicky:

The presented functional specimen is a laboratory apparatus for the determination of Young's modulus of a layer of powder material particles. A defined amount of material sample is enclosed in a cylindrical container, subsequently, we periodically load and unload steel weights onto the container. The deformation (i.e. contraction) of the sample is monitored and we determine the proportionality of the sample deformation and the applied pressure – Young's modulus. The whole apparatus is isolated and the sample temperature is regulated by heaters placed around the container. The apparatus allows to measure Young's modulus in temperature range from 25 to 150 °C.

Popis funkčního vzorku:

Vzorek práškového materiálu o známé hustotě, velikosti a tvaru částic je umístěn do mosazné nádoby válcového tvaru s vnitřním průměrem podstavy 16,5 mm. Výška volně sypané vrstvy je cca 5 cm. Nádoba se vzorkem je umístěna do izolované cely s možností regulace teploty pomocí topných těles ohřívajících plášť cely. Teplota v cele je měřena termometrem, v průběhu jednoho měření musí být teplota ustálena. Na vrstvu částic v nádobě je položen mosazný píst, přičemž poloha horní podstavy tohoto pístu je zaznamenávána pomocí laseru. Píst je následně zatěžován pomocí ocelového závaží o celkové hmotnosti 860 g.



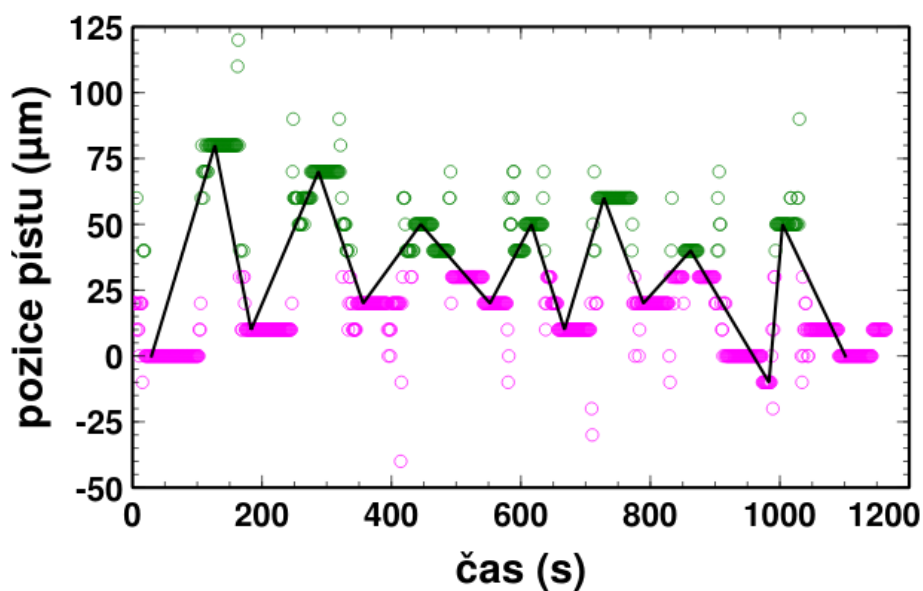
Obr. 1: Schéma měřicí aparatury.

Závaží je periodicky nakládáno a opět uvolňováno, jelikož je nutné statistické zpracování výsledků (t.j. vyhodnocení průměrné změny polohy pístu při zatížení) z důvodu náhodných změn geometrického uspořádání sypané vrstvy při deformaci. Následně je vyhodnocen Youngův modul Y , definovaný jako podíl aplikovaného tlaku p a relativního prodloužení ϵ , který lze vyjádřit:

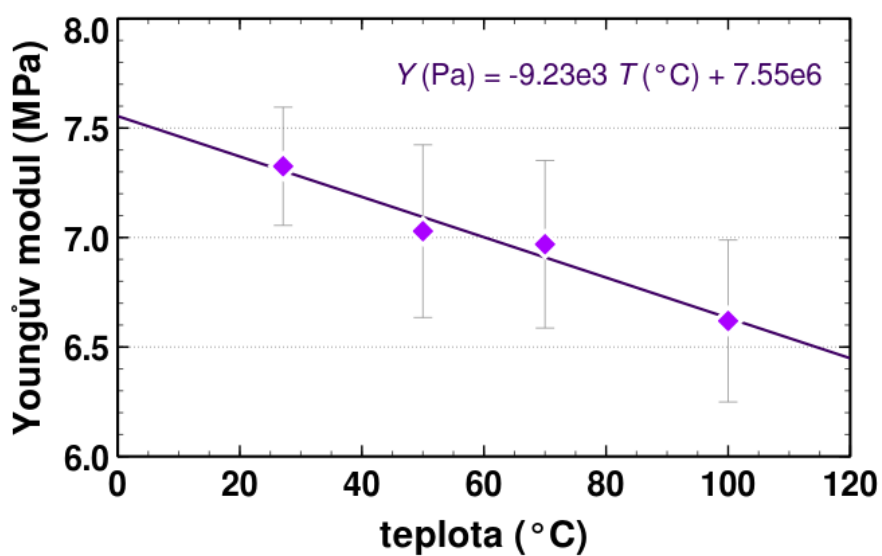
$$Y = \frac{p}{\epsilon} = \frac{m_w g}{\frac{\pi}{4} d^2} \frac{h}{\Delta h},$$

kde h je výška volně sypané vrstvy, Δh změna výšky vrstvy (deformace) při aplikaci závaží o hmotnosti m_w , d je průměr válcové nádoby a g tíhové zrychlení.

Opakovaným měřením jednoho vzorku při různých teplotách a následným proložením získaných hodnot Youngova modulu je možno určit teplotní závislost Youngova modulu.



Obr. 2: Příklad zaznamenávané pozice pístu v průběhu měření při nakládání (○) a uvolňování (○) závaží.



Obr. 1: Příklad teplotní závislosti Youngova modulu naměřené pro sypanou vrstvu polyethylenových částic.

Poděkování:

Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č.21-SVV/2019).