

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
- obrada odvajanjem 1. dio

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Sadržaj

- Što je proizvodnja
 - Uloga i značaj obrade odvajanjem čestica
 - Položaj OOC u odnosu na druge tehnologije
 - Prednosti i nedostaci OOC
 - Tehnologije koje dolaze
- OOC kao sustav
- Podjela postupaka obrade odvajanjem
- Gibanja kod obrade odvajanjem
- Rezni alat
- Osnovni elementi teorije rezanja

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

Proizvodnja

(engl. Manufacturing)

Riječ "manufacturing" ima latinski korijen:

Manu – ruka (rukom)

Facere – izrađivati (proizvoditi)

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica



Proizvodnja – danas najčešće podržana računalom (CAM)

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Proizvodnja

Proizvodnja je proces pretvorbe ideje i potrebe tržišta ili kupca u proizvod.

(Uključuje niz djelatnosti, od istraživanja tržišta, financija, projektiranja, proizvodnje u užem smislu, održavanja, testiranja, ljudskih potencijala, marketinga, itd., tj. sve djelatnosti u životnom vijeku proizvoda.)


Proizvodnja u užem smislu

Proizvodnja je pretvaranje sirovog materijala (priprema) u koristan proizvod.

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
 Obrada odvajanjem čestica

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA




Odvajanje
(oduzimanje)

“-”



Spajanje
(Sastavljanje)

“+”



Deformiranje
(Premještanje)

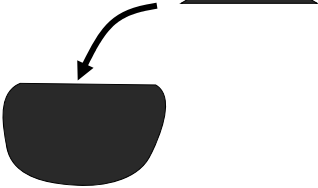
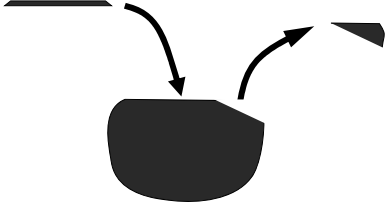
“0”

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
 Obrada odvajanjem čestica

Nove tehnologije izrade dijelova (artefakata)

<p>Niz novih tehnologija pod nazivom aditivna proizvodnja (RP ili Layered manufacturing ili Generic manufacturing).</p> <p>Koriste se za izradu prototipova, a sve više i za proizvodnju u manjim serijama.</p> <p>Nedostaci: još uvijek visoka cijena opreme, ograničen broj materijala koji se mogu uspješno koristiti, mehanička svojstva, hrapavost, ...</p>	<p>Hibridna proizvodnja podrazumijeva kombinaciju procesa/strojeva s ciljem učinkovitije proizvodnje dijelova.</p> <p>Kao primjer hibridne obrade može se spomenuti UZ bušenje, a kao primjer hibridnog stroja, stroj na kojem se vrši i AP i glodanje (1+1>2).</p> <p>Nedostaci: cijena; nov i nedovoljno prepoznat pristup proizvodnji, ...</p>
--	--

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Specifičnosti postupaka OO

Odvajanjem materijala dodaje se vrijednost proizvodu.
(osim kod skidanja srha).

Odvajamo materijal – dodajemo vrijednost

Promjena koja se dogodila u diskretnoj proizvodnji:

- Velike serije – jedan proizvod – duga vremena razvoja



- Male serije – više različitih proizvoda – kratka vremena razvoja – česte promjene

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

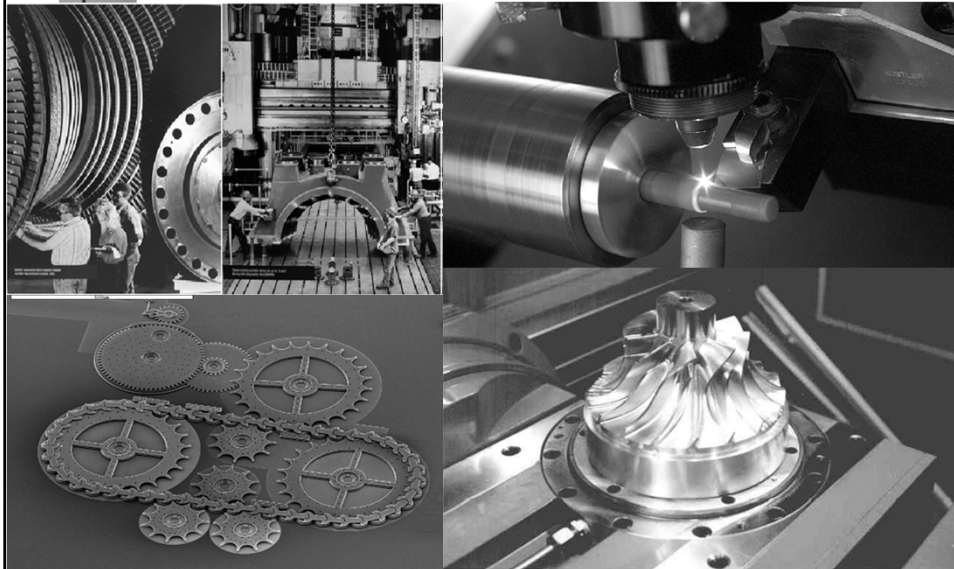
Prednosti obrade odvajanjem su:

- Omogućuje postizanje točnosti, uskih tolerancija i dobre kvalitete obrađene površine, često bez potrebe za naknadnim završnim obradama.
- Najbolji (jedini) način da se formiraju oštri rubovi, ravne površine, te unutarnji i vanjski profili.
- Može se primjeniti kod gotovo svih poznatih materijala.
- Najbolji (jedini) način oblikovanja otvrdnutih (kaljenih) i krtih materijala.
- Moguće je obrađivati i najsloženije površine.
- Moguće su obrade u širokom rasponu dimenzija (od turbina i aviona do micro obrada).
- Uzrokuje vrlo male promjene u materijalu obratka (samo tanki sloj; HAZ, ...).
- "Jednostavno" se može automatizirati.
- Ekonomičnost i produktivnost (jeftinija i brža) kod maloserijske i pojedinačne proizvodnje.

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Nedostaci obrade odvajanjem čestica su:

- Generira odvojene čestice.
- Ponekad je za formiranje jednog elementa obratka (tolerirani provrti, utori, ...) potrebno primjeniti više postupaka obrade i više alatnih strojeva.
- Neki dijelovi zahtijevaju primjenu CNC strojeva i složenog programiranja (ovo više nije nedostatak već uobičajeno rješenje).
- Alatni strojevi i potreba za rukovanjem alatima i obracima zahtijevaju veliki prostor.
- Mikroklima je pod začajnim utjecajem obradnih procesa (toplina, buka, rashladne tekućine, ulja, ...).
- Veliki udio pomoćnih i pripremnih vremena (vrijeme zahvata alata i obratka je često manje od 5% ukupnog vremena protoka pozicije).
- U slučaju lošeg projektiranja obrade odvajanjem može doći do narušavanja svojstava obratka i obrađene površine pa i „škarta”.

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Trendovi – nove tehnologije obrade odvajanjem

HSC, HSM, HFM

Tvrde obrade (HARD MACHINING)

MQL i suhe obrade (DRY MACHINING)

Mikro i nano obrade

Kriogene obrade

Hibridne obrade

Obrade novih materijala

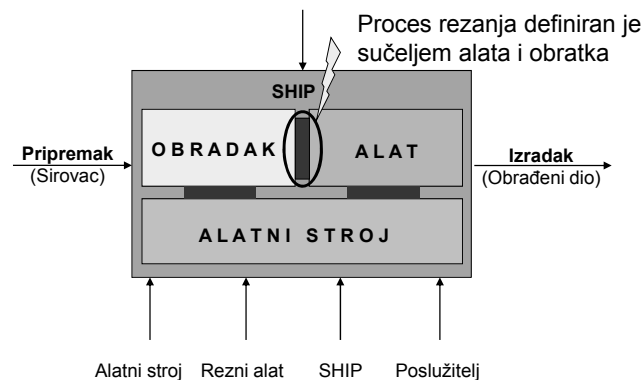
TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

OOČ kao sustav

Nacrti, CAD model, tolerancije, kvaliteta površine, program



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
 Obrada odvajanjem čestica

Postupci obrade odvajanjem čestica
 (DIN8580)

RUČNI

- ručnim alatima:
- turpijanje,
- bušenje,
- piljenje,
- glodanje

STROJNI

Rezni alat s
oštricom

Rezni alat bez
oštrice

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
 Obrada odvajanjem čestica

STROJNI

Rezni alat s
oštricom

Rezni alat bez
oštrice

Geometrijski
definirana oštrica

- Tokarenje
- Glodanje
- Bušenje, upuštanje, razvrtavanje
- Blanjanje, dubljenje
- Piljenje
- Provlačenje

Geometrijski
nedefinirana oštrica

- Brušenje
- Superfiniš
- Honanje
- Lapanje

- Elektroerozija - EDM
- Elektrokemijska obrada - ECM
- Obrada laserom
- Obrada vodenim mlazom - WJM

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

Alat bez oštrice – Nekonvencionalni postupci ooč

- Kemijski postupci
 - Kemijska obrada
 - Termokemijska obrada
- Elektrokemijski postupci
 - Elektrokemijska obrada
 - Elektrokemijsko brušenje
- Mehanički postupci
 - Ultrazvučna obrada
 - Obrada vodenim mlazom
- Toplinski postupci
 - Elektroerozijska obrada – EDM
 - Obrada elektronskim mlazom
 - Obrada laserom

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

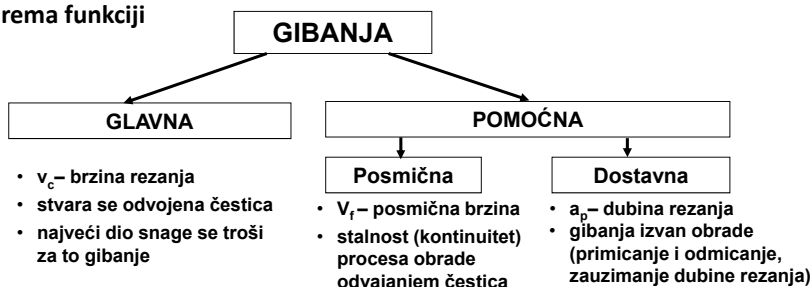
**Gibanja kod postupaka koji koriste rezne alate
s oštricom**

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

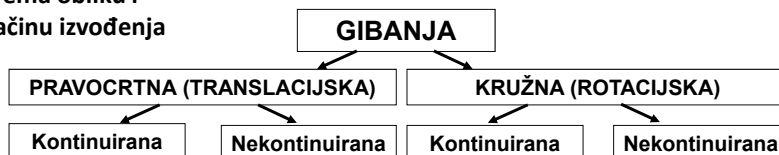
TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA Obrada odvajanjem čestica

Gibanja kod obrade odvajanjem čestica (kod alatnih strojeva)

a) prema funkciji



b) prema obliku i načinu izvođenja

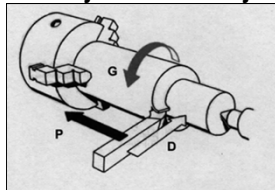


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

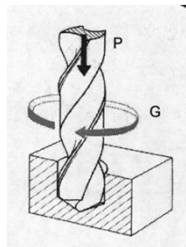
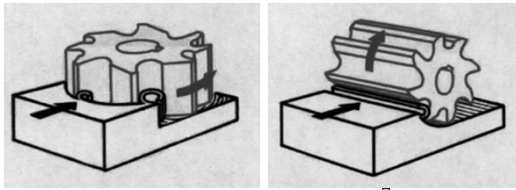
TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA Obrada odvajanjem čestica

Primjeri gibanja kod nekih postupaka obrade

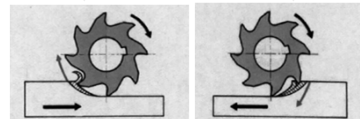
Gibanja kod tokarenja



Gibanja kod glodanja



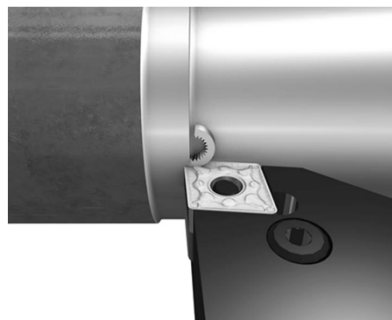
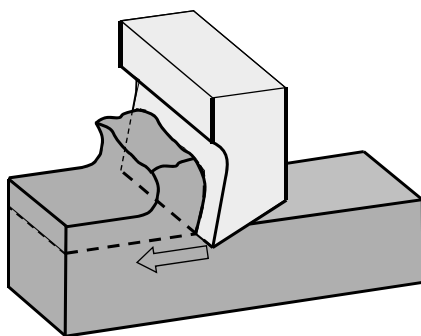
Gibanja kod bušenja



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica



Proces obrade (rezanja, odvajanja) odvija se na sučelju alata i obratka.

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

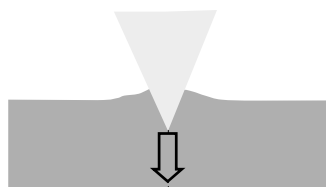
Obrada odvajanjem čestica

Osnovni princip konvencionalnih postupaka ooč

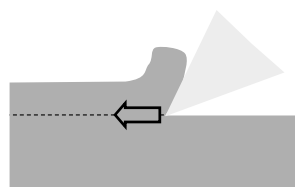
Alat je sredstvo za ooč, tj. sredstvo za preoblikovanje pripremljena (sirovca).

Osnovni oblik svih reznih alata s oštricom je **klin**.

Obzirom na smjer gibanja klina u odnosu na obradak razlikujemo: razdvajanje (sječenje) i odvajanje (rezanje).



Razdvajanje
(sječenje)



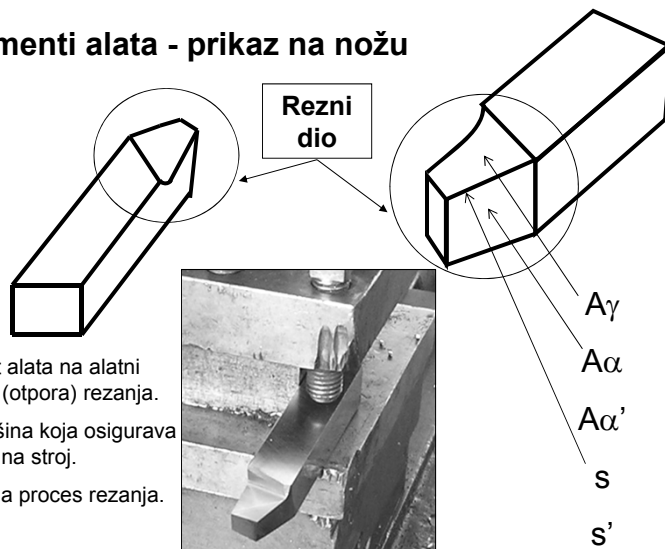
Odvajanje
(rezanje)

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

Osnovni elementi alata - prikaz na nožu

- drška
- rezni dio



Drška služi za prihvat alata na alatni stroj i za prijenos sile (otpora) rezanja.

Osnova alata je površina koja osigurava pravilan prihvat alata na stroj.

Rezni dio alata obavlja proces rezanja.

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

Rezni dio alata definiran je s tri površine:

$A\gamma$ - prednja površina; površina koja je u kontaktu s odlazećom česticom (površina po kojoj klizi odvojena čestica)

$A\alpha$ - stražnja (slobodna) površina; površina koja je u nepoželjnom kontaktu s površinom obrade

$A'\alpha$ - pomoćna stražnja površina

Ove površine mogu biti sastavljene od više ravnina ili zakrivljenih površina.

Glavna oštrica, S , je presječna površina $A\gamma$ i $A\alpha$.

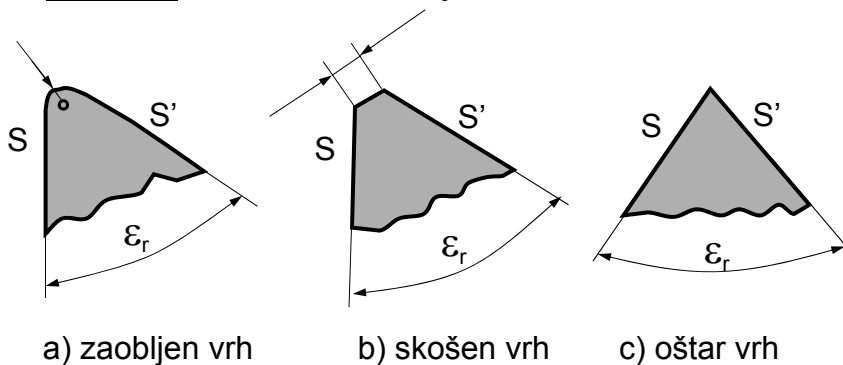
Pomoćna oštrica, S' , je presječna površina $A\gamma$ i $A'\alpha$.

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Mjesto spajanja glavne i pomoćne oštrice, S i S', je **vrh alata**, a može biti: zaobljen, skošen i oštar.



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Kutovi alata

Kutovi alata su neophodni za određivanje položaja rezne oštrice, prednje i stražnje površine reznoga dijela alata.

Kutovi se uvijek odnose na određenu točku na reznoj oštrici. Kada su rezna oštrica, prednja i stražnja površina zakrivljene, za određivanje kutova su mjerodavne tangente, odnosno tangencijalne ravnine kroz odabranu točku.

Svaki kut je označen slovom grčkog alfabeta i sufiksom koji odgovara ravnini u kojoj se kut mjeri. (Primjer γ_n – prednji kut u normalnoj ravnini .) Za radne (kinematske) kutove dodaje se još i sufiks "e".

Ako su prednja i stražnja površina sastavljene od većeg broja površina, numerirane su brojevima 1, 2, 3, ...počevši od oštrice.

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Tehnološki (geometrijski) kutovi reznog klina

definiraju se pomoću tehnološkog referentnog sustava ravnina.

γ – **prednji kut (kut prednje površine)** - mjeri se između prednje površine A_γ i osnovne ravnine P_r ; može se mjeriti u raznim ravninama te se označava kao $\gamma_n, \gamma_f, \gamma_p, \gamma_o$ i γ_g .

β – **kut klina** - mjeri se između prednje i stražnje površine; može se mjeriti u više ravnina te se označava kao $\beta_n, \beta_f, \beta_p$ i β_o .

α – **stražnji kut (kut stražnje površine)** - mjeri se između stražnje površine A_α i ravnine rezanja P_s ; može se mjeriti u raznim ravninama te se označava kao $\alpha_n, \alpha_f, \alpha_p, \alpha_o$ i α_b .

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



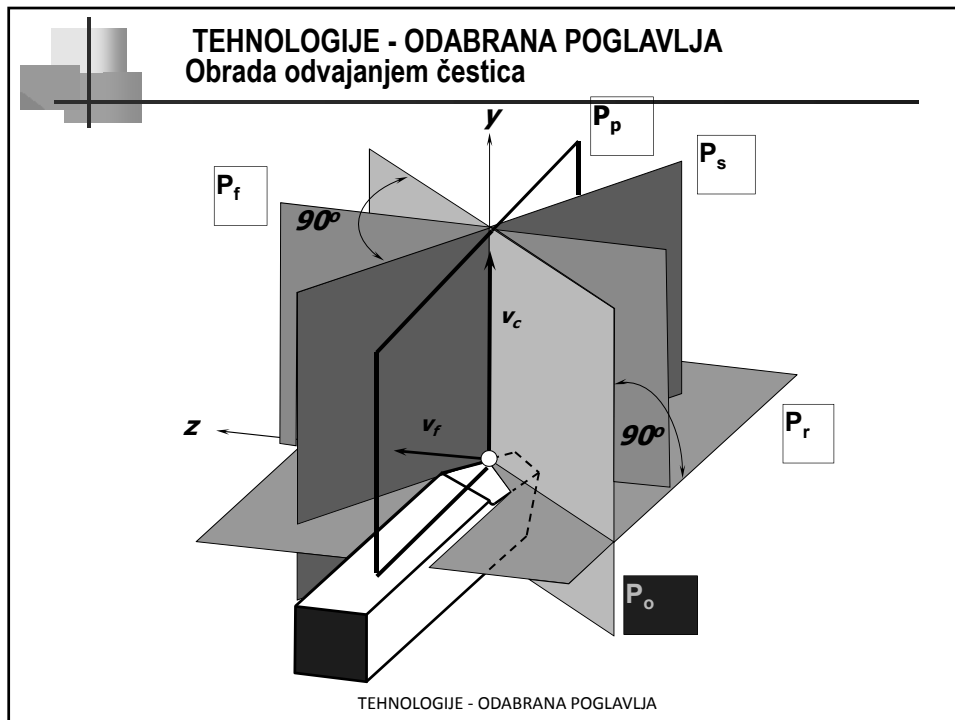
TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Tehnološki referentni sustav ravnina

- P_r - osnovna ravnina: je okomita na pravac glavnog gibanja u promatranoj točki oštrice i istodobno je okomita ili paralelna na neku površinu ili os alata, a koja je bitna za izradu, oštrenje ili kontrolu alata.
- P_f - ravnina kretanja: je okomita na P_r i paralelna pravcem posmičnog gibanja u promatranoj točki oštrice
- P_s - ravnina rezanja: je okomita na P_r i paralelna sa tangetom na oštricu u promatranoj točki štrice.
- P_o - ortogonalna ravnina: je okomita na P_r i P_s .
- P_n – ravnina okomita na oštricu (oštrica joj je normala).

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

Tehnološki referentni sustav ravnina

- P_r - osnovna ravnina: okomita na pravac glavnog gibanja u promatranoj točki oštrice i istodobno je okomita ili paralelna na/s neku površinu ili os alata, a koja je bitna za izradu, oštrenje ili kontrolu alata
- P_f - ravnina kretanja: okomita na P_r i paralelna s pravcem posmičnog gibanja u promatranoj točki oštrice
- P_s - ravnina rezanja: okomita na P_r i paralelna s tangentom na oštricu u promatranoj točki oštrice
- P_o - ortogonalna ravnina: okomita na P_r i P_s
- P_n - ravnina okomita na oštricu (oštrica joj je normala)

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Tehnološki (geometrijski) kutovi

Definiraju se pomoću tehnološkog referentnog sustava ravnina.
kutovi za orijentaciju prednje površine, P_r

γ – **prednji kut** (kut prednje površine); može se mjeriti u više ravnina
te se označava kao $\gamma_n, \gamma_f, \gamma_p, \gamma_o$ i γ_g .

β – **kut klina**; može se mjeriti u više ravnina te se označava kao $\beta_n,$
 β_f, β_p i β_o .

α – **stražnji kut** (kut stražnje površine); kut između stražnje površine
 A_α i ravnine rezanja P_s mjeren u raznim ravninama te se označava
kao $\alpha_n, \alpha_f, \alpha_p, \alpha_o$ i α_b .

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

Tehnološki (geometrijski) kutovi

Za orijentaciju rezne oštrice mjere se u osnovnoj ravnini P_r :

κ_r – kut namještanja glavne oštrice

κ_r' – kut namještanja pomoćne oštrice

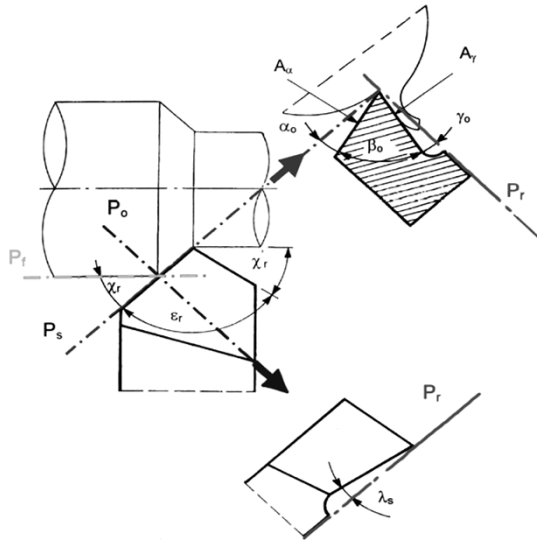
ε_r – vršni kut alata

Za kutove vrijede izrazi: $\kappa_r + \kappa_r' + \varepsilon_r = 180^\circ$

Položaj oštrice alata određuje još i kut nagiba glavne oštrice, $\lambda_s,$
koji se mjeri u ravnini P_s .

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica



Kut	mjeri se između	u ravnini
kut namještanja glavne oštrice κ_r	P_s i P_f	P_r
kut vrha alata ϵ_r	P_s i P_s'	P_r
kut nagiba oštrice λ_s	P_r i s	P_s
prednji kut γ_0	A_γ i P_r	P_0
kut klina β_0	A_γ i A_α	P_0
stražnji kut α_0	P_s i A_α	P_0

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Materijali reznih alata (reznog dijela alata)

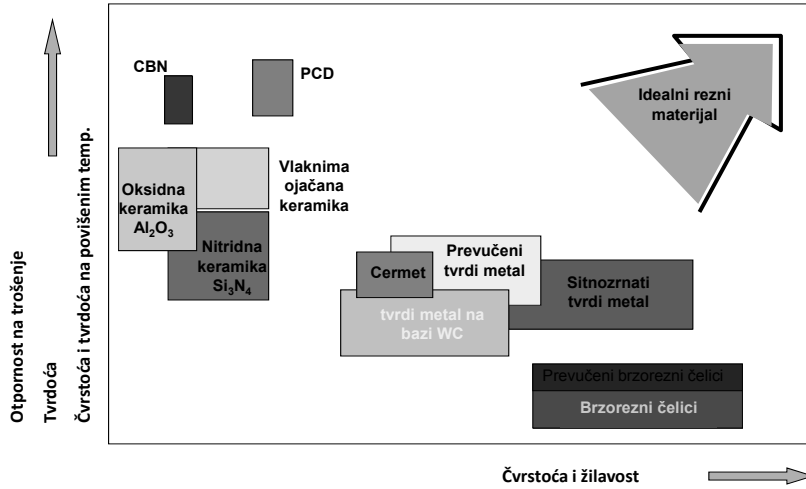
- **Alatni čelici:** 0,6-1,5% C; brzina ~10m/min; temp. izdr. 300°C
- **Brzorezni čelici:** legirani s Cr, W, Co, V i Mo; brzina 30-40m/min; 600°C
- **Tvrđi metal:** sinterirani od tvrdih metalnih karbida (W, Ti, Ta) i veziva; višedijelan (držka od konstrukcijskog čelika);
- **Prevučeni tvrdi metali:** TiN, Al₂O₃, TiCN, ... CVD i PVD postupci prevlačenja, nano slojevi
- **Sitno-zrnati tvrdi metali**
- **Keramike:** oksidna na bazi Al₂O₃ i nitridna Si₃Ni₄; ojačana vlaknima
- **CBN – kubni nitrid bora**
- **PCD – polikristalni dijamant**

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

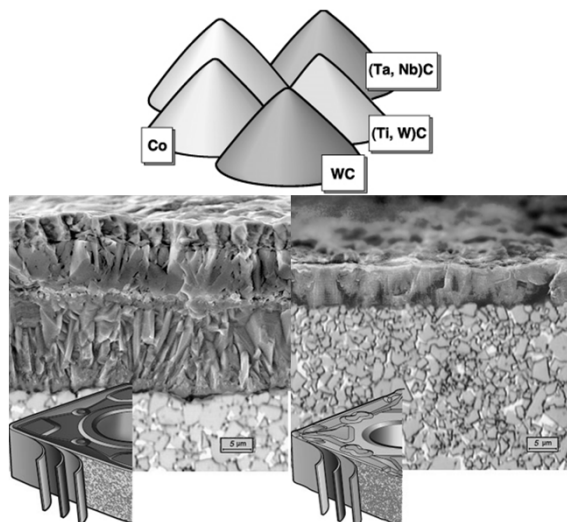
Svojstva materijala reznih alata – kvalitativni prikaz



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Primjeri prevlaka

Materijal	Tvrdoća (HV)	Boja
Titan karbonitrid - TiCN	4000	srebrna
Titan - aluminij nitrid – TiAlN	2600	smeđa
Titan nitrid - TiN	2900	zlatna
Krom nitrid - CrN	2500	srebrna
Cirkonij nitrid	2800	zlatna
Amorfni DLC	1000 - 5000	crna

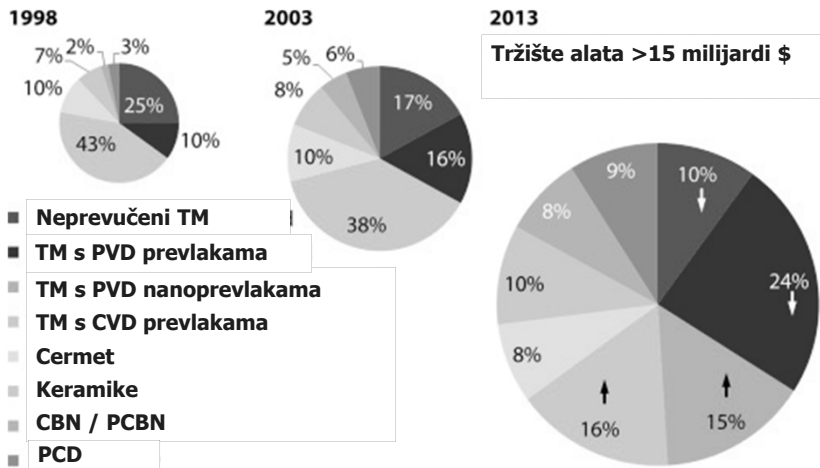
Postupci prevlačenja

Skraćenica	PVD	CVD
Naziv postupka	Physical vapor deposition	Chemical vapor deposition
Temperature prevlačenja	200° C do 500° C	1,000° C (MTCVD, 800°C; PACVD 600°C)
Debljina prevalke	2µm do 7µm	2µm do 14µm
Materiali prevalke	TiN, TiCN, TiAlN, ...	TiC, TiCN, TiN, Al ₂ O ₃ , ...
Više slojeva	Da	Da

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

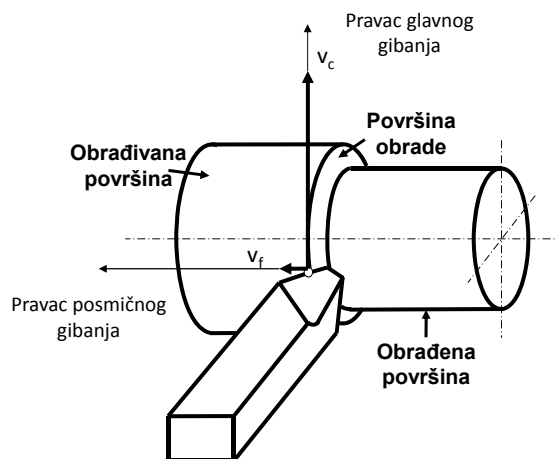


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

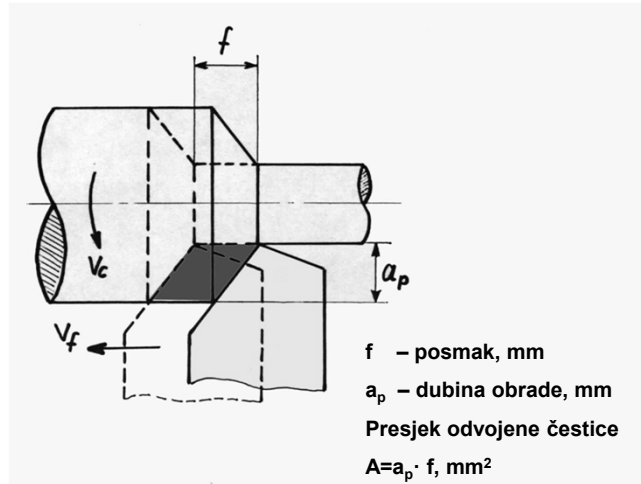
Obrada odvajanjem čestica

Alat i obradak u gibanju



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

Teorija rezanja

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Što je teorija rezanja ?

Znanstvena disciplina kojom se nastoji objasniti utjecaj uvjeta obrade na:

- tijek formiranja odvojene čestice,
- sile i naprezanja koje se javljaju pri obradi i
- deformacije pri obradi

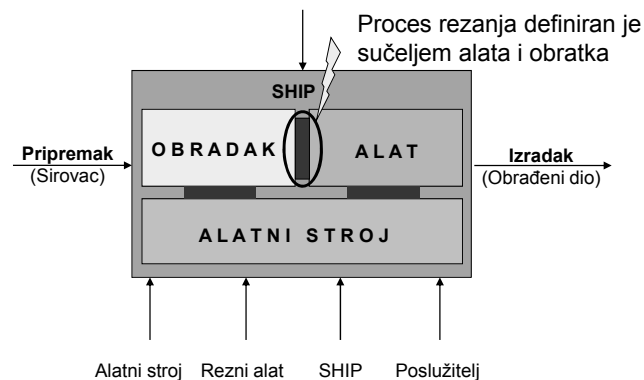
TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

OOČ kao sustav

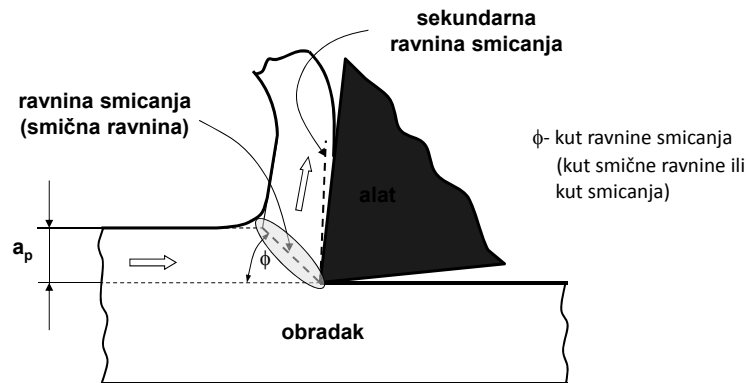
Nacrti, CAD model, tolerancije, kvaliteta površine, program



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
 Obrada odvajanjem čestice

Plastična deformacija i formiranje odvojene čestice
 – ravninski prikaz

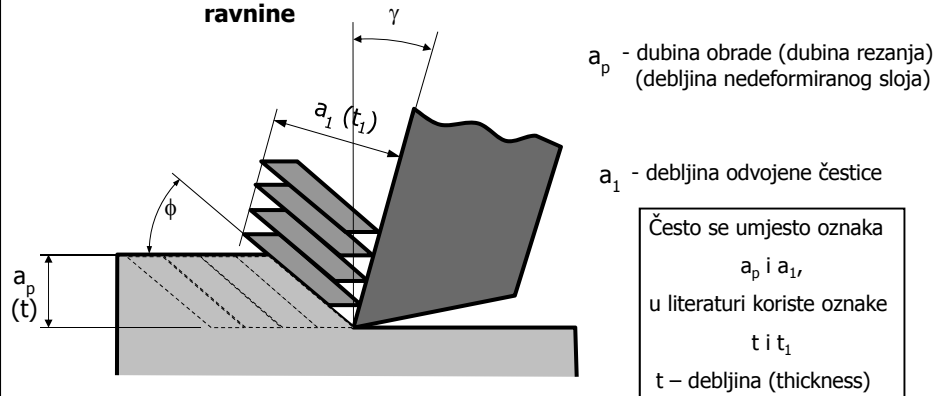


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
 Obrada odvajanjem čestice

“Card model”

“Card model” - model elementarnih lamela i jedne smične ravnine

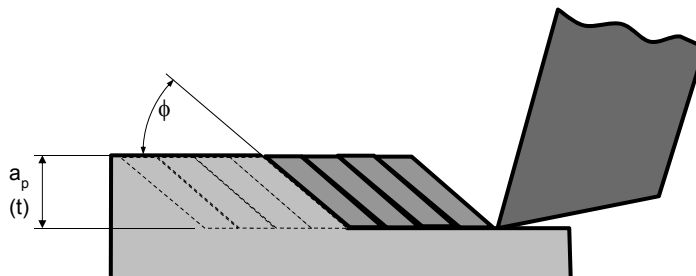


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(debljina nedeformiranog
sloja)



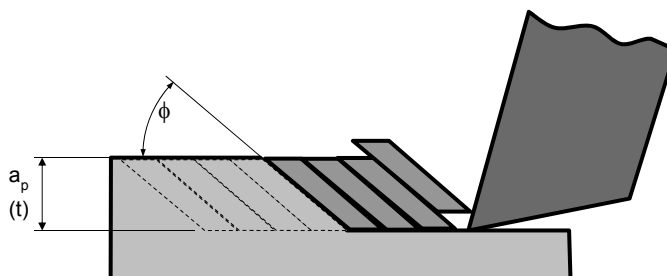
**Kako u primjeni ostvariti, ili se što više približiti ortogonalnom rezanju
?**

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(debljina nedeformiranog
sloja)

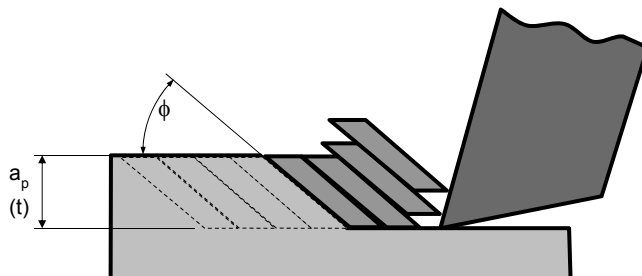


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(debljina nedeformiranog sloja)

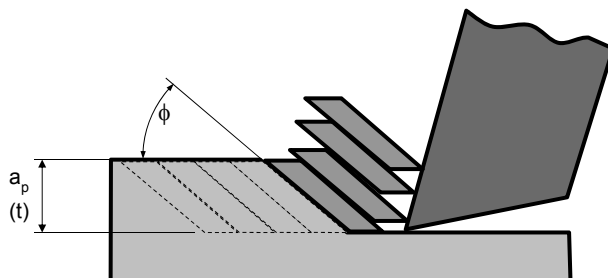


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(debljina nedeformiranog sloja)

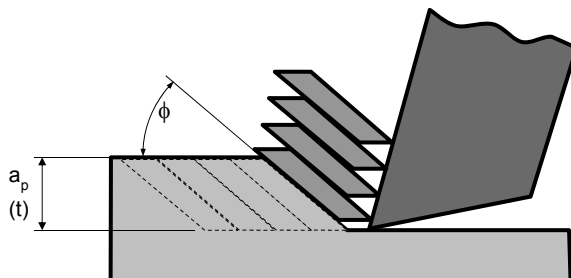


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(debljina nedeformiranog sloja)

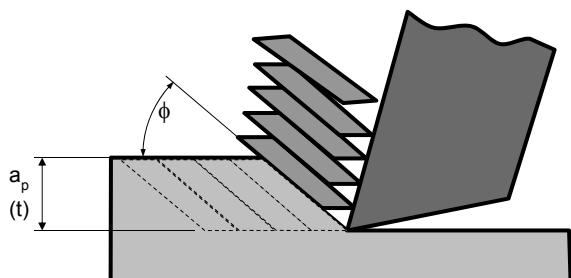


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(debljina nedeformiranog sloja)

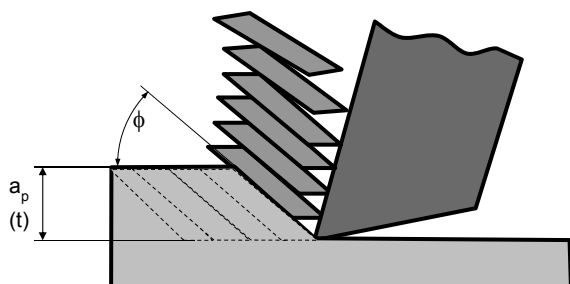


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(debljina nedeformiranog sloja)



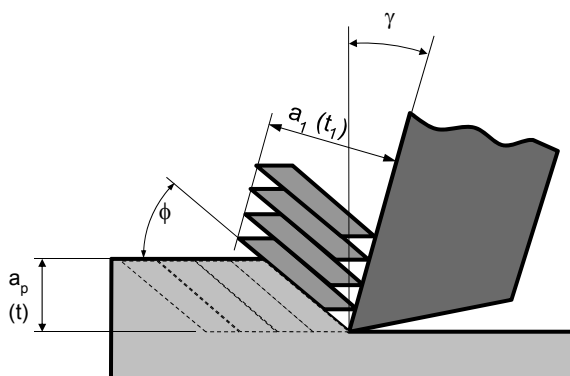
TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade (dubina rezanja,
(t) debljina odvajanog sloja ili
debljina nedeformirane čestice)

a_p - debljina odvojene čestice
(t_1)

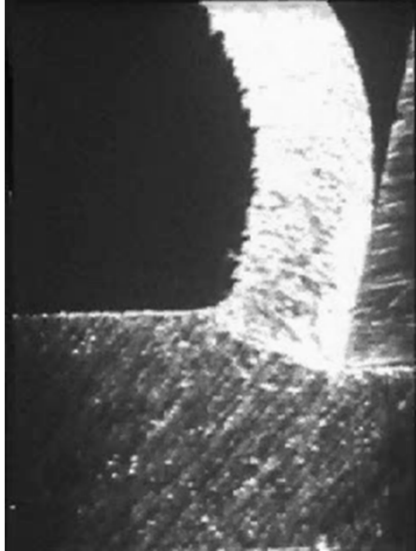


U literaturi se češće koriste oznake
 t i t_1 (eng. thickness)
 t – debljina nedeformiranog sloja
 t_1 – debljina deformirane čestice

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestice

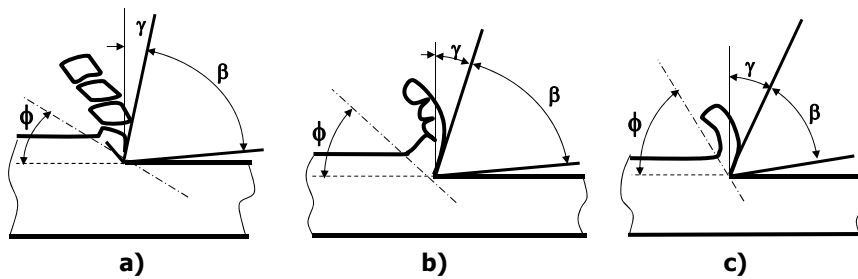
Plastična deformacija i formiranje odvojene čestice



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestice

Vrste odvojene čestice



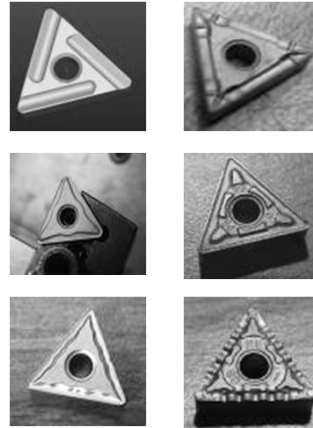
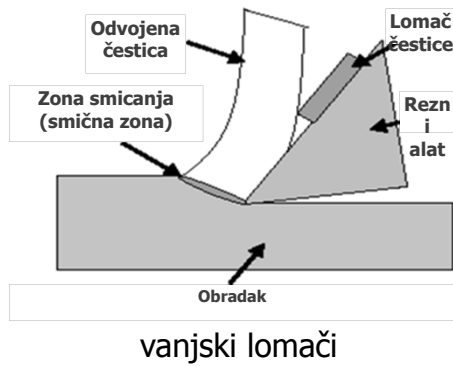
- a) - lomljena (elementarna) odvojena čestica; **obrađena površina ?**
- b) - nasječena odvojena čestica (više lamela zajedno); **obrađena površina ?**
- c) - tekuća (kontinuirana) odvojena čestica; **obrađena površina ?**

Utjecaj debljine, kuta prednje površine i brzine rezanja na oblik o.č.

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrađa odvajanjem čestice

Oblici odvojene čestice – vanjski i integrirani lomači



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Lom odvojene čestice na obratku



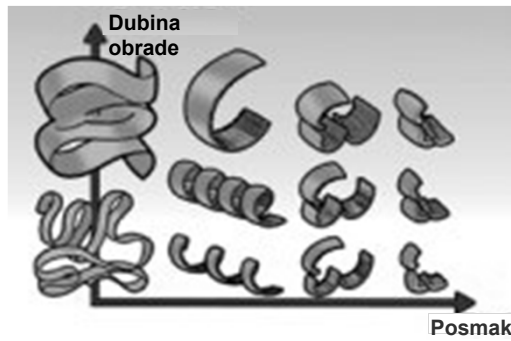
TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Utjecaj parametara obrade na oblik odvojene čestice



$$g = \frac{a_p}{f}$$

vitkost
odvojene čestice

Utjecaj brzine rezanja i kuta prednje površine ?!

Kod kojih postupaka je oblik odvojene čestice posebno važan ?

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Turning: Chip Breaking

Material : XC48

Tool: PCLNL 2525-M12

CNMM120416-R7

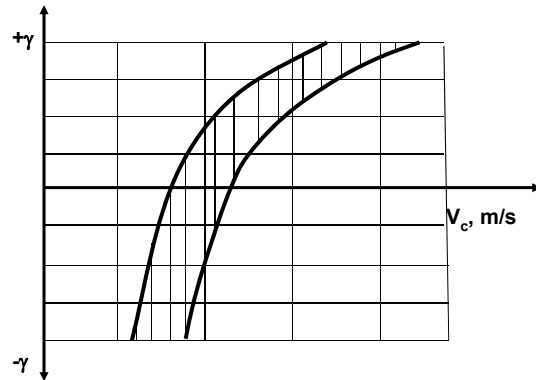
CNMG120412-R3

CNMG120412-M5

CNMG120408-F2

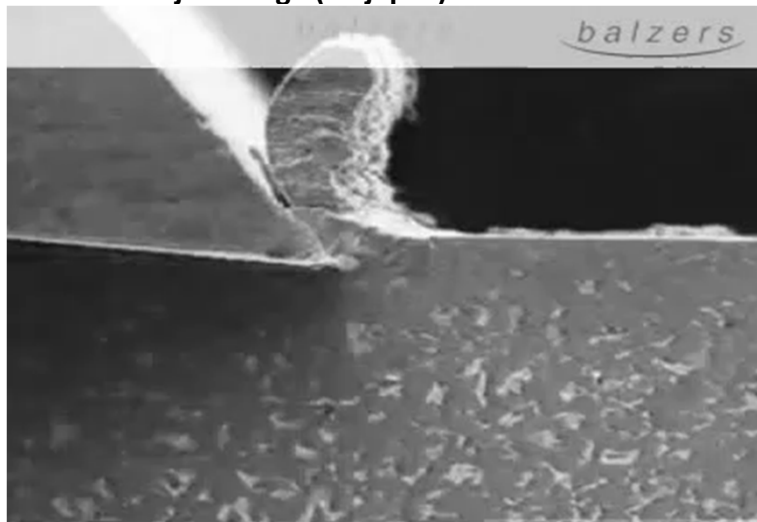


Područje stvaranja naljepka (BUE)



Zbog porasta brzina rezanja i temperatura koji pri tome nastaju, kao i novih alata, naljepak danas više nije tako značajan problem.

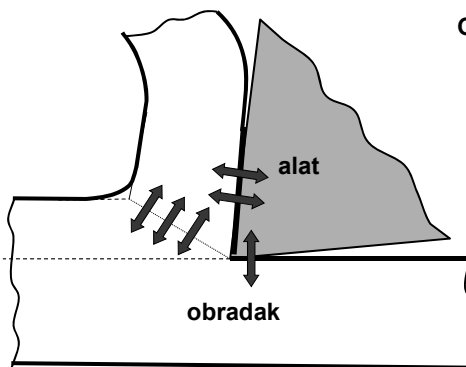
Stvaranje naslage (naljepka) – BUE - film



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
 Obrada odvajanjem čestica

Toplinske pojave kod procesa obrade odvajanjem

Uz pretpostavku da nema gubitaka $Q = F \cdot v \cdot t$



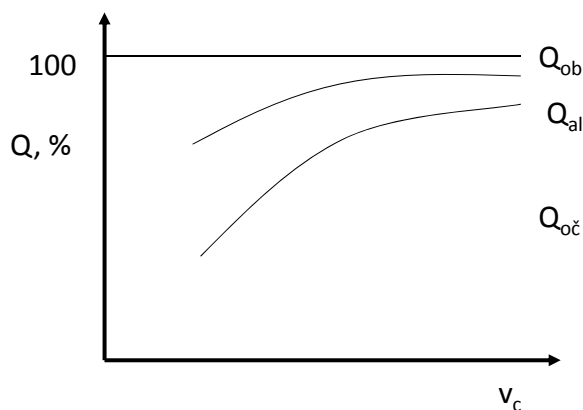
Glavni izvori topline:

- Q_d , deformacija i
- Q_{tr} , trenje na prednjoj i trenje na stražnjoj površini alata

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
 Obrada odvajanjem čestica

Toplinske pojave kod procesa obrade odvajanjem-raspodjela

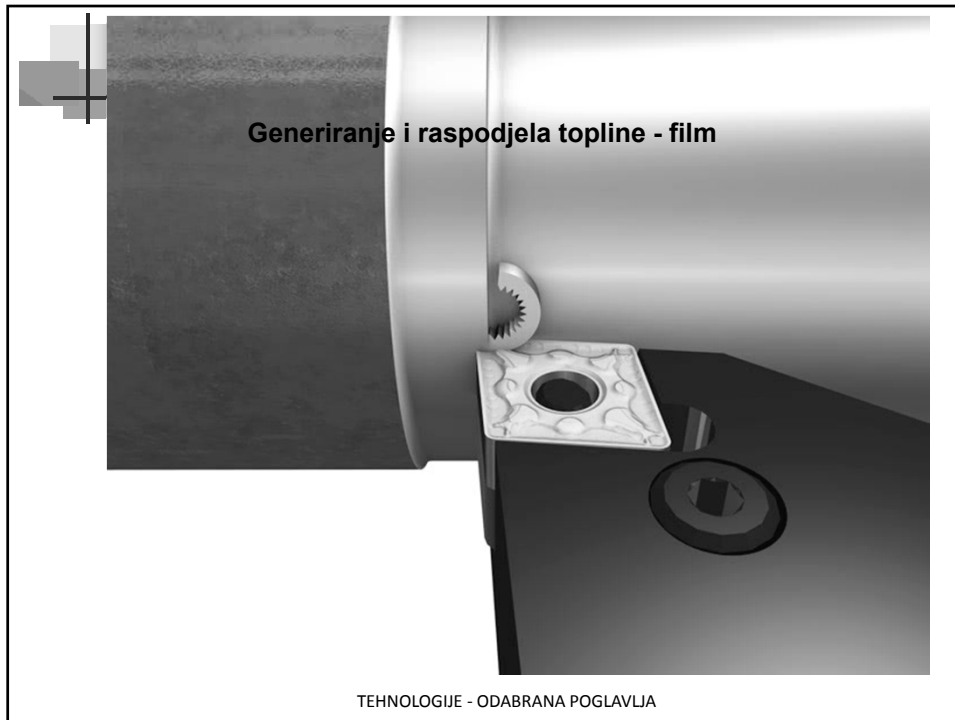


Nastala toplina se prenosi na:

- odvojenu česticu, $Q_{oč}$
- alat, Q_{al}
- obradak, Q_{ob}

$$Q = Q_{oč} + Q_{al} + Q_{ob}$$

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

**Toplinske pojave kod procesa obrade odvajanjem
- bilanca**

Toplinska bilanca

$$Q_d + Q_{tr} = Q_{oč} + Q_{al} + Q_{ob}$$

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

The slide contains a title, a horizontal line, a main heading, a sub-heading, a mathematical equation, and a footer. The equation is centered and uses a light grey font.



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

SHIP – sredstva (tekućine) za hlađenje, ispiranje i podmazivanje

Svrha uporabe ili tehnološke funkcije SHIP-a

1. Podmazivanje površina alata na kojima se razvija trenje.
2. Hlađenje alata i obratka, čime se sprečava povećanje temperature i usporava proces trošenja alata (ili omogućuje obrada većim brzinama)
3. Odvođenje (ispiranje) odvojenih čestica i prašine s alata i obratka, čime se smanjuje trošenje alata i poboljšava kvaliteta obrađene površine.
4. Smanjenje sila rezanja.
5. Kemijska zaštita obrađene površine od štetnog djelovanja okoline (zbog toga SHIP treba imati antikorozijska svojstva).

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

SHIP – sredstva (tekućine) za hlađenje, ispiranje i podmazivanje

Vrste SHIP-a

- Tekućine koje imaju primarno svojstvo hlađenja, a sekundarno (samo djelomično) svojstvo podmazivanja. U ovu skupinu pripadaju vodeni rastvori (vodene emulzije).
- Tekućine koje imaju primarno svojstvo podmazivanja, a sekundarno (samo djelomično) svojstvo hlađenja. U ovu skupinu pripadaju mineralna, biljna i životinjska ulja, petrolej i sl.

Napomene

Razvijaju se "suhe" obrade (DRY machining) i obrade s minimalnom upotrebom SHIP-a (NEAR DRY machining i MQL)
Sve više pažnje posvećuje se SHIP-u u smislu zaštite okoliša.

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

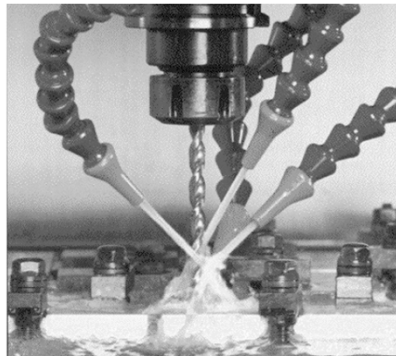
Obrada odvajanjem čestica

SHIP – sredstva (tekućine) za hlađenje, ispiranje i podmazivanje

Način dovođenja SHIP-a

- Slobodni mlaz
- Pod niskim tlakom
- Pod visokim tlakom
- U struji zraka (sve češće)

Hlađenje uvijek treba biti ravnomjerno; početak hlađenja treba biti prije prvog kontakta alata i obratka; SHIP treba dovesti na pravu lokaciju.



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Hlađenje kroz alat



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Napomene

Sve više se razvijaju i primjenjuju "suhe" obrade (DRY machining) i obrade s minimalnom upotrebom SHIP-a (NEAR DRY machining, MQC i MQL).

Sve više pažnje posvećuje se SHIP-u u smislu zaštite okoliša. Bez obzira na povoljno djelovanje na postojanost alata, SHIP-ovi s dodacima Cl se više ne upotrebljavaju zbog dokazanog kancerogenog djelovanja na čovjeka.

U sredinama koje su, u smislu zaštite primjereno organizirane, odvojena čestica se prije deponiranja (prije nego "napušta" pogon), a u cilju reciklaže, mora ispirati, a SHIP-ovi se moraju na odgovarajući način zbrinjavati (biorazgradivost).

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

TROŠENJE I POSTOJANOST OŠTRICE REZNIH ALATA

Sve procese obrade odvajanjem neizbježno prati i proces trošenja oštrice reznog alata. Proces obrade je determiniran ulazima, odnosno međusobnim odnosom ulaznih veličina, a kao jedna od posljedica opterećenja kojima je alat izložen tijekom procesa obrade, nastaje i proces trošenja. Ulazni parametri mogu se podijeliti u tri skupine:

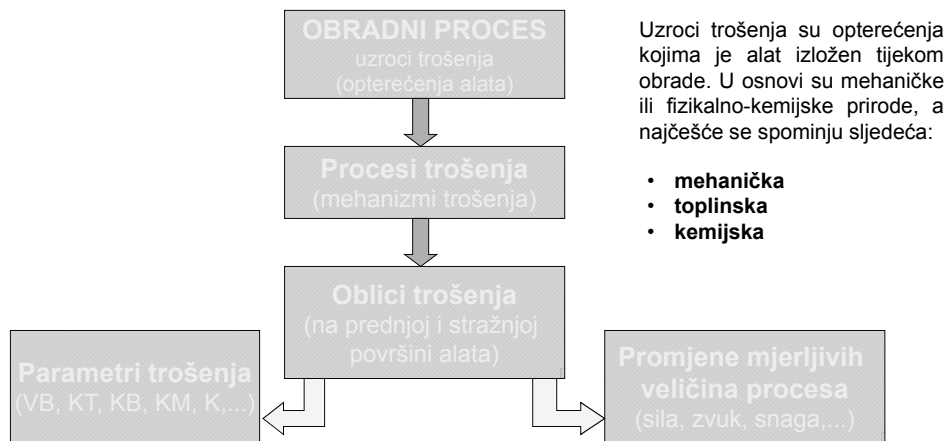
- **parametri vezani uz pripremak,**
- **parametri vezani uz alat i**
- **parametri vezani uz uvjete obrade**

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

UZROČNO-POSRLJEDIČNI LANAC TROŠENJA ALATA

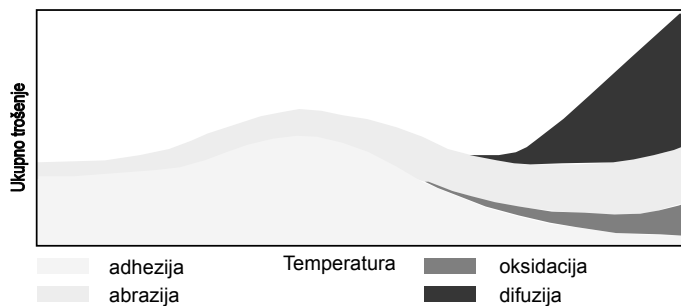


TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

UDJELI POJEDINOG MECHANIZMA TROŠENJA U UKUPNOM TROŠENJU



KRITERIJI ISTROŠENOSTI OŠTRICE REZNOG ALATA

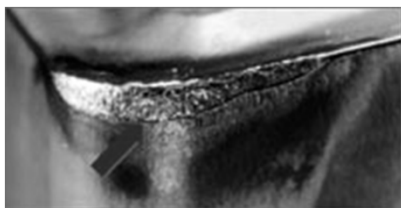
Alat koji više ne može obavljati zahtjevanu funkciju je dosegao završetak korisnog vijeka trajanja. Kao kriteriji postojanosti mogu se (sve češće) uzeti granične vrijednosti parametara obratka (hrapavost, promjer ili općenito dimenzije) ili mjerljivih veličina procesa (sile, snaga, moment, vibracije,...)

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

Uobičajeni položaji i oblici trošenja reznih alata

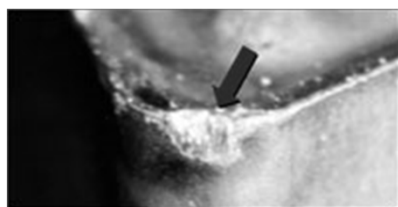
Trošenje stražnje površine



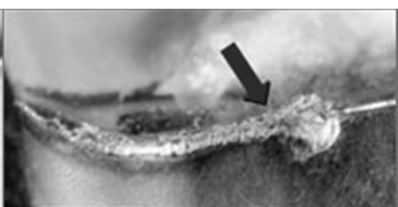
Kratersko trošenje



Krzanje (krhanje)



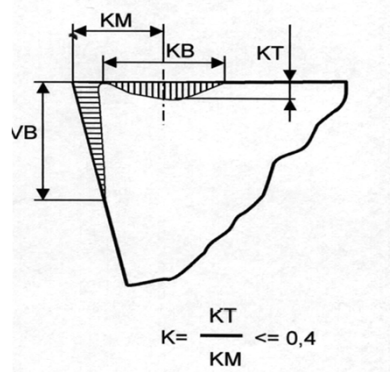
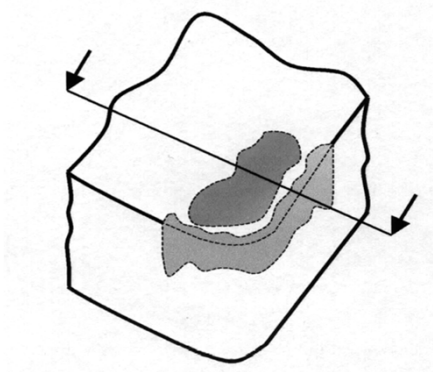
Zarežno trošenje



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA
Obrada odvajanjem čestica

Parametri trošenja oštrice reznog alata



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

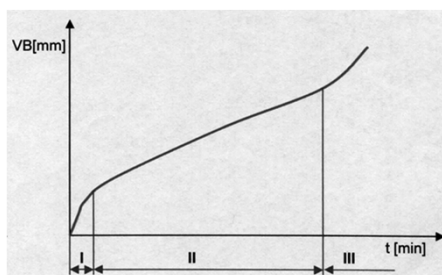
TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA Obrada odvajanjem čestica

Tipiska krivulja trošenja reznih alata

Prikazuje promjenu trošenja stražnje površine alata u ovisnosti o vremenu obrade. Tipiska krivulja vrijedi za određenu kombinaciju alat-obradak i pri slijedećim uvjetima obrade:

$$A = a_p \cdot f = \text{konst.}$$

$$v_c = \text{konst.}$$



I Period uhadavanja

- veliki intenzitet, ali mali iznos trošenja

II Period "normalnog trošenja"

- pravocrtna promjena trošenja u vremenu

III Period naglog trošenja

- veliki porast trošenja (kraj vijeka trajanja) (katastrofalno trošenje)

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA Obrada odvajanjem čestica

O čemu ovisi trošenje

Taylorov izraz:

Pojednostavljeni: $v_c T^m = C_T$

Prošireni: $v_c T^x f^y a_p^z = C_T$

v_c – brzina rezanja

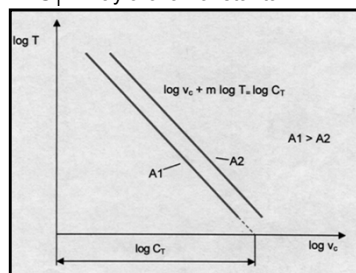
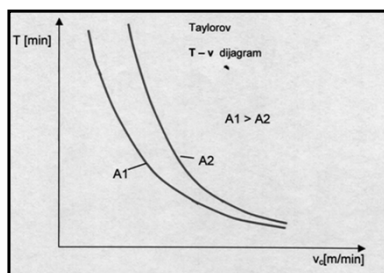
f – posmak

a_p – dubina rezanja

T – postojanost (trajnost oštrice alata)

m – eksponent Taylorove jednadžbe

C_T – Taylorova konstanta



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA



TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA

Obrada odvajanjem čestica

Iskazivanje postojanosti

- a) - kroz vrijeme, T:
- b) - duljinu puta u smjeru posmičnog gibanja, L_f :
- c) - duljina puta u smjeru glavnog gibanja, L_v :
- d) - broj obradaka

$$v_c T^m = C_T$$

$$v_c L_f^{m_f} = C_{L_f}$$

$$v_c L_v^{m_v} = C_{L_v}$$

TEHNOLOGIJE - ODABRANA POGLAVLJA