

VPLYV ÚPRAVY PÍLOVÝCH PÁSOV NA NEROVNOSTĚ POVRCHU PRI PÍLENÍ BUKOVEJ SUROVINY NA KMEŇOVEJ PÁSOVEJ PÍLE

THE INFLUENCE OF TEATMENT SAW BANDS ON SURFACE ROUGHNESS AT SAWING BEECH MATERIALS ON HORIZONTAL BAND SAW

Eva Adamcová – Mikuláš Siklienka –Richard Kminiak

ABSTRACT

The present article deals with the surface roughness when sawing frozen and unfrozen raw beech materials with horizontal band saw MEBOR HTZ – 1000. The experiment was realized at the cutting height 200, 300 and 400 mm in the range of values indicated chip length (IDT) 0 to 6000 m at a constant sliding speed of $10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$. The cutting process was carried out saw bands of tool steel with cutting edge treatment swagered teeth and stellite teeth. As an indicator of surface roughness values were chosen for the full depth of the primary profile P_z recorded using a laser measuring device LPM-4.

The article compares effects of changes in the treatment of bandsaw cutting edge with respect to their life and surface finish. On the basics of compares justifies the appropriateness use of band saw blades with stellite teeth.

Key words: beech materials, surface roughness, saw band with stellite teeth, saw band with swagered teeth, horizontal band saw.

ÚVOD

V procese pílenia drevného materiálu vzniká hlavný produkt a trieska, pričom ich vlastnosti sú závislé tak od fyzikálno-mechanických vlastností píleného materiálu ako i od tvaru, rozmerov, ostrosti rezného nástroja a technicko-technologických podmienok realizácie procesu pílenia (DZURENDA 2009, GOGLIA 1994, Očkajová *et al.* 2010, KOPECKÝ a ROUSEK 2007).

Povrch obrobeného drevného materiálu je charakterizovaný nerovnosťou povrchu. Nerovnosť povrchu sa prejavuje viac alebo menej pravidelným vystupovaním čiastočiek z obrobeného povrchu. Rovnako sa môže prejavovať vlnitosťou, ktorú spôsobujú stopy po nástroji ako dôsledok samotnej kinematiky nástroja alebo jeho porušenia či nepresného upnutia (KLEMENT a DETVAJ 2007). SIKLIENKA (2004) či SANDAK a NEGRI (2005) uvádzajú 4 triedy nerovnosti povrchu: odchýlka tvaru, vlnitosť, drsnosť a mikrodrsnosť.

Z hľadiska pílenia rastlého dreva na kmeňovej pásovej píle sa zaužívalo sledovanie kvality obrobku na základe parametra nerovnosti povrchu (obvykle P_z – najväčšia výška primárneho profilu) a na základe odchýlky hrúbky zrezávanej vrstvy. Obidva parametre sú sledované v závislosti od indikovanej dĺžky triesky. Tento spôsob sledovania kvality bol

použitý v prácach FRYKOVÁ a SIKLIENKA (2010), SIKLIENKA *et al.* (2008), či SIKLIENKA a MOLITOR (2011).

Symbolom P_z sa označuje najväčšia výška primárneho profilu, čo je súčet najväčšej výšky profilu Z_p a najväčšej priehlbiny profilu Z_v v rozsahu základnej dĺžky (STN EN ISO 4287).

Indikovaná dĺžka tresky (IDT) je dráha reznej hrany nástroja počas jej prechodu obrobkom. Aplikuje sa pri vzájomnom porovnaní výsledkov pri rôznych rezných výškach.

Cieľom príspevku je popísať vplyv vybraných parametrov (rezná výška, IDT a opotrebenie rezného klína) v procese pílenia buka lesného na horizontálnej kmeňovej pásovej píle Mebor HTŽ – 1000. Praktickým výstupom príspevku sú odporúčania pre voľbu konkrétneho pílového pásu, vzhľadom na kvalitu opracovaného povrchu pre pílenie bukovej dreveniny v zamrznutom a nezamrznutom stave.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Charakteristika vstupného materiálu

Vstupnou surovinou pre prípravu príziem pre experiment boli piliarske výrezy dĺžky 2 m z dreveniny - buk lesný (*Fagus Sylvatica, L.*), s vlhkosťou 53 až 56 % v zamrznutom a nezamrznutom stave.

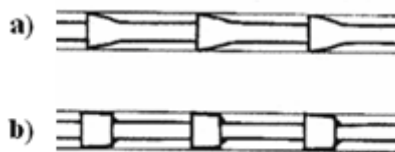
Z piliarskych výrezov boli na kmeňovej pásovej píle MEBOR HTŽ – 1000 narezané prizmy výšky 200, 300 a 400 mm, na ktorých sa vykonávali jednotlivé experimentálne rezy.

Charakteristika strojného zariadenia

Experimenty prebiehali na kmeňovej pásovej píle MEBOR HTŽ 1000 nachádzajúcej sa vo Vývojových dielňach a laboratóriách (VDL) na TU vo Zvolene.

Charakteristika nástroja - pílových pásov

Použitie pílové pásy boli vyrobené z materiálu UHB 15 (UDDEHOLM) o tvrdosti 38–44 HRc. Dodávateľom týchto pílových pásov je Pilana Tools a. s.. Pílové pásy mali vlčie ozubenie s uhlovou geometriou ($\alpha = 15^\circ$, $\beta = 50^\circ$, $\gamma = 25^\circ$, $\delta = 65^\circ$). Rezné hrany pílových pásov boli upravené rozvádzaním (obr. 1a) a stelitovými návarkami (obr. 1b).



Obr. 1 Spôsob úpravy zubov pásových píľ: a) roztláčaním, b) stelitovaním.
Fig. 1 The adjustment teeth of band saws: a) swaging teeth, b) stellite teeth.

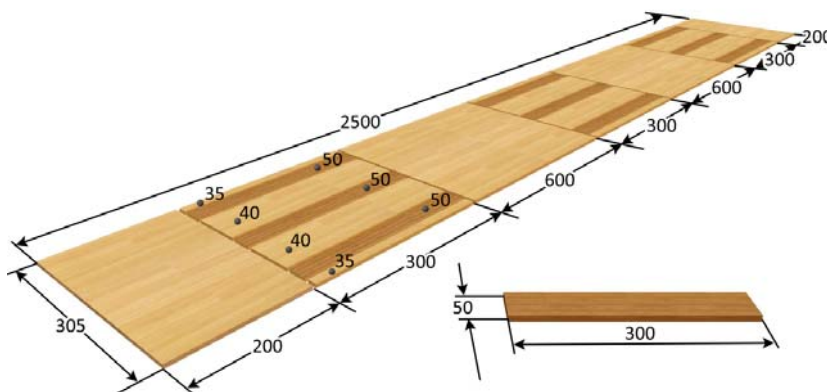
Postup vymanipulovania skúšobnej vzorky

Po založení naostreného roztláčaného pílového pásu a následnom upnutí prizmy reznej výšky 200 mm boli vykonané dva rezy, pri ktorých boli odobraté vzorky na stanovenie nerovnosti povrchu. Odobraté vzorky predstavovali nerovnosť povrchu pri 0 m IDT. Tento spôsob odoberania vzoriek sa opakoval po každých 500 m IDT. Pri dosiahnutí každej požadovanej hodnoty IDT (0, 500, 1000,) bolo na pílovom páse zmerané jeho opotrebenie na 5 zuboch. Rovnakým spôsobom sa po preostrení nástroja pokračovalo aj

pri rezných výškach 300 a 400 mm. Totožný postup bol aplikovaný aj na pílový pás so stelitovými návarkami. Experiment bol realizovaný aj na zamrznutých prizmách.

Metóda merania nerovnosti povrchu a opotrebenia rezného klina

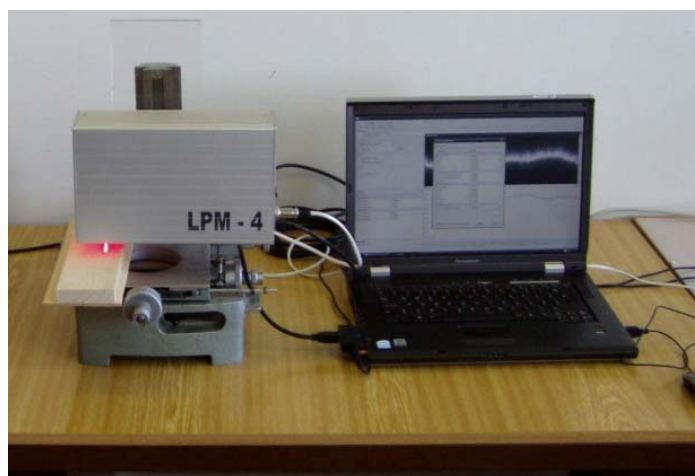
Nerovnosť povrchu bola meraná na vzorkách s rozmermi $300 \times 50 \times 3$ mm. Vzorky boli vymanipulované na základe perezovej schémy (obr. 2).



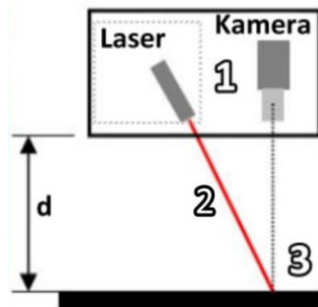
Obr. 2 Výber vzorky pre meranie nerovnosti povrchu.
Fig. 2 Sampling for measurement of surface roughness.

Nerovnosti povrchu sme merali laserovým meracím zariadením typu LPM-4, ktoré bolo zostavené na Katedre obrábania dreva TU vo Zvolene v spolupráci s vývojovou spoločnosťou Kvant s.r.o.

Meracia aparátúra (obr. 3) pozostávala z laserového profilometra LPM-4 umiestneného na výškovo nastavovateľnej konzole a zo záznamovo - vyhodnocovacej jednotky s nainštalovaným softwarom LPM View. LPM využíva tiangulačný princíp laserovej profilometrie. Obraz laserovej čiary je snímaný pod uhlom digitálnou kamerou. Zo zosnímaného obrazu je následne vyhodnotený profil objektu v priereze (SIKLIENKA, ŠUSTEK 2001). Princíp činnosti laserového profilometra bližšie ilustruje obr. 4.



Obr. 3 Meracia aparátúra.
Fig. 3 Measuring apparatus.



1 – kamera, 2 – lasér, 3 – skúšobná vzorka, d - vzdialenosť medzi LPM a meraným objektom

Obr. 4 Princíp činnosti laserového profilometra LPM 4.
Fig. 4 Principle of laser profilometer 4 LPM.

Podľa aktuálnej drevárskej normy STN EN ISO 4288 sa hodnotila nerovnosť povrchu na dĺžke 80 mm. Nerovnosť povrchu bola meraná v smere posuvu skúšobnej vzorky v procese rezania. Nerovnosť povrchu bola vyhodnotená na základe najväčšej výšky primárneho profilu P_z .

Meranie opotrebenie rezného klina bolo vykonané mikroskopickou metódou použitou HAJNÍKOM a FRYKOVOU (2008). Jedná sa o spôsob vyhodnotenia, kde sa za pomoci digitálneho fotoaparátu a mikroskopu vyhotoví digitálna fotografia rezného klina, ktorá sa následne graficky vyhodnotí v programe AutoCAD.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vplyv IDT na nerovnosť povrchu

Ako štatisticky najvýznamnejší faktor ovplyvňujúci nerovnosť povrchu sa prejavil vplyv indikovanej dĺžky triesky (IDT). V praxi to znamená, že zvyšovaním IDT sa bude zvyšovať nerovnosť povrchu, teda inak povedané, čím viac dreveného materiálu bude popíleného, tým väčšia bude nerovnosť povrchu (tab. 1).

Pri roztláčanom pílovom páse bol experiment vykonaný do 4500 m IDT. Nad touto hranicou bol experiment prerušený, nakoľko vznikajúci povrch vzoriek nezodpovedal kvalitatívnym požiadavkám na rezivo (dochádzalo k nadmernému vytrhávaniu vlákien z povrchu vzoriek). Pri pílovom páse so stelitovými návarkami došlo k obdobnému javu nad hranicou 6000 m IDT.

Zvýšenie nerovnosti povrchu je spojené s mechanizmom opotrebenia rezného klina (tab. 2) a so zmenou šírky reznej hrany.

Z pohľadu nerovnosti obrobeneho povrchu (tab.1) je kvalitnejší povrch dosiahnutý pri úprave reznej hrany stelitovými návarkami, čo sa zhoduje s tvrdeniami Okai et al. (2005, 2006). Rovnako ako Siklienka (2004), Wilkowski a Górski (2006), Carp a Badescu (2006) aj my sme pozorovali, že nerovnosť obrobeneho povrchu narastá s nárastom identifikovanej dĺžky triesky (tab. 1) ako dôsledok opotrebenia rezného klina (tab. 2). Na potvrdenie tejto skutočnosti bola urobená vzájomná korelácia nerovnosti povrchu a opotrebenia rezného klina a korelácia nerovnosti povrchu a šírky reznej hrany. Korelácia potvrdila hypotézu vplyvu týchto faktorov.

Tab. 1 Najväčšia výška primárneho profilu P_z v závislosti od IDT na bukových vzorkách v nezamrznutom stave.

Tab. 1 Maximum height of the primary profile P_z intended for cutting up depending on IDT in the unfrozen beech samples.

Najväčšia výška primárneho profilu P_z [μm]								
IDT [m]	Pílový pás							
	Roztláčaný				Stelitovaný			
	Rezná výška [mm]				Rezná výška [mm]			
	200	300	400	priemer	200	300	400	priemer
0	88	110	84	94	97	98	91	89
500	114	111	100	108	104	101	95	100
1000	116	122	112	117	112	111	103	109
1500	121	124	113	113	126	122	104	117
2000	122	127	122	117	141	126	106	115
2500	113	133	127	115	141	128	132	116
3000	136	135	139	133	142	133	136	137
3500	153	137	151	146	129	140	143	138
4000	162	139	144	148	138	142	149	137
4500	155	150	150	152	173	146	132	143
5000	-	-	-	-	153	148	140	147
5500	-	-	-	-	146	152	155	151
6000	-	-	-	-	157	161	164	161
priemer (4500 m)	128	121	124	124	130	111	119	120
priemer (6000 m)	-	-	-	-	135	121	127	128

Tab. 2 Priemerný polomer zaoblenia rezného klina v závislosti od IDT na bukových vzorkách v nezamrznutom stave.

Tab. 2 The average radius of the cutting wedge depending on the IDT in the unfrozen beech samples.

Polomer zaoblenia rezného klina r_n [μm]		
IDT [m]	Pílový pás	
	Roztláčaný	Stelitovaný
0	8	16
500	22	42
1000	27	43
1500	32	41
2000	44	45
2500	54	51
3000	63	40
3500	74	52
4000	91	49
4500	110	52
5000	-	49
5500	-	55
6000	-	58
Δ (0 - 4500 m IDT)	102	36
Δ (0 - 6000 m IDT)	-	42

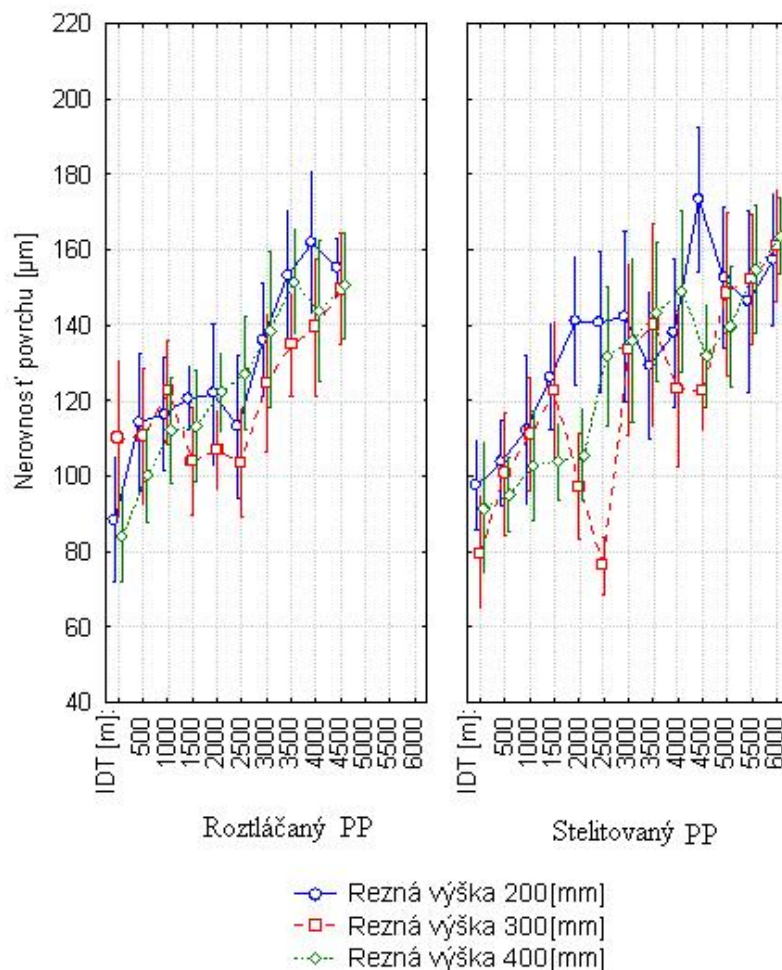
Preukázala sa previazanosť nárastu opotrebovania rezného klínu s narastaním indikovanej dĺžky triesky, čo vo svojich prácach potvrdili aj LISIČAN *et al.* (1996), OČKAJOVÁ (2001), JAVOREK a NOVÁČEK (2005) a SIKLIENKA *et al.* (2007).

Naše vyhodnotenia potvrdili závery MÁDLA (1990) a JURKA *et al.* (2005), že opotrebenie rezného klína narastá vo väčšej miere pri použití pílového pásu s úpravou reznej hrany roztláčaním ako pri pílovom pásu s úpravou reznej hrany stelitovými návarkami v dôsledku rozdielneho mechanizmu opotrebenia. V prípade pílového pásu

s úpravou reznej hrany stelitovými návarkami dochádza k opotrebeniu rezného klina lomom reznej hrany. V prípade pílového pásu s úpravou reznej hrany roztláčaním dochádza k opotrebeniu rezného klina tzv. plastickou deformáciou. Tento jav možno vysvetliť i na základe rozdielneho zloženia reznej hrany nástroja a orientácie normálových napätí v reznom klíne.

Vplyv reznej výšky na nerovnosť povrchu

V poradí ako druhy štatisticky významný faktor sa prejavila rezná výška (RV). Z obr. 5 je zrejmé, že pri pílení prizmy reznej výšky 200 mm bola nerovnosť povrchu najväčšia, pri prizme reznej výšky 300 mm bola nerovnosť povrchu najnižšia a pri pílení prizmy reznej výšky 400 mm bola nerovnosť povrchu približne na úrovni reznej výšky 300 mm. Z uvedeného vyplýva, že najlepší (najkvalitnejší) povrch vznikol pri pílení prizmy reznej výšky 300 mm.



Obr. 5 Závislosť nerovnosti povrchu od IDT, na bukových vzorkách v nezamrznutom stave, rozdelená podľa rezných výšok a v stĺpci podľa pílových pásov s úpravou reznej hrany roztláčaním a so stelitovými návarkami.

Fig. 5 Dependence of surface roughness of the IDT, in the unfrozen beech samples, is divided by cutting heights and column according to band saw with swaged teeth and saw band with stellite teeth.

Z obr. 5 možno vyčítať, že rozdiel nerovnosti povrchu pri rezných výškach 200 a 300 (mm) ako aj 200 a 400 (mm) je štatisticky významný a je spôsobený rôznou stabilitou pílových pásov. Ďalej môžeme vidieť, že rozdiel nerovnosti povrchu pri rezných výškach 300 a 400 (mm) je štatisticky nevýznamný aj napriek stále zvyšujúcej sa stabilite pílového

pásu (dochádza k menšiemu chveniu, keďže pílový pás je v materiáli na väčšej ploche). Je to spôsobené zvyšujúcim sa trením pílových pásov o materiál v reznej medzere a väčším zaplnením zubovej medzery, čo pôsobí kontraproduktívne na kvalitu vytvoreného povrchu. Z hľadiska kvality povrchu a použitých typov pílových pásov vieme preukázať, že pri použití roztláčaných pílových pásov je zaznamenaná nižšia kvalita povrchu súčasne s menšou životnosťou nástroja.

Porovnanie zamrznutého a nezamrznutého dreva

Pre porovnanie uvádzame v tab. 3 priemernú najväčšiu výšku primárneho profilu P_z pre nezamrznuté a zamrznuté bukové prizmy rezané pri reznej výške 300 mm pílovými pásmi (PP) s úpravou reznej hrany roztláčaním a so stelitovými návarkami.

Tab. 3 Priemerná najväčšia výška primárneho profilu P_z pre nezamrznuté a zamrznuté bukové prizmy rezané pri reznej výške 300 mm.

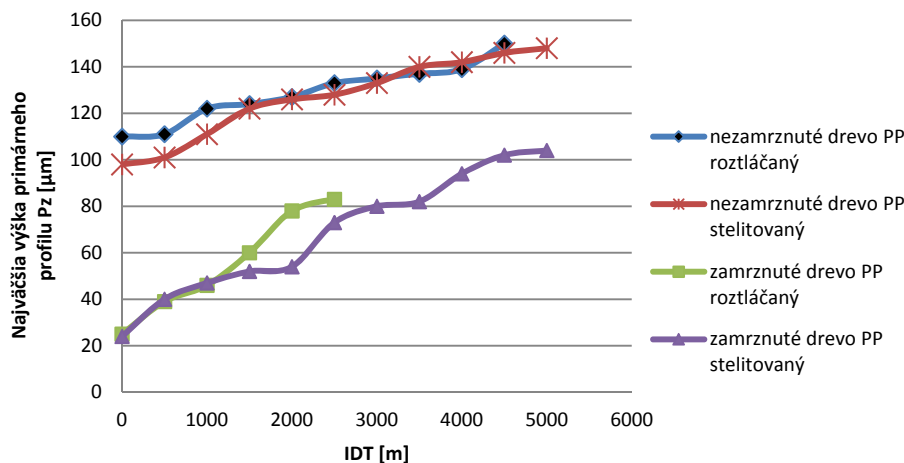
Tab. 3 The average maximum height of the primary profile for P_z unfrozen and frozen beech prisms in the cutting height of 300 mm.

Najväčšia výška primárneho profilu P_z [μm]				
IDT [m]	nezamrznuté drevo		zamrznuté drevo	
	Pílový pás			
	Roztláčaný	Stelitovaný	Roztláčaný	Stelitovaný
	Rezná výška 300 mm			
0	110	98	25	24
500	111	101	39	40
1000	122	111	46	47
1500	124	122	60	52
2000	127	126	78	54
2500	133	128	83	73
3000	135	133		80
3500	137	140		82
4000	139	142		94
4500	150	146		102
5000		148		104

Z tab. 3 a obr. 6 vyplýva, že pre realizovaný rozsah IDT (0–2500 m) boli zaznamenané nižšie hodnoty nerovnosti povrchu pri zamrznutých bukových prizmách ako pri nezamrznutých. Pri rýchlosti posuvu $10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ bola pri hodnote 2500 m IDT pri zamrznutých prizmách zaznamenaná nerovnosť povrchu $73 \mu\text{m}$ pre PP s úpravou reznej hrany stelitovaním a $83 \mu\text{m}$ pre PP s úpravou reznej hrany roztláčaním, čo predstavuje rozdiel $10 \mu\text{m}$. Pri nezamrznutých prizmách bola pri 2500 m IDT zaznamenaná nerovnosť povrchu $128 \mu\text{m}$ pre PP s úpravou reznej hrany stelitovaním a $133 \mu\text{m}$ pre PP s úpravou reznej hrany roztláčaním, čo predstavuje rozdiel $5 \mu\text{m}$.

Zo vzájomného porovnania pílenia zamrznutých a nezamrznutých prziem možno vypočítať, že v prípade úpravy reznej hrany stelitovými návarkami je vyššia kvalita vytvoreného povrchu v prípade zamrznutých prziem, čo korešponduje aj s tvrdeniami LISTRUMA (2001), zaoberajúceho sa problematikou pílenia zamrznutých tvrdých a mäkkých drevín.

Pri pílení zamrznutého dreva bol povrch kvalitnejší, ale pílenie sme uskutočnili pri roztláčanom pílovom páse len do 2500 m IDT a pri stelitovanom pílovom páse do 5000 m IDT. Z tab. 3 môžeme vyčítať, že stelitovaný pílový pás je oproti pílovému pásu roztláčanému vhodnejší na pílenie tak zamrznutého ako aj nezamrznutého dreva.



Obr. 6 Vplyv IDT pri reznej výške 300 mm na P_z
 Fig. 6 Effect of IDT in the cutting height of 300 mm at P_z

ZÁVER

Pri pílení na kmeňovej pásovej pile pri použití pílového pásu s úpravou reznej hrany roztláčaním v rozmedzí 0–4500 m IDT bola najväčšia výška primárneho profilu P_z na úrovni 94 až 152 μm . Pri použití pílového pásu s úpravou reznej hrany stelitovými návarkami, za rovnakých podmienok procesu pílenia, bola najväčšia výška primárneho profilu P_z v intervale 89 až 143 μm .

Najväčšia výška primárneho profilu stúpala každých 500 m IDT v priemere o 6 μm . Pri pílení zamrznutého dreva pílovým pásom s úpravou reznej hrany roztláčaním bola najväčšia výška primárneho profilu o 10 μm menšia ako pri pílení nezamrznutého dreva. Pri pílových pásach s úpravou reznej hrany stelitovými návarkami to bolo o 5 μm menej.

Z hľadiska kvality vytvoreného povrchu je možné konštatovať, že so zvyšovaním reznej výšky dochádzalo k skvalitňovaniu povrchu.

Na základe porovnania vplyvu úpravy reznej hrany pílových pásov s ohľadom na ich životnosť a kvalitu opracovaného povrchu je pre pílenie bukovej suroviny vhodnejšie používať pílové pásy so stelitovými návarkami.

LITRATÚRA

- CARP, C., BADESCU, L. A.-M. 2006. The evolution of tools wearing and surface quality during MDF milling. In.: Trendy lesníckej, drevárskej a environmentálnej techniky a jej aplikácie vo výrobnom procese. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene.
- DETVAJ, J. 2003. Technológia piliarskej výroby. Zvolen : TU vo Zvolene, 2003, s. 112–115.
- DZURENDA, L. 2009. Štruktúra zrnitosti a podiel izometrických triesok v mokrej piline z procesov pílenia dreva na hlavných piliarskych strojoch. Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen, 51(1): 55–66. ISSN 1336-3824.
- FRYKOVÁ, D. 2010. Vplyv vybraných faktorov na rezný proces zmrznutého bukového dreva na kmeňovej pásovej pile. [Dizertačná práca]. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2010, 149 s.
- FRYKOVÁ, D., SIKLIENKA, M. 2010. Vplyv vybraných faktorov na nerovnosť povrchu pri pílení zmrznutého bukového dreva. In.: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, s. 77–84.
- GOGLIA, V. 1994. Strojevi i alati za obradu dreva I. Zagreb : GRAFA, 1994, 235 s.

- HAJNÍK, I. 2008. Vplyv vybraných technicko-technologických parametrov na kvalitu pílenia bukoveho dreva na kmeňovej pásovej pile. [Dizertačná práca]. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2008, 118 s.
- HÁJNIK, I., FRYKOVÁ, D. 2008. Vplyv použitého pilového pásu na opotrebenie rezného klina pri pílení bukových prízíem na kmeňovej pásovej pile. In.: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene. 2008. s. 99–111.
- JAVOREK, Ľ., NOVÁČEK, E. 2005. Rezný klin – opotrebovanie a optimalizácia. Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen, 2005, XLVII(1): 52–55. ISBN 80-228-1560-8.
- JURKO, J. a kol. 2005. Opotrebovanie rezných nástrojov. MM Prumyslové spektrum, 2005, 4: 34, [cit. 12.06.2008], <http://www.mmspektrum.com/clanek/opotrebovanie-reznych-nastrojov>
- KLEMENT, I., DETVAJ, J. 2007. Technológia prvostupňového spracovania dreva. 2007. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 300 s.
- KOPECKÝ, Z., ROUSEK, M. 2007. Dustiness in high-speed milling. Wood research, 2007, 52(2): 65–76.
- LISIČAN, J. 1996: Teória a technika spracovania dreva. Zvolen : Matcentrum, 1996. 625 s. ISBN 80-967315-6-4.
- LUSTRUM, S. 2001. Balanced saw performance – Part 1. Alaska wood products bulletin, A Service of the Juneau Economic Development Council, Wood product Development Service, Spring 2001, [cit. 10.02.2007] (www.jedc.org/wood.htm)
- MÁDL, J. 1990. Teórie obrábění. Praha : ES ČVUT, 1990. 156 s.
- OČKAJOVÁ, A. 2001. Opotrebenie rezného klina. In.: Drevorezné nástroje 2001, Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene. 2001, s. 21–25.
- OČKAJOVÁ, A., BELJAKOVÁ, A., SIKLIENKA, M. 2010. Morphology of dust particles from the sanding process of the chosen tree species. Wood research, 2010, 55(2): 89–98. ISSN 1336-4561.
- OKAI, R., TANAKA, CH., OHTANI, T., IWASAKI, Y. 2005. Application of a novel technique for band sawing using a tip-inserted saw regarding surface profiles. Holz als Roh-und Werkstoff, 2005, 63: 256–265.
- OKAI, R., TANAKA, CH., IWASAKI, Y. 2006. Influence of mechanical properties and mineral salts in wood species on tool wear of high-speed steels and stellite-tipped tools—Consideration of tool wear of the newly developed tip-inserted band saw. Holz als Roh-und Werkstoff, 2006, 64: 45–52.
- SANDAK, J., NEGRI, M. 2005. Woodsurface roughness – what is it? In.: Proceedings of COST E35 Workshop. 2005. 1: 242–250.
- SIKLIENKA, M., ŠUSTEK, J. 2001. Problems of quantification of roughness at woodworking of natural woods. Obrobka drewna, 2001, N. 1. ISBN 83-907754-5-X.
- SIKLIENKA, M. 2004. Vplyv vybraných faktorov na kvalitatívne ukazovatele pri pílení na kmeňovej pásovej pile. Vedecké štúdie 1/2004/A. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2004, 82 s. ISBN 80-228-1371-0.
- SIKLIENKA, M. 2008. Súhrn prednášok z: Drevorezné nástroje, Základy obrábania dreva a Teória a technika spracovania dreva.
- SIKLIENKA, M., MIŠURA, Ľ., HAJNÍK, I. 2007. Influence of the chosen factors on the cutting power in wood processing by circular saw. In.: Woodworking techniques. Zalesina, Croatia, 2007, ISBN 953-6307-94-4. p. 295–302.
- SIKLIENKA, M., MIŠURA, Ľ., HAJNÍK, I. 2007. Characteristic of the tool wear during changing clearance in cutting by circular saw blade. In.: Nove tehnologije i materijali u industrijama baziranim na sektoru šumarstva. Zagreb : University of Zagreb. 2007. ISBN 953-6307-98-2.
- SIKLIENKA, M., ŠUSTEK, J., HÁJNIK, I. 2008. Kvantifikácia nerovností povrchu s využitím laserového profilometra pri pílení na horizontálnej pásovej pile. In.: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva. 2008. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, s. 207–212.
- SIKLIENKA, M., MOLITOR, M. 2011. Impact of selected technical – technological parameters on energy consumption sawing soft and hard wood. In.: Woodworking Techniques, Prague, 2011. ISBN 978 – 80 – 213 – 2182 – 3. 576 p.
- STN EN ISO 4287 – 1999. Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Charakter povrchu: Profilová metóda – Termíny, definície a parametre charakteru povrchu. SÚTN Bratislava, 28 s.
- STN EN ISO 4288 – 2000. Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Charakter povrchu. Profilová metóda – Pravidlá a postupy pri posudzovaní charakteru povrchu. SÚTN Bratislava, 15 s.

UDDEHOLM 2000. Manuál firmy (Cold rolled strip steel) Tooth geometry and feed speeds in band sawing, p. 3–5.

WILKOWSKI, J., GÓRSKI, J. 2006. The influence of cutting edge wear on the quality of machined surface during the milling of wood based materials. In.: Trendy lesníckej, drevárskej a environmentálnej techniky a jej aplikácie vo výrobnom procese. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2006.

Pod'akovanie

Príspevok vznikol za pomoci a podpory grantovej agentúry VEGA SR, projekt č.1/0714/10, „Výskum javov v interakcii nástroj - obrobok v zóne rezania dreva a drevných materiálov a ich dopad na pracovné prostredie.“

Adresy autorov

¹Ing. Eva Adamcová

²prof. Ing. Mikuláš Siklienka, PhD

³Ing. Richard Kminiak, PhD.

Technická univerzita vo Zvolene

Drevárska fakulta

Katedra obrábania dreva

T. G. Masaryka 24

960 53 Zvolen

Slovenská republika

¹xadamcova@is.tuzvo.sk

²miki@vsld.tuzvo.sk

³kminiak@vsld.tuzvo.sk