

Proposal of suitable treatment of technical textiles with flame retardants

Návrh vhodnej úpravy materiálu z technických textílií retardérmí horenia

Anna Danihelová^{1,*}, Patrik Ščensný², Tomáš Gergel³

^{1,2} Department of Fire Protection, Technical University in Zvolen, Faculty of Wood Sciences and Technology, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovak Republic; danihelova@is.tuzvo.sk, xsčensny@is.tuzvo.sk

³ National Forest Centre, Forest Research Institute, T.G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, Slovak Republic; gergel@nlesk.org

* Corresponding author: danihelova@is.tuzvo.sk

Original scientific paper

Received: October 18, 2019; Accepted: December 02, 2019; Published: December 31, 2019

Abstract

Buildings play a very important role in energy consumption and in releasing emissions into the air [2]. Therefore, one of the most important challenges in constructing new and reconstructing older buildings is to reduce the energy consumption used to heat or cool them. This paper presents the fire-technical and acoustic properties of insulating panels made of recycled technical textile Senizol AT XX2 TL60 treated with two liquid retardants (Isonem Anti-fire solution and HR Prof) as well as a carbon fabric that was mechanically attached to the surface of the insulation panels. Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame and calorific value was studied. Results of measurement confirmed the classification into the Class E reaction to fire. After fire protection of insulating panels with retardants and carbon it can be classified in a lower class of reaction to fire but must be confirmed by performing a Single Burning Item (SBI) test. Fire treatment with liquid retardants has also been shown to be effective in the radiant heat test as it has prevented complete thermal degradation of the samples. Results of sound absorption measurements show that liquid retardant treatment is preferable to carbon fiber treatment, as the difference from the original absorbency of the panels were minimal.

Keywords: Recycled textiles, Flame retardant, Reaction to fire, Combustion heat, Sound absorption

1 Introduction

Today we must face various problems such as global warming, ozone depletion, waste accumulation and so on [1]. Buildings play a very important role in energy consumption and in releasing emissions into the air [2]. Therefore, one of the most important challenges in constructing new and reconstructing older buildings is to reduce the energy consumption used to heat or cool them. By choosing the right thermal insulation material and the right application, it is possible to reduce energy consumption by 50 – 70 % [3]. For this can be

1 Úvod

V súčasnosti musíme čeliť rôznym problémom, ako sú globálne otepľovanie, narušenie ozónovej vrstvy, hromadenie odpadu a podobne [1]. Budovy zohrávajú veľmi dôležitú úlohu v spotrebe energie a tiež pri uvoľňovaní emisií do ovzdušia [2]. Preto je jednou z najdôležitejších výziev pri konštruovaní nových a rekonštruovaní starších stavieb znižovanie spotreby energie, ktorá sa využíva pri ich vykurovaní alebo ochladzovaní. Na tieto účely sa využívajú izolačné materiály, ktoré pri správnej inštalácii a vhodnom druhu used thermal insulation

panels made of recycled technical textiles from automotive industry.

This paper deals with fire-technical and acoustic properties of insulating panels made of recycled technical textiles (Fig. 1). Used material consists mainly of synthetic materials and is classified in Class E reaction to fire. In view of this, it's necessary to propose its treatment with a suitable flame retardant, which must not adversely affect other technical, hygienic or aesthetic properties [4] required for use in building.

môžu znížiť spotrebu energie až o 50 – 70 % [3]. Ukazuje sa, že na tepelnú izoláciu je možné využiť panely z recyklovaných technických textílií, ktoré pochádzajú z automobilov.

Tento príspevok sa zaoberá požiarotechnickými a akustickými vlastnosťami izolačných panelov zhotovených z recyklovaných technických textílií (Obr. 1). Použitý materiál pozostáva prevažne zo syntetických materiálov a je zaradený do triedy E reakcie na oheň. Vzhľadom k tomu je potrebné navrhnuť jeho úpravu vhodným retardérom horenia, ktorý nesmie negatívne ovplyvniť iné technické, hygienické, či estetické vlastnosti [4] požadované pri využití v stavebných konštrukciách.



Fig 1. Insulating panel samples intended for experiments.

Obr. 2 Vzorok izolačných panelov určených na experimenty

2 Material and Methods

Senizol AT XX2 TL60 was used for research purposes. Material consists of pulped and reprocessed textile material. Samples were dimensionally prepared according to the conditions of each test method and treated with two liquid retardants (Isonem Anti-fire solution and HR Prof) as well as a carbon fabric that was mechanically attached to the surface of the insulation panels. The liquid retardant treatment was done by soaking both sides of samples in polypropylene container and the excess liquid was let to drop off.

Tests which were used to determine the fire-technical properties were STN EN ISO 11925-2:2011: Reaction to fire tests – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test [5]. Next was the test method EN ISO 1716 : 2010 - 12. Reaction to fire tests for

2 Materiál a metódy

Na účely výskumu bol použitý materiál Senizol AT XX2 TL 60. Materiál pozostáva z rozvlákneneho a prepracovaného textilného materiálu. Vzorok materiálu boli rozmerovo pripravené podľa požiadaviek jednotlivých skúšobných metód a upravené pomocou dvoch kvapalných retardačných látok (Isonem anti-fire solution a HR Prof) a tiež uhlíkovou tkaninou, ktorá bola mechanicky pripevnená na povrch izolačných panelov. Úprava kvapalnými retardérmi bola vykonaná tak, že vzorky boli v ňom z oboch strán namáčané a následne sa prebytočná kvapalina nechala odkvapkať. Použité retardéry boli polypropylénovej nádobe.

Pre zistenie vplyvu použitého retardéra horenia na požiarotechnické vlastnosti skúmaného materiálu bol použitý test jednoplameňovým zdrojom. Test vychádzal z požiadaviek uvedených v norme STN EN ISO 11925-2:2011: Skúšky reakcie na oheň.

products – Determination of the gross heat of combustion (calorific value) [6]. The last test for completion the fire characteristics of the material was a non-standard radiant heat test. Method to evaluate the absorption properties of the examined material was used STN EN ISO 10534-2: Acoustics – Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedances tubes – Part 2: Transfer-function method [7].

3 Results and Discussion

After ignitability test, the raw material was found to be easily ignitable and the flame spreads rapidly across the sample surface. However, the limit of 15 cm was not exceeded during the prescribed test time. After the sample's treatment with HR Prof, local heating of the samples was observed without further flame development. At material treated with Isonem Anti-fire solution samples didn't ignite, and smoke formation was also significantly reduced compared to previous modification. The last modification was samples protected with a carbon fiber. In this case, samples didn't burn, only local charred due to the high temperature on the opposite side of the carbon layer was observed.

Evaluation of the mass loss that was carried out by the radiant heat test is given in Tab. 1.

Zapáliteľnosť stavebných výrobkov vystavných priamemu pôsobeniu plameňového horenia. Časť 2: Skúška jednoplameňovým zdrojom [5]. Druhým testom bolo stanovenie spalného tepla podľa normy STN EN ISO 1716:2010-12. Skúšky reakcie na oheň. Stanovenie celkového spalného tepla [6]. Posledným použitým testom bola nenormová skúška sálavým zdrojom tepla. Na hodnotenie zvukovej pohltivosti skúmaného materiálu bol využitý postup podľa normy STN EN ISO 10534-2: Akustika. Určovanie koeficienta zvukovej pohltivosti a akustickej impedancie v imedančných trubiciach. Časť 2: Metóda transformačnej funkcie [7].

3 Výsledky a diskusia

Po vykonaní skúšky zapáliteľnosti sa zistilo, že neupravený materiál je ľahko zapáliteľný a plameň sa po povrchu vzorky rýchlo šíri. Počas predpísaného času skúšky však ani v jednom prípade vrchol plameňa nepresiahol výšku 15 cm. Po úprave vzoriek látkou HR Prof bolo pozorované lokálne zahorenie vzorky bez ďalšieho rozvoja plameňa. V prípade materiálu, ktorý bol upravený látkou Isonem Anfi-fire solution nedošlo k zapáleniu vzoriek a tiež bola značne obmedzená tvorba dymu v porovnaní s predchádzajúcimi modifikáciami. Poslednou úpravou bola ochrana povrchu vzorky uhlíkovou tkaninou. V tomto prípade nedošlo k zahoreniu vzorky, len k lokálnemu zuhoľnateniu vplyvom vysokej teploty na opačnej strane uhlíkovej vrstvy.

Priemerný hmotnostný úbytok upravených a neupravených vzoriek materiálu pri pôsobení sálavého zdroja tepla je uvedený v Tab. 1.

Tab. 1 Mass loss after radiant heat test**Tab. 1** Hmotnostný úbytok po skúške sálavým teplom

Sample modification/ Modifikácia vzorky (-)	Average original sample mass/Priemerná pôvodná hmotnosť vzorky (g)	Average mass loss/Priemerný hmotnostný úbytok (%)
Original state/ Bez úpravy	21.72	2.17
Isonem Anti-fire Solution	33.2	12.51
HR Prof	31.84	10.23
Woven carbon layer/ Tkaný uhlík	22.918	1.97

Mass loss of samples are higher when they are treated with liquid retardants due to increased initial mass and release of bound substances from retardants. In contrast, degradation of the material by high radiant heat was bigger on untreated samples and samples with woven layer, which remained only as a dark melt.

Results of the combustion heat test are shown in Tab. 2. Values show that the combustion heat of evaluated material is lower than that of other polymeric materials.

Values of the sound absorption coefficient of insulating panels, which were performed at different frequencies in the large Kundt's tube, are given in Tab. 3.

Výsledné hodnoty hmotnostného úbytku sú vyššie pri úprave kvapalnými retardérmi čo bolo spôsobené zvýšením počiatkovej hmotnosti a uvoľňovaním naviazaných látok z retardérov. Naopak, degradácia materiálu sálavým teplom sa prejavila viac na vzorkách bez úpravy a vzorkách s úpravou tkaným uhlíkom, pričom z panelov ostala len tmavá tavenina.

Výsledky zo skúšky spálneho tepla sa nachádzajú v Tab. 2. Hodnoty dokazujú, že spálne teplo hodnoteného materiálu patrí k nižším v porovnaní s inými polymérnymi materiálmi.

Hodnoty koeficienta zvukovej pohltivosti izolačných panelov, ktorého merania sa uskutočnili pri rôznych frekvenciách vo veľkej Kundtovej trubici sú uvedené v Tab. 3.

Tab. 2 Combustion heat**Tab. 2** Spálne teplo

Sample mass/ Hmotnosť vzorky (g)	Combustion heat of insulation panel samples/ Spálne teplo vzorky izolačného panelu (MJ/kg)	Amount of ash/ Množstvo popola (%)
0.4458	22.66	0.29
0.4568	22.48	0.26
0.4507	22.53	0.26

Tab. 3. Sound absorption coefficient of materials before and after flame retardant treatment**Tab. 3.** Koeficient zvukovej pohltivosti materiálov pred a po úprave retardérom horenia

No./ Por. číslo	Modification/ Spôsob úpravy	ρ ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	α (-)			
			f (Hz)	250	500	1000
1.	Original state/ Bez úpravy	59.41	0.41	0.82	0.93	0.89
2.	HR Prof/ Úprava: HR Prof	76.60	0.40	0.81	0.93	0.89
3.	ISONEM Anti-Fire Solution/ Úprava: ISONEM	72.24	0.39	0.79	0.92	0.89
4.	Woven carbon layer/ Uhlíkové vlákno	62.26	0.34	0.70	0.80	0.83

4 Conclusions

In conclusion, results of measurement according to STN EN 13501-1+A1 methodology confirmed the classification into the Class E reaction to fire [8]. After fire protection of insulating panels with retardants and carbon fiber has been carried out, it can be classified in a lower class of reaction to fire but must be confirmed by performing a Single Burning Item (SBI) test. Fire treatment with liquid retardants has also been shown to be effective in the radiant heat test as it has prevented complete thermal degradation of the samples. Results of sound absorption measurements show that liquid retardant treatment is preferable to carbon fiber treatment, as the difference from the original absorbency of the panels were minimal.

4 Záver

Na záver je možné konštatovať, že výsledky meraní podľa metodiky STN EN 13501-1+A1 potvrdili zaradenie do triedy reakcie na oheň E [8]. Po vykonaní protipožiarnej ochrany izolačných panelov retardačnými látkami a uhlíkovým vláknom je možné ho zaradiť do nižšej triedy reakcie na oheň, ktoré však musí byť potvrdené vykonaním SBI (Single Burning Item) testu. Protipožiarne ochrana kvapalnými retardérmi horenia sa ukázala ako efektívna aj pri teste sálavým zdrojom tepla, keďže zabránila úplnej termickej degradácii vzoriek. Výsledky meraní zvukovej pohltivosti dokazujú, že úprava kvapalnými retardérmi je vhodnejšia ako úprava uhlíkovým vláknom, keďže odchýlky od pôvodnej hodnoty pohltivosti panelov boli minimálne.

References / Literatúra

- [1] Houghton, J. T. – Ding, Y. – Griggs, D. J. – Nogueer, M. a kol. 2001. Climate change 2001: The Scientific Basis. Cambridge : Press Syndicate of the University of Cambridge, 2001.
- [2] Sartori, I. – Hestnes, A. G. 2007. Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article. In: Energy and buildings, Elsevier, 2007, vol. 39, s. 249-257.
- [3] Al-Homoud, M. S. 2005. Performance characteristics and practical applications of common building thermal insulation materials. In: Building and environment. Elsevier, 2005, vol. 40, s. 353-366.
- [4] Osvaldová, L.: Retardéry horenia. Arpos, 18-19, 2005, s. 18-21, ISSN 1335-5910

- [5] STN EN ISO 11925-2:2011: Skúšky reakcie na oheň. Zapáliteľnosť stavebných výrobkov vystavených priamemu pôsobeniu plameňového horenia. Časť 2: Skúška jednoplameňovým zdrojom.
- [6] EN ISO 1716: 2010-12. Skúšky reakcie výrobkov na oheň. Stanovenie celkového spalného tepla.
- [7] STN EN ISO 10534-2: Akustika. Určovanie koeficienta zvukovej pohltivosti a akustickej impedancie v impedančných trubiciach. Časť 2: Metóda transformačnej funkcie (ISO 10534-2:1998).
- [8] STN EN 13501-1+A1: Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň (Konsolidovaný text)