

# Mechanické zkoušky

---

Mechanickými zkouškami zjišťujeme chování materiálu za působení vnějších sil, tzn., že zkoumáme jeho mechanické vlastnosti. Některé mechanické vlastnosti materiálu vyjadřují jeho odpor proti deformaci (mez kluzu, mez tečení, tvrdost...), jiné vyjadřují jeho deformační schopnost (tažnost, kontrakce atd.). Materiál schopný velkých deformací před vznikem lomu je tvárný; materiál, který klade velký odpor proti deformaci je pevný. Pevný a zároveň tvárný materiál je houževnatý, protože k jeho přetvoření je potřeba velké práce. Materiál, u něhož k lomu předcházejí malé deformace, je křehký.

Z hlediska působení síly na zkušební těleso rozdělujeme mechanické zkoušky takto:

- a) Statické zkoušky – uskutečňují se působením klidného rovnoměrného zatížení na zkušební těleso.
- b) Dynamické zkoušky – síla působí nárazově po zlomek sekundy. Při tzv. únavových zkouškách se cyklicky mění zatížení i mnohokrát za sekundu.

Podle teplot, při kterých zkoušky provádíme, je dělíme:

- na zkoušky za normálních teplot,
- na zkoušky za vysokých teplot,
- na zkoušky za nízkých teplot.

Statické zkoušky můžeme rozdělit i podle způsobu působení zatěžující síly:

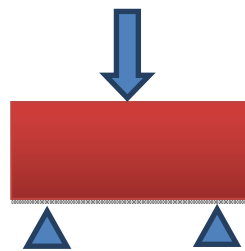
a) zkouška v tahu,



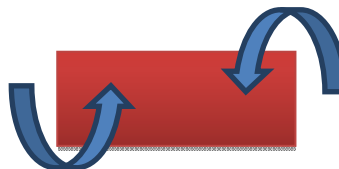
b) zkouška v tlaku,



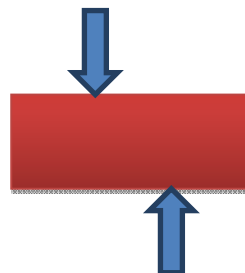
c) zkouška v ohybu,



d) zkouška v krutu,



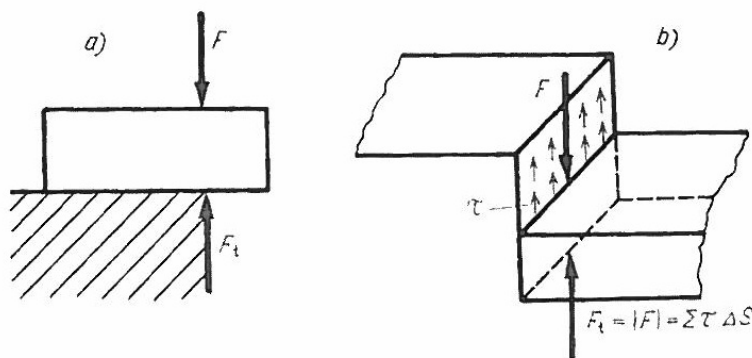
e) zkouška ve stříhu.



# Zkouška smykem

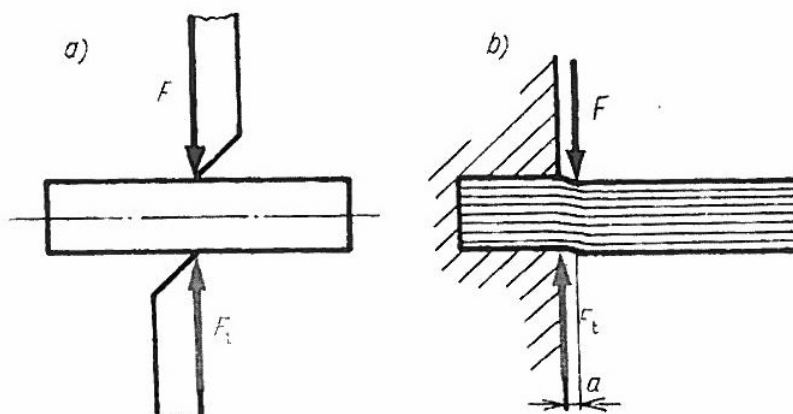
Namáhání prostým smykem je teoretický případ namáhání. Vzniká tehdy, když dvě stejně velké síly opačného smyslu působí na společné nositelce, procházející těžištěm průřezu, a leží v namáhaném průřezu. Materiál se brání snaze vnějších sil posunout po sobě obě části vnitřní silou, která se projeví tečným napětím.

*Pouze v tomto případě je napětí rozloženo rovnoměrně po průřezu (obr. 1b).*



Obr. 1. Namáhání prostým smykem

Tento ideální případ namáhání se vyskytuje jen u velmi přesného stříhání materiálu, kdy vůle mezi střížníkem a průstřížnicí je jen několik setin mm. Rovnoměrné rozložení tečného napětí zde dokazuje dokonalá střížná plocha s vysokou jakostí povrchu. V obecném případě neleží síly na společné nositelce (obr. 2a) a kromě posuvu ve směru síly dojde vždy k ohybu a mluvíme pak o *smyku doprovázené ohybem*, (obr. 2b).



Obr. 2. Namáhání smykem doprovázené ohybem

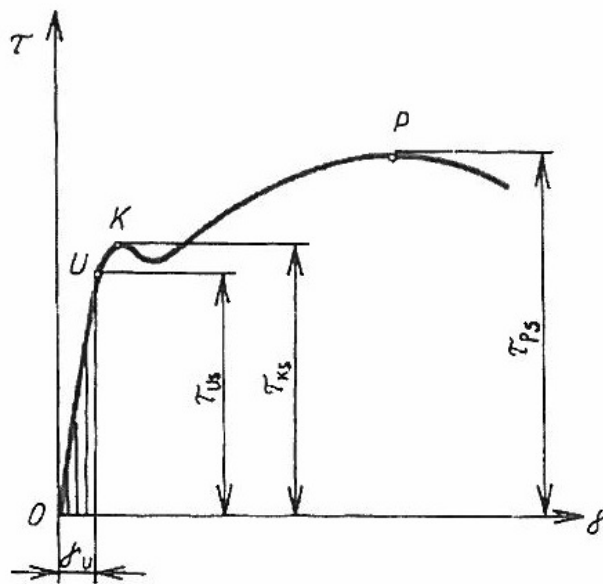
V praxi můžeme použít tohoto výpočtu u zalícovaných kolíků a čepů, nýtovaných spojů některých svarů, kde rameno dvojice sil je relativně malé a spoj umožňuje jen nepatrný ohyb. Pak předpokládáme, že tečné napětí je rozloženo rovnoměrně po celém průřezu a platí stejný základní vztah jako u tahu a tlaku kde  $n$  je počet současně namáhaných průřezů.

Napětí ve smyku

$$\tau_{\max} = \frac{F}{nS_{\min}} \leq \tau_{Ds}$$

Řešení deformací u prostého smyku nebereme v úvahu, protože u případů prostého smyku jsou deformace nepatrné a v přípustných mezích a při stříhání materiálu jde pak o porušení záměrné. V praxi dojde u smyku ke zkosení, které je způsobeno tečným napětím.

Podobně jako u tahu lze provést i zkoušku namáhání smykem a výsledek vynést do diagramu  $\tau - \gamma$  (obr. 3).



Obr. 3. Pracovní diagram zkoušky smykem

Platí:

u oceli  $\tau_{Ds} \approx 0,6 \delta_{Dt}$

u litiny  $\tau_{Ds} \approx (0,8 \div 1) \delta_{Dt}$

To znamená, že litina velmi dobře odolává tečným napětím.

Mezi zkosem a tečným napětím platí po mez úměrnosti tzv.

**Hookeův zákon pro smyk.**

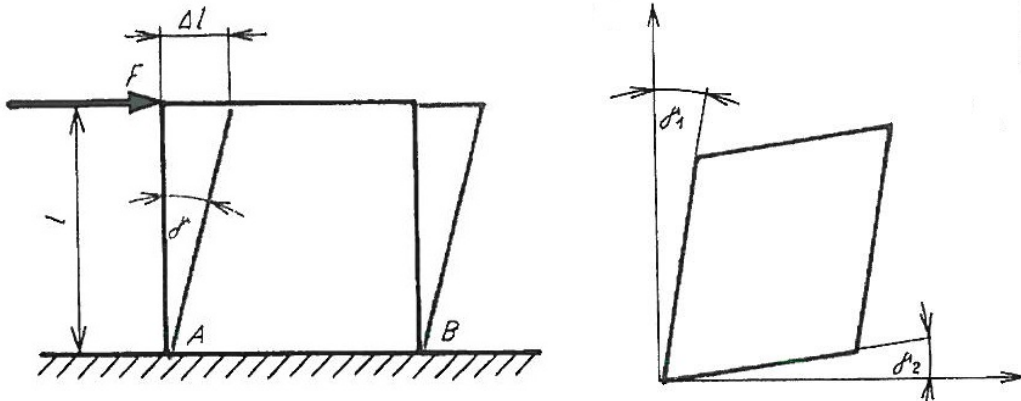
$$\gamma = \frac{\tau}{G'} \qquad G' = \frac{\tau}{\gamma} \qquad \tau = G \cdot \gamma$$

$\gamma$  – zkos

$G$  – modul pružnosti ve smyku

$\tau$  – napětí ve smyku

Modul pružnosti ve smyku je takové tečné napětí, které by způsobilo posunutí obou vrstev proti sobě o  $45^\circ$  (obr. 4).



Obr. 4. Deformace

Dosadíme-li do Hookeova zákona pro smyk za  $\gamma = \frac{\Delta l}{l}$  a za  $\tau = \frac{F}{S}$ , dostaneme

vztah pro deformaci  $\frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{GS}$

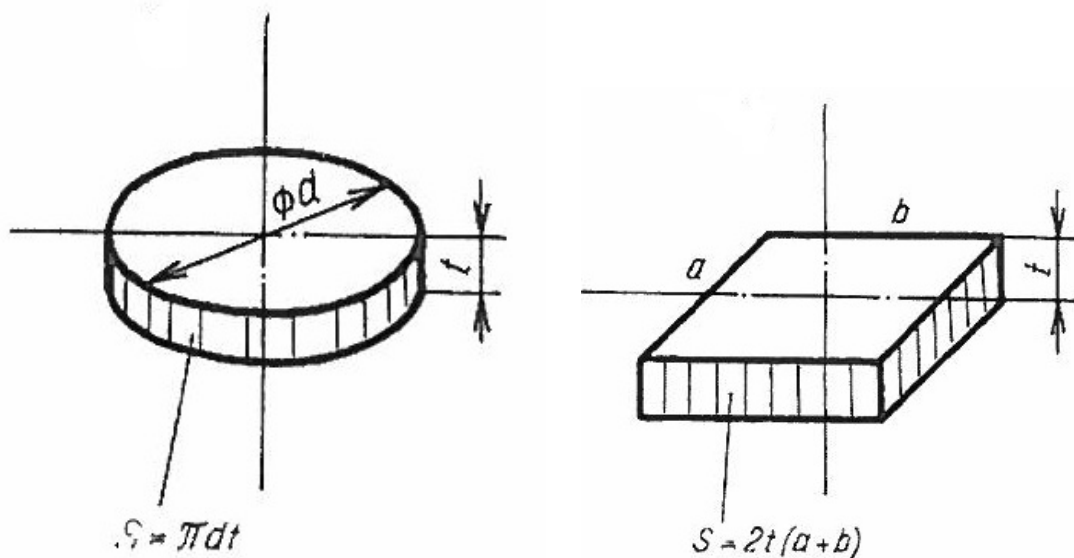
kde součin  $GS$  značí **tuhost ve smyku**.

## Střihání materiálu

Při střihání materiálu musíme materiál porušit, a proto platí vztah.

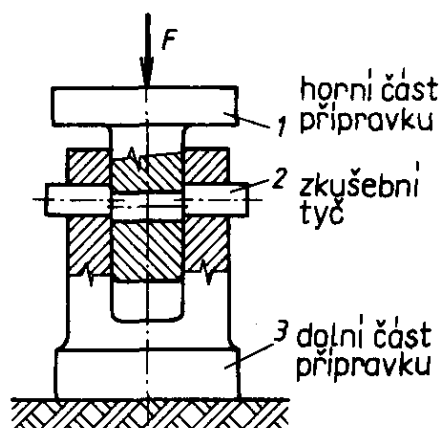
$$\tau_{\max} = \frac{F}{S} = \frac{F}{O \cdot t} \geq \tau_{Ps} \approx 0,6 \delta_{Pt},$$

kde  $O$  je obvod stříhu a  $t$  tloušťka plechu.

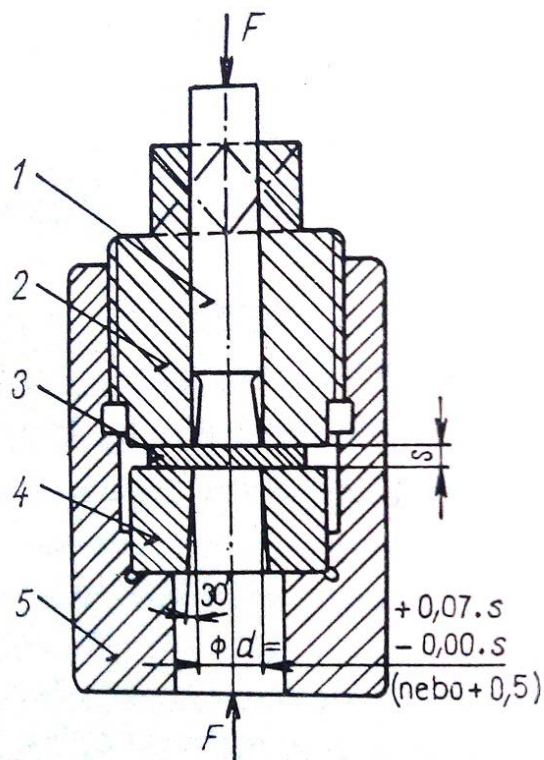


Obr. 5. Tvar namáhané plochy

Zkouška smykem se provádí se na univerzálním trhačím stroji s přídavným zařízením pro dvoustřih



Obr. 6. Schéma zkoušky



Obr. 7. Děrovací přípravek pro zkoušku stříhem  
 1. – Střížník, 2. – Přidržovač, 3. – Zkušební plech, 4. – Střížnice, 5. – Těleso přípravku

## Název úlohy: Zkouška smykem

---

### Zadání úlohy

- a) Proveďte zkoušku smykem u zkušebních vzorků (měď, mosaz, hliník, ocel). **Cu, CuZn, Al, ocel**
- b) Vypočítejte pevnost ve smyku pro příslušné materiály.

### Měřidla a pomůcky

U měřidel uveďte rozsah a přesnost.

- Posuvné měřítko
- Univerzální trhací zařízení WP 300

### Nákres součásti

Nakreslete a okótujte zkušební vzorek.



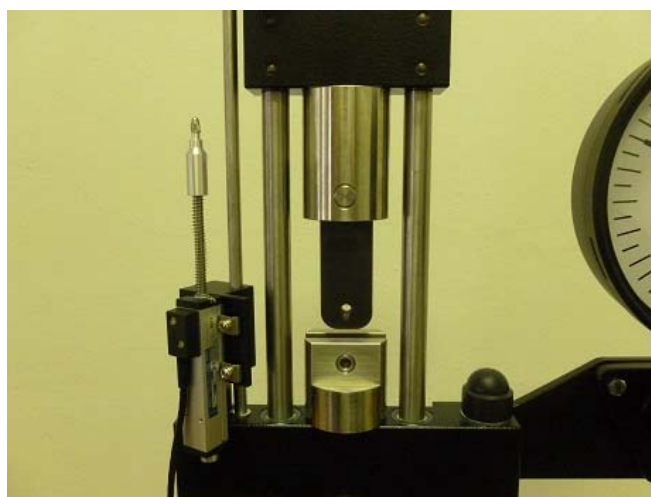
## Postup měření

- Posuvným měřítkem změřte 3krát průměr do zkušebních tyčinek, hodnoty zapište do tabulky (tab. 1) a vypočítejte aritmetické průměry  $\overline{d_0}$ .

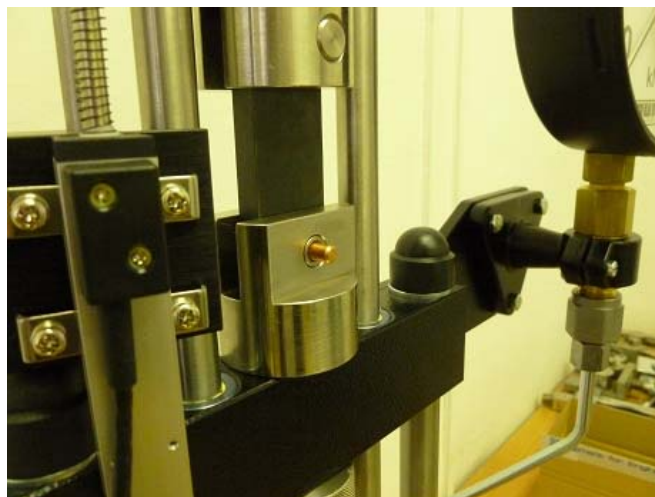
Tab. 1. Tabulka naměřených hodnot

	Průměry $d_0$ [mm]			Součet $\Sigma$	$\overline{d_0}$ [mm]
Měď					
Mosaz					
Hliník					

- Vložte zkušební tyčinku z mědi do přípravku pro zkoušku smykem univerzálního trhacího zařízení.



Obr. 8. Přípravek pro zkoušku smykem



Obr. 9. Univerzální zařízení WP 300 - zkouška smykem

- Na indikátoru síly nastavte ručičku síly na nulu.
- Otáčejte pomalu a rovnoměrně ručním kolem až dojde k přestřížení zkušební tyčinky.
- Na indikátoru síly odečtěte maximální hodnotu síly potřebnou pro přerušování zkušební tyčinky.



Obr. 10. Nastavení indikátoru síly

- Takto proved'ete zkoušku smykem u dalších vzorků z mosazi a hliníku.

- Vypočítejte velikost smykového napětí a zaznamenejte do tabulky.

$$\tau_s = \frac{F}{S} = \frac{F_{\max}}{2 \cdot S_0} \quad [MPa]$$

$F_{\max}$  – zatěžující síla [N]

$S_0$  – průřez v místě stříhu  $S_0 = \frac{\pi d^2}{4} [mm^2]$

Zkušební vzorky	$F_{\max}$ [ N ]	$S_0$ [ mm <sup>2</sup> ]	$\tau_s$ [MPa]
Měď			
Mosaz			
Hliník			

## Závěr

Porovnejte vypočítané smykové napětí jednotlivých materiálů.

Uveďte, které součásti jsou namáhané na smyk.

## Použitá literatura

Archiv autora

AMBROŽ, Oldřich, Milan HORÁČEK a Zdeněk MACHÁČEK. Technologie slévání, tváření a spojování: Laboratorní cvičení. 1. vyd. Brno: VUT Brno, 1989, 92 s. ISBN 80-214-0043-9.

FOREJT, Milan, Anton HUMÁR, Miroslav PÍŠKA a Libor JANÍČEK. *Experimentální metody*. Brno, 2003. 83 s. [cit. 2008-04-15]. Dostupné z WWW: <[http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory\\_soubory/download/experimentalni\\_metody\\_cviceni\\_forejt\\_piska\\_humar\\_janicek.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/download/experimentalni_metody_cviceni_forejt_piska_humar_janicek.pdf)>

ŠLAIS, Miroslav. *Studium vlivu rychlostních a teplotních parametrů na tváritelnost Ti slitin*. Brno, 2012. Dostupné z: [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=46688](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=46688). Dizertační práce. Fakulta strojního inženýrství, VUT v Brně.

<http://czu.kbx.cz/2.rocnik/PRU%8ENOST%20A%20PEVNOST/3.kapitola.pdf>

ŠULC, Jan. *Technologická a strojnická měření: pro SPŠ strojnické*. Praha: SNTL, 1982.

[www.primat.cz/utb-fame/predmety/...q4756/...zkoušky.../download/](http://www.primat.cz/utb-fame/predmety/...q4756/...zkoušky.../download/)