

POSTTVAROVANIE KOMERČNÝCH DREVNÝCH AGLOMEROVANÝCH DOSÁK

Vilém Štefka – Jozef Kúdela – Vladimír Mišina – Marcela Tóthová

Abstract

Moulded products are manufactured by various technologies depending on the character and properties of the material which they are made from. The most often they are made by suitable finishing or bending of solid wood and also by pressing of disintegrated wood in forming moulds. The subject of this contribution is to present partial results of the research on possibilities of production of moulded elements from commercial sheet MDF and OSB.

The laboratory experiment proved that post-moulding of commercial sheet MDF and OSB boards is possible. Comparing the both wood based materials, MDF board has the best assumptions for this method of processing.

Key words: MDF, OSB boards, post-moulding, moulding, forming, moulds.

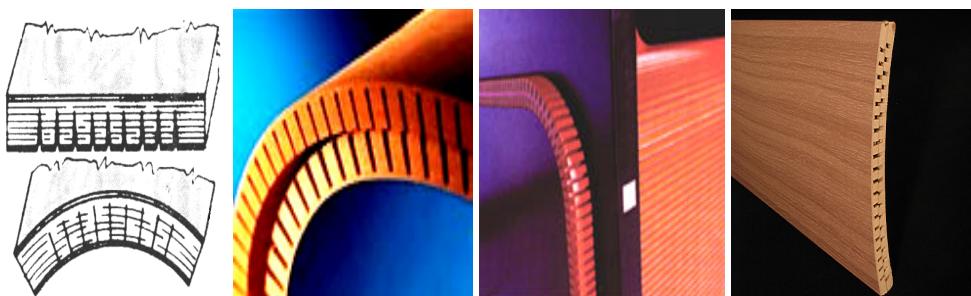
ÚVOD

Aglomerované drevné materiály patria v nábytkovej a interiérovej tvorbe k najpoužívanejším veľkoplošným materiálom. Pre tento účel majú vhodné vlastnosti. Okrem plošných drevných materiálov sa stále viac uplatňujú aj tvarované výrobky, ktoré významnou mierou prispievajú v uvedenej oblasti k zvýšeniu dizajnérskej kreativity.

Tvarované výrobky z dreva a drevných materiálov sa vyrábajú rôznymi technológiami, pričom ich výber závisí od charakteru a vlastností materiálu, z ktorého sú vyrábané ako aj od toho o aký tvarovaný výrobok sa jedná a k čomu má slúžiť. Rastlé drevo sa najčastejšie tvaruje mechanickým trieskovým opracovaním alebo beztrieskovým opracovaním – ohýbaním a lisovaním. V prípade drevných aglomerovaných materiálov sa najčastejšie aplikuje lisovanie dezintegrovaného dreva vo formách. Ukázalo sa, že pre tento účel sú najvhodnejšie materiály na báze vláknitých drevných častic. Rozvoj výroby MDF dosák navyše významne rozšíril v tomto smere možnosti ich tvarovania réliefováním a frézovaním. Naše skúsenosti potvrdzujú že aj pre posttvarovací proces majú z bežných komerčných aglomerovaných materiálov najlepie predpoklady práve MDF dosky. Cieľom tohto príspevku je prezentovať výsledky, ktoré poukazujú na možnosti výroby tvarových prvkov z komerčných plošných aglomerovaných materiálov – MDF a OSB dosiek posttvárnénim.

SÚČASNÝ STAV TVAROVANIA A POSTTVAROVANIA AGLOMEROVANÝCH MATERIÁLOV

Možnosť vyrábať tvarované nábytkové a interiérové dielce z plošných aglomerovaných materiálov je nepochybne technologicky i ekonomicky zaujímavé. Predovšetkým vtedy, ak pre výrobu tvarovaných dielcov by bolo možné použiť bežné, komerčne vyrábané plošné aglomerované materiály. Niektoré takéto postupy sú známe už aj z priemyselnej praxe. Vychádzajú často z dômyselného riešenia spôsobu tvarovania, ktoré spĺňa aj isté estetické a dizajnérske nároky. Tento jednoduchý a praktický spôsob sa využíval na tvarovanie dielcov z trieskových dosák Novopan už viac než pred piatimi desiatkami rokov [1]. V interiérovej tvorbe sa využíva dodnes napr. pri tvarovaní MDF dosák. Známy je napr. spôsob TOPAN FORM, ktorým bytoví architekti vytvorili v interiérovej tvorbe tzv. „mäkkú líniu“ [2–5]. Toto tvarovanie spočíva v tom, že komerčné plošné aglomerované materiály sa upravia napr. narezaním drážok vhodného profilu a takto upravený materiál sa potom vytvaruje vo forme do požadovaného tvaru. Tvar sa fixuje zlepšením, odyhovaním alebo aj oplášťovaním tvarového výrobku vhodným dekoračným materiálom (obr.1).



Obr. 1 Príklady tvarovania komerčných aglomerovaných materiálov [2–5]

Klasické technológie výroby tvarových výrobkov z dezintegrovaného dreva boli charakteristické spravidla dvojstupňovým procesom a to bez použitia spojiva, ako napr. Thermodyn, alebo s použitím spojiva, ako napr. Werzalit. V prvom stupni sa ešte nezlepene – nefixované, bez lepidla, alebo s lepidlom nanesené drevné častice zlisovali do požadovaného tvaru, spravidla vo formách a v druhom stupni sa drevné častice v nadobudnutom tvaru fixovali. Rozvíjali sa predovšetkým postupy s lepidlom [6, 7].

Dopyt po tvarovaných produktoch na báze drevných materiálov podnietil výskum hľadať ďalšie možnosti. V tejto súvislosti boli vyvinuté špeciálne plošné materiály, s cielenými špecifickými vlastnosťami, vďaka ktorým možno materiál dodatočne tvarovať – posttváranie. V prvej fáze sa vyrobí plošný materiál, spravidla pri nižšej teplote, v ktorej si lepidlo zachová vlastnosti termoplastu. V druhej fáze, po opäťovnom zohriati, je možné vo formách tento materiál tvarovať, pretože pri opäťovnom nahriati sa lepidlo dostane do plastického stavu, čo umožňuje tvarovať materiál. V ďalšom kroku tejto druhej fázy pri vyššej teplote lepidlo vytvrdne a správa sa ako termoset [8]. Uvádza sa, že tento spôsob sa uplatnil aj v priemyselnom rozsahu. Okrem uvedenej možnosti je o posttváraní komerčných aglomerovaných materiálov v literatúre len málo zmienok. Týkajú sa MDF dosák, ale nie je celkom zrejmé, či ide o proces posttvárania [9–11].

O posttváraní drevných aglomerovaných materiálov na báze triesok sme však v literatúre nenašli žiadne informácie. Na základe teoretických predpokladov a skúseností sme dospeli

k názoru, že určitá možnosť posttvarovania aj u týchto materiálov je reálna [12]. Nasvedčujú tomu aj naše prvé experimentálne pokusy. Ukázalo sa, že dôležitú úlohu bude zohrávať dosiahnutý stupeň ich plastifikácie pred alebo počas procesu tvarovania, ktorý spolu s vlastnou technikou tvarovania rozhoduje o konečnom výsledku.

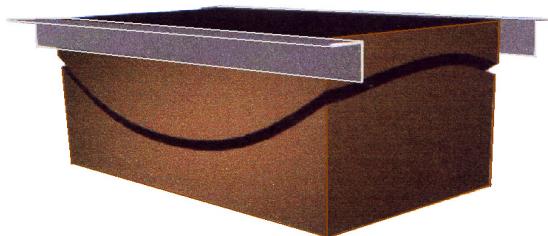
Je známe, že vlhkostným a teplotným namáhaním dreva vdľaka jeho visko-elastickým vlastnostiam je možné významne zvýšiť schopnosť jeho tvarovania a pôsobením vonkajších síl meniť v tuhom stave bez viditeľného porušenia trvale jeho tvar. Táto skutočnosť bola základom rozvoja technológií ohýbania už v počiatkoch predminulého storočia.

Použitie termosetických lepidiel viedlo k predstavám, že takéto drevné materiály nemožno dodatočne tvarovať ani po plastifikácii bez toho, aby nedošlo k poškodeniu lepidlových spojov a tým k zhoršeniu vlastností dosák. Ako sa ukazuje, tieto predstavy nemusia úplne platiť. Naše predpoklady o možnom posttvarovaní drevných aglomerovaných materiálov vychádzajú zo skutočnosti, že podstatnou kompozitnou zložkou týchto komerčných plošných aglomerovaných materiálov sú plastifikovateľné drevné čästice (vlákna, triesky), ktorých podiel je približne 85 až 95 %. Zvyšnú časť tvorí lepidlo a iné chemické látky. Navyše fixácia drevných čästíc v doske je zabezpečená len ich bodovým lepidlovým spojením. Problematikou tvarovania rasteného dreva a analýzou teoretických predpokladov pre posttvarovanie aglomerovaných materiálov sa podrobnejšie zaoberajú práce [12–16]. Preto sa ľahou nebudeme v tomto príspevku podrobnejšie zaoberať.

METODIKA

Pre experiment boli použité komerčne vyrobené MDF dosky hrúbky 12 mm a OSB dosky hrúbky 10 mm. Pri postvárnrení týchto materiálov sa postupovalo podľa metodík uvedených v prácach [17, 18].

Prvá etapa výskumu bola zameraná na optimalizáciu hydrotermickej plastifikácie. Experimentálne práce sme robili na skúšobných telesách rozmerov 450×80 mm, ktoré boli pripravené z MDF a OSB dosák. Po plastifikácii boli skúšobné telesá tvarované vo forme, ktorá sa používa bežne v priemyselných podmienkach pre tvarovanie operadiel stoličiek (obr.2).



Obr. 2 Kovová forma na tvarové lisovanie operadiel stoličiek

Z jednej časti klimatizovaných tvarovaných prvkov boli pripravené skúšobné telesá na zisťovanie ich kvality prostredníctvom fyzikálnych a mechanických vlastností. Za účelom porovnania zmeny kvality tvarovaných prvkov sa tieto vlastnosti porovnávali s vlastnosťami, ktoré boli zisťovane na MDF a OSB doskách pred tvarovaním. Zisťovali sa nasledovné vlastnosti: hustota, hrubkové napučanie po 2 a 24 hodinách máčania vo vode, pevnosť v statickom ohybe a pevnosť v tahu kolmo na rovinu dosky. Vlastnosti sme zisťovali podľa štandardných postupov.

Narušenie tvarovej stability dielca je spôsobené nevhodne rozloženým napäťím v tvarovanom prvku. Najvýznamnejší vplyv na tvorbu napäť a tým i na narušenie tvarovej stability prvku má zmena vlhkosti v tvarovanom prvku [14]. Preto na druhej časti tvarovaných prvkov sa zisťovala ich tvarová stabilita za rôznych vlhkosťných podmienok. Prvé meranie sa uskutočnilo ihneď po tvarovaní. Tvarová stabilita bola posudzovaná zmenou priehybu, ktorý bol meraný pomocou jednoduchého prípravku (obr.3). Po vysušení a zmeraní priehybu sme zvolili dva cykly klimatizácie. Prvý cyklus pozostával z klimatizácie prvkov pri relatívnej vlhkosti vzduchu $\varphi = 65\%$ a teplote 20°C . Celý cyklus s priebežným meraním priehybu v stanovených časových intervaloch trval 24 dní. Druhý režim spočíval opäť v klimatizácii telies po tvarovaní za vyššie uvedených podmienok a ďalej nasledovalo mäčanie telies vo vode. V stanovených časových intervaloch sa pri zmene prostredia meral priehyby telies s presnosťou na 1 mm.

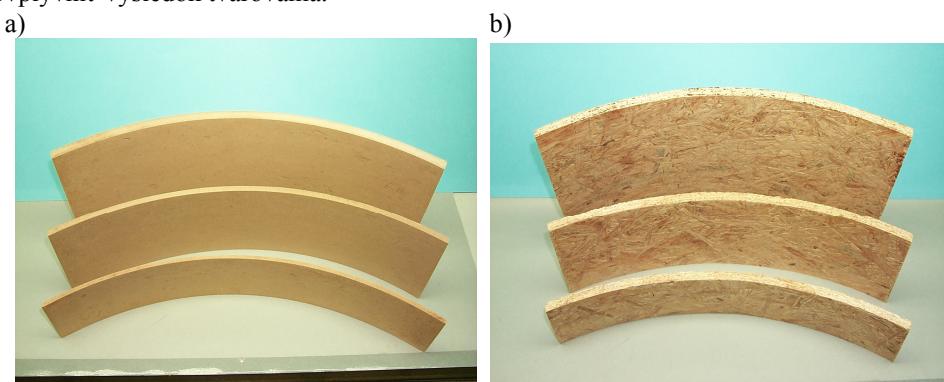


Obr. 3 Prípravok na meranie priehybu.

Druhá etapa výskumu bola zameraná na aplikáciu posttvarovania na konkrétny praktický výrobok. Za týmto účelom boli pripravené skúšobné vzorky z MDF a OSB dosák rozmerov 450×260 mm, hrúbka bola daná materiálom. Z nich boli tvarované operadlá stoličiek v tej istej forme ako prebiehalo tvarovanie v prvej etape výskumu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V prvej etape laboratórneho výskumu bolo experimentálne potvrdené, že posttvarovanie komerčných MDF i OSB dosák je reálne (obr. 4). Ďalej sa potvrdilo, že podmienkami plastifikácie ako aj samotného procesu tvarovania je možné významne ovplyvniť výsledok tvarovania.



Obr. 4 Príklady skúšobných telies (pásov) po posttvarovaní; a) MDF doska, b) OSB doska

Výsledky fyzikálnych a mechanických vlastností tvarovaných a netvarovaných prvkov sú v tab. 1. Ako vyplýva z tabuľky, procesom posttvarovania došlo k nárastu hustoty obidvoch materiálov približne o 7,5 %. Hrúbkové napučanie v prípade MDF dosky po posttvarovaní význame vzrástlo. Po dvoch hodinách máčania to bolo o 26 % a po 24 hodinách až o 70 %. V prípade OSB dosky k nárastu hrúbkového napučania nedošlo.

Pevnosť v ohybe významne klesla po posttvarovaní tak MDF ako aj OSB dosák. V prípade MDF dosák predstavoval pokles 25 % a pevnosť OSB dosák bola nižšia až o 42 %. Podľa nášho názoru výsledky pevnosti v ohybe nedávajú úplnú informáciu o narušení súdržnosti častic v danom materiáli po posttvarovaní. Pokles pevnosti v ohybe bol nižší hlavne v dôsledku počiatočného priebytu skúšobných telies po posttvarovaní a na ich zlomenie nebola potrebná taká sila ako v prípade rovných telies.

Objektívnejšiu informáciu o narušení súdržnosti častic v plošných aglomerovaných materiáloch po ich posttvarovaní podľa nášho názoru poskytujú výsledky pevnosti v ľahu kolmo na rovinu dosky. Pevnosť v ľahu kolmo na rovinu dosky v prípade MDF dosák sa po posttvarovaní nezmenila. To znamená, že tvarované výrobky z MDF dosák si zachovávajú nezmenenú súdržnosť vlákien a tým kompaktnosť celého tvarovaného prvku. V prípade OSB pevnosť v ľahu kolmo na rovinu dosky poklesla približne o 15 %, čo dovoľuje posttvarovanie aj tohto materiálu.

Tab. 1 Vybrané fyzikálne a mechanické vlastnosti MDF a OSB dosák pred a po posttvarovaní

Druh materiálu	Hrúbka dosky [mm]	Úprava	Štatistické charakter.	Hustota [kg·m ⁻³]	Napučanie po 2 h [%]	Napučanie po 24 h [%]	Pevnosť v ohybe [MPa]	Pevnosť v ľahu kolmo na rovinu dosky [MPa]
MDF	12	N	x	793	2,04	10,36	44,92	0,68
			v [%]	0,96	8,33	2,12	1,29	10,29
	PT	x	855 / 7,82	2,58	17,66	33,57	0,69	
			v [%]	2,44	7,36	6,74	5,57	14,49
OSB	10	N	x	671	2,56	12,32	28,32	0,50
			v [%]	4,22	24,61	23,62	8,55	21,6
	PT	x	721 / 7,45	2,54	9,04	16,32	0,42	
			v [%]	2,76	15,35	17,59	17,83	8,33

N – netvarované skúšobné telesá, PT –posttvarované skúšobné telesá, x – priemer, v – variačný koeficient

Počet skúšobných telies (prvkov) 25, u pevnosti v ľahu kolmo na rovinu dosky 15

Výsledky priebytu (tvarovej stability) skúšobných telies z MDF a OSB dosák sledovaných v určitých časových intervaloch počas sušenia, navíhania a máčania vo vode sú zosumarizované v tab. 2. Z výsledkov vyplýva, že znižovaním vlhkosti telies z MDF aj OSB dosák počas sušenia ich priebyt narastal, a najväčší priebyt sa dosiahol pri nulovej vlhkosti. To znamená že sa polomer ohnutia v dôsledku zatvárania telesa sa zmenšoval. Tento jav vznikol v dôsledku napäti vyvolaných zosyhaním telesa. Spätným navíhaním počas klimatizácie vlhkosť v telesu narastala, teleso napúčalo a priebyt sa zmenšoval – tvarovaný prvek zväčšoval svoj polomer – otváral sa až do dosiahnutia vlhkostnej rovnováhy. Pri máčaní tvarovaných telies vo vode ich napúčanie bolo ešte výraznejšie, čo sa prejavilo aj na väčších tvarových zmenách. Ohnuté teleso sa rýchlejšie vyrovnávalo, čo sa prejavilo nárastom jeho polomeru (tab. 2).

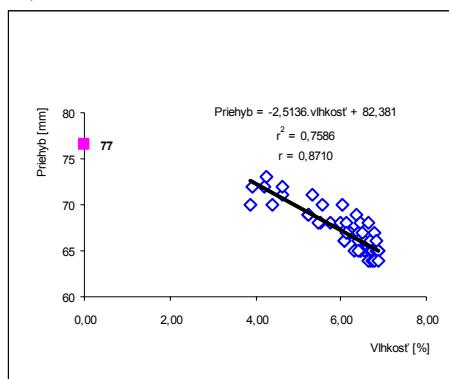
Správanie sa tvarovaných telies pri zmene vlhkosti bolo kvalitatívne rovnaké ako správanie sa lamelových kruhových prstencov, popísané v práci [14]. To znamená, v našom prípade

platí tá istá teória vysvetľujúca tvarovú stabilitu ako v posledne citovanej práci. Z danej teórie vyplýva, že významný vplyv na veľkosť deformácie (vyrovnávanie resp. zatváranie) telies má zmena vlhkosti, ich priemer a hrúbka. Priehyb ohnutého telesa sa lineárne úmerne mení so zmenou vlhkosti (obr. 5 a 6).

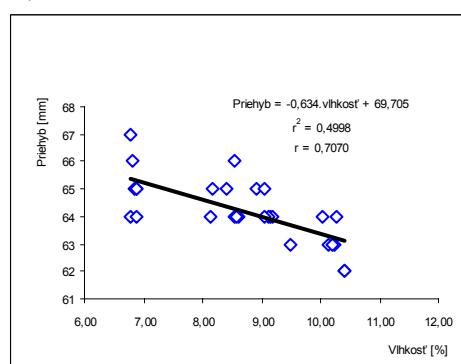
Tab. 2 Zmena vlhkosti a priehybu posttvarovaných MDF a OSB dosák v priebehu klimatizácie a máčania vo vode

Podmienky úpravy	MDF		OSB	
	Hrúbka 12 mm		Hrúbka 10 mm	
	Priehyb [mm]	Vlhkost [%]	Priehyb [mm]	Vlhkost [%]
P O K L I M A T I Z Á C I I				
Klimatizácia po posttvarovaní	69	6,79	73	10,11
Sušenie na $w = 0\%$	77	0,00	81	0,00
Klimatizácia – 24 hod.	71	4,28	79	4,73
Klimatizácia – 48 hod.	69	5,45	78	5,99
Klimatizácia – 72 hod.	67	6,10	77	7,19
Klimatizácia – 96 hod.	66	6,40	76	7,91
Klimatizácia – 120 hod.	66	6,51	75	8,82
Klimatizácia – 144 hod.	65	6,70	73	8,95
Klimatizácia – 168 hod.	65	6,84	–	–
P O M Á Č A N Í V O V O D E				
Klimatizácia po posttvarovaní	65	6,84	73	8,95
Máčanie – 1 hod.	65	8,43	72	16,03
Máčanie – 2 hod.	64	9,14	71	18,99
Máčanie – 4 hod.	63	10,24	69	22,18
Máčanie – 24 hod.	56	18,27	56	47,03

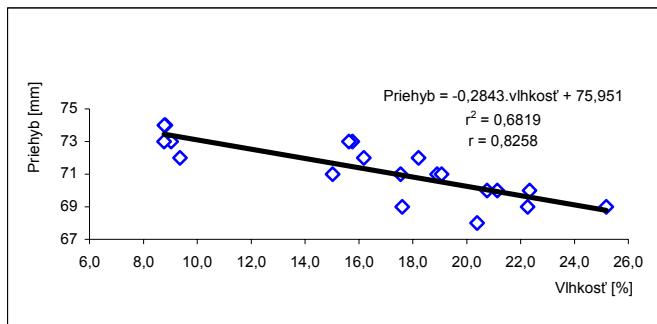
a)



b)



Obr. 5 Závislosť medzi priehybom a zmenou vlhkosti tvarovaných telies z MDF dosák hrúbky 10 mm; a) počas klimatizácie, b) počas máčania vo vode



Obr. 6 Závislosť medzi priehybom a zmenou vlhkosti tvarovaných telies z OSB dosák hrúbky 12 mm pri máčaní

V ďalšej časti výskumu sme dosiahnuté výsledky aplikovali pri tvarovaní MDF dosák na konkrétny výrobok. Jednalo sa o operadlá stoličiek, pričom operadlá boli aj dyhované. Celý postup plastifikácie spolu s tvarovaním prebiehal v jednom stupni. Tvarové ako aj funkčné vlastnosti týchto operadiel boli porovnané s klasickými, priemyselne vyrábanými operadlami z preglejky (obr. 7). Dosiahnuté výsledky potvrdili, že kvalita operadiel z MDF dosák vyrobených technológiou posttvarovania bola kvalitatívne rovnocenná s operadlami vyrobenými z preglejky.



Obr.7 Laboratórne vyrobené tvarované operadlá. 1 – tvarovaná MDF doska nedyhovaná, 2 - tvarovaná MDF doska dyhovaná, 3 – tvarovaná preglejka,

ZÁVER

Na základe dosiahnutých experimentálnych výsledkov a ich analýzy sme dospeli k nasledovným výsledkom:

- Experimentálne sa potvrdilo, že posttvarovanie komerčných, plošných aglomerovaných materiálov (MDF a OSB dosky) je reálne. MDF dosky v porovnaní s inými aglomerovanými materiálmi sa javia pre technológiu posttvarovania najvhodnejšie.
- Kvalitu posttvarovania dosák je možné významne ovplyvniť procesom plastifikácie a samotnou technikou tvarovania. Významný vplyv má samotná hrúbka materiálu.
- Stabilitu tvarovaných dielcov z komerčných MDF a OSB dosák významne ovplyvňuje zmena vlhkosti a je porovnatelná s tvarovanými preglejkami.
- Význam posttvarovania komerčne vyrábaných plošných MDF a OSB dosák spočíva v relatívnej jednoduchej technológií a najmä v tom, že pre výrobu tvarovaných dielcov (v určitých medziach) možno použiť bežné, komerčne vyrábané materiály, čo môže znamenať aj nezanedbateľnú ekonomickú výhodu.

LITERATÚRA

1. SCHEIBERT, W.: Spanplatten. Herstellung, Verarbeitung, Anwendung. Leipzig: Fachbuchverlag, 1958, 348 s.
2. KOTRADY, M.: Technológie tvárenia vrstvených, a potom fixovaných drevných materiálov – časť I. Stolársky magazín, I, 2000, č. 2, s. 8–9.
3. KOTRADY, M.: Technológia tvárenia vrstvených, a potom fixovaných drevných materiálov – časť II. Stolársky magazín, I, 2000, č. 3, s. 8–9.
4. SCHEIDING, W.: Faserspäne als Alternative. Der Realisierung komplizierter Formteile sind Grenzen gesetzt. HK, 2001, s. 50-54.
5. DEPPE, H. J. – ERNST, K.: MDF – Mitteldichte Faserplatten. Leinfelden – Echterdingen: DRW – Verlag Weinbrenner GmbH&CO, 1996, 200 s.
6. EISNER, K.: Technológia výroby konštrukčných veľkoplošných materiálov, časť II. Technológia aglomerovaných materiálov. Zvolen: VŠLD, 1982, 218 s.
7. DEPPE, H. J. – ERNST, K.: Taschenbuch der Spanplattentechnik. Leinfelden-Echterdingen: DRW-Verlag Weinbrenner GmbH u. Co., 2000, 552 s., ISBN 3-87181-3409-4
8. WAGENFÜHR, A.: Neue Aspekte der Klebetechnik bei nachformbaren Holzwerkstoffen auf der Basis von Furnierlagenholz. Köln: Vortrag „Interzum 99“, 1999, 10 s.
9. ANONYM: Rationelle Verformung von MDF. MDF – Magazin, september/1997, s. 28.
10. ANONYM: Aufbiegen ohne brechen. MDF – Magazin, 2002, s. 48–51.
11. ANONYM: Neuer Schwung ans dem Kalander. – Eine verformbare Verbundplatte eröffnet dünn – MDF neue Anwendungsmöglichkeiten. MDF – Magazin, Október/1998, s. 42–43
12. ŠTEFKA, V. – KÚDELA, J.: Teoretické predpoklady posttvárnenia aglomerovaných drevných materiálov. In.: Interakcia dreva s rôznymi formami energie. (Editori: Kurjatko, S. – Kúdela, J.). Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2004, s. 103–108. ISBN 80-228-1429-6
13. KÚDELA, J.: Zmeny vlastností dreva v procese hydrotermickej plastifikácie. In.: Nové poznatky v technológií a výskume dreva. (Editori: Šuríková, A. – Trebula, P.), Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 1999, s. 13–22.
14. KÚDELA, J.: Vlhkostné a tepelné namáhanie bukového dreva. 1. vyd. Zvolen: Technická Univerzita vo Zvolene, 2005, 141 s. ISBN 80-228-1486-5
15. ZEMIAR, J. – GÁBORÍK, J. – ZAŤKO, Š.: Plastickosť dreva ako jeho technologická vlastnosť. Drevo. 50, 1995, č. 1, s. 8–11.
16. ZEMIAR, J. – GÁBORÍK, J. – SOLÁR, M. – KOTRADY, M.: Tvárenie dreva ohýbaním. 1. vyd. Zvolen: TU vo Zvolene, 1999, 69 s.
17. MIŠINA, V.: Posttvarovanie vybraných komerčných drevných materiálov. [Diplomová práca]. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, 2003, 74 s.
18. TÓTHOVÁ, M.: Posttvarovanie MDF dosák. [Diplomová práca]. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, 2004, 70 s.