



Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1
Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Mechanika, pružnost pevnost

Téma: Wöhlerova křivka, únava materiálu, Smithův a Haigův diagram materiálu, Smithův a Haigův diagram skutečné součásti, kontrola dynamicky namáhaných součástí

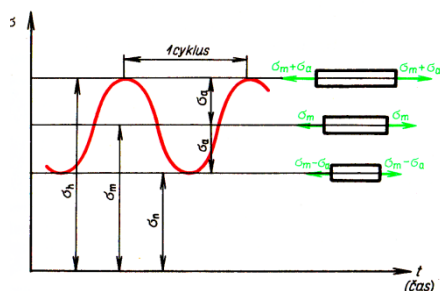
Autor: Ing. Jaroslav Svoboda

Číslo: VY_32_INOVACE_11–20

Anotace: Wöhlerova křivka, únava materiálu, Smithův a Haigův diagram materiálu, Smithův a Haigův diagram skutečné součásti, kontrola dynamicky namáhaných součástí
Určeno pro druhý ročník strojírenství 23-41-M/01.
Vytvořeno prosinec 2013

1. Druhy cyklů

Cyklické zatížení se vyznačuje periodickým kolísáním mezi maximem a minimem. Typický časový průběh pak může vypadat takto



Jednotlivé veličiny označíme takto:

Dolní napětí

$$\sigma_n = \sigma_h - 2 \cdot \sigma_a = \sigma_m - \sigma_a$$

Střední napětí

$$\sigma_m = \frac{(\sigma_h + \sigma_n)}{2}$$

Horní napětí

$$\sigma_h = \sigma_m + \sigma_a = \sigma_n + 2 \cdot \sigma_a$$

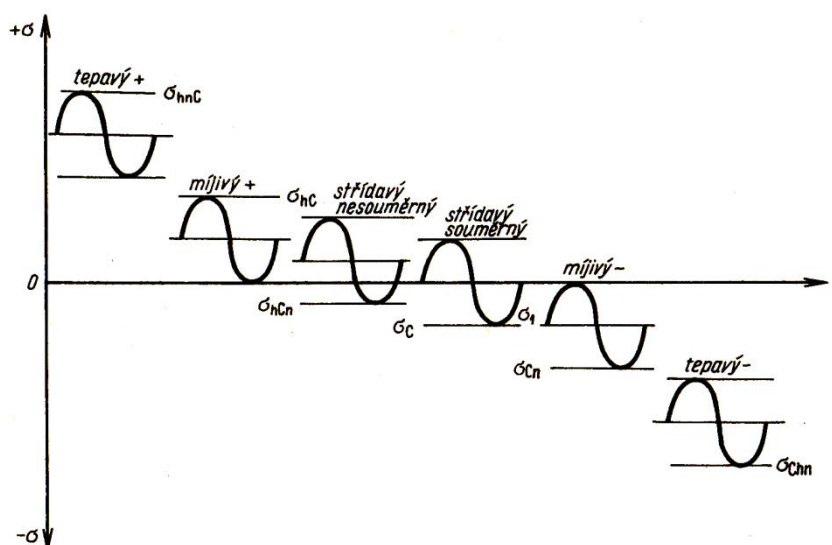
Amplituda napětí

$$\sigma_a = \sigma_h - \sigma_m = \sigma_m - \sigma_n$$

Výkmit

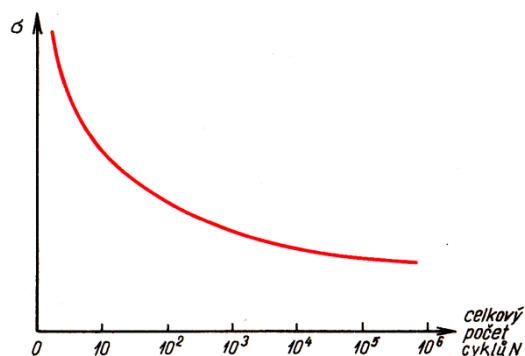
$$2 \cdot \sigma_a = \sigma_h - \sigma_n$$

Podle polohy napětí vzhledem k nulovému napětí rozeznáváme tyto druhy cyklů. Cyklická namáhání označujeme indexem C. Například σ_C, τ_C . K rozlišení druhu cyklů připojujeme h neb n. Je-li horní napětí kladné píše se značka vlevo od C. je-li záporné píše se vpravo od C.



2. Wöhlerova křivka

Je grafickou interpretací mezi amplitudou napětí a životností vzorku.



Mez únavy je nejvyšší amplituda napětí, při které materiál vydrží neomezený počet cyklů. Je závislý na materiálu.

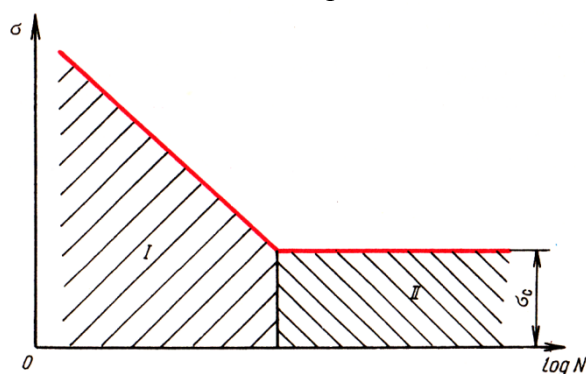
ocel $(3 \div 10) \cdot 10^6$ cyklů

měď $5 \cdot 10^6$ cyklů

hliník $(30 \div 500) \cdot 10^6$ cyklů

Plastické materiály nemají mez únavy.

Celý Wöhlerův diagram můžeme rozdělit na dvě pásma



Pásmo I pásmo časované pevnosti s omezenou životností

Pásmo II Pásmo meze únavy, tedy neomezené životnosti

Přitom přibližné meze únavy pro střídavý souměrný cyklus a běžné konstrukční oceli jsou:

střídavý tah a tlak $\sigma_{tC} = 0,35 \cdot \sigma_{Pt}$

míjivý tah $\sigma_{th(hC)} = 0,61 \cdot \sigma_{Pt}$

střídavý krut $\tau_{kC} = 0,25 \cdot \sigma_{Pt}$

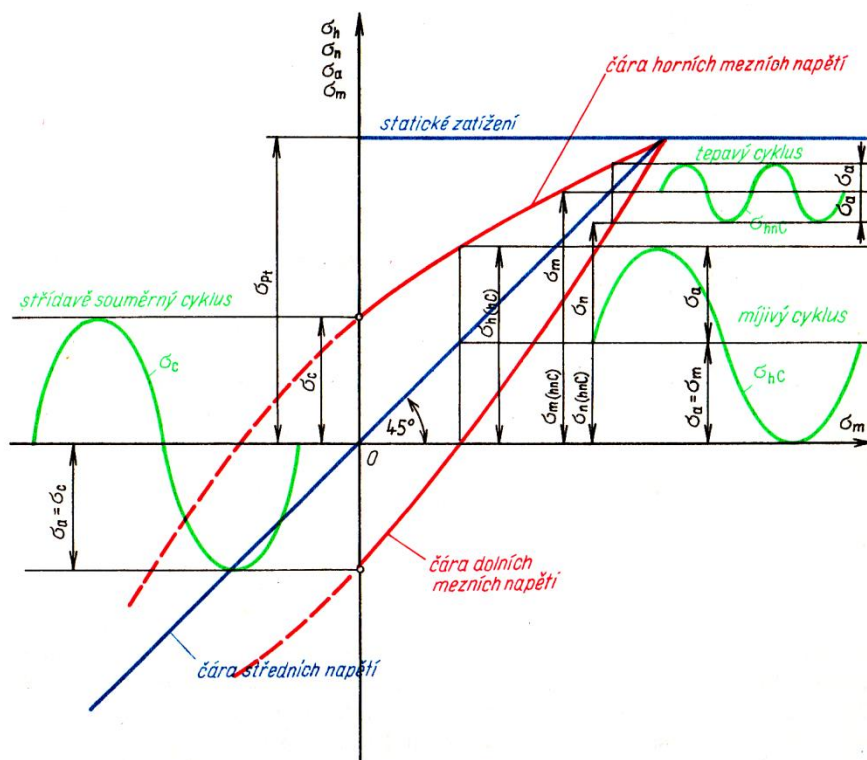
míjivý krut $\tau_{kh(hC)} = 0,49 \cdot \sigma_{Pt}$

střídavý ohyb $\sigma_{oC} = 0,43 \cdot \sigma_{Pt}$

míjivý ohyb $\sigma_{oh(hC)} = 0,74 \cdot \sigma_{Pt}$

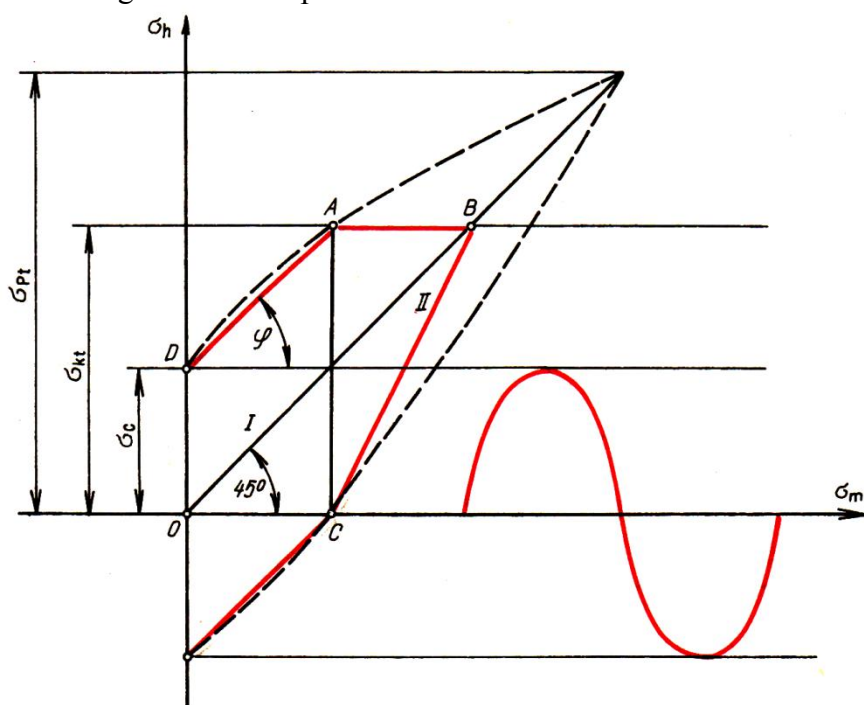
3. Smithův diagram

Předcházející hodnoty jsou pro střídavý souměrný cyklus. Pro jiný cyklus bychom museli provádět novou sérii měření. Vynesením hodnot $\sigma_{a,h,n} - \sigma_m$ do grafu bychom získali Smithův diagram.



Takto sestrojený Smithův diagram by vyžadoval velké množství zkoušek. Početní vyjádření mezních čar je poměrně složité. Proto se mezní čáry nahrazují přímkami.

Náhrada Smithova diagramu dvěma přímkami

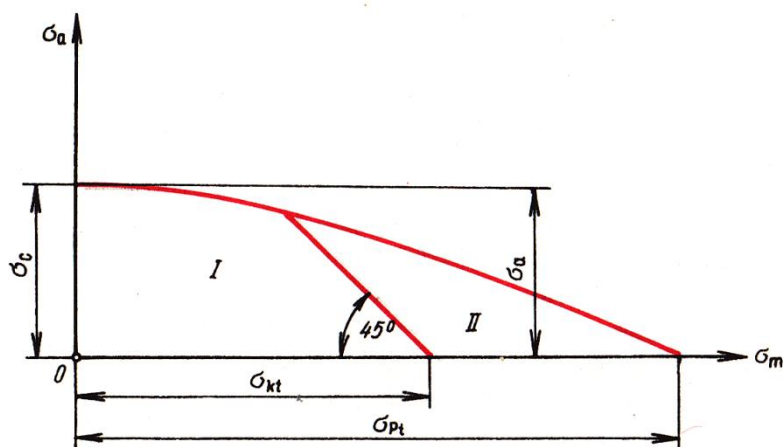


Při náhradě Smithova diagramu potřebujeme znát tyto hodnoty

- mez únavy pro střídavě souměrný cyklus, bod D
- úhel φ , který svírá čára horních mezních napětí s vodorovnou čarou.
- mez kluzu materiálu.
- mez pevnosti materiálu

4. Haighův diagram

Vyjadřuje závislost mezi $\sigma_a - \sigma_m$. Mezní čáry jsou zde nahrazeny křivkami nebo parabolami a početní řešení je mnohem schůdnější než Smithova diagramu.



5. Otázky a úkoly:

1. Čím se zásadně liší namáhání většiny strojních součástí od předpokladů statiky a pružnosti pevnosti.
2. Popište vzhled a příčinu únavového lomu
3. Čemu říkáme cyklické zatížení.
4. Znázorněte v diagramu jakékoliv cyklické namáhání a označte jeho význačné hodnoty.
5. Nakresli základní druhy cyklů.
6. Jakých indexů používáme při označování cyklických namáhání.
7. Mají všechny materiály mez únavy.
8. Nakreslete Smithův diagram pro materiál 11 500 při cyklickém zatížení tah-tlak přímkami. $\sigma_{Pt} = 500MPa$, $\sigma_{Kt} = 300MPa$, $\sigma_{tC} = 160MPa$,

Použitá literatura

[1] Mrňák, I. Drdla, A. *Mechanika pružnost a pevnost I*. 1. Vydání SNTL, 1988
Kapitola 9. s.326

[2] Turek, I. Skala, O. Haluška, J. *Mechanika sbírka úloh*. 2.vydání Praha: SNTL, 1982.
1981. Kapitola 4 s.75