

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA FAKULTA STROJNÍ



DYNAMIKA

Mechanismy

Ing. Mgr. Roman Sikora, Ph.D.

Ostrava 2013

© Ing. Mgr. Roman Sikora, Ph.D.

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3039-1



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1	MECHANISMY	3
1.1	Základní pojmy	4
1.2	Příklady mechanismů s proměnným převodem	4
1.3	Kinematika mechanismů s konstantním převodem.	6
1.3.1	Některé příklady mechanismů s konstantním převodem.....	6
2	POUŽITÁ LITERATURA.....	10



1 MECHANISMY



STRUČNÝ OBSAH PŘEDNÁŠKY:

Mechanismy.

Základní pojmy.

Kinematika mechanismů s konstantním převodem.



MOTIVACE:

Ve strojích i přístrojích se lze setkat s mechanismy nejrůznějšího charakteru. Přes velkou různorodost mají společné principy to je, že slouží k transformaci pohybu či přenosu sil. Pro základní domluvu je nejprve nutno seznámit se se základními pojmy.

Určitě jste se setkali s jízdním kolem, či klasickou převodovkou automobilu. Tyto mechanismy patří k mechanismům s konstantním převodem. Pokud Vás zajímá, jakou vzdálenost na kole ujedete, jestliže například 10krát šlápnete do pedálů, je nutno vyřešit kinematiku tohoto mechanismu s konstantním převodem



CÍL:

Mechanismy-základní pojmy.

Kinematika mechanismů s konstantním převodem.



1.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Mechanismus: je soustava (alespoň dvou) těles spojených vazbami, která má alespoň jeden stupeň volnosti. Mechanismy slouží k transformaci pohybu.

Člen mechanismu: je jedno těleso, které nemění svůj tvar.

Rám: je člen mechanismu pevně spojený se Zemí (základním prostorem).

Kinematická dvojice: je dvojice členů, spojených vazbou.

Souřadnice vazby: je souřadnice, určující vzájemnou polohu členů dvojice vůči sobě navzájem.

Vstupní a výstupní člen: jsou členy na začátku a konci řetězce členů mechanismu.

Počet stupňů volnosti: je počet možných nezávislých pohybů, které mechanismus může vykonávat.

Souřadnice mechanismu: je jedna nebo více nezávislých souřadnic (podle počtu stupňů volnosti), určujících polohu mechanismu.

Kinematické schéma: je v maximální možné míře zjednodušený náčrtek mechanismu, kde pro vazby se používají značky známé ze statiky. (kloubová vazba; posuvný kloub;...).

Mechanismy rovinné: všechny členy konají rovinné pohyby v navzájem rovnoběžných rovinách.

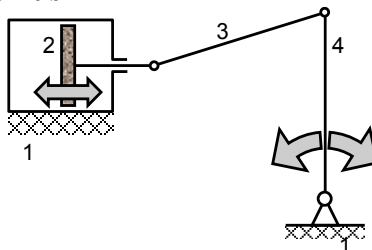
Mechanismy prostorové: alespoň jeden člen koná prostorový pohyb nebo členy konají rovinné pohyby v různoběžných rovinách.

Okamžitá poloha mechanismu: je jednoznačně určena tolika nezávislými souřadnicemi, kolik stupňů volnosti mechanismus má.

Rozdělení mechanismů podle charakteru převodu: mechanismy s konstantním převodem; mechanismy s proměnným převodem.

1.2 PŘÍKLADY MECHANISMŮ S PROMĚNNÝM PŘEVODEM

Excentrický klikový mechanismus

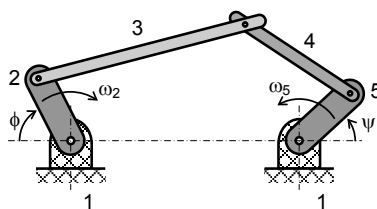


Excentrický klikový mechanismus

Rovinný mechanismus,
s jedním stupněm volnosti,
s proměnným převodem,
se čtyřmi členy (první člen je rám spojený se základním prostorem).



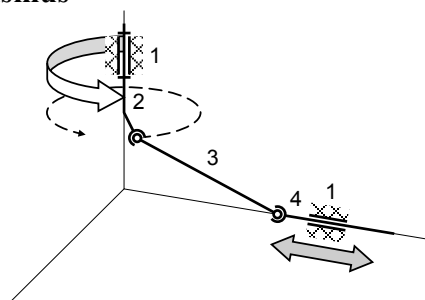
Čtyřkloubový mechanismus



Mechanismus se dvěma stupni volnosti

Rovinný mechanismus,
se dvěma stupni volnosti,
s proměnným převodem,
s pěti členy (první člen je rám spojený se základním prostorem).

Prostorový klikový mechanismus

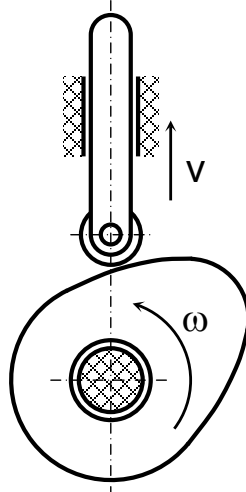


Prostorový klikový mechanismus

Prostorový mechanismus,
s jedním stupněm volnosti,
s proměnným převodem,
se čtyřmi členy (první člen je rám spojený se základním prostorem).

Váčkový mechanismus

Rovinný mechanismus,
s jedním stupněm volnosti,
s proměnným převodem,
se třemi členy (první člen je rám spojený se základním prostorem).



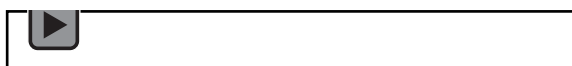
1.3 KINEMATIKA MECHANISMŮ S KONSTANTNÍM PŘEVODEM

Kinematiku mechanismů lze řešit některým z předchozích způsobů (pólovou konstrukcí, rozklady, analyticky;...). Jedním z hlavních úkolů kinematiky mechanismů je nalezení vztahu mezi zobecněnou souřadnicí (délkovou nebo úhlovou) vstupního členu a výstupního členu. Příkladem takové závislosti je závislost mezi délkou, o kterou se posune píst a úhlem o který se otočí klika klikového mechanismu. Této závislosti se říká zdvihová závislost. Dále lze nalézt závislost mezi zobecněnou rychlostí (rychlostí či úhlovou rychlostí) vstupního a výstupního členu, které se říká převod či obdobnou závislostí mezi zobecněnými zrychleními (zrychlení nebo úhlové zrychlení) vstupního a výstupního členu.

Pro mechanismy s konstantním převodem jsou poměry mezi předchozími vstupními a výstupními souřadnicemi, rychlostmi a zrychlením nezávislé na souřadnici vstupního členu a tyto poměry jsou stejné.



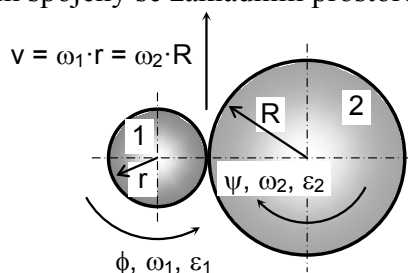
Audio 1.1 Kinematika mechanismů.



1.3.1 Některé příklady mechanismů s konstantním převodem

Soukolí s čelními koly

rovinný mechanismus,
s jedním stupněm volnosti,
s konstantním převodem,
se třemi členy (první člen je rám spojený se základním prostorem).



Kinematika:

Obě kola mají stejné obvodové dráhy $s_1 = s_2$ tedy $\phi \cdot r = \psi \cdot R$ (ϕ, ψ jsou úhlové dráhy).

Obě kola mají stejné obvodové rychlosti $v_1 = v_2$ tedy $\omega_1 \cdot r = \omega_2 \cdot R$.

Obě kola mají stejná tečná zrychlení atd. tedy $\epsilon_1 \cdot r = \epsilon_2 \cdot R$.

Převod P je v tomto případě dán poměrem poloměrů. (obě kola se otáčejí opačným směrem proto je záporný).

tedy:

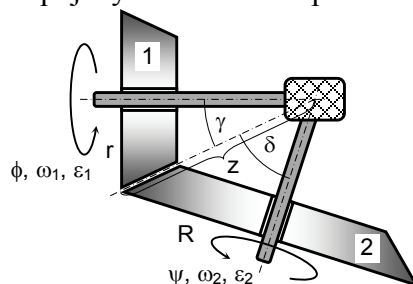
$$\begin{aligned}\psi &= P \cdot \phi \\ \omega_2 &= P \cdot \omega_1 \\ \epsilon_2 &= P \cdot \epsilon_1 \\ P &= \frac{-r}{R}\end{aligned}$$

Soukolí s kuželovými koly

Prostorový mechanismus,
s jedním stupněm volnosti,



s konstantním převodem,
se třemi členy (první člen je rám spojený se základním prostorem).



Kinematika: Obě kola mají stejné obvodové dráhy (tloušťku kol zanedbáme)
s₁=s₂ tedy $\phi \cdot r = \psi \cdot R$; kde $r = z \cdot \sin(\gamma)$ a $R = z \cdot \sin(\delta)$.

Převod:

$$P = \frac{-r}{R} = \frac{-z \cdot \sin(\gamma)}{z \cdot \sin(\delta)} = \frac{-\sin(\gamma)}{\sin(\delta)}$$

Pro nejčastější případ kdy $\gamma + \delta = 90^\circ$ je převod $P = -\tan(\gamma)$

Pro poměry mezi úhlovými drahami, rychlostmi a zrychleními platí (orientace je vidět na obrázku).

$$\begin{aligned}\psi &= P \cdot \phi \\ \omega_2 &= P \cdot \omega_1 \\ \varepsilon_2 &= P \cdot \varepsilon_1\end{aligned}$$

Planetové soukolí

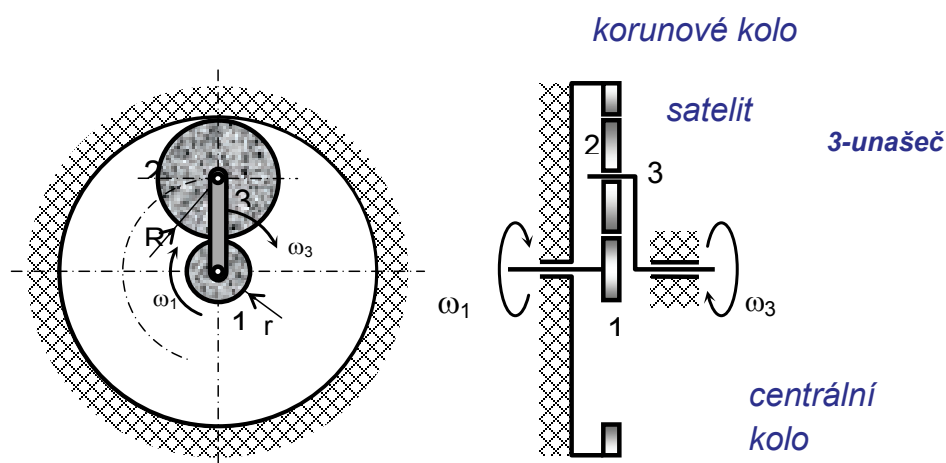
Rovinný mechanismus.

s jedním (nebo dvěma) stupni volnosti podle uspořádání.

s konstantním převodem.

s počtem členů podle uspořádání (je-li či není některý člen blokován-v nákrese je blokováno korunové kolo).

planetové soukolí



Kinematika: Zde záleží, co je vstupním a výstupním členem. V tomto případě je uveden vztah mezi úhlovou rychlostí centrálního kola s poloměrem r a unašeče při zablokovaném korunovém kole. Zde se centrální kolo a unašeč dotýkají a v místě vzájemného dotyku mají



stejnou rychlost. Satelit o poloměru R v tomto případě vykonává obecný rovinný pohyb. Bod na satelitu, který se dotýká korunového kola, má v daném okamžiku nulovou rychlost a je pólem jeho pohybu. Střed satelitu spojený s unašečem má tedy poloviční rychlost než bod vzájemného dotyku satelitu a centrálního kola. Odtud lze určit převod P .

$$\frac{\omega_1 \cdot r}{2} = (r + R) \cdot \omega_3$$

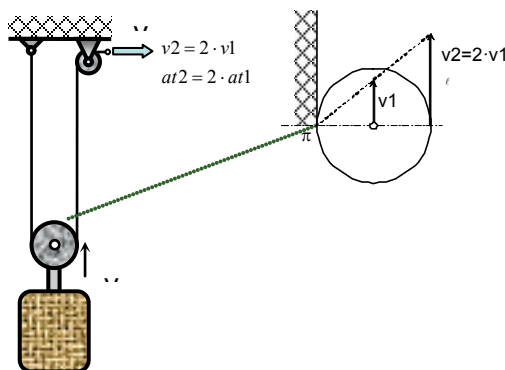
$$\omega_3 = \frac{r}{2 \cdot (r + R)} \cdot \omega_1$$

$$P = \frac{r}{2 \cdot (r + R)}$$

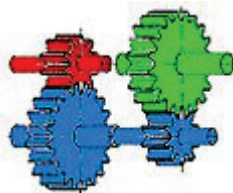


Kladkostroj:

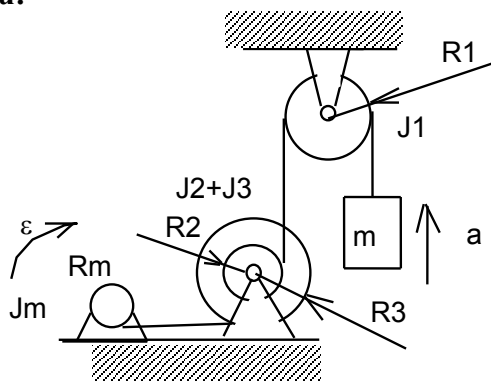
Kinematika: Zde volná kladka vykonává O. R. P a řešení pomocí pólové konstrukce je vidět z obrázku. Je-li výstupní rychlost v_2 pak převod $P=2$.



V případě **složeného převodu** je výsledný převod roven součinu jednotlivých převodů. Pro n převodů platí: $P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot \dots \cdot P_n$.



V tomto případě mají kola, která jsou na stejné hřídeli stejnou úhlovou rychlost a kola, která zabírají spolu stejnou obvodovou rychlost. Přebod nemusí být vždy bezrozměrnou veličinou, ale může mít i jednotku m nebo m^{-1} . Často se při převodech zapomíná uvést orientace výsledné veličiny. Nezapomínejte, že jak u rychlostí, tak u zrychlení se jedná o veličiny vektorové.

Příklad složeného převodu:

$$P = \frac{R_2 \cdot R_m}{R_3} \cdot \frac{R_1}{R_1} = \frac{R_2 \cdot R_m}{R_3}$$

pak

$$a = P \cdot \varepsilon$$

-kde a je zrychlení břemene a ε úhlové zrychlení motoru s kotoučem o poloměru R_m . Orientace je vidět z obrázku.



2 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] JULIŠ, K., BREPTA, R.: Mechanika II. díl - Dynamika; Technický průvodce, SNTL Praha, 1987.
- [2] Brát V., Rosenberg J., Jáč V.: Kinematika SNTL Praha 1987.
- [3] Brousil, J., Slavík, J., Zeman, V.: Dynamika, Praha, SNTL, 1989.
- [4] PODEŠVA, J.: Dynamika v příkladech. Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 2005, s. 65. ISBN 80-7078-678-7.
- [5] Feynman R. P., Leighton R. B., Sands M.: Feynmanovy přednášky z fyziky s řešenými příklady – 1.díl. Fragment, Havlíčkův Brod 2000.
- [6] Halliday D., Resnick R., Walker J.: Fyzika část 1 – Mechanika. Vysoké učení technické v Brně- Nakladatelství VUTIUM a PROMETHEUS Praha, 2000.

Internet

Studijní materiály:

<http://www.337.vsb.cz/studijni-materialy-109.html>.

