

MOŽNOSTI ZNÍŽENIA PLYNNÝCH ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK Z KOMPOZITNÝCH MATERIÁLOV S VYUŽITÍM ODPADOV

RUŽINSKÁ Eva, SR

Resumé

Príspevok sa zaoberá problematikou možnosti zníženia znečistenia ovzdušia nebezpečnými (plynnými) chemickými látkami, uvoľňujúcimi sa z rôznych materiálov, ktorými sú vybavené interiéry budov. Zároveň prezentuje experimentálne výsledky získané prípravou perspektívnych drevných kompozitov so zníženým obsahom voľného formaldehydu.

Kľúčové slová: plynné znečisťujúce látky, formaldehyd, kompozitné drevné materiály.

FACILITIES DEGRADATION OF FLUID POLLUTION SUBSTANCES FROM COMPOSITE MATERIALS BY UTILIZATION OF WASTES

Abstract

The paper deals with the problem of decreasing air pollution by hazardous chemical (vapour) substances are released from various materials which furnished building interiors. Together are presented experimental results obtained from preparation of perspective wooden composites with reduced released formaldehyde content.

Key words: fluid pollution substances, formaldehyde, wooden composite materials.

1 Úvod

Prchavé organické látky (VOCs) patria medzi významnú skupinu plyných znečisťujúcich chemických látok, ktoré negatívne ovplyvňujú čistotu a kvalitu ovzdušia. Popri samotnom negatívnom vplyve na kvalitu ovzdušia sa podieľajú tieto látky aj na tvorbe fotochemického smogu, ktorého najškodlivejšou zložkou je ozón [1, 4].

VOCs sú emitormi znečistenia ovzdušia, rovnakou mierou zaťažujú aj vnútorné prostredie budov, čím výrazne zhoršujú pracovné prostredie. Zaťažené sú najmä interiéry emisiami prchavých organických látok, predovšetkým formaldehydom, benzénom, toluénom, xylénmi a ďalšími chemickými látkami, ktoré sa viažu na oblasť povrchových úprav rôznych materiálov (drevo, kovy, plasty, textílie, papier). VOCs sú súčasťou rozpúšťadiel, riedidiel, tvrdív, ktoré sú používané pri príprave mnohých stavebných a kompozitných materiálov, ale aj dreveného nábytku [2, 3].

Zvýšené znečistenie vnútorného prostredia VOCs významne zaťažuje organizmus. Napriek tomu, že uvoľňované prchavé organické látky nemusia byť vždy toxické, predsa škodia ľudskému organizmu, pretože svojou prítomnosťou vo vzduchu spolu s prachom likvidujú biogénne voľné ióny v interiéri. Je zrejmé, že súčasné rýchle premeny kvality obývaného prostredia dnes predbiehajú schopnosť adaptability ľudského organizmu, čo sa prejavuje nárastom tzv. civilizačných ochorení. Medzi civilizačné ochorenia patria SBS "Sick Buildings Syndroms" a BRI "Building Related Illness". Ich diagnostikovanie priamo súvisí s kvalitou vnútorného životného prostredia obytných a pracovných priestorov, čiže uvedené choroby súvisia so stavom budov,

vnútorným prostredím budov, a tým aj s kvalitou ovzdušia v interiéri podmieneného výberom materiálov.

Príprava environmentálne akceptovateľných materiálov je v súčasnosti podmienená kvalitatívnymi kritériami, rovnako sa vyžadujú aj hygienické charakteristiky, v súlade s aktuálnymi legislatívnymi požiadavkami. Monitorovanie obsahu nebezpečných plynných znečisťujúcich látok je jedným z opatrení ako sledovať kvalitu pracovného i obytného prostredia v interakcii s materiálmi, použitými na vnútorné vybavenie sledovaných priestorov. Ďalšou alternatívou je nový prístup k príprave materiálov, využívajúcich rizikové chemické látky, kde by sa mali recipročne nahrádzať problémové chemické látky vhodnejšími látkami, nevykazujúcimi nepriaznivé toxikologické pôsobenie na človeka.

2 Zdroje úniku formaldehydu

Formaldehyd patrí medzi plynné znečisťujúce látky (polutanty), ktoré sa vyskytujú v ovzduší, ale aj v pracovnom a obytnom prostredí. Formaldehydom sú najsilnejšie exponované osoby, ktoré s ním prichádzajú do styku v pracovnom procese. Ide o pestrú škálu pracujúcich vo výskume, zdravotníctve (dezinfekcia, balzamovanie, fixácia preparátov), pracovníkov v poľnohospodárstve (dezinfekcia osiva a pôdy) a samozrejme pracujúcich v chemickom a textilnom priemysle. Najviac sú pri práci exponovaní pracujúci s formaldehydovými lepidlami v drevárskom a textilnom priemysle.

Druhým veľmi významným zdrojom expozície formaldehydu je únik tejto škodliviny už z hotových výrobkov počas ich používania. Najintenzívnejším zdrojom expozície formaldehydu sú drevotrieskové dosky (DTD) alebo kompozitné drevné materiály lepené močovinoformaldehydovými (UF) alebo fenolformaldehydovými živiciami (PF).

Únik formaldehydu zo syntetických lepidiel je spôsobený uvoľňovaním zostatkového nespolymerizovaného formaldehydu z lepidiel, ako aj uvoľňovaním formaldehydu raz už viazaného, postupnou degradáciou lepidla alebo jeho jednotlivých zložiek. Zatiaľ čo uvoľňovanie zostatkového formaldehydu z PF sa časom zníži, pri UF živiciach je intenzívny po celú dobu životnosti výrobku.

3 Toxické pôsobenie formaldehydu

Formaldehyd (alddehyd – metanál) patrí k toxikologicky významným látkam, je rýchlo absorbovaný cez respiračný a gastrointestinálny trakt. Neexistujú presvedčivé údaje, ktoré by jednoznačne poukázali na fakt, že formaldehyd je toxický pre imunitný a reprodukčný systém alebo negatívne ovplyvňoval vývoj plodu. Už nízka úroveň formaldehydu môže u ľudí zapríčiniť podráždenie očí, nosa, hrdla a kože. Pri veľmi vysokých koncentráciách formaldehydu vo vzduchu a dlhšej dobe expozície nastáva pľúcny edém a krvácanie v pľúcach. Pri chronickom pôsobení vznikajú chronické toxické kontaktné dermatitídy, degenerácia a zafarbenie nechťov, kožnú i pľúcnu alergiu. Dlhotrvajúca inhalácia formaldehydu v nízkych koncentráciách vyvoláva chronickú bronchitídu, poruchy činnosti obličiek, pečene, centrálného nervového systému.

Medzinárodná agentúra pre výskyt rakoviny IARC (International Agency for Research on Cancer) zaradila formaldehyd medzi látky s limitovanými dôkazmi karcinogénnych účinkov na človeka (Kategória 2A) a Americká agentúra pre ochranu

životného prostredia US EPA (US Environmental Protection Agency) ho klasifikuje medzi látky podozrivé z karcinogenity. Najvyššie riziko pre klasifikované pri vzniku nádorov pri nosohltane.

4 Požiadavky na obsah formaldehydu v drevných materiáloch

Polykondenzačné živice (UF, PF), ktoré sa používajú pri príprave kompozitných drevných materiálov obsahujú nebezpečné chemické látky - prchavé organické zlúčeniny, ktoré sú zastúpené homológom aldehydom- formaldehydom. Limity na stanovenie obsahu formaldehydu pre rôzne výrobky sa líšia. Drevárske výrobky majú v súčasnosti stanovené hodnoty pre obsah voľného formaldehydu max. $0,025 \text{ mg.m}^{-3}$, ak majú byť takéto výrobky považované na environmentálne akceptovateľné a vyhovieť zároveň hygienickým požiadavkám kladeným aj pre pracovné prostredie zaťažené rôznymi materiálmi (stavebnými, kompozitnými) [3].

5 Hodnotenie obsahu uvoľneného formaldehydu z kompozitných drevných materiálov

Obsah nezreagovaného a do polymérnej matrice adhezív nezabudovaného formaldehydu, ktorý sa nachádza polykondenzačných živiciach sa hodnotí rôznymi metódami. Pre posúdenie hygienickej a teda aj environmentálnej akceptovateľnosti kompozitných drevných materiálov, ktoré sú pripravené s využitím PF (UF) živíc, je rozhodujúcim kritériom stanovenie obsahu voľného formaldehydu uvoľneného z hotových výrobkov pomocou komorovej metódy (STN EN 717-1). Vyžaduje sa, aby voľný formaldehyd v kategórii drevárskeho výrobku (nábytok) dosahoval max. $0,025 \text{ mg.m}^{-3}$, ak má byť výrobok posúdený ako environmentálne akceptovateľný.

Komorovou metódou sa určuje ustálená koncentrácia formaldehydu v ovzduší skúšobnej komory. Výsledkom merania je rozdiel koncentrácií formaldehydu v ovzduší skúšobného priestoru a vzduchu vstupujúceho do priestoru za účelom nútej výmeny vzduchu. Skúšobné telesá musia byť pred skúškou klimatizované pri teplote ($23 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$) a relatívnej vlhkosti ($45 \pm 5 \text{ \%}$) minimálne 7 dní. Plošné zaťaženie skúšobnej komory je $1 \text{ m}^2/1 \text{ m}^3$ objemu komory, pričom prúdenie vzduchu vo vnútri komory má byť $0,3 \pm 0,1 \text{ m.s}^{-1}$. Je potrebné, aby došlo k jednej výmene vzduchu za 1 hodinu. Uvedené experimentálne merania boli uskutočnené v malej komore s objemom $0,2 \text{ m}^3$.

6 Experimentálna príprava kompozitných materiálov

Laboratórne bolo pripravených 5 variantov lepidlových zmesí, ktoré pozostávali z PF živice a upravených odpadových produktov (odpadové sulfátové výluhy vznikajúce pri výrobe buničiny v celulózo-papierenskom priemysle). Modifikačné úpravy sulfátových odpadových výluhov zahŕňajú: metyloláciu, acidifikáciu, hydroxymetyláciu a demetyláciu. V pripravených lepidlových zmesiach s modifikovanými výluhmi bola recipročne nahradená PF živica 50 % hm. (očakávalo sa zníženie voľného formaldehydu). Ako referenčná vzorka bola použitá aj čistá PF živica bez prídavku sulfátových výluhov.

Následne boli laboratorne pripravené lepidlové zmesi aplikované pri experimentálnej príprave drevných kompozitných materiálov (trojvrstvových bukových preglejovaných materiálov) za nasledovných podmienok: teplota lisovania: 150°C , manometrický tlak: 7,6 MPa, špecifický tlak: 1,8 MPa, lisovací čas: 4,5 min, hrúbky

bukových dých (3x 1,8 mm), vlhkost dých: 6,58 % , plocha lisovaného materiálu: 1225 mm².

7 Stanovenie voľného formaldehydu z pripravených kompozitných materiálov

Po experimentálnej príprave kompozitných drevných materiálov sa skúšobné telesá rozdelili na dve skupiny: variant A - nasledovalo okamžité stanovenie obsahu voľného formaldehydu z hotových výrobkov, variant B – stanovenie voľného formaldehydu komorovou metódou bolo vykonané po 28 dňovej klimatizácii. Vyhodnocené výsledky sú uvedené v Tab. 1.

Z vyhodnocených výsledkov je zrejmé, že pripravené lepidlové zmesi s aplikáciou modifikovaných sulfátových výluhov preukázali zníženie obsahu voľného formaldehydu z hotových výrobkov (experimentálne pripravených drevných kompozitov) v dôsledku recipročnej náhody pôvodnej PF živice prírodnými polyfenolmi (upravenými výluhmi) so zlepšenými hygienickými charakteristikami.

Zníženie voľného formaldehydu bolo zaznamenané pri všetkých variantoch experimentálne pripravených kompozitných drevných materiáloch, najvýraznejšie pri variante, kde bolo nahradených 50 % hm. PF živice acidifikovaným sulfátovým výluhom.

Zároveň sa potvrdilo, že po 28 dňovej klimatizácii dochádza k následnému trvalému zníženiu obsahu voľného formaldehydu z hotových výrobkov – drevných kompozitných materiálov v porovnaní s drevárskymi výrobkami lepenými UF živícami [3].

Tab. 1: Vyhodnotenie obsahu voľného formaldehydu z pripravených drevných kompozitov.

Vzorka č.	Zloženie pripraveného adhezíva v kompozitnom drevnom materiáli	Voľný formaldehyd (mg.m ⁻³)	
		A	B
1.	PF živica (referenčná vzorka)	0,021	0,016
2.	PF živica + nemodifikovaný výluh	0,017	0,011
3.	PF živica + metylovaný sulfátový výluh	0,020	0,015
4.	PF živica + acidifikovaný sulfátový výluh	0,014	0,010
5.	PF živica + hydroxymetylovaný výluh	0,019	0,016
6.	PF živica + demetylovaný výluh	0,018	0,013

A – meranie vykonané ihneď po príprave kompozitných materiálov, B – meranie vykonané po 28 dňovej klimatizácii

8 Záver

Prepojenie efektívneho využitia upravených odpadových produktov z priemyselného spracovania biomasy (z chemickej výroby buničiny) pri prípravu kompozitných drevných materiálov s atribútmi environmentálnej akceptovateľnosti je perspektívnou možnosťou pre prípravu materiálov so zlepšenými hygienickými charakteristikami.

Charakter uvedených poznatkov prináša nové možnosti pri príprave materiálov so zníženým obsahom nebezpečných chemických látok a je určený na rozšírenie poznatkov pre študentov všetkých stupňov vysokoškolského vzdelávania v oblasti ochrany životného i pracovného prostredia.

9 Literatúra

1. BRODNIANSKÁ, Z. – ČERNECKÝ, J.: Vizualizácia plynných znečisťujúcich látok pomocou interferometrie. In: *Trendy ve vzdělávání 2008*: UP PdF, KTIV Olomouc, 2008, s. 533 – 536, CD, ISBN 978-80-7220-311-6.
2. NEUPAUEROVÁ, A. - ŠTEVULOVÁ, N.: The Influence of Wood Based Products Loading on Formaldehyde Concentration in Indoor Environment of Buildings. In: *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej 211*. Rzeszów: 2004, s. 259-263. ISSN 0209-2646.
3. RUŽINSKÁ, E.: Možnosti zníženia emisie formaldehydu z kompozitných drevných materiálov. In: *Zborník príspevkov z medzin. konferencie „Atmosféra 21. storočia“*. TU Zvolen, 1999, s.284-287. ISBN 80-2228-0840-7.
4. RUŽINSKÁ, E. – NEUPAUEROVÁ, A.: Aktuálna chemická legislatíva EÚREACH v oblasti technického vzdelávania. Monografia z medzinárodnej konferencie „*Trendy ve vzdělávání – Informační technologie a technické vzdělávání 2008*“. UP PdF, KTIV Olomouc, 2008. 6s. CD. ISBN 978-80-7220-311-6.

Príspevok je riešený v rámci grantového projektu KEGA MŠ SR, č. proj. 3/6431/08.

Lektoroval: doc. RNDr. Iveta Marková, PhD. (KPO DF TU Zvolen, SR)

Kontaktná adresa:

Ružinská Eva, Ing. PhD.,
Katedra environmentálnej techniky, Fakulta environmentálnej a výrobnjej techniky,
Technická univerzita Zvolen, Študentská 26, 960 53 Zvolen, SR
tel. ++ 421 45/5206 482, e-mail evaruzin@vsld.tuzvo.sk