

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.

- **Алати за брушење** су: тоцила од силицијум карбида, корунда и супертврдох материјала одговарајућих облика.

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:

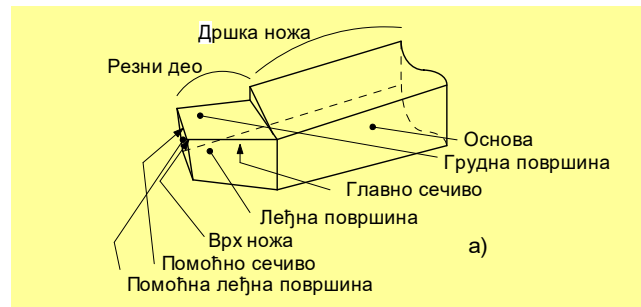
- **стандардне и**
- **специјалне алате.**

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.

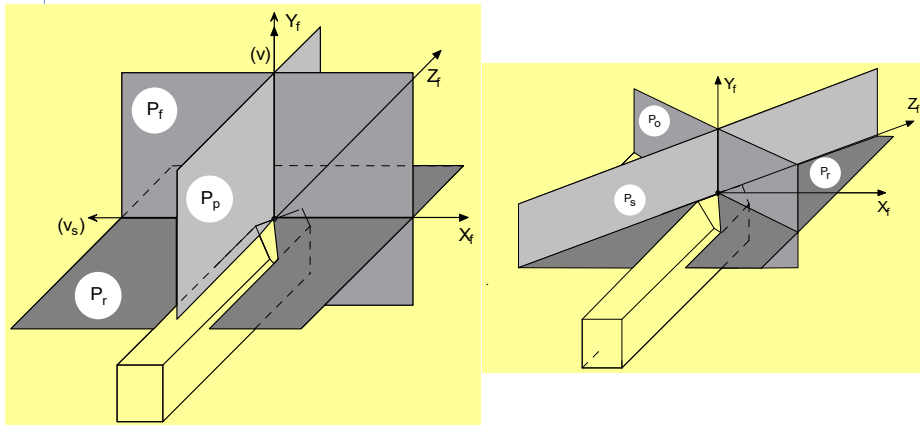


Сама геометрија резног алата има директан утицај на:

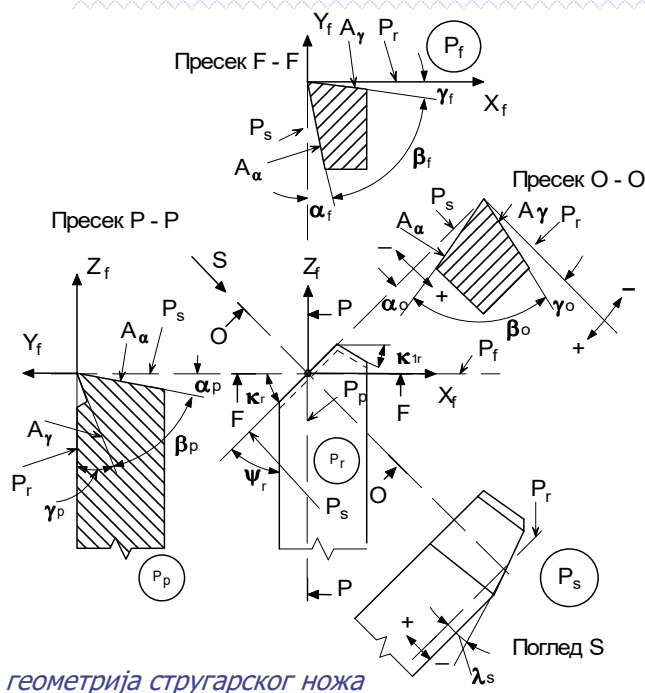
- главне факторе обраде,
- трење и хабање између алата и струготине, односно алата и обрађене површине,
- постојаност алата,
- динамичку стабилност обрадног система,
- висину температуре и топлотни биланс у зони резања,
- облик струготине,
- квалитет обрађене површине, и др.

За било који резни алат може се дефинисати:

- статичка, и
- кинематичка геометрија.



Технолошки координатни систем

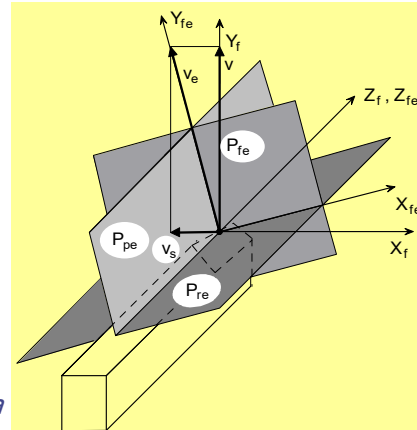
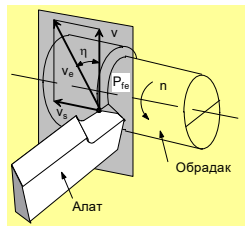


Статичка геометрија стругарског ножа

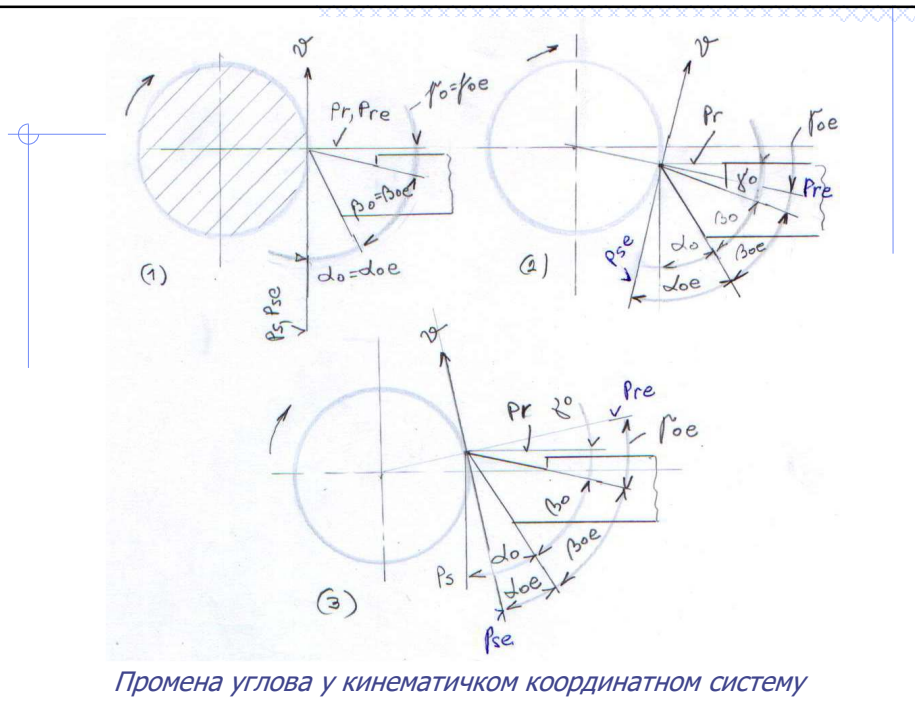
Кинематичка геометрија

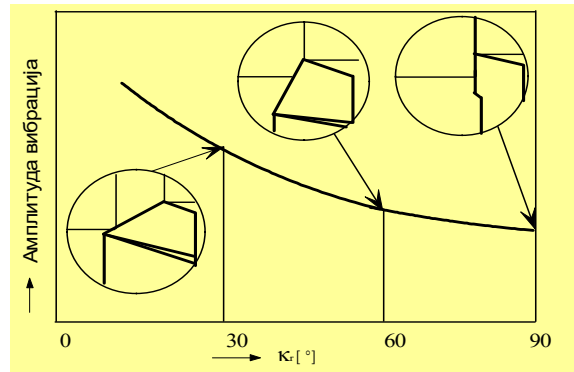
Исто као и технолошки систем, кинематички координатни систем образује три координатне равни:

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



Кинематичка геометрија стругарског ножа





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:

- Š1940 (угљенични) и Š3840 (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 ВЃ I: 18% W + 1% V + (Co).

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

3. Волфрам-молибденски ВЃ, 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 ВЃ, примењују се за израду алата који се користе у тешким условима обраде, за урезнике. Имају хемијски састав:

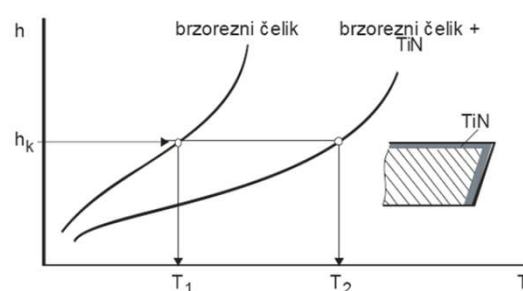
10% W + 8 %Mo + 4% V + 10% Co

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
К	Материјали који дају кратку струготину при резању; обојени метали; неметали; SL, ČL	Црвена	K01, K10, K20, K30, K40
Р	Обрада материјала који дају тракасту струготину: С и месинг	Плава	P01, P10, P20, P30, P40, P50
М	За обраду тешкообрадљивих материјала	Жута	M10, M20, M30, M40

54. АЛАТНА КЕРАМИКА, ВРСТЕ, КАРАКТЕРИСТИКЕ И ПРИМЕНА

Алатна керамика, и то:

минералокерамика која се састоји од керамике (Al_2O_3) уз додатак магнезијумоксида (MgO) или хромоксида (CrO) и

металокерамика која се састоји од керамике (Al_2O_3) и карбида волфрама (WC), карбида молибдена (Mo_2C) или титанкарбида (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:** Al_2O_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 Al_2O_3 је на нивоу 80-95 %.
- 3. Нитридна:** најчешће се користи силицијум нитридна керамика (Si_3N_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.

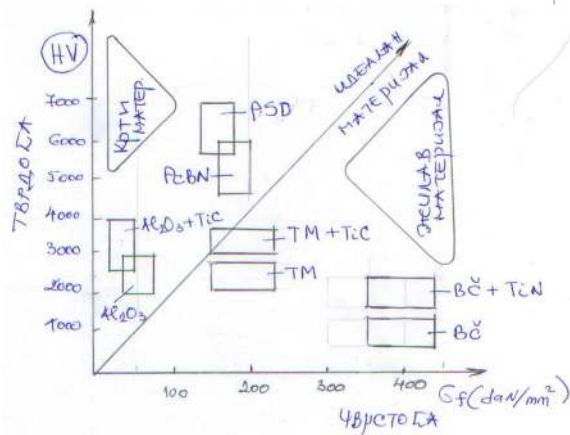
Синтетички дијамант и кубни борнитрид добијају се процесом синтезе на високим притисцима и температурама од графита (SD), односно нитрида бора (сBN). У монокристалном облику примењују се за израду тоцила, али и алата дефинисане геометрије, међутим само за завршну обраду при непрекидном резању.

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** (својне чврстоће бф).

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 μm на 1 μm , и
2. Ослојавањем (наношењем превлака) на неки од начина:
 - цијанизирање: ТМ + TiC
 - цијанизирање па нитрирање: ТМ + TiC, + TiN
 - нитрирање: ТМ + TiN
 - наношење алуминијума: ТМ + Al₂O₃
 - вишеслојно: ТМ + TiC + TiN + Al₂O₃

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	2	3	4	5	6	7	8	9	10

<p>[1] Oblik pločica i ugao ϵ_r</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>80° C</td> <td>55° D</td> </tr> <tr> <td>55° K</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>T</td> </tr> <tr> <td>35° V</td> <td>80° W</td> </tr> </table>	80° C	55° D	55° K	R	S	T	35° V	80° W	<p>[2] Leđni ugao α</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>B 5°</td> <td>C 7°</td> </tr> <tr> <td>E 20°</td> <td>N 0°</td> </tr> <tr> <td>P 11°</td> <td></td> </tr> </table> <p>O Poseban opis</p>	B 5°	C 7°	E 20°	N 0°	P 11°		<p>[3] Tolerancije \pm za s i IC</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Class s</td> <td>IC</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>± 0.025</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>± 0.13 ± 0.05 - ± 0.15 1)</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>± 0.08 - ± 0.25 1)</td> </tr> </table> <p>1) Vrijeta zavise od veličine IC. Vidjeti ispod.</p> <p>Upisani krug IC mm Klasa tolerancije M U</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>3.97</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.56</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.0</td> <td>± 0.05</td> <td>± 0.08</td> </tr> <tr> <td>6.35</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9.525</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.0</td> <td>± 0.06</td> <td>± 0.13</td> </tr> <tr> <td>12.7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15.875</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>16.0</td> <td>± 0.10</td> <td>± 0.18</td> </tr> <tr> <td>19.05</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20.0</td> <td>± 0.13</td> <td>± 0.25</td> </tr> <tr> <td>25.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>25.4</td> <td>± 0.15</td> <td>± 0.26</td> </tr> <tr> <td>31.75</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32.0</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Class s	IC	G	± 0.025	M	± 0.13 ± 0.05 - ± 0.15 1)	U	± 0.08 - ± 0.25 1)	3.97			5.0			5.56			6.0	± 0.05	± 0.08	6.35			8.0			9.525			10.0			12.0	± 0.06	± 0.13	12.7			15.875			16.0	± 0.10	± 0.18	19.05			20.0	± 0.13	± 0.25	25.0			25.4	± 0.15	± 0.26	31.75			32.0																																																																																																																											
80° C	55° D																																																																																																																																																																																																						
55° K	R																																																																																																																																																																																																						
S	T																																																																																																																																																																																																						
35° V	80° W																																																																																																																																																																																																						
B 5°	C 7°																																																																																																																																																																																																						
E 20°	N 0°																																																																																																																																																																																																						
P 11°																																																																																																																																																																																																							
Class s	IC																																																																																																																																																																																																						
G	± 0.025																																																																																																																																																																																																						
M	± 0.13 ± 0.05 - ± 0.15 1)																																																																																																																																																																																																						
U	± 0.08 - ± 0.25 1)																																																																																																																																																																																																						
3.97																																																																																																																																																																																																							
5.0																																																																																																																																																																																																							
5.56																																																																																																																																																																																																							
6.0	± 0.05	± 0.08																																																																																																																																																																																																					
6.35																																																																																																																																																																																																							
8.0																																																																																																																																																																																																							
9.525																																																																																																																																																																																																							
10.0																																																																																																																																																																																																							
12.0	± 0.06	± 0.13																																																																																																																																																																																																					
12.7																																																																																																																																																																																																							
15.875																																																																																																																																																																																																							
16.0	± 0.10	± 0.18																																																																																																																																																																																																					
19.05																																																																																																																																																																																																							
20.0	± 0.13	± 0.25																																																																																																																																																																																																					
25.0																																																																																																																																																																																																							
25.4	± 0.15	± 0.26																																																																																																																																																																																																					
31.75																																																																																																																																																																																																							
32.0																																																																																																																																																																																																							
<p>[4] Tip pločice</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>A</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td></td> </tr> </table> <p>X Specijalna konstrukcija</p>	A	M	G	R	N	W	T		<p>[5] Veličina pločice = dužina rezne ivice / (mm)</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>IC mm</th> <th>IC inč</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>R</th> <th>S</th> <th>T</th> <th>V</th> <th>W</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.97</td> <td>5.32"</td> <td></td> <td></td> <td>05</td> <td></td> <td>06</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.56</td> <td>7.32"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.0</td> <td></td> <td></td> <td>06</td> <td>07</td> <td></td> <td>11</td> <td>11</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.35</td> <td>1/4"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>08</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9.525</td> <td>3/8"</td> <td>09</td> <td>11</td> <td>09</td> <td>09</td> <td>16</td> <td>16</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.7</td> <td>1/2"</td> <td>12</td> <td>15</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>22</td> <td>22</td> <td>08</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15.875</td> <td>5/8"</td> <td>16</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>27</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>16.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>16</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>19.05</td> <td>3/4"</td> <td>19</td> <td>19</td> <td>19</td> <td>19</td> <td>33</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>20.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>20</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>25.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>25</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>25.4</td> <td>1"</td> <td>25</td> <td></td> <td>25</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>31.75</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>31</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>32</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>* Za oblik pločice K(KNUX) naznačena je samo teorijska dužina rezne ivice</p>	IC mm	IC inč	C	D	R	S	T	V	W	K	3.97	5.32"			05		06				5.0										5.56	7.32"									6.0			06	07		11	11			6.35	1/4"									8.0				08						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	15	15	15	27				16.0				16						19.05	3/4"	19	19	19	19	33				20.0				20						25.0				25						25.4	1"	25		25						31.75				31						32.0				32					
A	M																																																																																																																																																																																																						
G	R																																																																																																																																																																																																						
N	W																																																																																																																																																																																																						
T																																																																																																																																																																																																							
IC mm	IC inč	C	D	R	S	T	V	W	K																																																																																																																																																																																														
3.97	5.32"			05		06																																																																																																																																																																																																	
5.0																																																																																																																																																																																																							
5.56	7.32"																																																																																																																																																																																																						
6.0			06	07		11	11																																																																																																																																																																																																
6.35	1/4"																																																																																																																																																																																																						
8.0				08																																																																																																																																																																																																			
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	15	15	15	27																																																																																																																																																																																																	
16.0				16																																																																																																																																																																																																			
19.05	3/4"	19	19	19	19	33																																																																																																																																																																																																	
20.0				20																																																																																																																																																																																																			
25.0				25																																																																																																																																																																																																			
25.4	1"	25		25																																																																																																																																																																																																			
31.75				31																																																																																																																																																																																																			
32.0				32																																																																																																																																																																																																			

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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

<p>4 Tip pločice</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">A </td> <td style="width: 50%; text-align: center;">M </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">G </td> <td style="text-align: center;">R </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N </td> <td style="text-align: center;">W </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">T </td> <td></td> </tr> </table> <p>X Specijalna konstrukcija</p>	A	M	G	R	N	W	T		<p>5 Veličina pločice = dužina rezne ivice / [mm]</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th>IC mm</th> <th>IC inč</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>R</th> <th>S</th> <th>T</th> <th>V</th> <th>W</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3.97</td><td>5.32"</td><td></td><td></td><td></td><td>06</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.0</td><td></td><td></td><td></td><td>05</td><td></td><td>09</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.56</td><td>7.32"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.0</td><td></td><td></td><td>06</td><td>07</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.35</td><td>1/4"</td><td>06</td><td></td><td></td><td></td><td>11</td><td>11</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8.0</td><td></td><td></td><td></td><td>08</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9.0</td><td></td><td></td><td></td><td>09</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9.525</td><td>3/8"</td><td>09</td><td>11</td><td>09</td><td>09</td><td>16</td><td>16</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10.0</td><td></td><td></td><td></td><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12.0</td><td></td><td></td><td></td><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12.7</td><td>1/2"</td><td>12</td><td>15</td><td>12</td><td>12</td><td>22</td><td>22</td><td>08</td><td></td></tr> <tr><td>15.875</td><td>5/8"</td><td>16</td><td>16</td><td>15</td><td>15</td><td>27</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16.0</td><td></td><td></td><td></td><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19.05</td><td>3/4"</td><td>19</td><td></td><td>19</td><td>19</td><td>33</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20.0</td><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25.0</td><td></td><td></td><td></td><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25.4</td><td>1"</td><td>25</td><td></td><td>25</td><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>31.75</td><td></td><td></td><td></td><td>31</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>32.0</td><td></td><td></td><td></td><td>32</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>* Za oblik pločice K(KNUX) naznačena je samo teorijska dužina rezne ivice</p>	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			06	07						6.35	1/4"	06				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						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Upisani krug IC mm</th> <th colspan="2">Klasa tolerancije</th> </tr> <tr> <th>M</th> <th>U</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3.97</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.56</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.0</td><td>±0.05</td><td>±0.08</td></tr> <tr><td>6.35</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8.0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9.525</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10.0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12.0</td><td>±0.08</td><td>±0.13</td></tr> <tr><td>12.7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15.875</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16.0</td><td>±0.10</td><td>±0.19</td></tr> <tr><td>19.05</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20.0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25.0</td><td>±0.13</td><td>±0.25</td></tr> <tr><td>25.4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>31.75</td><td>±0.15</td><td>±0.25</td></tr> <tr><td>32.0</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Upisani krug IC mm	Klasa tolerancije		M	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	±0.19	19.05			20.0			25.0	±0.13	±0.25	25.4			31.75	±0.15	±0.25	32.0		
A	M																																																																																																																																																																																																																																																																												
G	R																																																																																																																																																																																																																																																																												
N	W																																																																																																																																																																																																																																																																												
T																																																																																																																																																																																																																																																																													
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			06	07																																																																																																																																																																																																																																																																									
6.35	1/4"	06				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																																																																																																																																																																																																																																																																									
Upisani krug IC mm	Klasa tolerancije																																																																																																																																																																																																																																																																												
	M	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	±0.19																																																																																																																																																																																																																																																																											
19.05																																																																																																																																																																																																																																																																													
20.0																																																																																																																																																																																																																																																																													
25.0	±0.13	±0.25																																																																																																																																																																																																																																																																											
25.4																																																																																																																																																																																																																																																																													
31.75	±0.15	±0.25																																																																																																																																																																																																																																																																											
32.0																																																																																																																																																																																																																																																																													
<p>6 Debljina pločice, S [mm]</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"> 01 S=1.59 04 S=4.76 T1 S=1.98 05 S=5.99 02 S=2.38 06 S=6.35 03 S=3.18 07 S=7.94 T3 S=3.97 09 S=9.52 </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	 01 S=1.59 04 S=4.76 T1 S=1.98 05 S=5.99 02 S=2.38 06 S=6.35 03 S=3.18 07 S=7.94 T3 S=3.97 09 S=9.52		<p>7 Radijus vrha, r [mm]</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> 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 </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> </td> </tr> </table> <p>Okrugla pločica: 00 ako je IC proračunato iz mere u inčima MO ako je IC metarske vrednosti</p>	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		<p>8 Stanje rezne ivice</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">F </td> <td>Oštra rezna ivica</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E </td> <td>Zaobljena rezna ivica</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">T </td> <td>Negativna fazeta</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">S </td> <td>Negativna fazeta i zaobljena rezna ivica</td> </tr> </table>	F	Oštra rezna ivica	E	Zaobljena rezna ivica	T	Negativna fazeta	S	Negativna fazeta i zaobljena rezna ivica	<p>9 Verzija alata, smer rezanja</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">R </td> <td>Smer rezanja</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">L </td> <td>Smer rezanja</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N </td> <td>Smer rezanja</td> </tr> </table>	R	Smer rezanja	L	Smer rezanja	N	Smer rezanja																																																																																																																																																																																																																																																								
 01 S=1.59 04 S=4.76 T1 S=1.98 05 S=5.99 02 S=2.38 06 S=6.35 03 S=3.18 07 S=7.94 T3 S=3.97 09 S=9.52																																																																																																																																																																																																																																																																													
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																																																																																																																																																																																																																																																																													
F	Oštra rezna ivica																																																																																																																																																																																																																																																																												
E	Zaobljena rezna ivica																																																																																																																																																																																																																																																																												
T	Negativna fazeta																																																																																																																																																																																																																																																																												
S	Negativna fazeta i zaobljena rezna ivica																																																																																																																																																																																																																																																																												
R	Smer rezanja																																																																																																																																																																																																																																																																												
L	Smer rezanja																																																																																																																																																																																																																																																																												
N	Smer rezanja																																																																																																																																																																																																																																																																												
<p>10 Proizvođačeva opcija</p>	<p>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).</p>																																																																																																																																																																																																																																																																												

Литература

Калајић М., (2023) Технологија машиноградње, Основни универзитетски уџбеник, XIV издање, 407 стр. (ISBN 978-86-6060-010-5), Универзитет у Београду - Машински факултет;

Калајић М., Тановић Љ., Бабић Б., Главоњић М., Миљковић З., и др., (2021) ТЕХНОЛОГИЈА ОБРАДЕ РЕЗАЊЕМ, Приручник, IX издање, LXXIX+453 стр. (ISBN 978-86-6060-097-6), Машински факултет у Београду.