

## MOŽNOSTI ZLEPŠENIA KVALITY POVRCHU PRI SÚSTRUŽENÍ DREVA

Karol Vasilko

### Abstract

*This paper describes the process of creation of irregularities on a machined surface resulting from turning using a tool with defined corner radius. It provides an analysis of the relationship between the corner radius and the maximum height of irregularities. Using experiments, the paper further demonstrates how the quality of machined surface varies depending on different types of wood material. The quality of machined wood surface is defined with respect to the cutting speed, feed and the corner radius.*

**Key words:** wood, machine surface, cutting speed, corner radius,

### ÚVOD

Sústruženie dreva má bohatú históriu. Začalo aplikáciou lukových sústruhov. Okolo r. 1250 sa pri sústružení začína používať šľapadlo, od ktorého vedie povraz slučkou okolo obrobku k zavesenej pružnej žrdi, ktorá pôsobí ako vratné pero (obr.1).



Obr. 1 Šľapací sústruh s vratným rotačným pohybom

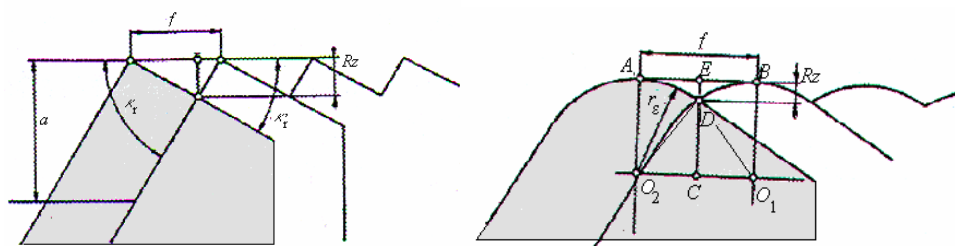
Na obrázku je zaujímavá konštrukcia plochých nástrojov a ich umiestnenie oproti obrobku. V príspevku sa budeme zaoberať renováciou tejto technológie s cieľom zvyšovania kvality obrobenej plochy.

## IDENTIFIKÁCIA STAVU OBROBENÉHO POVRCHU

Podobne, ako pri obrábaní ocele, stav obrobenej plochy je pri obrábaní dreva teoreticky daný kopírovaním hrotu nástroja do obrobku. Na kvalitu obrobenej plochy má najväčší význam posuvová  $v_f$  a rezná  $v_c$  rýchlosť. Ich význam je nasledovný:

- zrýchľovaním posuvovej rýchlosti vzrastá kapacita zariadenia a spotreba energie a kvality obrobenej plochy klesá
- zväčšovaním reznej rýchlosti (frekvencie otáčania nástroja) narastá spotreba energie, kvality reznej plochy je ovplyvňovaná rozlične (príklad priebehu závislosti  $Rz = f(v_c)$  je uvedený ďalej).

Pri „ostrom“ reznom kline možno teoretickú výšku nerovnosti určiť z obr.2.2



Obr. 2 Vznik nerovnosti obrobenej plochy pri sústružení nožom bez  $a$  s polomerom zaoblenia hrotu

Prvý prípad, keď posuv  $f$  je podstatne väčší ako polomer hrotu  $r_e$ , preto polomer zanedbávame. Pre vzťah medzi parametrami hrotu nástroja a nerovnosťou obrobenej plochy bude platiť [1].

$$f = AB = AD + BD = \frac{Rz}{\operatorname{tg} \kappa_r'} + \frac{Rz}{\operatorname{tg} \kappa_r} = Rz \cdot \frac{\operatorname{tg} \kappa_r + \operatorname{tg} \kappa_r'}{\operatorname{tg} \kappa_r \cdot \operatorname{tg} \kappa_r'}$$

Odtiaľ:

$$Rz = \frac{\operatorname{tg} \kappa_r \cdot \operatorname{tg} \kappa_r'}{\operatorname{tg} \kappa_r + \operatorname{tg} \kappa_r'} \quad (1)$$

Teoretická výška nerovnosti profilu je teda funkciou posuvu a nástrojového uhlu nastavenia hlavnej a vedľajšej reznej hrany, pričom lineárne stúpa s posuvom.

Druhý prípad predpokladá, že vytváranie obrobenej plochy sa zúčastňuje len zaoblená časť hrotu nástroja.

Platí:

$$Rz = CE - CD = CE - DO_2^2 - CO_2^2 = r_e - \sqrt{r_e^2 - \frac{f^2}{4}}$$

Odtiaľ:

$$r_e^2 - 2Rz \cdot r_e + Rz^2 = r_e^2 - \frac{f^2}{4}$$

Pretože  $Rz^2$  je v porovnaní s  $2Rz$  veľmi malé, možno ho zanedbať a potom platí:

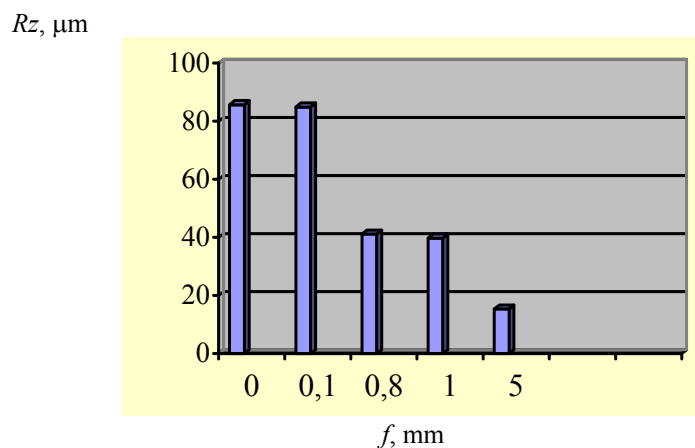
$$\frac{f^2}{4} = 2Rz \cdot r_\varepsilon,$$

odtiaľ:

$$Rz = \frac{f^2}{8 \cdot r_\varepsilon} \quad (2)$$

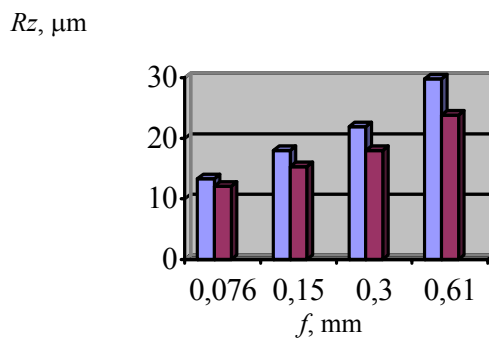
Je to približný, ale v literatúre veľmi frekventovaný vzťah [1],[2],[3],[5].

Na obr. 3 je experimentálna závislosť medzi  $Rz$  a polomerom hrotu nástroja, pri sústružení dubového dreva.



Obr. 3 Experimentálna závislosť  $Rz$  na  $r_\varepsilon$

Diagram ukazuje, že nerovnosť obrobeneho povrchu výrazne klesá so zväčšovaním polomeru zaoblenia hrotu (hyperbolicky). Na obr. 4 je podobná závislosť na posuve.

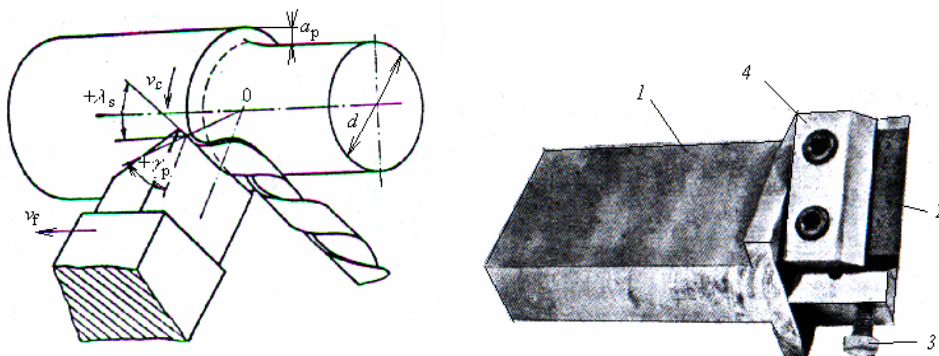


Obr. 4 Experimentálna závislosť  $Rz$  na posuve  $f$

Vidno, že znižovanie posuvu síce vedie k znižovaniu výšky nerovností obrobeneho povrchu, ale súčasne stúpa strojový čas. Preto vhodnou cestou na zlepšovania kvality obrobeneho povrchu je zväčšovanie  $r_\varepsilon$ .

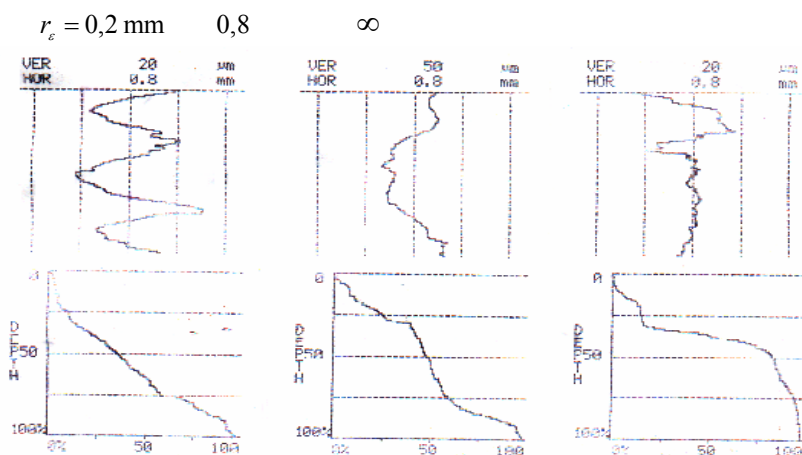
## NÁVRH EFEKTÍVNEHO NÁSTROJA NA SÚSTRUŽENIE DREVA

Základom prístupu je nástroj s lineárnou reznou hranou (podobne, ako na obr.1), sklonený pod uhlom sklonu reznej hrany  $\lambda_s = \pm 45^\circ$ . Sú dve možnosti aplikácie. Na obr.5 je prípad sústruženie, keď uhol sklonu reznej hrany je kladný, teda aktívny úsek reznej hrany je nad osou obrobku. Pracovný uhol čela sa teda mení z nulovej na maximálnu (kladnú) hodnotu v mieste priesečníka reznej hrany s obrábanou plochou.



Obr. 5 Schéma obrábania a fotografia nástroja s lineárnou reznou hranou skúšobného nástroja. 1-teleso, 2-rezná platnička, 3-regulačná skrutka, 4-úpinka

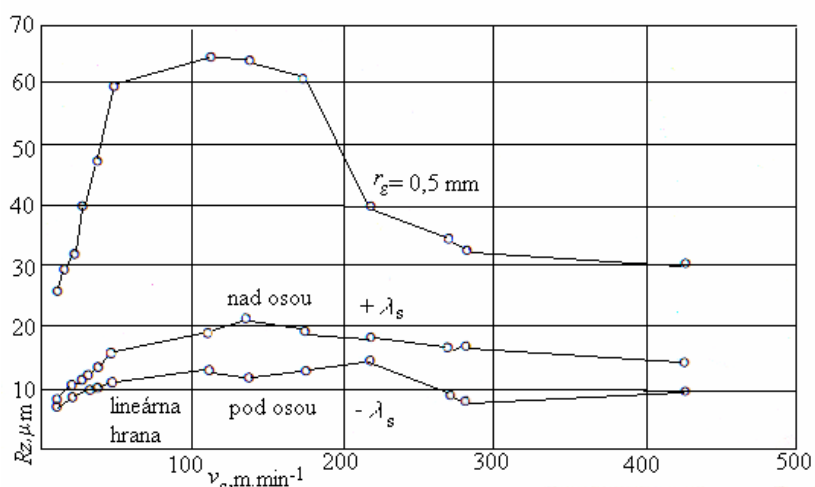
Na obr.6 sú záznamy z profilomeru, získané po sústružení dreveného obrobku tromi nástrojmi (klasické s rozličným polomerom hrotu a nástroj z obr.5).



Obr. 6 Profilogram povrchu, sústruženého troma nástrojmi s rozličným polomerom hrotu

Vidno zásadné rozdiely vo výsledkoch obrábania. Nástroje s definovaným polomerom hrotu vykazujú profilovú krivku s viditeľným posuvom. Materiálová krivka je v podstate lineárna. Nástroj s lineárnou reznou hranou dáva odlišný profil povrchu a materiálová krivka vykazuje prudký pokles len v počiatočnej fáze. Po prekonaní počiatočnej fázy povrchu únosnosť povrchu prudko narastá.

Následne boli vykonané orientačné skúšky na určenie rozdielov v hodnotách nerovností povrchu pri sústružení nástrojom umiestneným nad a pod osou obrobku. Charakteristický diagram závislosti  $Rz$  na reznej rýchlosti je na obr.7.

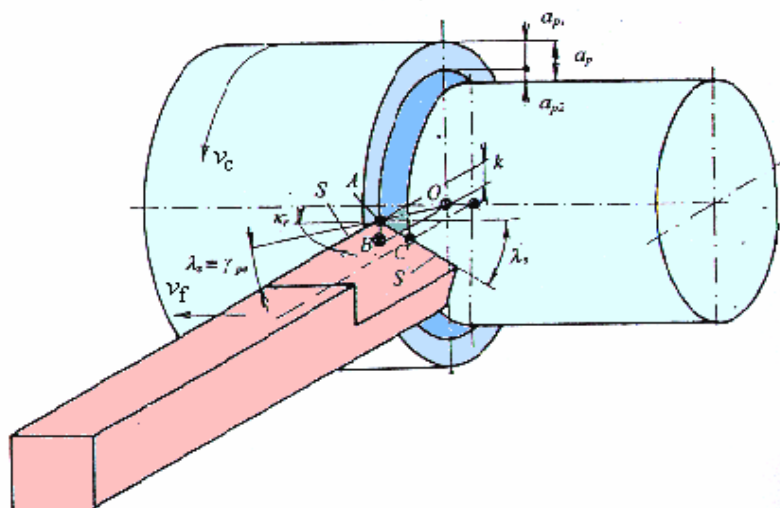


Obr. 7 Experimentálna závislosť najväčšej výšky nerovnosti profilu na reznej rýchlosti pri sústružení dreva.  $a_p = 0,5$  mm,  $f = 0,3$  mm, obrobok: hrab, nástroj: SK P20

Z diagramu možno dedukovať dôležité závery: Závislosť  $Rz$  na  $v_c$  nie je lineárna. Najlepšia kvalita obrobenej povrchu pri použití klasického nástroja je v danom prípade pri  $v_c$  do  $50$  m.min<sup>-1</sup>. Potom prudko rastie. Druhou optimálnou oblasťou sú rezné rýchlosti nad  $220$  m.min<sup>-1</sup>.

Nedostatkem nástroja z obr.5 je potreba značného nábehu a výbehu. Preto ním možno sústružiť len priebežné valcové plochy. Na všeobecné použitie bol vyvinutý nástroj podľa obr. 8.

Jeho podstata spočíva v tom, že hrot nástroja je nad úrovňou osi obrobku o hodnotu  $k$ . Hlavná rezná hrana  $S$  tak odoberá hrubovaciu hĺbku rezu  $a_{ph}$ . Vedľajšia rezná hrana  $S'$  je umiestnená pod uhlami:  $k_r' = 0^\circ$ ;  $\lambda_s = +45^\circ$ . Má rovnakú funkciu, ako nástroj na obr.5. Odoberá dokončovaciu hĺbku rezu  $a_{pd}$ . Umožňuje teda odoberanie ľubovoľne veľkého prídavku na obrábanie (prakticky na celú dĺžku reznej hrany) a súčasne dosiahnuť veľmi dobrú kvalitu obrobenej povrchu, odpovedajúcu diagramu na obr. 7.



Obr. 8 Poloha „integrovaného“ sústružníckeho noža oproti obrobku

Nástroj s lineárnou reznou hranou má jednoznačne pozitívny účinok na zlepšenie kvality obrobenej povrchu. Pokles  $R_z$  oproti nástroju s polomerom hrotu je výrazný. Kvalita obrobenej povrchu je málo závislá na reznej rýchlosti. Je zaujímavé, že lepšie výsledky sa dosahujú pri práci pod osou obrobku, teda pri záporných pracovných uhloch čela.

Na dokázanie všeobecnej platnosti bude potrebné vykonať rozsiahlejšie experimentálne skúšky na viacerých druhoch dreva (mäkké, polotvrde).

## ZÁVER

Vývoj nových konštrukcií rezných nástrojov dáva možnosti na zlepšovanie kvality obrobenej povrchu. Pri obrábaní dreva je tento aspekt dôležitý z hľadiska aplikácie na užitočné výrobky. V ďalšej fáze výskumu bude analyzovaný tento prístup na ďalšie druhy dreva. Práca je riešená v rámci programu VEGA 1/0402/03

## LITERATÚRA

- [1] BÁTORA, B., VASILKO, K.: *Obrobené povrchy*. Trenčín, TU AD, 2000, 183 s., ISBN 80-88914-19-1
- [2] BETZ, F.: Die Mikrogestalt abgespannter Oberflächen. *Technische Rundschau*, č. 54, 12/69, s. 17
- [3] KALPAKJIAN, S.: *Manufacturing Engineering and Technology*. Addison-Wesley Publishing Company. USA, 1989, 1199 s., ISBN 0-201-12849-7
- [4] LYSIČAN, J. et al.: *Teória a technika spracovania dreva*. Zvolen: MATCENTRUM, 1996, 626 s., ISBN 80-967315-6-4
- [5] WHITEHOUSE, D, J. et al.: Assessment of Surface Technology Analysis in Turning. *Annals CIRP*, 1974, Vol. 23, Nr. 2