

Zagrożenie toksyczne podczas pożaru mebli tapicerowanych

Renata Dobrzyńska

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

Wydział Techniki Morskiej i Transportu

Katedra Technicznego Zabezpieczenia Okrętów

al. Piastów 41 71-065 Szczecin

Renata.Dobrzynska@zut.edu.pl

Streszczenie

Kupując nowe meble tapicerowane chcemy, by były przede wszystkim wygodne, ładne i nie zrujnowały naszego domowego budżetu. Ale czy siedząc na naszej nowej, miękkiej kanapie zdajemy sobie sprawę z tego, że w przypadku pożaru może ona stanowić źródło emisji toksycznych gazów? Największe zagrożenie powodowane jest przez emisję tlenku węgla i cyjanowodoru, których stężenia już w początkowej fazie rozwoju pożaru są często śmiertelne dla człowieka. Ponadto, znajdujące się w meblach tapicerowanych pianki poliuretanowe z dodatkiem środka ogniouodporniającego, podczas bezpłomieniowego rozkładu termicznego wydzielają duże ilości dymu, który może utrudniać lub nawet uniemożliwić bezpieczną ewakuację. Według obowiązujących przepisów w budownictwie, klasyfikacji produktów rozkładu termicznego i spalania dokonuje się na podstawie współczynników toksykometrycznych.

1. Wprowadzenie

Dane statystyczne dotyczące pożarów pomieszczeń mieszkalnych wskazują na znaczny procentowy udział śmiertelności spowodowanej dymem i toksycznością produktów pożaru (60% ÷ 80%) [1-4]. Wiele pożarów w pomieszczeniach mieszkalnych rozpoczyna się w nocy w wyniku zaprószenia ognia na meble tapicerowane. Głównym źródłem emisji toksycznych produktów rozkładu termicznego i spalania mebli tapicerowanych są pianki poliuretanowe wchodzące w ich skład [5-6]. Na podstawie wyników badań własnych [7-8] można stwierdzić, że czasem mała ilość pianki poliuretanowej wystarczy, aby podczas jej rozkładu termicznego i spalania przekroczone zostały stężenia graniczne toksycznych dla człowieka gazów jak tlenek węgla i cyjanowodor.

Obecnie badanie toksycznych produktów rozkładu termicznego i spalania materiałów stosowanych w budownictwie przeprowadza się metodą wg PN-B-02855 [9]. Zasada metody polega na ilościowym, chemicznym oznaczeniu produktów rozkładu termicznego lub spalania materiałów decydujących o toksyczności środowiska pożaru. Rozkład termiczny i spalanie próbek przeprowadza się w piecu z programowaną w trzech temperaturach: 450°C, 550°C i 750°C. W czasie badań określa się stężenia tlenku węgla, dwutlenku węgla, chlorowodoru, cyjanowodoru, dwutlenku azotu i dwutlenku siarki. Na tej podstawie wyznacza się emisję właściwą wymienionych produktów rozkładu termicznego i spalania. Emisja właściwa oznacza masę toksycznego produktu wytworzoną w czasie rozkładu termicznego i spalania jednostki masy materiału w danych warunkach badania:

$$E_i = \frac{m_i}{m_p}, \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \quad (1)$$

gdzie: E_i - emisja właściwa i-tego toksycznego produktu rozkładu termicznego i spalania, $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$
 m_i - masa i-tego toksycznego produktu rozkładu termicznego i spalania, g
 m_p - masa próbki badanego materiału, g

Na podstawie wartości emisji masowej oznaczonych substancji toksycznych rozkładu i spalania materiałów określa się ich wskaźniki toksykometryczne W_{LC50} ze wzoru:

$$W_{LC50i} = \frac{LC_{50i}^{30}}{E_i} = \frac{LC_{50i}^{30}}{m_i} \cdot m_p, \quad g \cdot m^{-3} \quad (2)$$

gdzie: LC_{50i}^{30} - graniczne stężenie i-tej substancji toksycznej, $g \cdot m^{-3}$
 E_i - wartość średnia emisji właściwej i-tej substancji toksycznej, $g \cdot g^{-1}$

Stężenie graniczne LC_{50i}^{30} danej substancji toksycznej oznacza stężenie powodujące śmierć 50% populacji przy 30 minutowej ekspozycji.

Dla każdej temperatury badania oblicza się wypadkową wartość W_{LC50M} wskaźników toksykometrycznych W_{LC50} wszystkich oznaczanych produktów rozkładu termicznego i spalania próbek badanego materiału:

$$\frac{1}{W_{LC50M}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{W_{LC50i}}, \quad m^3 \cdot g^{-1} \quad (3)$$

gdzie:
 n – liczba oznaczanych składników toksycznych.

Podstawę do klasyfikacji materiałów stanowi W_{LC50SM} – wartość średnia wskaźników toksykometrycznych W_{LC50M} , którą oblicza się ze wzoru:

$$W_{LC50SM} = \frac{W_{LC50M450} + W_{LC50M550} + W_{LC50M750}}{3}, \quad g \cdot m^{-3} \quad (4)$$

W zależności od wartości wskaźnika toksykometrycznego W_{LC50SM} produkty rozkładu termicznego i spalania badanego materiału klasyfikuje się następująco:

$W_{LC50SM} \leq 15$ - produkty rozkładu termicznego i spalania bardzo toksyczne
 $15 < W_{LC50SM} \leq 40$ - produkty rozkładu termicznego i spalania toksyczne
 $W_{LC50SM} > 40$ - produkty rozkładu termicznego i spalania umiarkowanie toksyczne.

2. Analiza wyników badań toksycznych produktów rozkładu termicznego i spalania pianek poliuretanowych

W wyniku badań własnych, przeprowadzonych metodą wg PN-B-02855, otrzymano wartości emisji właściwej produktów rozkładu termicznego i spalania wybranych pianek poliuretanowych, stosowanych do wyrobu mebli tapicerowanych. Wyniki badań emisji właściwej wyznaczonej w temperaturach 450, 550 i 750 °C zestawiono w tabeli 1. Na podstawie wyznaczonych wartości emisji właściwej obliczono wskaźniki toksykometryczne W_{LC50} , W_{LC50M} i W_{LC50SM} oraz dokonano klasyfikacji produktów rozkładu termicznego i spalania badanych pianek poliuretanowych (Tabela 2).

Tabela 1. Wyniki badań emisji właściwej produktów rozkładu termicznego i spalania wybranych pianek poliuretanowych

Lp.	Materiał	Temperatura rozkładu termicznego	Średnia emisja właściwa produktów rozkładu i spalania					
			CO	CO ₂	HCN	NO ₂	HCl	SO ₂
		[° C]	[g/g]	[g/g]	[g/g]	[g/g]	[g/g]	[g/g]
1.	pianka poliuretanowa 1	450	0,068	0,010	0,0002	0,0000	0,0005	0,0000
		550	0,143	0,092	0,0006	0,0000	0,0002	0,0000
		750	0,015	1,492	0,0015	0,0001	0,0017	0,0000
2.	pianka poliuretanowa 2	450	0,018	0,004	0,0004	0,0000	0,0018	0,0000
		550	0,055	0,123	0,0023	0,0000	0,0015	0,0000
		750	0,060	1,319	0,0056	0,0000	0,0101	0,0000
3.	pianka poliuretanowa 3	450	0,015	0,014	0,0085	0,0000	0,0033	0,0000
		550	0,050	0,271	0,0472	0,0000	0,0052	0,0000
		750	0,039	0,534	0,0621	0,0001	0,0119	0,0000
4.	pianka poliuretanowa 4	450	0,061	0,077	0,0199	0,0001	0,0048	-
		550	0,178	0,130	0,0201	0,0001	0,0057	-
		750	0,091	1,834	0,0698	0,0001	0,0126	-
5.	pianka poliuretanowa 5	450	0,077	0,127	0,0020	0,0000	0,0056	0,0000
		550	0,053	0,256	0,0115	0,0000	0,0091	0,0000
		750	0,048	1,246	0,0113	0,0000	0,0115	0,0000
6.	pianka poliuretanowa 6	450	0,090	0,166	0,0005	0,0000	0,0006	0,0000
		550	0,215	0,406	0,0151	0,0000	0,0002	0,0000
		750	0,045	1,401	0,0057	0,0005	0,0011	0,0000
7.	pianka poliuretanowa 7	450	0,113	0,119	0,0003	0,0000	0,0005	0,0000
		550	0,214	0,436	0,0038	0,0000	0,0014	0,0000
		750	0,095	3,166	0,0124	0,0000	0,0052	0,0000
8.	pianka poliuretanowa 8	450	0,012	0,020	0,0007	0,0000	0,0042	0,0000
		550	0,068	0,126	0,0061	0,0000	0,0044	0,0000
		750	0,071	0,903	0,0123	0,0001	0,0077	0,0000
9.	pianka poliuretanowa 9	450	0,001	0,002	0,0006	0,0000	0,0022	0,0000
		550	0,074	0,261	0,0084	0,0000	0,0243	0,0000
		750	0,275	1,662	0,0385	0,0000	0,0078	0,0000
10.	pianka poliuretanowa 10	450	0,036	0,020	0,0006	0,0000	0,0014	0,0000
		550	0,106	0,322	0,0064	0,0000	0,0006	0,0000
		750	0,073	1,558	0,0022	0,0000	0,0072	0,0000
11.	pianka poliuretanowa 11	450	0,025	0,289	0,0006	0,0000	0,0013	0,0000
		550	0,138	0,289	0,0083	0,0000	0,0013	0,0000
		750	0,065	1,188	0,0130	0,0000	0,0091	0,0000

Tabela 2. Klasyfikacja produktów rozkładu termicznego i spalania badanych pianek poliuretanowych

Lp.	Materiał	W_{LC50SM}	Klasyfikacja produktów rozkładu termicznego i spalania
1.	pianka poliuretanowa 1	38,9	toksyczne
2.	pianka poliuretanowa 2	52,2	umiarkowanie toksyczne
3.	pianka poliuretanowa 3	7,4	bardzo toksyczne
4.	pianka poliuretanowa 4	4,8	bardzo toksyczne
5.	pianka poliuretanowa 5	15,2	toksyczne
6.	pianka poliuretanowa 6	19,6	toksyczne
7.	pianka poliuretanowa 7	16,7	toksyczne
8.	pianka poliuretanowa 8	36,6	toksyczne
9.	pianka poliuretanowa 9	59,6	umiarkowanie toksyczne
10.	pianka poliuretanowa 10	34,0	toksyczne
11.	pianka poliuretanowa 11	31,3	toksyczne

3. Wnioski

- Pianki poliuretanowe stosowane do produkcji mebli tapicerowanych mogą powodować poważne zagrożenie toksyczne w czasie pożaru.
- Produkty rozkładu termicznego i spalania większości badanych pianek poliuretanowych klasyfikuje się jako toksyczne.
- Klasyfikacja produktów rozkładu termicznego i spalania materiałów przeprowadzana metodą wg PN-B-02855 służy do oceny jakościowej materiałów stosowanych w budownictwie.

Literatura:

- [1] Irvine D.J., McCluskey J.A., Robinson I.M.: Fire hazards and some common polymers. *Polymer Degradation and Stability* 67 (2000) 383-396
- [2] Półka M., Piechocka E.: Co czyha we wnętrzu?, *Przegląd pożarniczy* (2008) 8, str. 28-31
- [3] Profit - Szczepańska M., Półka M.: Zabójcze produkty spalania, *Przegląd pożarniczy* (2004) 7, str. 14-16
- [4] Brennan P.: Victims and Survivors in Fatal Residential Building Fires. *Fire and Materials* (1999) 23, str. 305-310
- [5] Dobrzyńska R.: Toxic hazard level evaluation of ship rooms during initial phase of fire Progress. *Marine Technology Transactions*, vol. 16 (2005) 45-55
- [6] Dobrzyńska R.: Ocena poziomu zagrożenia toksycznego pomieszczeń mieszkalnych na statku w początkowej fazie rozwoju pożaru. *Perspektywy rozwoju systemów transportowych: Materiały VIII Konferencji Okrętownictwo i Oceanotechnika Szczecin: Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej*, 2006 s. 67-75
- [7] Dobrzyńska R. Selection of outfitting and decorative materials for ship living accommodations from the point of view of toxic hazard in the initial phase of fire progress *Polish Maritime Research* Vol. 16, No 2 (2009), s. 72-74
- [8] Dobrzyńska R. Ocena zagrożenia toksycznego w czasie pożaru układów tapicerskich stosowanych do wyrobu mebli tapicerowanych *Archiwum Spalania* Vol. 10 (2010) nr 1-2 s. 1-9
- [9] PN- 88/B-02855. Metoda badania wydzielania toksycznych produktów rozkładu i spalania materiałów