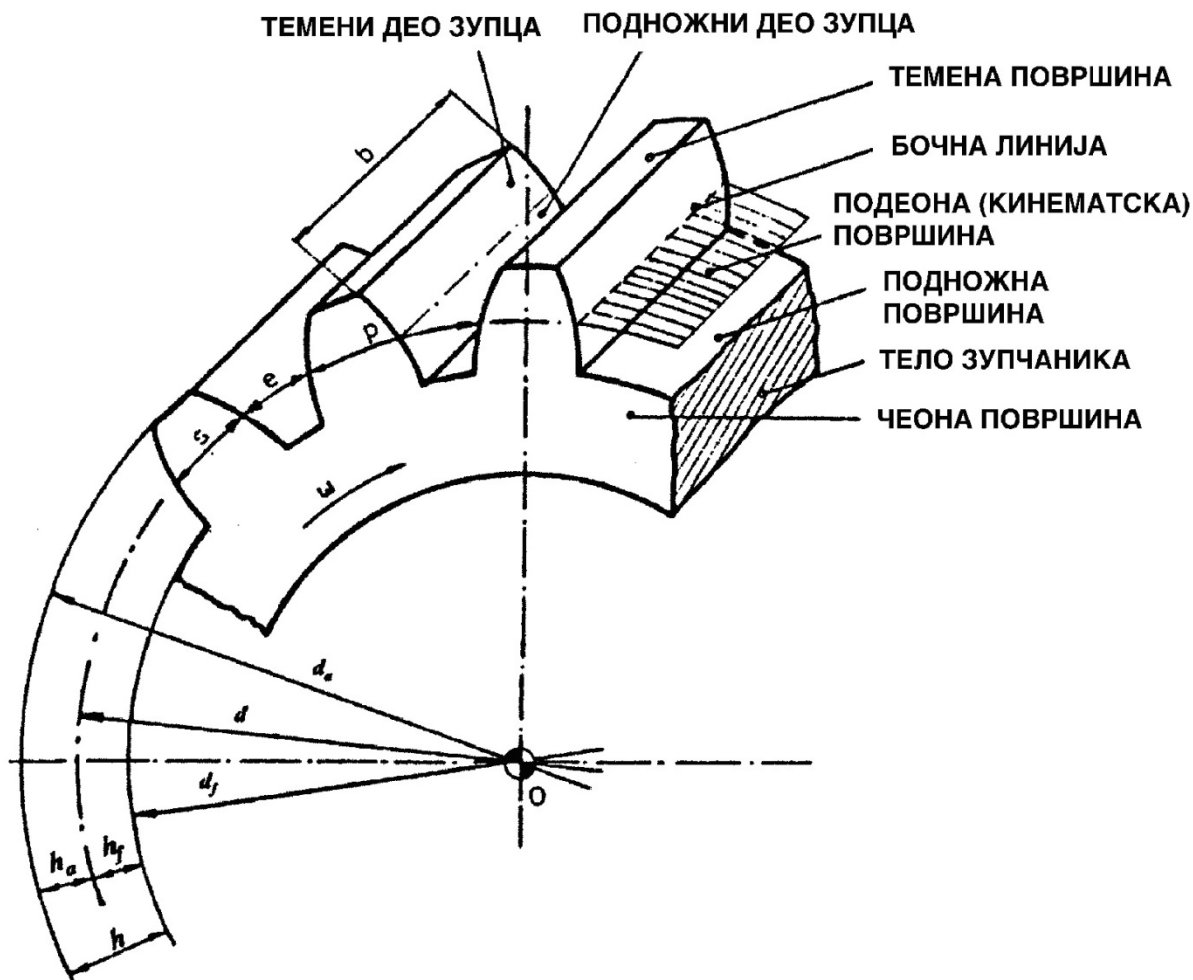


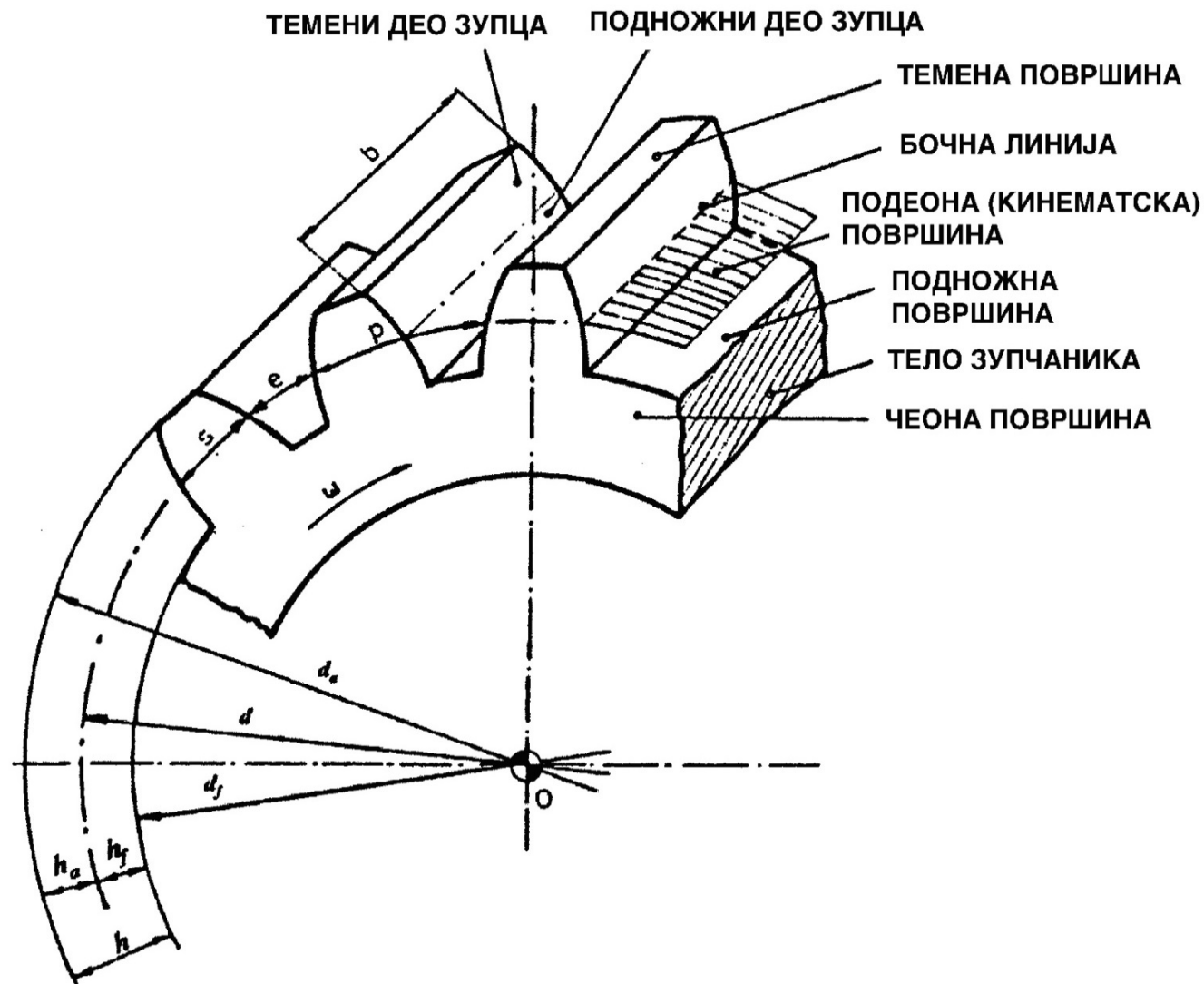


ЗУПЧАНИК И ЗУПЧАСТИ ПАР

Зупчаник је машински део кога чине тело зупчаника и озубљен венац.

Погонски и гоњени зупчаник чине зупчасти пар и истог су модула.





b – ширина зупчаника, d_a – пречник темене кружнице, d_f – пречник подножне кружнице, d – пречник подеоне кружнице, h – висина зупца, h_a – висина теменог дела зупца, h_f – висина подножног дела зупца, s – лучна дебљина зупца на подеоној кружници, e – лучна ширина међузубља на подеоној кружници, r – подеони корак

Модул зупчаника представља основни параметар зупчаника преко кога се одређују скоро све димензије зубаца и зупчаника.

$$m = p / \pi ; \quad m = d_1 / z_1$$

m_n – модул у нормалном пресеку


m_t – модул у чеоном пресеку


$$m_t = d_1 / z_1 = m_n / \cos\beta$$

β - угао нагиба бочне линије зупца

Стандардни модул m у (mm)

I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0,05		0,16		0,5		1		3		10		32	
	0,05 5		0,18		0,55		1,12 5		3,5		11		36
0,06		0,20		0,6		1,25		4		12		40	
	0,07		0,22		0,65		1,37 5		4,5		14		45
0,08		0,25		0,7		1,5		5		16		50	
	0,09		0,28		0,75		1,75		5,5		18		55
0,10		0,3		0,8		2		6		20		60	
	0,11		0,35		0,85		2,25		7		22		70
0,12		0,4		0,9		2,4		8		25			

- 
- **Корак профила зубаца** је лучно растојање између суседних истоимених бокова.
 - **Нападна линија бокова зубаца** је заједничка нормала на бокове зубаца спрегнутих зупчаника у било којој тачки додира.



Зупчани преносници су механички преносници састављени од два зупчаника истог модула помоћу којих се обртни момент преноси са једног вратила на друго и трансформише непосредним додиривањем зубаца.

Основне карактеристике зупчаних преносника су:

- велика сигурност у раду и
- сталност преносног односа.

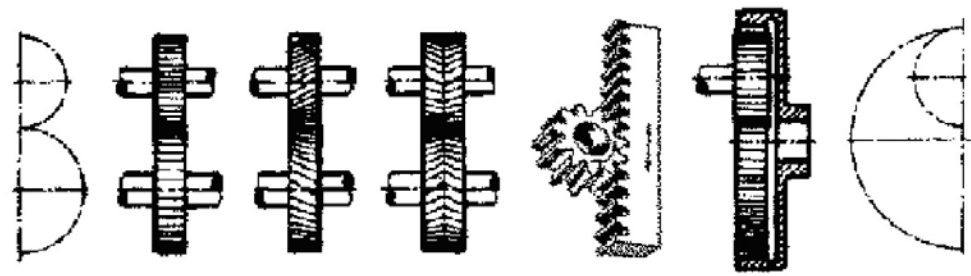
Подела зупчаних парова



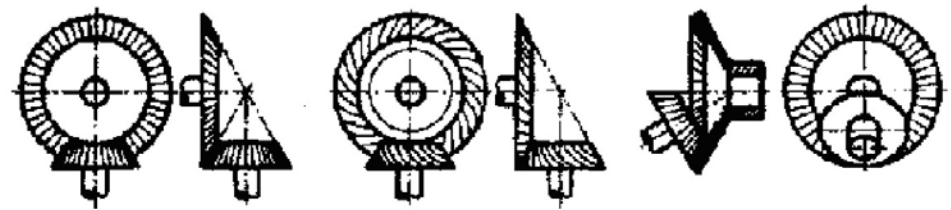
Подела зупчаника према положају оса обртања

**Подела зупчаника
према положају
оса обртања**

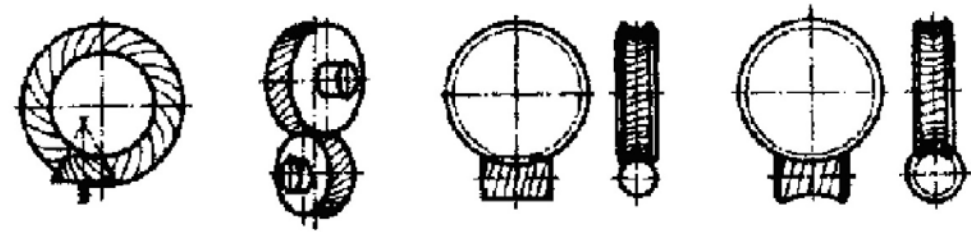
за паралелне
осе вратила
-цилиндрични-



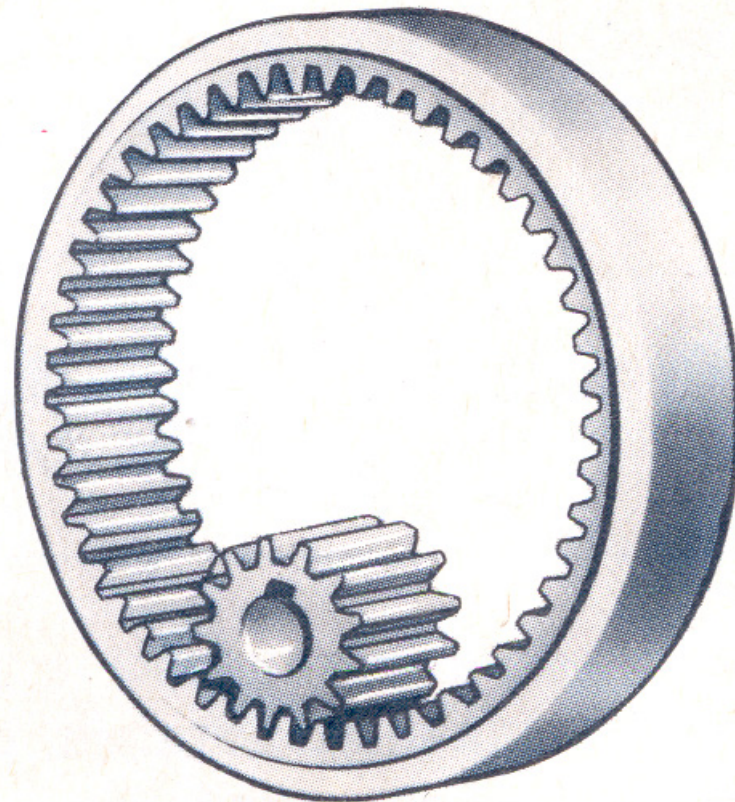
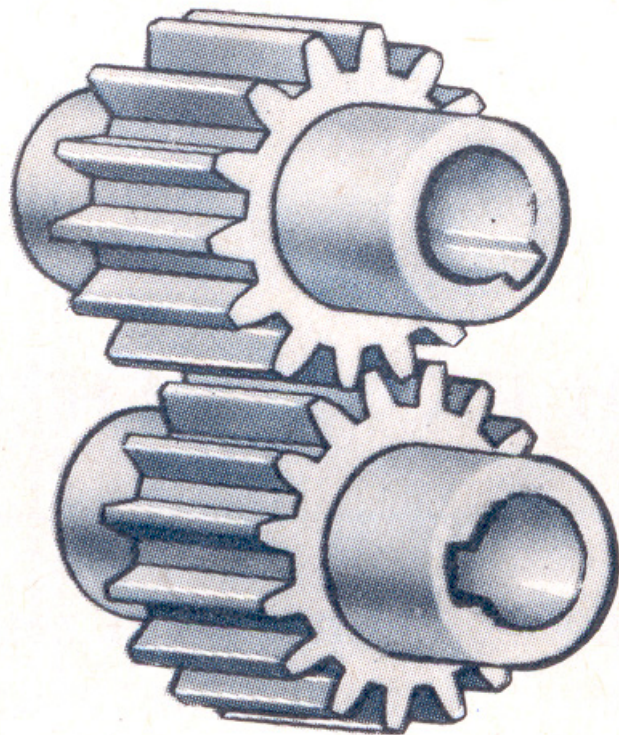
за осе вратила
која се секу
-конусни-



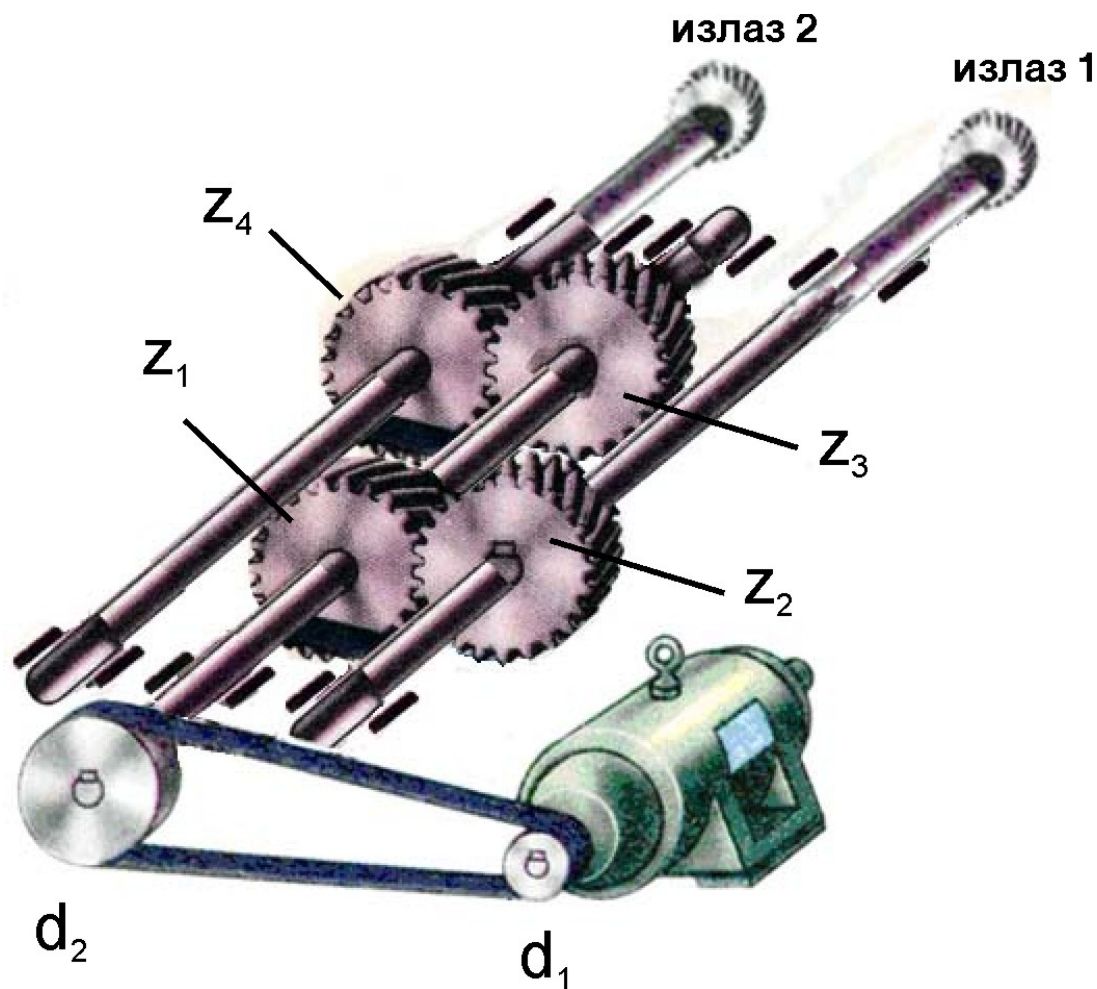
за мимоилазне
осе вратила
-хиперболоидни-



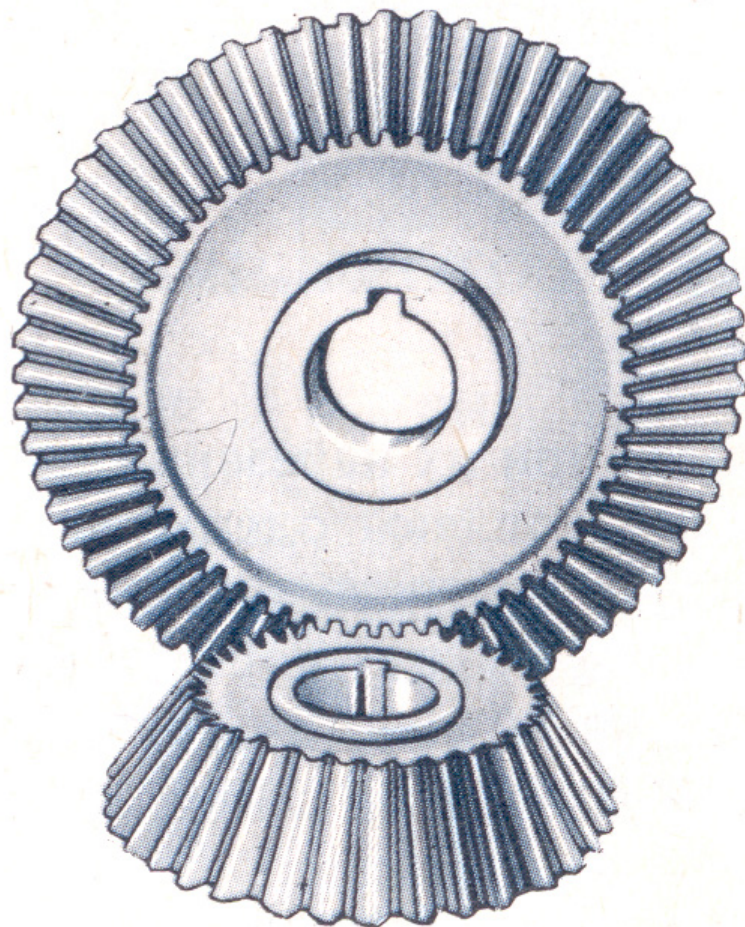
Паралелне осе вратила



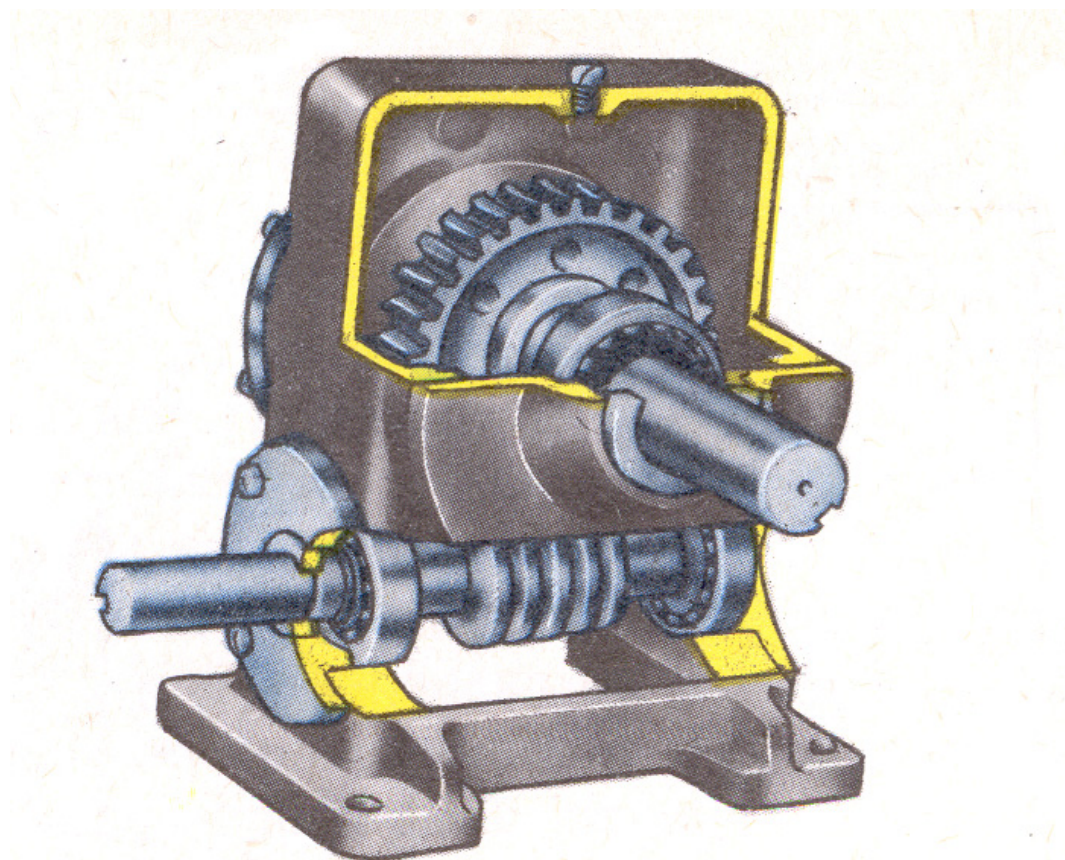
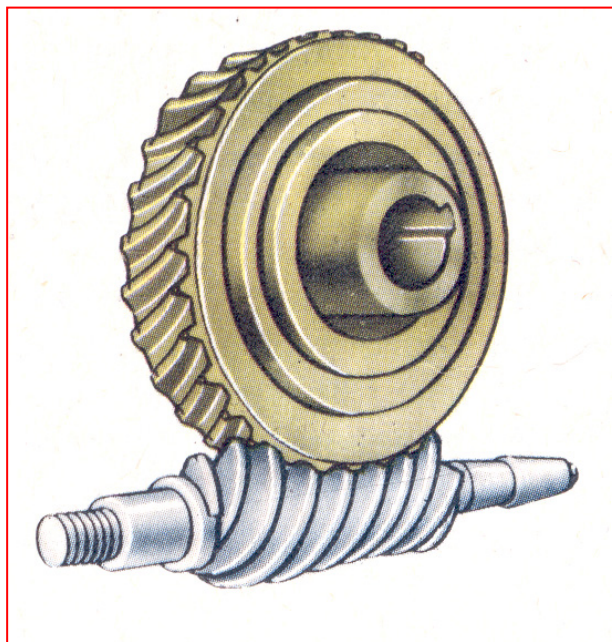
Паралелне осе вратила



Осе вратила које се секу



Мимоилазне осе вратила

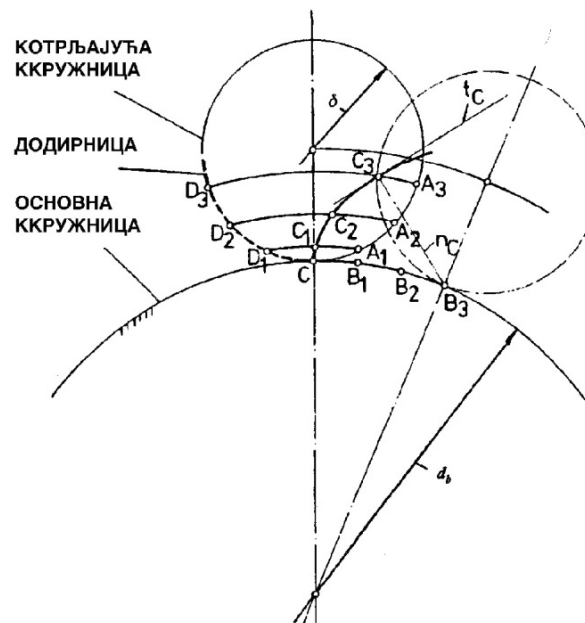
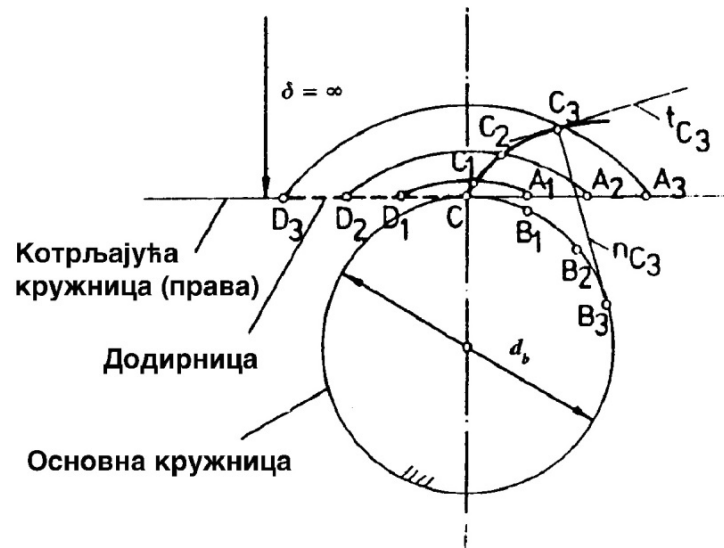


Крива профила зуба

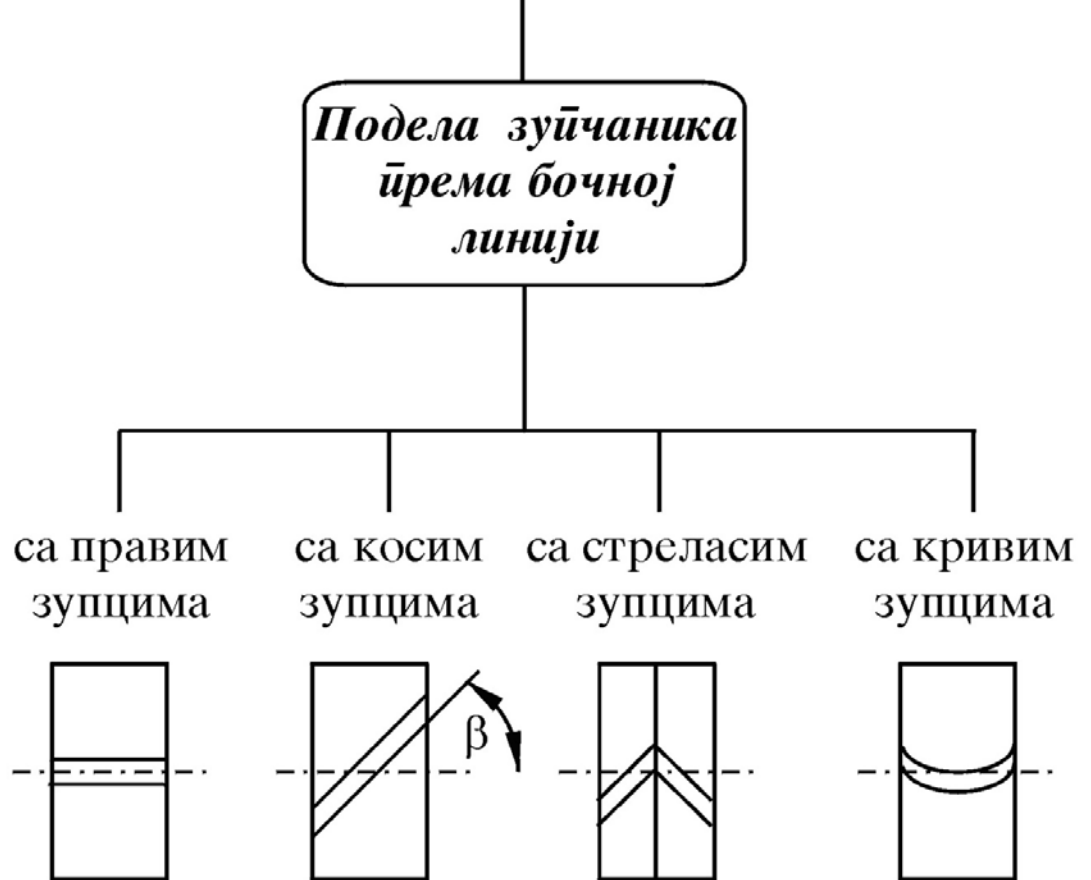
Подела зүйчаника
їрема їрофілу
зубаца

ЕВОЛВЕНТНИ

ЦИКЛИЧНИ




Подела зупчаника према бочној линији



$$O = d \cdot \pi = z \cdot P$$

$$d = z \cdot \frac{P}{\pi} = z \cdot m$$

$$m = \frac{P}{\pi}$$



Зупчасти преносници су малих габарита и имају широк дијапазон промене оптерећења и брзине, а уз то и висок степен искоришћења.

Имају дуг век уз адекватно одржавање.

И поред високе тачности израде шум се јавља при раду овог преносника.

Подручје примене зупчаних преносника снаге:

Врста Преносника	Мах. снага (kW)	Преносни однос Једног пара	Мах. Обимна Брзина (°/min)	Мах. Број Обртаја (°/min)	Степен искоришћења	Запреминска снага (dm ³ /kW)	Маса / снага (kg//kW)	
Зупчасти преносници	Цилиндрични	1÷8	3000	120000	0,91÷0,99	50	0,3÷0,6	0,2÷1,8
	Планетни	3÷13	2000	100000	0,98	50	0,2÷0,4	0,2÷1,0
	Конусни	1÷5	500	50000	0,95÷0,98	40	0,4÷0,7	0,6÷2,5
	Хипоидни	4÷8	300	20000	0,95	30	0,5÷0,8	0,7÷3,0
	Пужни	5÷80	120	40000	0,5÷0,95	25	0,2÷0,5	0,2÷4,5
	Цилиндрично- хиперблоидни	1÷5	8	20000	0,95	20	1,0÷2,5	1,5÷3,0

Препоруке за избор преносног односа

Врста редуктора	Једностепени	Двостепени	Тростепени
Редуктор са паралелним вратилима	$u \leq 9$	$u = 8 \div 50$	$u = 40 \div 250$
Редуктор са вратилима која се секу	$u = 2 \div 5,5$	$u = 6 \div 40$	$u = 25 \div 250$
Пужни редуктор	$u = 5 \div 70$	$u = 8 \div 50$	
Пужни редуктор, комбинован		$u = 35 \div 350$	
Планетни редуктор	$u = 5 \div 50$	$u = 20 \div 100$	

Материјал за израду зупчаних парова:

Челични материјали:

- Сиви лив
- Конструкциони челици
- Побољшани челици
- Легирани челици за нитрирање и цементацију



Материјал за израду зупчаних парова:

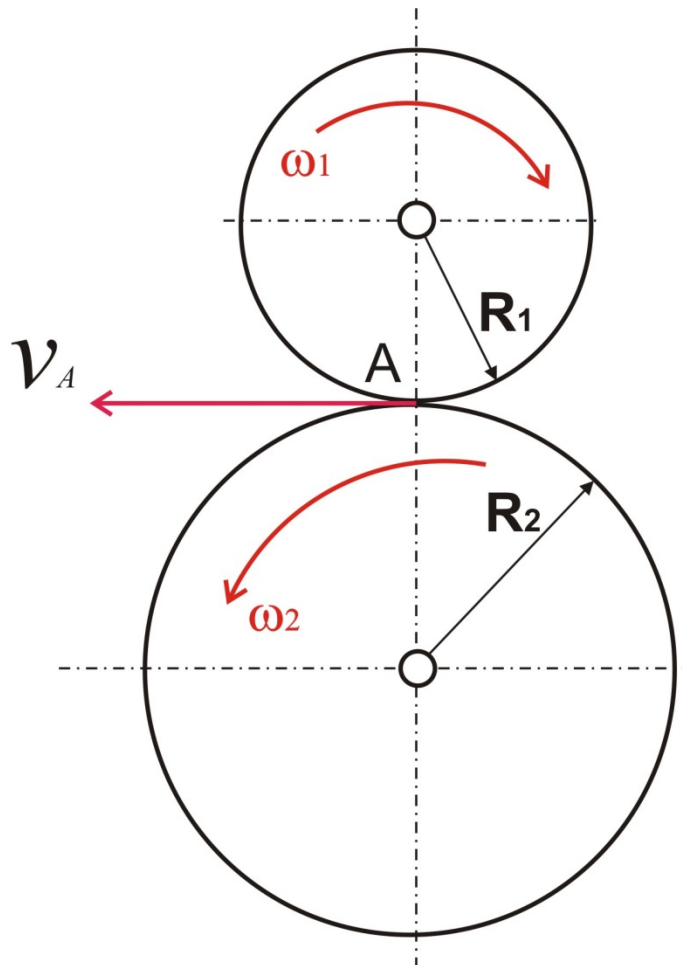
Нечелични материјали:

- Титан
- Алуминијумске легуре
- Пластичне масе

Закон (правило) спрезања

- Облик профила зупца мора да обезбеди исправно спрезање зубаца.
- **Заједничка нормала у тренутној тачки додира профила зубаца сече праву која спаја осе обртања зупчаника у тренутном полу**

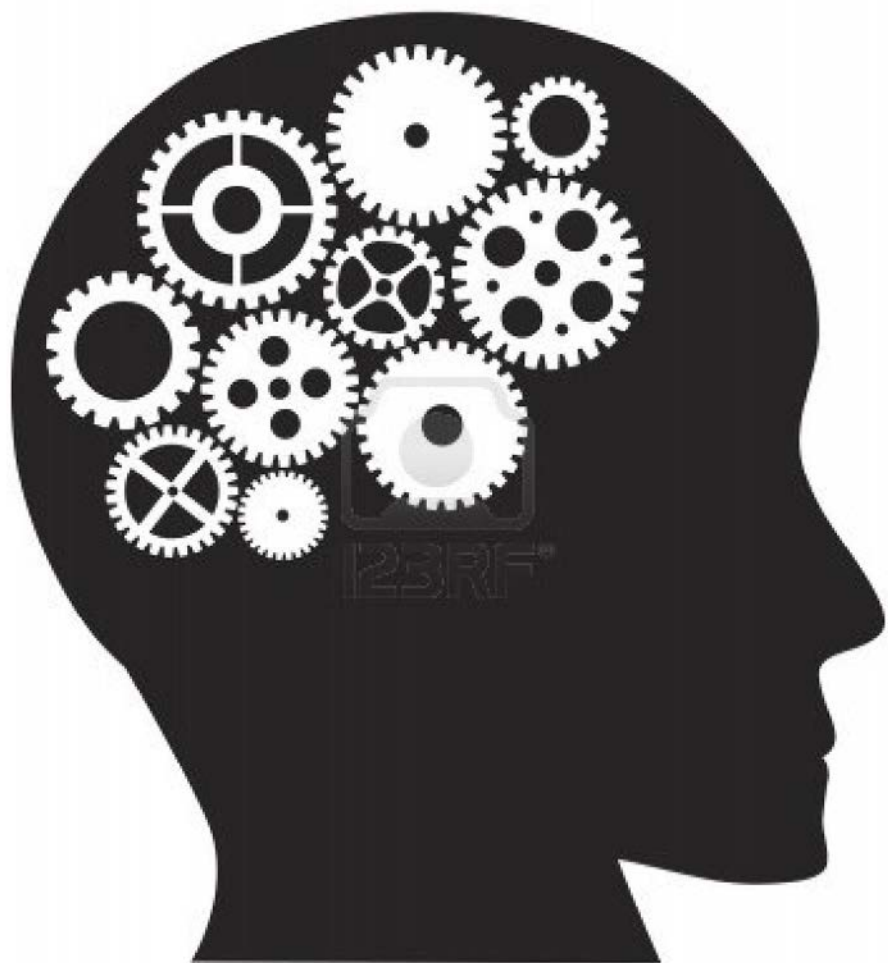
Пошто се кинематски цилиндри спрегнутих зупчаника котрљају један по другоме без клизања



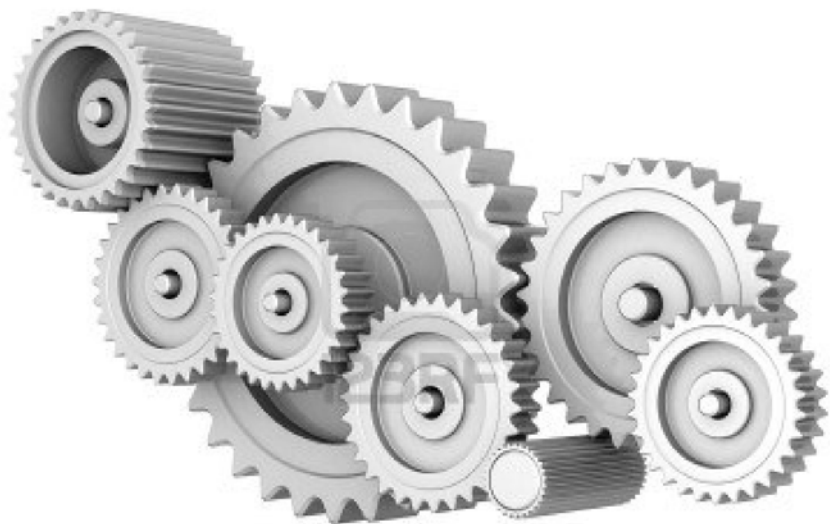
Брзина тачке А:

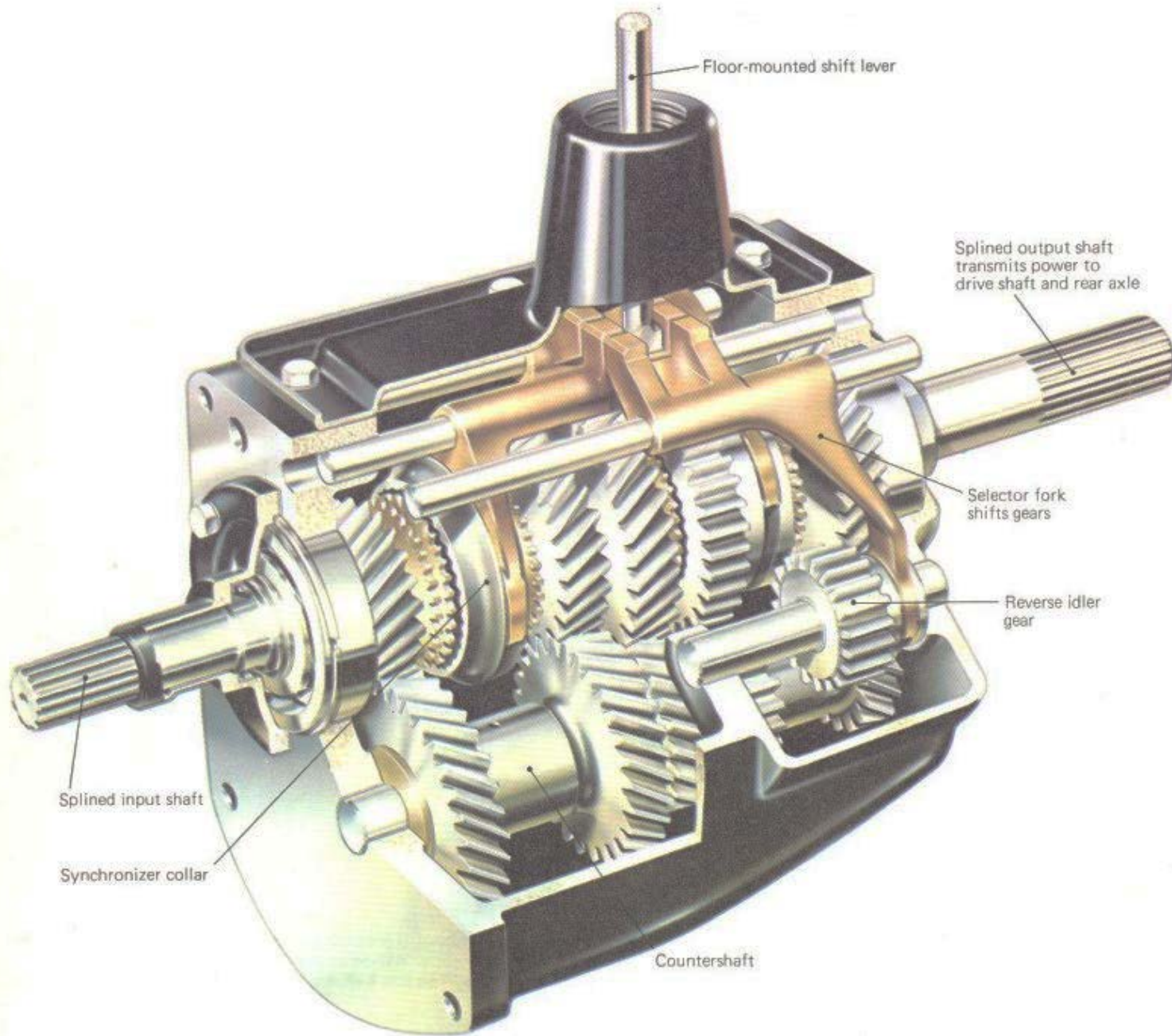
$$v_A = r_{w1} \cdot \omega_1 = r_{w2} \cdot \omega_2$$

Облик активног дела профила зупца једног зупчаника дефинисан је обликом активног дела профила зубаца зупчаника у спреси.



Зупчасти преносници снаге





Kupplung 1 (auf)
Clutch 1 (disengaged)

Kupplung 2 (zu)
Clutch 2 (engaged)

Eingangswelle 2
Input shaft 2

Motor
Engine

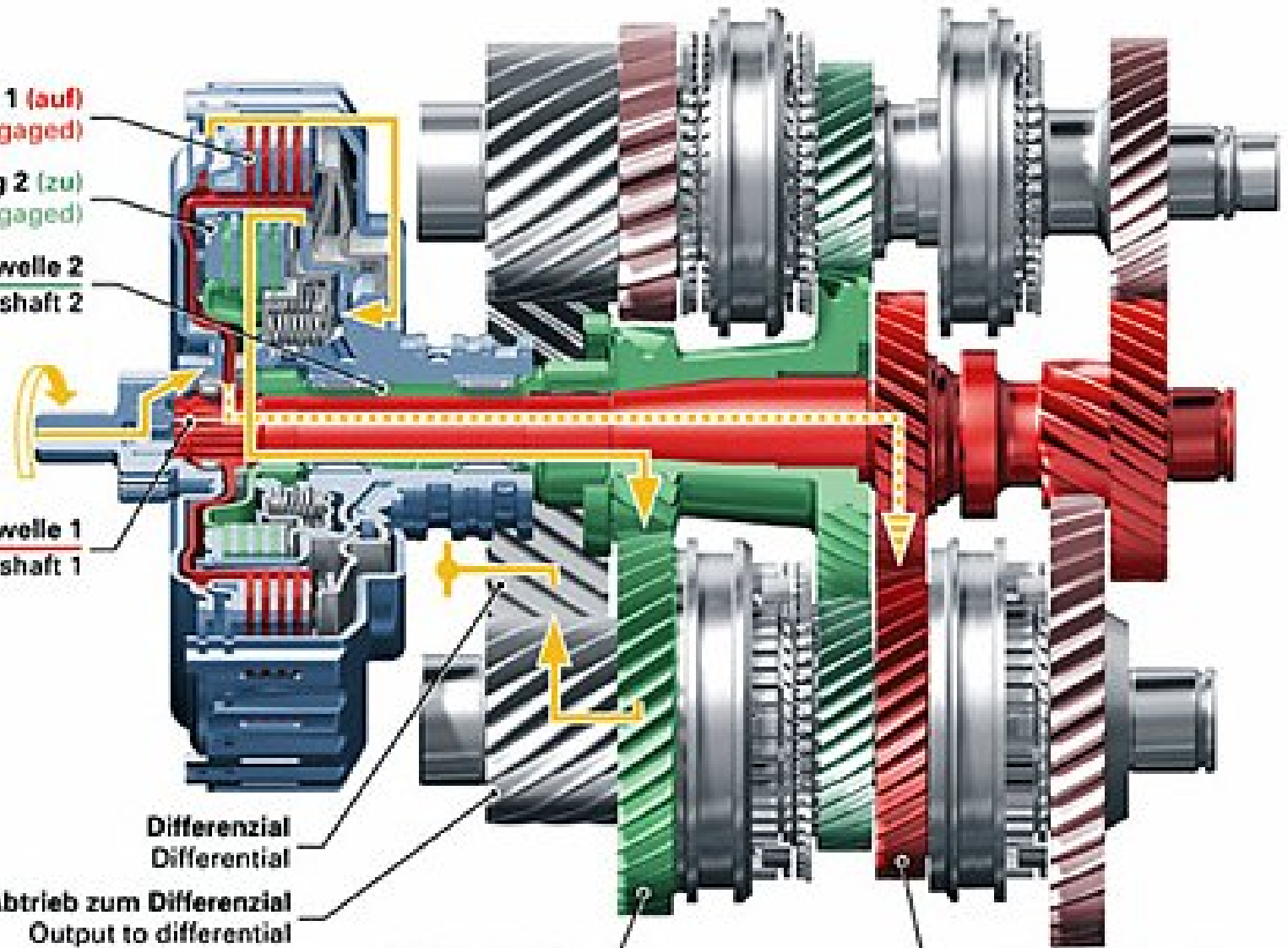
Eingangswelle 1
Input shaft 1

Differenzial
Differential

Abtrieb zum Differenzial
Output to differential

2. Gang (aktiv)
2nd gear (active)

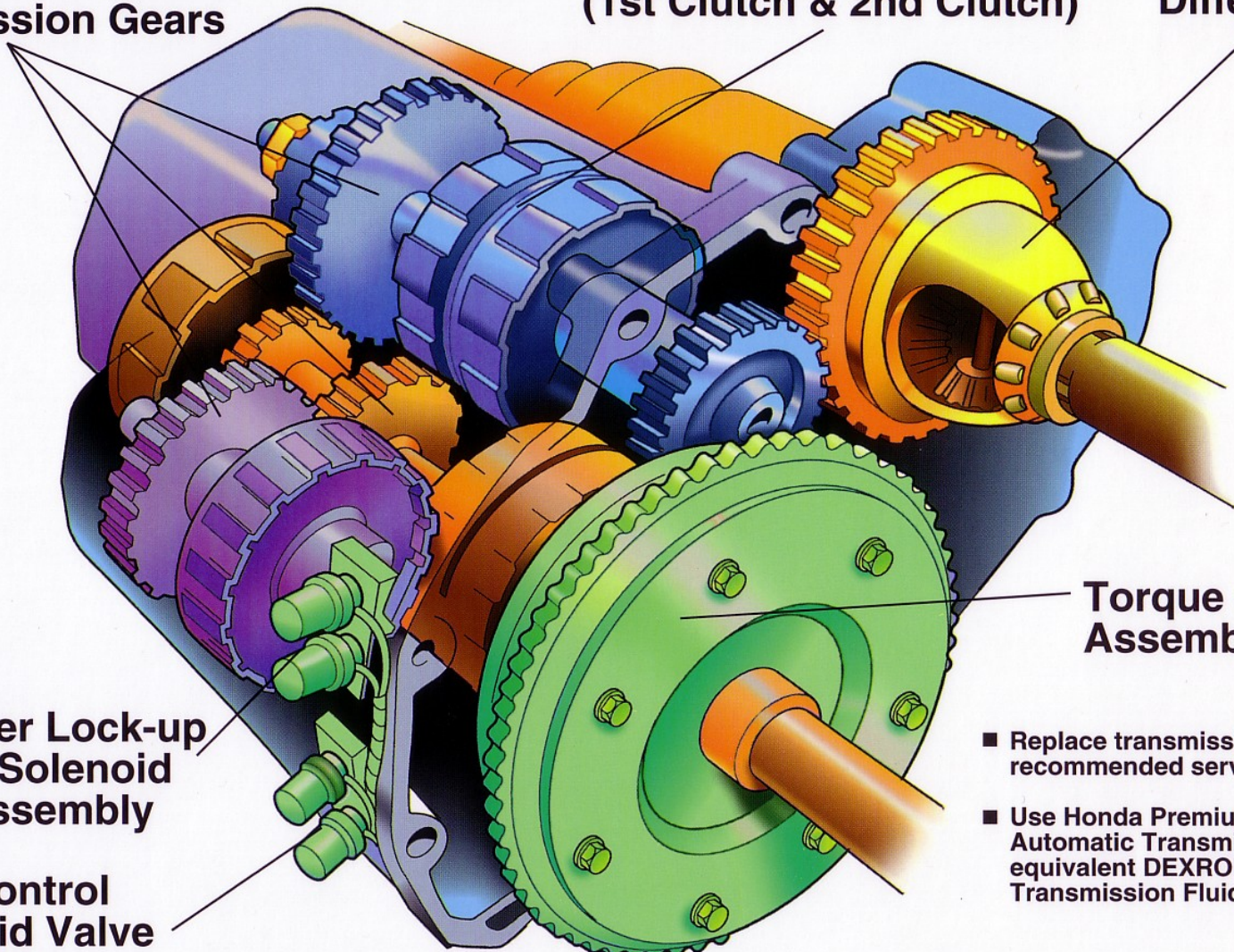
3. Gang (vorgewählt)
3rd gear (preselected)



Transmission Gears

**Clutch Pack Assembly
(1st Clutch & 2nd Clutch)**

Differential



**Torque Converter
Assembly**

**Torque
Converter Lock-up
Control Solenoid
Valve Assembly**

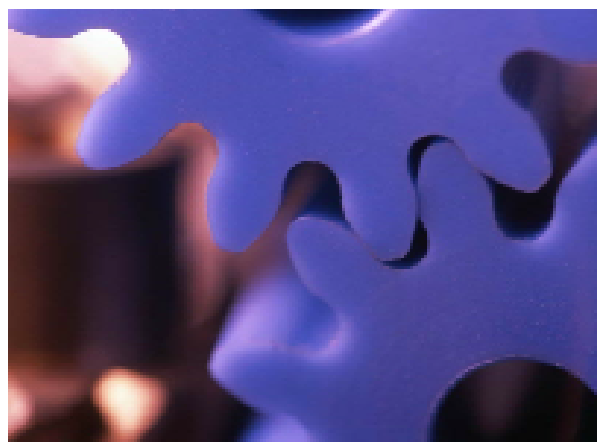
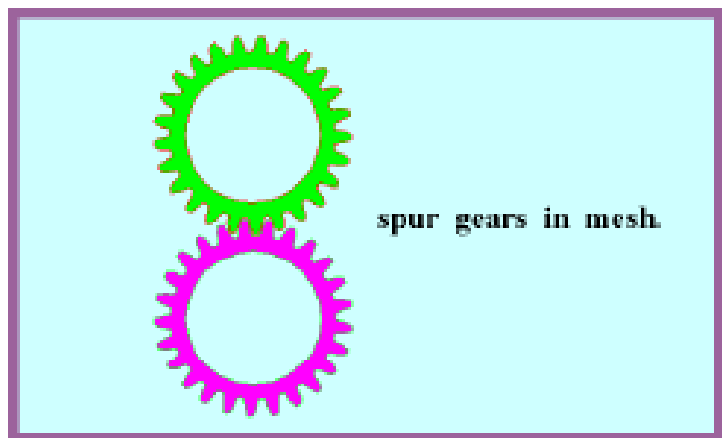
**Shift Control
Solenoid Valve
Assembly**

- Replace transmission fluid at recommended service intervals
- Use Honda Premium Formula Automatic Transmission Fluid or an equivalent DEXRON® II Automatic Transmission Fluid (ATF) only

ЗУПЧАСТИ ПРЕНОСНИЦИ преносе кретање и обртни момент са једног вратила на друго помоћу тзв. везе обликом коју чини спрега зубаца зупчаника.

При томе се врши и одређена **трансформација броја обртаја** и **обртног момента**.

Најједноставнији зупчасти преносник састоји се од **два зупчаника** у спреси која чине **зупчасти пар**.



Један од два зупчаника је **погонски**, а други **гоњени**.

Погонски зупчаник преноси кретање и обртни момент на гоњени зупчаник.

Погонски зупчаник је ближи **погонској**, а **гоњени** **радној** машини.

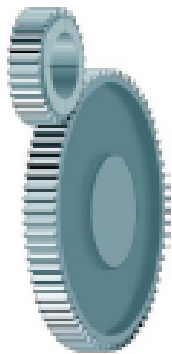
Зупчаници који чине зупчасти пар називају се **спрегнути зупчаници**.



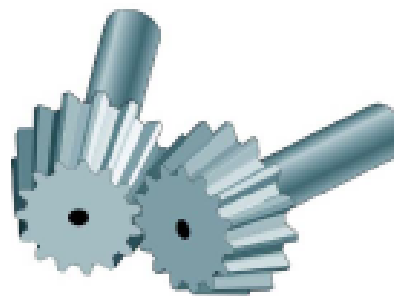
ПОДЕЛА ЗУПЧАНИКА

Према међусобном положају оса вратила погонског и гоњеног зупчаника разликују се:

- **Цилиндрични зупчасти парови** (осе вратила су паралелне);
- **Конични зупчасти парови** (осе вратила се секу);
- **Хиперболоидни зупчасти парови** (осе вратила се мимоилазе).



Цилиндрични

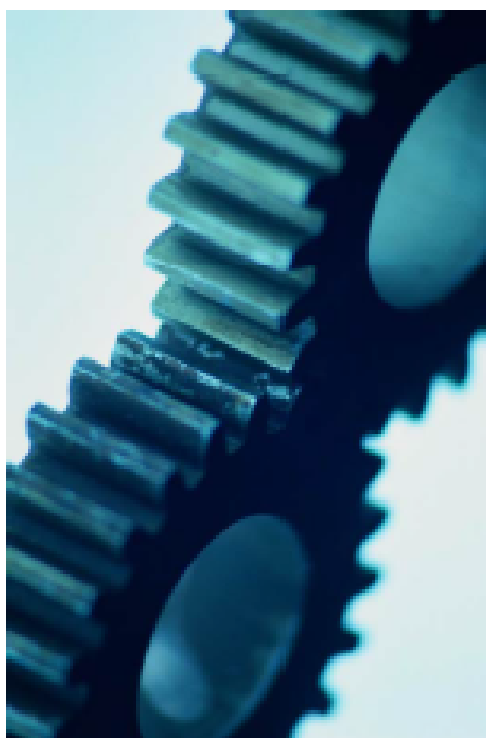


Конични



Хиперболоидни

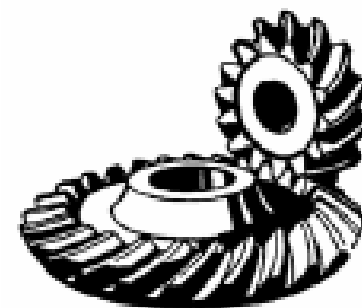
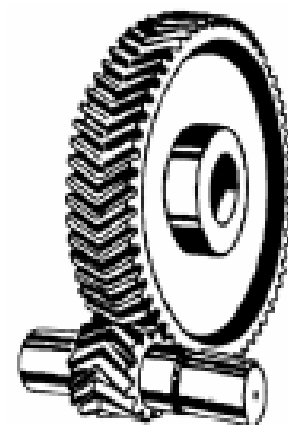
Према **облику зубаца**, зупчаници могу бити са: правим, косим, стреластиим и завојним зупцима.



Прави

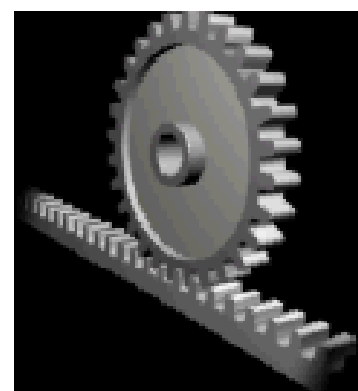
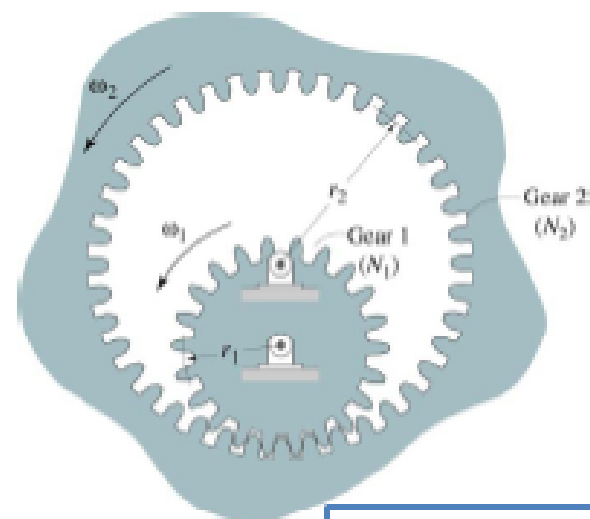
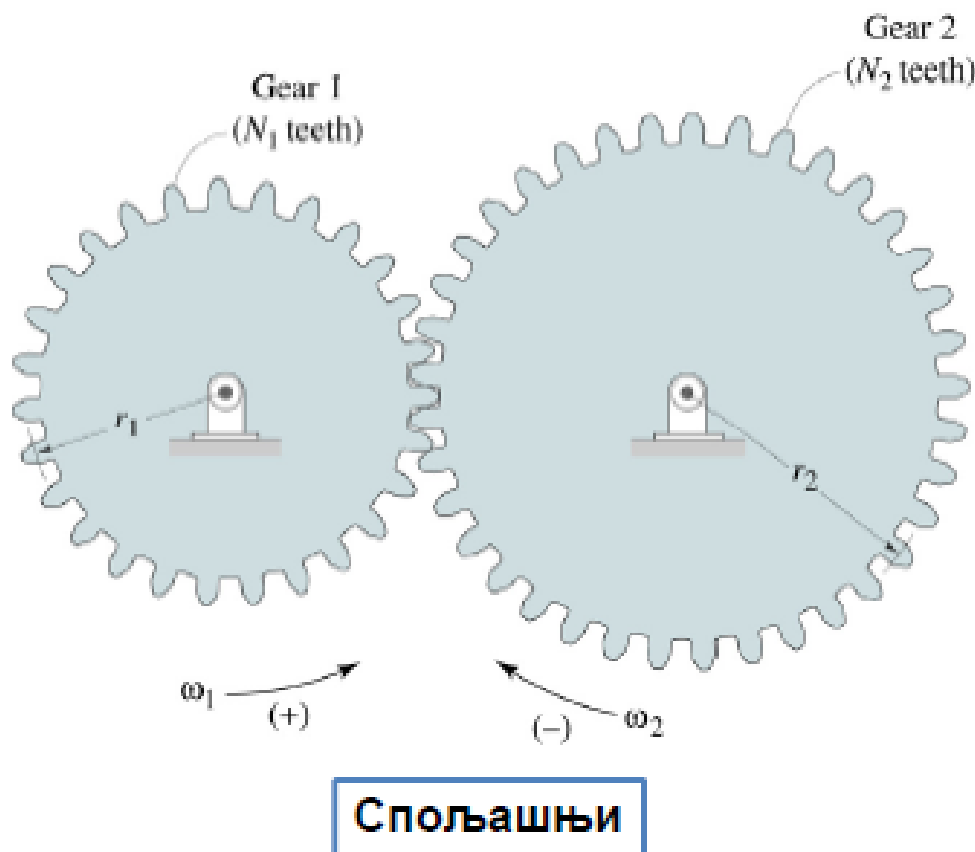


Коси

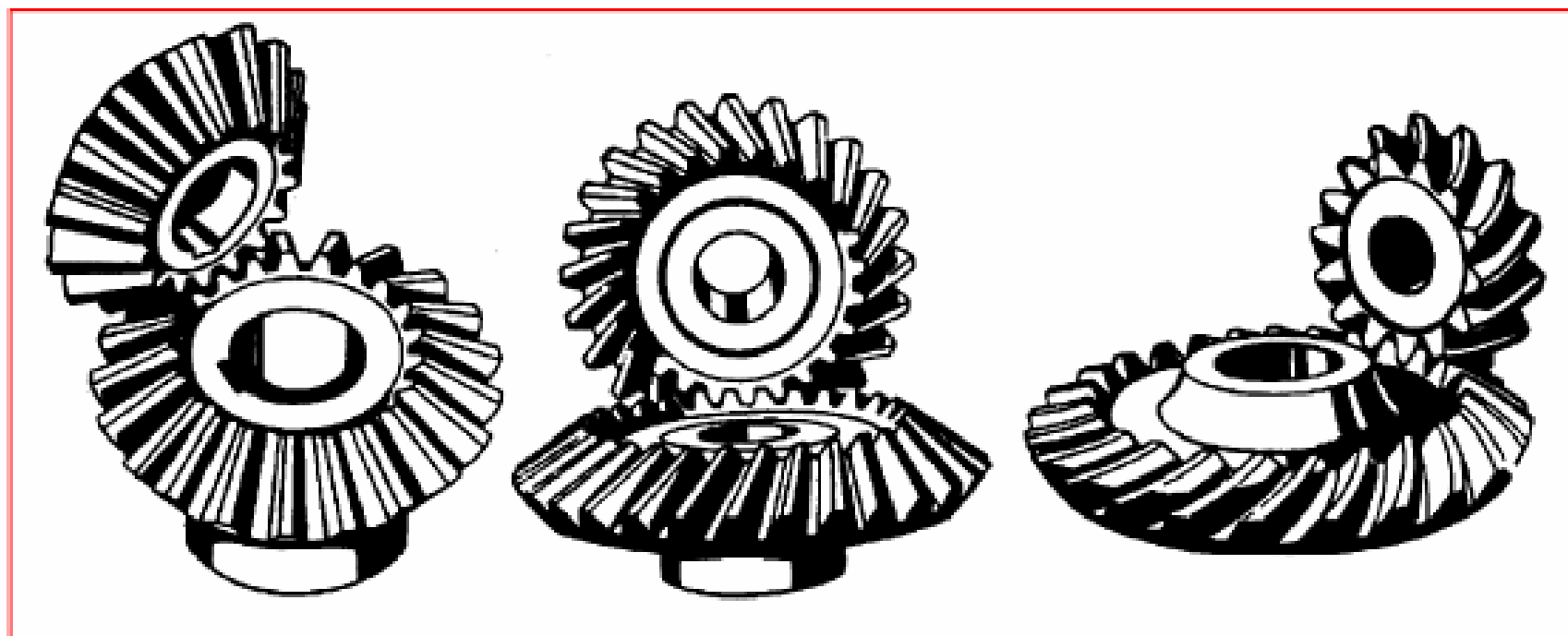


Завојни

Цилиндрични зупасти парови се деле на: **спољашње**, **унутрашње** и **равне** зупчасте парове.



Конични зупчасти парови према **облику** зубаца могу бити са: **правим**, **косим** и **завојним** зупцима.

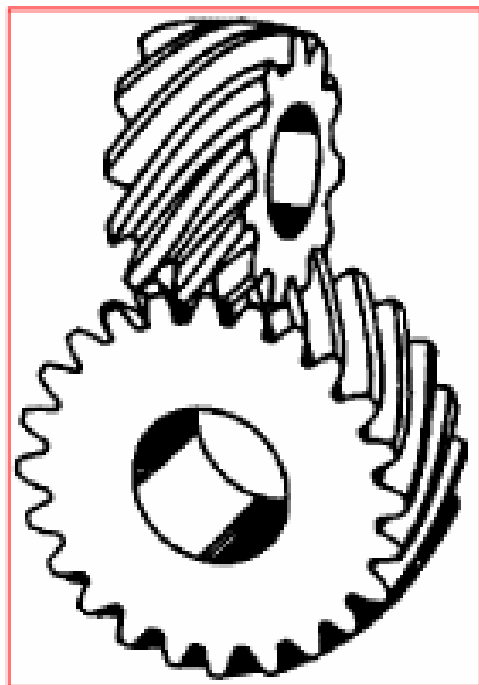


Прави

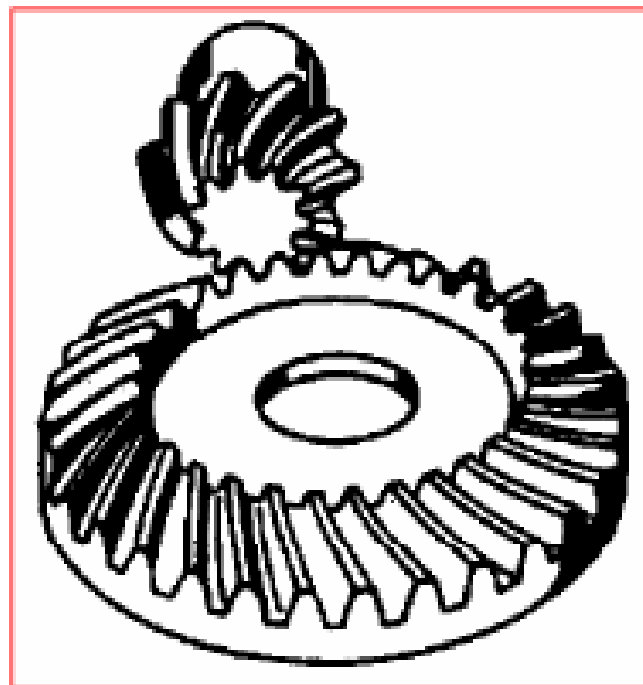
Коси

Завојни

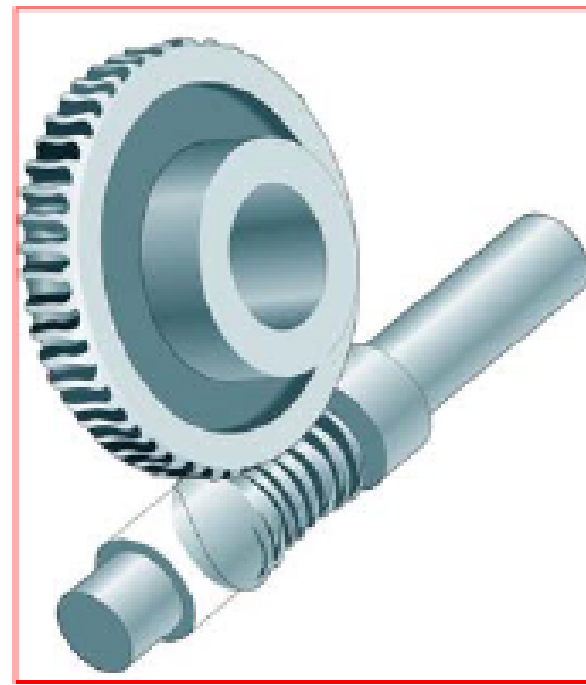
Хиперболоидни зупчасти парови се деле у три групе: цилиндрични зупчаници са хеликоидним зупцима за мимоилазна вратила (**вијчаници**), **хипоидни зупчасти парови** и **пужни парови**.



Вијчаници



Хипоидни



Пужни

Основне карактеристике зупчастих преносника

Предности:

- Тачан кинематски преносни однос;
- Мале димензије;
- Велики степен искоришћења (изузев хиперболоидних з.п.);
- Велика издржљивост и трајност у раду;
- Примена у веома широком дијапазону снага, бројева обртаја, преносних односа,...

Недостатци:

- Велика тачност израде;
- Хабање и трошење у раду;
- Велика крутост;
- Присуство вибрација и буке;
- ...



Кинематика зупчастих преносника

При спрезању зупчаника **кинematски цилиндри** (замишљени, додирни цилиндри) се котрљају један по другом без клизања.

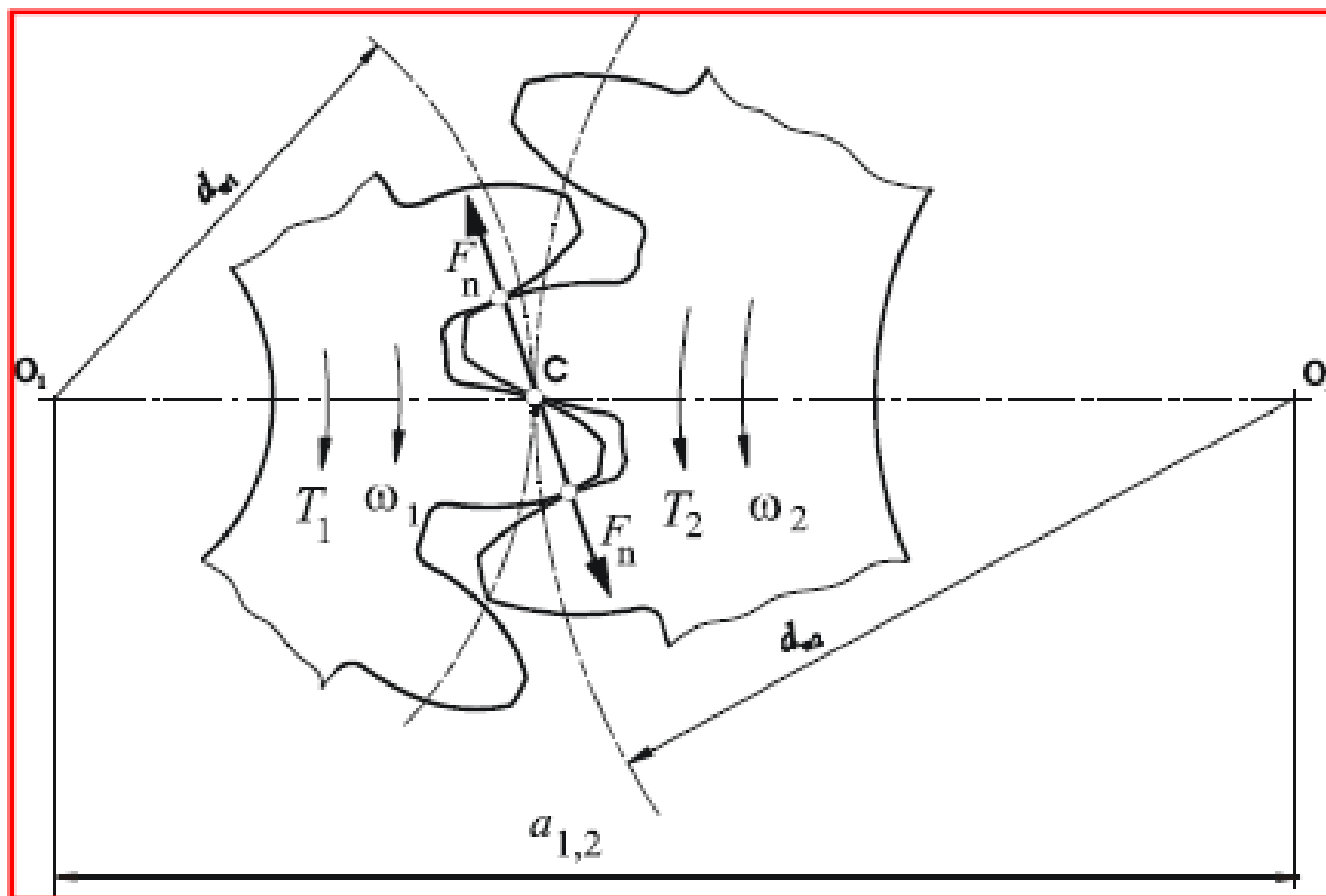
Овај услов мора бити испуњен да би се остварио **константан преносни однос**.

$$T_1, \omega_1 \rightarrow T_2, \omega_2$$

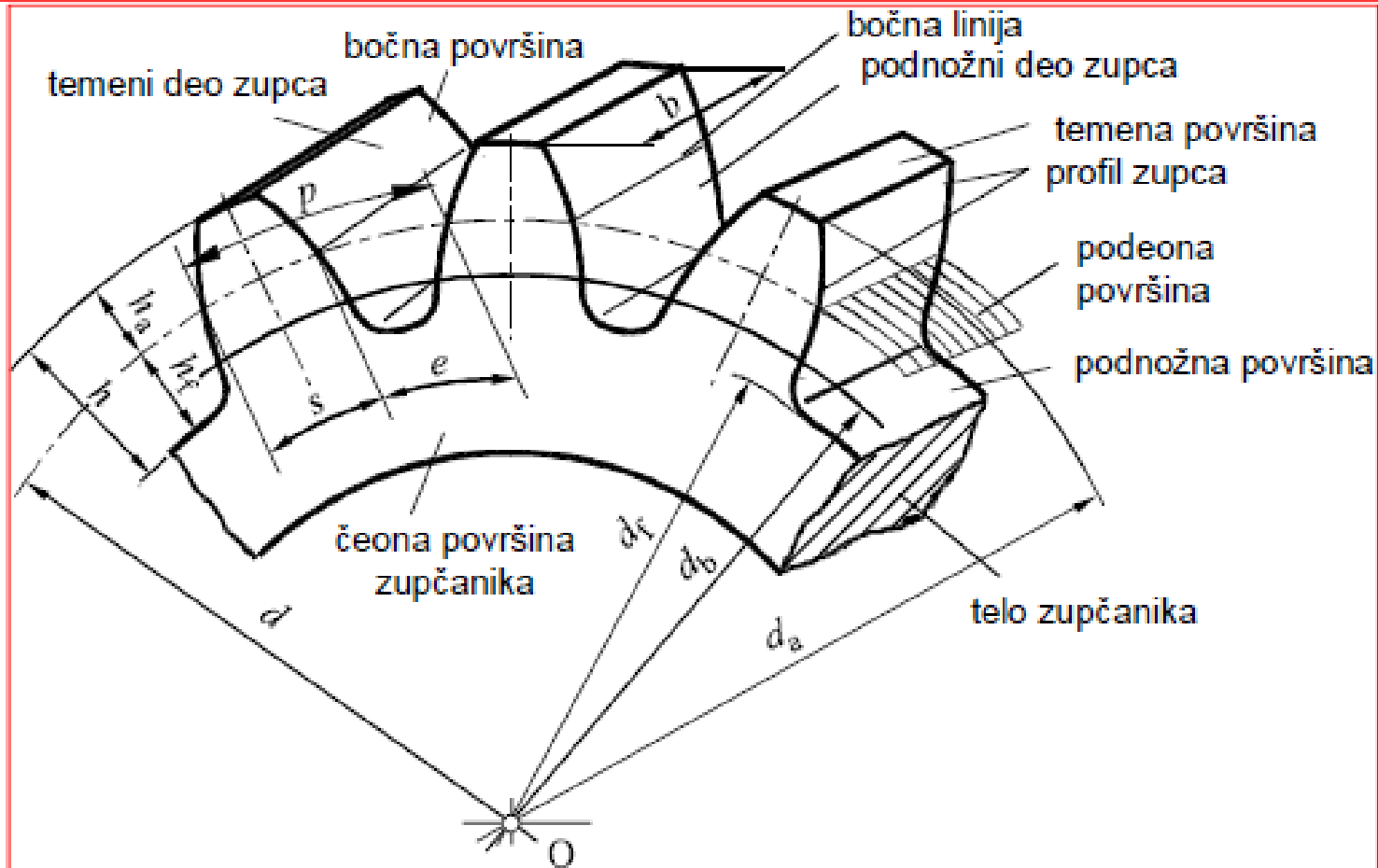
У тачки додира зубаца јављају се **нормалне силе** F_n које су истог правца и интензитета, али супротног смера.

Ако се кинематски цилиндри пресеку равнима управним на осе обртања, добијају се **кинematски кругови**.

Додирна тачка кинематских кругова се зове **КИНЕМАТСКИ** или тренутни пол.



OSNOVNE VELIČINE KOD CILINDRIČNIH ZUPČANIKA SA PRAVIM ZUPCIMA



Корак профила је лучно растојање узастопних левих, односно десних бокова зубаца. Најчешће се мери на **подеоном**, **кинематском** и **основном** кругу зупчаника, али се може мерити и на **било ком** другом кругу (p, p_w, p_b, \dots).

Обим подеоног круга:

$$O = p \cdot z = d \cdot \pi \Rightarrow d = \left(\frac{p}{\pi} \right) \cdot z = m$$

$$m = \left(\frac{p}{\pi} \right)$$

КОРАК ПРОФИЛА

$$p = m \cdot \pi$$

МОДУЛ ЗУПЧАНИКА

Зупчаници који чине зупчасти пар имају ИСТИ МОДУЛ И ИСТИ корак.

Подеони корак p је једнак збиру лучне дебљине зупца s и лучне ширине међузубља e .

$$p = s + e$$

Неке важне димензије зупчаника

Висина главе зупца:

$$h_a = m$$

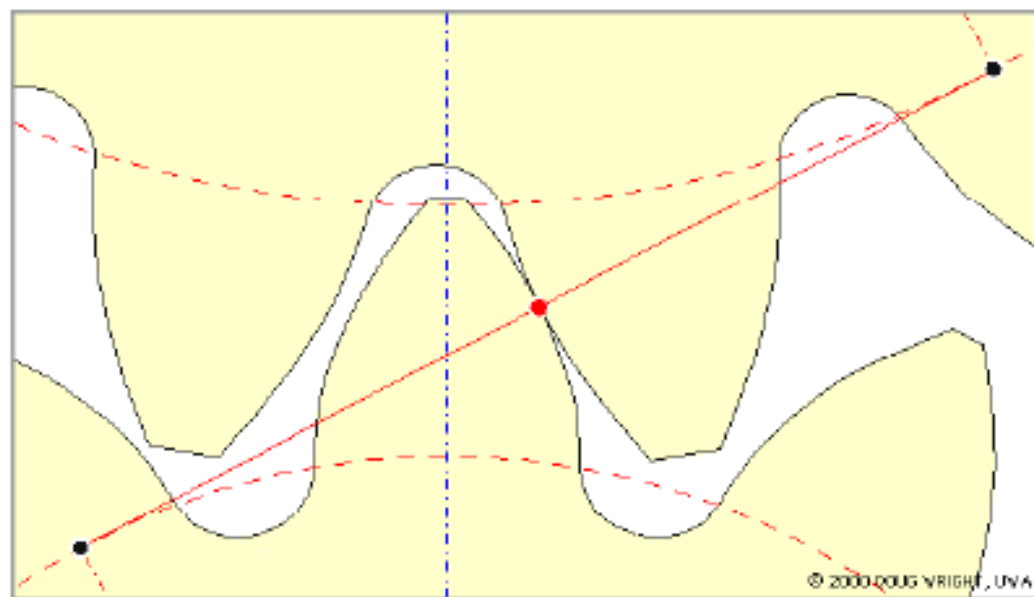
Висина ноге зупца:

$$h_f = m + c, \quad c = (0,1 \div 0,3)m \Rightarrow h_f = (1,1 \div 1,3)m$$

При спрезању два зупчаника, тачка додира се код **ПОГОНСКОГ** зупчаника помера од **подножја ка темену**, а код **ГОЊЕНОГ** зупчаника од **темена ка подножју** зупца.

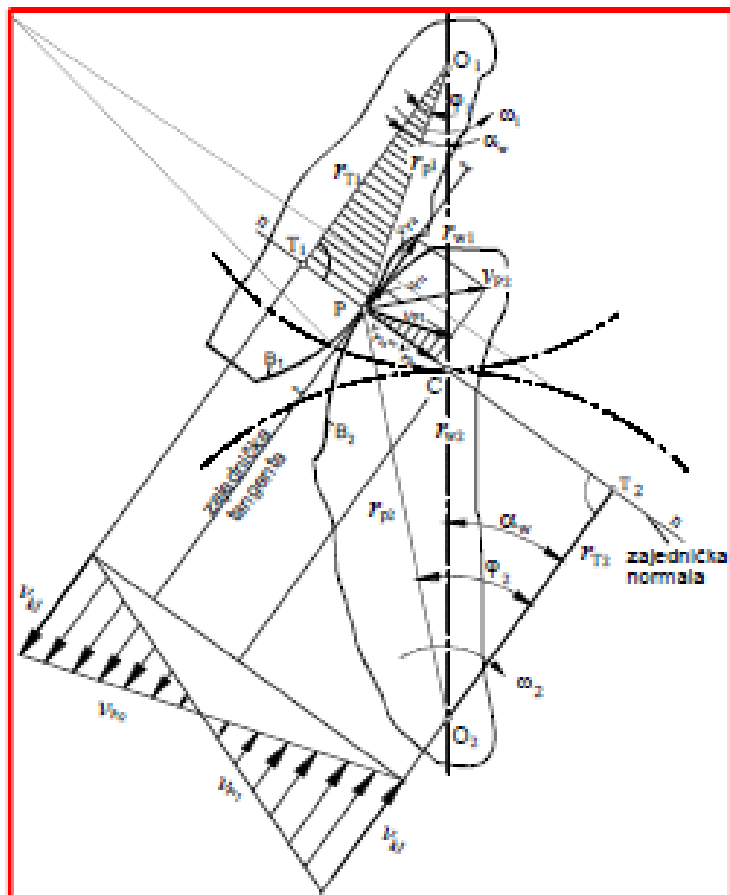
Део бока на коме се остварује контакт зубаца зове се **АКТИВНИ** **део бока**.

Гоњени зупчаник



Погонски зупчаник

ОСНОВНИ ЗАКОН СПРЕЗАЊА



Основни закон спрезања дефинише међусобну зависност спрегнутих профила и услове које треба задовољити да **преносни однос буде константан**.

Нормала, повучена на тангенту у тренутној тачки додира спрегнутих профила, мора да пролази кроз кинематски пол.

С друге стране, нормала у тренутној тачки додира профила сече праву која спаја осе обртања зупчаника O_1 и O_2 у тренутном полу C .

ОБЛИЦИ ПРОФИЛА ЗУБАЦА

За профиле зубаца се могу користити све криве линије које **задовољавају основно правило спрезања**.

За **познати профил** зупца једног зупчаника, дато **осно растојање** и **преносни однос**, профил зупца другог (спрегнутог) зупчаника је **једнозначно** одређен. То је иста крива линија, али са другим параметрима.

Ове услове испуњавају криве линије познате као рулете: **еволвенте** и **циклоиде**.

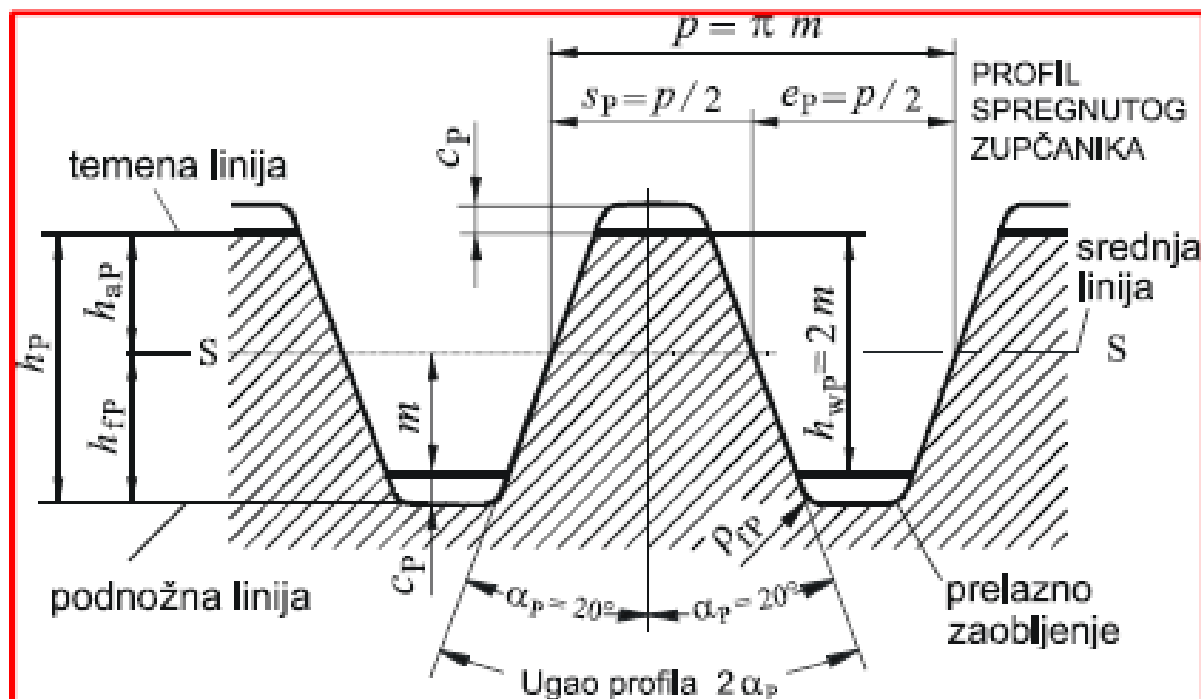
Еволвента је крива линија која настаје **котрљањем без клизања** праве по кругу.

Свака тачка те праве описује по једну еволвенту.

Круг по коме се котрља права је **основни круг** пречника d_b

ЦИЛИНДРИЧНИ ЕВОЛВЕНТНИ ЗУПЧАНИЦИ СА ПРАВИМ ЗУПЦИМА

Све напред наведено важи за цилиндричне зупчанике са правим зупцима.

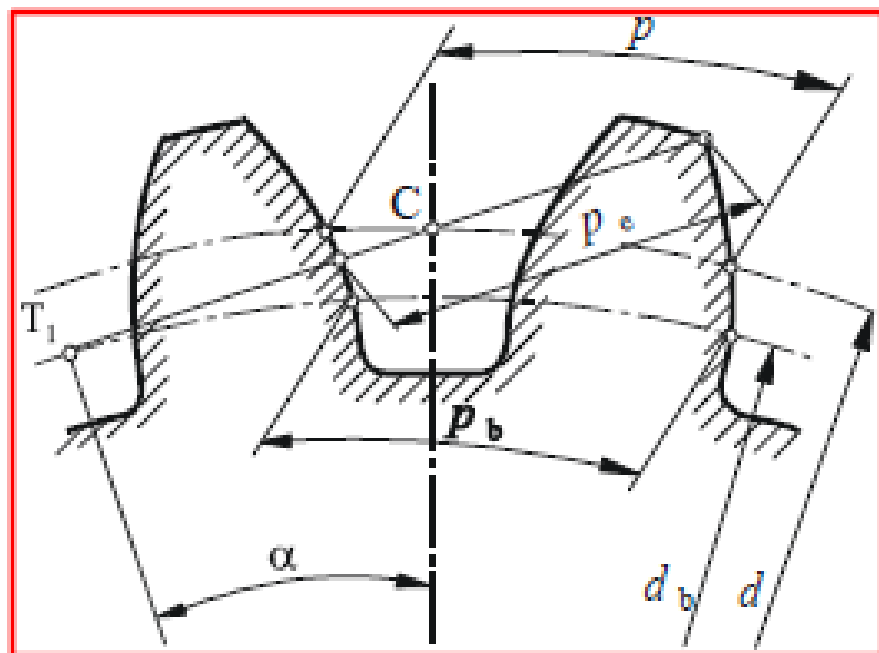


Стандардни
профил
цилиндричних
еволвентних
зупчаника

ОСНОВНИ КОРАК И КОРАК НА ДОДИРНИЦИ

Основни корак (корак на основном кругу) је лучно растојање између истоимених бокова суседних зубаца и мери се по луку основног круга.

Корак на додирници (спрежни корак) је нормално растојање истоимених бокова два суседна зупца.



$$p_e = p_b$$

$$p_e = p_i \cos \alpha_i$$

Гранични број зубаца зупчаника 2:

$$z_{2g} \leq \frac{z_1^2 \cdot \sin^2 \alpha - 4}{4 - 2 \cdot z_1 \cdot \sin^2 \alpha}$$

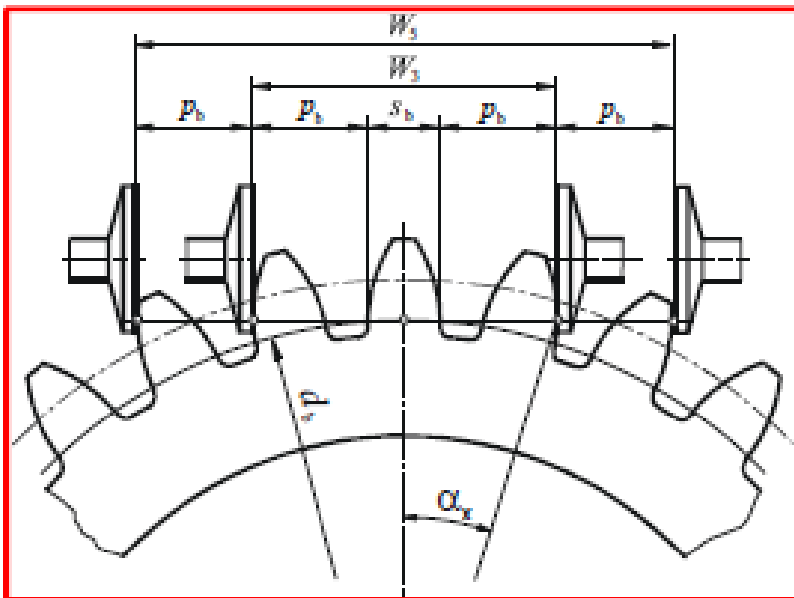
За $\alpha = 20^\circ$, важе вредности из табеле:

z_1	13	14	15	...
z_2	16	26	45	...

МЕРА ПРЕКО ЗУБАЦА

Мера преко зубаца је **контролна мера** која омогућава контролу корака и лучне дебљине зупца на **основном кругу**.

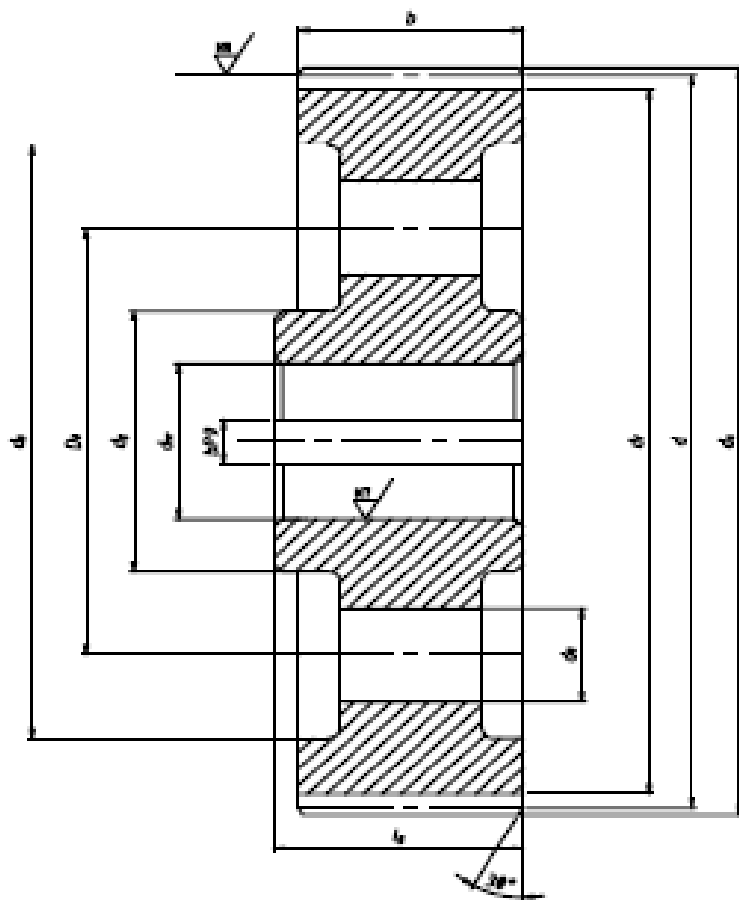
Представља растојање разноимених бокова два или више зубаца, а мер се дуж заједничке нормале.



z_w – merni broj zubaca

W – mera preko zubaca

ПРЕЧНИЦИ ЗУПЧАНИКА



Модул:

$$m = m_n$$

Пречници подеоних кругова:

$$d_1 = m \cdot z_1, d_2 = m \cdot z_2$$

Пречници кинематских кругова:

$$d_{w1} = d_1 \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_w}, d_{w2} = d_2 \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_w}$$

Пречници подножних кругова:

$$d_{f1} = d_1 - 2 \cdot h_{fp} + 2 \cdot x_1 \cdot m, d_{f2} = d_2 - 2 \cdot h_{fp} + 2 \cdot x_2 \cdot m$$

Пречници темених кругова:

$$d_{a1} = 2 \cdot a - d_{f2} - 2 \cdot c, d_{a2} = 2 \cdot a - d_{f1} - 2 \cdot c$$

$$h_{fp} = h_f, c = c_p = (0,1 \div 0,3)m$$