



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

Název: Mechanika, pružnost pevnost

Téma: Cyklické namáhání, druhy cyklických namáhání, stanovení meze únavy vzorku

Autor: Ing. Jaroslav Svoboda

Číslo: VY_32_INOVACE_11–18

Anotace: Cyklické namáhání, druhy cyklů, mez únavy a její stanovení. Určeno pro druhý ročník strojírenství 23-41-M/01. Vytvořeno prosinec 2013

1. Cyklické namáhání

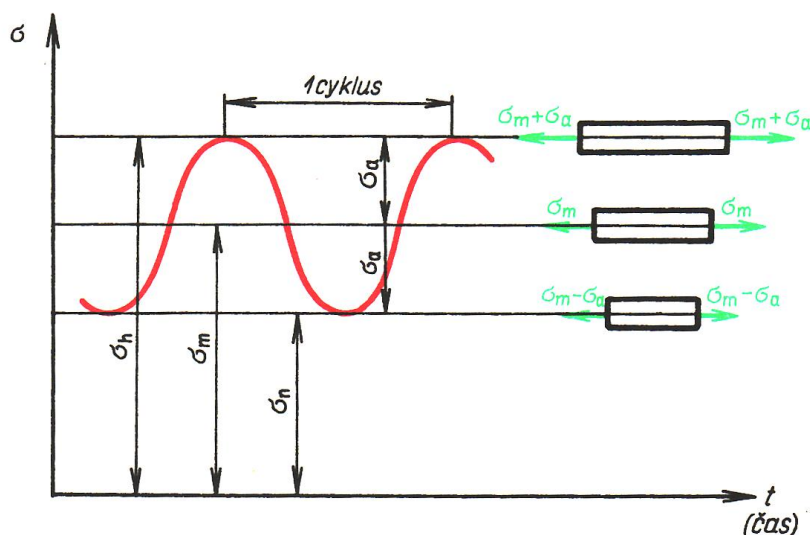
Všechny doposud prováděné výpočty vycházely ze dvou základních předpokladů:

- Materiálové konstanty R_m , R_e a z nich odvozené byly získány trhací zkouškou. Tato byla prováděna zatížením, které svou velikost měnilo velmi pomalu, proto jsme jej považovali za konstantní.
- Zkouška byla prováděna na normalizovaných tyčích co do velikosti, tvaru i jakosti opracování.

V praxi mají součásti vždy jiný tvar než zkušební tyč. V důsledku různých osazení, zápichů, závitů a dalších tvarových nehomogenit neplatí hypotéza o zachování rovinnosti průřezů. Napětí nebude rovnoměrně ani lineárně rozloženo po průřezu. Vliv těchto činitelů bude záviset na způsobu zatížení. Nyní se budeme zabývat zatížením měnícím se periodicky s časem.

2. Definice cyklického zatížení

Cyklické zatížení je takové zatížení, které periodicky kolísá mezi maximem a minimem. K určitému konstantnímu předpětí, střední síle, připojíme přídavnou sílu oscilující kolem síly střední. Pak časový průběh tohoto zatížení, nebo napětí bude vypadat následovně



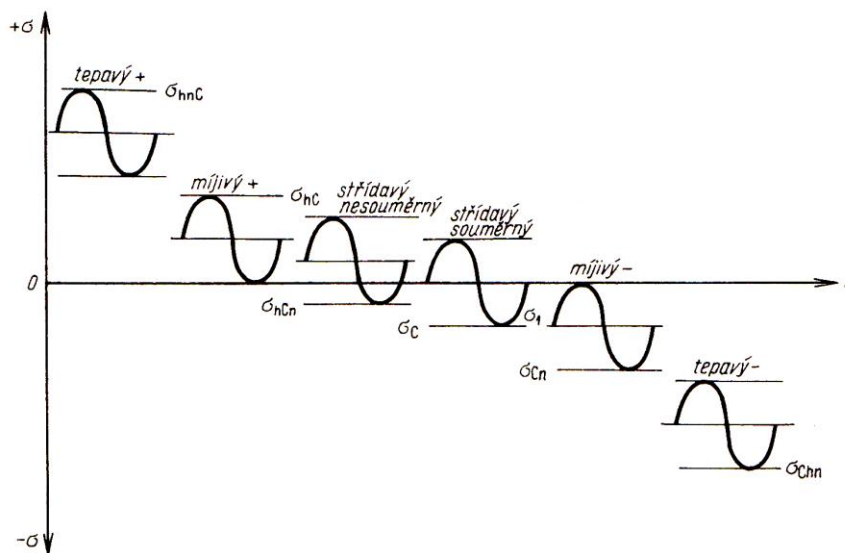
Jednotlivé veličiny budeme značit následovně:

Střední napětí	$\sigma_m = \frac{\sigma_h + \sigma_n}{2}$
Horní napětí	σ_h
Dolní napětí	σ_n
Amplituda	$\sigma_a = \sigma_h - \sigma_m = \sigma_m - \sigma_n = \frac{\sigma_h - \sigma_n}{2}$
Výkmit	$2 \cdot \sigma_a = \sigma_h - \sigma_n$

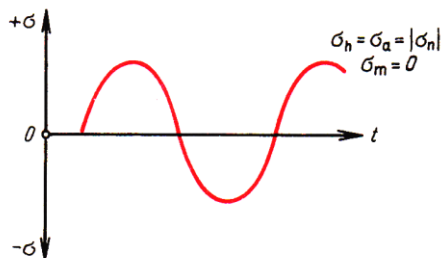
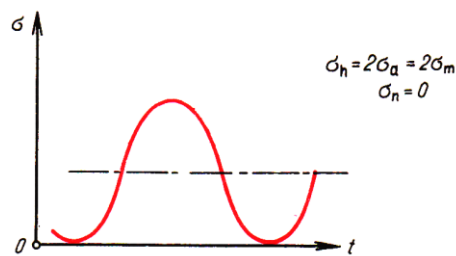
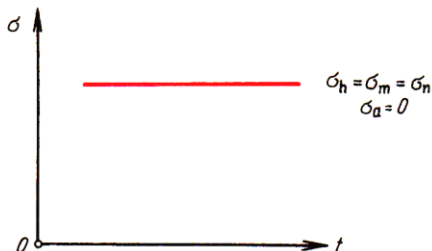
3. Druhy cyklů

Cykly znázorňujeme sinusovkou, i když v praxi nemusí být tento průběh dodržen. Veličiny nezávisí na časové jednotce, v níž se cyklus odehraje. Přitom zavádíme zjednodušující předpoklad, že jde o **ustálený cyklus**, to znamená, že amplituda se s časem nemění.

Cykly mohou být pouze tahové, tlakové nebo obou oblastech.



Základním druhům klasické pružnosti odpovídají tyto cykly

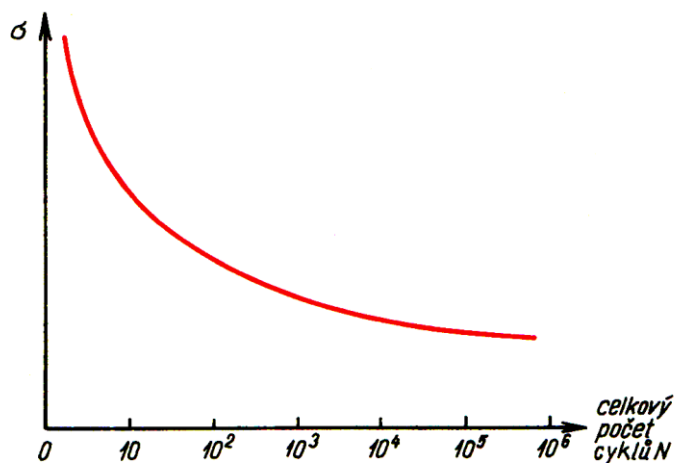


4. Wöhlerova křivka a mez únavy

Vlivem cyklického zatížení se v 19 století zabýval Wöhler. Bylo třeba vysvětlit, proč se materiál při cyklickém namáhání porušuje při hodnotách, které leží hluboko pod mezí pevnosti a i kluzu. Grafickou závislost mezi amplitudou napětí a životností vzorku nám ukazuje Wöhlerova křivka. Přitom zkušební vzorky musí vyhovovat těmto podmínkám:

- Musí být ze stejného materiálu
- Musí mít stejný tvar
- Musí být stejně opracovány

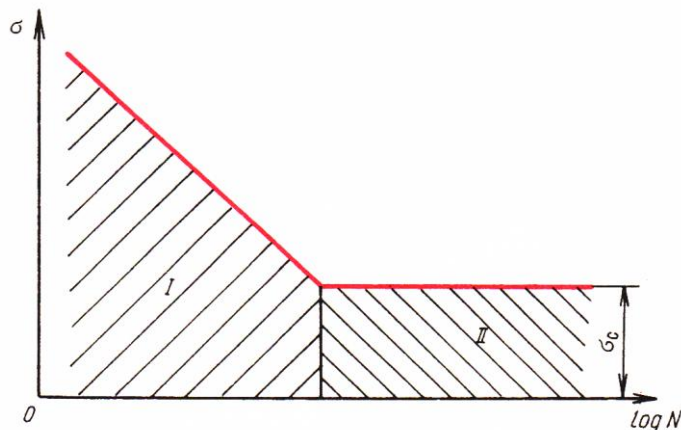
Zpravidla jde o zkušební tyčinky o průměru 10mm, hladké s leštěným povrchem. Během zkoušky se sada zkušebních tyček podrobí cyklickému zatížení střídavě souměrným cyklem o dané amplitudě. Tyč se poruší při určitém počtu cyklů. Získané hodnoty se vynesou do grafu. Při určité amplitudě přejde křivka v přímku rovnoběžnou s vodorovnou osou. To znamená, že při této amplitudě vydrží materiál neomezený počet cyklů. **Mez únavy** je tedy nejvyšší amplituda napětí, při které materiál vydrží neomezený počet cyklů



Tento počet cyklů činí:

Pro ocel	(3 až 10).10 ⁶ cyklů
Pro měď	50.10 ⁶ cyklů
Pro hliník	(30 až 500).10 ⁶ cyklů

Celý Wöhlerův diagram dělíme na dvě pásma. Pásma I časových pevností, Pásma II pásmo meze únavy.



5. Určení mez únavy vzorku

Mischke na základě analýzy velkého množství výsledků mechanických zkoušek doel k závěru že mez únavy závisí na mezi pevnosti. Pro oceli je tento vztah následující:

$$\sigma_{C0} = 0,504 \cdot R_m \quad R_m \leq 140 \text{MPa}$$

$$\sigma_{C0} = 740 \text{MPa} \quad R_m > 140 \text{MPa}$$

R_m představuje minimální hodnotu meze pevnosti

6. Otázky a úkoly:

1. Co je cyklické zatížení.
2. Nakresli příklad cyklického namáhání a zakótuj význačné hodnoty.
3. Nakresli základní druhy cyklického namáhání.
4. Závisí cyklické namáhání na čase.
5. Nakresli Wöhlerův diagram.
6. Rozděli Wöhlerův diagram na pásmo I a II.
7. Co je mez únavy.
8. Jak určujeme mez únavy vzorku.
9. Urči mez únavy vzorku pro význačné konstrukční materiály.

7. Použitá literatura

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

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