

# Предавање 3

## **ПРОИЗВОДНИ ТЕХНОЛОГИИ**

Обработка со симнување материјал (режење)

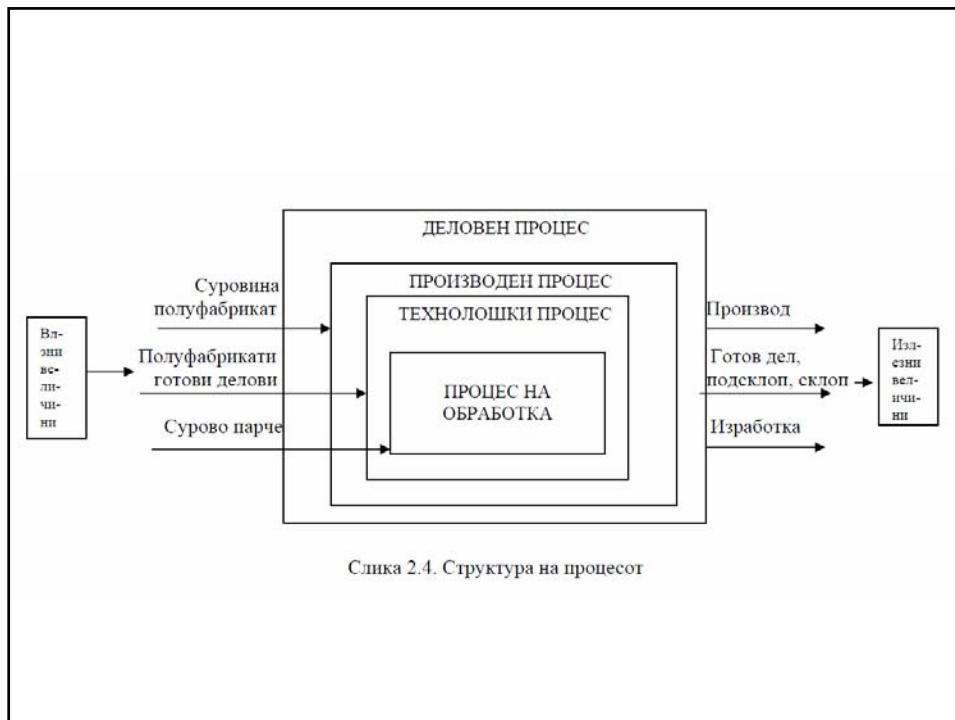
Машински факултет-Скопје

### **2.4. ПРОЦЕСИ ВО ПРОИЗВОДНОТО ОКРУЖУВАЊЕ**

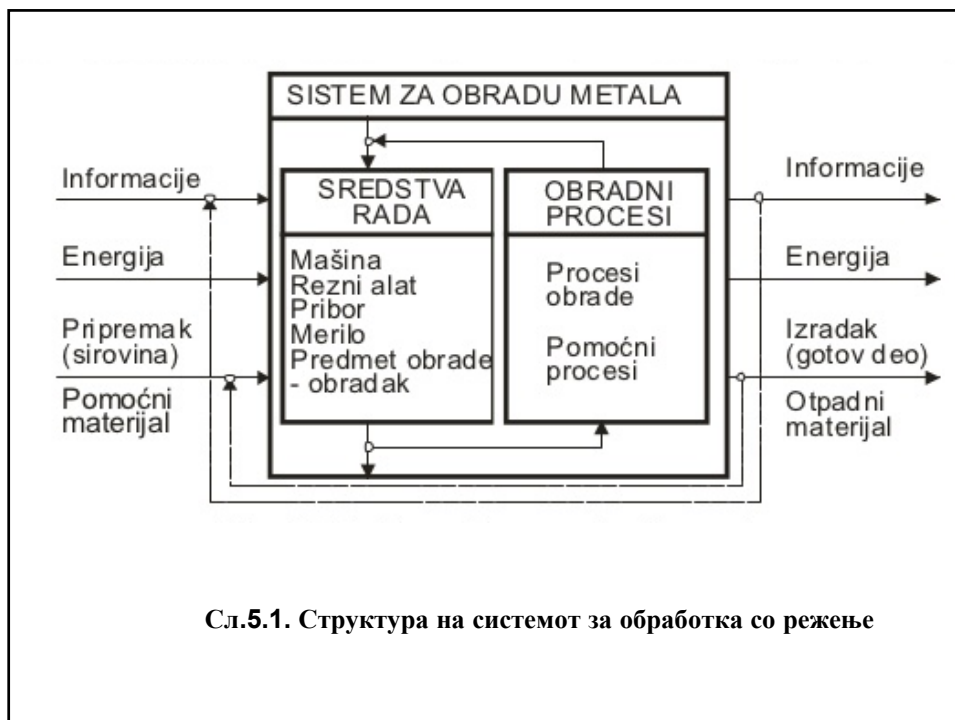
Во структурата на индустриските системи на различни нивоа се одвиваат голем број различни видови работни процеси на патот на трансформацијата на ресурсите во готови производи.

Во таа смисла, според дефинираните системи во производството се распознаваат следните процеси:

деловни процеси,  
производни процеси,  
технолошки процеси и  
процес на обработки .



- **Деловниот процес** претставува збир од процеси на производни, економски и општествени подсистеми и елементи кои ја поврзуваат околината - пазарот со производните системи.
- (индустриски систем, претпријатие, компанија, акционерско друштво или холдинг)
- **Производниот процес** претставува збир од работни процеси кои, според проектираниот технолошки процес, го трансформираат материјалот (суровината, полуфабрикатот) во готов производ.
- Производните процеси се одвиваат во производните системи.
- **Технолошкиот процес** претставува синтеза на изведување на сите операции на обработка на одреден производ и овозможува трансформација на суровиот материјал (полуфабрикатот) во готови делови.
- **Процесот на обработка** е врзан за одредена операција на обработка која се изведува на системот на обработка составен од елементите:
  - **управување** (човек или управувачка единица),
  - **работа** (машина, предмет на обработка, алат),
  - **контрола** (човек и алат за мерење или автоматска единица за мерење).



### **Средствата за работа опфаќаат пет подсистеми: машини, алати, помагала, мерни инструменти (мерила) и обработуван предмет.**

**Подсистемот на машини** е составен од една или повеќе металорезачки машини.

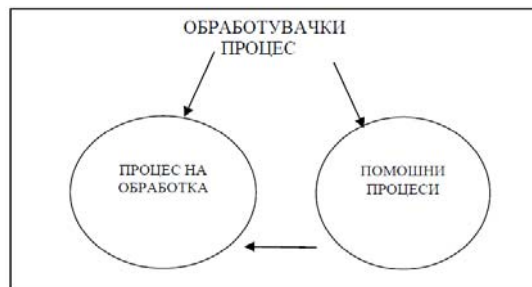
**Подсистемот на алати** се состои од еден или повеќе резачки алати кои се применуваат во процесот на обработка.

**Подсистемот на помагала** ги опфаќа сите стандардни и специјални помагала за позиционирање, водење и стегање на алатот и обработуваното парче.

**Подсистемот на мерила** ги опфаќа сите универзални и специјални средства за мерење и контрола, според стандардите за опрема за мерење, контролирање и испитување.

**Подсистемот на обработувачки предмет** е составен од еден или повеќе обработувачки предмети (уште се нарекуваат делови или парчиња) за обработка.

- **Обработувачкиот систем** се состои од процес на обработка и помошни процеси (Сл.2.5 )
- 
- **Процесите на обработка** вршат директна трансформација на суровото парче во готов дел, а во изведувањето на процесот на обработка вклучени се и **помошните процеси.**



Слика 2.5. Основна поделба на процесот на обработка

- Процесите за обработка со режење се реализира преку **технолошки постапки на обработка.**
- Технолошката постапка е збир на сите предвидени обработки ко се реализираат на обработуваното парче, во текот на неговата изработка на соодветна машина, со примена на соодветен резачки, стезен и мерен алат.
- Елементите на технолошката постапка, како технолошките операции, зафати и премини со нивните технолошки параметри, се **елементи на процесот на обработка**

Во структурата на процесот на обработка можат да се дефинираат :операции, зафати и премини (Сл.2.6 )



Слика 2.6. Меѓусебните односи во процесот на обработка

### 5.1.3. МЕТАЛОРЕЗАЧКИ МАШИНИ ВО ОБРАБОТУВАЧКИОТ СИСТЕМ

**Металорезачките машини** (се нарекуваат и алатни машини) овозможуваат обработката на делови со различни форми и димензии, од едноставни до сложени, како вратила, осовини, брегаста вратила, запченици, турбински лопатки итн.

**Металорезачките машини се разликуваат според структура, конструкција, димензии, експлоатациони карактеристики и примена.**

**Класификацијата на машините** најчесто се прави според примената, односно **производната технологија** која се спроведува на машината и се разликуваат: стругови, глодалки, дупчалки, рендисалки, брусилки, машини за провлекување, пили, обработувачки центри, флексибилни технолошки единици, келии или системи.

- **Структурата на металорезачките машини е дефинирана со групи на елементи поделени на:**
- основни елементи,
- елементи на градба и монтажа и
- елементи на управување (преносници, управувачки единици).
- **Во основни елементи на металорезачките машини спаѓаат:**
- носечки систем,
- систем на водилки и
- погонски систем.

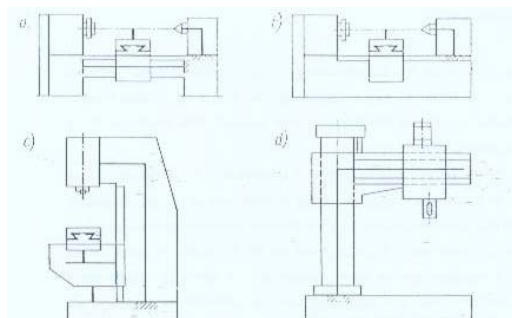
## Носечки системи кај ММ

Збир на елементи кои овозможуваат взаемна положба и функционирање на сите елементи на машината

Статичка и динамичка крутост

Обезбедување на бараната точност на сите врски во носечкиот систем

**Основни елементи:  
основа и водилки.**



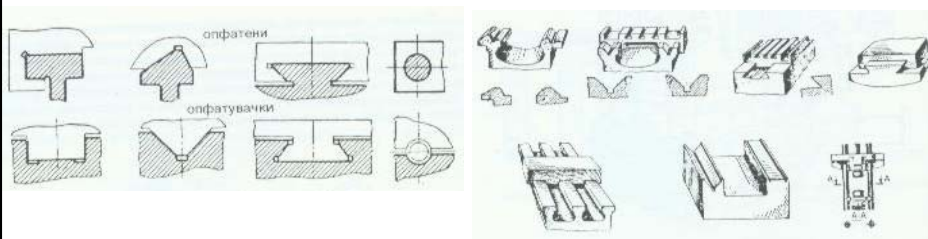
## Системи на водилки

Површини по кои се движат подвижните делови на машината

Висока точност

Отпорност на трошење (површинско калење)

Се конструираат како опфатени или опфатувачки, во различни форми: рамни, призматични, цилиндрични и др.



- **Погонските системи за главно движење** (вртежно или праволиниско) ги обезбедуваат моментите и брзините на движења на елементите на машината за да се реализира процесот на обработка со режење. Се состојат од погонски електромотори, преносници и главно вретено за обезбедување на главното вртежно движење.
- **Погонските системи за помошни движења** ги обезбедуваат моментите и брзините на движења на елементите на машината за да продолжи процесот на обработка. Во зависност од машината, се изведуваат како зависни или независни, континуирани или периодични. Составени се од преносници за помошни движења, механизми за претворање на вртежно во праволиниско движење и извршни органи
- **Преносници за главно движење,**
- **Преносници за помошни движења**



## РЕЗНИ АЛАТИ ВО ОБРАБОТУВАЧКИОТ СИСТЕМ

Стандардните резачки алати се дефинирани со основни форми, димензии, намена и технички барања во согласност со стандарди и технички услови, со кои се дефинира квалитетот и резачките можности на алатите.

- Општата поделба на резачките алати е на:
  - Рачни резачките алати
  - Машински резачките алати

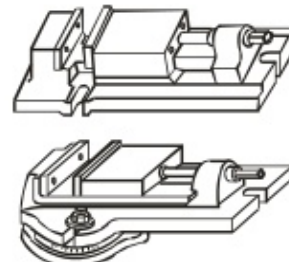
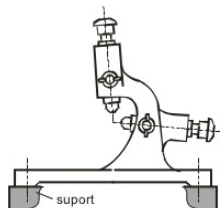
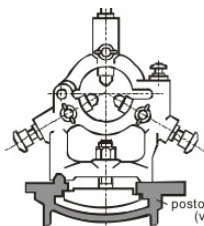


- Поделбата на машинските алати се дефинира во согласност со различни критериуми и тоа според: видот на обработката, материјалот на обработуваното парче, видот на алатниот материјал, формата на алатот, начинот на поставување на алатот итн.
- Најчесто користена поделба на машинските алати е според видот на обработката и тоа на резачки алати за: стругање, глодање, дупчење, проширување, развртување, редисување, брусење, провлекување, изработка на навои, запченици и др.



### • 5.1.5. ПОМАГАЛА ВО ОБРАБОТУВАЧКИОТ СИСТЕМ

- Помагалата се дополнителни уреди кои се користат во процесот на обработка, монтажа и контрола на деловите, склоповите и производите.
- Помагалата главно се користат за позиционирање и стегање на алатот и обработуваното парче во процесот на обработка. Често служат и за водење на алатот во однос на обработуваното парче.

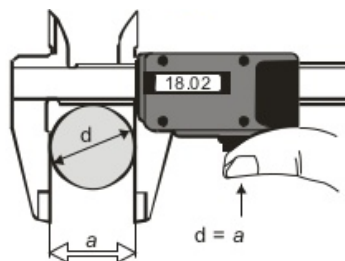




- **5.1.6. МЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ ВО ОБРАБОТУВАЧКИОТ СИСТЕМ**

- Во согласност со стандардите за управување со квалитет од серијата ISO 9001:2001, **техичката контрола на изработката на производите** (мерење, контрола и испитување) опфаќа:
  - **Контрола на изработката на производот и**
  - **Контрола на способноста на технолошкиот процес и производната опрема.**
- **Контролата на квалитет за изработката на производот** е проверка на степенот на блискост (поклопување) на параметрите за квалитет на обработката, со барањата пропишани во конструктивната и технолошката документација за производот. Се реализира како увлезна или излезна, меѓуфазна или операциска и завршна контрола.
- **Контролата на способноста на технолошкиот процес и производната опрема** опфаќа контрола на точноста и стабилноста на технолошкиот процес и контрола на функциите на производството, според утврдени критериуми.

- **Мерењето** претставува експериментално определување на нумеричките вредности на физичките големини кои се контролираат и вредностите се отчитуваат на индикаторските единици на мерните инструменти (Сл.5.6).

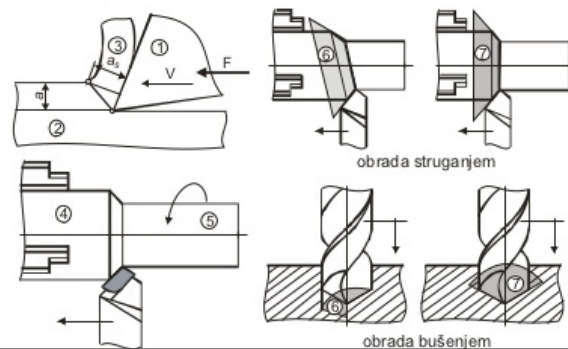


- Сл.5.6. Постапка на мерење со мерен инструмент
- **Контролата** е постапка со која се врши проверка на контролираната големина дали се наоѓа во рамки на пропишаните граници на толеранција, во согласност со конструктивната документација за машинскиот дел.

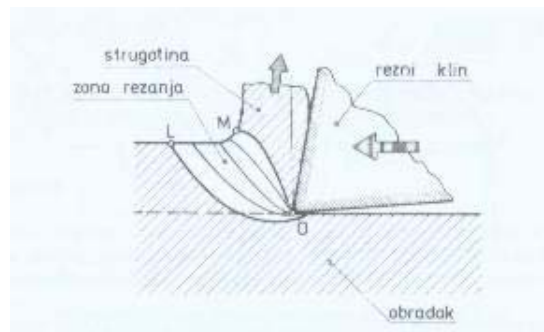
## 5.2. ТЕХНОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОБРАБОТКАТА СО РЕЖЕЊЕ

### 5.2.1. ОСНОВЕН ПРИНЦИП НА РЕЖЕЊЕ

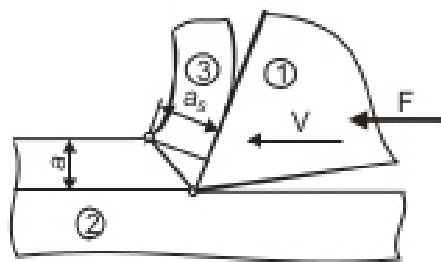
- Процесот на режење или симнување на материјал настанува со продор на клинот (1) на резачкиот алат во материјалот на обработуваното парче (2) под дејство на надворешна механичка сила (**сила на режење  $F$  (N)**).



- Во зоната на контакт помеѓу работната површина на алатот и обработуваното парче доаѓа до пластично деформирање на обработуваниот материјал, разорување и одведување на еден слој од материјалот кој се нарекува **струшка** (Сл.5.2).



- Слојот на вишок на материјал кој се отстранува со режењето, геометриски се карактеризира со дебелина на слојот и претставува параметар **длабочина на режење**, со ознака  **$a$  (mm)** (Сл.5.1).
- Материјалот се отстранува во форма на струшка (3) (Сл.5.1) и притоа, заради деформирањето таа се карактеризира со **дебелина на струшка**, со ознака  **$a_s$  (mm)** (Сл.5.1).



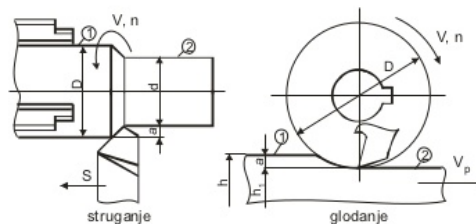
## ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ НА ОБРАБОТКАТА СО РЕЖЕЊЕ

Основните параметри кои ја карактеризираат обработката со режење, се поделени во две групи:

Технолошки параметри на обработка и  
Геометриски параметри на обработка.

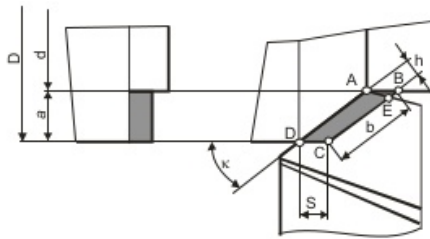
**Технолошки параметри** на обработка со режење (Сл.5.3) се:

- $a$  [mm] – длабочина на режење,
- $s$  [mm/o] – помест на режење,
- $V$  [m/min] – брзина на режење, која е во директна корелација со
- $n$  [o/min] – бројот на вртежи.



- **Основни геометриски параметри на обработката со режење се:**

- Ширина на резниот слој  $b$  [mm],
- Дебелина на резниот слој  $h$  [mm],
- Површина на попречниот пресек на резниот слој  $A$  [mm<sup>2</sup>].

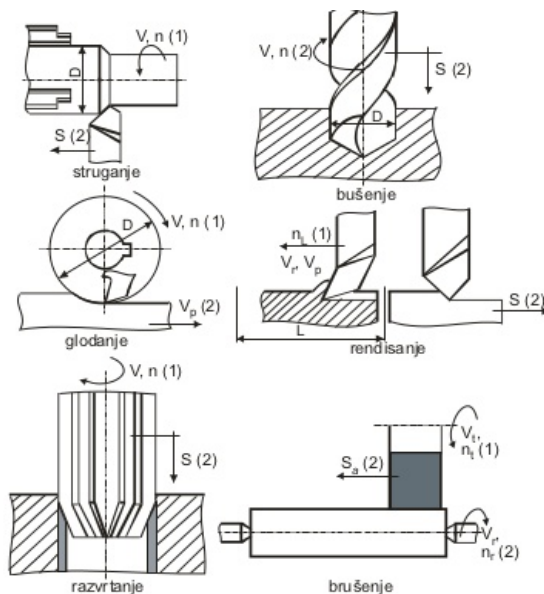


Сл.5.4. Геометриски параметри на резниот слој при обработката со стругање

### 5.2.3. ОСНОВНИ ДВИЖЕЊА ПРИ ОБРАБОТКАТА СО РЕЖЕЊЕ

- Процесот на обработка со режење се одвива со строго определена кинематика на релативно движење помеѓу резачкиот алат и обработуваното парче. Кај машините за обработка со режење се разликуваат основни и дополнителни движења.
- **Основните движења** се изведуваат во текот на процесот на обработка.
- **Дополнителните движења** се изведуваат на почетокот или на крајот на процесот на обработка или во прекините на обработката. Со дополнителните движења резачкиот алат или обработуваното парче се доведуваат во точна меѓусебна положба пред да започне конкретниот процес на режење.
- Основните движења се делат на главно и помошни движења, прикажани на Слика 5.5.

Основните движења се делат на главно и помошни движења, прикажани на Слика 5.5.



- **Главните движења** го овозможуваат процесот на режење и создавањето на струшка. Кај различни обработки со режење, главните движења ги изведуваат алатот или парчето и може да бидат кружни или праволиниски движења.
- Дефинирани се со следните параметри:
  - **Брзина на режење**  $V$  [m/min],
  - **Број на вртежи**  $n = 1000 V / D$  [o/min]

- **Помошното движење** е неопходно за да се реализира процесот на режење, а при обработката го изведува резачкиот алат или обработуваното парче. Исто како и кај главното движење, помошното движење може да биде кружно или праволиниско.
- Помошното движење се дефинира со параметри:
  - **Помест  $s$  [mm/o], [mm/od]** – големина која одговара на поместувањето на алатот или парчето за еден вртеж или еден од на главното движење

### **5.3. ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОБРАБОТУВАЧКИТЕ СИСТЕМИ ПРИ ОБРАБОТКА СО РЕЖЕЊЕ**

- Со цел реализација на техничката функција на обработувачкиот систем, **техничките карактеристики на машината, алатот и помагалото** неопходно е да се анализираат интегрално.
- **Техничките карактеристики на обработувачкиот систем** ја дефинираат и определуваат неговата функција, преку следната група на **подсистеми** (Сл.5.6):
  - **Геометриски систем,**
  - **Кинематски систем**
  - **Систем на материјали,**
  - **Енергетски систем и**
  - **Комуникациско информациски систем**

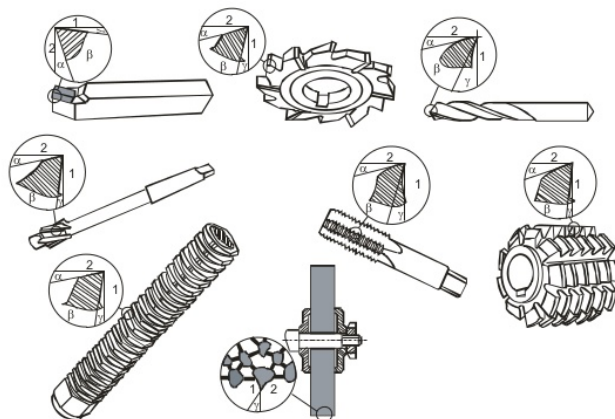
### 5.3.1. ГЕОМЕТРИСКИ СИСТЕМ

- Во рамки на геометрискиот систем се дефинирани:
  - **Геометрискиот или работниот простор на машината**
  - Работниот простор на машината е определен со збир на геометриски параметри кои ги дефинираат екстремните положби на подвижните и неподвижните елементи. Овие параметри ги дефинираат габаритите на обработуваното парче
  - **Геометријата на резачкиот алат.**
  - За резниот алат се дефинира статичка и кинематичка геометрија во однос на обработувачкиот систем

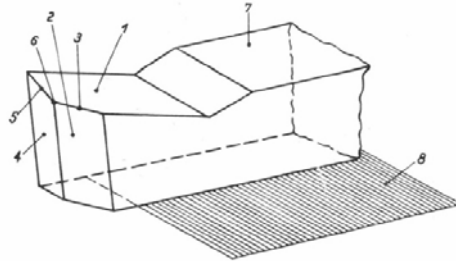
#### 5.3.1.2.1. Основна геометрија на резачкиот алат

Сите резачки алати се состојат од најмалку два дела:

**Резен дел на алатот** - каде се наоѓаат резните елементи на алатот (резен клин) и кој се дефинира со геометриски параметри,  
**Дршка на алатот** - која служи за позиционирање на алатот на носачот за алат на машината.



• **Сл.5.8. Елементи на основната геометрија на резачкиот алат**



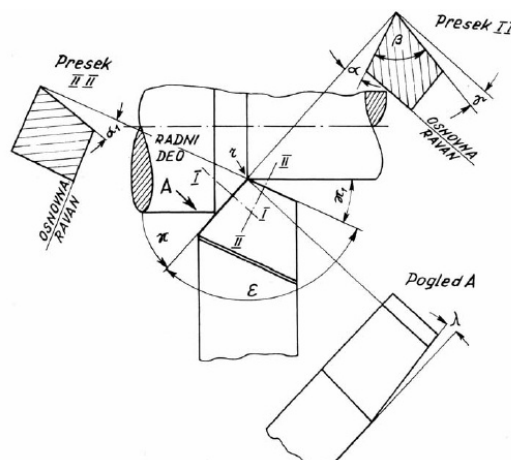
- 1 – **предна површина** (површина по која се лизга струшката)
- 2 – **задна површина** (површина свртена кон површината на режење)
- 3 – **помошна задна површина** (површина на резниот клин свртена кон обработената површина на обработуваното парче)
- 4 – **главна резачка ивица** или **главно резачко сечиво** на алатот (пресек на предната и задната површина на резниот клин)
- 5 – **помошна резачка ивица** или **помошно резачко сечиво** на алатот (пресек на предната и помошната задната површина на резниот клин)
- 6 – **врв на алатот** (пресек на главното и помошното сечиво) кој може да биде заоблен, закосен и остар (Сл.5.10.)



**Статичка геометрија**

- **κ** – **нападен агол** (дефиниран помеѓу проекцијата на главното резно сечило и обработената површина),
- **κ<sub>1</sub>** – **нападен агол на помошното резно сечило** (дефиниран помеѓу проекцијата на помошното резно сечило и обработената површина),
- **ε** – **агол на врвот на ножот** (алатот)
- **r** – радиус на врвот на ножот.

$$\kappa + \kappa_1 + \varepsilon = 180^\circ$$



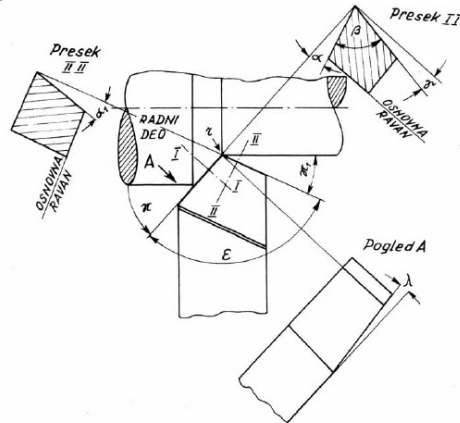


## Статичка геометрија

- $\alpha$  – заден агол (дефиниран помеѓу задната површина на резниот клин и нормалата на основната рамнина),
- $\gamma$  – преден агол (дефиниран помеѓу предната површина на резниот клин и основната рамнина),
- $\beta$  – агол на резниот клин (дефиниран помеѓу предната и задната површини)

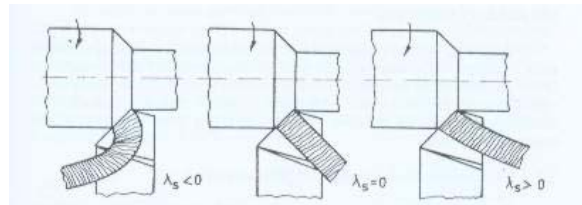
$$\alpha + \beta + \gamma = 900$$

- $\lambda$  – агол на наклон на главното резно сечиво (го определува нагибот на главното резачко сечиво во однос на предната површина на алатот).

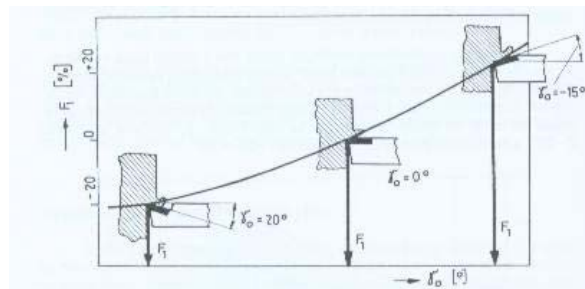


## Влијанија на одделни геометриски показатели

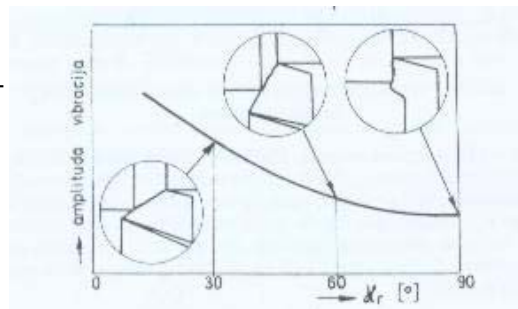
- $\lambda$  - влијание на одведување на струшка



- $\gamma$  - влијание на динамичката стабилност на обработувачкиот систем (сила на режење)

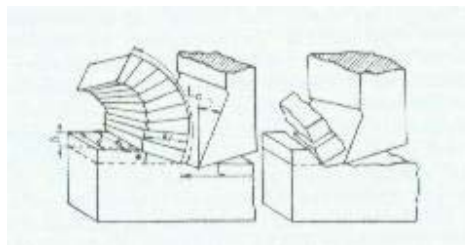
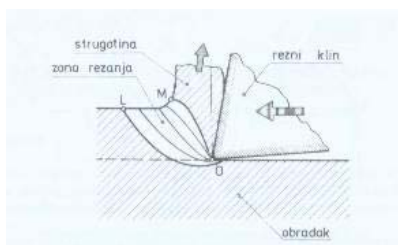


К - влијание на динамичката стабилност на обработувачкиот систем (вибрации)



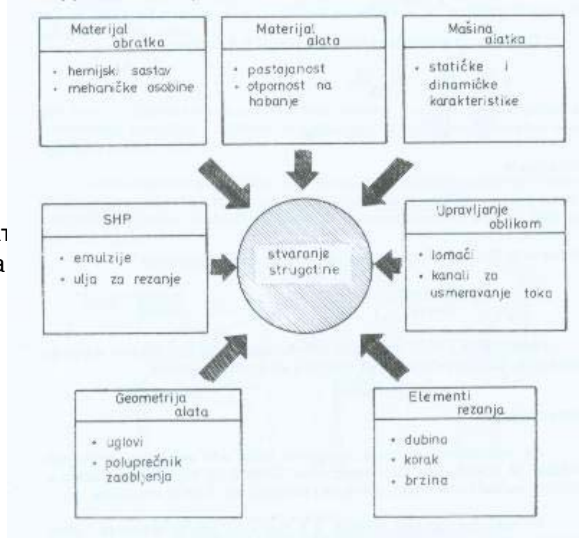
## Основи на механиката на процесот на обработка со режење

Деформација на симнуван материјал  
Формирање на струготина



## Влијателни фактори на процесот на создавање на струшка

1. Обработуван материјал
2. Резен материјал
3. Машина
4. Средство за ладење
5. Геометрија на резен алат
6. Параметри на обработка



## Типови на струшка

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
дуга - слатка	згузавана	завојна	завојно цилиндрична	цилиндрична	кротка цилиндрична	спирална цилиндрична	спирална	крупно дробљена	ситно дробљена
nepovoljna			zadovoljava						
					dobra				

### 5.3.2. КИНЕМАТИЧКИ СИСТЕМ

- Кинематичкиот систем го обезбедува релативното движење на алатот и обработуваното парче при обработката со режење.
- Во рамки на кинематичкиот систем се реализираат сите останати движења на работните органи на машината.
- Кинематичките системи кај различните методи на обработката со режење се реализираат како, механички, хидраулични, пневматски и комбинирани.

### 5.3.3. СИСТЕМ НА МАТЕРИЈАЛИ

- **Системот на материјали во обработувачкиот систем** ги опфаќа техничките параметри за видовите и својствата на материјалите од кои се изработени елементите на обработувачкиот систем.
  - Анализата на **системите на материјали за металорезачките машини** има особено значење при проектирањето на машините.
  - Анализата на **системите на материјали за резачки алати** има особено значење при реализацијата на обработувачкиот процесот со режење.

### 5.3.4. ЕНЕРГЕТСКИ СИСТЕМ

**Енергетскиот систем** ги опфаќа сите елементи на обработувачкиот систем за **акумулација, пренос и конверзија на енергија**.

- **Преносниците на енергија** кај обработувачкиот систем вршат пренос на енергијата од погонскиот електромотор на машината до елементите кој вршат работа, односно до зоната во која се реализира процесот на обработка со режење.
- Важни технички карактеристики на обработувачкиот систем кои се дефинираат во енергетскиот систем се: **погонската моќност на машината ( $P$  [kW])** и **степенот на искористување ( $\eta$ )**.

### 5.3.5. КОМУНИКАЦИСКО-ИНФОРМАЦИСКИ СИСТЕМ

- Проектирањето на обработувачките и технолошките процеси и изготвувањето на документацијата е пропратено со бројни податоци кои се внесуваат на соодветни обрасци или во електронска форма. Овие податоци го карактеризираат **надворешниот комуникациско-информациски систем** во обработувачкиот систем, преку кој се реализира комуникацијата помеѓу елементите во рамки на целиот производен систем.
- Во рамки на обработувачкиот систем се дефинира и **внатрешен комуникациско-информациски систем** кој се однесува на пренос на сигналите во рамки на обработувачкиот систем со цел реализација на поединечните функции.
- Внатрешниот комуникациско-информациски систем се дефинира во **управувањето** во обработувачкиот систем и се дискутира во Глава 10.