

KET/CHH

2. přednáška

Ing. Martin Sýkora, Ph.D

Opakování z minulé přednášky...

Veličina	Označení	Jednotky
<i>výchylka</i>	<i>A</i>	<i>m, mm, μm</i>
<i>rychlost</i>	<i>v</i>	<i>m/s</i>
<i>zrychlení</i>	<i>a</i>	<i>m/s², mm/s²</i>

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2A}{dt^2}$$

Absolutní a relativní snímače chvění

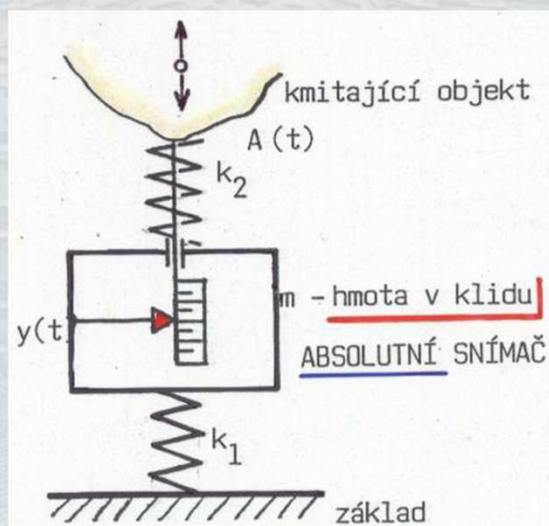
Relativní snímač chvění

- Měří chvění vzhledem k nějakému bodu v prostoru
- Oba body se mohou vzájemně pohybovat – relativní chvění
- Např. měření mezi rámem stroje a základem apod.

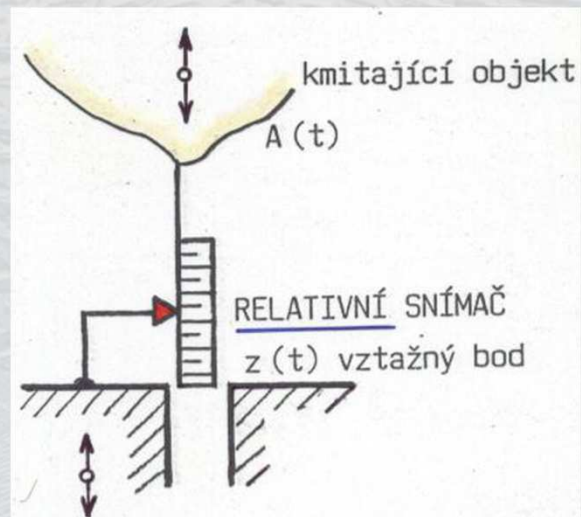
Absolutní snímač chvění

- Měří vůči setrvačné hmotě v klidu (tzv. seismická hmota)
- Tj. měří absolutní chvění objektu (pohybuje se) vůči hmotě, která je v klidu – absolutní chvění
- Princip nejčastěji používaného snímače – akcelerometru

Absolutní snímač chvění



Relativní snímač chvění



Rozdělení snímačů chvění

Dělení podle nejrůznějších kritérií

- *Montáž, princip, měřené veličiny*

Souvislost se zamýšleným způsobem použití

- *Specifické vlastnosti některých snímačů mohou omezit použití*

Některá kritéria dělení jsou obecná

- *Platí nejen pro snímače chvění, ale pro snímače obecně*

Snímače chvění podle spojení s měřeným objektem

Dotykové (taktilní)

- *Fyzicky spojen s měřeným objektem*
- *Nevýhody:*
 - *Zatěžuje měřený objekt (snímač má určitou hmotnost)*
 - *Nelze měřit např. horké povrchy*
 - *Způsob upevnění může ovlivnit vlastnosti snímače*
- *Příklad: běžně používané akcelerometry*

Snímače chvění podle spojení s měřeným objektem



KET/CHH 2.přednáška

8

Snímače chvění podle spojení s měřeným objektem

Bezdotykové

- *Pracují na takovém principu, který nevyžaduje mechanické spojení*
- *Např. laserový vibrometr – měření pohybu povrchu pomocí světelného paprsku*
- *Nevýhody:*
 - *Nákladné, složité, citlivé na zacházení*
 - *Potřeba odrazivý povrch*

Snímače chvění podle spojení s měřeným objektem



Snímače chvění podle principu

Dělení podle využívaného fyzikálního jevu

- *Mechanické*
- *Pneumatické*
- *Optické*
- *Elektrické*

Z hlediska praktického použití mají význam hlavně

- *Elektrické - piezoelektrický akcelerometr*
- *Optické resp. optoelektronické – laserový vibrometr*

Snímače chvění podle druhu změny

Podle toho zda generují signál

- Tzv. aktivní (neboli energetické)
- Snímač se chová jako zdroj energie
- Vznikající signál (např. napětí) odpovídá chvění
- Například piezoelektrický akcelerometr

Nebo mění určitou vlastnost či parametr

- Tzv. parametrické snímače
- Mění se např. odpor nebo indukčnost
- Vyžadují napájení

Snímače chvění podle měřené veličiny

Snímače výchylky

- *Tzv. vibrometry*
- *Měří výchylku*

Snímače rychlosti

- *Tzv. velometry*
- *Měří rychlost vibrací*

Snímače zrychlení

- *Tzv. akcelerometry*
- *Měří zrychlení*

Charakteristiky chvění

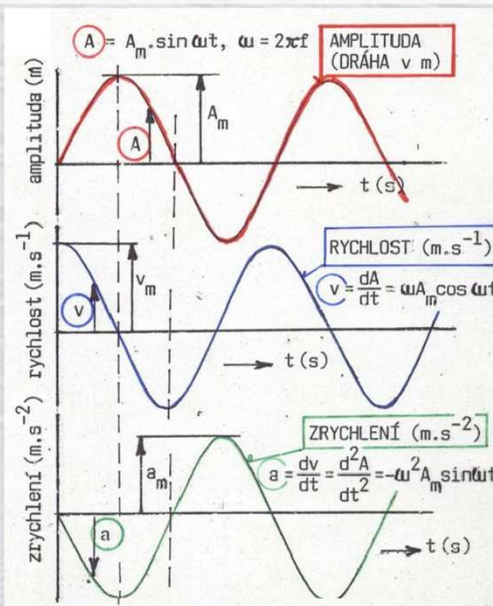
Veličiny popisující chvění mají charakter vektoru

- *Obecně může těleso kmitat ve všech třech osách – složky x, y, z*

Harmonické průběhy

- *Pro harmonické průběhy platí, že je lze vyjádřit pomocí amplitudy a fáze*
- *Vztah mezi výchylkou, rychlostí a zrychlením je dán derivací*
- *Nemění se tvar – pouze se mění pouze fázový posun*
- *V případech kdy není fáze významná a záleží pouze na amplitudě, lze výchylku určit dělením zrychlení konstantou - $4\pi f^2$*

Charakteristiky chvění



Charakteristiky chvění

Pro harmonický pohyb popsaný vztahem

$$A = A_0 \cdot \sin(\omega t)$$

Lze určit okamžitou rychlost kmitání

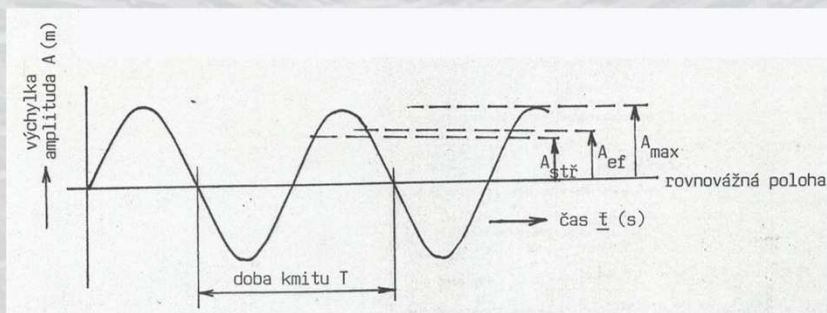
$$v = \frac{dA}{dt} = \omega \cdot A_0 \cdot \cos(\omega t) = v_0 \cdot \cos(\omega t) = v_0 \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

A okamžité zrychlení

$$a = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 \cdot A_0 \cdot \sin(\omega t) = -a_0 \cdot \sin(\omega t) = a_0 \cdot \sin(\omega t + \pi)$$

Charakteristiky chvění

Pro hodnocení chvění se používají různé charakteristické hodnoty daného průběhu



Charakteristiky chvění – maximální rozkmit

Maximální rozkmit – $2A_0$

- Též hodnota špička – špička (*peak – peak*) nebo dvojamplituda
- Významná hodnota z hlediska hodnocení maximálního namáhání konstrukce
- Dvojnásobek amplitudy – resp. vzdálenost mezi krajními body

Poznámka pro cvičení

- Maximálního rozkmitu využijeme při cejchování snímače
- Pro harmonický signál budeme porovnávat naměřené zrychlení a rozdíl krajních poloh kmitajícího objektu
- Odvození vztahu pro harmonický průběh – viz výše

Charakteristiky chvění – maximální hodnota

Maximální hodnota - A_0

- *Těž amplituda*
- *Reprezentuje maximální hodnotu, které průběh dosáhne*
- *Ukazuje velikost krátkodobé špičky, rázu*
- *Neříká nic o frekvenčních vlastnostech ani časovém průběhu*

Charakteristiky chvění – střední a efektivní hodnota

Střední hodnota - A_{str}

- *Integrální hodnota průběhu*
- *Získá se průměrováním okamžitých hodnot po určitou dobu*

Efektivní hodnota - A_{ef}

- *Z hlediska hodnocení velikosti vibrací nejdůležitější hodnota*
- *Analogicky jako u elektrických signálů*
- *Odráží se v ní jak energetické poměry signálu, tak do určité míry souvislost s tvarem průběhu*
- *Důležitá pro hodnocení negativních vlivů vibrací*

Hladinové vyjádření – decibely

Logaritmické vyjádření pomocí vztažné hodnoty

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{p}{p_0}$$

L_p – hladina dané veličiny

p – hodnota veličiny

p_0 – vztažná hodnota

Význam hladinového vyjádření

- Zmenšení rozsahu (řádově) vyjadřovaných hodnot
- Měřené hodnoty jsou často v rozsahu několika řádů
- Snazší porovnání řádově měřených hodnot

Hladinové vyjádření – veličiny popisující chvění

Veličina	Definiční vztah	Referenční hodnota
Hladina zrychlení	$L_a = 20 \cdot \log \frac{a}{a_0}$	$a_0 = 10^{-6} \text{ [m} \cdot \text{s}^{-2}]$
Hladina rychlosti	$L_v = 20 \cdot \log \frac{v}{v_0}$	$v_0 = 10^{-9} \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$
Hladina výchylky	$L_A = 20 \cdot \log \frac{A}{A_0}$	$A_0 = 10^{-6} \text{ [m]}$



Děkuji za pozornost