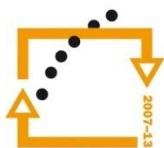




MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Převody a mechanismy

Téma: Řemenové převody

Autor: Ing. Magdalena Svobodová

Číslo: VY_32_INOVACE_15 – 09

Anotace: *Princip práce řemenových převodů. Výhody a nevýhody řemenových převodů, druhy řemenů a opásání. Síly působící u řemenových převodů. Výpočet převodů s klinovými řemeny. DUM je určen pro studenty třetího ročníku strojírenských oborů. Vytvořeno: září 2013*

Řemenové převody - základní pojmy

U řemenových převodů se krouticí moment přenáší pomocí tažných členů (řemenů) z hnací řemenice, která je spojena s hnacím hřídelem, na řemenici hnanou. Jedná se o opásaný převod se silovým stykem. Řemenové převody se používají zejména při přenosu výkonu na větší vzdálenosti a méně přesné převody.

Výhody :

- ▶ Jednoduchá výroba.
- ▶ Tichý chod a tlumení rázů.
- ▶ Možnost velké vzdálenosti hřídelů.
- ▶ Lze současně pohánět několik hřídelů.
- ▶ Chrání pracovní stroje před přetížením.
- ▶ Nevyžaduje mazání.

Nevýhody:

- ▶ Namáhání ložisek v důsledku předpětí pásu.
- ▶ Převodový poměr není stálý, dochází ke skluzu.
- ▶ Často nutné napínací zařízení.
- ▶ Omezená pracovní teplota.
- ▶ Špatná odolnost proti vlhkosti a nečistotám.

Druhy řemenů

Řemeny jsou ohebné převodové členy. Jejich životnost bývá omezená, proto je nutné při provozu řemeny pravidelně kontrolovat. Při nadměrném opotřebením nebo zestárnutí materiálu, případně jiném poškození je nutné řemeny vyměnit.

Druhy řemenů :

- ▶ plochý
- ▶ kruhový
- ▶ klínový
 - ▶ klasického průřezu
 - ▶ úzký klínový
- ▶ ozubený

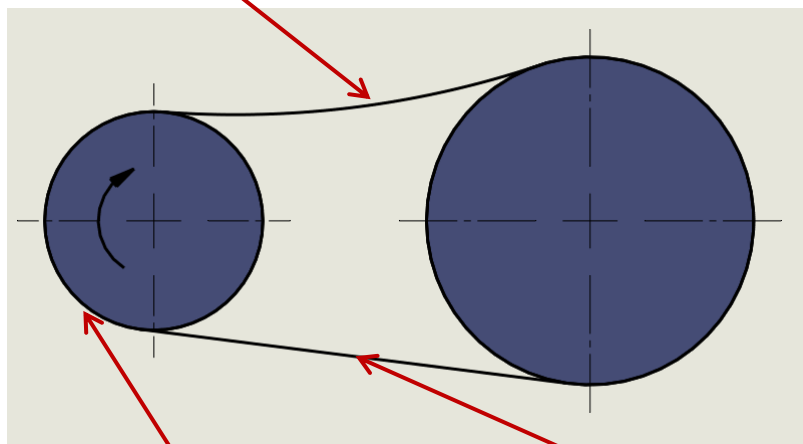
Řemeny ploché a kruhové mívají většinou konce spojené při montáži a osová vzdálenost řemenic je bez omezení. Moderní ploché řemeny lépe tlumí torzní kmitání a mají vysokou účinnost (98%). Klínové a ozubené řemeny bývají bezkoncevé a osová vzdálenost řemenic bývá omezená. Ozubené řemeny pracují bez skluzu (mají konstantní převodový poměr). Převody s ozubenými řemeny se někdy nazývají synchronní pohony.

Druhy opásání

K základním druhům opásání patří:

- ▶ otevřené opásání
- ▶ zkřížené opásání
- ▶ otevřené opásání s vodícími kladkami
- ▶ polozkřížené opásání.

Ochablý pás



Hnací řemenice

Zatížená část =
napjatý pás

Schéma řemenového převodu s otevřeným opásáním.

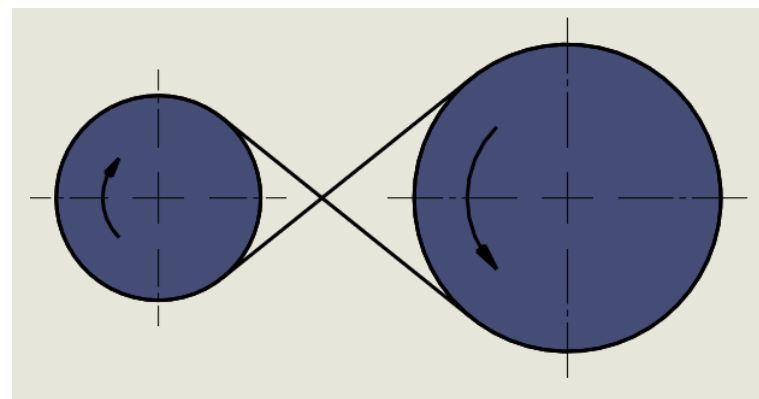
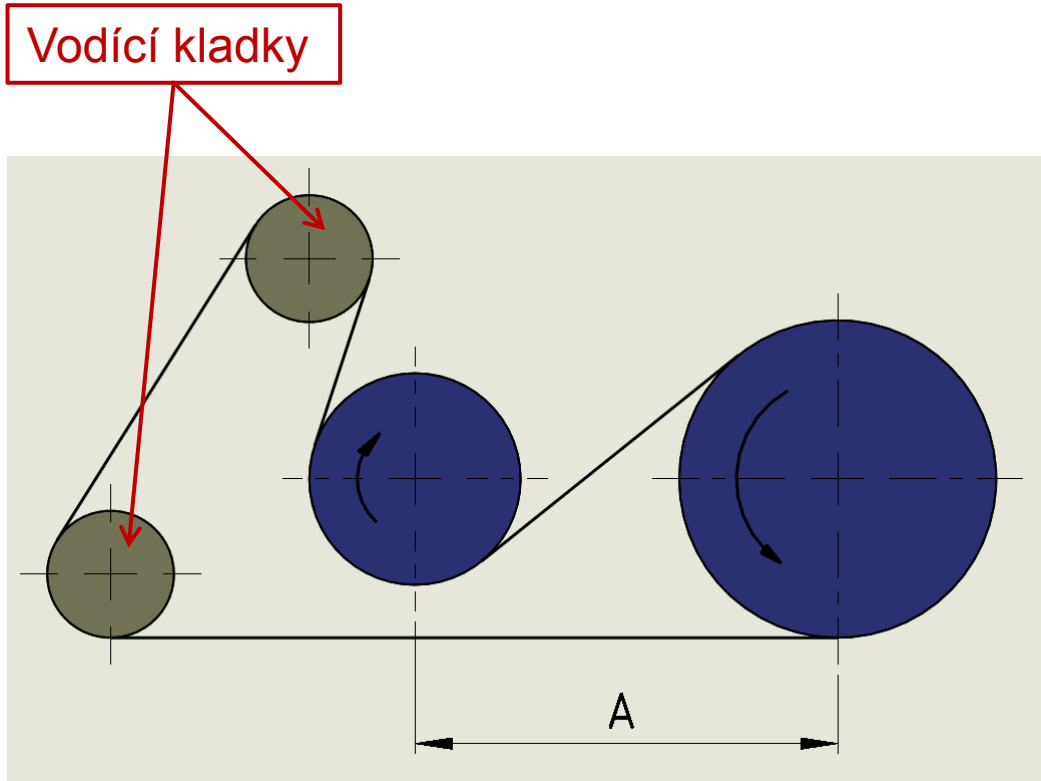
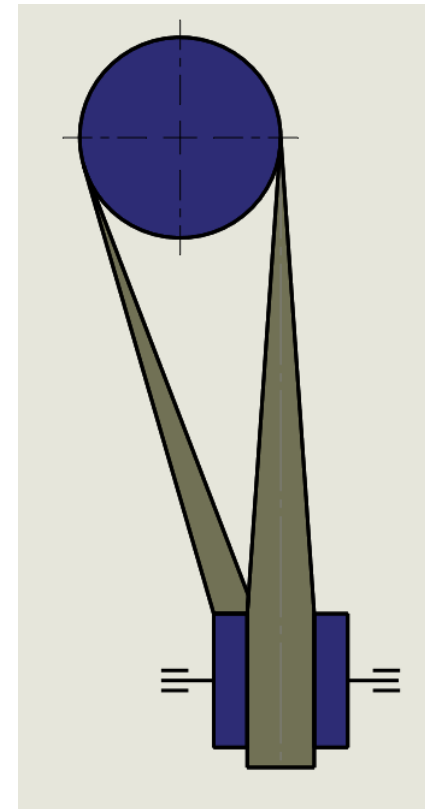


Schéma řemenového převodu se zkříženým opásáním.

Druhy opásání



Otevřené opásání s vodícími kladkami.

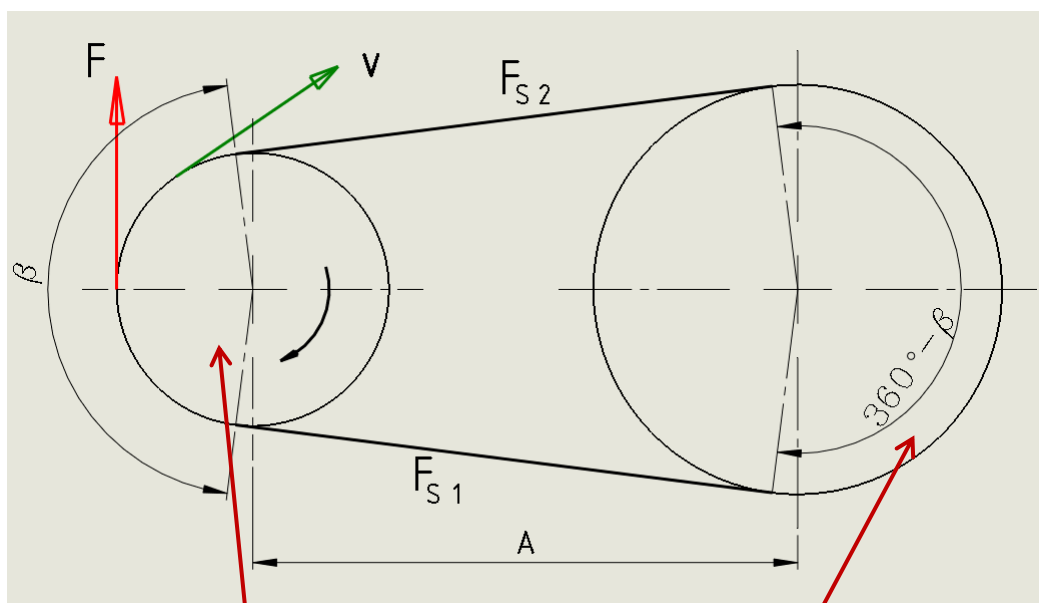


Polozkřížené opásání.

Geometrické poměry u převodu s plochým řemenem

Na pásu platí rovnováha sil.

$$F - F_{S1} + F_{S2} = 0 \Rightarrow F = F_{S1} - F_{S2}$$



Hnací řemenice – n_1

Hnaná řemenice – n_2

A	osová vzdálenost
D	průměr řemenice
F	obvodová síla
F_{S1}	síla v tažném pásu
F_{S2}	síla v ochablém pásu
P	přenášený výkon
i	převodový poměr
v	obvodová rychlost
β	úhel opásání
Ψ	skluz (0,98÷0,99)

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1 \cdot \Psi}$$

Geometrické poměry u převodu s plochým řemenem.

Výpočet sil a napětí v řemenu

Výpočet síly v tažném a ochablém pásu:

$$F_{S1} = F_{S2} \cdot e^{\beta f}$$

f součinitel tření mezi opásáním a řemenicí
 β úhel opásání (rad)

$$F_{S2} = F \cdot \frac{1}{e^{\beta f} - 1}$$
$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{D_2 - D_1}{2 \cdot A}$$
$$\beta = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\beta^\circ}{360^\circ}$$

Výslednice tahových sil v řemenu namáhá hřídel na ohyb. S ohledem na bezpečnost a možné větší předpětí řemenu se hřídel a ložiska dimenzují na sílu $F_U = (4 \div 5)F$.

Výpočet napětí v řemenu:

Řemen je namáhán tahovým napětím, napětím od odstředivé síly (uvažujeme při rychlostech nad $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) a ohybovým napětím.

$$\sigma_{\text{MAX}} = \sigma_t + \sigma_c + \sigma_o \leq \sigma_D$$
$$\sigma_t = \frac{F_{S1}}{S} \quad \sigma_c = \rho \cdot v^2 \quad \sigma_o = E_o \cdot \frac{s}{D_1}$$

Výpočet sil a napětí v řemenu , délka řemenu

D_1	průměr menší řemenice (mm)
E_o	modul pružnosti v ohybu pro řemen (MPa)
L	délka řemenu (mm)
S	plocha průřezu řemene (mm ²)
s	tloušťka pásu (mm)
v	obvodová rychlost pásu (m.s ⁻¹)
ρ	měrná hmotnost řemene (kg.m ⁻³)
σ_c	tahové napětí od odstředivé síly (Pa)
σ_{MAX}	celkové napětí v řemenu (MPa)
σ_o	míjivé ohybové napětí v řemenu (MPa)
σ_t	tahové napětí v řemenu (MPa)

Délka řemenu:

$$L = 2 \cdot A \cdot \sin \frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (D_2 - D_1) + \frac{\pi \cdot \alpha^\circ}{180^\circ} \cdot (D_2 - D_1) \quad \alpha = 90^\circ - \frac{\beta}{2}$$



Výpočet převodu klínovým řemenem

Zadané hodnoty:

P, n_M, n_V

C_P	součinitel dynamičnosti zatížení a pracovního režimu (-)
P	příkon motoru (W)
P_J	jmenovitý výkon (W)
i	převodový poměr
n_M	otáčky motoru / hnací řemenice (s^{-1})
n_V	otáčky vřetene / hnané řemenice (s^{-1})

Převodový poměr:
$$i = \frac{n_M}{n_V}$$

Rozhodneme se, zda použijeme řemen klasického průřezu nebo úzký klínový řemen, který je vhodnější pro vyšší rychlosti – až $60 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Jmenovitý výkon:

$$P_J = P \cdot C_P$$



Výpočet převodu klínovým řemenem

Dle jmenovitého výkonu a otáček motoru vybereme ve Strojnických tabulkách z grafu vhodný typ řemene a z tabulek výpočtový průměr malé řemenice.

d_1	výpočtový průměr malé řemenice – klasický průřez řemene (mm)
d_2	výpočtový průměr velké řemenice – klasický průřez řemene (mm)
d_p	výpočtový průměr malé řemenice – úzký klínový řemen (mm)
D_p	výpočtový průměr velké řemenice – úzký klínový řemen (mm)
ψ	skluz (-) bývá v rozmezí (0,98 ÷ 0,99)

Výpočtový průřez velké řemenice:

$$d_2 = d_1 \cdot \psi \cdot i \qquad D_p = d_p \cdot \psi \cdot i$$

Úhel opásání:

A_N zvolená vzdálenost os (mm)

α úhel opásání ($^\circ$)

$$0,7(d_1 + d_2) < A_N < 2(d_1 + d_2)$$

$$0,7(D_p + d_p) < A_N < 2(D_p + d_p)$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{d_2 - d_1}{2 \cdot A_N} \Rightarrow \alpha =$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{D_p - d_p}{2 \cdot A_N} \Rightarrow \alpha =$$

$$\gamma = \frac{180^\circ - \alpha^\circ}{2}$$

Výpočet převodu klínovým řemenem

Délka řemene a skutečná vzdálenost os:

A skutečná osová vzdálenost (mm)

L_p délka řemene (mm)

Vypočtenou hodnotu je nutné zaokrouhlit na nejbližší normalizovanou délku řemene a vypočítat skutečnou osovou vzdálenost.

$$L_p = 2 \cdot A_N \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + \frac{\pi \cdot \gamma^\circ}{180^\circ} (d_2 - d_1)$$

$$L_p = 2 \cdot A_N \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{2} (D_p + d_p) + \frac{\pi \cdot \gamma^\circ}{180^\circ} (D_p - d_p)$$

$$A = p + \sqrt{p^2 - q}$$

$$p = 0,25 \cdot L_p - 0,125 \cdot \pi \cdot (d_2 + d_1) \quad q = 0,125 \cdot (d_2 - d_1)^2$$

$$p = 0,25 \cdot L_p - 0,125 \cdot \pi \cdot (D_p + d_p) \quad q = 0,125 \cdot (D_p - d_p)^2$$

Výpočet převodu klínovým řemenem

Počet řemenů:

C_1/C_α součinitel úhlu opásání (-)

C_3/C_L součinitel délky klínového řemene (-)

C_2/C_P součinitel dynamičnosti a pracovního režimu (-)

C_K součinitel počtu řemenů (-), pouze u řemenů klasického průřezu

P příkon motoru (W)

P_R výkon přenášený jedním klínovým řemenem (W) – z ST

K počet řemenů (-)

$$K = \frac{P \cdot C_P}{P_R \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_K}$$

Počet řemenů pro úzké klínové řemeny:

$$K = \frac{P \cdot C_2}{P_R \cdot C_1 \cdot C_3}$$

Hodnotu je nutné zaokrouhlit na nejbližší vyšší číslo.

Kontrolní otázky

- ▶ Jaké znáte druhy řemenů?
- ▶ Jaké jsou výhody a nevýhody řemenových převodů?
- ▶ Jak spočítáte napětí v řemenu?
- ▶ Popište řemenové převody na obrázcích.



Řemenový převod – obrázek převzat z [5].



Řemenový převod – obrázek převzat z [6].

Použitá literatura

1. KŘÍŽ, Rudolf a kol. *Stavba a provoz strojů II: Převody*. SNTL - Nakladatelství technické literatury. Praha: SNTL, 1978. L13-C2-V-33f/25560.
2. SHIGLEY Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. *Konstruování strojních součástí*. Vysoké učení technické v Brně. Brno: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
3. LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. Druhé, zcela přepracované vydání. Praha: Scientia, 1998. ISBN 80-7183-123-9.
4. FISCHER, Ulrich, Roland GOMERINGER, Max HEINZLER, Roland KILGUS, Friedrich NÄHER, Stefan OESTERLE, Heinz PAETZOLD a Andreas STEPHAN. *Tabellenbuch Metall*. 44., neu bearbeitete Auflage. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2008. ISBN 978-3-8085-1724-6.
5. [cit. 2013-10-02] http://www.mmspektrum.com/content/image/gallery/2012-10_14_1349941999/gates_obr_03.jpg
6. [cit. 2013-10-02] http://www.uni-max.cz/fotocache/dt_small/W0402_06_psd.jpg

