



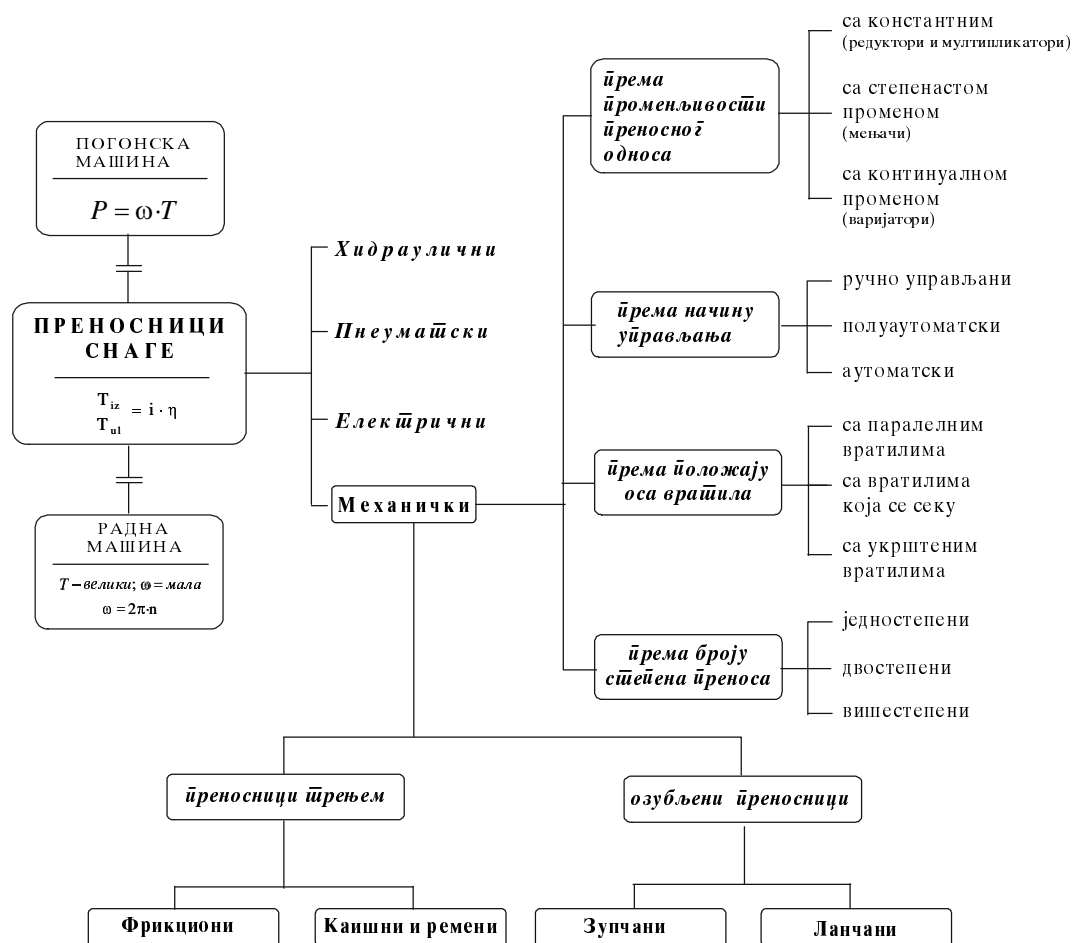
**ЕЛЕМЕНТИ
ЗА ПРЕНОС
CHAGE**

1 ПОДЕЛА ПРЕНОСНИКА СНАГЕ

Преносник снаге је машински систем чији је задатак претварање и вођење механичке енергије од вратила погонске машине на вратило радне машине.

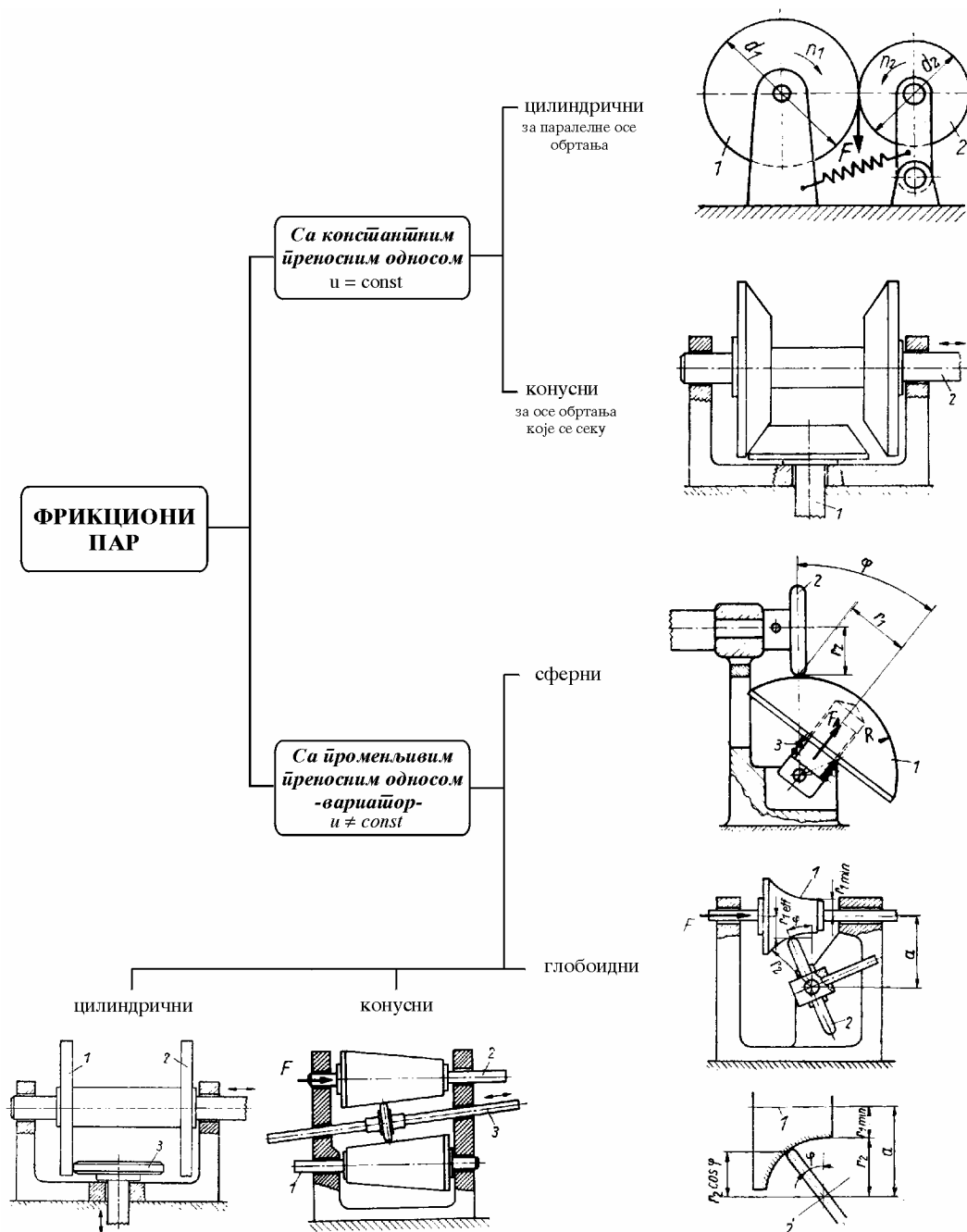
Коришћењем преносника између погонске машине и радне машине могу се извршити промене параметара снаге, обртног момента и угаоне брзине, или силе и брзине. Преносник мора по карактеристикама рада да одговара условима рада погонске машине, и да послужи као решење за савладавање удаљености између вратила погонске машине и вратила радне машине.

Класификацију преносника снаге могуће је извршити према различитим критеријумима.



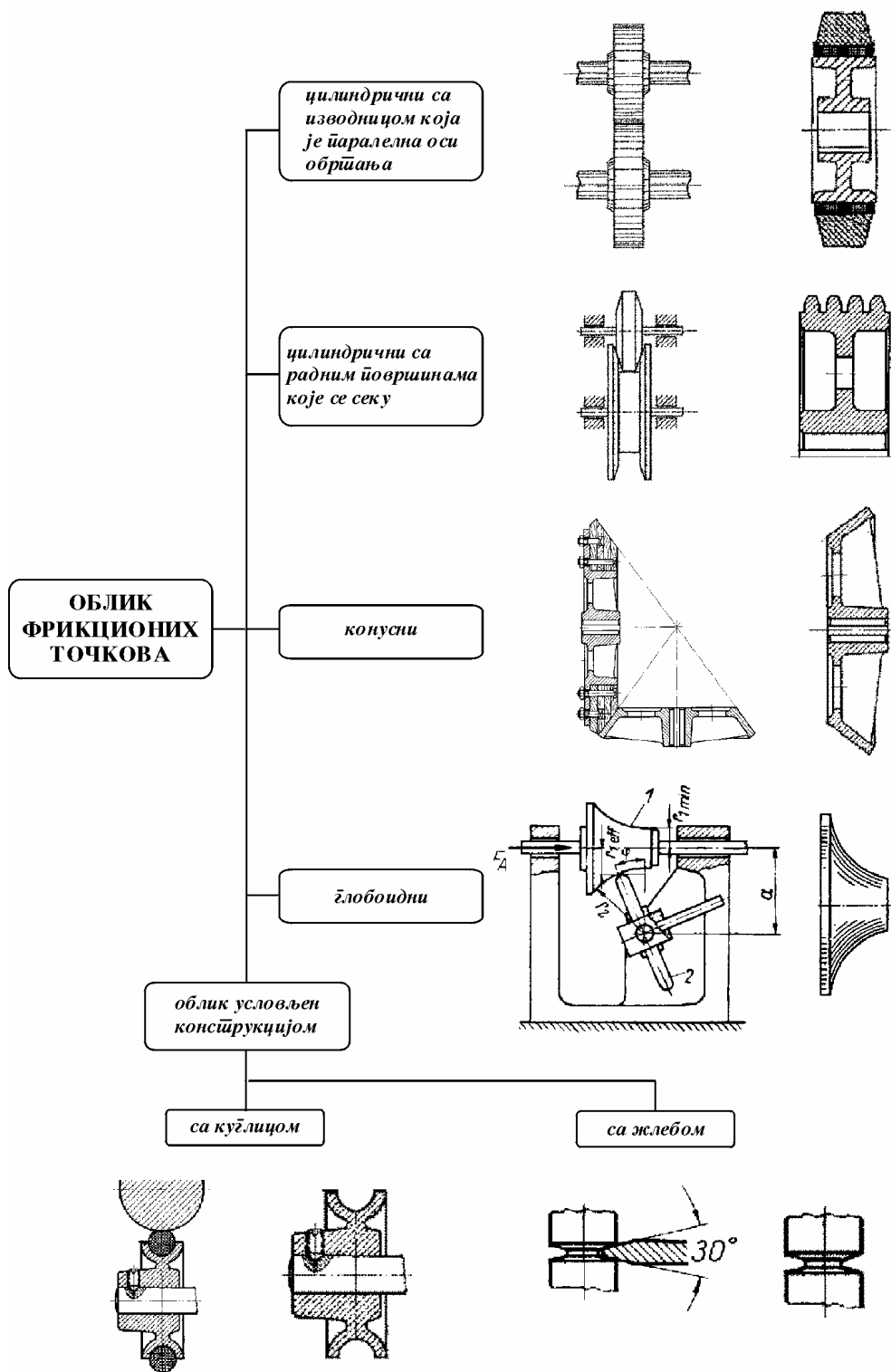
1.1 ФРИКЦИОНИ ПРЕНОСНИЦИ СНАГЕ

Код фрикционих преносника снаге преношење кретања и силе врши се помоћу трења. Слично као и код преносника са челичним ужетом односно траком постоји опасност од проклизавања, које је непожељно јер изазива повећано хабање на додирним површинама. У неким случајевима се ова особина користи када се делови преносника желе заштитити од преоптерећења или удара.



1

Облик радних површина фрикционог пара је условљен односима угаоних брзина и међусобним положајем оса обртања фрикционих точкова.



Материјал за израду

Материјали за фрикционе парове морају имати високе вредности коефицијената трења, да би задатој сили притиска остварили високе силе трења, осим тога да имају високи модул еластичности, да би деформације и губици били мали, као и то да поседују високу чврстоћу на хабање и котрљање, да би се постигао задовољавајући радни век.

Карактеристике материјала фрикционих точкова

Материјали фрикционих точкова	μ	ε	$f(\mu_R)$	$p_{doz}, k_{doz}, F_{ndo}$ $N/mm^2; N/mm^2; N$	E N/mm^2
Каљени челик/ каљени челик подмазивање: -минерал.уљем -синтет.уљем	0.02...0.04 0.04...0.07	0.01...0.02 0.01...0.03	0.01...0.1 0.01...0.1	додир у тачки $p_{doz}=2000...2500$ $p_{doz}=2000...2500$	$2.06 \cdot 10^5$
Č0745/каљ.чел. подм. мин. уљем	0.02...0.04	0.01...0.03	0.01...0.1	додир по линији $p_{doz}=650$	$2.06 \cdot 10^5$
SL260/Č0745 подм. мин.уљем	0.02...0.04	0.01...0.03	0.01...0.1	додир по линији $p_{doz}=450$	$1.53 \cdot 10^5$
Челик/челик ČL0400/S 0545 Q 0500/Č0545 Č0600/Č0645 ČL0700/Č0745 Č0645/S 0545 Č0562/Č0545 Č0645/Č0745	суве додирне површине 0.1...0.15 влажне додирне површине 0.05...0.07	0.005...0.015 0.01...0.03	0.5 0.5 точак/шина 0.01 84-R ^{1/2}	додир по линији $p_{doz}=500$ $p_{doz}=620$ $p_{doz}=530...700$ $p_{doz}=530...700$ $p_{doz}=420$	$2.06 \cdot 10^5$
Сиви лив/челик SL200/Č0545 SL250/Č0745	суве додирне површине 0.1...0.15	0.005...0.015	0.05...0.5	додир по линији $p_{doz}=320$ $p_{doz}=320...390$	$1.5 \cdot 10^5$
Пресов.мат./SL	0.2...0.3	0.02...0.05	0.15	додир по линији $k_{doz}=0,1$	$7 \cdot 10^3$
Еластомер/ метал	сува средина 0.7	0.04...0.1	(0.2)	додир по линији $k_{doz}=0,2$	-
Гума/челик	влаж.средина 0.3			$F_{doz}=R \cdot \beta \cdot C_{doz}$ $F_{doz}=R \cdot \beta \cdot 0,235$ за $v < 0,6m/s$	
Аутомобилска гума/ челик	0.35...0.5	0.03...0.04	(0.01...0.02)	$F_{ndo}=4250$	-
Аутомобилска гума/ бетон	0.3...0.4	0.05	(0.01...0.02)	$F_{ndo}=4250$	-
Кожа/сиви лив	0.1...0.3	0.02...0.05	-	додир по линији $k_{doz}=0.1...0.2$	-
Дрво/сиви лив	0.1...0.35	0.02...0.05	0.15	додир по линији $k_{doz}=0.7...1.1$	$1.52 \cdot 10^2$

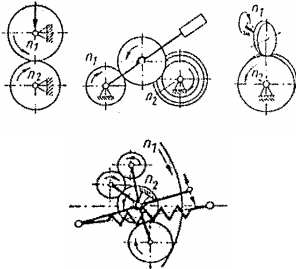
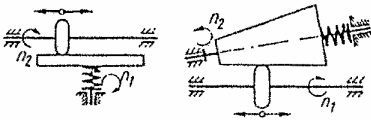
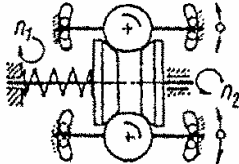
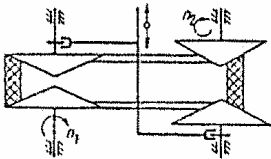
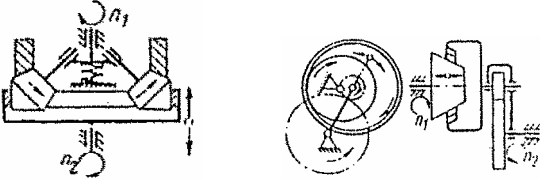
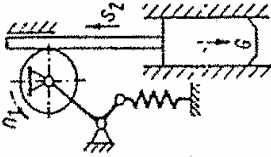
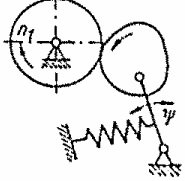
Табела 1.1 ФРИКЦИОНИ ПРЕНОСНИК

Назив	Јединица мере	Вредност
i_0	-	радни преносни однос $i_0 = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{R_2}{R_1}$
F_N	(N)	нормална сила између додирних површина $F_N = S_\mu \cdot F_0 / \mu_0$
u	-	кинематски преносни однос $u = \omega_1 / \omega_2 \geq 1$
ω	(s ⁻¹)	угаона брзина $\omega = 2\pi n$
n	(min ⁻¹)	учестаност обртања
i	-	стварни преносни однос $i = i_0 / (1 - \varepsilon)$
ε	-	клизање $\varepsilon = v_1 - v_2 / v_1 = (n_1 - n_2) / n_1$
a	(mm)	осно растојање $a = R_1 + R_2$ -за спољашњи цилиндрични фриктиони пар, $a = R_2 - R_1$ -за унутрашњи цилиндрични фриктиони пар
Σ	(°)	осни угао $\Sigma \angle (\vec{\omega}_1; -\vec{\omega}_2)$ за $\Sigma = \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$ је $\operatorname{tg} \delta_1 = 1/i_0$; $\operatorname{tg} \delta_2 = i_0$
δ_1	(°)	угао конуса
D_r	-	дијапазон регулације код варијатора $D_r = \frac{i_{\max}}{i_{\min}} = \frac{n_{2 \max}}{n_{2 \min}}$
F_0	(N)	номинална обимна сила на фриктионом точку $F_0 = T / R$
T	(Nm)	обртни момент $T = P / \omega$; $T = 9549 \cdot P / n$
S_μ	-	степен сигурности против клизања $S_\mu = 1,5 \div 2$ ако нема кинематичког клизања; $S_\mu = 2 \div 3$ -са кинематичким клизањем
μ	-	коэффициент трења
E	(N/mm ²)	средњи модул еластичности материјала у додиру $E = 2 \cdot E_1 \cdot E_2 / (E_1 + E_2)$
p	(N/mm ²)	херцов површински притисак: -за линијски додир $p = 0,418 \sqrt{\frac{K_A \cdot F_N \cdot E}{\rho_i \cdot b}} \leq p_{\text{doz}}$, -за тачкасти додир $p = 0,388 \sqrt{\frac{K_A \cdot F_N \cdot E^2}{(\rho_i / y)^2}} \leq p_{\text{doz}}$
ρ	(mm)	еквивалентни радијус кривине: за линијски додир $\rho_L = \rho_1 \cdot \rho_2 / \rho_1 + \rho_2$; $\frac{1}{\rho_L} = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2}$ за тачкасти додир $\frac{1}{\rho_T} = \frac{1}{\rho_{1x}} + \frac{1}{\rho_{1y}} + \frac{1}{\rho_{2x}} + \frac{1}{\rho_{2y}}$ $\rho_1 = R_1$; $\rho_2 = R_2$ - цилиндрични пар $\rho_1 = R_{m1} / \cos \delta_1$; $\rho_2 = R_{m2} / \cos \delta_2$ - конусни фриктиони пар
K_A	-	фактор радних услова

Табела 1.1 Наставак

Назив	Јединица мере	Вредност
b	(mm)	ефективна ширина додира фрикционих точкова
p _{doz}	(N/mm ²)	дозвољени површински притисак
k	(N/mm ²)	стрибеков површински притисак за линијски додир (за мекше материјале) $k = \frac{K_A \cdot F_N}{2\rho_i \cdot b} \leq k_{doz}$
k _{doz}	(N/mm ²)	дозвољени Стрибеков површински притисак
F _{mdoz}	(N)	дозвољена нормална сила код фрикционих точкова са гуменом облогом $F_{mdoz} = R_1 \cdot b \cdot C_{doz}$
C _{doz}	(N)	дозвољена јединична нормална сила за фрикционе точкове са гуменом облогом
η _F	–	степен искоришћења фрикционог пара $\eta_F = 1 - \frac{P_{GF}}{P_1}$
P ₁	(kW)	улазна снага
P _G	(kW)	укупни губици снаге
P _{GF}	(kW)	губици снаге фрикционог пара $P_{GF} = \frac{v_1 \cdot F_N}{R_1} (\mu \cdot \varepsilon \cdot R_1 + f)$
v ₀	(m/s)	обимна брзина $v_0 = R \cdot \omega$
L _h	(h)	радни век фрикционог пара $L_h = \frac{2\pi \cdot R \cdot b \cdot \Delta h}{P_{GF} \cdot f_h}$
Δh	(mm)	критична похабаност Δh = (0,65 ÷ 0,75)δ - за обложене точкове дебљина облоге δ Δh = 0,5 (mm) - за необложене точкове и варијаторе
f _h	-	фактор хабања f _e = 400 (mm ³ /kWh) - за пресовани материјал /SL f _h = 20 (mm ³ /kWh) гума /Ћ
D ₁	(mm)	пречник кинематског круга погонског цилиндричног фрикционог точка $D_1 = \sqrt[3]{\frac{0,7 \cdot K_A \cdot S_\mu \cdot T_1 \cdot E(u+1)}{p_{doz}^2 \cdot \psi \cdot \mu \cdot u}}$
ψ	-	однос ширине и пречника ψ = b/D ₁ = 0,2 ÷ 0,8 - за цилиндрични пар ψ = b/D _{m1} = 0,2 ÷ 0,4 - за конусни пар
D _{m1}	(mm)	пречник кинематског круга погонског цилиндричног фрикционог пара у средњем пресеку $D_{m1} = \sqrt{\frac{0,7 \cdot K_A \cdot S_\mu \cdot T_1 \cdot E \cdot (u^2 + 1)^{1/2}}{p_{doz}^2 \cdot \psi \cdot \mu \cdot u}}$

Конструкцијска извођења

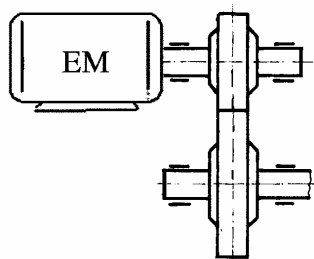
	Фрикциони преносник са точковима Преносник са спољњим фрикционим паром Преносник са унутрашњим фрикционим паром.
	Фрикциони преносник са плочама (равна површина плоче је саставни део фрикционог преносника).
	Код примене одсечка сфере користи се термин "преносник са фрикционим калотама", а код примене преносника са глобоидним површинама користи се термин "фрикциони преносник са глобоидним површинама". Фрикциони преносник са куглама (комбинација са најмање једним сферним фрикционим делом).
	Преносник са фрикционим прстеновима (кретање се преноси преко фрикционог прстена који није улежиштен у постољу).
	Конусни фрикциони преносник (комбинација од најмање једног конусног фрикционог дела). Конусни преносник са спољњим фрикционим паром. Конусни преносник са унутрашњим фрикционим паром.
	Преносник са фрикционом летвом (комбинација са најмање једним правим фрикционим делом).
	Фрикциони кривајни преносник (комбинација од најмање једног кривајног фрикционог дела) (Могућа је реализација неравномерног преносног односа)

Тест 1.1

Бр	Фрикциони преносник снаге	Да	Не
1.	Код фрикционих преносника обртни момент са погонског точка на гоњени точак преноси се трењем.		
2.	За остваривање силе трења није потребна сила притиска на точковима.		
3.	Површине фрикционих точкова могу бити: цилиндричне, конусне и глобоидне.		
4.	Фрикциони преносник остварује тачан преносни однос.		
5.	Гоњени фрикциони точак се окреће у истом смеру као и погонски код унутрашњег пара.		
6.	Фрикциони пар омогућује осигурање од преоптерећења.		
7.	Фрикциони преносник може да буде редуктор или варијатор.		
8.	Фрикциони преносник се конструише само за паралелне осе обртања.		
9.	Осно растојање је најкраће растојање између оса обртања.		
10.	Еластично клизање фрикционог пара је последица одступања радних површина.		
11.	Кинематичко клизање фрикционог пара је последица еластичних деформација додирних површина.		
12.	Од материјала за израду фрикционих точкова се захтева да имају велику отпорност на додирни притисак и хабање.		
13.	Материјал за израду фрикционих точкова не треба да има велики модул еластичности и велики коефицијент трења.		
14.	Најчешће се употребљава материјал за израду фрикционих точкова: каљени челик / каљени челик; SL/SL.		
15.	Осе обртања конусног фрикционог преносника су паралелне.		
16.	Замашћене додирне површине смањују коефицијент трења.		
17.	Осно растојање код конусног фрикционог пара је збир углова конуса фрикционих точкова.		
18.	Оптерећење вратила у ослонцима код фрикционог преносника су 1,5-50 пута већа од обимне силе.		
19.	Степен искоришћења фрикционог пара зависи од губитака снаге услед трења и проклизавања и од губитака снаге у лежајевима.		
20.	Однос ширине и пречника фрикционог пара је мање од један.		
21.	Дијапазон регулације код варијатора је однос минималног и максималног преносног односа.		

РАЧУНСКИ ПРИМЕРИ

Задатак 1.1.1 Димензионисати цилиндрични фриксиони пар од текстолита и челика за потребе радне машине са значајним ударима. Погонска машина је трофазни електромотор наизменичне струје ($P_{em} = 12,755 \text{ (kW)}$) и $n_{em} = 950 \text{ (min}^{-1}\text{)}$.



Учестаност обртања гоњеног точка :
 $n_2 = 380 \text{ (min}^{-1}\text{)}$.

Решење

Преносни однос фриксионог пара:

$$u_f = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_{em}}{n_2} = \frac{950}{380} = 2,5.$$

Обртни момент на погонском точку има вредност:

$$T_1 = 9549 \cdot P_{em} / n_{em} = 9549 \cdot 12,755 / 950,$$

$$T_1 = 128,21 \text{ (Nm)}.$$

Пречник кинематског цилиндра погонског фриксионог точка:

$$D_1 = \sqrt[3]{\frac{0,7 \cdot K_A \cdot S_\mu \cdot T_1 \cdot E(u+1)}{P_{doz}^2 \cdot \psi \cdot \mu \cdot u}},$$

где су: K_A -фактор радних услова,
 $S_\mu = 1,75$ -степен сигурности против проклизавања,
 T_1 -обртни момент на погонском фриксионом точку,

$$T_1 = 9549 \frac{P_1}{n_1} \text{ (Nm)},$$

$E = 6000 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ -средњи модул еластичности,
 u - преносни однос,

$p_{doz} = 90 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ -дозвољени површински притисак.
 $\psi = b/D_1 = 0,3$ - однос ширине и пречника,
 $P_1 \text{ (kW)}$ -снага на погонском точку,
 $n_1 \text{ (min}^{-1}\text{)}$ -учестаност обртања погонског точка
 $\mu = 0,225$ - коефицијент трења

На основу израчунате вредности за пречник кинематског цилиндра погонског фриксионог точка усаја се $D_1 = 140 \text{ (mm)}$.

Пречник гоњеног фриксионог точка:

$$D_2 = u \cdot D_1 = 2,5 \cdot 140 = 350 \text{ (mm)}.$$

Ширина фриксионих точкава:

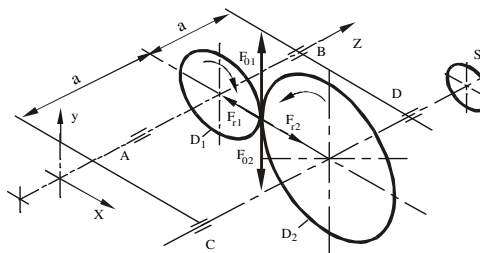
$$b = \psi \cdot D_1 = 0,3 \cdot 140 = 42 \text{ (mm)}$$

Усаја се $b = 45 \text{ (mm)}$.

Задатак 1.1.2 За податке из задатка 3.1.1. нацртати шему оптерећења гоњеног вратила фриксионог преносника.

Решење

Анализа оптерећења вратила преносника:



На основу просторног система сила нацртати шеме оптерећења вратила.

Задатак 1.1.3 Једностепени цилиндрични фриксиони пар са комбинацијом материјала гума/челик, ради у сувој средини и има степен проклизавања $S_\mu = 1,5$.