

VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA STABILITU SYSTÉMU DREVO – TUHÝ NÁTEROVÝ FILM

INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON THE STABILITY OF WOOD - SOLID COATING FILM

Gabriela Slabejová

ABSTRACT

Coating adhesion is one of the properties of surface treatment. Understanding the impact of various factors influencing the coating adhesion, we can avoid undesirable effects within the technological process of wood surface treatment. At the same time, we can provide optimum conditions for a high-quality surface treatment. The paper evaluates the impact of selected factors on the specific adhesion of coating films created from water soluble coating materials applied on various mechanically treated beech wood surfaces. The subsequent impacts and their interactions are also analysed: wood surface treatment, coating material and coating film thickness. The measurement of specific adhesion is based on the wood stability – solid coating film that is exerted by the tensile stress. The tensile strength is calculated. Using the scanning electron microscope the failure spot of the wood system is monitored – the solid coating film. The results presented in the paper confirm that the water based coatings influence the adhesion significantly.

Key words: beech wood, mechanical working of the surface wood, surface finishing, adhesion, water based coatings.

ÚVOD

Povrchovú úpravu dreva môžeme charakterizovať ako technologický proces, v ktorom dochádza k zámernej modifikácii vlastností povrchu upravovaného materiálu. Súčasne povrchová úprava chráni materiál pred nepriaznivým účinkom vonkajších vplyvov a v neposlednej miere by mala zvýšiť i estetickú úroveň výrobku (LIPTÁKOVÁ, KÚDELA 1997).

Drevárske výrobky sa najčastejšie upravujú náterovými látkami. Pre dosiahnutie kvalitnej povrchovej úpravy je potrebné čo najvhodnejšie opracovať povrch dreva a vybrať kvalitnú náterovú látku. Povrch dreva pred povrchovou úpravou sa najčastejšie upravuje brúsením, ale je možné upravovať ho aj termo-mechanicky lisovaním alebo rotačným hladením, prípadne inými netradičnými spôsobmi. „Jedným z perspektívnych spôsobov úpravy povrchu dreva je jeho hladenie“ (GÁBORÍK, ŽITNÝ 2010).

V súčasnosti z ekologického ako aj z hygienického hľadiska sú do popredia dávane vodou riediteľné náterové látky. Je potrebné poznať všetky vlastnosti týchto progresívnych náterových látok, vzhľadové, fyzikálno-mechanické, chemické i odolnostné. „Náterové

filmy musia spĺňať určité minimálne požiadavky, medzi ktorými sú dostatočná penetrácia, odolnosť voči fyzikálnym a biologickým vplyvom, a dobrá adhézia. Posledná požiadavka je považovaná za veľmi dôležitý faktor pre celkovú kvalitu náteru“ (STEVENS 2006). Adhézia náterového filmu je výsledkom chemických a fyzikálnych síl medzi náterovým filmom a povrchom dreva.

Optimalizáciou vodou riediteľných náterových látok na základe vybraných vlastností náterových filmov sa zaoberali FATEMI *et al.* (2006). Jednou z tých vlastností bola práve aj adhézia náterových filmov k drevu. Vplyv zložiek polyuretánových náterových látok na adhéziu náterových filmov sledovali vo svojej práci DELPECH, COUTINHO (2000) a JAIC, ZIVANOVIC (1997). Za dôležitý cieľ pre rozvoj UV náterových látok na drevo a zvýšenie ich adhézie, si vo svojej práci stanovili WEIKARD, FISCHER (2010). Vplyvom drevo sfarbujuúcich húb na adhéziu sa zaoberali BARDAGE, BJURMAN (2008), vplyvom jarného a letného dreva, ako aj vplyvom opracovania a ošetrovania povrchu sa zaoberali PODGORSKI *et al.* (2010) a DE MEIJER, MILITZ (1998) a vplyvom urýchlenného a prirodzeného stárnutia na adhéziu sa zaoberali REINPRECHT *et al.* (2011). Ďalším faktorom, ktorý výrazne vplýva na adhéziu náteru, je vlhkosť dreva, výsledky tohto vplyvu uvádzajú SONMEZ *et al.* (2009). DE MEIJER, MILITZ (2000) vo svojej práci dokázali, že dominantný vplyv na adhéziu náteru má jeho mechanické kotvenie. Dobré mechanické kotvenie náterového filmu môže zabezpečiť aj zvýšená penetrácia náterovej látky do dreva. Penetrácia je jav, ktorý nám zväčšuje kontaktný povrch náteru s povrchom podkladu. NUSSBAUM (1994) a NUSSBAUM *et al.* (1998) sledovali vplyv rozpúšťadla na penetráciu a vplyv opracovania povrchu dreva. Intermolekulárnymi silami v systéme drevo - pevný náterový film, ktoré sú primárnou podmienkou stability systému, sa vo svojej práci zaoberali LIPTÁKOVÁ, KÚDELA (2002). V práci upozorňujú na rad sekundárnych faktorov, ktoré významne narúšajú stabilitu medzi drevom a tuhým náterovým filmom.

Cieľom práce bolo sledovať vplyv vybraných faktorov (opracovanie povrchu bukového dreva, typ náterovej látky, hrúbka náterového filmu) na adhéziu náterových filmov vytvorených vodou riediteľnými náterovými látkami.

MATERIÁL A METODIKA

V experimente boli použité skúšobné telesá z bukového dreva (*Fagus sylvatica* L.) s nasledovnými parametrami: rozmery – 50 mm × 150 mm × 20 mm, vlhkosť 8 % ± 2 % a priemerná hustota pri nulovej vlhkosti $\rho_0 = 676 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Tangenciálno-radiálne plochy (50 mm × 150 mm) skúšobných telies boli opracované nasledovnými druhmi mechanického a termo-mechanického opracovania:

- Brúsením (na pásovej brúske s brúsnym papierom so zrnitosťou číslo 60 a následne s brúsnym papierom so zrnitosťou číslo 120).
- Lisovaním (povrch bukových telies bol upravovaný v lise s dvomi vyhrievacími platňami). Bukové telesá boli stláčané o 1 mm pri teplote 140 °C a pri troch rôznych lisovacích časoch (L1 – 2 min, L2 – 6 min, L3 – 10 min).

Skúšobné telesá boli jednostranne povrchovo upravené nasledovnými vodou riediteľnými náterovými látkami (tab.1):

- **Aqua-Primer thix** – je vodou riediteľný tixotropný jednozložkový základný lak na drevo, na báze samozosieťovacích polyakrylátových disperzií,
- **Aqua-Kristall plus CFB** – je vodou riediteľný priehľadný lak, na báze polymerizujúcich polyuretánovo-akrylátových disperzií,

- **Aqua-Soft CFB** – je priehľadný vodou riediteľný lak na drevo, na báze polyuretánových akrylátových kopolymérnych disperzií.

Náterové látky boli nanášané striekaním na tangenciálno-radiálne plochy skúšobných telies v troch rôznych hrúbkach náterového filmu.

Prvú skupinu tvorili vzorky, ktoré boli povrchovo upravené jednou náterovou látkou, ktorá bola použitá ako základný aj vrchný lak. Skupina je označená ako P1.

Druhú skupinu tvorili vzorky, ktoré boli povrchovo upravené systémom (základná a vrchná náterová látka) a boli označené ako P2.

Tab. 1 Použité náterové látky.

Tab. 1 Paint coatings used for surface finishing.

Označenie	Náterová látka	Hrúbka	Priemerná hrúbka náterového filmu [μm]
P1	2 × ADLER Aqua-Soft CFB 30361	H1	88
		H2	155
		H3	277
P2	ADLER Aqua-Primer thix 30008 ADLER Aqua-Kristall plus 30241	H1	107
		H2	153
		H3	253

Podstatou skúšky bolo zistiť silu, potrebnú k odtrhnutiu náteru od plošnej jednotky podkladového materiálu. Skúšky boli uskutočnené na univerzálnom trhacom stroji s použitím prípravku na uchytenie telies.

Povrch náteru sa jemne prebrúsil a očistil. Na dotykovú plochu kovového odťahovacieho telieska sa nanieslo dvojzložkové epoxidové lepidlo a teliesko sa nalepilo na povrchovo upravenú vzorku pomocou zaťažovacieho prípravku. Lepidlo sa nechalo vytvrdnúť pri zaťažení 7 dní. Po odťažení sa vzorky klimatizovali po dobu 24 hod pri teplote 20 ± 2 °C a relatívnej vlhkosti vzduchu 65 ± 5 %. Po klimatizácii sa okolo nalepeného telieska vyfrézovalo frézou medzikružie, pričom sa odstránil náterový film po celej hrúbke, až k podkladu. Zlepená zostava sa upla pomocou prípravku do univerzálného trhacieho stroja a podrobila sa ťahovému namáhaniu.

Zaznamenávala sa sila, pri ktorej došlo k porušeniu systému drevo – tuhý náterový film a sledovalo sa aj miesto v systéme, kde dochádzalo k odtrhu. Miesto porušenia systému drevo – tuhý náterový film sa sledovalo pomocou rastrovacieho elektrónového mikroskopu (TESCAN). Pri skúške sa nevyhodnocovali vzorky, pri ktorých došlo k porušeniu v lepenom spoji v rozsahu 40 % a viac obsahu plochy.

Pevnosť v ťahu σ_A [MPa] sa vypočítala podľa rovnice

$$\sigma_A = \frac{4 \cdot F_{\max}}{\pi \cdot d^2}, \quad (1)$$

kde $F_{\max}$ – je sila potrebná na odtrhnutie odťahovacieho valčeka v N,
d – je vnútorný priemer vykružovacej frézy v mm.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vypočítané hodnoty pevnosti v ťahu σ_A boli vyhodnotené 3-faktorovou analýzou rozptylu v softvérovom programe STATISTICA.

Výsledky analýzy potvrdili, že štatisticky veľmi významný vplyv má typ náterovej látky a interakcia hrúbky náterového filmu s opracovaním povrchu dreva. Vplyv samotného opracovania povrchu na odolnosť systému drevo – tuhý náterový film namáhaného na ťah, podľa štatistického vyhodnotenia je málo významný, rovnako aj interakcia náterová látka – opracovanie povrchu dreva. Vyhodnotenie nepotvrdilo štatistickú významnosť vplyvu hrúbky náterového filmu a interakcií: náterová látka – hrúbka náterového filmu, náterová látka – hrúbka náterového filmu – opracovanie povrchu dreva.

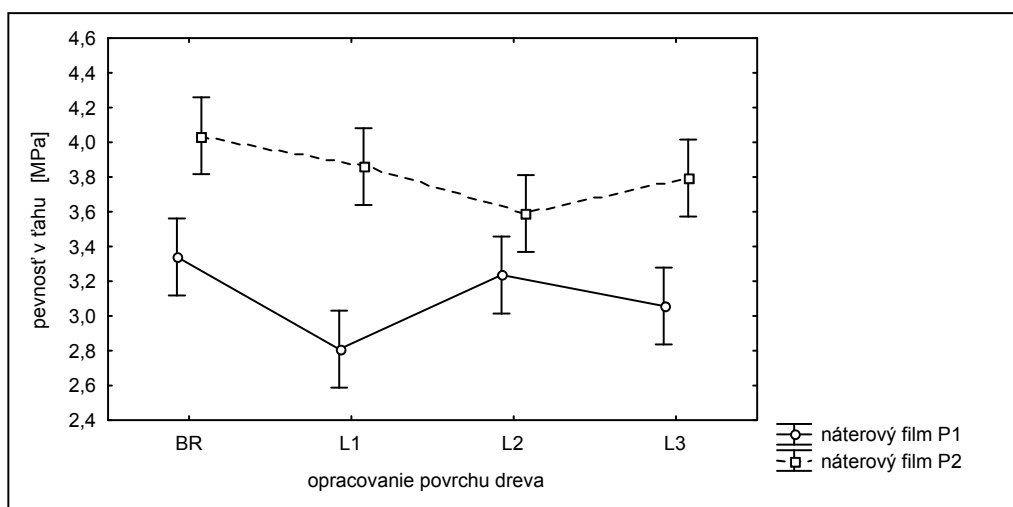
Veľmi významný štatistický vplyv náterovej látky na pevnosť v ťahu systému drevo – tuhý náterový film, potvrdzuje tvrdenia autorov JAIC, ZIVANOVIC (1997), DELPECH, COUTINHO (2000) a FATEMI *et al.* (2006). Priemerná pevnosť v ťahu pri všetkých sledovaných hrúbkach náterového filmu na povrchoch brúsených ako aj lisovaných, bola vždy vyššia pri náterovom filme P2, okolo 4 MPa na brúsenom povrchu a v intervale od 3,6 do 3,9 MPa na lisovaných povrchoch. Systém s náterovým filmom P1 mal priemernú pevnosť v ťahu 3,3 MPa na brúsených povrchoch a v intervale od 2,8 do 3,2 MPa na lisovaných povrchoch (obr. 1). Náterový film P2 bol vytvorený systémom dvoch náterových látok, základný náter a vrchný náter. Náterový film P1 bol vytvorený dvoma nátermi, ale len jednou náterovou látkou.

Štatistické vyhodnotenie potvrdilo, že vplyv interakcie hrúbky náterového filmu a opracovania povrchu dreva na pevnosť v ťahu systému drevo – tuhý náterový film má veľmi významný vplyv na stabilitu systému drevo – tuhý náterový film, namáhaného na ťah. Na obr. 2 vidíme, že závislosť priemernej pevnosti v ťahu na hrúbke náterového filmu nemôžeme zovšeobecniť pre rôzne povrchové opracovania ako aj pre rôzne náterové filmy. Vyššie priemerné hodnoty pevnosti v ťahu boli stanovené na telesách s náterovým filmom P2 ako P1. Telesá brúsené s náterovým filmom P2 mali priemernú pevnosť v ťahu pre všetky tri hrúbky náterového filmu 3,6–4,5 MPa, lisované mali 3,3–4,5 MPa. Systém drevo – náterový film P1 s povrchom brúseným mal priemernú pevnosť 3,2–3,7 MPa, s povrchom lisovaným mal 2,7–3,5 MPa.

Na obr. 1 vidíme, že vyššiu pevnosť v ťahu systému drevo – tuhý náterový film mali brúsené povrchy s náterovým filmom P2, v porovnaní s lisovanými povrchmi. Pri pôsobení ťahovej sily na náterový film P2, na povrchoch brúsených, dochádzalo ku zlomu, ktorý je v povrchovej preinpregnovanej časti dreva (obr. 3). Ani z mikroskopického pozorovania povrchov nie je možné určiť hranicu, kedy je to kohézny zlom v náterovom filme s vytrhnutými vláknami a kedy kohézny zlom preinpregnovaného dreva. Na obr. 4 vidíme rubovú stranu náterového filmu. Pri zlome dochádzalo k odtrhnutiu porušených drevných vlákien z povrchu dreva. Predpokladáme, že drevné vlákna boli porušené mechanickým opracovaním (frézovaním a brúsením), následne boli preinpregnované náterovou látkou.

Na lisovaných povrchoch s povrchovou úpravou P2 sa tento zlom javil ako adhézny zlom, dochádzalo k porušeniu prevažne na rozhraní medzi povrchom bukového dreva a náterovým filmom. Na obr. 5 vidíme, že po pôsobení ťahovej sily na systém bukové teleso lisované a náterový film P2, na povrchu lisovaného telesa pri danom zväčšení nepozorujeme žiaden náterový film. Zároveň na obr. 6 vidíme, že na odtrhnutom náterovom filme sa nenachádzajú drevné vlákna. Môžeme predpokladať, že pri lisovaní, pôsobením vyššej teploty (140 °C) dochádzalo k zmene povrchových vlastností dreva. Tavením lignínu v povrchovej vrstve sa stalo drevo na povrchu hydrofóbnejšie a tým náterová látka horšie zmáčala povrch dreva. Horšia zmáčanlivosť sa podieľala aj na oslabení adhézie náterového filmu. Zároveň môžeme predpokladať, že termickou úpravou dreva dochádzalo k modifikovaniu jeho štruktúry, t.j. zásahom hlavne do jeho lignínsacharidickej matrice ako uvádzajú REINPRECHT, VIDHOLDOVÁ (2008). Táto termická modifikácia mohla potom viesť k oslabeniu chemických síl medzi drevom a náterovým filmom.

Na obr. 7 vidíme, že pri namáhaní systému bukové drevo brúsené a náterový film P1 došlo k zlomu opäť v preinpregnovanej časti dreva. Na povrchu dreva sú pod mikroskopom pozorované plochy so zlomom v náterovom filme a zároveň aj plochy s vytrhnutými drevnými vláknami (obr. 7). Rovnako aj na povrchu náterového filmu nachádzame vytrhnuté drevné vlákna preinpregnovanej časti povrchu dreva (obr. 8). Takýto zlom však nemôžeme chápať ako kohézny zlom dreva, lebo namerané hodnoty pevnosti v ťahu systému drevo – náterový film nezodpovedajú hodnotám ktoré uvádza KURJATKO *et al.* (2010). „Hodnoty medze pevnosti bukového dreva v ťahu sú v radiálnom smere 11,11 MPa a v tangenciálnom smere 5,69 MPa.“ Skúšobné telesá majú tangenciálno-radiálne plochy, teda v prípade kohézneho zlomu dreva by mali byť priemerné hodnoty pevnosti v intervale vyššie uvedených hodnôt. Stanovené hodnoty na brúsených povrchoch sú podstatne nižšie, len 3,2–4,5 MPa. Preto tento zlom nemôžeme vyhodnotiť ako kohézny zlom dreva, ale zlom v povrchovej časti dreva, v ktorej sú drevné vlákna porušené mechanickým opracovaním a následne preinpregnované náterovou látkou.

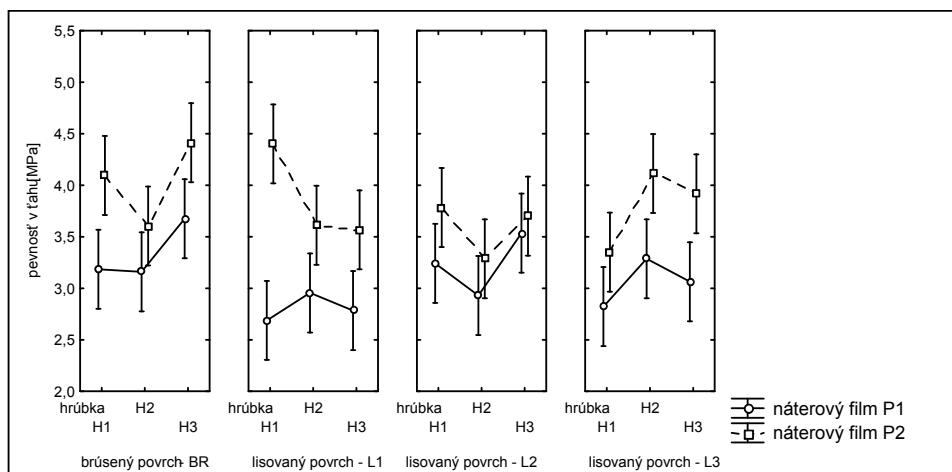


Obr. 1 Vplyv opracovania povrchu dreva na pevnosť v ťahu systému drevo – tuhý náterový film, pre dva rôzne typy náterových filmov (povrch: BR – brúsený, L1 – lisovaný 2 min, L2 – lisovaný 6 min, L3 – lisovaný 10 min).

Fig. 1 An influence of surface treatment of wood on the tensile strength of wood - solid coating film, for two different types of coating films (surface: BR – ground, L1 – molded 2 min, L2 – molded 6 min, L3 – molded 10 min).

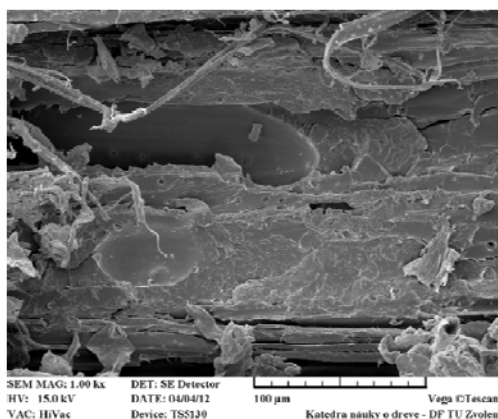
Odlišne sa správal systém pri namáhaní na ťah, ak bol povrch lisovaný upravený náterovým filmom P1 ako s náterovým filmom P2. Na lisovanom dreve s náterovým filmom P1, došlo k poškodeniu pri namáhaní na ťah v náterovom filme (obr. 9). Môžeme konštatovať, že došlo ku kohéznemu zlomu. Zároveň na obr. 10 vidíme, že na náterovom filme sa nenachádzajú drevné vlákna. Rozdielne správanie systémov s lisovaným povrchom pri zaťažení na ťah, môže byť spôsobené práve rozdielnym chemickým zložením jednotlivých náterových látok a následne aj náterových filmov.

Z uvedených výsledkov môžeme konštatovať, že kombináciou rôzneho povrchového opracovania dreva s rôznymi typmi náterových látok dostávame systém drevo – tuhý náterový film, ktorý môže mať najslabšie miesto pri zaťažení na ťah v dreve, v preinpregnovanej vrstve dreva, na rozhraní dreva a náterového filmu alebo v náterovom filme, ako uvádzajú LIPTÁKOVÁ, KÚDELA (2002), nám sa potvrdili posledné tri prípady zlomu.



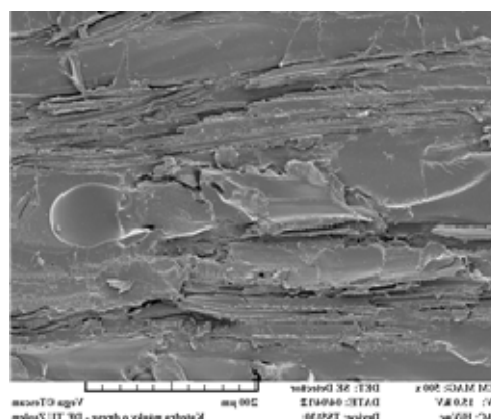
Obr. 2 Vplyv hrúbky náterového filmu na pevnosť v ťahu systému drevo – tuhý náterový film, na rôzne opracovaných povrchoch dreva, pre dva rôzne typy náterových filmov.

Fig. 2 An influence of thickness of the paint coating films on the tensile strength of wood – solid coating film, in various treated wood surfaces, for two different types of coating films.



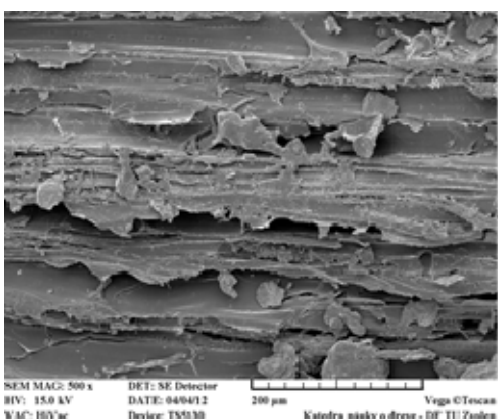
Obr. 3 Brúsený povrch bukového dreva po odtrhnutí náterového filmu P2

Fig. 3 Sanded surface beech wood after being picked coating film P2



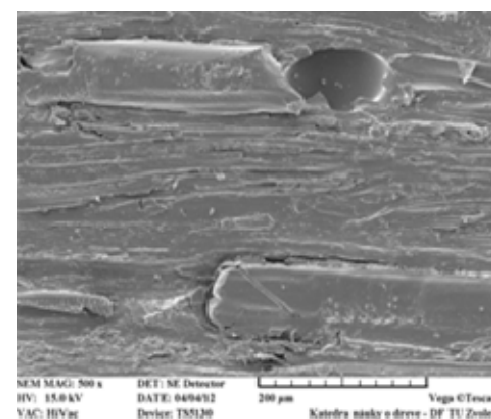
Obr. 4 Rubová strana náterového filmu P2 z brúseného povrchu

Fig. 4 Back side coating film P2 from sanded surface



Obr. 5 Lisovaný povrch bukového dreva po odtrhnutí náterového filmu P2

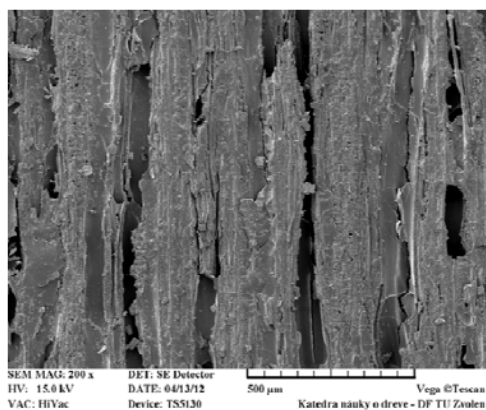
Fig. 5 Pressed surface beech wood after being picked coating film P2



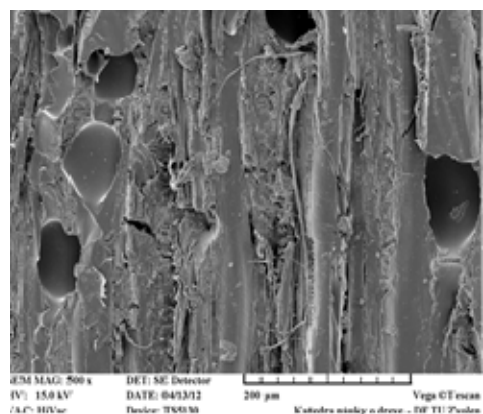
Obr. 6 Rubová strana náterového filmu P2 z lisovaného povrchu

Fig. 6 Back side coating film P2 from pressed surface

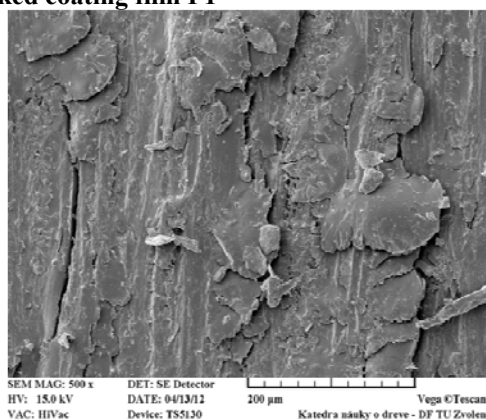
Adhézia náteru je výsledkom chemických a fyzikálnych síl medzi povrchom dreva a náterovým filmom. DE MEIJER, MILITZ (2000), dokázali, že pri adhézii hrá dominantnú úlohu mechanické kotvenie, ktoré je práve ovplyvnené vlastnosťami povrchu (pórovitosťou a drsnosťou). Vyplývajú z tohto tvrdenia predpokladáme, že aj v našom prípade vyššiu pevnosť v ťahu vzorkám s brúseným povrchom zabezpečili silnejšie fyzikálne a chemické sily. Z pohľadu drsnosti povrchu dreva je väčšia kontaktná plocha na brúsených povrchoch ako na lisovaných. NUSSBAUM *et al.* (1998) v závere svojej práce tvrdia, že aj všeobecne lepšie preniknutie náterovej látky do dreva je pri drsných povrchoch, v porovnaní s hladkými povrchmi.



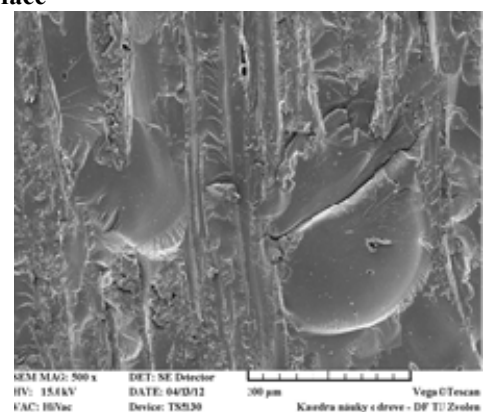
Obr. 7 Brúsený povrch bukového dreva po odtrhnutí náterového filmu P1
Fig. 7 Sanded surface beech wood after being picked coating film P1



Obr. 8 Rubová strana náterového filmu P1 z brúseného povrchu
Fig. 8 Back side coating film P1 from sanded surface



Obr. 9 Lisovaný povrch dreva po odtrhnutí náterového filmu P1
Fig. 9 Pressed surface beech wood after being picked coating film P1



Obr. 10 Rubová strana náterového filmu P1 z lisovaného povrchu
Fig. 10 Back side coating film P1 from pressed surface

ZÁVER

Na základe nameraných výsledkov môžeme konštatovať, že systém drevo – náterový film vytvorený dvomi náterovými látkami, zaťažovaný na ťah, mal vyššiu pevnosť ako drevo s náterovým filmom vytvoreným len jednou náterovou látkou. Teda potvrdil sa predpoklad, že typ náterovej látky má vplyv na pevnosť v ťahu systému drevo – tuhý náterový film.

Potvrdil sa aj predpoklad, že druh opracovania v interakcii z hrúbkou náterového filmu má vplyv na pevnosť v ťahu systému drevo – tuhý náterový film. Systém, ktorého drevo bolo s povrchom brúseným a s náterovým filmom P1 alebo P2 mal v priemere vyššiu pevnosť v ťahu ako s drevom lisovaným.

Na základe experimentálnych výsledkov a ich analýzy môžeme konštatovať, že k porušeniu brúseného dreva s náterovým filmom pri namáhaní na ťah, dochádza prevažne v preinpregnovanej časti dreva, prípadne v náterovom filme.

Na lisovanom dreve s náterovým filmom pri namáhaní na ťah, môže s väčšou pravdepodobnosťou dochádzať k adhéznemu zlomu, prípadne ku kohéznemu zlomu v náterovom filme. Vyplýva to hlavne z vlastností náterového filmu. Predpokladáme, že na lisovanom dreve pôsobením tepla dochádza k zmene povrchových vlastností a k modifikovaniu jeho štruktúry. Tieto zmeny majú za následok zníženie fyzikálnych aj chemických síl, ktoré zabezpečujú dobrú adhéziu. V prípade, že je kohézia náterového filmu nižšia ako adhézia, k porušeniu dôjde v náterovom filme.

LITERATÚRA

- BARDAGE, S.L., BJURMAN, J. 2008. Adhesion of waterborne paints to wood. *Journal of Coatings Technology* [online], 2008, 70(878): 39–47. Dostupné na internete: <http://springerlink.com>
- DELPECH, M. C., COUTINHO, F. M. B. 2000. Waterborne anionic polyurethanes and poly(urethane-urea)s: influence of the chain extender on mechanical and adhesive properties. *Polymer Testing* [online]. 2000, 19(8): 939–952. Dostupné na internete: <http://www.sciencedirect.com/science>
- FATEMI, S., VARKANI, M. K., RANJBAR, Z., BASTANI, S. 2006. Optimization of the water-based road-marking paint by experimental design, mixture method. *Progress in Organic Coatings* [online], 2006, 55(4): 337–344. Dostupné na internete: <http://www.sciencedirect.com>
- GÁBORÍK, J., ŽITNÝ, M. 2010. Zmena kvality povrchu osikového a bukového dreva po hladení rotujúcim nástrojom. *Acta Facultatis Xylologiae Zvolen*, 2010, 52(1): 41–46. ISSN 1336-3824.
- JAIC, M., ZIVANOVIC, R. 1997. The influence of the ratio of the polyurethane coating components on the quality of finished wood surface. *European Journal of Wood and Wood Products* [online]. 1997, 55(5): 319–322. Dostupné na internete: <http://www.springerlink.com/content/gcdalgpvjkcvcuy0e/>
- KURJATKO, S. *et al.* 2010. Parametre kvality dreva určujúce jeho finálne použitie. 1. Vydanie. Zvolen : TU vo Zvolene, 2010, 352 s. ISBN 978-80-228-2095-0.
- LIPTÁKOVÁ, E., KÚDELA, J. 1997. Činitele ovplyvňujúce kvalitu povrchovej úpravy dreva náterovými látkami. In.: *Povrchové úpravy dreva v interiéroch*. Nitra : Lignotesting. 1997, s. 20–25.
- LIPTÁKOVÁ, E., KÚDELA, J. 2002. Study of the system wood – coating material. *Holzforschung*, 2002, 56(5): 547–557. ISSN 0018-3830.
- DE MEIJER, M., MILITZ, N. 1998. Wet adhesion measurements of wood coatings. *European Journal of Wood and Wood Products* [online]. 1998, 56(5): 306. Dostupné na internete: <http://www.springerlink.com/content/manmjxtpabexxfeg/>
- DE MEIJER, M., MILITZ, H. 2000. Wet adhesion of low-VOC coatings on wood. A quantitative analysis. *Progress in Organic Coatings* [online], 2000, (38): 223–240. Dostupné na internete: <http://www.elsevier.com>
- NUSSBAUM, R. M. 1994. Penetration of water-borne alkyd emulsions and solvent-borne alkyds into wood. In *European Journal of Wood and Wood Products* [online]. 1994, roč. 52, č. 6, s. 389 – 393. Dostupné na internete: <http://www.springerlink.com/content/4624v746365u343m/>
- NUSSBAUM, R. M., SUTCLIFFE, E. J., HELLGREN, A.-CH. 1998. Microautoradiographic studies of the penetration of alkyd, alkyd emulsion and linseed oil coatings into wood. In *Journal of Coatings Technology* [online]. 1998, roč. 70, č. 878, s. 49 – 57. Dostupné na internete: <http://www.springerlink.com/content/90141q663x0223x8/>

PODGORSKI, L., GRÜLL, G., TRUSKALLER, M., JEAN-DENIS LANVIN, J.- D., GEORGES, V., BOLLMUS, S. 2010. Wet and dry adhesion of coatings on modified and unmodified wood: comparison of the cross-cut test and the pull-off test. IRG 41, Biarritz, France May 9-13th 2010. Dostupné na internete: <http://www.irg-wp.com/IRG41-Presentations/IRG%2010-40524.pdf>

REINPRECHT, L., BACULÁK, J., PÁNEK, M. 2011. Prirodzené a urýchlené stárnutie náterov pre drevené okná. In Acta Facultatis Xylologiae Zvolen. 2011, roč. 53, č. 1, s. 21 – 31. ISSN 1336-3824.

REINPRECHT, L., VIDHOLDOVÁ, Z. 2008. Termotrevo – príprava, vlastnosti a aplikácie. 1. vydanie, TU vo Zvolene, 2008, 89 s. ISBN 978-80-228-1920-6

SONMEZ, A., BUDAKCI, M., BAYRAM, M. 2009. Effect of wood moisture content on adhesion of varnish coatings. In Scientific Research and Essay [online]. 2009, roč. 4, č. 12, s. 1432 – 1437. ISSN 1992-2248. Dostupné na internete: <http://www.academicjournals.org/sre/PDF/pdf2009/Dec/Sonmez%20et%20al.pdf>

STEVENS, M. 2006. Adhesion and weathering performance of waterborne coatings applied to different temperate and tropical wood species. In JCT Research [online]. 2006, 11 s. Dostupné na internete: <http://www.allbusiness.com/manufacturing/chemical-manufacturing-paint/1191866-1.html>

WEIKARD, J., FISCHER, W. 2010. Ways to Increase Adhesion Of UV Coatings On Wood. Dostupné na internete: http://www.radtech-europe.com/files_content/weikardpaperseptember.pdf

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka finančnej podpore Slovenskej grantovej agentúry VEGA (Grant č. 1/0565/10, Grant č.1/0574/12).

Adresa autora

Ing. Gabriela Slabejová, PhD.
Technická univerzita vo Zvolene
Drevárska fakulta
T.G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovenská republika
slabejova@vsld.tuzvo.sk

