



ROZMEROVÁ A TVAROVÁ ANALÝZA PRACHOVÝCH ČASTÍC Z PROCESU OBRÁBANIA MDF

Alena Očkajová – Martin Kučerka

Abstract

The aim of this paper is to determine the basic characteristics of the smallest dust particles (dimensions and shapes) obtained from the process of MDF profiling on two machines UNIMAT 23EL and POWERMAT 1000, with various tools and revolutions per minute. Determination of dimensions and shapes of dust particles was realized by Microscope KAPA 2000. The dimension of the smallest dust particle was $2,6 \times 2,6 \mu\text{m}$ for both samplings. The curves of residues did not confirm the particles $PM_{2,5}$ and the share of particles PM_{10} is approximately 1,5 %. The calculated elongations of the smallest dust particles is 1,73 and therefore these particles are classified as isometric.

Key words: *profiling, dust particles, dimension, shape*

ÚVOD

Nová generácia špičkových drevoobrábачích strojov pracujúcich prostredníctvom vysokootáčkových nástrojov si vyžaduje prehĺbenie poznatkov o vlastnostiach triesky vznikajúcej v procesoch delenia a obrábania aglomerovaných materiálov, predovšetkým drevotrieskových dosák a drevovláknitých dosák (MDF), ktoré sú jedným zo základných polotovarov v nábytkárskom priemysle. Postupným používaním týchto nástrojov sa poukazuje na skutočnosť, že v granulometrickej skladbe triesok vzrastá podiel prachových frakcií s rozmermi zrn s hodnotou pod $100 \mu\text{m}$, o ktorých vieme, že veľmi ťažko sedimentujú a sú zdrojom primárnej prašnosti v pracovnom prostredí, môžu byť problémom pri odsávaní, môžu byť iniciátorom požiaru, výbuchu, opotrebenia strojov ale hlavne pôsobia na obsluhujúci personál – dýchacie ústrojenstvo, kožu, spojivky a pod..

Medzi základné faktory, ktoré ovplyvňujú podiel jemnej frakcie vznikajúcich triesok patrí nová generácia nástrojov s množstvom rezných klinov, geometriou ostria rezných klinov, zvyšovanie počtu otáčok rezných nástrojov, zvyšovanie posuvnej rýchlosti, nová skladba aglomerovaných materiálov s rôznou hustotou častíc v profile.

Databáza údajov v oblasti obrábania aglomerovaných materiálov – teda aj profilovania vysokootáčkovými nástrojmi z pohľadu vznikajúcej triesky je zatiaľ málo preskúmaná, pretože autori Kopecký a Pernica (2004), Barčík et al. (2007), Kos a Beljo Lučič (2004), Beljo-Lučič et al. (2007) sa venovali predovšetkým prírodnému drevu.

Cieľom predloženého príspevku je charakteristika rozmerov a tvarov najmenšej frakcie častíc z procesu obrábania – profilovania MDF na štvorstranných frézovacích strojoch

UNIMAT 23EL a POWERMAT 1000 v závislosti na otáčkach a použitom nástroji, určenie najmenej častice pre zostrojenie kriviek zvyškov, približné stanovenie častíc PM₁₀ a PM_{2,5}, ktoré sú pre ľudský organizmus najnebezpečnejšie, pretože sa dostávajú až do pľúcnych alveol.

TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

Na základe realizovaných meraní a vyhodnotení (Očkajová a Kučerka, 2009) – histogramy zrnitostného zloženia častíc z procesu profilovania MDF možno konštatovať, že najčastejšie sa vyskytujú častice na site 0,032 mm, pre UNIMAT 23EL je to 39,66 % a pre POWERMAT 1000 je to 31,59 %. Je zaujímavé, že v zostrojených histogramoch sa objavili 2 vrcholy, čo znamená, že táto sypká hmota sa skladá z dvoch typov častíc a predpokladáme, že je to v dôsledku použitých nástrojov – s komplikovanými profilmi s niekoľkými ostriami a ich rôznymi uhlami. Pre UNIMAT 23EL sú druhými najčastejšie sa objavujúcimi časticami, častice na site 0,08 mm (21,08 %) a pre POWERMAT 1000 častice na site s veľkosťou 0,125 mm (23,73 %).

Množstvo častíc s rozmerom pod 0,1 mm, ktoré sú z hľadiska pracovného prostredia ako aj obsluhy považované za najnebezpečnejšie je pre UNIMAT 23EL 79,59 % a pre POWERMAT 1000 63,09 %, čo je veľmi vysoké zastúpenie prachových častíc.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál:

Ako materiál bola zobrať jemná frakcia prachu (dno sitovacieho stroja) získaná sitovaním sypkej hmoty získanej z procesu profilovania MDF líšt (Očkajová a Kučerka, 2009) na profilovacích strojoch UNIMAT 23EL (profilovací kotúč s priemerom $\varnothing = 140$ mm a otáčkami $n = 8000 \text{ min}^{-1}$) a POWERMAT 1000 (profilovacia hlava s priemerom $\varnothing = 120$ mm a otáčkami $n = 12000 \text{ min}^{-1}$).

Stanovenie rozmerov najmenších častíc:

Pre stanovenie rozmerov a tvarov najmenších častíc sa použil svetelný mikroskop KAPA 2000, kde pre vybrané častice sa odčítavali jednotlivé dieliky, (Gáperová a Roth, 2007). Na zameranie mikroskopu bol použitý okulárový a objektívový mikrometer. Zistil sa počet dielikov objektívového mikrometra a okulárového mikrometra, ktorý pripadá na úsek stupnice od začiatku po miesto, kde sa rysky kryjú. Zistené hodnoty sa dosadili do vzorca a vypočítala sa hodnota jedného dielika okulárového mikrometra:

$$H = (o/d) \cdot 10 \quad [\mu\text{m}]$$

kde: o – počet dielikov objektívového mikrometra,
d – počet dielikov okulárového mikrometra.

Pre zväčšenie 400-krát je počet dielikov objektívového mikrometra $o = 26$, počet dielikov okulárového mikrometra $d = 100$. Hodnota H sa vypočítala nasledovne:

$$H = (26/100) \cdot 10 \quad [\mu\text{m}]$$

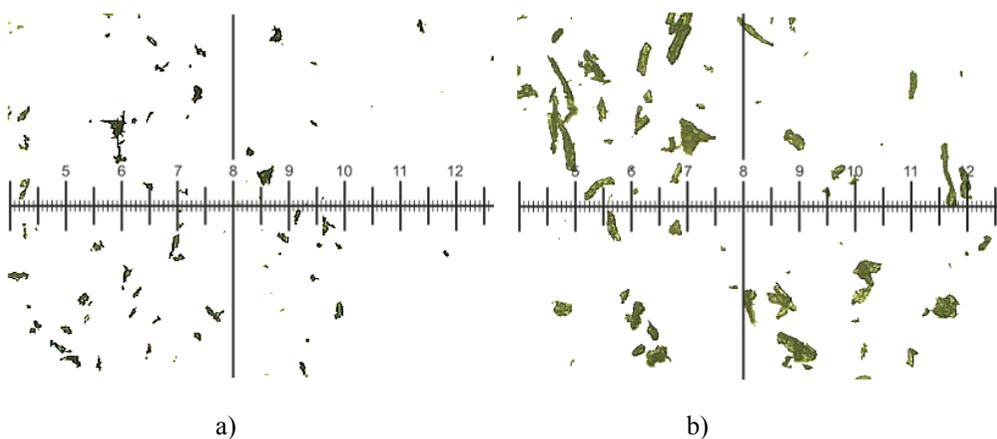
Okulárovým mikrometrom sa odmeral mikroskopický objekt v dielikoch a vynásobil sa hodnotou 2,6 pri zväčšení mikroskopu 400-krát.

Stanovenie tvaru prachových častíc

Stanovenie tvaru prachových častíc sa realizovalo na základe vypočítania koeficientu μ , ktorý je stanovený ako podiel dĺžky a šírky jednotlivých častíc. Pri hodnote $\mu < 3$, vzniknuté častice sa charakterizujú ako izometrické, pri hodnote $\mu > 3$, vzniknuté častice sa charakterizujú ako vláknité (Kopecký a Pernica, 2004).

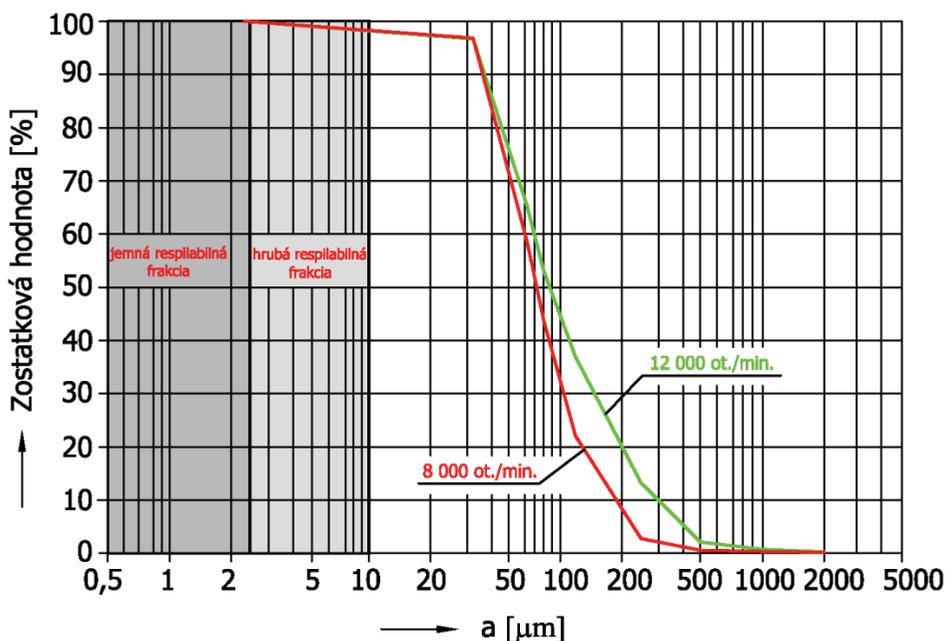
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe pozorovania vzoriek pod svetelným mikroskopom (20 sklíčok, 3 zorné uhly), pre oba sledované súbory (najmenšie častice UNIMAT 23EL a POWERMAT 1000) boli odčítané dieliky pre náhodne vybrané častice a následne vypočítané rozmery, obr. 1. Najmenšie častice boli zhodne v oboch súboroch s veľkosťou 2,6 x 2,6 μm , čiže neboli zaznamenané častice s priemerom pod 2,5 μm , ktoré sú označované ako jemná respirabilná frakcia, častice týchto rozmerov boli zaznamenané len pri brúsení, s veľkosťou pod 2 μm (Beljaková a Očkajová, 2007; Očkajová, Beljaková a Luptáková, 2008).



Obrázok 1 Najmenšie častice
a) UNIMAT 23EL, b) POWERMAT 1000

Na základe zistenia najmenších častíc pre obidva súbory boli zhotovené krivky zvyškov, ktoré majú podobný priebeh pre oba sledované súbory, len krivka zvyškov pre POWERMAT 1000 s vyššími otáčkami je posunutá viac doprava, čo znamená, že sa v súbore nachádzajú väčšie častice oproti súboru UNIMAT 23EL, obr. 2, čo potvrdzuje aj výsledok sitovej analýzy (Očkajová a Kučerka, 2009).



Obrázok 2 Krivka zvyškov pre sypkú hmotu získanú z profilovacích strojov UNIMAT 23EL ($n = 8000 \text{ min}^{-1}$) a POWERMAT 1000 ($n=12000 \text{ min}^{-1}$)

Pre percentuálne zastúpenie častíc menších ako $100 \mu\text{m}$, ktoré sú nebezpečné z hľadiska pracovného prostredia je rozdiel 16,5 % v neprospech UNIMAT 23EL. Na základe týchto výsledkov možno konštatovať, že zvýšením počtu otáčok (pri použití rôznych nástrojov) sa nezvýšil podiel jemnej frakcie ako to tvrdí Hammilä a Usenius (1999).

Hlavný vplyv na množstvo prachových častíc menších ako $100 \mu\text{m}$ má v našom experimente použitý nástroj, jeho priemer, tvar, geometria, počet ostrí a pod., čo je totožné s tvrdením Hammilä a Usenius (1999), že pri použití nástroja s väčším priemerom ($\varnothing 29,6 \text{ mm}$) pri frézovaní MDF sa vytvorí 3,6 x viac prachu ako pri použití nástroja s menším priemerom ($\varnothing 10,0 \text{ mm}$).

Na základe určenia najmensej častice a zostrojených kriviek zvyškov možno konštatovať, že sa v súboroch nenachádza jemná respirabilná frakcia – častice $\text{PM}_{2,5}$ a podiel hrubej respirabilnej frakcie, častice PM_{10} pre oba súbory možno odhadnúť na 1,5 %. Jemná respirabilná frakcia bola zaznamenaná napr. v procese brúsenia prírodného dreva, najväčší podiel pre dub, cca 10 % (Očkajová, Beljaková a Siklienka, 2010).

Pre určenie prevládajúceho tvaru častíc sa na základe získaných rozmerov vypočítalo predĺženie μ , ktoré pre oba súbory zhodne vyšlo 1,73 čo znamená, že častice zachytené na dne sitovacieho stroja mali prevažne izometrický tvar, čo potvrdzuje aj Kopecký a Pernica, (2004) kde pre najmenšie bukove častice $\leq 100 \mu\text{m}$ je predĺženie $\mu = 1,63$, obdobne aj autori (Dzurenda, Orlowski a Wasielewski, 2005) tvrdia, že jemná frakcia z procesu pilenia suchého dreva má prevažne izometrický tvar.

ZÁVER

Na základe uskutočnených experimentálnych meraní a následnom vyhodnotení nameraných údajov možno konštatovať, že pri určení rozmerov a tvarov najmenších častíc – dno sitovacieho stroja sa nezaznamenal rozdiel v závislosti od použitého stroja, resp. nástroja:

- najmenšie častice v oboch súboroch majú rozmer 2,6 x 2,6 μm ,
- prevládajúci tvar najmenších prachových častíc je izometrický, predĺženie je $\mu = 1,73$,
- v súboroch sa nenachádza jemná respirabilná frakcia – častice $\text{PM}_{2,5}$,
- podiel hrubej respirabilnej frakcie – častice PM_{10} je približne 1,5 %.

V závislosti od použitých strojov, resp. nástrojov sa zaznamenalo určité posunutie krivky zvyškov pre POWERMAT 1000 viac doprava, čo znamená, že:

- v danom súbore sa nachádzajú väčšie častice ako v súbore UNIMAT 23EL,
- podiel prachových častíc sa nezvyšuje so zvýšením otáčok nástroja,
- podiel prachových častíc sa zvyšuje so zväčšením priemeru nástroja, použitím nástrojov s niekoľkými ostriami a uhlami ostria.

POĎAKOVANIE

Tento výskum bol realizovaný s podporou Grantovej komisie KEGA MŠVVŠ SR pod číslom 005 UMB-4/2011 KEGA.

LITERATÚRA

1. BARCÍK, Š., PIVOLUSKOVÁ, E., KOTLÍNOVÁ, M. 2007: Experimental observation of juvenile pine wood at plane milling. In: Proceedings of the 2nd ISC – Woodworking techniques, Zalesina. Zagreb: Faculty of Forestry, 189-199
2. BELJAKOVÁ, A., OČKAJOVÁ, A. 2007: Microscopic analyse of beech sanding dust. In: Proceedings of the 2nd ISC – Woodworking techniques, Zalesina. Zagreb: Faculty of Forestry, 201-206
3. BELJO LUČIČ, R., ČAVLOVIČ, A., IŠTVANIČ, J., DUKIČ, I., KOVAČEVIČ, D. 2007: Granulometric analysis of chips generated from planing of different species of wood. In: Proceedings of the 2nd ISC – Woodworking techniques, Zalesina. Zagreb: Faculty of Forestry, 207-213
4. DZURENDA, L., ORLOWSKI, K., WASIELEWSKI, R. 2005: Granulometric analysys and separation options of dry sawdust exhausted from narrow – kerf frame sawing machines. In: *Drvna industrija* 56 (2): 55-60
5. GÁPEROVÁ, S., ROTH, P., 2007: *Anatómia a morfológia rastlín*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 146 s.
6. HEMMILÄ, P., USENIUS, A. 1999: Reducing the amount of noise and dust in nc-milling. In Proceedings of 14th International Wood Machining Seminar. France, 355-365
7. KOPECKÝ, Z., PERNICA, J. 2004: Effects of the dimensional specification of dust on the quality of fair. In: *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2004*. Zvolen: TU, 125-130

8. KOS, A., BELJO LUČIČ, R. 2004: Wood dust emission of different woodworking machines. In: Part I. The growth and development in forestry and wood industry. Scientific book. Zagreb: Faculty of Forestry, 121-127
9. OČKAJOVÁ, A., BELJAKOVÁ, A., LUPTÁKOVÁ, J. 2008: Selected properties of spruce dust generated from sanding operations. In: Drvna industrija 59 (1): 3-10
10. OČKAJOVÁ, A., BELJAKOVÁ, A., SIKLIENKA, M. 2010: Morphology of dust particles from the sanding process of the chosen tree species. In: Wood research 53 (2): 89-98
11. OČKAJOVÁ, A., KUČERKA, M. 2009: Granular analysis of dust particles from profiling and sanding process of MDF. In: Proceedings of the 3rd ISC – Woodworking technique, Zalesina. Zagreb: Faculty of Forestry, 187-192