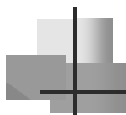


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Prvo predavanje 2019/2020

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Naziv kolegija	OSNOVE TEHNOLOGIJA I (2 + 1)
Semestar	III
Smjer(ovi)	ZRAKOPLOVSTVO

1. Kolegij sadrži tri (3) različita područja.
2. Svako područje ima 8 sati predavanja (četiri tjedna).
3. Predavanja su petkom od 13,00 do 15,00 sati u predavaonici E Južne zgrade fakulteta.
4. Raspored predavanja po područjima i datumima:

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Područje	Nastavnici	Termini			
		04.10.2019.	11.10.2019.	18.10.2019.	25.10.2019.
Obrada odvajanjem	Prof.dr.sc.T.Udilić	.	.	.	.
Oblikovanje deformiranjem	Doc.dr.Z. Keran	08.11.2019.	15.11.2019.	22.11.2019.	29.11.2019.
Ljevarstvo	Prof.dr.sc.B.Bauer	06.12.2019.	13.12.2019.	20.12.2019.	10.01.2020.

5. Raspored održavanja vježbi nalazit će se na oglasnoj ploči Zavoda za tehnologiju. Nakon ciklusa predavanja i vježbi održat će se kolokvij iz svakog pojedinog područja.
6. Prisustvo predavanjima i vježbama je obavezno. Evidencija prisustvovanja vježbama se obavezno provodi, a prisustvo istima uvjet je stjecanja prava pristupa ispitu. Studenti koji budu opravdano spriječeni prisustvovanju vježbama, obavezni su kolokvirati sadržaje vježbi s kojih su izostali.

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

7. Polaganje ispita:
 - a) Preporuča se polaganje ispita putem kolokvija. Održat će se ukupno 3 kolokvija.
 - b) Kolokviji iz pojedinih područja će se održavati prema obavijesti predmetnog nastavnika.
 - c) Studenti koji ne uspiju položiti kolegij putem kolokvija, polažu na ispit samo ona područja koja su ostala nepoložena.
8. Kartoteku studenata vodi gđa.Vesna Đidara. Sve informacije u vezi prijave kolokvija, ispita i vođenja evidencije studenti mogu dobiti od 11-12 sati na Katedri za oblikovanje deformiranjem, sjeverna zgrada fakulteta, srednji trakt, e mailom vesna.djidara@fsb.hr
9. Studentima ponavljačima, koji su kolegij upisali ponovno, priznaju se odslušana predavanja i odrađene vježbe iz prethodne godine.
10. Materijali s predavanja i vježbi dostupni na internetskoj poveznici:
<http://titan.fsb.hr/~mklaic/>

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

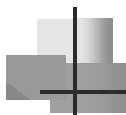
Obrada odvajanjem čestica

Kolokvij obrada odvajanjem čestica 2018/2019:

- Prolaznost: oko 66%
- Prolaznost kolokvija po ocjenama:

Ocjena				
1	2	3	4	5
40%	23.33%	13.33%	13.33%	10%

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Sadržaj

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

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Proizvodnja

(engl. Manufacturing)

Riječ "manufacturing" ima latinski korijen:

Manu – ruka (rukom)

Facere – izrađivati (proizvoditi)

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

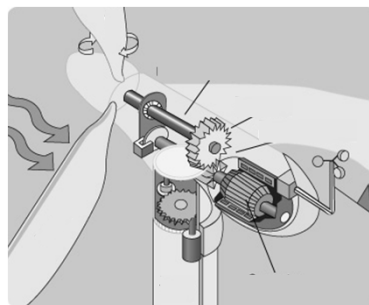
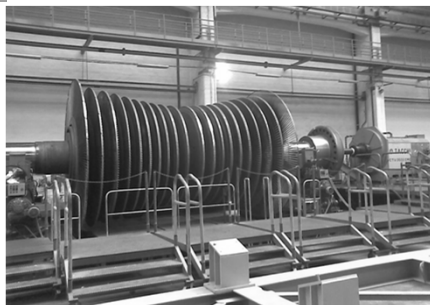


OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica



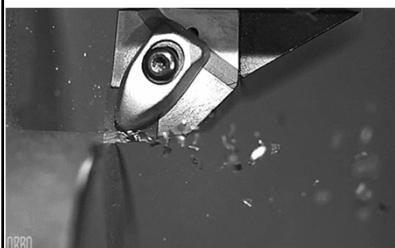
OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

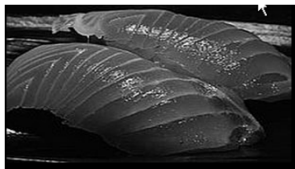
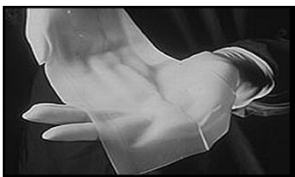
OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica



OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

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.

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica



Odvajanje
(oduzimanje)

“ - ”



Spajanje
(Sastavljanje)

“ + ”



Deformiranje
(Premještanje)

“ 0 ”

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

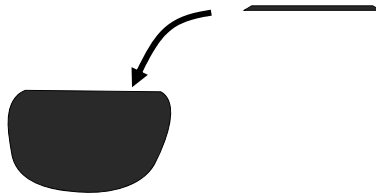


OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Nove tehnologije izrade dijelova (artefakata)

Čitav niz novih tehnologija koje se obično javljaju pod zajedničkim nazivom aditivne tehnologije (često Rapid prototyping ili Layered manufacturing ili Generic manufacturing).

Još uvijek se pretežito koriste za izradu prototipova, premda je već značajna primjena i kod proizvodnje u manjim serijama. Nedostatak im je još uvijek visoka cijena opreme, ograničen broj materijala koji se mogu uspješno koristiti, mehanička svojstva, ...



OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Prednosti obrade odvajanjem su:

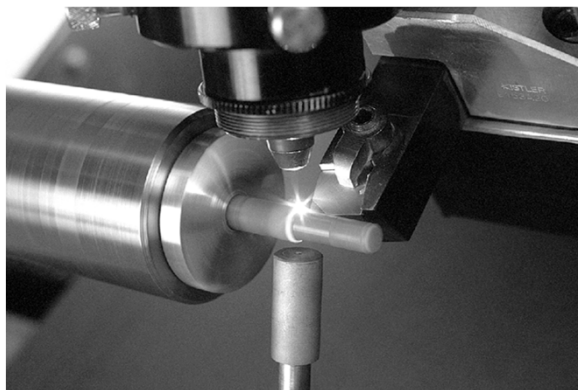
- Omogućuje postizanje točnosti, uskih tolerancija i dobre kvalitete obrađene površine, često bez potrebe za naknadnim završnim obradama.
- Najbolji (jedini) način da se formiraju oštri rubovi, ravne površine, te unutarnji i vanjski profili.
- Može se primjeniti kod gotovo svih poznatih materijala.
- Najbolji (jedini) način oblikovanja otvrdnutih (kaljenih) i krutih 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.

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

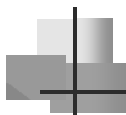


OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Obrada dijelova visoke tvrdoće

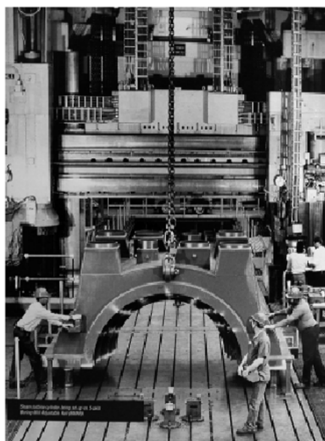


OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Obrada dijelova vrlo velikih dimenzija

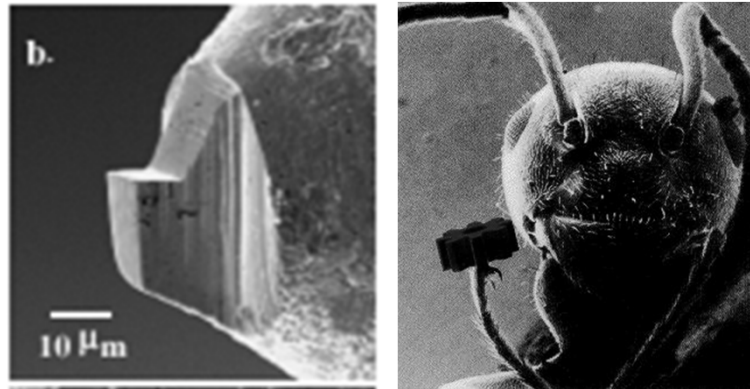


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Obrada dijelova vrlo malih dimenzija – mikro-obrađe



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Nedostaci obrade odvajanjem čestica su:

- Generira odvojene čestice.
- Ponekad je za formiranje jednog elementa obratka (tolerirani provrti, utori, ...) potrebno primijeniti više postupaka obrade i više alatnih strojeva.
- Neki dijelovi zahtijevaju primjenu CNC strojeva i složenog programiranja.
- Alatni strojevi i potreba za rukovanjem alatima i obracima zahtijevaju velik prostor.
- Mikroklima je pod jakim utjecajem obradnih procesa (toplina, buka, rashladne tekućine, ulja, ...).
- Veliki udio pomoćnih i pripremnih vremena (vrijeme zahvata alata i obratka je često manje od 2% ukupnog vremena protoka pozicije).

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

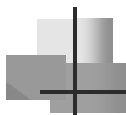


OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Literatura

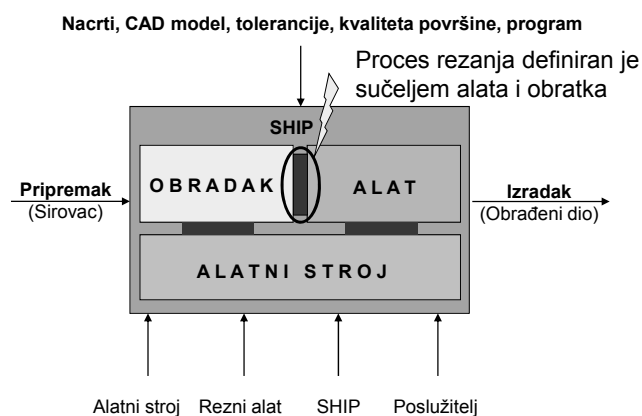
1. Š. Šavar: Obrada odvajanjem čestica I i II, Zagreb, 1991.
2. R. Zdenković: Obrada skidanjem materijala
3. W. Spur: Fertigungstechnik, Springer
4. M.C. Shaw, 1984. Metal Cutting Principles, Oxford University Press, New York, 1984
5. M. Weck: Werkzeugmaschinen, band 1, VDI Verlag, Düsseldorf 1998
6. E.M. Trent and P.K. Wright: Metal Cutting, Elsevier 2000.
7. Y. Altintas: Manufacturing Automation, Cambridge University Press, Cambridge 2012
8. Internet, ...

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

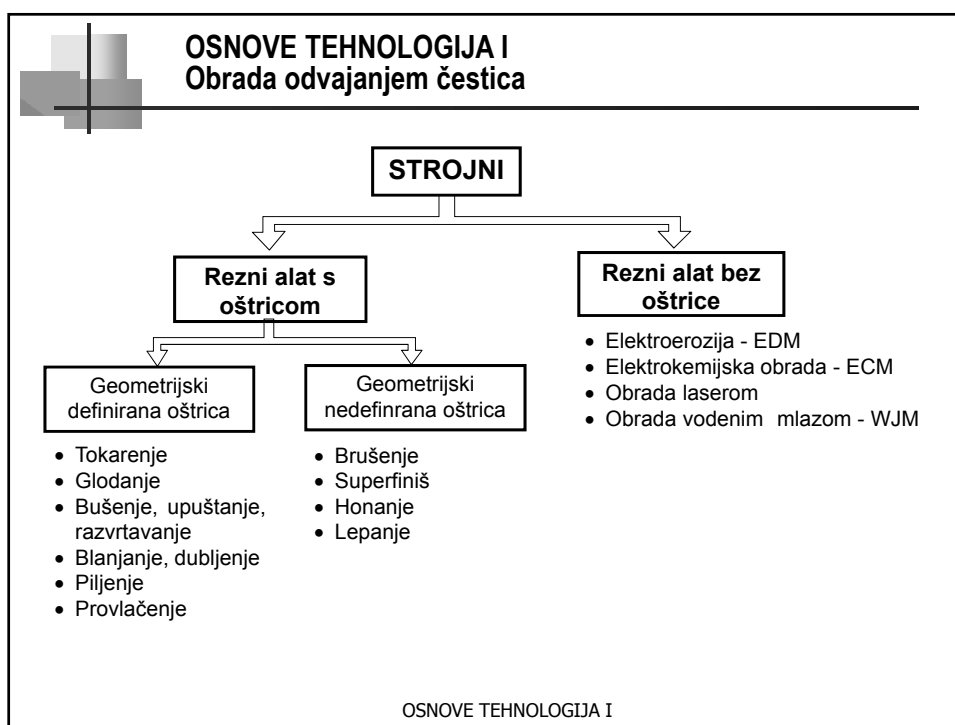
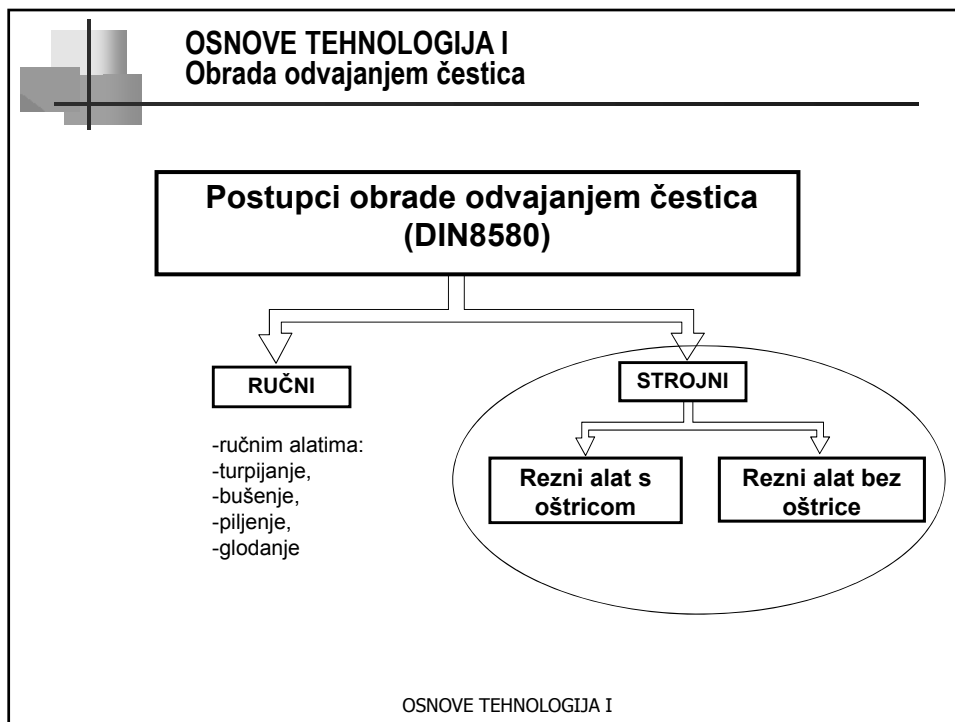


OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

OOČ kao sustav



OSNOVE TEHNOLOGIJA I





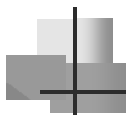
OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Alat bez oštice – 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

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

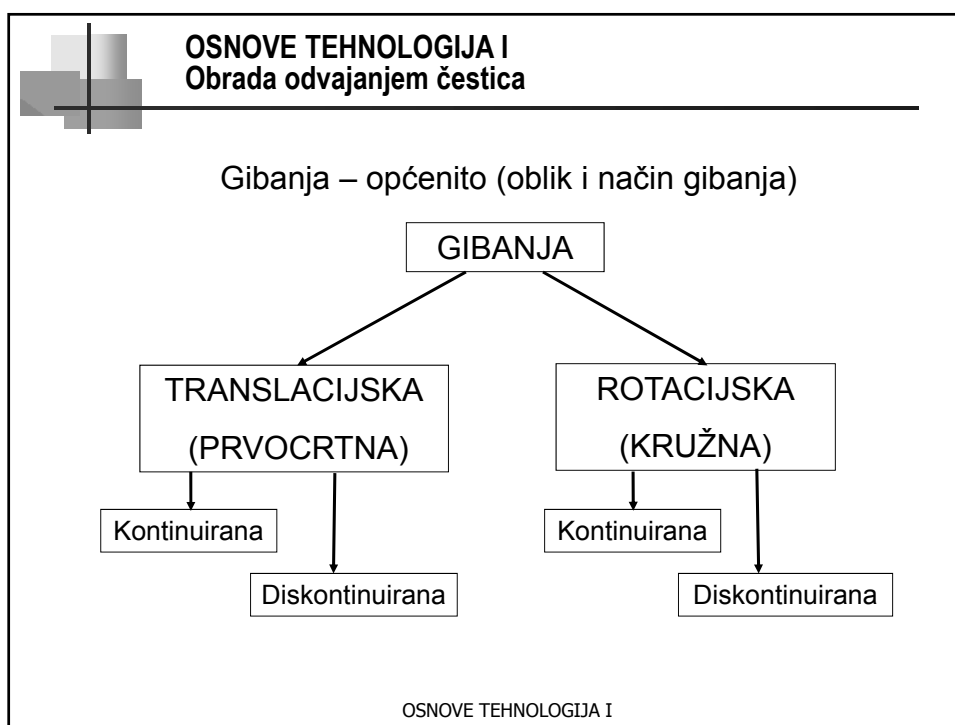
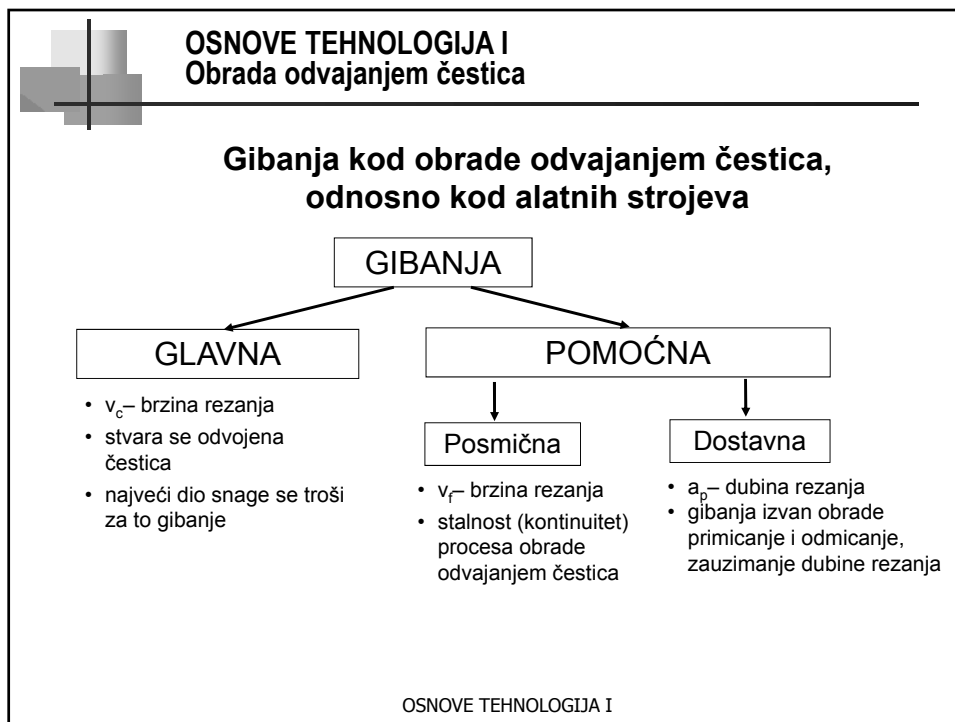


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Gibanja kod postupaka koji koriste rezne alate s oštricom

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

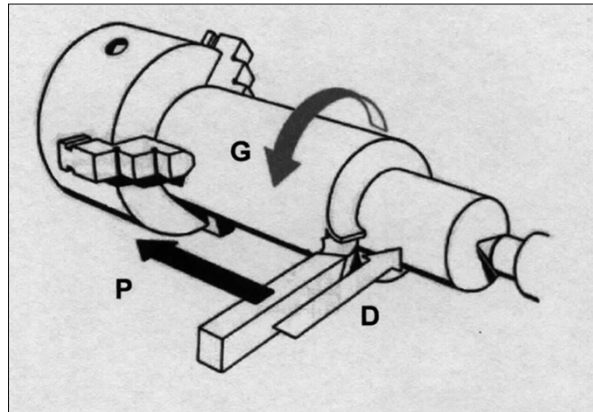


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Gibanja kod obrade odvajanjem čestica

Gibanja kod tokarenja

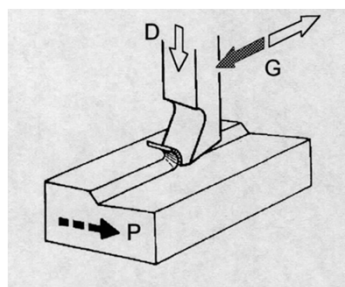


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

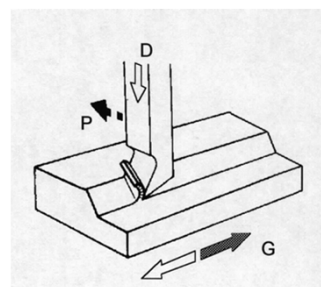
OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Gibanja kod blanjanja



kratkohodno blanjanje



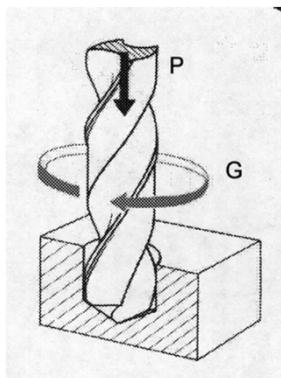
dugohodno blanjanje

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Gibanja kod bušenja

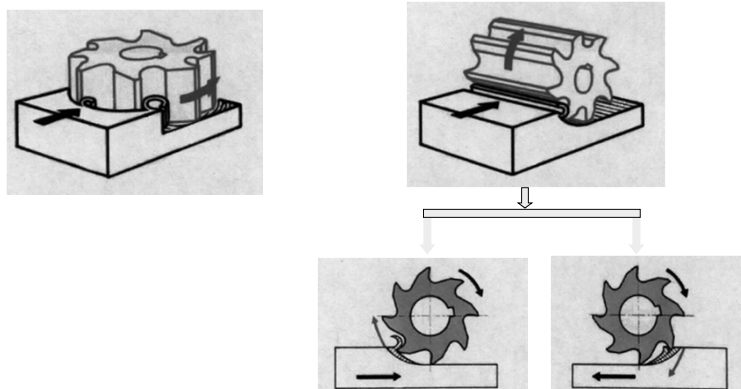


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Gibanja kod glodanja

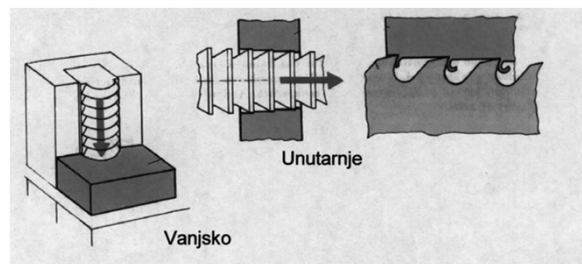


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Gibanja kod provlačenja

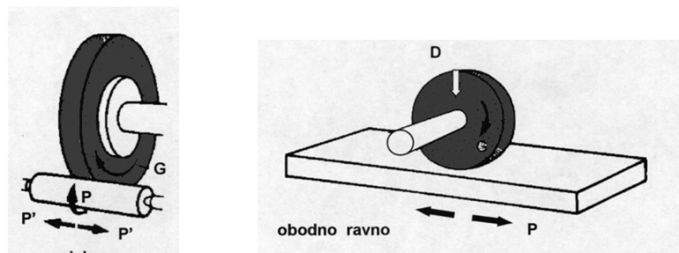


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

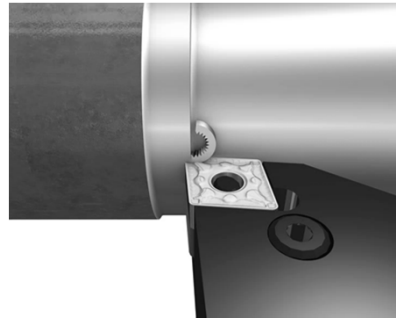
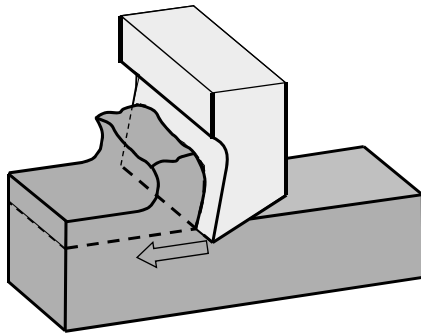
Obrada odvajanjem čestica

Gibanja kod brušenja



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica



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

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

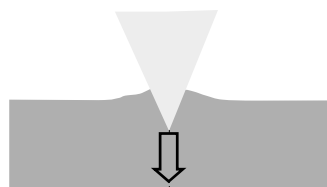
OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Osnovni princip konvencionalnih postupaka ooč

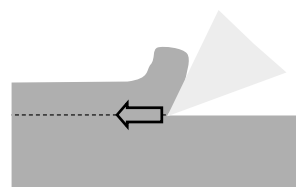
Alat je sredstvo za ooč, tj. sredstvo za preoblikovanje priprema (sirovca).

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)**



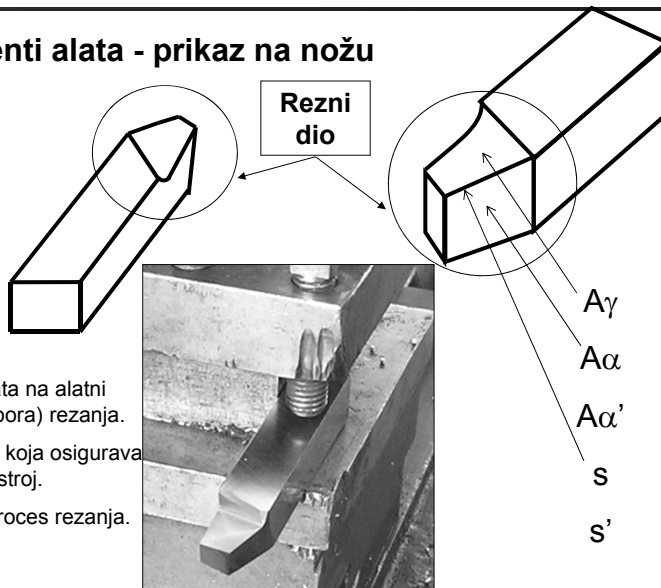
**Odvajanje
(rezanje)**

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I 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.

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Rezni dio alata definiran je s tri površine:

A_γ - prednja površina; površina koja je u kontaktu s odlazećom česticom (površina po kojoj klizi odvojena čestica)

A_α - 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_γ i A_α .

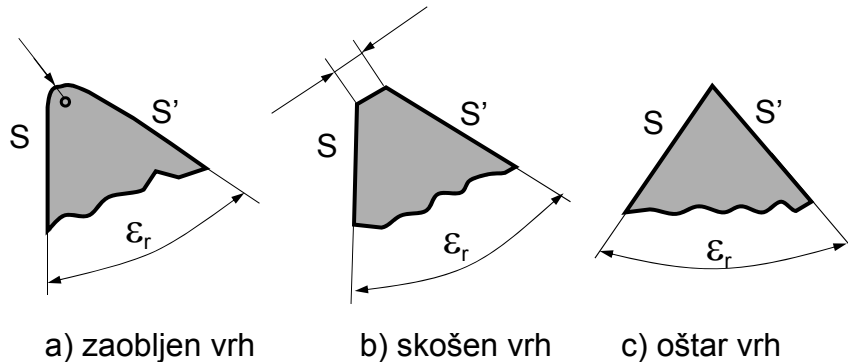
Pomoćna oštrica, S', je presječna površina A_γ i $A'\alpha$.

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

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



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

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 sastavljen od većeg broja površina nagnutih pod raznim kutovima numerirani su brojevima 1, 2, 3, ...počevši od oštrice.

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I 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 .

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

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



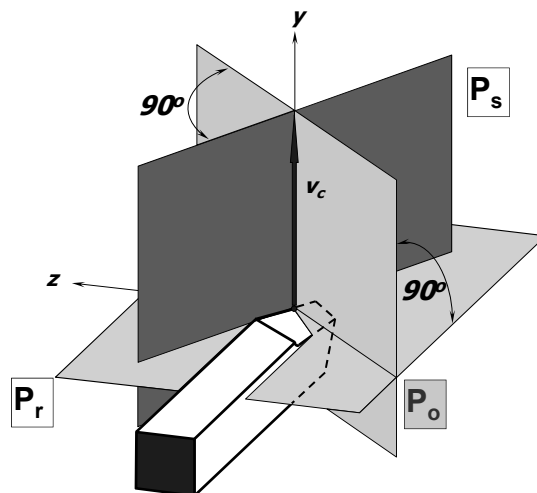
OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

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)

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Tehnološki referentni sustav ravnina



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

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 γ_n , γ_f , γ_p , γ_o i γ_g .

β – **kut klina**; može se mjeriti u više ravnina te se označava kao β_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 α_n , α_f , α_p , α_o i α_b .

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

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

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

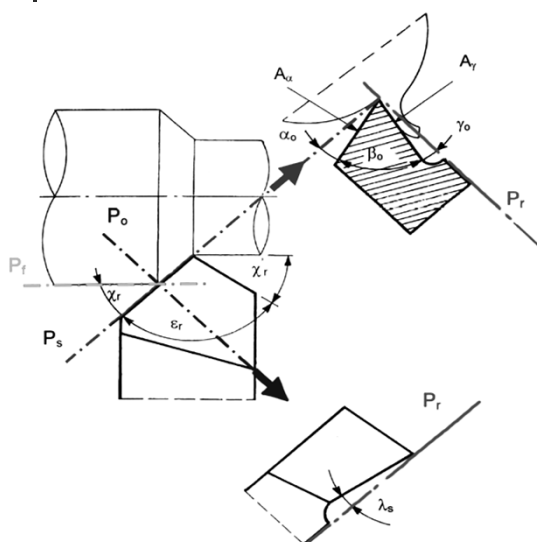
Za kutove vrijede izrazi: $\kappa_r + \kappa_r' + \varepsilon_r = 180^\circ$

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

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I 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_o	A_r i P_r	P_o
kut klina β_o	A_r i A_α	P_o
stražnji kut α_o	P_s i A_α	P_o

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

Radni (kinematski) kutovi

Ovi kutovi se definiraju u radnom referentnom sustavu ravnina, te se svakoj oznaci dodaje još i sufiks "e" – effective. Sve rečeno za geometrijske kutove vrijedi i za radne kutove, a kao primjer se može uzeti tokarski nož u zahvatu.

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



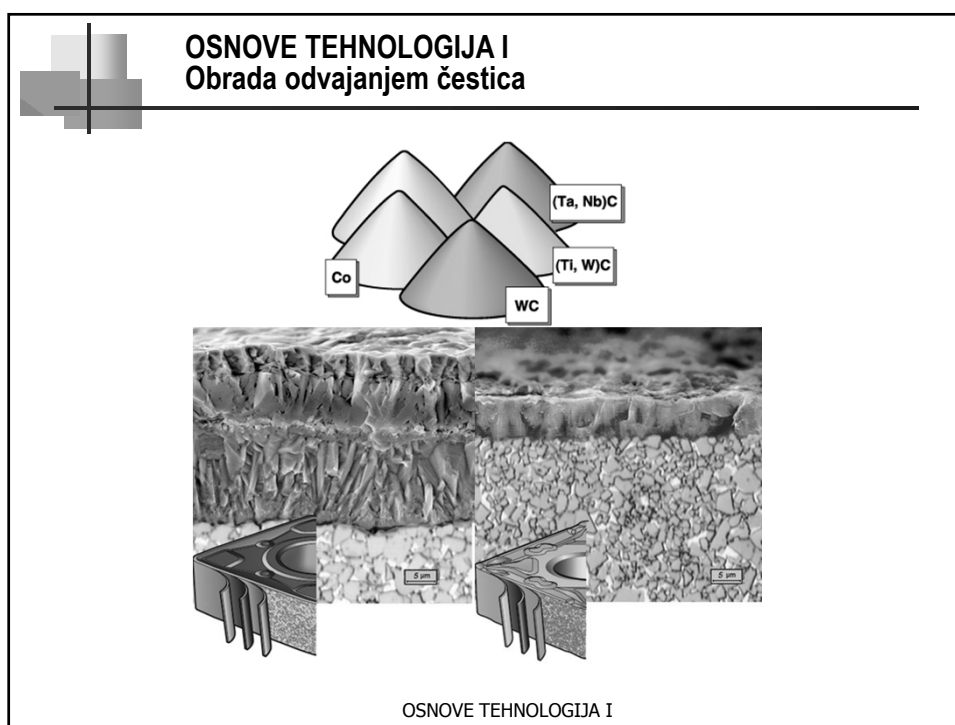
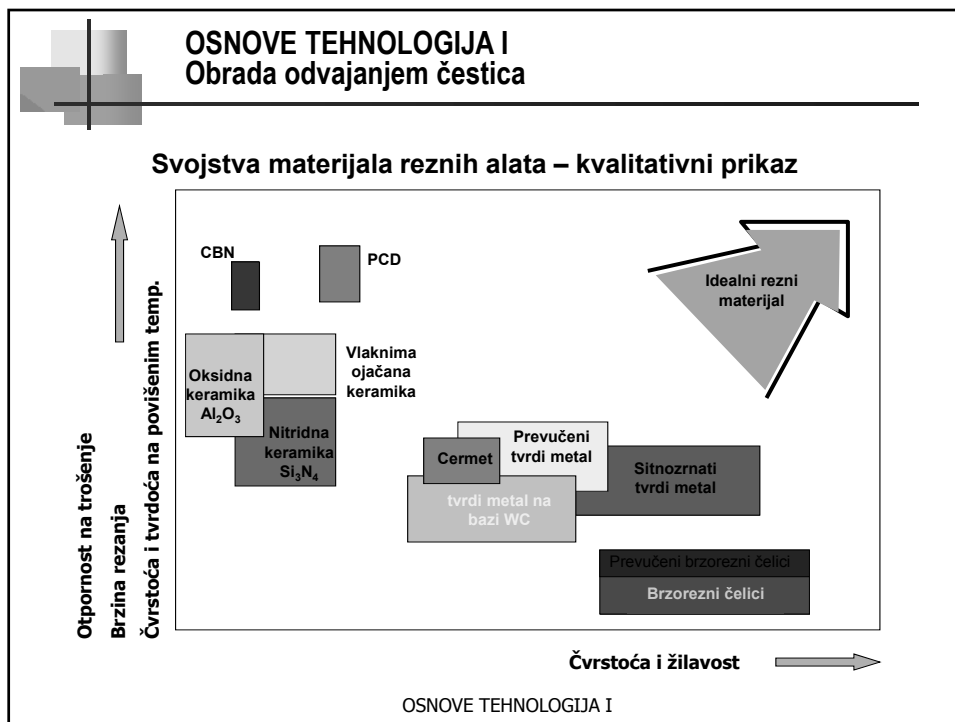
OSNOVE TEHNOLOGIJA I

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; višedjelan (držka od konstrukcijskog čelika);
- **Prevučeni tvrdi metali:** TiN, Al₂O₃, TiCN, ... CVD i PVD postupci prevlačenja, nanoslojevi
- **Sitno-zrnati tvrdi metali**
- **Keramike:**
 - oksidna na bazi Al₂O₃ i nitridna na bazi Si₃N₄; ojačana vlaknima
- **CBN** – kubni nitrid bora
- **PCD** – polikristalni dijamant

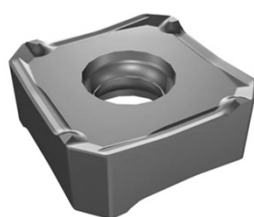
OSNOVE TEHNOLOGIJA I



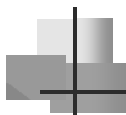


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica



OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

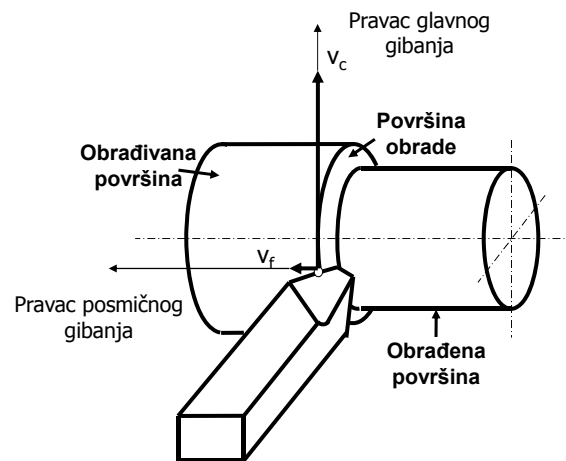
Obrada odvajanjem čestica



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

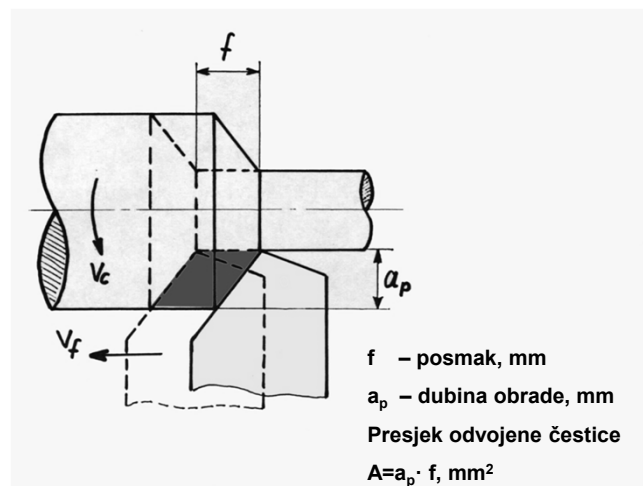
OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Alat i obradak u gibanju

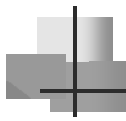


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica



OSNOVE TEHNOLOGIJA I



Teorija rezanja

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



Što je teorija rezanja ?

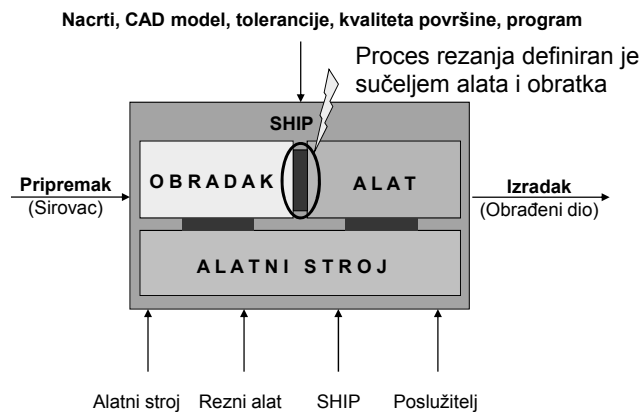
Znanstvena disciplina kojom se nastoji objasniti utjecaj
uvjeta obrade na:

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

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

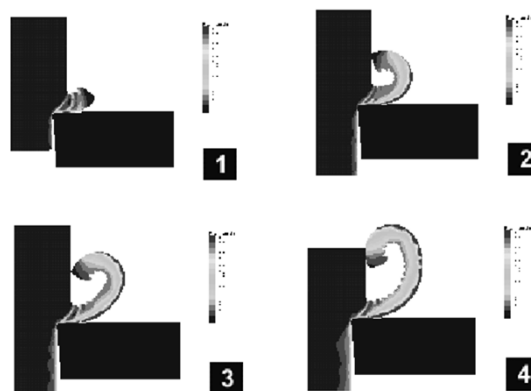
OOČ kao sustav



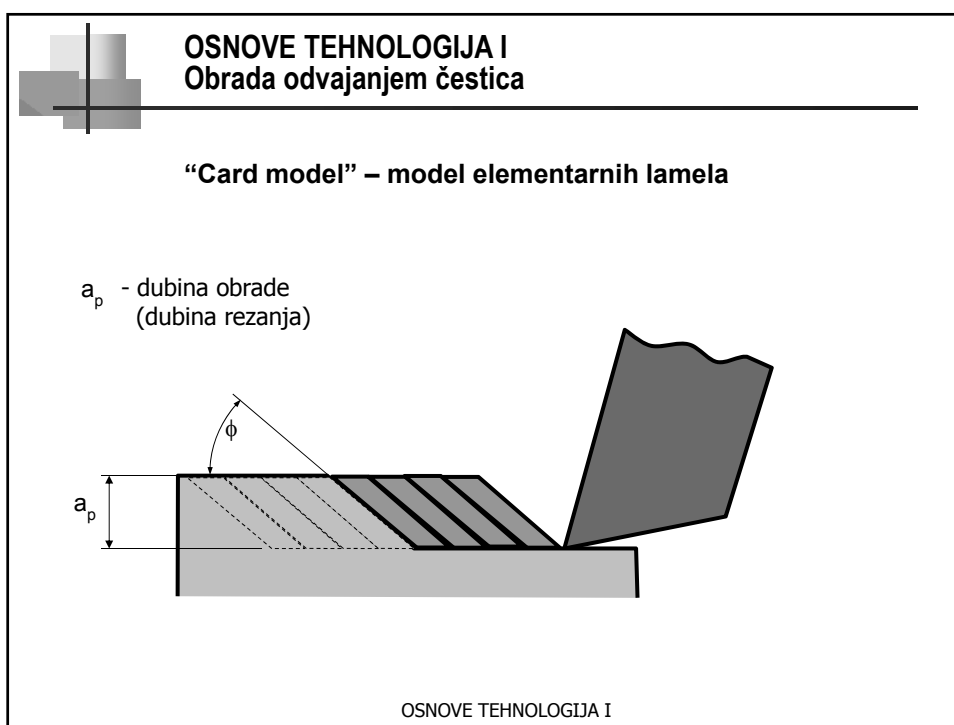
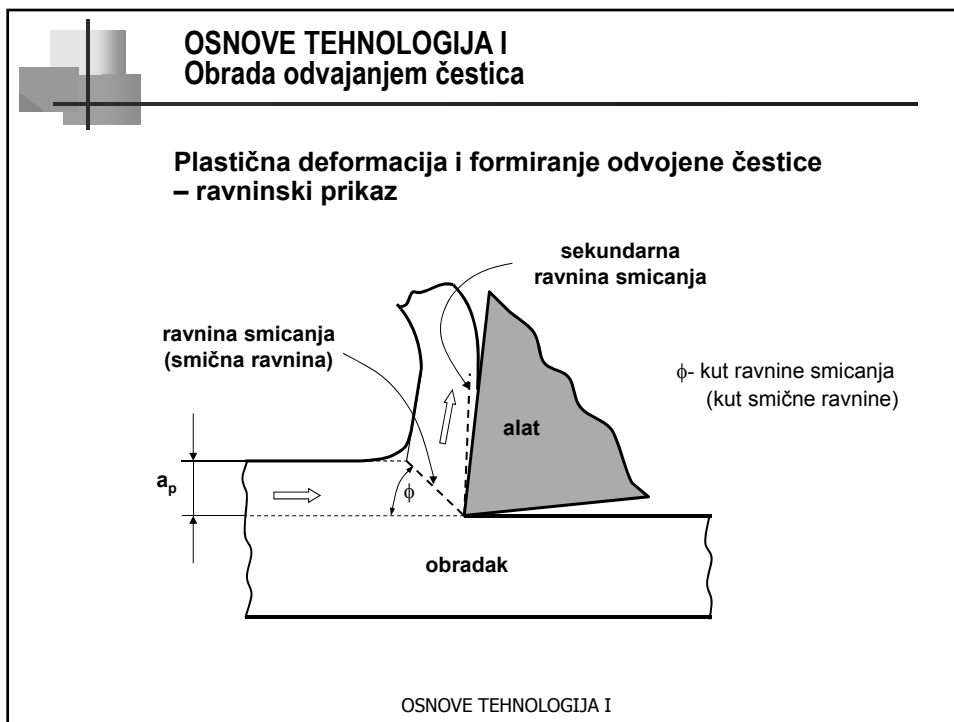
OSNOVE TEHNOLOGIJA I

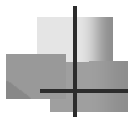
OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Formiranje odvojene čestice - simulacija



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

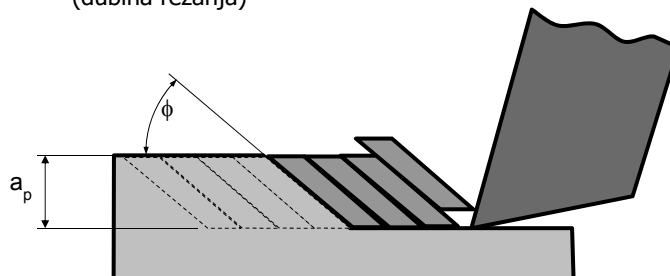




OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(dubina rezanja)



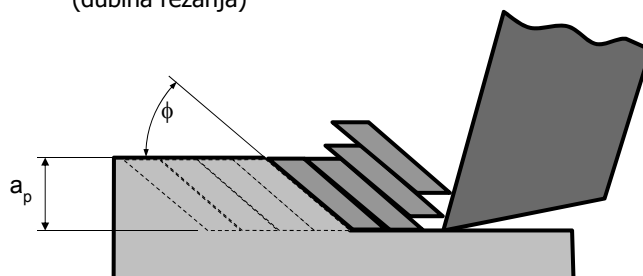
OSNOVE TEHNOLOGIJA I



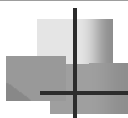
OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(dubina rezanja)



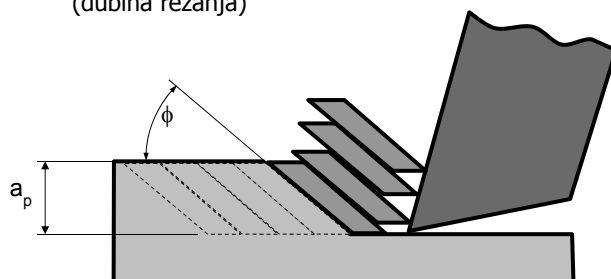
OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(dubina rezanja)



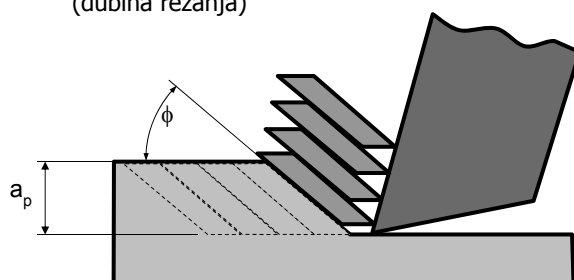
OSNOVE TEHNOLOGIJA I



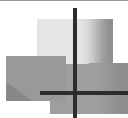
OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(dubina rezanja)



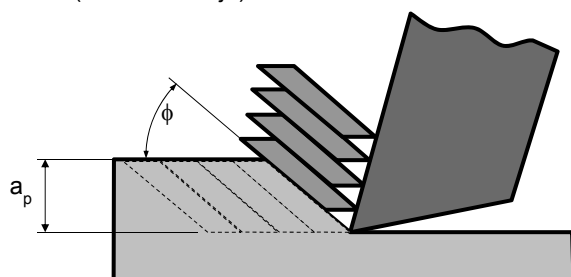
OSNOVE TEHNOLOGIJA I



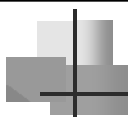
OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(dubina rezanja)



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

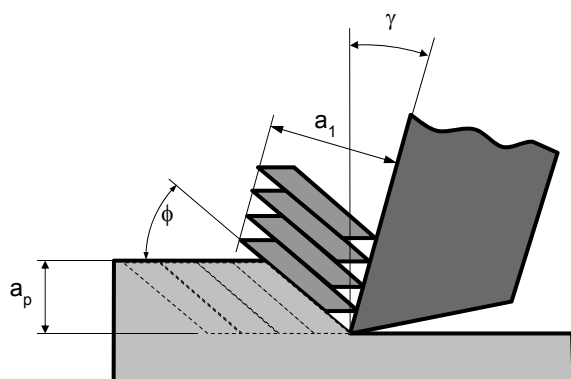


OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

“Card model” – model elementarnih lamela

a_p - dubina obrade
(dubina rezanja)

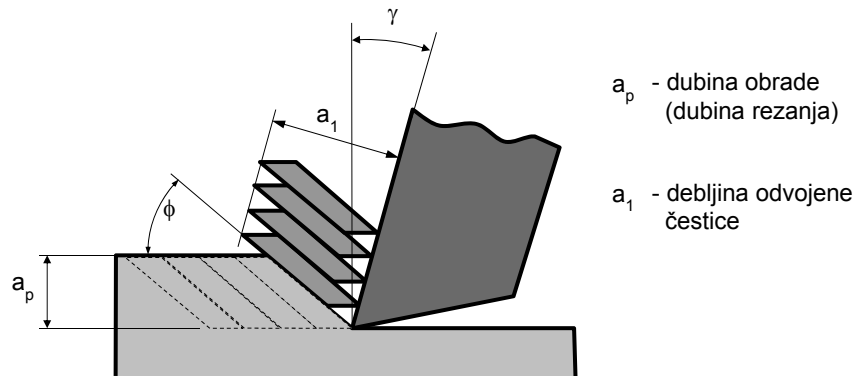
a_1 - debljina odvojene
čestice



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

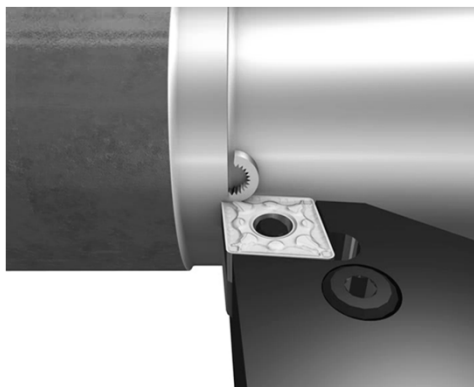
“Card model” – model elementarnih lamela



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

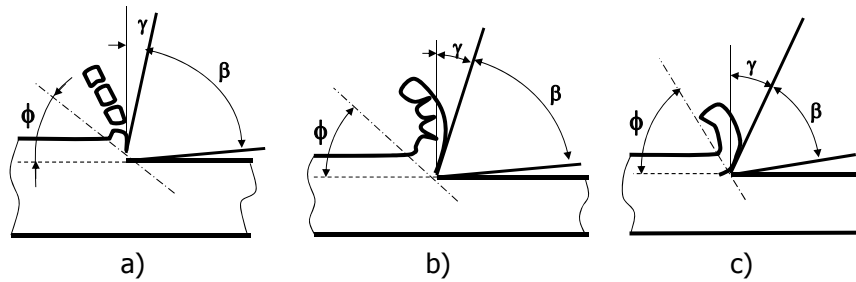
OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Formiranje čestica - film



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

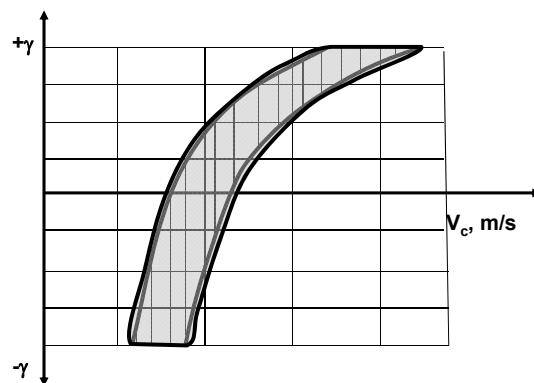
Vrste odvojene čestice



- a) - lomljena (elementarna) odvojena čestica
- b) - nasječena odvojena čestica (više lamela zajedno)
- c) - tekuća (kontinuirana) odvojena čestica

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Područje stvaranja naljepka (BUE)



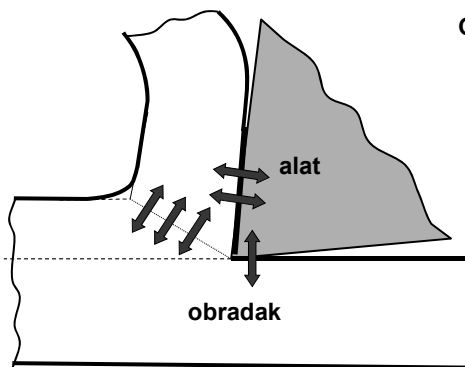
Zbog porasta brzina obrade i temperatura koji pri tome nastaju, kao i novih alata, naljepak danas više nije tako značajan problem.

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Toplinske pojave kod procesa obrade odvajanjem

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



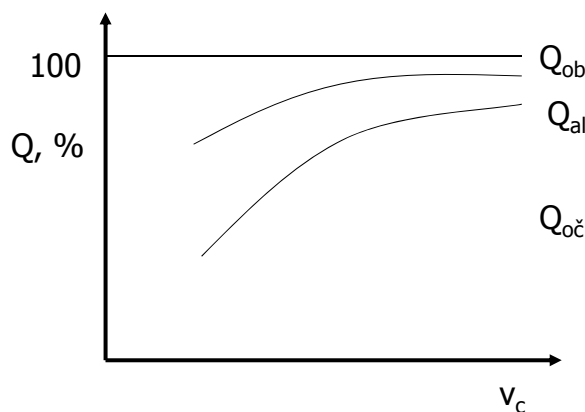
Glavni izvori topline:

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

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I 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}

$$Q = Q_{oč} + Q_{al} + Q_{ob}$$

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



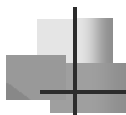
OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Toplinske pojave kod procesa obrade odvajanjem - bilanca

Toplinska bilanca

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

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I 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).

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

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.

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

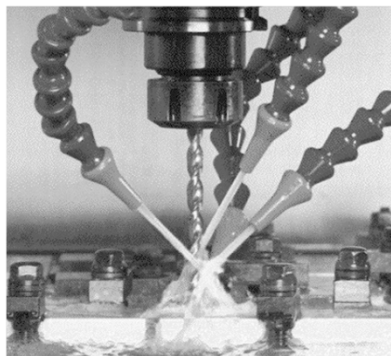
Obrada odvajanjem čestica

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

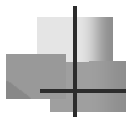
Način dovođenja SHIP-a

- 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.



OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I 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:

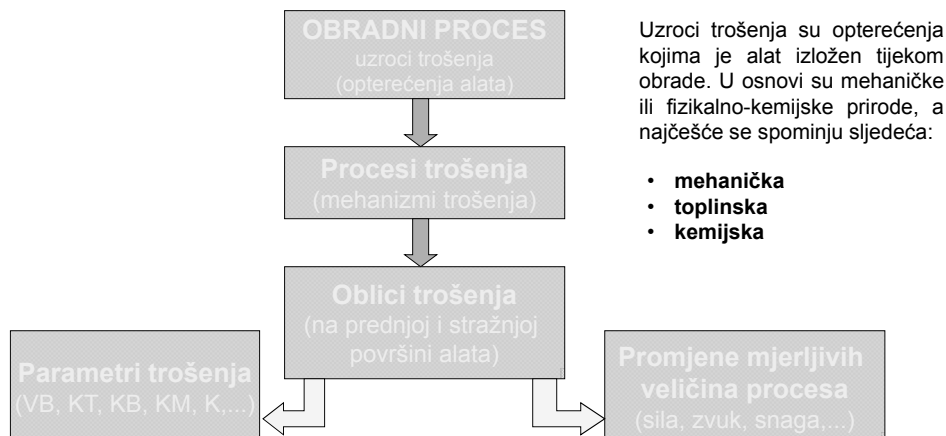
- **parametri vezani uz pripremak,**
- **parametri vezani uz alat i**
- **parametri vezani uz uvjete obrade**

OSNOVE TEHNOLOGIJA I



OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

UZROČNO-POSRLJEDIČNI LANAC TROŠENJA ALATA

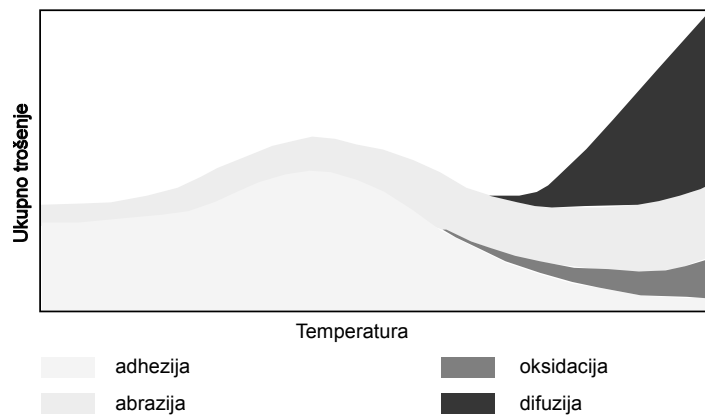


OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

UDJELI POJEDINOG PROCESA TROŠENJA U UKUPNOM TROŠENJU



Kvalitativni udio pojedinog procesa trošenja u ukupnom trošenju ovisno o temperaturi

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Obrada odvajanjem čestica

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,...)

Za ocjenu trošenja kod alata s ravnom prednjom površinom dominiraju parametri VB, VBmax, KT, KM i KB, a standardi preporučuju samo prva tri. Kod završnih obrada za nadzor trošenja preporuča se trošenje pomoćne stražnje površine, Vb_{NS} , a granična vrijednost ovisi o toleranciji obratka, dok se kod grubih obrada uzimaju parametri VB i KT. Kao kriterij istrošenosti, kod završne obrade, preporuča se parametar hrapavosti obređene površine Ra.

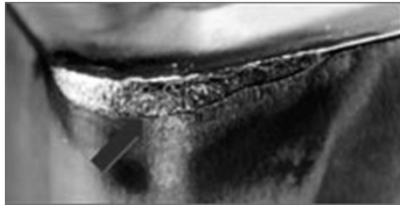
Prema međunarodnim standardima za različite materijale alata (HSS, tvrdi metal, keramika) preporučuju se različiti kriteriji istrošenosti.

OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Uobičajeni položaji i oblici trošenja reznih alata

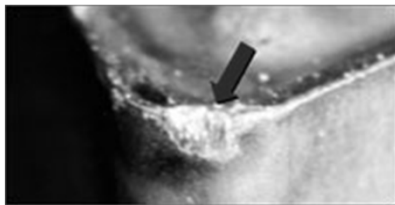
Trošenje stražnje površine



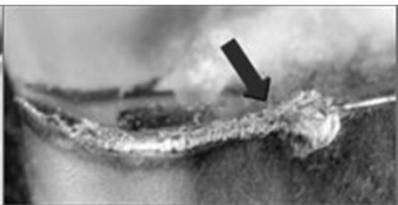
Kratersko trošenje



Krzanje (krhanje)



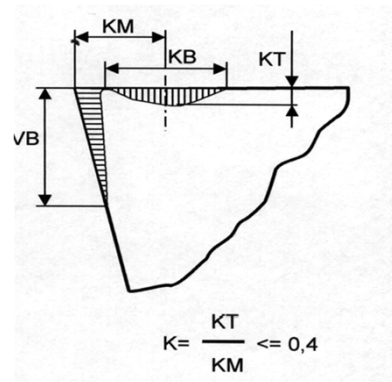
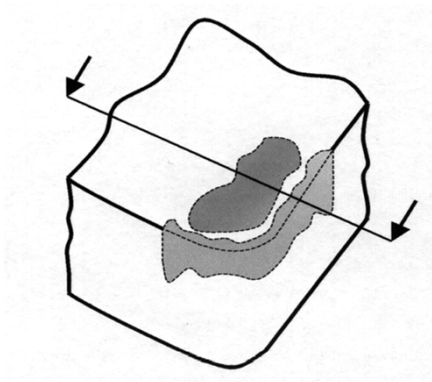
Zarežno trošenje



OSNOVE TEHNOLOGIJA I

OSNOVE TEHNOLOGIJA I Obrada odvajanjem čestica

Parametri trošenja oštrice reznog alata



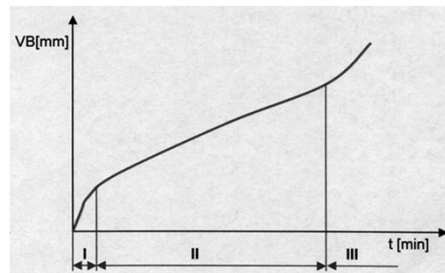
OSNOVE TEHNOLOGIJA I

Tipska krivulja trošenja reznih alata

Prikazuje promjenu trošenja stražnje površine alata u ovisnosti o vremenu obrade. Tipska 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 uhodavanja

II Period "normalnog trošenja

III Period naglog trošenja

- veliki intenzitet, ali mali iznos trošenja

- pravocrtna promjena trošenja u vremenu

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

OSNOVE TEHNOLOGIJA I