

Otopitev orodja za obdelavo in predelavo lesa (I. del)

Avtor mag. **Vladimir NAGLIĆ**, Izidora Kršnjavog 19, 47 000 KARLOVAC

Iz prakse je dobro znano, da orodje pri obdelavi vseh materialov, tudi lesa, po določenem času uporabe otopi.

Večina uporabnikov orodja ve zelo malo ali nič o postopku otopitve orodja ter o ugotavljanju trenutka, ko orodje otopi, ter o problemih, ki so povezani s to temo.

V tem članku bomo poskušali pojasniti nekaj problemov pri nastanku otopitve, ugotavljanju stopnje otopitve ter trenutek, ko moramo orodje obvezno naostriti, da ne bi prišlo do njegovega uničenja.

1. Proces otopitve orodja

Otopitev je postopna menjava mikrogeometrije rezila med obdelavo materiala z odvzemanjem žagovine ali struženja, odvisno, o kakem postopku je govora.

Kot parameter za oceno ostrine rezila lahko izmed več parametrov uporabimo parameter z oznako SV (slika 1).

Velikost izrabe rezila SV je parameter, ki pove, kakšna je razlika med teoretičnim vrhom naostrnega orodja in otopelega orodja.

Če torej kot kriterij za otopitev ostrine rezila vzamemo velikost označeno

s SV, je odvisnost obdelanega materiala v tekočih metrih in iztrošenja ostrine ali otopitve rezila lahko prikažemo z diagramom (slika 1).

Na sliki 1 je potek otopitve prikazan s krivuljo, ki kaže odvisnost iztrošenja rezila SV in pot rezila v tekočih kilometrih oziroma pot pomika v tekočih metrih.

Predstavljeni potek otopitve rezila je odvisen od materiala iz katerega je izdelano: iz orodnega jekla, karbidnih trdin ali keramičnih ploščic (Al_2O_3).

Celoten potek obrabe rezila lahko razdelimo v tri časovna obdobja, ki imajo zelo različen čas trajanja.

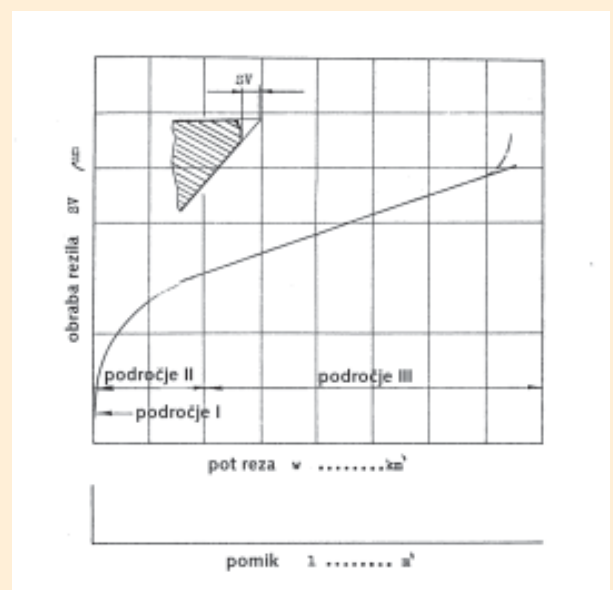
Prvi del otopitve orodja je zelo kratkotrajen. V tem časovnem obdobju se v glavnem lomi vrh rezila ali se zavije, če je rezilo izdelano iz mehkejšega materiala, oziroma, če je kot klina zelo majhen, se konica lahko zvija brez pokanja.

Do loma oziroma zavijanja vrha rezila pride pri orodju, ki ima zelo majhen kot klina

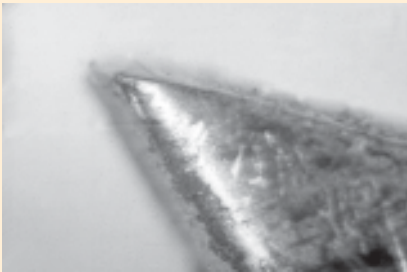
(zelo tanko rezilo z zelo zašiljenim vrhom) (slika 2, 3), ali če je na vrhu rezila debela igla, nastaja pa kot posledica nepravilnega ostrenja, pri katerem brusna plošča z veliko silo pritiska na ostreno površino (slika 4).

Da bi to preprečili, izberemo kot klina po priporočilih proizvajalcev ali enostavneje rečeno, pri ostrenju orodja je potrebno vzdrževati kote, kot jih ima novo orodje.

Zmanjševanje kota klina "β" je posebno nevarno pri karbidnih trdinah, ki so zelo krhke in se rade lomijo. Pri njih kot klina v nobenem primeru ne sme biti zmanjšan pod vrednost, ki



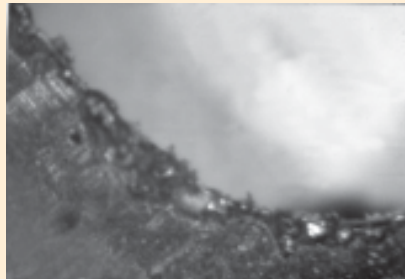
□ Slika 1. Shematski prikaz faz obrabe orodja



□ Slika 2. Z naknadnim ostrenjem zmanjšan kot klina (β)



□ Slika 3. Zelo tanek vrh rezila orodja

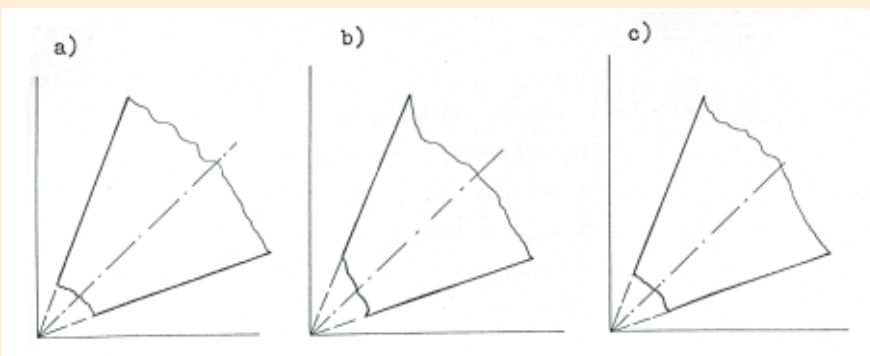


□ Slika 4. Velika igla na robu pazduhe in vrha ostrine

jo predpiše proizvajalec orodja.

Igla ne nastane, če orodje ostrimo postopoma, to je, če se pri enem prehodu brusne plošče ne odvzamemo preveč materiala. Iglo pred uporabo lahko odstranimo s posebno pripravljenim strgalom, izdelanim iz mehkega materiala, ki med uporabo ne more poškodovati roba oziroma vrha rezila. To pomeni, da moramo orodje ostriti postopoma z nekaj prehodi brusne plošče.

Če se vrhnji del rezila vseeno lomi, orodje otopi brez prave uporabe (žaganja, rezkanja ali drugih načinov



□ Slika 5abc. Shematski prikaz loma konice rezila

uporabe). Temu postopku se izognemo z optimalnimi koti klina oz. roba rezila brez igle. Tako orodje otopi mnogo kasneje, ker mora do iztrošenja oz. otopitve priti z normalnim delom.

Oblike loma ostrine rezila so zelo različne, največkrat pa imajo obliko, ki je prikazana na slikah 5a, b in c (po Melachinu). Po različnih raziskovanjih se največkrat pojavlja lom, ki je prikazan na sliki 5c (kar v 70 do 80 % primerov). Lom vrha rezila, prikazan na sliki 5a, se pojavlja v 20 %, oblika lomljenja vrha, prikazana na sliki 5b, pa v približno 5 do 10 % primerov.

V drugem časovnem obdobju procesa otopitve orodja se proces stabilizira, mikromeometrijske spremembe potekajo v večini primerov mnogo linearneje, kar je prikazano z linearnim vzponom krivulje otopitve (slika 1).

2. Oblike iztrošenosti ostrine

Mikromeometrija rezila se spreminja odvisno od:

- vrste orodja,
- vrste obdelave,
- debeline žagovine ali ostružka,
- cepilnega kota rezanja ali žaganja,
- vrste in lastnosti orodja in obdelovanega materiala.

Osnovne oblike profilov otopitve vrha rezila so prikazane na slikah 5 d, e, f.

Ne bomo se spuščali v pojasnjevanje posameznih profilov iztrošenosti oziroma otopitve vrha rezila, ker je to povezano s parametri, ki se spreminjajo glede na vrsto in stanje obdelovanega materiala, tehnologije izrabe orodja in drugih faktorjev, ni pa

življenjsko pomembno za razjasnitev otopitve oz. izrabe orodja.

3. Vzorci izrabe (otopitve) orodja

Dolgo je prevladovalo mišljenje, da je obraba rezila izključno mehanska. V resnici pa obstaja čisto mehansko obraba le v prvem delu celotnega časa izrabe oz. otopitve orodja. Po naj-novejših spoznanjih je obraba rezila v drugem in tretjem delu mehanski in elektrokemijski proces.

Prvi je raziskoval vpliv električnega toka na proces otopitve orodja Kivima (1952). Vpliv električnega toka je potrjen kot halogena otopitev. Poizkusi so dokazali, da je kemična obraba mnogo večja in močnejša od mehanske. Da bi zmanjšali vpliv kemijske obrabe orodja, se za orodje priporoča uporaba jekel, ki slabo rjavijo, oziroma karbidnih trdin, ki so v primerjavi z orodnimi jekli odporne na kemijsko delovanje.

Vrsta raziskav obravnava kemijski vpliv kot tudi vpliv električnega toka, vendar so to bili le poizkusi, rezultati pa v praksi do sedaj niso bili uporabljani.

Poudariti je treba še raziskavo, ki jo je leta 1968 opravil McKenzie. S poskusom je dokazal, da orodje otopi za približno 50 %, če nanj priključimo 60 V izvor električne energije. Tudi ta raziskava še ni prinesla bistvenega rezultata za uporabo v praksi.

4. Pojavi, ki spremljajo otopitev rezila

Otopitev rezila spremljajo naslednji pojavi:

- povečanje sile žaganja ali rezanja ter s tem povezane porabe pogonske energije (največkrat električne energije);
- povečanje trenja v zažag ter



□ Slika 5def. Shematski prikaz profila izrabe konice rezila

gretje, ki se v dosti primerih odraža z zažganjem obdelovane površine;

- povečanje hrapavosti žagane ali rezane površine;
- zmanjšanje natančnosti obdelave;
- povečanje nevarnosti, da se odkruši kak delec na robu obdelovanega materiala na izhodni strani rezila;
- neravnine na robovih rezane ali žagane površine pri obdelavi obdelovancev, ki so sestavljeni iz več delov.

Vsi raziskovalci, ki so se ukvarjali z vplivom iztrošenosti vrha rezila na povečanje sile rezanja ali žaganja, se strinjajo, da se s povečanjem poti pomika (količini obdelovancev, ki jih prežagamo ali pre-režemo), raste sila žaganja oziroma rezanja (slika 6).

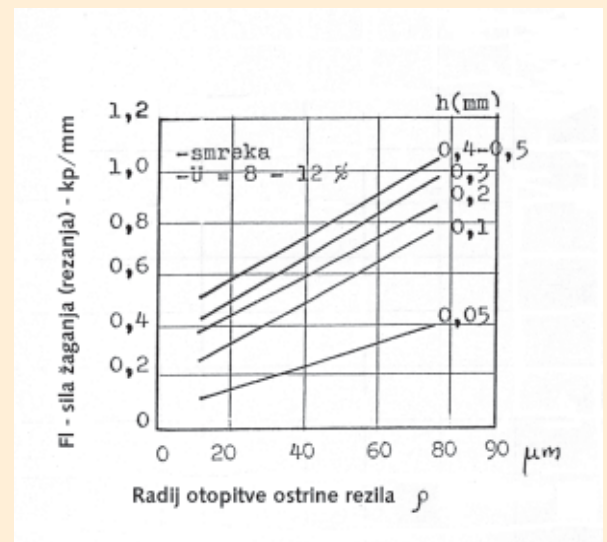
Tako je Mc Kenzie 1967 leta definiral vpliv radija zaobljenja konice (otopitve) r na silo

rezanja ali žaganja F_s za različne debeline žagovine ali struževine h .

$$F_s = k_1 \times h \times k_2 \times r^{1/2},$$

kjer so k_1 in k_2 konstante.

Poleg teh je bilo še več raziskovalcev, kot so npr. Nosovski (1967), Fahltzsch in Schultz (1967) in mnogi drugi. Vsi so z rezultati eksperimentov dokazali vpliv obrabe rezila na povečanje sile rezanja ali žaganja ter s tem povezano povečanje pogonske energije (slika 6).



□ Slika 6. Vpliv obrabe ostrine rezila na silo žaganja (rezanja)

Med eksperimentom so vladali sledeči pogoji:
 hitrost pomika obdelovanca: 1,35 m/min
 debelina žagovine ali ostružkov: $\delta = 0,05 - 0,4 - 0,5$ mm
 uporabljen les: smrekovina vlažnosti $u = 8-12$ %
 prosti kot $\alpha = 10$
 kot klina $\beta = 35$
 cepilni kot $\gamma = 45$

Pri ugotavljanju vpliva iztrošenja (otopelosti) vrha rezila na hrapavost obdelane površine se pojavljajo tile problemi:

- Ni natančno definirana hrapavosti žagane ali rezane površine. Ni natančno definirana meja hrapavosti in valovitosti obdelane površine niti metode njihovega merjenja.
- Lastnosti in stanje lesa pomembno vpliva na hrapavost žagane površine. To pomeni, da pri isti iztrošenosti (obrabi) vrha ostrine orodja na obdelani (rezani ali žagani) površini ne nastaja enaka hrapavost pri različnih vrstah lesa.
- Hrapavost površine je v veliki meri odvisna od velikosti pomika na zob, točnosti montaže orodja na stroj in zategovanja oziroma pritrjevanja orodja na stroj kot tudi od enakomerne

obodne hitrosti orodja.

Ko pregledamo vse navedene postavke lahko sklenemo, da je ugotavljanje vpliva iztrošenosti oziroma otopitve rezila na hrapavost obdelane (rezane ali žagane) površine v veliki meri odvisna tudi od množice drugih faktorjev, ki bi morali biti enaki oziroma konstantni, da bi lahko z gotovostjo potrdili vpliv iztrošenosti oziroma otopitve rezila.

Različni znanstveniki so z eksperimenti poskušali dokazati dejanski vpliv posameznih faktorjev na hrapavost površine. Tako je Krjascher preverjal hrapavost rezane površine za različne stropnje otopelosti rezkarjev pri rezkanju prečno na vlakna.

To bi na kratko bili vplivi iztrošenosti oziroma obrabe rezila na hrapavost žagane površine. Na koncu je treba še enkrat poudariti, da se iztrošenost jasno vidi na robovih žagane oz. rezane površine, in sicer na izhodni strani orodja iz obdelovanca po odlomljenih delih materiala posebno pri krhkih in občutljivih materialih.

5. Ugotavljanje obrabe rezila

V prvi vrsti je bilo potrebno določiti metode ocenjevanja stanja ostrine rezila oziroma njegove iztrošenosti tj. otopelosti. V nekaterih primerih je uporabljena izključno sila rezanja ali žaganja ter s tem povezana poraba pogonske energije. To pomeni, da je povečanje iztrošenosti ali otopelosti vrha rezila povezano izključno s po-

rastom sile rezanja ali žaganja. Porast sile žaganja ali rezanja je tesno povezan s porastom poti pomika, ali z drugimi besedami, z obdelano oz. izžagano ali izrezano površino (slika 7).

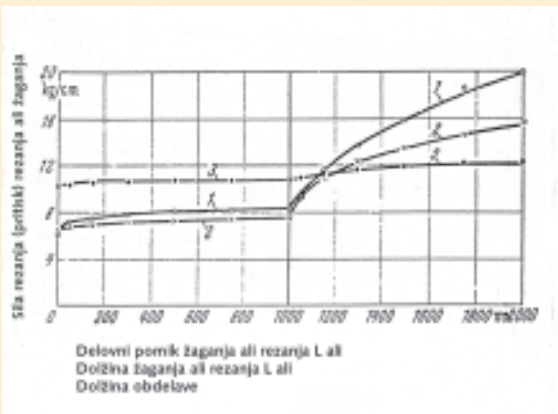
Navedena metoda pa ima napako, ki pa ni samo v spremembah lastnosti obdelovanega materiala temveč tudi v nalepljanju lesnega prahu, tanina, smol in drugih nečistoč na stranske površine orodja (žagine liste), zatem nalepljanje žagovine na bočne površine zažaga, kar povečuje pojav trenja bočnih površin orodja (zlasti žaginih listov) v zažag, ker se zmanjša bočni prosti prostor, to je prostor med vrhom zoba ki sodeluje v postopku žaganja in rezane ali žagane površine.

Pojavljajo se vibracije orodja, še posebno žaginih listov, ter s tem povezani bočni udarci. Na ta način se povečuje trenje orodja (žaginega lista v zažag, njegovo gretje, izguba napetosti in s tem povezano povečanje sile rezanja ali žaganja pri istem iztrošenju (obrabi) vrha ostrine. Ker teh pojavov ne moremo v popolnosti odstraniti, delujejo na povečanje sile žaganja ali rezanja ter s tem vplivajo na vpliv iztrošenosti oz. otopitev orodja.

Pojav nalepljanja nečistoč se ne more predvideti, ker zavisi od velikega števila faktorjev, zato je upoštevanje povečanja sile rezanja kot kriterija za ocenjevanje iztrošenosti, oziroma otopitve orodja, vprašljivo.

Zelo zanimiva metoda, ki omogoča ocenjevanje stanja ostrine rezila od njene iztrošenosti oziroma obrabljenosti je presekanje najlonske niti, napete z določeno silo. To metodo je leta 1960 predstavil Suzuki. Ta metoda pa ne omogoča določitve profila ostrine, ki je neobhodno potreben za ocenjevanje procesa žaganja.

Se nadaljuje ...



□ Slika 7. Vpliv hitrosti pomika L (količine obdelanega materiala) v tekočih metrih na povečanje sile žaganja (rezanja)

Med eksperimentom so vladali sledeči pogoji:

Pri delovnem pomiku žaganja od 0 do 1000 m je bil obdelan les breze teže $r_{12} = 0,64 \text{ g/cm}^3$, vlažnosti $u = 9 \%$, debelina žagovine $\delta = 0,1 \text{ mm}$.

Pri delovnem pomiku 1000 do 2000 m je žagan les tikovine, volumne teže $r_{12} = 0,63 \text{ g/cm}^3$, vlažnosti $u = 9 \%$, debelina žagovine $\delta = 0,025 \text{ mm}$.

Uporabljeno je orodje izdelano iz:

1. nizkolegirano ogljikovo jeklo
2. hitrorezno jeklo
3. karbidna trdina.

Eksperiment je izvedel Kivimaa.

Otopitev orodja za obdelavo in predelavo lesa (II. del)

Avtor mag. **Vladimir NAGLIĆ**, Izidora Kršnjavog 19, 47 000 KARLOVAC

6. Postopki za ugotavljanje iztrošenosti ali otopitve ostrine orodja

Za ugotavljanje oziroma merjenje obrabe (otopitve) rezila orodja se najpogosteje uporabljajo naslednji postopki:

- merjenje parametrov obrabe ostrine rezila SV,
- merjenje polmera obrabljenosti (otopitve) rezila r ,
- merjenje širine obrabljenosti (otopitve) rezila B,
- merjenje površine obrabe rezila F1 in F2.

Vsi navedeni postopki temeljijo na eksaktnem merjenju določenega parametra, ki nedvoumno kaže dejansko iztrošenost oziroma otopitev rezila. Postopki so prikazani na sliki 8. Ne bomo se spuščali v pojasnjevanje vsakega od navedenih postopkov, ker so nazorno prikazani na sliki in je zato lahko ugotoviti, kakšne vrste merjenja so to.

Za merjenje so potrebni precizni aparati, predvsem povečevala s skalo za odčitavanje posameznih parametrov kot tudi povečevala s šablonami ali mrežicami v določenem merilu, da se lahko uporabijo za posnet-

je določenih presekov ali površin. Od vseh naštetih metod je relativno najenostavneje meriti polmer obrabe rezila r , saj naredimo posnetek na dejanskem ostanku rezila, kar je velika prednost pred postopki, pri katerih merimo obrabljene dele rezila, kar je mnogo bolj komplicirano ter lažje naredimo kakšno napako.

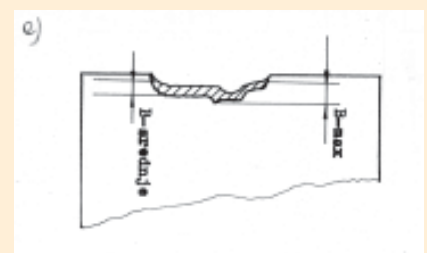
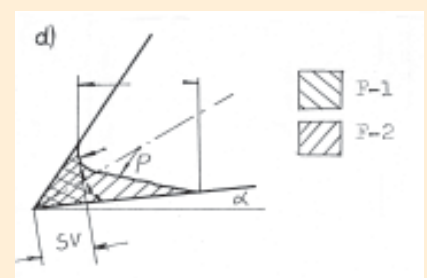
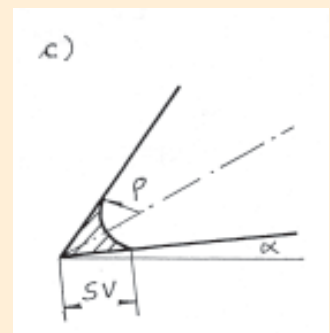
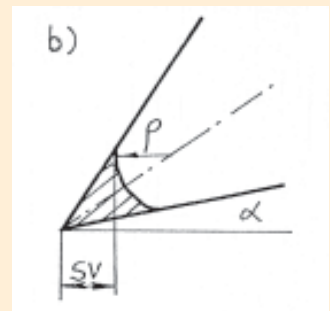
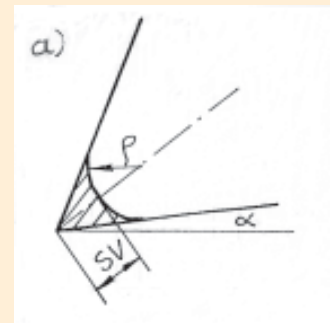
Kot vidimo na slikah 8a-c obrabo rezila lahko merimo na prosti ali prednji površini ali od najvišje točke obrabljenosti.

Polmer obrabe rezila, merimo znotraj obrabljene ostrine kot je prav tako prikazano na slikah 8a-c.

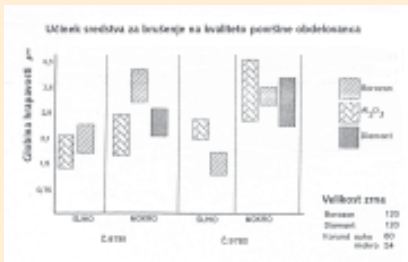
Mnogo bolj je komplicirano merjenje obrabljene površine F1 in F2 (slika 8d), ker merimo neobstoječi, obrabljeni del ostrine. Isti primer je z merjenjem širine obrabe B, kar je precej komplicirano, kot lahko vidimo na sliki 8e.

7. Vpliv izhodne kvalitete ostrine

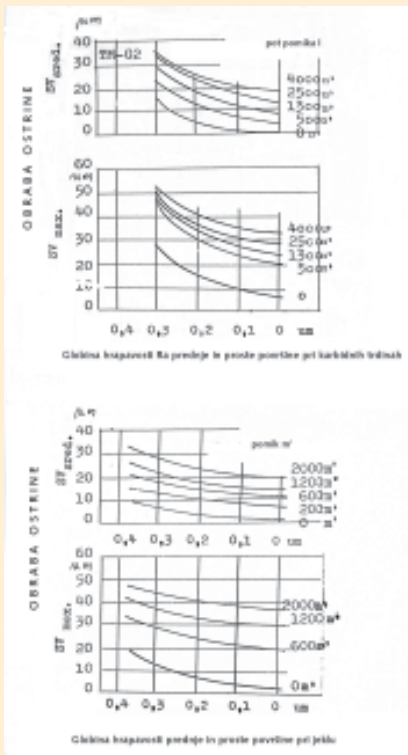
Ni vseeno, pod kakšnim režimom orodje ostrimo pred žaganjem ali rezanjem. Na kvaliteto ostrine površine imajo vpliv različni faktorji, kot so finost brusne plošče, suho ali mokro brušenje in drugi (slika 9).



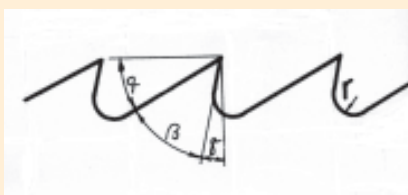
□ Slika 8a-e. Shematski prikaz načina merjenja parametrov obrabe rezila orodja



Slika 9. Shematski prikaz finosti ostrenih površin orodja, odvisno od vrste in kvalitete brusilnih plošč ter tehnologije ostrenja



Slika 10. Vpliv globine neravnine (hrapavosti) ostrenih površin rezila orodja na hitrost obrabe rezila



Slika 11. Shematski prikaz kotov rezila orodja

Da bi dosegli optimalno kvaliteto proste in prsne površine, priporočamo, da se pri ostrenju orodja držimo navodil proizvajalca orodja in proizvajalca brusilnih plošč. Na ta način bomo ustvarili pogoje za zadovoljujočo kvaliteto površine, ki bo omogočila najdaljše delo orodja med dvema ostrenjema.

V principu velja, da finejša površina, to je površina z manjšo globino neravnin na ostreni površini Ra, žaganim neravninam zagotavlja daljše delo orodja med dvema ostrenjema, oziroma zmanjšanje obrabe (otopitve).

Lahko sklepamo, da se s povečanjem globine neravnin Ra na površini ostrine orodja pri isti količini obdelanega materiala povečuje obrabljenost vrha ostrine (slika 10). Še enkrat moramo poudariti, da je najpriladnejša in najenostavnejša rešitev, da se pri ostrenju vseh vrst orodja za obdelavo lesa držite napotkov, ki jih dajejo proizvajalci orodja in proizvajalci brusilnih plošč. Le-ti najbolje poznajo kvaliteto materiala ostrine orodja kot tudi kvaliteto brusilnih plošč, tako da bodo svetovali optimalno rešitev še posebno zato, ker želijo, da se prav z njihovim orodjem dosežemo najboljše efekte.

8. Vpliv kotov ostrine

Da bi razjasnili vpliv posameznih kotov, je treba najprej razčistiti pojem posameznih kotov. Med kote ostrine spadajo cepilni kot (γ), kot klina (β) ter prosti kot (α) (slika 11).

Zaradi utrjevanja vpliva posameznih kotov ostrine na obrabljenost oz. otopelost je bila izvedena cela vrsta eksperimentov. Pri vseh so bili doseženi v glavnem isti ali podobni rezultati.

Po večini raziskav je najprimernejši prosti kot α , ki se giblje od $\alpha = 14^\circ$

do 16° (slika 12). Na sliki je prikazan vpliv velikosti prostega kota α na porabo energije pri različnih vrstah lesa. Lahko je opaziti, da je najmanjša poraba energije pri različnih vrstah lesa od $\alpha = 14$ do 16° , kot je to navedeno že zgoraj.

Iz tega razloga priporočamo izbiro prostih kotov v omenjenem območju. Z zmanjševanjem kota se nesorazmerno povečuje potrošnja energije, kot se to povečuje s povečanjem kota.

Vpliv prednjega oz. cepilnega kota γ na obrabo rezila je bil prav tako ugotovljen pri vrsti raziskav. Nekatere od teh raziskav so predstavljene na slikah 13a in b. Jasno je videti trend porasta obrabljenosti oziroma otopitve ostrine orodja s spremembo cepilnega kota γ . Vidno je, da se s povečanjem cepilnega kota γ iznad $\gamma = 30^\circ$, naglo povečuje obraba (otopitev) ostrine orodja, medtem ko je pri manjših vrednostih opazen trend povečanja, vendar v znatno manjši meri.

Torej se je treba izogibati cepilnih kotov, ki so izven optimalnih vrednosti, kar se tiče obrabe (otopitve) ostrine.

S kotom klina je obratno, njegovo povečanje je razlog za zmanjšanje obrabe (otopitve) ostrine. Z zmanjševanjem ostrilnega kota izpod $\beta = 35^\circ$, naglo narašča obraba (otopitev) ostrine. S povečevanjem kota klina se zelo malo zmanjšuje obraba (otopitev) ostrine. Glede na to je treba vztrajati, da izberemo optimalni odnos cepilnega kota in kota klina kota, da bi bila obraba (otopitev) ostrine v razumnih mejah.

9. Vpliv materiala ostrine na njeno obrabo oz. otopitev

Danes se za izdelavo orodja za ob-

delavo lesa uporabljajo različni materiali, da bi se čim bolj zmanjšala obraba rezila. Tako se zadnja leta uporabljajo orodja s ploščicami iz PKD (polkristaliničnega diamanta), ki je zelo odporen proti obrabi. Je pa njegova uporaba omejena, predvsem zaradi visoke cene in občutljivosti rezil zaradi njegove krhkosti. S tem orodjem lahko obdelamo več obdelovancev, kar nekajkrat več od orodja, izdelanega iz karbidnih trdin ali iz materialov, ki imajo kako drugače povečano odpornost.

Odpornost ploščic iz karbidnih trdin je, odvisno od vrste, od 5- do 10-krat večja od ploščic iz hitroreznega jekla.

Toplotna obdelava ploščic, izdelanih iz hitroreznega jekla ali orodnega jekla, ne poveča samo odpornosti rezila, temveč vpliva tudi na spremembo kvalitete oz. finosti površine po ostrenju pri uporabi identičnih vrst brusnih plošč (slika 14).

Najboljše rezultate dosežemo s rezili, katerih površina je trdo kromirana, kot tudi z orodjem s ploščicami iz hitroreznega jekla.

Prav tako je dobre rezultate pokazal stelit, ki je zelo odporen proti obrabi. Posebno se je izkazal pri krožnih in tračnih žaginskih listih. S poizkusi je dokazano, da je odpornost stelita na obrabo 2- do 3-krat večja v primerjavi z žaginskimi listi iz standardnih materialov, iz katerih izdelujejo krožne žagine liste, to pa so malo legirana orodna jekla.

Podobne rezultate dosegamo z nitriranim orodjem.

10. Vpliv hitrosti žaganja in rezanja

Z vrsto poizkusov je bilo dokazano, da se s povečanjem hitrosti žaganja ali rezanja povečuje obraba rezila. Prav tako je bilo ugotovljeno, da pri

srednjelegiranih orodnih jeklih raste trajnost oz. odpornost ostrine na obrabo, če je hitrost žaganja ali rezanja manjša od 35 m/s (slika 15). Pri oplemenitenih orodjih, posebno pri orodjih iz karbidnih trdin, pa ima hitrost rezanja ali žaganja precej manjši vpliv na obrabo ostrine orodja, kar je razvidno iz slike 16. Brez ozira na te rezultate se je vseeno treba izogibati največjim hitrostim rezanja oz. žaganja, ker so očitno neugodne.

Z raziskavami o vplivu hitrosti rezanja oz. žaganja na obrabo orodja so se ukvarjali Chardin, Pahlitsch, Jostmeier in drugi.

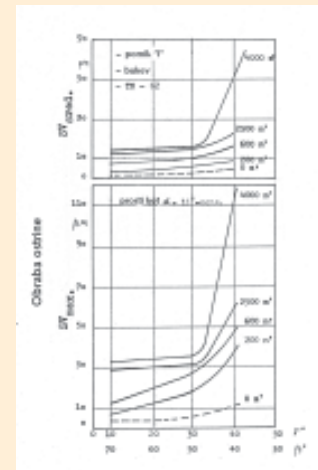
11. Pojem obstojnosti ostrine

Kot mejo trajnosti ostrine štejemo trenutek, ko ostrina izgubi sposobnost izpolnjevanja svojih funkcij. Ta definicija je precej neugodna, ker obstaja zelo majhna verjetnost za natančno ocenjevanje nians sposobnosti ostrine, glede na sposobnost orodja, da opravlja svojo funkcijo kakor tudi za ocenjevanje celotnega stanja orodja. To je posebno karakteristično pri žaginskih listih, pri katerih se otopitev kaže z izgubo stabilnosti, poslabšanjem natančnosti dela, spreminja se tudi kvaliteta obdelane površine.

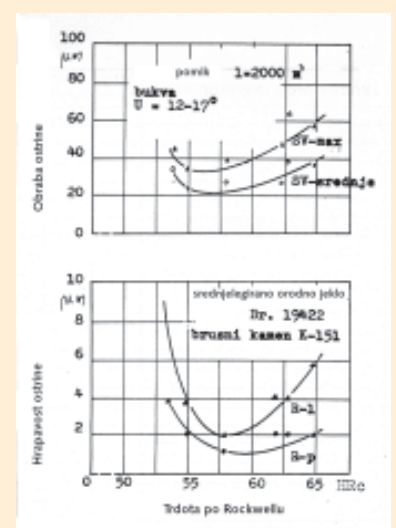
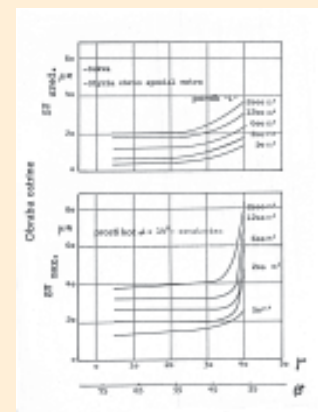
Vse navedene pomanjkljivosti niso povezane z izgubo ostrine, temveč so tudi rezultat nabiranja nečistoč na bočnih površinah rezil (lesnega prahu, žagovine, smol in taninov), nadalje slabega izbora prostega bočnega prostora, stanja notranje napetosti kot tudi neustreznega bočnega udara žaginega lista.

12. Znaki obrabe ostrine orodja

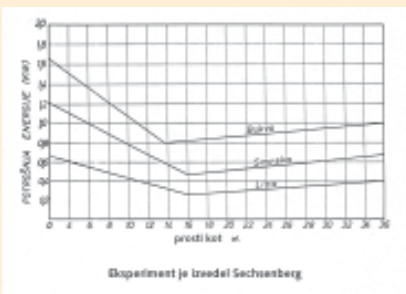
Otopitev orodja se kaže na naslednje načine:



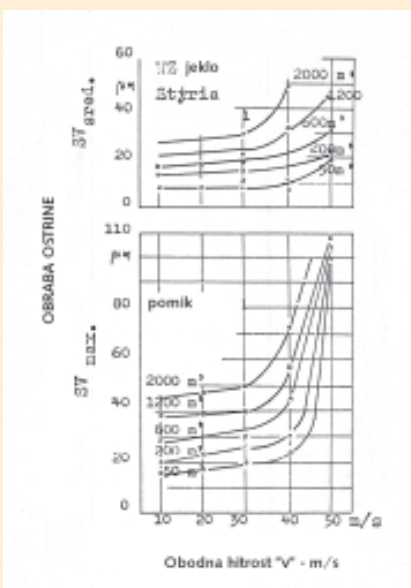
□ Slika 13. Vpliv cepilnega kota γ in kota klina β na obrabo pri orodju iz hitroreznega jekla



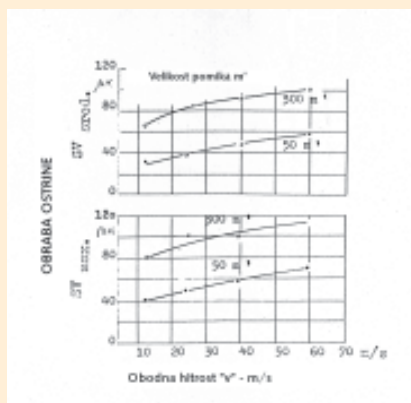
□ Slika 14. Vpliv toplotne obdelave (trdote materiala konice rezila) na finost ostrine površine in obrabo ostrine



Slika 12. Vpliv prostega kota α na porabo energije za žaganje



Slika 15. Vpliv hitrosti žaganja (rezanja) "v" na obrabo rezila "SV" iz orodjega ali hitroreznega jekla



Slika 16. Vpliv hitrosti žaganja (rezanja) "v" na obrabo rezila ("SV") iz karbidnih trdin

- z zažigom rezane ali žagane površine,
- z zmanjševanjem števila vrtljajev orodja,
- s težjim ročnim pomikom (povečuje se upor žaganja ali rezanja),
- s slabo obdelavo robov obdelovane površine.

Navedeni pojavi niso samo posledica otopitve ostrine orodja, zato je treba kontrolirati tudi stanje drugih vplivnih faktorjev, da lahko precenimo izključni vpliv obrabe orodja.

S stalnim čiščenjem bočnih površin orodja in z izborom ustreznega prostega bočnega prostora zmanjšamo vse druge vplivne faktorje tako, da lahko zažig obdelovane površine lahko pripišemo samo obrabi orodja.

Prav tako lahko preverimo čas dela orodja od montaže na stroj, saj tudi tako lahko preverimo izključni vpliv otopitve.

Pri zmanjšanju vrtilne oz. rezalne hitrosti orodja je prav tako treba preveriti vrsto faktorjev, ki lahko poleg otopitve vplivajo na število vrtljajev oz. obodno hitrost. Pri ročnem pomiku je situacija podobna. Obraba rezila se kaže s povečanjem upora žaganja ali rezanja oziroma pomika obdelovanca.

Tudi tu se pojavljajo podobni problemi, ki smo jih že navedli, in ki povečujejo trenje orodja v žag ter tako otežujejo pomik obdelovanca.

Kontrola in merjenje žagovine in ostružkov je prav tako lahko verodostojen podatek o stanju otopelosti orodja, prav tako pa tudi slaba kvaliteta robov obdelovane površine.

13. Sklepi za prakso

Predvsem je pomembno, da orodje pravilno ostrimo. To pomeni, da pri

ostrenju ne spreminjamo kotov orodja. Prav tako je važno, da za ostrenje uporabljamo brusne plošče, ki jih predpisuje proizvajalec orodja ali proizvajalec brusnih plošč.

Nadalje je pomembno, da pri ostrenju natančno izpolnjujemo predpisano tehnologijo, saj je to prvi pogoj za doseganje optimalne kvalitete proste ali prednje ter prsne površine orodja. Ostrino orodja po ostrenju je potrebno prekontrolirati, če ima iskano kvaliteto in če so vsi kotni parametri ustrezni.

Pri izbiri orodja se moramo obvezno posvetovati z izdelovalcem, da bi izbrali tako vrsto in kvaliteto, ki najbolj ustreza lastnostim obdelovanega materiala. Z izbiro najustreznejše metode je treba spremljati potek obrabe. Če delamo z orodjem v serijski proizvodnji, je treba s eksperimentom ugotoviti približen čas obdelave, po katerem se orodje obrabi in ga moramo ponovno naostriti. Seveda ta čas dela jemljemo samo kot orientacijo za konkretno preverjanje izrabljenosti orodja. Prav tako ga lahko izrazimo s količino obdelanih tekočih metrov izdelkov. Jasno je, da oba navedena kazalca lahko uporabimo samo kot orientacijo za verodostojno merjenje obrabe oz. otopitve orodja. Prej navedena metoda omogoča približno ugotavljanje trenutka, ko je orodje potrebno zamenjati.