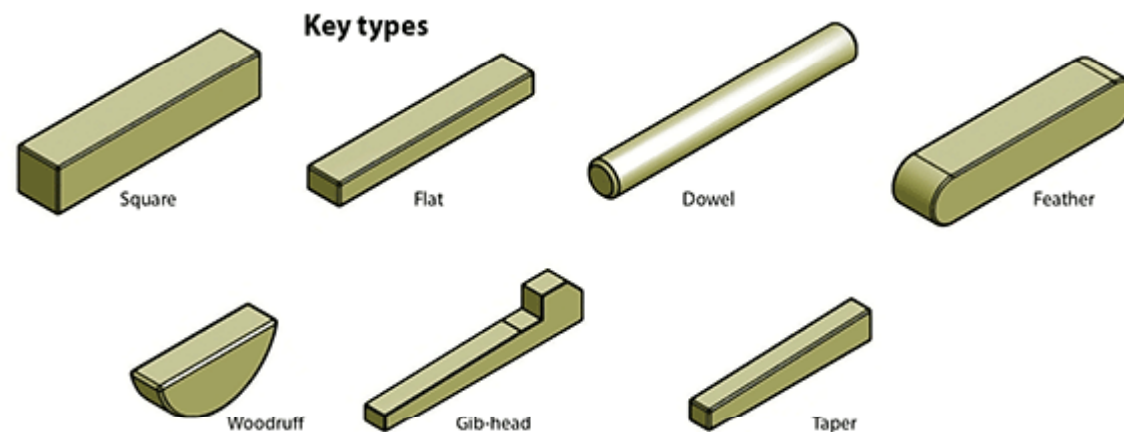


Спојеве вратила и елемената који се постављају на њих



Спојеви вратила и елемената, који се постављају на њих, користе се за преношење:

- обртних момената,
- радијалних сила и
- аксијалних сила

са вратила на део који се налази на њему (зупчаник, ланчаник, каишник и сл.) и обратно.

Спојеви се могу остварити на три различита начина:

- помоћу посебних елемената,
- помоћу посебног облика додирних површина и
- помоћу трења на месту додира (пресовани и стезни спојеви).

Веза посредством посебних елемената

- Веза вратила и делова који се постављају на њега, посредством посебних елемената, се остварује **клиновима**.
- Клинови служе за везу вратила или осовина са зупчаницима, ланчаницима, каишницима и сличним елементима, при чему се посредством њих доводи или одводи обртни момент.

Веза посредством посебних елемената

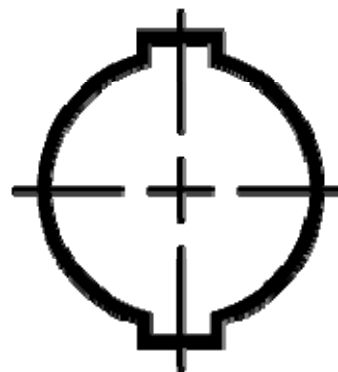
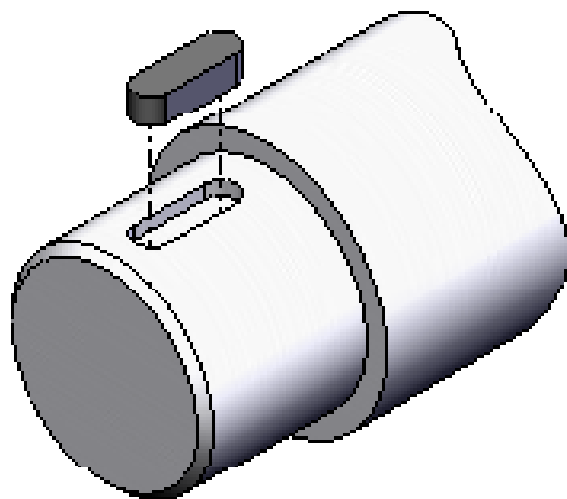
Везе са клином се могу поделити на две групе и то на:

- **ненапрегнуте везе**, које се остварују посредством призматичних и сегментних клинова и
- **напрегнуте везе**, које се остварују клиновима са нагибом, фрикционим или тангентним клиновима.



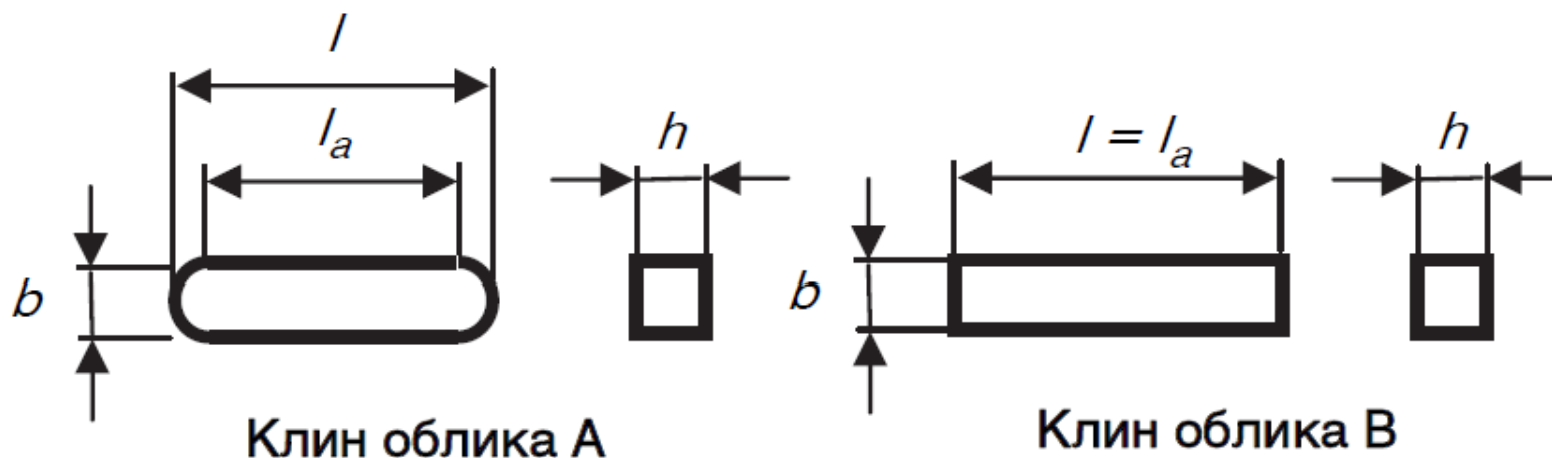
Веза посредством посебних елемената

Сви клинови су стандардизовани. Обично се веза остварује посредством једног клина, међутим, при великим обртним моментима постављају се два до три клина, под углом од 180° односно 120° .



Клинови без нагиба

- Пошто је висина и ширина клинова прописана стандардом, у зависности од пречника вратила, **претходни** прорачун се своди на одређивање дужине клина, а **завршни** на проверу напона, односно, степена сигурности при усвојеној дужини клина.

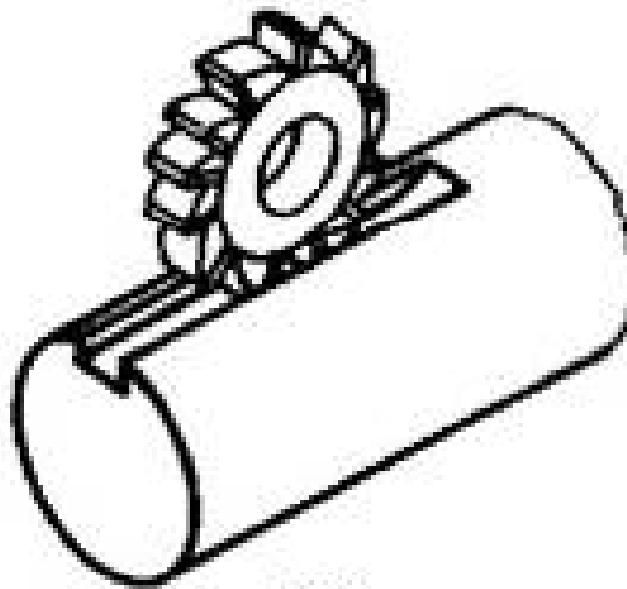


Клинови без нагиба

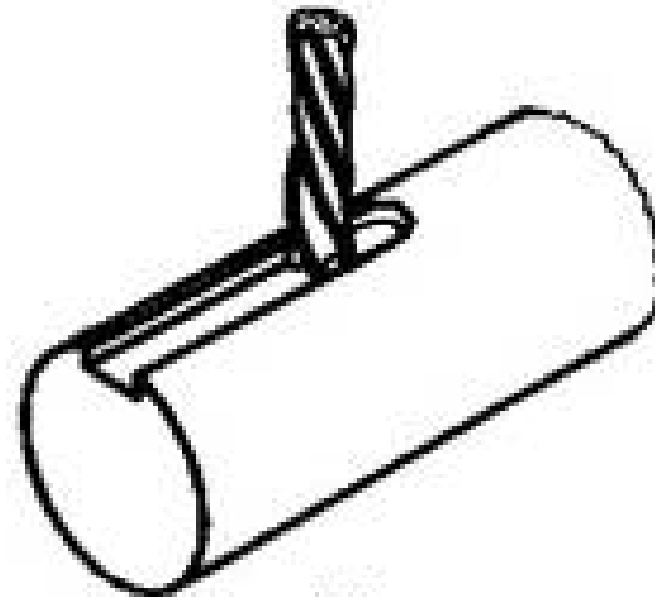
Табела 5. 11 Димензије стандардних клинова у mm (SRPS M.C2.060)

Пречник вратила d од до		Мере клина					Мере жлеба							
		b h9	h h11	r	l h14 од до		b	t		t_1			r_1	
								вратило		главчина				
								са заз. и прек.	са зазором	са преклоп.				
6	8	2	2	0,2	6	20	2	1,1		1,0		0,6		0,2
8	10	3	3	0,2	6	36	3	1,7	+0,1	1,4		1,0		0,2
10	12	4	4	0,2	8	45	4	2,4		1,7	+0,1	1,3		0,2
12	17	5	5	0,2	10	56	5	2,9		2,2		1,8		0,2
17	22	6	6	0,4	14	70	6	3,5		2,6		2,1	+0,1	0,4
22	30	8	7	0,4	18	90	8	4,1		3,0		2,4		0,4
30	38	10	8	0,4	22	110	10	4,7		3,4		2,8		0,4
38	44	12	8	0,5	28	140	12	4,9		3,2		2,6		0,5
44	50	14	9	0,5	36	160	14	5,5		3,6		2,9		0,5
50	58	16	10	0,5	45	180	16	6,2	+0,2	3,9		3,2		0,5
58	65	18	11	0,5	50	200	18	6,8		4,3		3,5		0,5
65	75	20	12	0,6	56	220	20	7,4		4,7		3,9		0,6
75	85	22	14	0,6	63	250	22	8,5		5,6		4,8	+0,2	0,6
85	95	25	14	0,6	70	280	25	8,7		5,4		4,6		0,6
95	110	28	16	0,8	80	310	28	9,9		6,2		5,4		0,8
110	130	32	18	0,8	90	355	32	11,1		7,1	+0,2	6,1		0,8
130	150	36	20	1,0	100	400	36	12,2		7,9		6,9		1,0

Клинови без нагиба



(a)

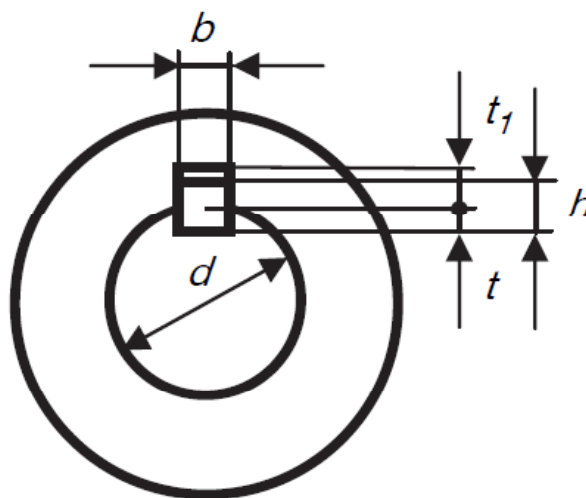


(b)

Клинови без нагиба - претходни прорачун

- Претходни прорачун клинова без нагиба своди се на прорачун дужине клина која се одређује на основу притиска на месту додира клина и главчине, односно, клина и вратила

$$p = \frac{F}{A} = \frac{2TC_A}{dl_a h_a} \leq p_{doz} = \frac{p_K}{S_{pmin}} = \frac{R_{eH}}{S_{pmin}}$$



Клинови без нагиба - претходни прорачун

одакле следи да је

$$l_a = \frac{2TC_A}{dh_a p_{doz}} = \frac{2TC_A S_{pmin}}{dh_a R_{eH}}$$

T - обртни момент који се преноси клином,

C_A - фактор удара ($C_A = 1$ - за рад без удара, $C_A = 1,2 - 1,7$ - за мале ударе и $C_A = 1,8 - 2,6$ - за велике ударе),

d - пречник вратила на које је постављен клин,

l_a - активна (радна) дужина клина.

За клинове облика А: $l_a = l - b$ где је b - ширина клина.

За клинове облика В: $l_a = l$.

h_a - активна висина клина

$h_a = h - t - r$ или $h_a = t - r$

Клинови без нагиба - завршни прорачун

■ Завршни прорачун клинова без нагиба своди се на прорачун степена сигурности на површински притиска на месту додира клина и главчине, односно, клина и вратила по обрасцу

$$S_p = \frac{p_K}{p} = \frac{R_{eH}}{p} \geq S_{pmin}$$

R_{eH} - напон на граници течења за слабији материјал (клин - главчина или клин - вратило),

p - притисак на месту контакта

$$p = \frac{F}{A} = \frac{2TC_A}{d l_a h_a}$$

S_{pmin} - минимална вредност степена сигурности на површински притисак ($S_{pmin} = 2,8 - 3,5$).

Чивије (округли клинови)

- Чивије представљају посебну групу клинова, намењених за преношење **малих обртних момената**, који су, због свог цилиндричног облика, **једноставни за израду** и, што је посебно важно, захтевају израду једноставног жлеба за клин.



Чивије (округли клинови)

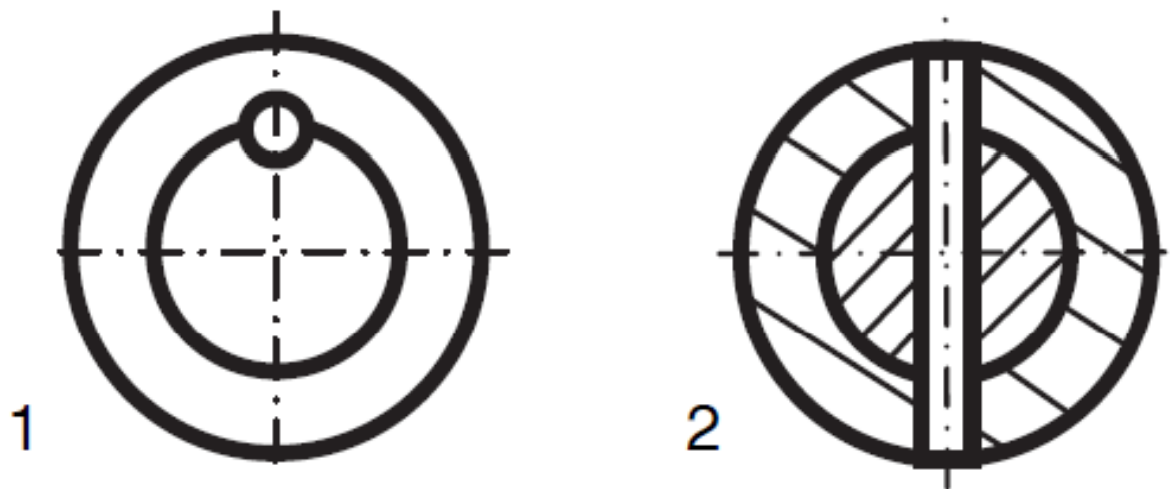
- Међутим, и поред те једноставности они се ређе користе јер је те жлебове (дуге отворе), обично, потребно **бушити у склопу, у монтираном стању**, што компликује производњу па се из тог разлога ређе примењују.



Чивије (округли клинови)

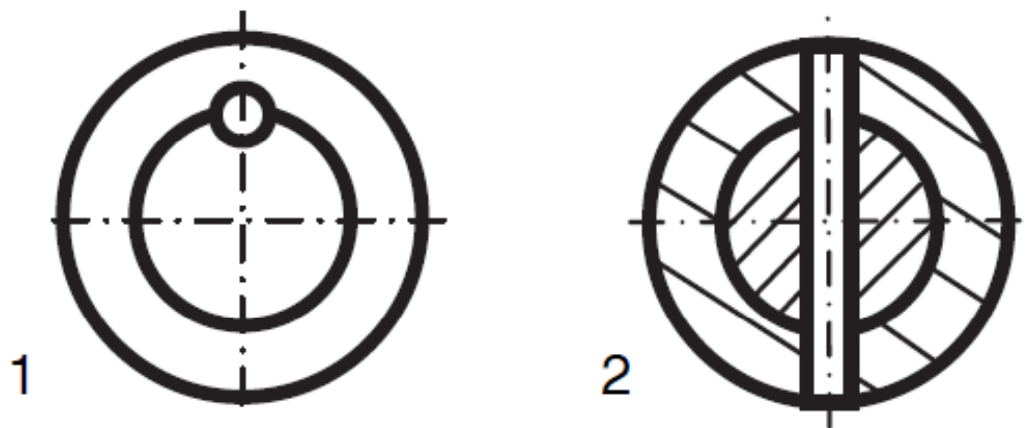
Округли клинови се могу поставити:

- паралелно са осом вратила и
- управно на осу.



Чивије (округли клинови)

- Пречник округлог клина се усваја у зависности од пречника вратила на које се поставља ($d_{\zeta} = (0,2 - 0,25) d$) пошто би сувише велики пречник клина значајно ослабио вратило.
- Клинови који се постављају паралелно са осом вратила прорачунавају се на **површински притисак**, док се клинови који се постављају управно на осу вратила прорачунавају на **смицање и површински притисак**.



Чивије (округли клинови) – претходни прорачун

■ Претходни прорачун паралелно постављених округлих клинова своди се на прорачун дужине клина која се одређује на основу притиска на месту додира клина и главчине, односно, клина и вратила.



$$p = \frac{F}{A} = \frac{2TC_A}{dl_a h_a} = \frac{4TC_A}{dl_a d_{\check{c}}} \leq p_{doz} = \frac{p_K}{S_{pmin}} = \frac{R_{eH}}{S_{pmin}}$$

Чивије (округли клинови) – претходни прорачун

■ Претходни прорачун паралелно постављених округлих клинова

$$l_a = \frac{4TC_A}{dd_{\check{c}}p_{doz}} = \frac{4TC_A S_{pmin}}{dd_{\check{c}}R_{eH}}$$

T - обртни момент који се преноси клином,
 C_A - фактор удара ($C_A = 1$ - за рад без удара, $C_A = 1,2 - 1,7$ - за мале ударе и $C_A = 1,8 - 2,6$ - за велике ударе),
 d - пречник вратила на које је постављен клин,
 l_a - активна (радна) дужина клина,
 $d_{\check{c}}$ - пречник округлог клина.
 S_{pmin} - минимална вредност степена сигурности на површински притисак ($S_{pmin} = 2,8 - 3,5$).
 R_{eH} - напон на граници течења за слабији материјал (клин - главчина или клин - вратило)

Чивије (округли клинови) – завршни прорачун

■ **Завршни прорачун паралелно постављених округлих клинова** своди се на прорачун степена сигурности на површински притиска на месту додира клина и главчине, односно, клина и вратила по обрасцу

$$S_p = \frac{p_k}{p} = \frac{R_{eH}}{p} \geq S_{pmin}$$

R_{eH} - напон на граници течења за слабији материјал (клин - главчина или клин - вратило),
 p - притисак на месту контакта

$$p = \frac{F}{A} = \frac{2TC_A}{dl_a h_a}$$

S_{pmin} - минимална вредност степена сигурности на површински притисак ($S_{pmin} = 2,8 - 3,5$).

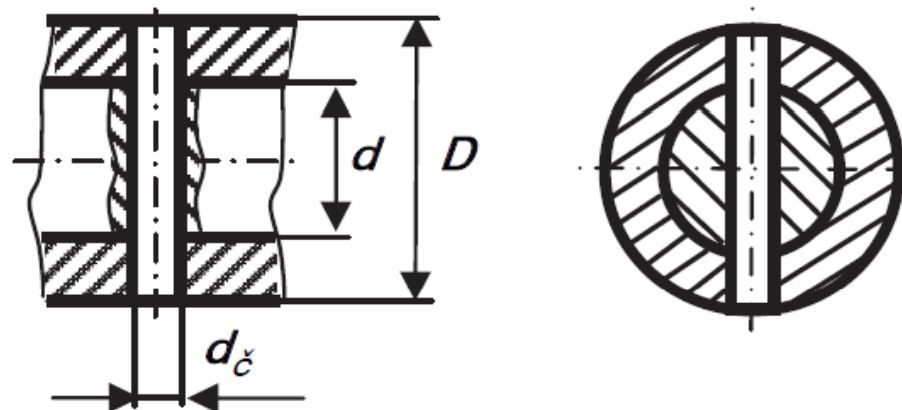
Чивије (округли клинови) – претходни прорачун

■ Претходни прорачун управно постављених округлих клинова своди се на прорачун пречника главчине (дужине клина) која се одређује на основу емпиријских образаца:

$d_c = (0,2 - 0,25)d$ пошто би сувише велики пречник чивије значајно ослабио вратило,

$D = (1,5 - 2) d$ за главчину од челика или челичног лива, односно,

$D = 2,5 d$ за главчину од сивог лива.



Чивије (округли клинови) – завршни прорачун

■ **Завршни прорачун управно постављених округлих клинова** своди се на прорачун степена сигурности на површински притиска на месту додира клина и главчине

$$S_p = \frac{p_K}{p} = \frac{R_{eH}}{p} \geq S_{pmin}$$

R_{eH} - напон на граници течења за слабији материјал (клин - главчина),

p - притисак на месту контакта

Чивије (округли клинови) – завршни прорачун

■ Завршни прорачун управно постављених округлих клинова

$$p = \frac{F}{A} = \frac{4TC_A}{d_{\zeta}(D^2 - d^2)}$$

T - Обртни момент који се преноси клином,

C_A - Фактор удара ($C_A = 1$ - за рад без удара, $C_A = 1,2 - 1,7$ - за мале ударе и $C_A = 1,8 - 2,6$ - за велике ударе),

d_{ζ} - пречник чивије,

d - пречник вратила на које је постављена чивија,

D - спољашњи пречник главчине,

S_{pmin} - минимална вредност степена сигурности на површински притисак ($S_{pmin} = 2,8 - 3,5$)

Чивије (округли клинови) – завршни прорачун

■ **Завршни прорачун управно постављених округлих клинова, на месту додира клина и вратила:**

$$S_p = \frac{p_k}{p} = \frac{R_{eH}}{p} \geq S_{pmin}$$

R_{eH} - напон на граници течења за слабији материјал (клин - главчина),
 p - притисак на месту контакта

Чивије (округли клинови) – завршни прорачун

■ Завршни прорачун управно постављених округлих клинова

$$p = \frac{F}{A} = \frac{6TC_A}{d_{\check{c}} d^2}$$

T - Обртни момент који се преноси клином,
 C_A - Фактор удара ($C_A = 1$ - за рад без удара, $C_A = 1,2 - 1,7$ - за мале ударе и $C_A = 1,8 - 2,6$ - за велике ударе),
 $d_{\check{c}}$ - пречник чивије,
 d - пречник вратила на које је постављена чивија,
 S_{pmin} - минимална вредност степена сигурности на површински притисак ($S_{pmin} = 2,8 - 3,5$)

Чивије (округли клинови) – завршни прорачун

- **Завршни прорачун управно постављених округлих клинова, прорачун степена сигурности на смицање:**

$$S_{\tau} = \frac{\tau_K}{\tau} \geq S_{\tau \min}$$

τ_K - критични напон на смицање,
за статичко оптерећење $\tau_K = \tau_{TM}$,
за динамичко оптерећење за $R = 0$ $\tau_K = \tau_{D(0)}$,
за $R = -1$ $\tau_K = \tau_{D(-1)}$.

τ - напон на смицање

Чивије (округли клинови) – завршни прорачун

■ Завршни прорачун управно постављених округлих клинова

$$\tau = \frac{F}{A_\tau} = \frac{4TC_A}{d_\zeta^2 \pi d}$$

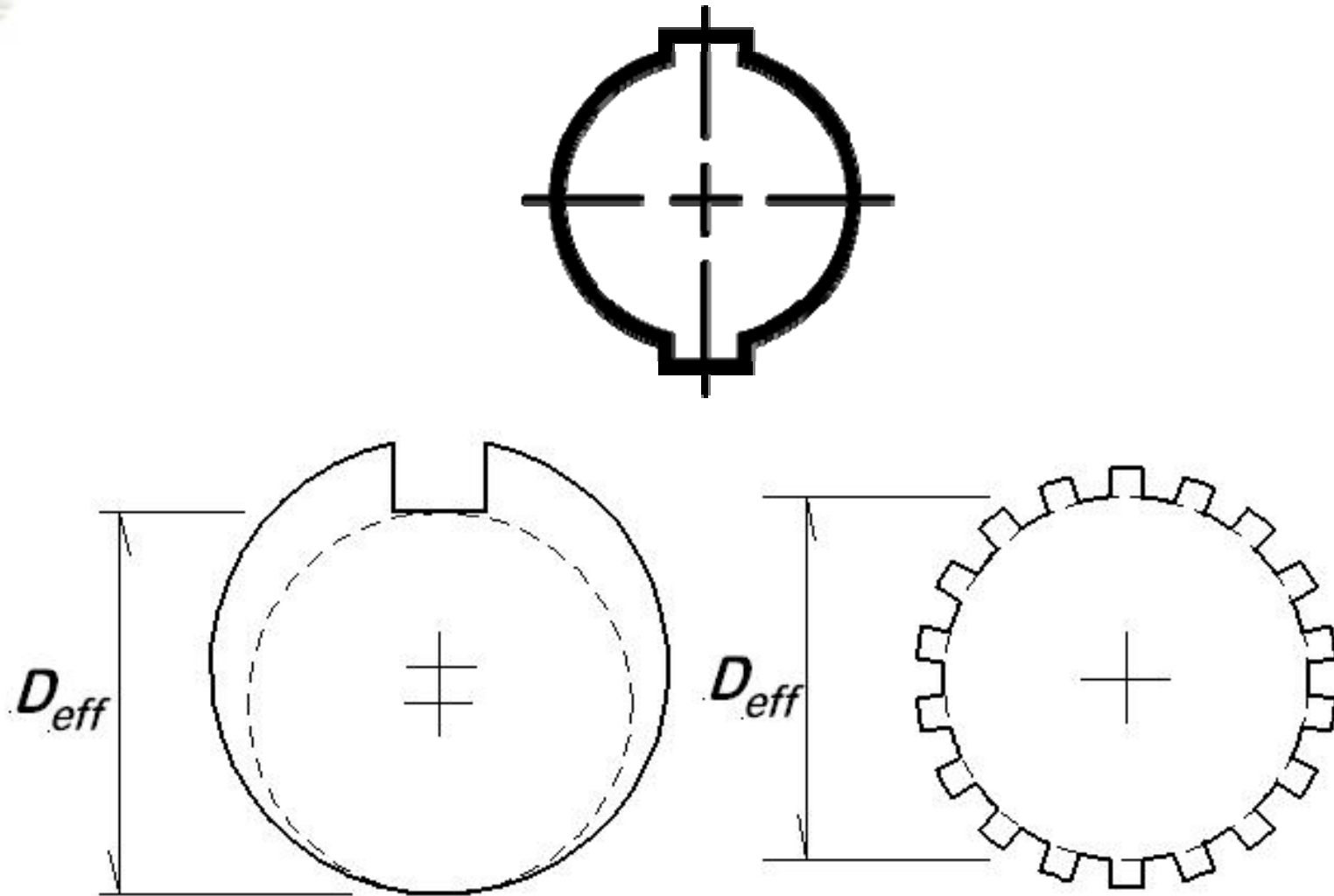
T - Обртни момент који се преноси клином,

C_A - Фактор удара ($C_A = 1$ - за рад без удара, $C_A = 1,2 - 1,7$ - за мале ударе и $C_A = 1,8 - 2,6$ - за велике ударе),

D_ζ - пречник округлог клина.

$S_{\tau min}$ - минимална вредност степена сигурности на смицање, $S_{\tau min} = 1,5 - 2$

Ожлебљена вратила



Ожлебљена вратила



Key & Keyway



Spline

Ожлебљена вратила

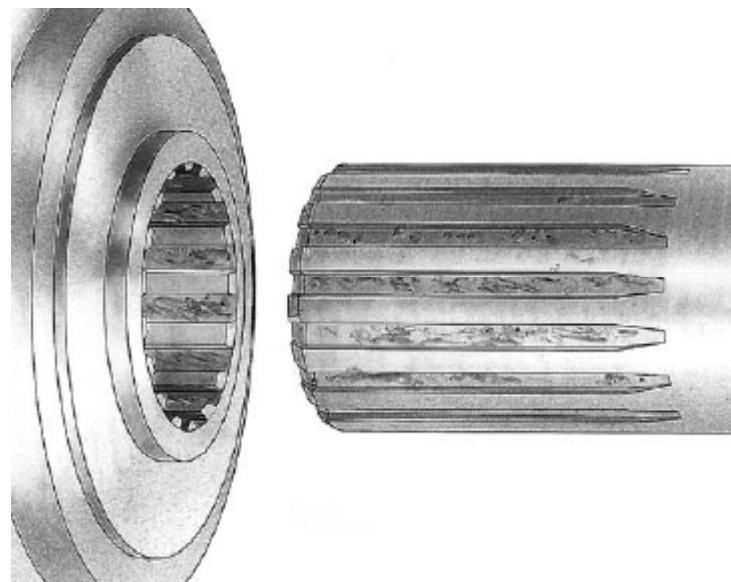
■ Код одговорних машинских конструкција веома често се уместо клинова користе **ожлебљена вратила**, због веће носивости и веће поузданости.

Она се користе како код непокретних тако и код покретних веза. У зависности од **облика профила** разликују се ожлебљена вратила са

- четвртастим,
- еволвентним и
- троугластим профилем.



Ожлебљена вратила



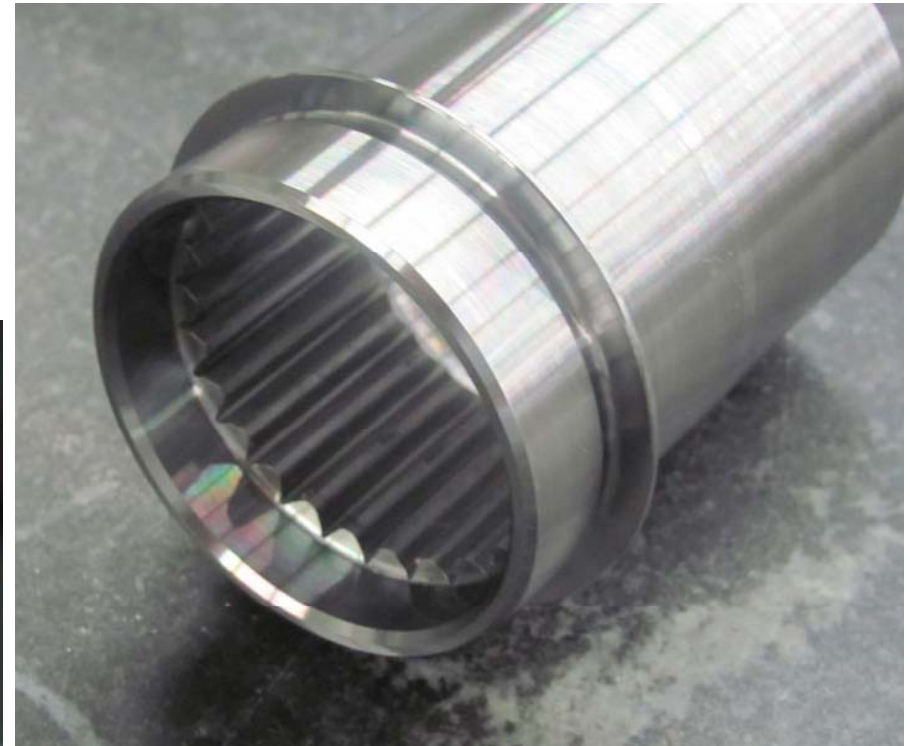
Ожлебљена вратила



Ожлебљена вратила



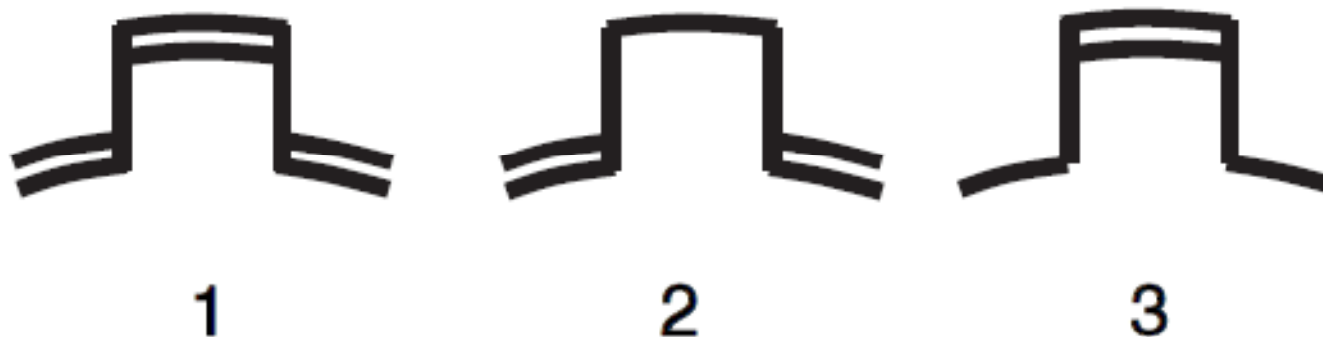
Ожлебљена вратила



Ожлебљена вратила

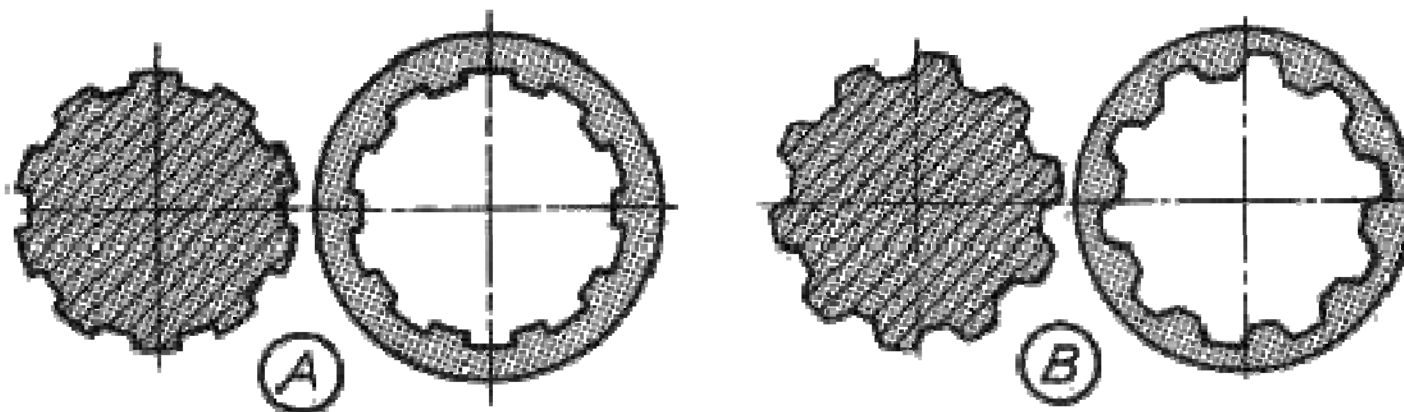
У зависности од **начина центрирања** ожлебљених вратила са четвртастим профилем жлеба, разликује се центрирање по:

- бочним странама,
- спољашњем пречнику и
- унутрашњем пречнику.



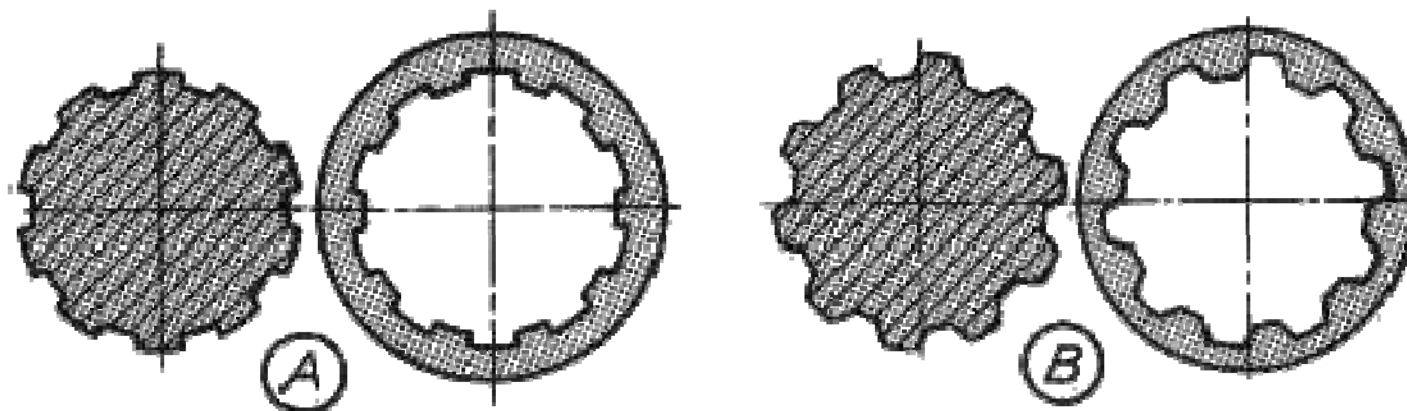
Ожлебљена вратила

■ **Ожлебљења са четвртастим профилем** могу да се центрирају посредством бочних страница, спољашњег или унутрашњег пречника. Четвртасти профил има релативно велику примену захваљујући донекле једноставној изради мада има малу чврстоћу подножја зупца.

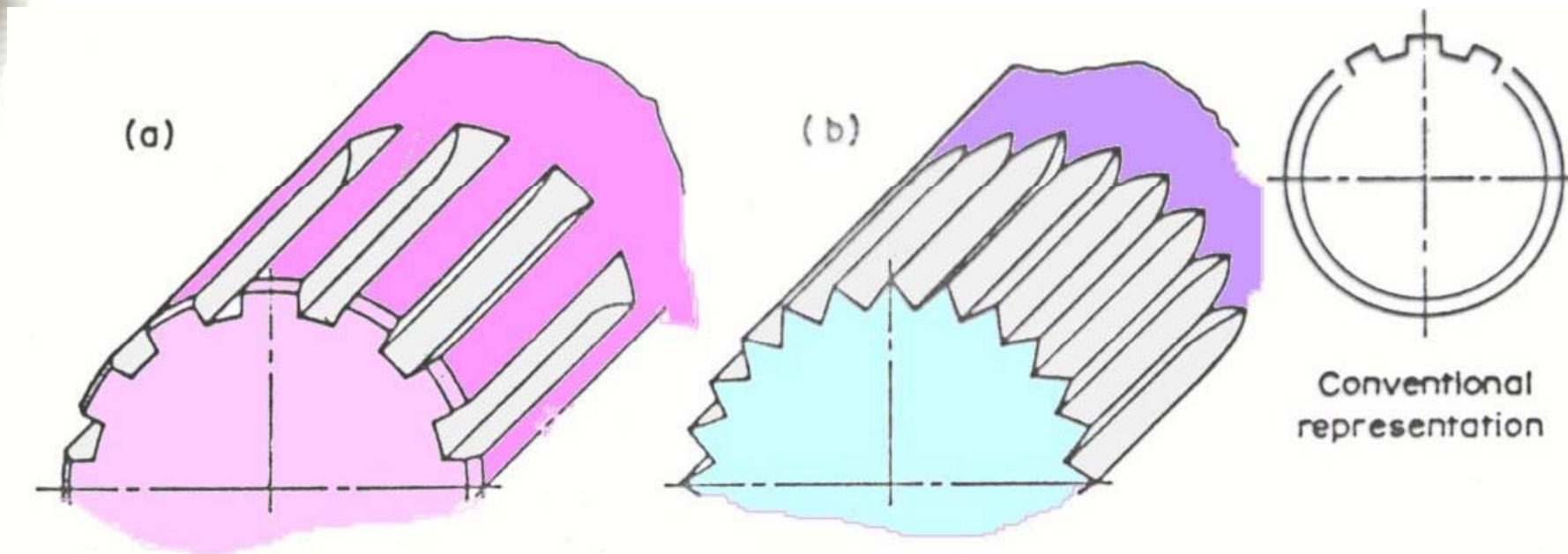


Ожлебљена вратила

■ **Ожлебљења са еволвентним профилем** центрирају се посредством бочних страница или спољашњег пречника. Еволвентни профил има велику примену захваљујући великој чврстоћи подножја зупца и донекле једноставној изради.



Ожлебљена вратила



Ожлебљена вратила

- **Ожлебљена вратила са троугластим профилем** се најчешће примењује при мањим оптерећењима и при недостатку простора за смештај неког другог ожлебљења. Трошкови израде су релативно ниски а њиховом израдом се најмање ослабљује вратила и главчине. Иначе, овај профил се користи искључиво за непокретне везе. Центрирање се врши само посредством бочних страница.
- Контактне површине ожлебљених вратила и ожлебљеног отвора се најчешће термички обрађују (мада и не морају) чиме се знатно **повећава отпорност на хабање** и уопште њихова чврстоћа.

Ожлебљена вратила

■ Прорачун ожлебљених спојева се врши на површински притисак, мада су они изложени и на смицање, а покретни спојеви и на хабање.

Прорачун се врши по обрасцу

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F_t \xi_r C_A}{z h_a l_a} = \frac{2T \xi_r C_A}{z h_a l_a d_{sr}} \leq p_{doz}$$

T - обртни момент који се преноси клином,

C_A - фактор удара ($C_A = 1$ - за рад без удара, $C_A = 1,2 - 1,7$ - за мале ударе и $C_A = 1,8 - 2,6$ - за велике ударе),

z - број жлебова (зубаца) који се усваја према стандарду,

h_a - активна висина спрегнутих површина зубаца,

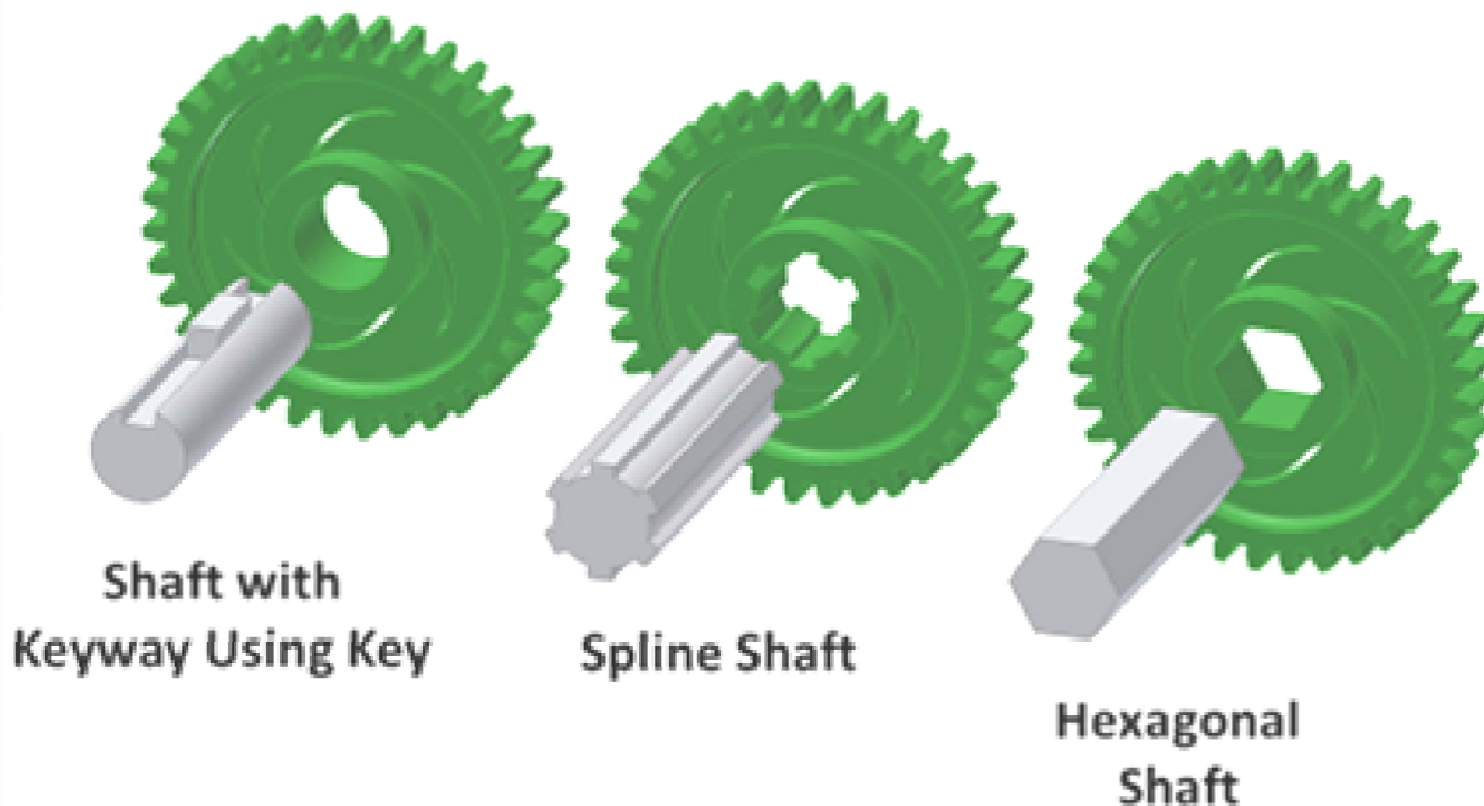
l_a - активна дужина спрегнутих бокова зубаца,

d_{sr} - средњи пречник спрегнутих површина зубаца,

ξ_r - степен неравномерне расподеле оптерећења на бокове зубаца

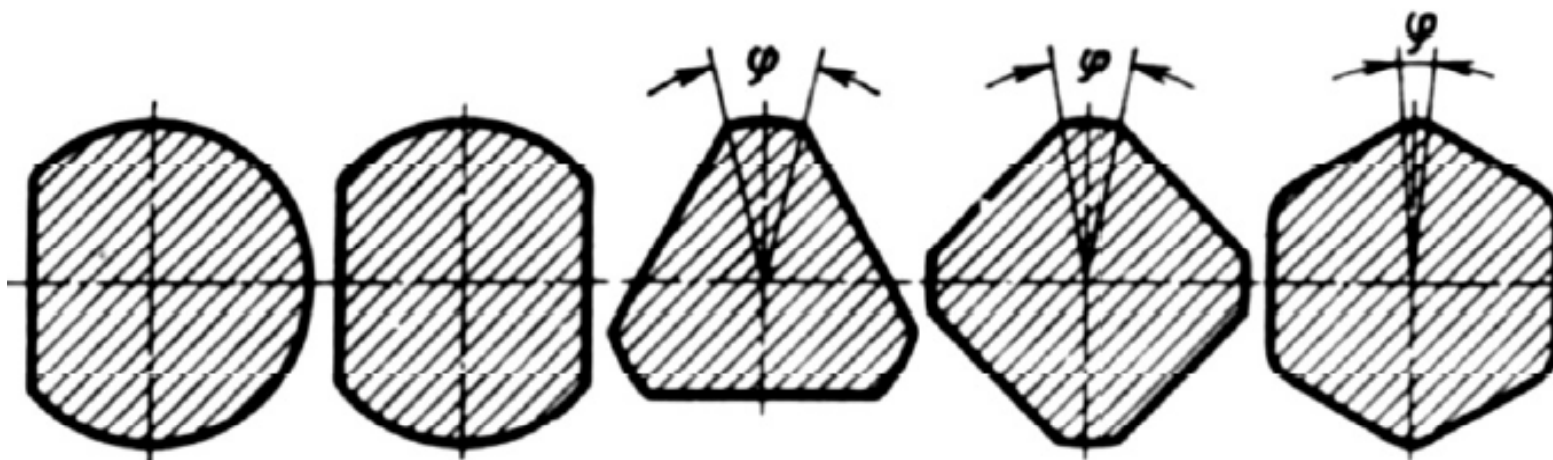
Специјални облици вратила

- За преношење мањих обртних момената, или за стварање веома поузданих спојева користе се специјални облици вратила.



Специјални облици вратила

■ Овим се, уз релативно једноставну обраду, постиже висока поузданост споја. Овакав начин спајања се користи и код неких процесних машина и апарата, код којих се захтева често растављање и прање, тј. где се не смеју задржати никакве нечистоће. Због свог једноставног облика они су посебно погодни за такву намену.



Специјални облици вратила



Специјални облици вратила



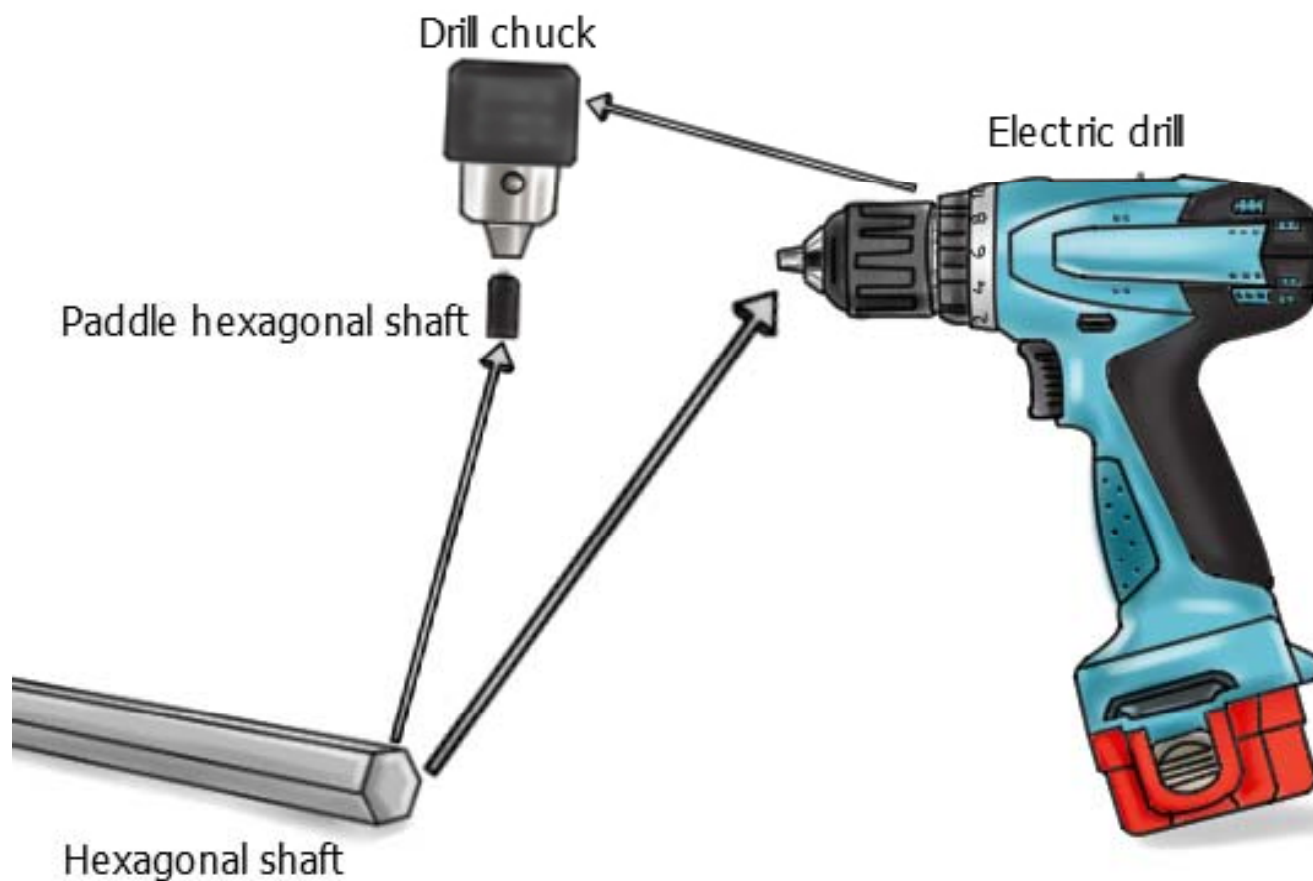
Специјални облици вратила



Специјални облици вратила

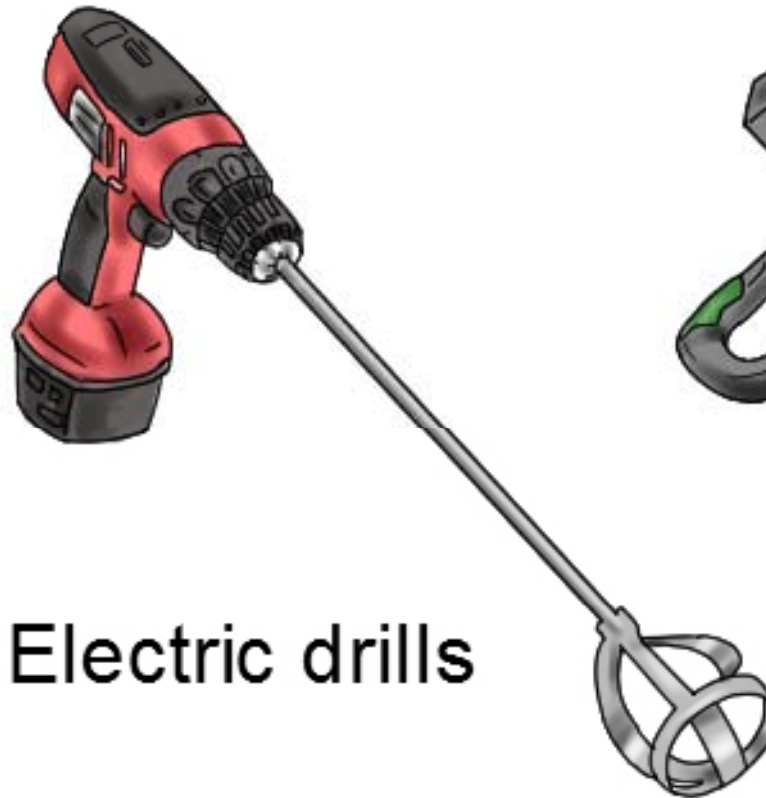


Специјални облици вратила

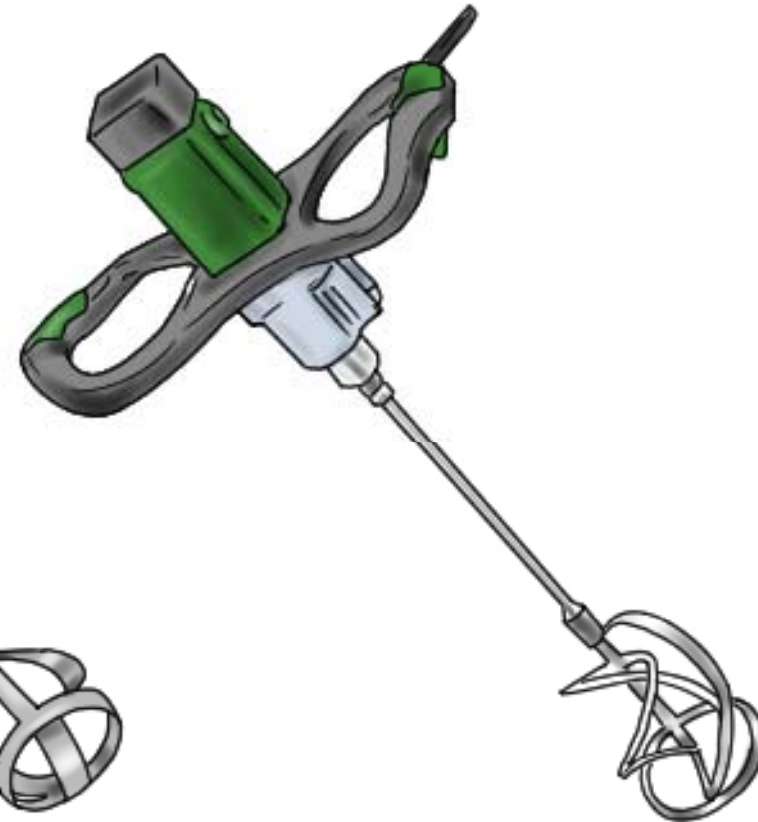


Специјални облици вратила

Hand held mixers



Electric drills



Питања ...

