

Výhodnejšie technologické parametre a ekonomika procesu lepenia dreva formou napeňovania lepidiel

Zámerom tohto príspevku je predstaviť inovovanú technológiu procesu lepenia napeňovaním PVAC disperzných lepidiel. Sú to síce oprášené, ale vysoko aktuálne metódy znižovania spotreby lepidla, čím sa znižujú priame materiálové náklady pri lepení. Napeňovanie lepidiel je čoraz viac využívané v drevárskej praxi, pretože je výhodné z technologického i ekonomického hľadiska.

Autori: prof. Ing. Ján Sedliacik, PhD. a kol.
Drevárska fakulta TU vo Zvolene
Kontakt: sedliacik@tuzvo.sk
Foto: archív autorov

Pri lepení dreva sa často používajú disperzné lepidlá na báze polyvinylacetátu (PVAC). Vďaka jednoduchej príprave a aplikácii, zdravotnej bezchybnosti a zodpovedajúcej kvalite lepeného spoja ich použitie neustále narastá. PVAC lepidlá poskytujú veľmi pevné spoje, vyznačujú sa dobrou afinitou k drevu a pružnosťou. Pri vytvrdzovaní PVAC disperzií ide v podstate o fyzikálny proces, pri ktorom drevo postupne odoberá z lepidla vodu, pričom sa v lepenej škáre vytvára súvislý film polyméru. Sú odolné proti mikroorganizmom a plesniam, nehorľavé, s čiastočnou odolnosťou proti zvýšenej teplote, vlhkosti a vode. Vďaka svojim priaznivým netoxickým vlastnostiam nahrádzajú formaldehydové lepidlá pri výrobe preglejok, dyhovaní nábytkových dielcov alebo povrchovej úprave (kaširovaním). Tieto lepidlá sú najčastejšie používané na montážne lepenie konštrukčných spojov nábytkových prvkov, dĺžkové nadpájanie lamiel pomocou klinových spojov, výrobu lepeného dreva (škárovky), či na výrobu lepených hranolov na nenosné konštrukčné účely.

Prax neustále požaduje výrazný nárast produktivity prostredníctvom zlepšovania technológií aj cez skracovanie času vytvrdzovania. S tým súvisia aj nové požiadavky na disperzné lepidlá. Znižovanie množstva vody v disperznom lepidle spôsobuje zhoršenie kvality nánosu. Príliš malé množstvo nánosu vedie

k chybám lepenia a zníženej pevnosti lepeného spoja.

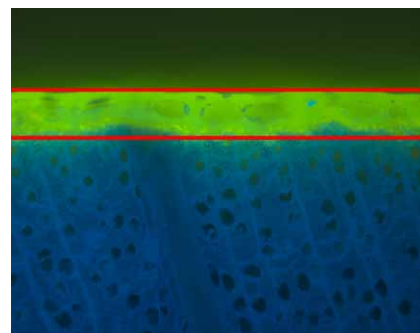
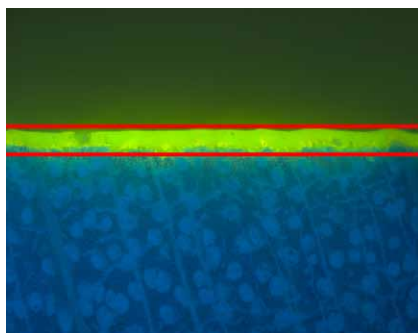
Napeňovanie lepidiel

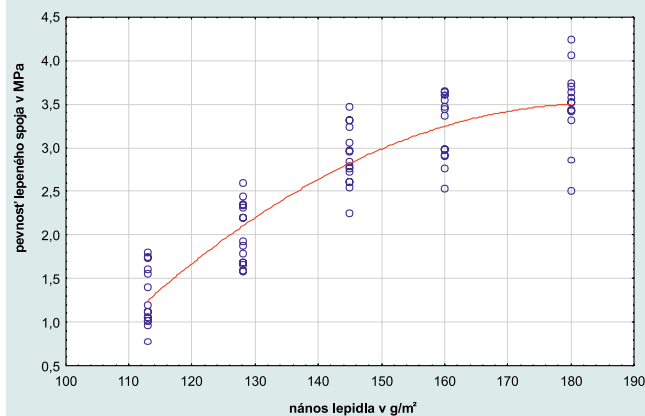
Napeňovanie lepidiel môže získať technologický aj ekonomický význam v procese lepenia v drevárskom a nábytkárskom priemysle. Dodávané typy disperzných lepidiel sa môžu napeniť pomocou pridaných látok, ktoré spôsobujú penenie – tenzidov. Tenzidy znižujú povrchové napätie čím umožňujú tvorby peny a podľa požadovanej viskozity lepidla, koncentrácie tenzidov a ďalších parametrov vznikajú penové bubliny s rôznymi veľkosťami, silou stien a životnosťou. Životnosť takejto vzniknutej peny je časovo ohraničená. Na napenenie lepidla je potrebné zariadenie s miešacou hlavicou, ktorá vytvára pomocou vzduchu vysoko jemnú štruktúru peny pozostávajúcu z veľmi malých vzduchových bubliniek.

Výhodami použitia nánosu z napenených disperzných PVAC lepidiel sú viaceré technologické, aj ekonomické aspekty. Difundácia vody z napeneného lepidla do povrchových vrstiev dreva

v dôsledku menšej kontaktnej plochy je významne pomalšia, čím sa znižuje veľkosť napúčania drevných vlákien v blízkosti nánosu disperzie a povrch má jemnejšiu mikroštruktúru. Zároveň sa s pomalšou difundáciou vody do dreva a jej pomalším odparovaním predlžuje otvorený čas po nánose lepidla, čo je jedným z najvýznamnejších technických parametrov PVAC lepidiel. Pri rovnakej výdatnosti nánosu lepidla je hrúbka nánosu napeneného lepidla je asi o 30 % vyššia ako u nenapeneného. Týmto je zabezpečený rovnomernejší nános lepidla, rovnomernejšie zmáčanie lepeného povrchu, prípadne lepšie prekrytie trhlín a chýb vzniknutých pri opracovaní povrchu pred lepením. Optimalizáciou hrúbky nánosu lepidla je možné znížiť plošnú výdatnosť nánosu lepidla a ušetriť. Napenením disperzných lepidiel sa nemení ich klasifikácia do tried trvanlivosti a odolnosti voči vode D3 a D4. Hlavným zámerom predstavenej technológie je zníženie spotreby PVAC disperzného lepidla zo zvyčajných 180 g/m² na úroveň, pri ktorej bude lepený spoj vyhovovať požiadavkám noriem a smerníc na lepený výrobok.

Rozdiel v hrúbke nánosu nenapeneného (vľavo) a napeneného lepidla





Regresná analýza pevnosti lepeného spoja pre lepidlo Rakoll® 4340

Skúška delaminácie lepených spojov

Za účelom overenia vlastností zlepšenej kvality lepenia dreva boli v laboratóriách Katedry nábytku a drevárskych výrobkov Technickej univerzity vo Zvolene pripravené vzorky lepeného smrekového dreva (*Picea abies L.*) s použitím napenenej a nenapenenej PVAC disperzie. Testovali sa metódami podľa noriem „STN EN 13353: 2011 Dosky z rastlého dreva. Požiadavky“, „STN EN 13354: 2009 Dosky z rastlého dreva. Kvalita lepenia. Skúšobná metóda“ a skúškou delaminácie lepených spojov metódikou IFT Rosenheim.

Na základe výsledkov meraní bola namodelovaná matematickou funkciou závislosť šmykovej pevnosti lepených spojov od nánosu lepidla v rozsahu od 113 do 180 g/m². Z testov vyplynulo, že všetky parametre a model ako celok sú štatisticky významné a adekvátne. Na základe homogenity rozptylu reziduálnej zložky modelu bol urobený prepočet kvadratickej rovnice pomocou programu Wolfram Mathematica 7.0. Dosiiahnuté výsledky určujú, že pri aplikácii 30 % napeneného lepidla Rakoll® 4340 a pri nánose 142 g/m² sa dosiahne taká pevnosť lepených spojov, pri ktorej dolný 5 percentný kvantil šmykovej pevnosti bude na úrovni 2,5 MPa a teda spĺňa požiadavky STN EN 13 353: 2011.

Na základe vyhodnotenia mechanických vlastností skúmaných vzoriek je možné po analýze testovaných súborov potvrdiť predpoklad, že **optimálny nános 30 % napeneného lepidla Rakoll® 4340, pri ktorom bude lepený spoj dosahovať normami a smernicou stanovené kvalitatívne požiadavky, je 145 g/m².**

Vo výskume bol výpočet úspory nákladov prepočítaný na kalkuláciu jednotku (1 m³) vybraného typu lepeného dreva. Na základe vyhodnotenia meraní, ktoré boli základom prepočtov, je možné usúdiť, že dosiahnutú úsporu materiálových nákladov (lepidlo D3 úspora 1,17 €/m³ a lepidlo D4 3,38 €/m³) bude **pre malých výrobcov** zanedbateľná a nerentabilná. Vstupná investícia, ktorá je podmienená implementáciou tohto inovačného procesu lepenia dreva je spojená s obstaraním technologického zariadenia na napeňovanie lepidla v hodnote cca 35 000 €. Na základe prepočtu výnosnosti vstupnej investície cez čistú súčasnú hodnotu však môžeme potvrdiť, že takáto modifikácia vybraných faktorov procesu lepenia dreva a s nimi spojená vstupná investícia môže byť významná najmä **pre stredné a veľké podniky**. Z dlhodobého hľadiska im môže priniesť významnú mieru zisku, čo bolo overené prepočtom cez čistú súčasnú hodnotu na modelovom príklade pri ročnom objeme produkcie 13 tisíc m³ a 6-ročnej udržateľnosti investície. Z výpočtov vyplýva, že **doba návratnosti investície pri použití lepidla Rakoll® 4340 môže byť už v priebehu 14 mesiacov od jej spustenia do prevádzky.**

DM 12/2015

Máme riešenie pre každého



Bridge – vrtacie centrum so 6 miestnym revolvingovým zásobníkom nástrojov a pilovým kotúčom na operácie drážkovania



Point 2 – inovatívny elektronický vrtací a frézovací stroj s revolučným priechodným posuvom dielcov a možnosťou drážkovania



Point K2 – vrtacie a frézovacie centrum s patentovanou technológiou dvojitého dynamického transportu umožňujúcou aj tie najnáročnejšie operácie frézovania pri jednom prechode dielca



Blitz – multifunkčný CNC kolíkovací stroj, vykonávajúci operácie vrtania, vstrekovania lepidla a narážania kolíkov v jednom technologickom uzle