

Renata Dobrzyńska¹, Anna Chlebowska²
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Ocena zagrożenia pożarowego powodowanego przez materiały podłogowe³

Zagrożenie pożarowe pomieszczeń w dużej mierze zależy od znajdujących się w nich materiałów, ich właściwości i składu. Wśród ważniejszych właściwości materiałów decydujących o pożarowym zagrożeniu związanym z ich zastosowaniem wymienia się [7]:

- odporność materiału na działanie zewnętrznych źródeł podpalania,
- masowa szybkość spalania,
- masowa emisja lotnych składników w czasie rozkładu termicznego i spalania,
- dymotwórczość materiału,
- zasięg widzialności przez warstwę dymu,
- intensywność wydzielenia ciepła przez objęty pożarem materiał,
- ciepło spalania materiału,
- prędkość rozprzestrzeniania się płomienia po powierzchni materiału,
- przewodnictwo cieplne materiału.

W zależności od zastosowania: budownictwo lądowe, kolejnictwo, okrętownictwo, stosowane są inne wymagania dla materiałów podłogowych. W budownictwie materiały podłogowe powinny spełniać kryteria określone w normie klasyfikacyjnej PN-EN 13501-1+A1:2010. Kryteria te zawiera tabela 1. Warto zwrócić uwagę, że nie dotyczą one materiałów podłogowych znajdujących się w pomieszczeniach mieszkalnych [6].

¹ dr inż. R. Dobrzyńska, st. wykładowca, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Techniki Morskiej i Transportu, Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa i Energetyki, al. Piastów 41, 70-065 Szczecin, Renata.Dobrzynska@zut.edu.pl

² inż. A. Chlebowska, absolwentka kierunku Inżynieria Bezpieczeństwa, Wydział Techniki Morskiej i Transportu, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

³ Artykuł recenzowany.

Tab.1. Kryteria klasyfikacji dla materiałów podłogowych stosowanych w budownictwie

Źródło: [3]

Klasa	Metoda lub metody badania	Kryteria klasyfikacji	Kryteria dodatkowe
A _{fl}	PN-EN ISO 1182 i	Przyrost temperatury pieca $\Delta T_{\text{piec}} \leq 30^{\circ}\text{C}$ Przyrost temperatury powierzchni próbki $\Delta T_{\text{pow}} \leq 30^{\circ}\text{C}$ Względny ubytek masy $\Delta m/m \leq 50\%$ Czas palenia się próbki płomieniem $t_f = 0$	-
	PN-EN ISO 1716	Ciepło spalania $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^{\text{a}, \text{i}}$ $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^{\text{b}, \text{i}}$ $\text{PCS} \leq 1,4 \text{ MJ/m}^2^{\text{c}, \text{i}}$ $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^{\text{d}}$	-
A2 _{fl}	PN-EN ISO 1182 ^a lub	Przyrost temperatury pieca $\Delta T_{\text{piec}} \leq 50^{\circ}\text{C}$ Przyrost temperatury powierzchni próbki $\Delta T_{\text{pow}} \leq 50^{\circ}\text{C}$ Względny ubytek masy $\Delta m/m \leq 50\%$ Czas palenia się próbki płomieniem $t_f \leq 20 \text{ s}$	-
	PN-EN ISO 1716 i	Ciepło spalania $\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}^{\text{a}, \text{i}}$ $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/kg}^{\text{b}, \text{i}}$ $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2^{\text{c}, \text{i}}$ $\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}^{\text{d}}$	-
	PN-EN ISO 9239-1 ^e	Krytyczny strumień ciepła $\text{KSP} \geq 8,0 \text{ kW/m}^2$	s1, s2
B _{fl}	PN-EN ISO 9239-1 ^e i	Krytyczny strumień ciepła $\text{KSP} \geq 8,0 \text{ kW/m}^2$	s1, s2
	PN-EN ISO 11925-2 ^h Ekspozycja = 15s	Zasięg płomienia $F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 20 s	-
C _{fl}	PN-EN ISO 9239-1 ^e i	Krytyczny strumień ciepła $\text{KSP} \geq 4,5 \text{ kW/m}^2$	s1, s2
	PN-EN ISO 11925-2 ^h Ekspozycja = 15s	Zasięg płomienia $F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 20 s	-
D _{fl}	PN-EN 9239-1 ^e i	Krytyczny strumień ciepła $\text{KSP} \geq 3,0 \text{ kW/m}^2$	s1, s2
	PN-EN ISO 11925-2 ^h Ekspozycja = 15s	Zasięg płomienia $F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 20 s	-
E _{fl}	PN-EN ISO 11925-2 : Ekspozycja = 15s	Zasięg płomienia $F_s \leq 150 \text{ mm}$ w czasie 20 s	-
F _{fl}	Właściwość użytkowa nieokreślona		
^a Dla wyrobów homogenicznych i składników zasadniczych wyrobów niehomogenicznych ^b Dla jakiegokolwiek składnika drugorzędowego zewnętrznego wyrobów niehomogenicznych ^c Dla jakiegokolwiek składnika drugorzędowego wewnętrznego wyrobów niehomogenicznych ^d Dla całego wyrobu ^e Czas badania = 30 minut ^f Krytyczny strumień zdefiniowano jako strumień promieniowania, przy którym płomień gaśnie lub strumień promieniowania po czasie badania 30 minut, w zależności od tego, która wartość jest mniejsza (tj. strumień odpowiadający największemu zasięgowi rozprzestrzeniania płomienia) ^g s1 = $\text{dym} \leq 750 \% \cdot \text{min}$ s2 > s1 ^h W warunkach powierzchniowego oddziaływania płomienia i - w przypadku właściwym ze względu na końcowe zastosowanie wyrobu - krawędziowego oddziaływanie płomienia			

Dla materiałów stosowanych w kolejnictwie obowiązuje norma PN-EN 45545-2:2013, Badania materiałów podłogowych stosowanych w wagonach kolejowych wykonuje się zgodnie z wymaganiem R10.

Tab. 2. Kryteria klasyfikacji dla materiałów podłogowych stosowanych w kolejnictwie

Źródło: [4]

Nazwa skrócona zbioru wymogów	Odniesienie do metody badawczej	Parametr Jednostka	Maksymalna Minimalna	HL1	HL2	HL3
R10	EN ISO 9239-1	Krytyczny strumień ciepła CHF kW/m ²	Minimalna	4,5	6	8
	ISO 5660-1: 25 kWm-2	Wartość średniej intensywności wydzielania ciepła MARHE kW/m ²	Maksymalna	–	–	–
	EN ISO 5659-2: 25 kWm-2	Gęstość optyczna właściwa D _s max. bezwymiarowe	Maksymalna	600	300	150
	EN ISO 5659-2: 25 kWm-2	Konwencjonalny wskaźnik toksyczności CIT _G bezwymiarowe	Maksymalna	1,2	0,9	0,75

Materiały stosowane w okrętownictwie powinny spełniać wymagania określone w Międzynarodowej Konwencji o Bezpieczeństwie Życia na Morzu – SOLAS [2]. Badania wykładzin podłogowych stosowanych na statkach należy wykonać zgodnie z Międzynarodowym kodeksem stosowania procedur prób ogniowych FTP 2010, Część 2 i Część 5, IMO, (Resolution MSC.307 (88)). Materiał spełnia wymagania morskie, gdy mierzone parametry nie przekraczają wartości granicznych przedstawionych w tabeli 3.

Tab. 3. Kryteria klasyfikacji dla materiałów podłogowych stosowanych w okrętownictwie

Źródło: [1]

Metoda	Parametr, jednostka	Kryterium	
FTP 2010, Część 2	Maksymalna gęstość optyczna właściwa D _m , bezwymiarowe	< 500	
	Stężenia graniczne produktów rozkładu termicznego i spalania, ppm	CO	1450
		HCl	600
		HF	600
		NO _x	350
		HBr	600
		HCN	140
	SO ₂	200	
FTP 2010, Część 5	Krytyczny strumień promieniowania cieplnego CFE, kW/m ²	≥ 7,0	
	Ciepło podtrzymujące płomieniowe spalanie Q _{sb} , MJ/m ²	≥ 0,25	
	Maksymalna intensywność wydzielania ciepła Q _p , kW	≤ 10,0	
	Ciepło wydzielone przez próbkę Q _t , MJ	≤ 2,0	
	Płonące krople	≤ 10	

Cel i metody badawcze

Do badań materiałów podłogowych wybrano ogólnodostępne na polskim rynku wykładziny dywanowe. Przy doborze kierowano się wymaganiami przeciętnego nabywcy, tzn. własnościami użytkowymi, takimi jak: kolor, wysokość runa, łatwość utrzymania czystości i oczywiście ceną. Na podstawie udostępnionych przez sprzedawcę kart katalogowych sporządzono w tabeli 4. charakterystykę wybranych do badań wykładzin dywanowych. Wybrane wykładziny dywanowe są wyrobami z tworzyw sztucznych takich jak poliamid, polipropylen i polipropylen heat set (PP HS). Wykładziny tego typu charakteryzują się dużą wytrzymałością i odpornością na ścieranie. Są materiałami sprężystymi, co wpływa na ich atrakcyjny wygląd przez długi czas. W porównaniu do dywanów wełnianych są odporne na czynniki biologiczne takie jak: grzyby, bakterie czy mole [8].

Tab. 4. Charakterystyka badanych wykładzin podłogowych

Źródło: [8]

Lp.	Nazwa handlowa	Skład	Właściwości użytkowe
1.	MALTA	100 % polipropylen	Kolor antracytowy Wysokość runa: 2,5 mm Gęstość powierzchniowa: 320g/m ²
2.	SPIRYT	100 % polipropylen	Typ pętelkowy, kolor niebieski, grubość: 6 mm (runo4 mm, podkład action-back2 mm), gęstość powierzchniowa: 1550g/m ²
3.	OPUS BALTA	100% polipropylen heat set (PP HS)	Typu shaggy, kolor brązowy, grubość: 12,5 mm (runo10 mm, podkład filcowy 2,5 mm), gęstość powierzchniowa: 1500g/m ²
4.	SPIRAL	100% poliamid	Wzorzysty, kolor dominujący brązowy, podkład z warstwy żelowej
5.	CASABLANCA BALTA	100 % polipropylen	Typ pętelkowy, kolor beżowy, grubość: 12,5 mm (runo10 mm, podkład filcowy 2,5 mm), gęstość powierzchniowa: 2740g/m ²

Badania wykładzin podłogowych wykonano wg normy PN-EN ISO 9239-1:2010. Badanie polega na poddaniu próbki ułożonej poziomo na podkładzie z niepalnej płyty włóknisto-cementowej działaniu zewnętrznego strumienia cieplnego, o znormalizowanym rozkładzie gęstości wzdłuż próbki, oraz płomienia inicjującego spalanie. Płomień rozprzestrzenia się wzdłuż próbki w kierunku zgodnym z malejącą gęstością strumienia cieplnego, do chwili samodzielnego zgaśnięcia [7] lub upłynięcia czasu badania, który wynosi 30 minut. Podczas pomiarów rejestruje się czas zapalenia się próbki i czasy przejścia czoła płomienia przez poszczególne strefy na powierzchni próbki, maksymalny zasięg czoła płomienia, krytyczny strumień ciepła, intensywność wydzielania się dymu oraz obserwuje się reakcje w postaci: nieustalonego spalania płomieniowego, topienia, powstawania pęcherzy, żarzenia po zgaśnięciu płomienia, przepalenia próbki do podłoża, itp.

Wyniki badań

Mierzone podczas badań tą metodą parametry najlepiej odzwierciedlają zachowanie wykładziny podłogowej w warunkach pożaru i jej predyspozycje do rozprzestrzeniania pożaru po powierzchni podłogi.

W związku z tym na ich podstawie dokonano oceny zagrożenia pożarowego powodowanego przez wykładziny podłogowe. Wyniki badań zestawiono w tabeli 5. Należy zwrócić uwagę przede wszystkim na wartość krytycznego strumienia promieniowania cieplnego CFE, który oznacza najmniejszą wartość natężenia napromienienia cieplnego powierzchni próbki badanego materiału, przy której zachodzi jeszcze płomieniowe jego spalanie. CFE charakteryzuje odporność materiału na działanie zewnętrznych źródeł podpalania. Im mniejsza jest jego wartość, tym materiał stwarza większe zagrożenie pożarowe.

Tab. 5. Wyniki badań wybranych wykładzin dywanowych

Źródło: oprac. własne

Mierzony parametr (wartość średnia), jednostka	Badany materiał				
	MALTA	SPIRYT	OPUS BALTA	SPIRAL	CASABLANCA BALTA
Czas zapalenia się próbki płomieniem, s	122	124	123	121	123
Czas palenia się próbki, s	153	1447	1800	1800	1800
Zasięg płomienia, mm	132	535	707	587	853
Krytyczny strumień promieniowania CHF, kW/m ²	10,5	3,3	1,9	2,7	1,3
Całkowite osłabienie strumienia światła, % · min	16	45	87	117	398

Podczas badań zaobserwowano, że duży wpływ na rozprzestrzenianie płomienia po powierzchni ma grubość wykładziny oraz rodzaj podkładu wykładziny. Wykładzina MALTA, która była najcieńszą z badanych wykładzin, bez podkładu, pod wpływem promieniowania cieplnego pękała i odsuwała się od źródła ciepła. W związku z tym zasięg płomienia był najmniejszy i wynosił średnio 132 mm. Inaczej zachowywały się wykładziny z podkładem filcowym. Podczas badania paliły się etapowo. W pierwszym etapie spalało się runo wykładziny, następnie w odległości ok. 65mm od czoła płomienia palącego się runa, przemieszczało się czoło płomienia palącego się podkładu wykładziny. Ponadto zaobserwowano, że wykładzina dywanowa CASABLANCA BALTA podczas badania zawijała się, co powodowało szybsze przerzucanie płomieni oraz szybsze rozprzestrzenianie się ognia po powierzchni wykładziny. Na rys. 1 przedstawiono wykładzinę CASABLANCA BALTA podczas badań.



Rys. 1. Próbkę wykładziny CASABLANCA BALTA podczas badań

Źródło: oprac. własne

Trzy z badanych materiałów nie zgasły samoistnie. Po upływie czasu badania zostały ugaszone. Można jednak zauważyć, że nie spalały się one z taką samą szybkością. Świadczy o tym zasięg płomienia. Na rys. 2 można zaobserwować jaki był zasięg płomienia dla poszczególnych materiałów. Najdłuższy zasięg płomienia zanotowano dla wykładziny CASABLANCA BALTA. Ta wykładzina paliła się najszybciej.

Materiały OPUS BALTA i SPIRYT również paliły się 30 minut, ale zasięg płomienia w ich przypadku jest mniejszy, co świadczy o wolniejszym rozprzestrzenianiu płomienia po powierzchni.



Rys. 2. Widok badanych próbek po badaniach

Źródło: oprac. własne

Podsumowanie

Otrzymane wyniki badań wykładzin dywanowych wskazują, że ogólnodostępne w sklepach materiały tego typu mogą stwarzać duże zagrożenie pożarowe oraz mogą powodować rozprzestrzenianie się płomienia po powierzchni, sprzyjając w ten sposób rozwojowi pożaru. Tylko na podstawie jednego parametru – krytycznego strumienia promieniowania cieplnego CFE można stwierdzić, że trzy z pięciu badanych wykładzin nie spełniają wymagań ani dla budownictwa, ani dla kolejnictwa, ani okrętownictwa. W związku z tym nie można ich zastosować w pomieszczeniach użyteczności publicznej, wagonach kolejowych, ani na statku. Jednak z powodu braku wymagań dla materiałów podłogowych stosowanych w pomieszczeniach mieszkalnych w budynkach mogą stanowić element wyposażenia wewnątrz i być zagrożeniem dla zdrowia i życia ludzi w zaciszu domowym.

Streszczenie

W pracy przedstawiono wymagania stawiane materiałom podłogowym stosowanym w budownictwie, kolejnictwie i okrętownictwie z punktu widzenia stwarzanego przez nie zagrożenia pożarowego. Ze względu na to, że materiały podłogowe mogą przyczynić się do rozprzestrzeniania pożaru po powierzchni, w celu zapewnienia bezpieczeństwa pożarowego istotne jest odpowiednie dobranie tych materiałów. W części badawczej przedstawiono wyniki badań wybranych wykładzin podłogowych wg PN-EN ISO 9239-1:2010 oraz dokonano oceny zagrożenia pożarowego powodowanego przez te materiały.

Fire-hazard of floor materials

Abstract

The paper presents the requirements for floor materials, which is used in buildings, railways and ship-building from the point of view of the posed fire hazard by them. Due to the fact that the flooring can contribute to the spread of fire on the surface, in order to ensure fire safety it is important to choose the appropriate of these materials. In the research part presents the results of tests selected flooring acc. PN-EN ISO 9239-1: 2010 as well as an assessment of the fire risk posed by these materials.

LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

- [1]. International Code for Application of Fire Test Procedures (2010 FTP CODE), Resolution MSC.307(88) IMO
- [2]. Międzynarodowa konwencja o bezpieczeństwie życia na morzu, 1974 SOLAS - Tekst jednolity, 2014, wydanie PRS, 2014
- [3]. PN-EN 13501-1+A1:2010, Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień
- [4]. PN-EN 45545-2:2013-07, Kolejnictwo –Ochrona przeciwpożarowa w pojazdach szynowych - Część 2: Wymagania dla materiałów i elementów w zakresie właściwości ogniowych
- [5]. PN-EN ISO 9239-1:2010 Badanie reakcji na ogień posadzek – Część 1: Określanie właściwości ogniowych metodą płyty promieniującej.
- [6]. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późn. zm.)
- [7]. Sychta Z., *Badanie materiałów i kryteria ich oceny z punktu widzenia stwarzanego zagrożenia pożarowego*, Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej nr 530, Szczecin, 1996
- [8]. www.leroymerlin.pl – Karty katalogowe wyrobów.

