

# 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:

- a) na zkoušky za normálních teplot,
- b) na zkoušky za vysokých teplot,
- c) na zkoušky za nízkých teplot.

Statické zkoušky můžeme rozdělit i podle způsobu působení zatěžující síly:

# OVMT

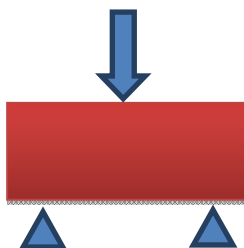
a) zkouška v tahu,



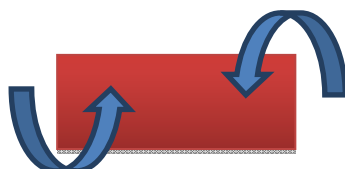
b) zkouška v tlaku,



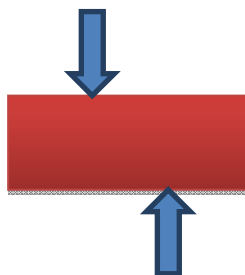
c) zkouška v ohybu,



d) zkouška v krutu,



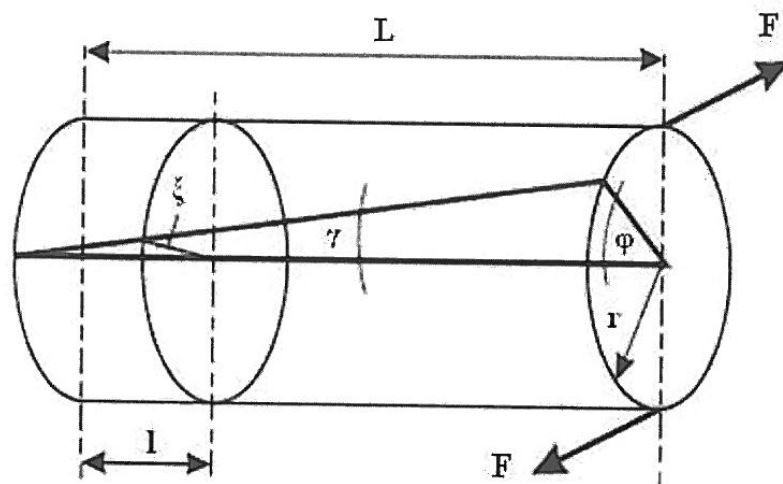
e) zkouška ve stříhu.



# Zkouška krutem

Zkouška krutem se provádí tak, že jeden konec analyzovaného vzorku je nepohyblivě upnut a druhý konec je zatěžován kroutícím momentem o určité velikosti (obr. 1). Konečným bodem je vznik porušení, ke kterému dojde při překročení maximálního napětí v krutu. Při této zkoušce je využíváno vzorků kruhových průřezů, avšak lze testovat i různé jiné typy průřezů. Cílem je stanovení úhlu zkroucení  $\gamma$  za působení určitého kroutícího momentu na daný materiál (počet otáček). Definice kroutícího momentu je dána vztahem.

Závislost kroutícího momentu na deformaci může být zaznamenána do grafu. Dalšími důležitými veličinami jsou velikost síly, působící silové dvojice, úhel zkroucení.



Obr. 1. Schéma namáhání krutem

## Moment v krutu

$$M_k = F \cdot r \quad [N \cdot m]$$

F – síla

r – rameno (v našem případě je tímto ramenem poloměr zkušební tyče)

Ze známých údajů lze získat další informace. Například maximální napětí v krutu, poměrné zkroucení nebo zkos. Maximální napětí v krutu je podíl maximálního zatěžujícího momentu  $M_{kmax}$  a průřezové charakteristiky  $W_k$  v krutu. Zkouška v krutu příliš využívána není, avšak využívá se například k simulaci zatížení hřídelí atd.

## Napětí v krutu

$$Rmk = \frac{Mk}{Wk} [MPa]$$



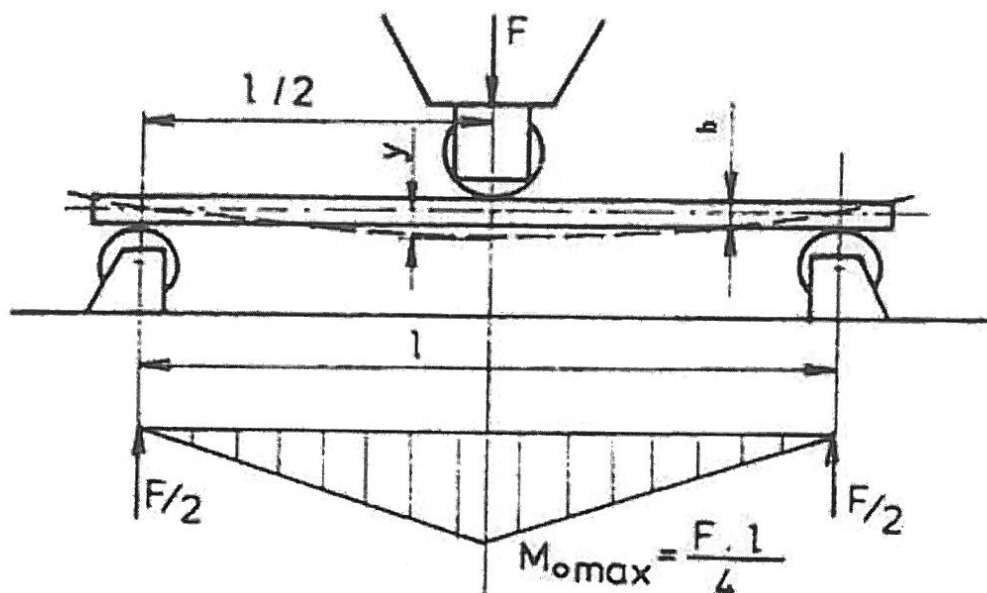
Obr. 2. Zkušební stroj pro zkoušku krutem s jmenovitým kroutícím momentem 50 000Nm, což odpovídá síle 5tun působící na páce o délce 1m



Obr. 3. Zkušební stroj Zwicky – Line pro zkoušku krutem s torzním pohonem od 2 do 20Nm. Zkušební stroj umožňuje provádět zkoušku tahem či tlakem v kombinaci s krutem

## Zkouška ohybem

Tato zkouška patří mezi statické destruktivní a jejím cílem je stanovit průhyb  $y_{\max}$  daného materiálu. Principem zkoušky je, že zkušební kus je položen na podporách a působí na něj ohybová síla (viz obr. 4). Tato síla působí deformaci, kterou analyzujeme až do porušení materiálu. Zkouška má význam jak u materiálů křehkých (dochází u nich k lomu), tak u materiálů tvárných. U tvárných materiálů se používá jako zkouška technologická, kterou zjišťujeme charakteristiky materiálů při ohybu. Speciálními případy této zkoušky jsou vzorky s vruby. Vruby mohou mít různé tvary a výrazně ovlivňují výsledné hodnoty, protože je narušena celistvost materiálu a změní se průběh napětí v součásti.



Obr. 4. Schéma zkoušky v ohybu

Při této zkoušce se vyhodnocují veličiny jako pevnost v ohybu, což je napětí, které je dáno vztahem:

## Pevnost v ohybu

$$\sigma_o = \frac{M_{o_{\max}}}{W_o} \quad [MPa]$$

## Průřezový modul pro kruhový průřez

$$W_o = \frac{\pi d^3}{32} \quad [cm^3]$$

## Maximální ohybový moment

$$M_{o_{\max}} = \frac{F}{2} \cdot \frac{l}{2} \quad [N \cdot m]$$

## Průhyb

$$y = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J}$$

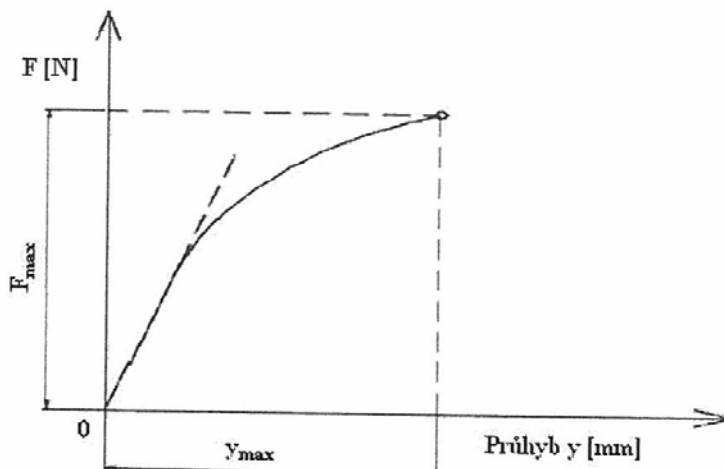
E – modul pružnosti v tahu (pro ocel  $E=2,1 \cdot 10^5$  MPa)

J – moment setrvačnosti průřezu (pro kr. průřez  $J = \frac{\pi d^4}{64} [cm^4]$ )

## Stanovení modulu pružnosti v tahu E

jestliže změříme průhyb  $y$ , můžeme určit z daného vztahu  $E$

$$E = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot y \cdot J} \quad [MPa]$$



Obr. 5. Diagram závislosti zatěžující síly na průhybu

# Název úlohy:

## Statická zkouška ohybem

---

### Zadání úlohy

- Proveďte zkoušku ohybem u zkušebních vzorků čtvercového a obdélníkového průřezu.
- Vypočítejte napětí v ohybu  $\sigma_0$  zkušebních vzorků.
- Vypočítejte průhyb  $y$  u zkušebních vzorků.

### 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 profil zkušebních vzorků a délku  $l$ .

Tab. 1. Tabulka naměřených hodnot

Profil	Rozměr [mm]			Plocha S [mm <sup>2</sup> ]
	a	b	l	
Čtverec				
Obdélník				



Obr. 6. Univerzální zařízení WP 300 - zkouška ohybem

- Vložte zkušební tyčinku obdélníkového průřezu do přípravku pro zkoušku ohybem univerzálního trhacího zařízení.
- Na indikátoru síly nastavte ručičku síly na nulu.





Obr. 7. Nastavení indikátoru síly

- Otáčejte pomalu a rovnoměrně ručním kolem a postupně zatěžujte zkušební tyč.
- Na indikátoru síly odečtěte maximální hodnotu síly  $F$  potřebnou pro ohyb zkušební tyčinky.
- Na číselníkovém úchylkoměru odečtěte velikost průhybu  $y$ .
- Takto proveďte zkoušku ohybem u tyče čtvercového profilu.
- Vypočítejte velikost napětí v ohybu  $\sigma_o$ .

$$\sigma_o = \frac{M_{o\max}}{W_o} \quad [MPa]$$

Maximální ohybový moment

$$M_{o\max} = \frac{F}{2} \cdot \frac{l}{2} \quad [N \cdot m]$$

Průřezový modul pro čtvercový průřez

$$W_o = \frac{1}{6} \cdot a^3 \quad [mm^3]$$

Průřezový modul pro obdélníkový průřez

$$W_o = \frac{1}{6} bh^2 \quad [mm^2] \quad W_o = \frac{1}{6} bh^2$$

- Vypočítejte velikost průhybu  $y$ .

$$y = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J}$$

$E$  – modul pružnosti v tahu (pro ocel  $E=2,1 \cdot 10^5$  MPa)

$J$  – moment setrvačnosti průřezu

pro čtvercový průřez

pro obdélníkový průřez

## Závěr

Porovnejte vypočítané smykové napětí jednotlivých materiálů.

Udejte, 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:

[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 tvařitelnost 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.

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

<http://www.primat.cz/utb-fame/predmety/...q4756/...zkousky.../download/>