

Príčiny vzniku nepresností v processe obrábania

Kmitanie v sústave S-N-O-P

Príčiny vzniku nepresností

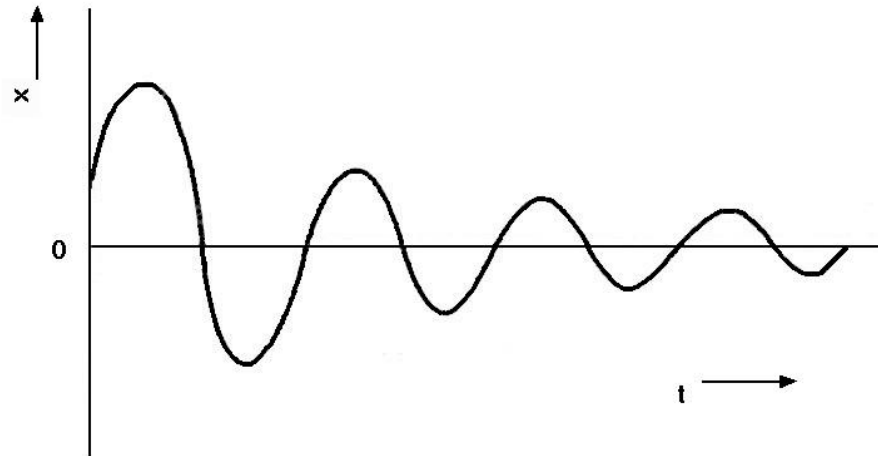
- Nesprávne nastavenie prvkov sústavy S-N-O-P
- Poddajnosť sústavy S-N-O-P
- Teplotné zmeny v sústave S-N-O-P
- Napät'ové stavy v materiáli
- Opatrebovanie rezného nástroja
- Pôsobenie zložiek reznej sily

Druhy kmitov v sústave S-N-O-P

Z hľadiska fyzikálnej podstaty môžu sa v technologickej sústave vyskytovať tieto druhy kmitov:

- a) **vlastné kmity** – ak na sústavu pôsobí jednorázová vonkajšia sila
- b) **vynútené kmity** – ak na sústavu pôsobí periodická vonkajšia sila
- c) **samobudené kmity** – ak periodicky sa meniaci sila vzniká vo vnútri systému

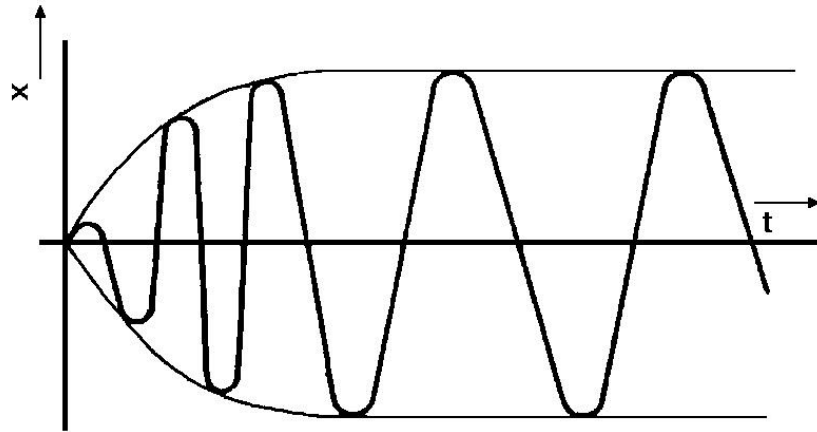
Vlastné kmity



- vzniknú, ak na sústavu pôsobí jednorázová vonkajšia sila
- frekvencia vlastných kmitov sa rovná tzv. vlastnej frekvencii sústavy
- vlastné kmity sú kmity tlmené
- T a f nezávisia od začiatočnej výchylky ani od rýchlosti kmitajúcej časti
- vlastné kmity sa udržujú pôsobením síl pružnosti
- **vplyv na proces obrábania je zanedbateľný**

Riešenie: **zväčšenie hmotnosti sústavy**

Vynútené kmity



- vzniknú, ak na pružnú sústavu pôsobí periodická vonkajšia sila
- frekvencia vynútených kmitov sa rovná frekvencii budiacej sily
- amplitúda je úmerná amplitúde budiacej sily (postupne narastá, až sa ustáli na určitej hodnote)
- vynútené kmity sprevádzajú vždy vlastné kmity (pružné sily sa snažia dostať kmitajúce teleso do rovnovážnej polohy)
- ak frekvencia vynúteného kmitania je zhodná s frekvenciou vlastných kmitov, vzniká jav, nazývaný **rezonancia**

Príčiny vzniku vynútených kmitov

a/ budiaca sila nie je spojená s procesom rezania materiálu

- prenosom kmitov z okolia cez základy stroja
- nevyvážením otáčajúcich sa častí sústavy S-N-O-P
- chybami v prevodoch stroja (valivé ložiská, ozubené kolesá, ...)

b/ budiaca sila závisí od podmienok rezného procesu

Pri **frézovaní**:

- dôvodom je hádzanie frézy ($f = n$)
- **zmena okamžitého prierezu odoberanej vrstvy** materiálu jedným zubom frézy a **zmenou počtu zubov v zábere** ($f = n \times z$; $A = f(S; B)$)

Pri **sústružení**:

- dôvodom je hádzanie obrobku ($f = n$)

Pri **brúsení vonkajších valcových plôch**:

- dôvodom je hádzanie obrobku a hádzanie brúsneho kotúča ($f = n$)

Vynútené kmity

Riešenie:

- použitie vhodných základov strojov a usporiadania jednotiek výrobného systému
- odstránenie chýb v prevodoch
- statické a dynamické vyváženie rotujúcich prvkov sústavy S-N-O-P
- vyvarovanie sa práce v rezonančnej oblasti (napr. zmenou frekvencie otáčania, zvyšovaním tuhosti sústavy, ...)
- zmenšenie prierezu odoberanej vrstvy materiálu
- použitie tlmičov a zotrvačníkov

Samobudené kmitanie

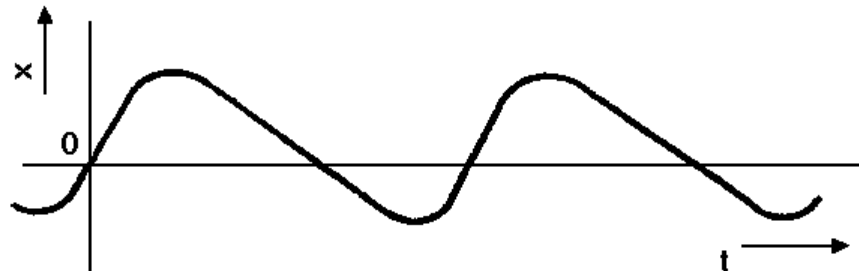
Samobudené kmity môžu byť **parametrické**, **skoroharmonické** alebo **relaxačné**.

a/ parametrické kmity

- vznikajú v prípade, že niektorý parameter sústavy sa periodicky mení (priehyb hriadeľa prevodovky stroja so žliabkom pre pero)

b/ skoroharmonické kmity

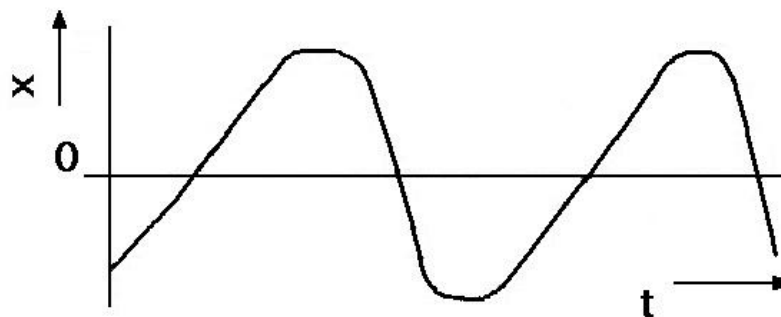
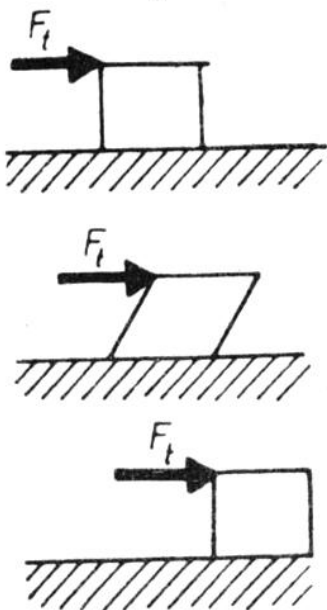
- kmity majú nesínusový priebeh (nelineárne kmity)
- budené sú reznou silou
- frekvencia kmitov je blízka frekvencii vlastných kmitov sústavy
- medzi reznou silou a kmitavým pohybom existuje spätná väzba



Samobudené kmitanie

c/ relaxačné kmity

- vznikajú v dôsledku trenia v sústave S-N-O-P (napr. pohyb suportu po vodiacich plochách lôžka stroja)
- ich vznik je podmienený zmenou koeficientu trenia trecej dvojice (Wan der Pollov model)
- kmity nemajú sínusový priebeh



Príčiny vzniku samobudených kmitov

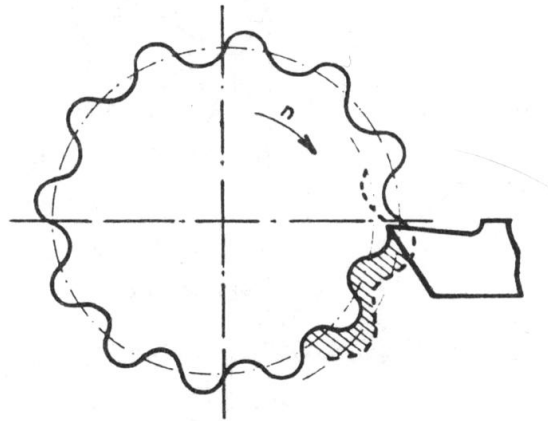
Kmity vznikajúce v dôsledku pôsobenia **primárnych budiacich síl**:

- zmena koeficientu trenia (trecích síl a reznej sily) medzi nástrojom a trieskou (nehomogenita materiálu obrobku, vznik nárastku, ...)
- vplyv skutočných uhlov nástroja (pracovné uhly) na zmenu veľkosti reznej sily
- zmena polohy medznej roviny deformácie
- na vznik primárnych budiacich síl má vplyv tuhosť prvkov sústavy S-N-O-P

Príčiny vzniku samobudených kmitov

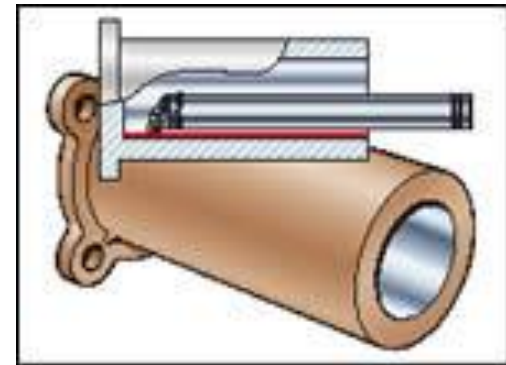
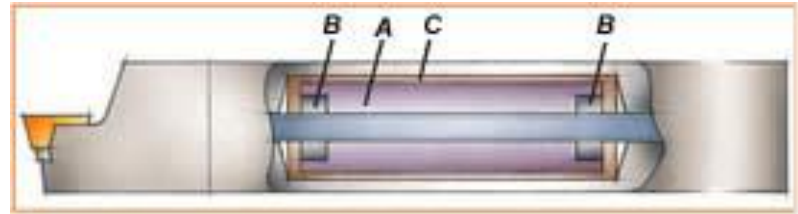
Kmity vznikajúce v dôsledku pôsobenia **sekundárnych budiacich síl**:

- vznikajú v dôsledku zmeny prierezu odoberanej vrstvy materiálu a rezných uhlov rezania v dôsledku vln na reznej plochy z predchádzajúcej otáčky alebo zdvihu
- vznikajú len vtedy, ak existuje fázový posun medzi dráhami kmitavého pohybu



Možnosti zamedzenia vzniku smobudených kmitov

- úpravou rezných podmienok
 - zmena hĺbky odrezávanej vrstvy, alebo zmenšením pomeru b/h
 - zvýšením reznej rýchlosti (pri nástrojoch zo spekaných karbidov)
 - zmenou geometrie nástroja (napríklad zhotovenie fazetky na čele nástroja)
- zväčšením tuhosti systému
 - zmenšením vyloženia nástroja
 - zväčšením prierezu nástroja
 - podoprením obrobku (napr. lunetou)
 - pridaním zotrvačníkov pri frézovacích hlavách
- zmenou pôsobiska reznej sily
 - voľbou vhodnej geometrie nástroja
 - zmenou zmyslu otáčania
- zväčšením tlmenia prvkov sústavy S-N-O-P
 - zavedením statických tlmičov
 - využitím dynamických tlmičov
 - použitím odstredivých regulátorov u brúsok



Použité zdroje:

1. BÉKÉS, J. *Inžinierska technológia obrábania kovov*. Bratislava : Alfa, 1981.
2. BEŇO, J. *Teória rezania kovov*. Košice : Vienala, 1999.
3. JANÁČ, A., LIPA, Z., PETERKA, J. *Teória obrábania*. Bratislava: STU v Bratislave, 2006.
4. KALPAKJAN, S., SHMID, S. R. *Manufacturing Engineering and Technology*. 6th Edition, Pearson Prentice Hall, 2009.
5. NESLUŠAN, M. et al. *Experimentálne metódy v trieskovom obrábaní*. Žilina : EDIS, 2007.
6. NESLUŠAN, M., ČILLIKOVÁ, M. *Teória obrábania*. Žilina : Žilinská univerzita, 2007.
7. VASILKO, K. *Analytická teória trieskového obrábania*. Prešov : FVT TU, 2007.