



NOVÝ POHĽAD NA KVALITU DREVNÝCH ŠTIEPOK PRE VÝROBU BUNIČINY

Anton Geffert – Jarmila Geffertová – Blažej Seman

Abstract

The aim of this work was to verify the impregnation process of fine and thick chips of chosen wood species – beech and oak-heartwood for industrial purposes of pulp production.

Significantly slower and incomplete impregnation progress of oak-heartwood chips could be explained by different chemical composition. Oak-heartwood contains so called “heart substances” impregnating heart zone and which cause the closure of conductive elements in wood. Minimal permeability of oak-heartwood caused that the penetration of impregnation solution into chips was possible only by diffusion and accompanied by simultaneous chemical reactions. It is expected that at temperature 120 °C mainly more unstable hemicelluloses and acidic extractives from wood were reacting with impregnation solution (WF liquor with concentration REA 28 g/l NaOH).

Different progress of impregnation of chips with thickness 3 and 5 mm was caused primarily by different impregnation surface - the surface of fine chips was larger by 34.6 %.

Obtained knowledge represents the recommendation for pulp producers that regular impregnation and delignification of chips from hardwood mixture necessitate preparing chips app. 3 mm thickness from species with heartwood ratio greater than 50 % (oak, black locust).

Key words: *quality of wood chips, thickness of chips, impregnation, displacement cooking*

ÚVOD

Najrozšírejšou surovinou celulózo-papierenského priemyslu je drevo, ktoré z dôvodu svojej anizotrópnej povahy spôsobuje pri spracovaní špecifické problémy.

S výrazným technickým a technologickým pokrokom, ktorý v celulózo-papierenskom priemysle nastal hlavne v posledných 30 rokoch, vyvstala potreba nového chápania kvality drevných štiepok vstupujúcich do sulfátového varného procesu.

V časoch konvenčnej várky a v počiatoch kontinuálneho spôsobu výroby buničiny (cca do polovice 20. storočia) bol dôraz kladený na rovnomernosť a rozmery štiepok vo vzťahu k zvolenému delignifikačnému postupu (sulfit – sulfát).

Kozmál (1958) pokladal pre chemické spracovanie dreva na buničinu klasickou “konvenčnou” várkou za dôležité rovnomerné rozsekanie dreva na štiepky. Väčší dôraz na kvalitu štiepok kládol pri výrobe buničiny sulfítoým spôsobom, nakoľko varný lúh

používaný na odstránenie lignínu pri sulfátovom postupe má oveľa menšie degradačné účinky na sacharidický podiel dreva.

Podľa Šutého (1982) ale aj Gustafsona a kol. (1989) rýchlosť prenikania roztoku závisí v zhode s Poiseuilleovým zákonom najviac od priemeru kapilár, ďalej od ich dĺžky, od rozdielu tlakov na oboch koncoch kapilár a od viskozity prenikajúcej kvapaliny.

Keďže najväčšie kapiláry v dreve sú lúmeny buniek, aj prenikanie kvapaliny do dreva penetráciou prebieha najrýchlejšie v smere zhodnom s dĺžkou buniek a s osou kmeňa. Experimentálne sa zistilo, že rýchlosť prenikania kvapalín v tomto smere je 50 až 100-krát vyššia ako v priečnom smere. Miera difúzie sa riadi Fickovými zákonmi a najviac závisí od plochy (celkového povrchu kapilár), ďalej od koncentračného spádu a od difúzneho koeficientu.

Surewicz (1971) uvádzal tieto optimálne rozmery štiepok (d x h x š):

- sulfátový proces: 15 až 20 mm x 2 až 4 mm x 18 až 25 mm,
- sulfítový proces: 15 až 20 mm x 3 až 6 mm x 12 až 20 mm.

V priemyselnej praxi sa k týmto optimálnym rozmerom len približujeme, lebo pri sekaní vznikajú štiepky rôznej veľkosti a rôznych frakcií.

V 2. polovici 20. storočia sa už v niektorých závodoch pokúšali zlepšovať výrobu pomocou regulácie hrúbky štiepok. Je známa skutočnosť, že hrúbka štiepky je menšia, ak sa zmenší dĺžka štiepky. Veľkoprévádzkovým testom sa potvrdilo ustavičné zväčšovanie hrúbky štiepok so zvyšovaním dĺžky štiepok pri borovici a pri vzorkách z listnatého dreva (zmes listnáčov). Často je však dĺžka určená a nemôže sa meniť. Praktický význam má iba iný spôsob riadenia hrúbky štiepok sekaných z dreva na výrobu buničiny. Tento spôsob je založený na zmene hrúbky štiepok s uhlom ostria noža, pričom hrúbku možno meniť od 2,5 do 4,0 mm pri konštantnej ostrosti uhla noža. Bolo zistené, že pri konštantnej dĺžke štiepok možno dostať tenšie štiepky, keď uhol medzi polenom a kotúčom sekačky štiepok je ostrejší (Borlew 1970). Rovnaký účinok možno dosiahnuť malou zmenou uhla noža.

Podľa Hnětkovského (1983) veľkosťou štiepok sa v bežnej praxi rozumie ich dĺžka, nie hrúbka. Tieto dva rozmery však spolu do značnej miery súvisia. Pri nastavení sekačky na kratší záber nožov dochádza aj k častejšiemu štiepaniu štiepok v pozdĺžnom smere a teda k zníženiu ich priemernej hrúbky.

Hnětkovský (1983) zároveň uvádza, že impregnácia drevných štiepok predstavuje vždy reakciu v heterogénnom systéme a o jej priebehu teda nerozhoduje vlastná rýchlosť reakcie, ale predovšetkým rýchlosť, s akou sa varné chemikálie dostanú do styku s jednotlivými vláknami dreva. K dosiahnutiu ideálnej výťažnosti a ideálnej akosti buničiny by bolo potrebné, aby sa každé vlákno dreva na rovnako dlhú dobu dostalo do styku s varným roztokom rovnakej koncentrácie. Keďže rýchlosť difúzie do dreva je prakticky rovnaká vo všetkých smeroch aj rýchlosť prenikania aktívnych alkalií do stredu štiepok sa riadi najmenším rozmerom, t.j. hrúbkou štiepok. Správna hrúbka štiepok je dôležitá hlavne pri várkach pri vysokej teplote.

Robertsén a Lönnberg (1991) upozornili na jav, že v prítomnosti silnej zásady vlákna v dreve napučia a difúzne vlastnosti sú vo všetkých smeroch podobné.

Pri impregnácii dochádza k zachyteniu všetkého vzduchu stlačením vstupujúcim delignifikačným lúhom a pre úplnú impregnáciu štiepky je nutné vzduch rozpustiť v lúhu, ktorý sekundárnou difúziou difunduje von zo štiepky cez hrúbku štiepky (Sixta, 2006).

Hrúbka štiepky sa považuje za hlavný faktor ovplyvňujúci rovnomernosť a rýchlosť delignifikačných reakcií (Olson a kol., 1980).

Bučko (2001) charakterizuje sulfátový proces ako proces najmenej citlivý na druh a kvalitu dreva zo všetkých delignifikačných procesov. Popri kvalite dreva druhou základnou

požiadavkou výroby buničiny je kvalita štiepok. Význam a dôležitosť tejto otázky sa v našich závodoch nedoceňuje v dostatočnej miere. Kritériom kvality je ich optimálna veľkosť, tvar a rovnomernosť. Nedodržanie tohto kritéria neznamená iba zhoršenie kvality vyrobenej buničiny, ale nepriaznivo ovplyvňuje i jej ďalšie spracovanie.

Najdôležitejším rozmerom štiepky, z hľadiska dosiahnutia čo najlepšej impregnácie a teda získania rovnomernej kvality buničiny je hrúbka, zatiaľ čo dĺžka a šírka sú z tohto hľadiska nie podstatné. Optimálna hrúbka štiepok leží okolo 3 až 4 mm.

Vyššie uvedené názory zohľadňujú predovšetkým chemické vlastnosti a iba okrajovo prihliadajú na jeho anatomické a morfológické vlastnosti. V súčasnosti značne rozšírený vytesňovací spôsob varenia buničiny je charakteristický tzv. “kontinualizáciou diskontinuálneho postupu”, kde je na maximálnu možnú mieru skrátená impregnačná fáza a o to väčšie nároky sú kladené na rovnomernú a vysokú kvalitu štiepok.

Ak je impregnácia dreva varným roztokom v značnej miere závislá na hustote dreva, je rovnako úzko spojená aj s jeho pórovitosťou a teda priepustnosťou pre kvapaliny, nakoľko varný roztok sa dostáva do vnútra štiepok len cez póry v dreve. Póry v dreve, ktoré sú nepriechodné z dôvodu uloženia zásobných (jadrových) látok typických pre jadrové dreviny spôsobujú, že takéto drevo je prakticky nepriepustné a malo by sa variť v inom režime, ako drevo s normálnou priepustnosťou.

Požgaj a kol. (1997) pórovitosťou dreva rozumie objem pórov v jednotkovom objeme dreva, pričom pórovitosť závisí od jeho hustoty - so stúpajúcou hustotou pórovitosť dreva klesá.

V r.1985 uskutočnil Chovanec typizáciu morfológie vláknitých elementov listnatých drevín, podľa ktorej vlákna každej skúmanej dreviny boli zaradené do I. až V. typu rozdielnej hrubostennosti - od hrubostenných (I) k tenkostenným (V). Zo vzťahu medzi hustotou dreva a morfológiou drevných vlákien možno rozlíšiť štyri charakteristické skupiny (Požgaj a kol. 1997).

Kúdela a Čunderlík (2012) vo svojej monografii charakterizujú priemerné vlákno našej najrozšírenejšej listnatej dreviny buka v tvare hrubostenného vretena so šírkou 16,47 μm a priemernou hrúbkou bunkovej steny 5,54 μm . U dvoch tretín vlákien buka má na ich šírke najvyšší podiel bunková stena. Tým sa bukové vlákno zaraďuje k najhrubostennejším vláknam zo všetkých našich domácich drev.

Veľkú anizotropiu dreva v práci sledovaných drevín duba a buka dokladujú aj rozmery bunkových elementov, ktoré podľa Mamoňovej (2013) sú nasledovné:

Dub	priemer lúmenu ciev –	jarné drevo	150-270-350 μm
		letné drevo	30-70-140 μm
	dĺžka vlákna		280-880-1600 μm
	2 x hrúbka bunkovej steny		2,9-4,2-5,3 μm
	priemer lúmenu		6,5-12,5-22,5 μm
Buk	priemer lúmenu ciev		8-45-85 μm
	dĺžka vlákna		600-1300 μm
	2 x hrúbka bunkovej steny		3,6-7,5-10,3 μm
	priemer lúmenu		3,5-7,1-11,2 μm .

Vyššie uvedené údaje poukazujú na to, že veľmi významný vplyv na priebeh impregnácie majú aj anatomické a morfológické vlastnosti drevných elementov, ako aj ich zastúpenie v dreve. Práve nedostatočné zohľadnenie tejto skutočnosti môže stať za problémami, ktoré riešia moderné celulózky vyrábajúce buničinu vytesňovacími postupmi zo zmesi listnáčov, ako napr. najväčšia slovenská celulózka MONDI SCP a.s. Ružomberok.

Cieľom práce bolo preveriť priebeh impregnácie tenších a hrubších štiepok vybraných druhov dreva – buk a dub-jadro pre účely praktického využitia vo výrobe buničiny.

MATERIÁL A METÓDY

Drevné štiepky potrebnej hrúbky (tenké: 2-3 mm a hrubé: 4-5 mm) boli pre potreby experiment ručne pripravené zo zdravého bukoveho a duboveho dreva. Impregnačným roztokom bol lúh z MONDI SCP Ružomberok označovaný ako WF (konc. ZEA 28 g/l NaOH) používaný v prvom kroku CBC vytesňovacieho varenia.

Podmienky impregnácie:

- navážka štiepok 100 g v. s.
- celkový povrch tenkých štiepok bol cca 1300 cm²
- celkový povrch hrubých štiepok bol cca 850 cm²
- hydromodul 1 : 4
- teplota 120 °C
- impregnačné časy od 0 do 60 minút.

Priebeh impregnácie bol hodnotený:

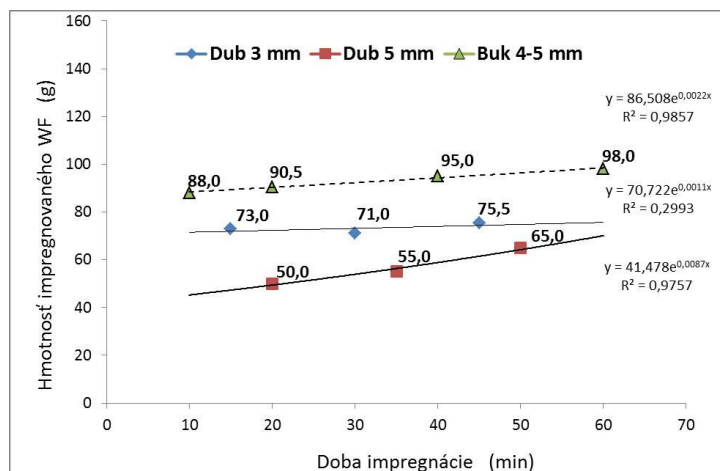
- množstvom naimpregnovaného WF lúhu
- poklesom obsahu zvyškových efektívnych alkálií (ZEA – g/l NaOH)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky experimentov s impregnáciou štiepok pripravených z dreva sledovaných drevín buk a dub lúhom WF pri teplote 120 °C sú dokumentované na obrázkoch 1 a 2.

Z obr. 1 je zrejmé, že:

- najrýchlejšie a najviac impregnačného roztoku (WF lúhu) impregnovalo do bukovejších štiepok hrúbky 4-5 mm za 6 minút takmer 100 g, pričom z priebehu impregnačnej krivky možno usudzovať, že impregnácia ešte pravdepodobne nebola po 60 minútach experimentu ukončená

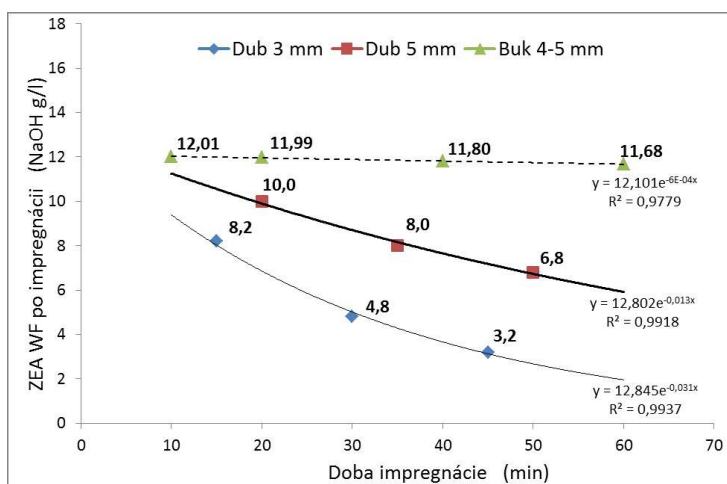


Obr. 1 Zmena hmotnosti naimpregnovaného lúhu WF v čase

- do štiepok pripravených z jadrového dreva duba o hrúbke 3 mm sa naimpregnovalo cca 75 g impregnačného roztoku, čo znamenalo takmer úplnú impregnáciu už v prvej fáze experimentu (počas prvých 15-20 minút)
- najhoršie sa impregnovali štiepky z jadrového dreva duba hrúbky 5 mm, kde po 50 minútach experimentu bolo naimpregnovaných 65 g impregnačného roztoku, čo je cca 86 % z množstva roztoku naimpregnovaného do tenších štiepok.

Obr. 2 ukazuje, že zároveň s impregnáciou WF lúhom s koncentráciou cca 28 g/l NaOH pri teplote 120 °C prebiehali aj reakcie zložiek dreva s impregnačným roztokom, čo sa prejavilo najmä u štiepok pripravených z dubového dreva výrazným poklesom zvyškových efektívnych alkalií (ZEA):

- koncentrácia ZEA po 45 minútach impregnácie tenkých štiepok duba poklesla na 3,2 g/l NaOH, čo predstavovalo 88,6 % pokles obsahu NaOH vo WF lúhu
- koncentrácia ZEA po 50 minútach impregnácie hrubých štiepok duba bola 6,8 g/l NaOH a pokles obsahu NaOH predstavoval 75,7 %
- koncentrácia ZEA počas impregnácie bukových štiepok klesala v priebehu 60 minút v rozsahu od 12,01 do 11,68 g/l NaOH, teda pokles bol v rozmedzí 57,1 až 58,3 %.



Obr. 2 Zmena ZEA v závislosti od času impregnácie

ZÁVER

Výrazne pomalší a neúplný priebeh impregnácie štiepok z jadrového dreva duba možno vysvetliť jeho minimálnou priepustnosťou, takže prienik impregnačného roztoku do vnútra štiepok difúziou bol nevyhnutne spojený aj so súčasným priebehom chemických reakcií.

Možno predpokladať, že pri teplote experimentu 120 °C s impregnačným roztokom (WF lúhom s konc. ZEA 28 g/l NaOH) reagovali predovšetkým labilnejšie hemicelulózy a extraktívne látky kyslej povahy nachádzajúce sa v dreve.

Rozdielny priebeh impregnácie medzi štiepkami hrúbky 3 a 5 mm bol v prvom rade spôsobený rozdielnym povrchom, cez ktorý impregnácia prebiehala. 100 g štiepok hrúbky 3 mm malo celkový povrch 1300 cm², avšak rovnaké množstvo štiepok hrúbky 5 mm iba 850 cm² (rozdiel 450 cm² predstavoval 34,6 %).

Získané poznatky by mali byť odporúčaním pre výrobcov buničiny, že pre dosiahnutie rovnomernej impregnácie a delignifikácie štiepok z dreva zo zmesi listnáčov je vhodné pre zmesnú várku pripravovať z drevín s podielom jadrového dreva väčším ako 50 % (dub, agát) tenšie štiepky o hrúbke cca 3 mm.

LITERATÚRA

Borlew, P.B., Miller, R.L. 1970. Hackspandicke: Eine kritische Dimension beim Sulfataufschluß. In: TAPPI Journal. 53(1970)11. s.2107-2111

Bučko, J. 2001. Chemické spracúvanie dreva. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2001, 427s. ISBN 80-228-1089-4.

Gustafson, R.R., Jiménez, G., McKean, W.T., Chian, D. 1989. The Role of Penetration and Diffusion in Nonuniform Pulping of Softwood Chips. Tappi Journal, Vol. 72, No 8, p. 163 – 167.

Kúdela, J., Čunderlík, I. 2012. Bukove drevo – štruktúra vlastnosti, použitie. Zvolen : Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 2012, 152s. ISBN 978-80-228-2318-0.

Mamoňová, M. 2013. Wood anatomy. Zvolen : Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 2013, 123s. ISBN 978-80-228-2499-6.

Olson, D., Hatton, J.V., Hunt, K. 1980. Effect of Chip Thickness in kraft Anthraquinone Pulping of Trembling Aspen. Paprican Pulp and paper report PPR 295.

Požgaj A. a kol. 1997. Štruktúra a vlastnosti dreva. 2. vyd. Bratislava : Svornosť, 1997. 485s. ISBN 80-07-00960-4.

Robertsén, L., Lönnberg, B. 1991. Diffusion in Wood. Part 1: Theory and Apparatus. Paperi ja Puu, Vol 73, No. 6. P. 532-535.

Sixta, H. 2006. Handbook of pulp. Wiley – VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Vol. 1, Weinheim, p. 109 – 475.

Surewicz, W. 1971. Podstawy technologii mas włóknistych. 1. vyd. Warszawa : WNT, 1971. 233s.

Šutý, L. 1982. Výroba a vlastnosti buničín. 1.vyd. Bratislava : Alfa, 1982. 486s.