

## АЛАТИ И ПРИБОРИ

6. семестар

четвртак, сала 204

49. Резни алати, врсте
50. Статичка и кинематичка геометрија стругарског ножа
51. Основна подела материјала за резне алате и њихова својства
52. Врсте и подела брзорезних челика, карактеристике и области примене
53. Врсте и подела тврдих метала, карактеристике и области примене
54. Алатна керамика, врсте, карактеристике и примена
55. Супертврди материјали, основне врсте и примена
56. Упоредивање основних својстава алатних материјала
57. Ослојене плочице тврдих метала, карактеристика и примена
58. Систем означавања плочица од тврдог метала

## 49. РЕЗНИ АЛАТИ, ВРСТЕ

Резни алат је део обрадног система резања, који директно делује на обрадак уклањајући слој материјала (струготину) и извршавајући сам процес резања.

Подела алата се врши према критеријумима:

- врсти обраде,
- алатном материјалу,
- броју сечива,
- начину постављања, итд.

### Подела алата према врсти обраде

- **Алати за стругање** израђују се од брзорезног челика, са залемљеним плочицама од тврдог метала или изменљивим механичким плочицама од тврдог метала, керамике и супертврдох материјала ( СТМ ).

- **Алати за бушење** су: забушивач, бургија, проширивач, упуштач, развртач.

- **Алати за глодање** су: глодала од брзорезног челика ( ваљкаста, колутаста, вретенаста, тестераста, профилна, итд ), глодала са залемљеним плочицама од тврдог метала и глодачке главе са лемљеним и механички причвршћеним плочицама од тврдог метала.

- **Алати за израду навоја** су: урезници, нарезнице, стругарски ноћеви, глодала за навој, тоцила за навој итд.

Подела алата према алатном материјалу се односи на алате израђене од:

- **брзорезног челика,**
- **тврдог метала,**
- **керамике и**
- **супертврдох материјала** (на бази дијаманта, кубног борнитрида и поликристала на њиховој основи).

### Подела алата према броју сечива :

- **једносечни алати** (стругарски и ножеви за рендисање),
- **двосечни** (бургије глодала) и
- **вишесечни** (проширивачи, упуштачи, развртачи, урезници, глодала и тоцила).

### Подела алата према начину постављања на машину:

- **алати са отвором,**
- **са дршком и**
- **насадни алати.**

Посебна подела алата се врши према степену универзалности и то на:

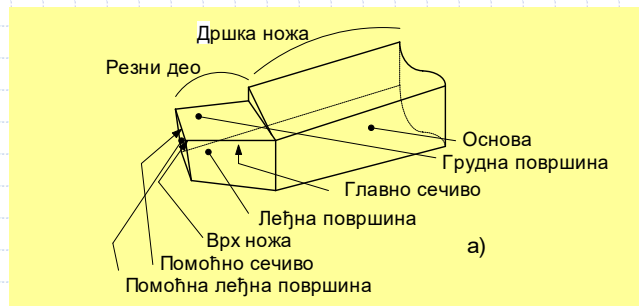
- **стандардне и**
- **специјалне алате.**

**Стандардни алати** израђују се у серијској производњи од стране специјализованих произвођача и то су: ножеви, бургије, глодала, урезници итд.

**Специјални алати** се израђују појединачно или малим серијама и намењени су за израду делова у великосеријској или масовној производњи: провлакачи, профилни ножеви, профилна глодала итд.

## 50. СТАТИЧКА И КИНЕМАТИЧКА ГЕОМЕТРИЈА СТРУГАРСКОГ НОЖА

Површине, сечива, углови, и др., као скуп геометријских елемената са одређеним међусобним односима, дефинишу геометрију резног алата.

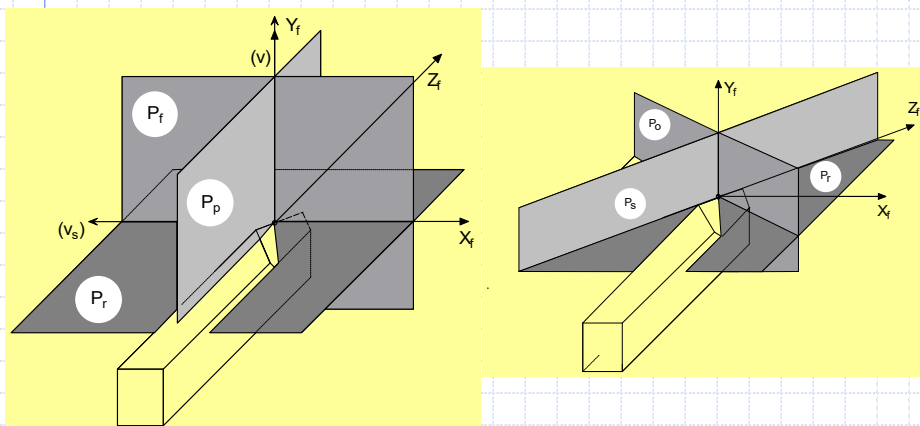


Сама геометрија резног алата има директан утицај на:

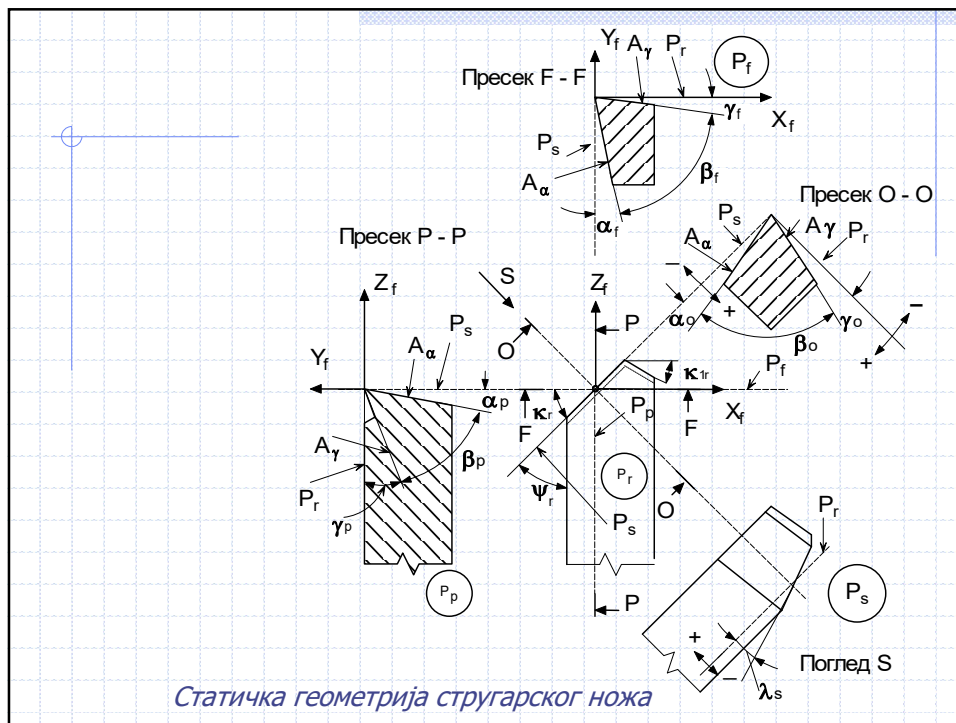
- главне факторе обраде,
- трење и хабање између алата и струготине, односно алата и обрађене површине,
- постојаност алата,
- динамичку стабилност обрадног система,
- висину температуре и топлотни биланс у зони резања,
- облик струготине,
- квалитет обрађене површине, и др.

За било који резни алат може се дефинисати:

- статичка, и
- кинематичка геометрија.



Технолошки координатни систем

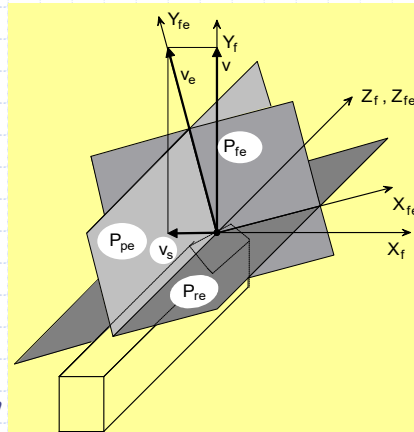
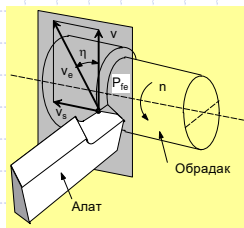


Статичка геометрија стругарског ножа

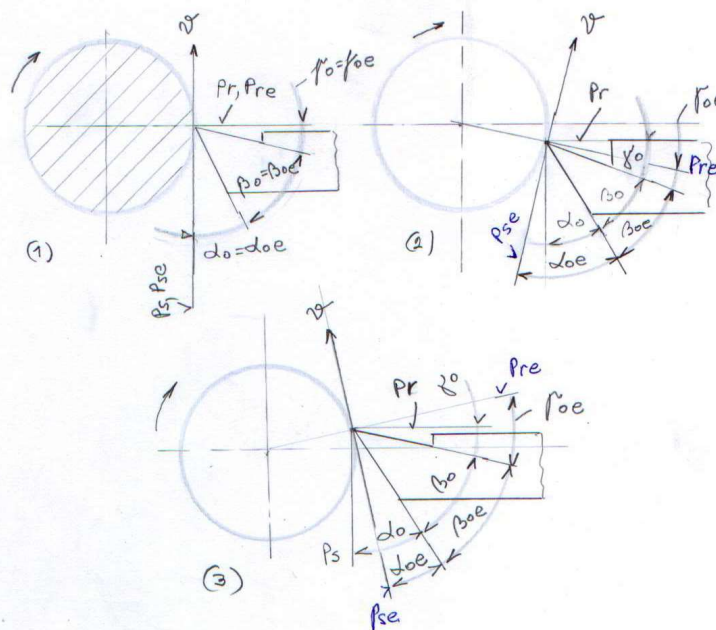
## Кинематичка геометрија

Исто као и технолошки систем, кинематички координатни систем образује три координатне равни:

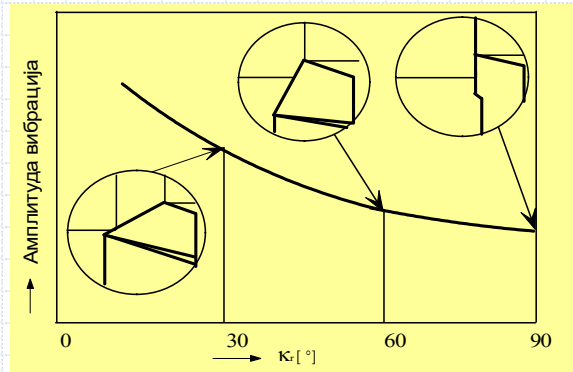
- кинематичку основну раван,  $P_{re}$ ,
- кинематичку раван кретања,  $P_{fe}$ , и
- кинематичку раван,  $P_{pe}$ .



Кинематичка геометрија стругарског ножа



Промена углава у кинематичком координатном систему



*Утицај нападног угла на амплитуду вибрација*

## 51. ОСНОВНА ПОДЕЛА МАТЕРИЈАЛА ЗА РЕЗНЕ АЛАТЕ И ЊИХОВА СВОЈСТВА

Као основни алатни материјали данас се за резне алате углавном користе:

- **челици,**
- **тврди метали,**
- **алатна керамика, и**
- **супертврди алатни материјали.**

Материјали за резне алате морају поседовати својства:

- 1. Високу тврдоћу** и способност да је задржи при високим температурама резања;
- 2. Високу отпорност на хабање**, нарочито при високим температурама (односи се на све врсте хабања: абразивно, адхезионо, дифузионо, хемијско и оксидационо);
- 3. Довољну чврстоћу и жилавост**, нарочито на савијање;
- 4. Отпорност на променљива механичка и термичка напрезања;**
- 5. Добре технолошке карактеристике** (добру обрадљивост при обради резањем, а посебно при завршном брушењу и преоштравању).

## 52. ВРСТЕ И ПОДЕЛА БРЗОРЕЗНИХ ЧЕЛИКА

Квалитет алата не зависи само од хемијског састава, већ и од правилне термичке обраде. Када се говори о овим материјалима, деле се на:

**Нисколегиране алатне челике**, а најчешће се користе:

- $\check{C}1940$  (угљенични) и  $\check{C}3840$  (легиран са Cr, W, V, Mo)

### **Брзорезни (високолегирани) алатни челици**

Ови челици су засновани на бази ванадијума (V), волфрама (W) и хрома (Cr), а нови брзорезни челици са повећаном производношћу садрже још кобалт (Co) и молибден (Mo).



Брзорезни челици се могу разврстати у четири групе:

**1. Волфрамови ВЏ I:** 18% W + 1% V + (Co).

**2. Волфрамови ВЏ II:** 12% W + (2-4)% V + (Co),  
волфрам-кобалтни челици.

**3. Волфрам-молибденски ВЏ**, имају високу жилавост и погодни су за израду алата за бушење. Постоје две подгрупе ових челика:

6% W + 5 %Mo + 1% V + (Co), и

2% W + 2%Mo + 2% V + (Co).

**1. Волфрам-молибден-кобалтни ВЏ**, примењују се за израду алата који се користе у тешким условима обраде, за урезнике. Имају хемијски састав:

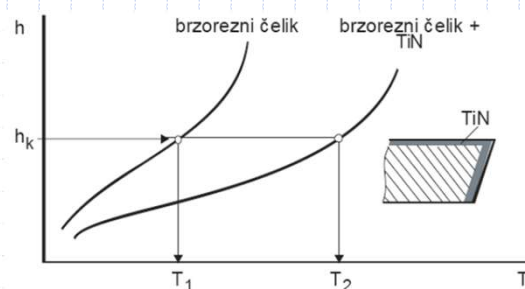
10% W + 8 %Mo + 4% V + 10% Co

Брзорезни челици се производе на два начина:

**1. Класичним путем** - топљење и легирање, ливење, обрада пластичним деформисањем, или

**2. Технологијом металургије праха** – лив се претвара у прах, пресује се прах одговарајућег састава а потом синтерује. Овако добијен материјал има знатно равномернију структуру и бољу обрадљивост.

Ради смањења хабања врши се наношење превлака-нитрирање (TiN), чиме се повећава постојаност алата.



Утицај ослојавања на постојаност алата

## 53. ВРСТЕ И ПОДЕЛА ТВРДИХ МЕТАЛА

Тврди метали се према ISO препорукама сврставају у три групе: **Р**, **К** и **М**. Иначе, тврди метали, као алатни материјали, добијају се синтеровањем и представљају специјалне легуре угљеника (С) и тешко топљивих метала. То су, углавном, карбиди волфрама (WC), ванадијума (VC), тантала (TaC), титана (TiC), и др. Тврди метали се могу добити и ливењем, а прво су се појавили у САД под именом „Стелит“. Алате од тврдог метала карактерише велика тврдоћа и отпорност на хабање, али имају мању жилавост од брзорезног челика.

*Плочике од тврдог метала – ознаке и препоруке за примену*

Ознака	Материјал обратка	Боја плочице	Отпорност на хабање Жилавост
<b>К</b>	Материјали који дају кратку струготину при резању; обојени метали; неметали; SL, ČL	Црвена	<b>K01, K10, K20, K30, K40</b>
<b>Р</b>	Обрада материјала који дају тракасту струготину: С и месинг	Плава	<b>P01, P10, P20, P30, P40, P50</b>
<b>М</b>	За обраду тешкообрадљивих материјала	Жута	<b>M10, M20, M30, M40</b>

## 54. АЛАТНА КЕРАМИКА, ВРСТЕ, КАРАКТЕРИСТИКЕ И ПРИМЕНА

Алатна керамика, и то:

минералокерамика која се састоји од керамике ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) уз додатак магнезијумоксида ( $\text{MgO}$ ) или хромоксида ( $\text{CrO}$ ) и

металокерамика која се састоји од керамике ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и карбида волфрама ( $\text{WC}$ ), карбида молибдена ( $\text{Mo}_2\text{C}$ ) или титанкарбида ( $\text{TiC}$ ),

има у односу на тврде метале већу тврдоћу, бољу топлотну издржљивост и већу отпорност на хабање, али јој је највећи недостатак - мала жилавост.

Разликују се три типа керамике:

- 1. Оксидна:**  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - има малу жилавост и користи се за завршну обраду челика;
- 2. Оксидно-карбида :**  $\text{Al}_2\text{O}_3 + (\text{TiC}, \text{TaC})$ , има већу жилавост у односу на претходну и користи се за завршну обраду челика и сивог лива. Садржај  $\text{Al}_2\text{O}_3$  је на нивоу 80-95 %.
- 3. Нитридна:** најчешће се користи силицијум нитридна керамика ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) која има још већу жилавост и користи се за завршну обраду сивог лива.

Применом ових алата уз велике брзине резања може се постићи квалитет обраде при стругању и N5. У последње време се од керамике израђују цели алати, а не само плочице.

## 55. СУПЕРТВРДИ МАТЕРИЈАЛИ, ВРСТЕ И ПРИМЕНА

У супертврде материјале (СТМ) убрајамо:

1. Природни дијамант;
2. Синтетички дијамант (SD);
3. Кубни-борнитрид (сBN); и
4. Поликристални СТМ

**Природни дијамант** се ређе примењује за резне алате, а када се користи обично је у облику монокристала који се механички везује за држач алата, и углавном се употребљава за завршне обраде. Не препоручује се за обраду челика и сивог лива због интензивног дифузионог хабања. Такође, због осетљивости на ударе, непогодан је за прекидна резања.

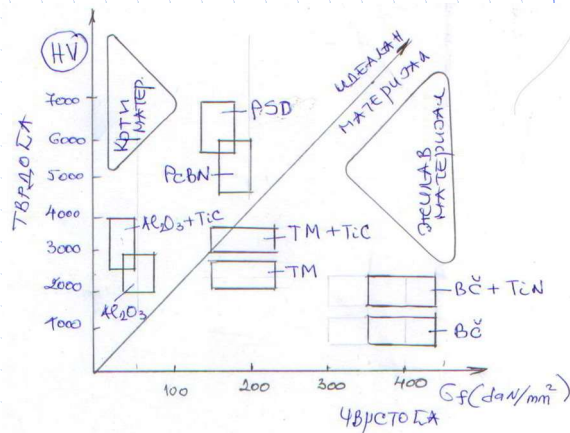
**Синтетички дијамант и кубни борнитрид** добијају се процесом синтезе на високим притисцима и температурама од графита (SD), односно нитрида бора (сBN). У монокристалном облику примењују се за израду тоцила, али и алата дефинисане геометрије, међутим само за завршну обраду при непрекидном резању.

**Поликристални SD и сBN** се добијају процесом синтезе тако што се на плочицу тврдог метала наноси слој од 0.5 мм ових материјала и на тај начин значајно повећава жилавост.

## 56. УПОРЕЂИВАЊЕ ОСНОВНИХ СВОЈСТАВА АЛАТНИХ МАТЕРИЈАЛА

Оцена резне способности алатних материјала се врши на основу **тврдоће** и **живавости** (савојне чврстоће  $\sigma_f$ ).

Треба имати у виду да су наведена својства контрадикторна, а свакако идеалан материјал је онај који има добра оба својства. Од наведених материјала, **тврди метал** је материјал који спада у идеалне материјале, уз напомену челик припада групи жилавих, а **СТМ** и **керамика** групи кртих материјала.



## 57. ОСЛОЈЕНЕ ПЛОЧИЦЕ ТВРДИХ МЕТАЛА, КАРАКТЕРИСТИКЕ И ПРИМЕНА

Недостатак тврдих метала (ТМ) представља мала жилавост, која се може повећати на два основна начина:

1. Смањењем честица праха волфрам карбида (WC), са  $4 \mu\text{m}$  на  $1 \mu\text{m}$ , и
2. Ослојавањем (наношењем превлака) на неки од начина:
  - цијанизирање:  $\text{TM} + \text{TiC}$
  - цијанизирање па нитрирање:  $\text{TM} + \text{TiC}, + \text{TiN}$
  - нитрирање:  $\text{TM} + \text{TiN}$
  - наношење алуминијума:  $\text{TM} + \text{Al}_2\text{O}_3$
  - вишеслојно:  $\text{TM} + \text{TiC} + \text{TiN} + \text{Al}_2\text{O}_3$

Дебљина слоја се креће у последњем примеру око  $10-12 \mu\text{m} + 3-4 \mu\text{m} + 1-2 \mu\text{m}$ , а ослојавањем се постиже:

- а) задржава се жилавост а повећава тврдоћа;
- б) штити алат од температуре;
- в) смањује се адхезионо хабање;
- г) ослојавање повећава хемијску инертност и може се користити за обраду различитих материјала.

Недостаци ослојавања су:

- а) не могу се преоштравати, и
- б) наношењем слоја долази до повећања радијуса заобљења сечива, а тиме нису погодне за завршну обраду.

Ослојавањем се постиже повећање постојаности алата као што је случај код челика.

## 58. СИСТЕМ ОЗНАЧАВАЊА ПЛОЧИЦА ОД ТВРДОГ МЕТАЛА

Систем означавање резних плочица је дефинисано стандардом ISO 1832-1985 и ознака се састоји из словних и број ознака.

1. Основни облик плочице;
2. Леђни угао;
3. Класа толеранције израде;
4. Тип плочице, односно начин стезања плочице;

**C N M G 12 04 12** — **15**

1 Oblik pločice i ugao $\alpha$	
80° C	55° D
55° K	R
S	T
35° V	80° W

2 Ledni ugao $\alpha$	
B 5°	C 7°
E 20°	N 0°
P 11°	
O Poseban opis	

3 Tolerancije $\pm$ za s i IC	
Class s	IC
G	$\pm 0.025$
M	$\pm 0.13$ $\pm 0.05$ - $\pm 0.15$ 1)
U	$\pm 0.08$ - $\pm 0.25$ 1)
1) Varira zavisno od veličine IC. Videti ispod.	
	

4 Tip pločice	
A	M
G	R
N	W
T	
X Specijalna konstrukcija	

5 Veličina pločice = dužina rezne ivice / (mm)									
IC mm	IC inč	C	D	R	S	T	V	W	K
3.97	5.32"			05		06			
5.0						09			
5.56	7.32"					09			
6.0						11	11		
6.35									
8.0	1/4"	06	06	07					
9.0				08					
9.525	3/8"	09	11	09		16	16		
10.0				10					
12.0				12					
12.7	1/2"	12	15	12	12	22	22	08	
15.875	5/8"	16	16	15	15	27			
16.0				16					
19.05	3/4"	19	19	19	19	33			16*
20.0				20					
25.0				25					
25.4	1"	25		25					
31.75				31					
32.0				32					
* Za oblik pločice K(KNUX) naznačena je samo teorijska dužina rezne ivice									

Upisani krug IC mm	Klasa tolerancije	
	M	U
3.97		
5.0		
5.56	$\pm 0.05$	$\pm 0.08$
6.0		
6.35		
8.0		
9.525		
10.0		
12.0	$\pm 0.08$	$\pm 0.13$
12.7		
15.875		
16.0	$\pm 0.10$	$\pm 0.18$
19.05		
20.0		
25.0	$\pm 0.13$	$\pm 0.25$
25.4		
31.75	$\pm 0.15$	$\pm 0.25$
32.0		

## 58. СИСТЕМ ОЗНАЧАВАЊА ПЛОЧИЦА ОД ТВРДОГ МЕТАЛА

5. Дужина резног сечива у mm. *Треба нагласити да се мере плочица дају у инчима.*

6. Дебљина плочице;

7. Радијус врха алата;

*Двоцифреним бројевима су дефинисане ознаке 5, 6 и 7.*

8. Стање врха резне ивице (оштар - F, заобљен - E, са равним преласком - T)

9. Смер резања (десно-R, лево- L, право- N)

10. Допунска ознака произвођача резне плочице.

**C N M G 12 04 12** - **15**

**4** Tip pločice

A	M
G	R
N	W
T	
X Specijalna konstrukcija	

**5** Veličina pločice = dužina rezne ivice / [mm]

IC mm	IC inč	C	D	R	S	T	V	W	K
3.97	5.32*				06				
5.0				05				09	
5.56	7.32*								
6.0									
6.35	1/4"	06	07				11	11	
8.0				08					
9.0				09					
9.525	3/8"	09	11	09		09	16	16	
10.0				10					
12.0				12					
12.7	1/2"	12	15	12	12	22	22	08	
15.875	5/8"	16	16	15	15	27			
16.0				16					
19.05	3/4"	19		19	19	33			
20.0				20					
25.0				25					
25.4	1"	25		25	25				
31.75				31					
32.0				32					

\* Za oblik pločice K(KNUX) naznačena je samo teorijska dužina rezne ivice

Upisani krug IC mm	Klasa tolerancije M	Klasa tolerancije U
3.97		
5.0		
5.56		
6.0	±0.05	+0.08
6.35		
8.0		
9.525		
10.0		
12.0	±0.08	±0.13
12.7		
15.875		
16.0	±0.10	±0.10
19.05		
20.0		
25.0	±0.13	±0.25
25.4		
31.75		
32.0	±0.15	±0.25

**6** Debljina pločice, S [mm]

01 S=1.59	04 S=4.76
T1 S=1.98	05 S=5.56
02 S=2.38	06 S=6.35
03 S=3.18	07 S=7.94
T3 S=3.97	09 S=9.52

**7** Radijus vrha, r [mm]

00 r = 0
02 r = 0.2
04 r = 0.4
08 r = 0.8
12 r = 1.2
16 r = 1.6
24 r = 2.4
32 r = 3.2

**Okrugla pločica:**  
00 ako je IC proračunato iz mere u inčima MO ako je IC metarska vrednost

**8** Stanje rezne ivice

F	Oštra rezna ivica
E	Zaobljena rezna ivica
T	Negativna fazeta
S	Negativna fazeta i zaobljena rezna ivica

**9** Verzija alata, smer rezanja

R	Smer rezanja
L	Smer rezanja
N	Smer rezanja

**10** Proizvođačeva opcija

ISO oznaka sadrži devet simbola uključujući 8 i 9 koji se koriste samo u slučaju potrebe. Proizvođač može dodati još dva simbola na pr. za rezne geometrije (61 = fina obrada, 15 = polufina i laka gruba obrada, 71 = gruba obrada).