

ZMENA KVALITY POVRCHU OSIKOVÉHO A BUKOVÉHO DREVA PO HLADENÍ ROTUJÍCIM NÁSTROJOM

QUALITY CHANGES OF ASPEN AND BEECH SURFACE AFTER SMOOTHING BY ROTARY TOOL

Jozef Gáborík – Miloš Žitný

ABSTRACT

This paper deals with observation of the selected factors of rotation smoothing to the changes of the quality – roughness of the aspen and beech wood. Observation factors were moisture of the timber, speed of feed, wood species and numbers of smoothing. From the experimental results is obvious that after the rotating smoothing is roughness of the aspen and beech wood reduced. The quality of surface was 66 % by aspen wood and 50 % by beech wood higher.

Key words: roughness, rotary smoothing, speed of feed, moisture, rotary tool.

ÚVOD

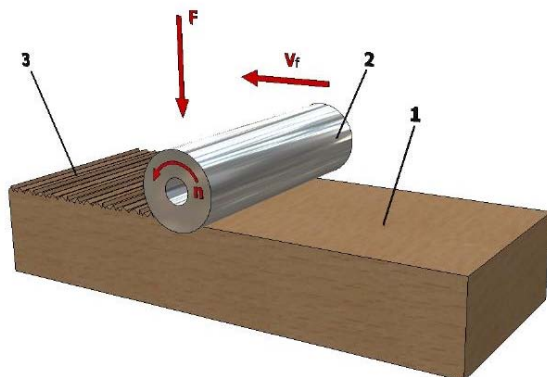
Drevo je obnoviteľná surovina, ktorá so svojimi špecifickými vlastnosťami je v tvrdom konkurenčnom prostredí s inými materiálmi. To nás núti hľadať nové technológie na redukovanie nežiaducich vlastností dreva a rozšíriť možnosti širšieho uplatnenia dreva v netradičných smeroch.

Jednou z možností na zlepšenie povrchových vlastností dreva je proces jeho hladenia. Hladenie patrí medzi finálne úpravy povrchu materiálov a je orientované na zvýšenie hladkosti bez odberu látkovej substancie. Princíp tejto metódy je založený na tvárnení povrchu dreva účinkom tlaku a tepla pôsobiaceho buď v dôsledku ohrevu nástroja, alebo v dôsledku trenia vznikajúceho medzi upravovaným povrchom a prítlačaným nástrojom. Na obrázkoch 1 a 2 môžeme vidieť dva základné princípy hladenia a to pomocou rotujúceho nástroja, alebo prostredníctvom lisovania. Pri hladení sa jednotlivé výstupky nerovnosti zatláčajú a zarovnávajú, čím sa spevňuje povrchová vrstva hladenej plochy.

Vplyvom tepla vzniká tzv. *termo-efekt*, ktorý generuje plastifikáciu voľných drevných vlákien v povrchových vrstvách a vplyvom tlaku sú následne vtláčené a zalisované do povrchu. Je predpokladom, že pri termohladení povrchu dreva vplyvom tepla prebehnú v dreve fyzikálne, ale aj chemické zmeny. Pri procesoch termohladenia dreva sú dosahované teploty nástroja v rozsahu od 250 °C do 450 °C (REHM a RAATZ 2005).

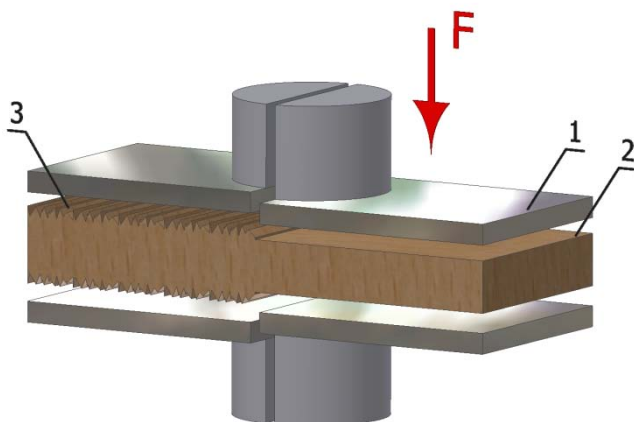
Takto upravený povrch sa stáva hladším a lesklejším z dôvodu tavenia lignínu, ktorý zalieva nerovnosti dreva. Vyhladený povrch vykazuje zníženú drsnosť a vyššiu hustotu v povrchových vrstvách. Kombinácia chemických a fyzikálnych procesov s mechanickým zhusťovaním povrchu vedie k tvorbe materiálu s novými vlastnosťami povrchu. Hladenie zaraďujeme medzi beztrieskové tvárnenie povrchu dreva a týmto sa stáva alternatívou pri príprave povrchu pred jeho povrchovou úpravou namiesto brúsenia. Na proces hladenia vplyva viacej faktorov, ako je druh materiálu, hustota, prítlak nástroja, teplota, rýchlosť posuvu, hladiaca rýchlosť a ďalšie (MÝTNY 1995, RAATZ 2002, WIELOCH 2001). Cieľom príspevku je prispieť k rozšíreniu

poznatkov o rotačnom hladení a zistiť vplyv vybraných faktorov na zmenu kvality – hladkosti povrchu osikového a bukového dreva. Zmenu hladkosti sme hodnotili na základe merania drsnosti povrchu.



Obr. 1 Princíp hladenia rotujúcim nástrojom. 1 – vyhladený povrch, 2 – hľadiaci nástroj (valec), 3 – neupravený (frézovaný) povrch, n – smer otáčok hľadiacieho nástroja, F – prítlačná sila, v_f – posuvná rýchlosť (ŽITNÝ 2009).

Fig. 1 Principle of smoothing with rotary tool. 1 – smoothing surface, 2 – smoothing tool (cylinder), 3 – untreated (milling) surface, n – operating speed and direction of rotation of smoothing tool, F – power action, v_f – feed speed (ŽITNÝ 2009).

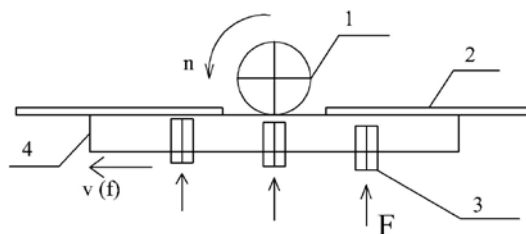


Obr. 2 Princíp hladenia lisovaním. 1 – vyhrievané lisovacie platne, 2 – vyhladený povrch, 3 – neupravený (frézovaný) povrch, F – prítlačná sila (ŽITNÝ 2009).

Fig. 2 Principle of press smoothing. 1 – heating pressing plate, 2 – smoothing surface, 3 – untreated (milling) surface, F – power action (ŽITNÝ 2009).

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Pre experimenty sme použili 6 skúšobných plôch bukových (*Fagus sylvatica*) a 6 osikových (*Populus tremula*). Skúšobné telesá sme klimatizovali na dve vlhkostné hladiny $w_1 = 6 \pm 2 \%$ a $w_2 = 14 \pm 2 \%$. Priemerná hustota bukových telies pri w_0 bola $\rho_0 = 676 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a osikových $\rho_0 = 404 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Rotačné hladenie sme vykonali prostredníctvom nevyhrievaného rotačného oceľového valca o priemere $D = 120 \text{ mm}$, na tangenciálnych plochách, pri konštantných otáčkach $n = 4500 \text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$ a pri hĺbke zatlačania $h_1 = 0,25 \text{ mm}$ (Obr. 3). Sledovali sme vplyv dvoch rýchlostí posuvu ($v_{f1} = 6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$, $v_{f2} = 10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$). Hladenie každej plochy sme vykonali 1 až 3×.

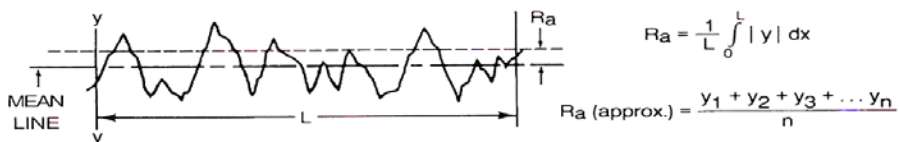


Obr. 3 Princíp rotačného hladenia. 1 – rotujúci hladiaci nástroj, 2 – oporné pravítko, 3 – posúvacie zariadenie, 4 – skúšobné teleso, n – otáčky a smer otáčania hladiaceho nástroja, v_f – rýchlosť posuvu a jej smer, F – prítlačná sila (prítlak).

Fig. 3 Principle of rotary smoothing. 1 – rotary smoothing tool, 2 – guide gib, 3 – transport mechanism, 4 – specimen, n – operating speed and direction of rotation of smoothing tool, v_f – feed speed and its direction, F – direction of power action (pressure).

Zmenu kvality povrchu po rotačnom hladení sme hodnotili na základe merania drsnosti povrchu pred a 30 minút po hladení v pozdĺžnom smere vzhľadom na vlákna a v kolmom smere vzhľadom na vlákna. Pred hladením boli sledované plochy opracované frézovaním. Drsnosť sme zisťovali pomocou kontaktného drsnomeru POCKET SURF s polomerom snímača nerovnosti $r = 0,005$ mm. Zisťovali sme strednú aritmetickú odchýlku posudzovaného profilu R_a (μm).

R_a definujeme podľa STN EN ISO 4287 ako obojstrannú nepravidlosť drsnosti vzťahujúcu sa k stredovej čiare vo vyhodnocovanej dĺžke (L). Vypočíta sa podľa rovnice uvedenej na obr. 4.



Obr. 4 Stredná aritmetická odchýlka profilu R_a . L – základná dĺžka v smere osi x (poloha osi x je totožná s polohou strednej čiary profilu v rozsahu základnej dĺžky), $|y|$ – výška profilu v ľubovoľnej polohe x.

Fig. 4 Mean arithmetic deviation of profile R_a . L – basic length in x axis (x axis is identical with the profile middle line in the range of basic length), $|y|$ – profile height in random point x.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Teplota, tlak a čas sú hlavné faktory vplyvajúce na správanie sa povrchu dreva počas jeho hladenia. Pri hladení v mieste styku hladiaceho nástroja so skúšobným telesom vzniká v dôsledku trenia teplo. Vzniknuté teplo významne pôsobí na povrchovú vrstvu, kde dochádza k premene polymérov dreva (najmä lignínu a hemicerulóz) zo sklovitého do kaučukovitého – plastického stavu. Vplyvom tlaku sa deformujú bunkové steny. Výsledkom je, že bunkové steny sú deformované a sú často pokryté amorfou látkou, čím sa menia - upravujú niektoré fyzikálne a mechanické vlastnosti dreva (LIPTÁKOVÁ 2000).

Výsledky experimentov sú uvedené v tab. 1 a 2. Tabuľky obsahujú priemerné hodnoty drsnosti – R_a (μm) a variačné koeficienty – V_f povrchu bukového a osikového dreva pred a po hladení v pozdĺžnom a kolmom smere vzhľadom na vlákna.

V tab. 1 a 2 môžeme vidieť významne vyššiu drsnosť povrchu pred hladením osikového a bukového dreva zisťovanú v kolmom smere vzhľadom na vlákna. Povrch bukového a osikového dreva má zložitú morfológiu, ktorá je spôsobená heterogénnou anatomickou stavbou a je ovplyvnená najmä pórovitosťou dreva. Pórovitosť dreva závisí od jeho hustoty.

So stúpajúcou hustotou pórovitosť dreva klesá. Pri našich hodnotách priemernej hustoty (osikové drevo $\rho_0 = 404 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, bukové drevo $\rho_0 = 676 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) sme vypočítali pórovitosť podľa vzťahu (POŽGAJ 1993):

$$p = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_s}\right) \cdot 100 \text{ [%]}$$

Rozdiel pórovitosti medzi týmito drevinami je 18 %. Na základe tohto rozdielu môžeme predpokladať, že drsnosť osikového dreva bude vyššia. Tento predpoklad potvrdzujú aj údaje v tab. 1 a 2, kde z pohľadu druhu dreviny môžeme konštatovať, že vyššiu vstupnú drsnosť má povrch osikového dreva. Na základe hodnôt uvedených v tab. 1 a 2, môžeme predikovať, že nastal jednoznačný pokles drsnosti povrchu osikového aj bukového dreva po jeho hladení.

Drsnosť rotačne vyhladených povrchov v našich experimentoch môžeme porovnať aj s drsnosťou, ktorú namerali iní autori. Valcovaním bukového dreva dosiahol (WIELOCH 2009) $R_a = 2,3 \text{ }\mu\text{m}$, brúsením bukového dreva dosiahla (KAMENSKÁ 2009) $R_a = 1,57 \text{ }\mu\text{m}$ a lisovaním osikové dreva (GÁBORÍK 2009) $R_a = 2,37 \text{ }\mu\text{m}$.

Tab. 1 Priemerné hodnoty drsnosti – R_a [μm] a variačné koeficienty – V_f bukového dreva pred a po hladení

Tab. 1 Mean values of roughness – R_a [mm] and coefficients of variation – V_f beech wood before and after smoothing

	Smer rovnobežne s vláknami				Smer kolmo na vlákna			
	w = 6 %	V_f	w = 14 %	V_f	w = 6%	V_f	w = 14 %	V_f
Pred hladením	2,68	20,49	2,81	16,83	5,30	7,36	5,52	5,95
Po hladení	2,28	18,09	2,26	20,24	4,36	13,27	4,36	17,24

Tab. 2 Priemerné hodnoty drsnosti – R_a [μm] a variačné koeficienty osikového dreva pred a po hladení

Tab. 2 Mean values of roughness – R_a [mm] and coefficients of variation – V_f aspen wood before and after smoothing

	Smer rovnobežne s vláknami				Smer kolmo na vlákna			
	w = 6 %	V_f	w = 14 %	V_f	w = 6 %	V_f	w = 14 %	V_f
Pred hladením	2,75	20,49	3,37	18,57	5,83	6,94	5,85	5,98
Po hladení	1,65	28,63	1,63	22,55	2,78	16,09	3,81	18,56

V ďalšom kroku sme sledovali kvalitu povrchu bukového a osikového dreva z pohľadu jednotlivých sledovaných faktorov, ktorú sme hodnotili pomocou zníženia drsnosti v percentuálnom vyjadrení.

Vplyv dvoch skupín vlhkosti 6 % a 14 % pri jednotlivých parametroch rotačného hladenia – rýchlosť posuvu, počet hladení a druhu dreviny sa na kvalite povrchu dreva vo výraznejšej miere neprejavil (Obr. 5 a 6).

Z hľadiska rýchlosti posuvu môžeme predpokladať, že rýchlosť posuvu ovplyvňuje kvalitu povrchu, resp. zníženie drsnosti povrchu (Obr. 5 a 6). Zmenou rýchlosti posuvu meníme čas hladenia a teplotu, ktorá vzniká trením medzi hladiacim nástrojom a skúšobným telesom. Na základe tohto môžeme usúdiť, že znížením rýchlosti posuvu dosiahneme lepšiu plastifikáciu – tavenie polymérov v povrchových vrstvách a tým väčšie zníženie drsnosti.

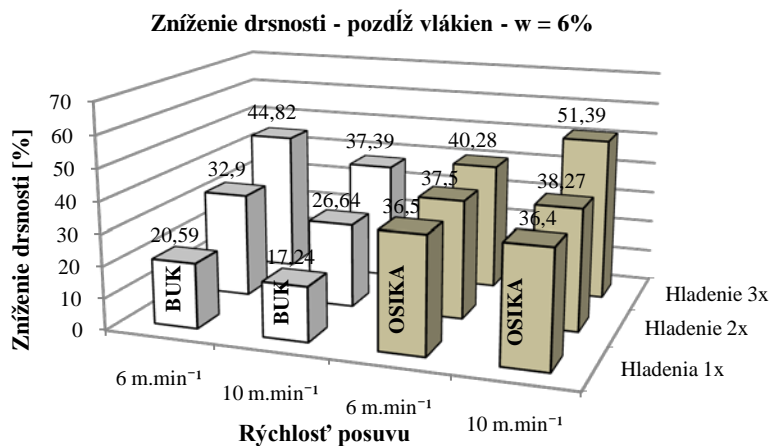
Pri našich stanovených rýchlostiach posuvu sme znížili drsnosť nasledovne:

- Buk: pri $10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ od 17,24 do 45,11 %,
 - pri $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ od 20,59 do 50,87 %.
- Osika: pri $10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ od 33,13 do 55,74 %,
 - pri $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ od 36,5 do 66,72 %.

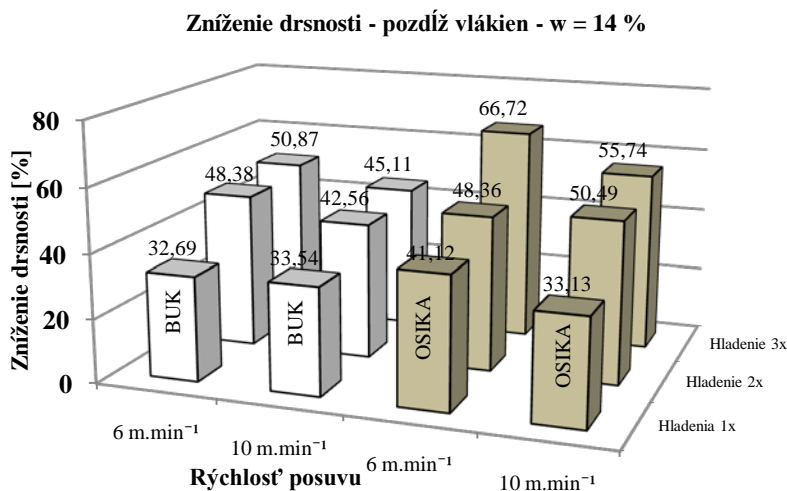
Z týchto údajov vyplýva, že znižovaním rýchlosti posuvu môžeme znížiť drsnosť povrchu, t.j. zvýšiť hladkosť povrchu dreva.

Na obr. 5 a 6 môžeme vidieť, že zvyšovaním počtu hladenia sme drsnosť povrchu bukového a osikového dreva znižovali. Na bukových skúšobných telesách pri rýchlosti posuvu $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ a vlhkosti 6 % sme drsnosť znížili po prvom hladení o 20,59 %, po druhom o 32,9 % a po treťom o 44,82 %. To znamená, že druhým hladením sme znížili drsnosť o 12,31 %, a tretím o ďalších 11,92 %. Tento rozdiel zníženia drsnosti si môžeme vysvetliť tak, že po prvom hladení sme významne zvýšili hustotu povrchu dreva a opakovaným hladením sme tento povrch už výraznejšie nedokázali zhustiť.

Na osikovom dreve sme dosiahli najväčšie zníženie drsnosti pri rýchlosti posuvu – $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$, po troch hladeniach a pri vlhkosti 14 %. Pri týchto podmienkach hladenia sme znížili drsnosť povrchu dreva o 66,72 % oproti frézovanému povrchu (Obr. 6).



Obr. 5 Zníženie drsnosti v smere pozdĺž vlákien pri 6 % vlhkosti osikového a bukového dreva.
Fig. 5 Decrease of roughness in the direction along the fibers by the 6% m. c. of aspen and beech wood.



Obr. 6 Zníženie drsnosti v smere pozdĺž vlákien pri 14 % vlhkosti osikového a bukového dreva.
Fig. 6 Decrease of roughness in the direction along the fibers by 14 % m. c. of aspen and beech wood.

ZÁVER

S rozvojom nových technológií a technických zariadení sa vytvárajú predpoklady k zavádzaniu intenzívnych a ekonomických spôsobov úpravy povrchu dreva. Jedným z perspektívnych spôsobov úpravy povrchu dreva je jeho hladenie. V práci sme sa zamerali na úpravu povrchu osikového a bukového dreva rotačným hladením. Sledovali sme vplyv niekoľkých faktorov a to posuvná rýchlosť, vlhkosť, druh dreveniny a počet hladení na zmenu kvality povrchu dreva.

Zo zmeny rýchlosti posuvu môžeme predikovať, že s jej znížením zvýšime hladkosť resp. znížime drsnosť povrchu. Jednoznačne môžeme konštatovať, že opakovaním hladenia znižujeme drsnosť povrchu. Vplyv vlhkosti (6 % a 14 %) sa výraznejšie neprejavil. Najvýraznejšie zníženie drsnosti o 66 % sme dosiahli na osikovom dreve pri rýchlosti posuvu $6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$, vlhkosti 14 % a po troch hladeniach. Pri bukovom dreve sme za rovnakých podmienok znížili drsnosť o 50,87 %.

LITERATÚRA

- GÁBORÍK, J., GÁLISOVÁ, K. 2009. Pressing influence on surface quality of wood. In *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Forestry and Wood Technology* No. 67, Warszawa, s. 111–117. ISSN 1898-5912.
- KAMENSKÁ, K. 2009. Vplyv rôznych druhov mechanického opracovania bukového dreva na vybrané vlastnosti povrchovej úpravy. Diplomová práca, Zvolen: TU vo Zvolene, 65 s.
- LIPTÁKOVÁ, E., KÚDELA, J. 2000. Vlastnosti povrchu bukového dreva pri rôznom spôsobe mechanického opracovania. In *Procesy trieskového a beztrieskového obrábania dreva*, s. 107–115.
- MÝTNY, F. 1995. Možnosti leštenia profilov na MDF trením. *Drevo*, 50: 242–244.
- POŽGAJ, A. a kol. 1993. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Príroda, 468 s.
- RAATZ, CH. 2002. Thermoglätten als Alternative zum Schleifen. *Holz – Zentralblatt*, 71: 867.
- REHM, K., RAATZ, CH. 2005. Thermoglätten mit Zukunft – Staubfreie MDF - Feinbearbeitung für die Industrie, *Holztechnologie* 46(1): 50–55.
- WIELOCH, G. a kol. 2001. Wygladzanie powierzchni drewna i materiałów drewnopochodnych. In *Technologia drewna*. Poznan: Wydawnictwo akademi rolniczej, 199 s.
- ŽITNÝ, M. 2009. Termohladenie povrchu dreva. Písomná práca k dizertačnej práci, Zvolen: TU vo Zvolene, 44 s.
- STN EN ISO 4287 Geometrická špecifikácia vybraných charakteristík povrchu: profil materiálu a termíny, definovanie a parametre povrchu, 1999.

Adresa autorov

Ing. Jozef Gáborík, PhD.
Ing. Miloš Žitný
Technická univerzita vo Zvolene
Drevárska fakulta
Katedra nábytku a drevárskych výrobkov
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovenská republika