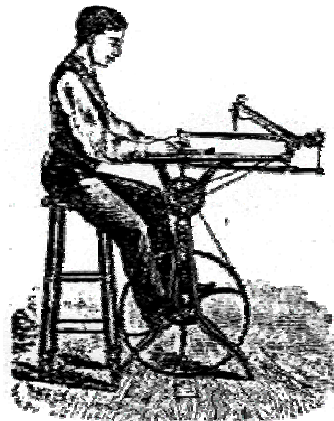
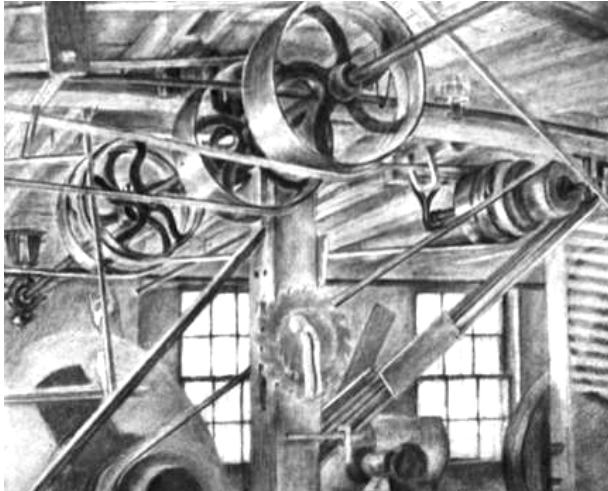


КАИШНИ (РЕМЕНИ) ПРЕНОСНИЦИ

УВОД

Каишни (ремени) преносници, као и ланчани преносници, убрајају се у групу посредних еластичних преносника, код којих се пренос снаге, обртног момента и угаоне брзине остварује савитљивим елементима – каишевима (ременима).

Данас се ови преносници веома много користе у: машинској индустрији, индустрији мотора, пољопривредним, грађевинским, транспортним машинама итд.

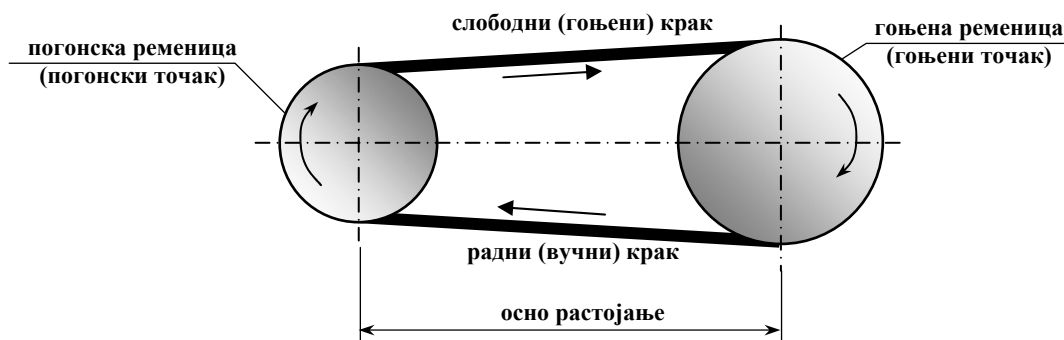


Примена каишних преносника кроз историју

Каишни (ремени) преносници примењују се за пренос снаге и обртног кретања вратила која се налазе на већем осном растојању. Раде веома тихо, а због еластичности посредника (гума, кожа), пригушују ударе. Приликом преоптерећења машине, јавља се проклизавање посредника чиме се не допушта појава лома делова машине. Ремени (каишни) преносници се претежно користе као **редуктори**. Стога погонска ременица (каишник) увек одговара малој ременици (каишнику), а гоњена – великом. При великим брзинама имају мали радни век, $V_{\max} \leq 30 \text{ m/s}$.

Услед затезања посредника, ствара се велики притисак на вратило и лежаје. Степен искоришћења ових преносника у склопу са лежајима налази се у границама $\eta = 0,92 \div 0,96$. Због појаве клизања и проклизавања, не могу да одрже сталан однос угаоних брзина, односно преносни однос није константан.

У саставу једног каишног (ременог) преносника, поред посредника – каиша (ремена), налазе се два точка – каишника (ременице), као и механизми за затезање и подешавање. Принцип рада ових преносника заснован је на оствареној сили притиска између додирних површина посредника и точка, а која је последица затезања посредника.



Основни елементи каишног (ременог) преносника

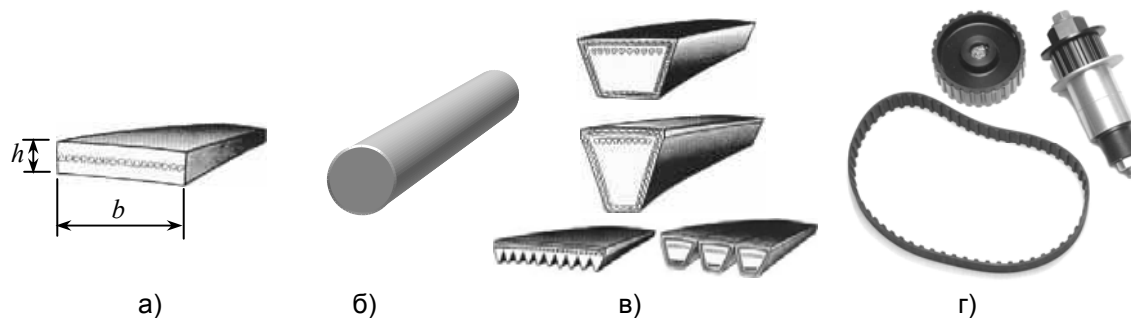
Услед створене силе притиска, погонски точак покреће посредник, а овај приморава обртање гоњеног точка. Крак посредника који наилази на погонски точак назива се **радни (вучни) крак**, а онај који се

кретањем одваја од погонског точка назива се **слободни (гоњени) крак** (Сл. 8.2). Радни крак је увек јаче затегнут, док је слободни крак олабављен.

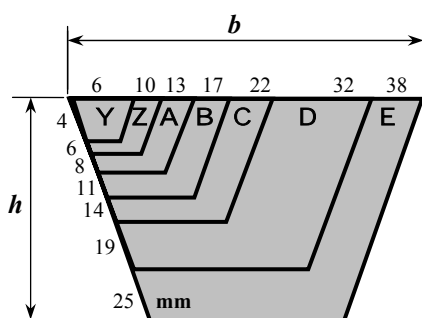
Подела каишних (ремених) преносника

Према попречном пресеку посредника разликују се:

- Каишни пљоснати преносници
- Ремени округли
- Ремени трапезни преносници
- Зупчасти каишни преносници



Врсте посредника: а) пљоснати каишни, б) ремени округли
 в) ремени трапезни (V – типа, клинасти, *Poly-V*), г) зупчасти каишни



Групе широких профила са приближним димензијама

Широки профили су подељени у седам стандардних група и означени су словима са: Y, Z, A, B, C, D, E. Однос ширине и дебљине широких профила је:

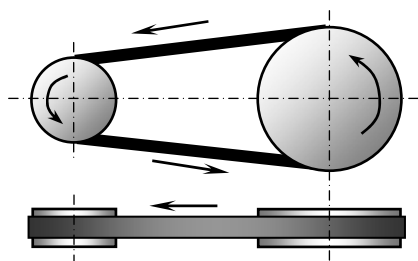
$$\frac{b}{h} = 1,6$$

Уски профили су подељени у четири стандардне групе и означени су словима са: SPZ, SPA, SPB и SPC. Однос ширине и дебљине уских профила је:

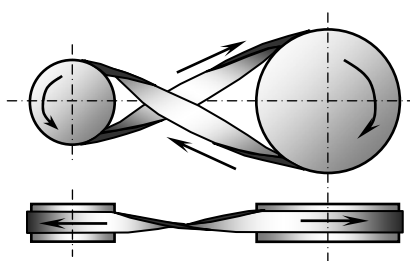
$$\frac{b}{h} = 1,2$$

Према положају оса вратила и смеру обртања, каишни (ремени) преносници могу бити:

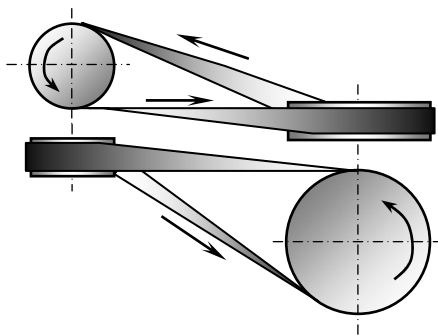
- Отворени
- Укрштени
- Полуукрштени
- Сложени
-



Отворени преносник



Укрштени преносник



Полуукрштени преносник



Сложени преносник

Отворени преносници се примењују за вратила чије су осе паралелне, а смер обртања оба точка (погонског и гоњеног) је исти. Укрштени преносници се такође примењују за вратила чије су осе паралелне, док је смер обртања погонског точка супротан од смера гоњеног. Полуукрштени преносници се примењују за вратила чије се осе мимоилазе.

МАТЕРИЈАЛИ ЗА ИЗРАДУ КАИША И РЕМЕНА

За израду посредника (каиша и ремена) користи се кожа (као најстарији материјал), текстил, гума, вештачки материјали, комбинација материјала (гума + текстил), Табела 8.3а.

Кожни каишеви су начешће израђивани од говеђе коже, као најквалитетније. Они су веома еластични и гипки. Велику примену, због ових особина, имали су код укрштених преносника. Мана им је што су осетљиви на влагу и температурне разлике, тако да се примењују претежно у затвореним просторима.

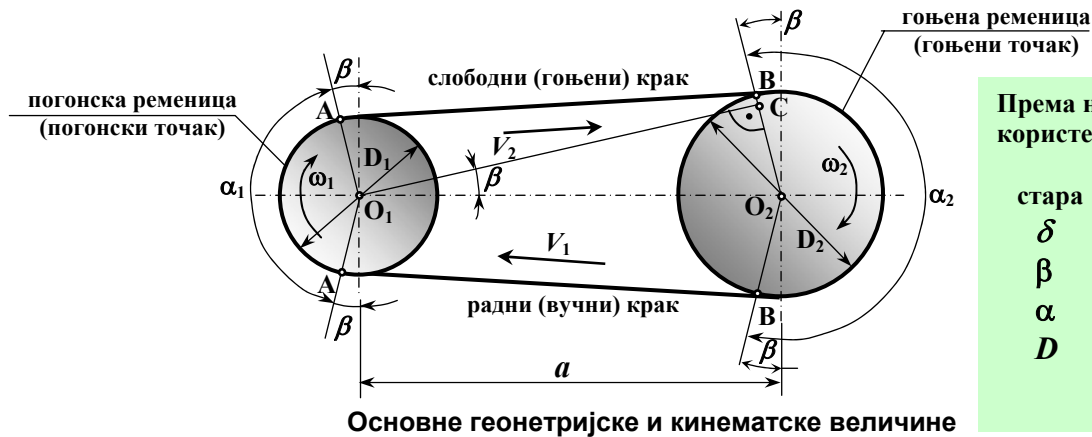
Текстилни каишеви израђују се од памука, свиле, целулозе, кудеље. Израђују се у више слојева и импрегнирају средствима која им повећавају отпорност на влагу и промене температуре. Веома су гипки и као такви, употребљавају се за точкове малих пречника.

У данашње време, најширу примену имају посредници израђени од гуме, проткани текстилним улошцима. Композит састављен од више слојева текстилних влакана, као матрицом, импрегнирају се и прекривају гумом, а затим вулканизују на одређеној температури. Овим је могуће остварити и до девет слојева гумираног текстила. Челична трака се употребљава за посреднике – каишеве који преносе велику снагу. Да би се смањило клизање контактна површина се облаже одређеним материјалом.

ОСНОВНЕ КИНЕМАТСКЕ И ГЕОМЕТРИЈСКЕ ВЕЛИЧИНЕ

Преносни однос

Преносни однос код каишних (ремених) преносника је променљива величина због проклизавања посредника око точка, које се јавља услед еластичних деформација, преоптерећења или недовољне затегнутости посредника.



Каиш (ремен) је деформабилан и под дејством оптерећења се издужује. Проклизавање у раду је последица еластичних деформација посредника услед радних сила и силе претходног притезања. Утицај клизања код преносника је изражен фактором проклизавања ξ_k , који се креће у границама: $\xi_k = (1 \div 3)\%$.

Кинематски преносни однос

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{(1 - \xi_k) \cdot D_1}$$

где су: D_1 и D_2 – пречници точкова

Дужина ремена (каиша)

Дужина ремена (каиша) код отвореног преноса израчунава се тако што се двострукој дужини \overline{AB} дода дужина лука \widehat{AA} и дужина лука \widehat{BB} , односно:

$$l = 2 \cdot \overline{AB} + \widehat{AA} + \widehat{BB}$$

$$\text{из троугла } \triangle O_1 O_2 C \Rightarrow \cos \beta = \frac{\overline{O_1 C}}{\overline{O_1 O_2}},$$

$$\text{како су: } \overline{O_1 O_2} = a \text{ и } \overline{O_1 C} = \overline{AB} \Rightarrow \overline{AB} = a \cdot \cos \beta$$

$$\sin \beta = \frac{D_2 - D_1}{2 \cdot a} = \frac{R_2 - R_1}{a}$$

обвојни углови:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 2\beta \approx 180^\circ - \frac{D_1 - D_2}{a} \cdot 60^\circ$$

$$\alpha_2 = 180^\circ + 2\beta$$

$$\widehat{AA} = \frac{D_1 \cdot \pi}{2} - \frac{D_1 \cdot \pi \cdot \beta}{180^\circ}, \quad \widehat{BB} = \frac{D_2 \cdot \pi}{2} + \frac{D_2 \cdot \pi \cdot \beta}{180^\circ}.$$

Заменом у једначину за израчунавање дужине ремена l добија се:

$$l = 2a \cdot \cos \beta + \frac{\pi}{2} (D_1 + D_2) + \frac{\pi \cdot \beta}{180^\circ} (D_2 - D_1),$$

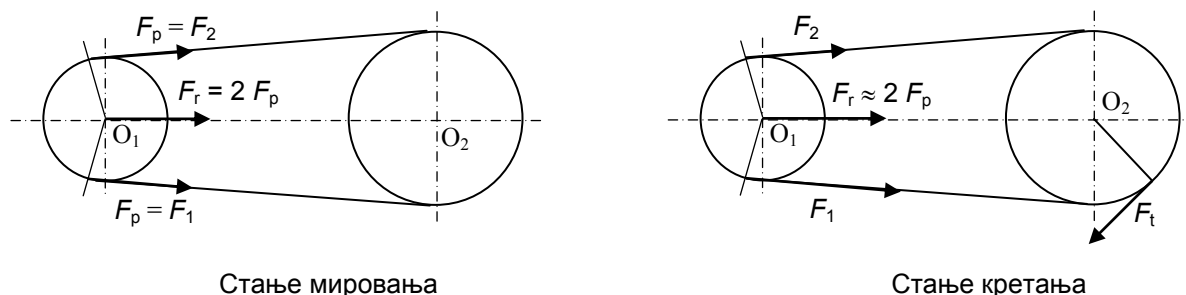
Израчуната дужина каиша (ремена) треба да се заокружи на цео број и стандардизује према JUS M.C1.232, која се мери на унутрашњем обиму.

АНАЛИЗА СИЛА

Силе претходног притезања каиша и силе оптерећења вратила

Да би се остварио пренос снаге, потребно је извршити затезање посредника и тиме остварити довољни отпор против клизања (сила трења) посредника по точку (каишнику, ременици). Пошто се посредник у току рада истеже, то доводи до смањења затежуће силе, па се конструкција мора извести тако, да се омогући повремено накнадно затезање посредника, путем посебних, за то конструисаних механизма.

За време мировања, посредник је затегнут силом претходног притезања F_p , која је једнака у оба крака посредника.



Резултанта која делује на вратило точка једнака је векторском збиру сила у крацима.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 2\vec{F}_p$$

Према томе, **за време мировања**, $F_r = 2 \cdot F_p$

За време кретања, односно када каиш врши пренос снаге, тада је сила у радном (вучном) краку већа од силе у слободном (вученом) краку, односно $F_1 > F_2$.

Како силе F_1 и F_2 са резултантом F_r заклапају мали угао може се написати следеће:

Збир ових сила даје силу која оптерећује вратило: $F_r \approx F_1 + F_2 \approx 2 \cdot F_p$ (1)

Разлика ових сила даје вредност обимне силе која се преноси: $F_t = F_1 - F_2$ (2)

Однос сила у слободном и радном краку

Зависност силе у радном краку (F_1) и силе у слободном краку (F_2) се одређује на основу израза из механике¹,

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\mu\alpha}, \quad (3)$$

где су:

$e = 2,718$ – основа природног логаритма

μ – коефицијент трења (отпора против клизања)

$\alpha = \frac{2 \cdot \pi \cdot \alpha^\circ}{360}$ – обвојни угао мерен лучном мером

На основу ј-на (2) и (3) следе **силе у радном и слободном огранку**:

$$F_1 = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} \cdot F_t \quad (4)$$

$$F_2 = \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \cdot F_t \quad (5)$$

¹ Ајтелвајнов израз

На основу j-на (1), (4) и (5) следи **сила која оптерећује вратило**:

$$F_r = 2 \cdot F_p = F_1 + F_2 = \frac{e^{\mu\alpha} + 1}{e^{\mu\alpha} - 1} \cdot F_t$$

Номинално оптерећење – Тангенцијална (обимна) сила на погонском точку:

$$F_t = \frac{2T_1}{D_1} = \frac{2T_2}{D_2} = \frac{P_1}{V_1}$$

где су: $T_1 = \frac{P_1}{\omega_1}$ - обртни момент,

P_1 - снага на точку у,

$\omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_1}{60}$ - угаона брзина

V – обимна брзина

Меродавно оптерећење:

$$F_{mer} = F_t \cdot C_A$$

где је C_A – фактор утицаја радне и погонске машине

Не смемо заборавити да сила која се преноси F_t , мора бити мања од критичне силе трења F_μ , односно мора бити испуњен услов:

$$F_t < F_\mu,$$

Да би се меродавно оптерећење $C_A \cdot F_t$ преносило без појаве проклизавања,

ремен (каиш) је потребно затегнути **силом претходног затезања**:

$$F_p \geq \frac{e^{\mu\alpha} + 1}{e^{\mu\alpha} - 1} \cdot \frac{F_t}{2} \cdot S_\mu,$$

Где је степен **сигурности против проклизавања** S_μ :

$$S_\mu = \frac{F_\mu}{F_t} > 1, \quad (S_\mu = 1,1 \div 1,2)$$

НАПРЕЗАЊА И НАПОНИ У РЕМЕНУ (КАИШУ)

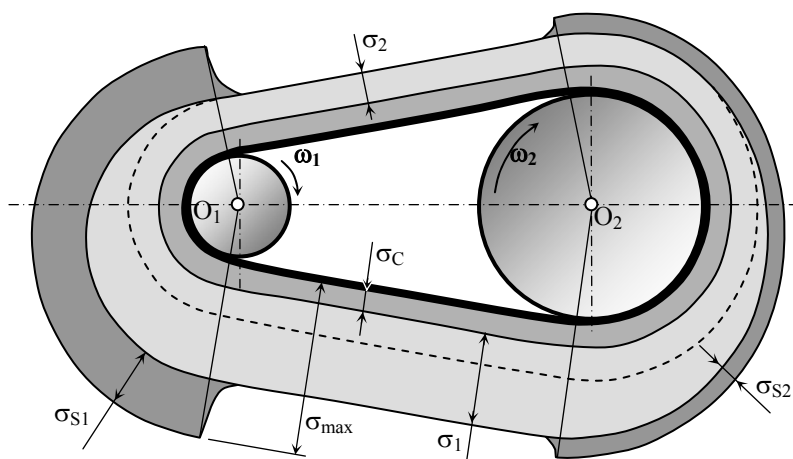
У стању мировања ремен (каиш) је напрегнут на затезање, оптерећен је само силом претходног притезања F_p :

$$\sigma_p = \frac{F_p}{A}$$

За време рада, при преношењу обртног момента ремен (каиш) је напрегнут на:

- затезање и
- савијање

Радне силе у крацима ремена (каиша) F_1 и F_2 напрежу посредник на затезање, при чему је номинални напон у радном (вучном) краку σ_1 , већи него у слободном (гоњеном) σ_2 .



Распоред напона у ремену (каишу)

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{A}, \quad \sigma_2 = \frac{F_2}{A}, \quad \sigma_1 > \sigma_2,$$

при чему су:

A – површина попречног пресека

b – ширина каиша

δ – дебљина каиша

При обавијању ремена око ременице (каиша око каишника), јавља се **напон на савијање**:

$$\sigma_s = E \cdot \varepsilon = E \cdot \frac{\delta}{D},$$

односно $\sigma_{s1} = E \cdot \frac{\delta}{D_1}$ и $\sigma_{s2} = E \cdot \frac{\delta}{D_2}$, $\sigma_{s1} \gg \sigma_{s2}$, (Сл. 8.13).

где су:

E – модул еластичности

D_1 и D_2 – пречници мале, односно велике ременице (каишника)

δ – дебљина каиша

Што је пречник ременице (каишника) мањи, то је напон услед савијања већи.

Приликом обртања посредника у току рада јавља се напрезање услед центрифугалне силе. Центрифугална сила која затеже ремен (каиш) дата је изразом:

$$F_c = q \cdot V^2 = A \cdot \rho \cdot V^2,$$

где су:

A – површина попречног пресека

q – маса каиша по дужном метру $[kg/m]$

$$V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60} \quad \text{– брзина ремена (каиша)}$$

ρ – густина материјала ремена (каиша)

Напон затезања од центрифугалне силе дат је изразом:

$$\sigma_c = \frac{F_c}{A} = \rho \cdot V^2$$

Укупан напон у ремену (каишу) чини збир ова три напона: напона затезања услед радних сила (σ_1), напона услед центрифугалне силе (σ_c) и напона услед савијања (σ_s).

Максимални напон:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_c + \sigma_s = \frac{F_1}{A} + \rho \cdot V^2 + E \cdot \frac{\delta}{D_{\min}}$$