

# Badania laboratoryjne pożaru siedzisk tapicerowanych starszego typu w wagonie kolejowym

Mariusz Krzysztof Kopański

W artykule przedstawiono opisy pożarów taboru kolejowego w Polsce i na świecie oraz schemat rozprzestrzeniania się pożaru w wagonie spowodowanym zapaleniem się siedziska. Materiały do badań zostały pobrane z aktualnie poruszającego się po torach wagonu kolejowego (produkcja 1990) i zostały przebadane wg norm ISO w Laboratorium Badań Cech Pożarowych Materiałów pod względem działania tłącego się papierosa, działania małego płomienia zapalniczki oraz dymotwórczość i toksyczność wg projektu nowej normy europejskiej ISO 45545.

Artykuł recenzowany zgodnie z wytycznymi MNiSW

data zgłoszenia do redakcji: 03.09.2012

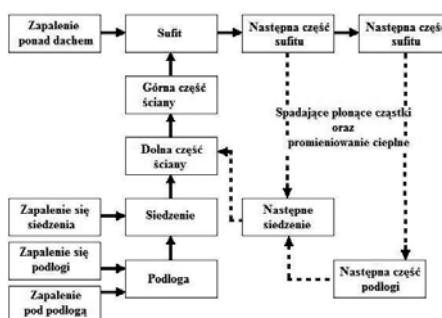
data akceptacji do druku: 29.11.2012



mgr inż.  
Mariusz Krzysztof Kopański  
Zachodniopomorski  
Uniwersytet Techniczny  
w Szczecinie, Wydział Techniki  
Morskiej i Transportu,  
Katedra Technicznego  
Zabezpieczenia Okrętów  
mkopanski@zut.edu.pl

Poziom zagrożenia pożarowego w taborze pasażerskim determinuje stan techniczny i wyposażenie składów kolejowych obsługujących ruch dalekobieżny i regionalny. Aktualnie w Polsce przewoźnicy eksploatują tabor kolejowy, którego średni wiek szacowany jest na 26,8 lat, o czym świadczą dane z Urzędu Transportu Kolejowego (UTK) [10]. Średnią wieku obniżają szynobusy (ok. 7 lat w skali kraju), podwyższają – głównie wagony 2 klasy z lat osiemdziesiątych, produkcji Pafawagu Wrocław i Zakładów im. H. Cegielskiego w Poznaniu oraz elektryczne zespoły trakcyjne liczące nawet 50 lat. Według danych UTK, stanowią one ok. 53 % całego taboru kolejowego w Polsce. W krajach Europy Zachodniej średni wiek pociągów z reguły nie przekracza 18-20 lat. Zespoły trakcyjne z wagonami z przedziałami sukcesywnie zastępuje się pociągami bezprzedziałowymi. W pojazdach tego typu ewentualny pożar jest znacznie łatwiejszy do zauważenia przez pasażerów, a brak drzwi przedziałowych i wąskiego korytarza (od 63 do 80 cm) bardzo ułatwia ewentualną ewakuację i skraca jej czas o 40-70% w porównaniu z pojazdami wyposażonymi w przedziały [3]. Podstawowe przyczyny powstawania pożarów we wszystkich wagonach starszego typu to: celowe podpalenie, zaproszenie ognia lub awaria ogrzewania elektrycznego wewnątrz przedziałów [5]. Siedziska wyściełane łatwopalną pianką lateksową lub tzw. elastyczną pianką poliuretanową sprzyjają rozprzestrzenianiu się pożaru. Decydujący wpływ mają

nie tylko właściwości tych materiałów – łatwość, z jaką się one zapalają i szybkość ich palenia – ale także znaczna łączna masa palnych materiałów w pojeździe. Na podstawie badań [1] we wnętrzu typowego przedziału wagonu pasażerskiego źródło ognia, już o małym strumieniu cieplnym rzędu 0,32 MW, stwarza warunki sprzyjające powstawaniu rozgorzenia, podczas gdy we wnętrzu typowego pojazdu bezprzedziałowego zjawisko to może powstać dopiero wówczas, gdy strumień cieplny wielu palących się przedmiotów osiągnie wartość rzędu 6,0 MW, czyli znacznie później niż w przypadku pojazdów wyposażonych w przedziały. Pożar siedziska w starszego typu wagonie błyskawicznie przeobraża się w trudny do opanowania żywioł. Siedzenie w wagonie starszego typu jest kluczowym ogniwem w łańcuchu rozprzestrzeniania się pożaru w wagonie pasażerskim, co przedstawiono na rysunku 1.



1. Schemat rozprzestrzeniania się pożaru w wagonie pasażerskim [4]

W Polsce od 15 listopada 2010 r. w pasażerskim transporcie kolejowym został wprowadzony bezwzględny zakaz palenia wyrobów tytoniowych. Niestety, nie jest on przestrzegany przez podróżnych, którzy palą w ukryciu w toaletach, na korytarzach czy w przedziałach, tym samym zwiększając zagrożenie pożarowe w pociągach. Transport kolejowy uznawany jest za stosunkowo bezpieczny, jednak w przypadku wystąpienia pożaru stwarza wyjątkowo duże zagrożenie

z powodu toksycznych produktów spalania oraz gęstego dymu, który utrudnia ewakuację szczególnie, gdy do zdarzenia dojdzie w trudno dostępnym terenie (w tunelu, na estakadzie, z dala od dróg dojazdowych). Najtragiczniejszy pożar składu kolejowego w ostatnim dziesięcioleciu miał miejsce w okolicach Al. Ayyat (Egipt), gdzie śmierć poniosły 383 osoby. W Europie w 2008 roku w pożarze pociągu w Bułgarii życie straciło 8 osób, a 62 osoby uległy zatruciu. W Polsce dochodzi do pożarów pociągów podczas jazdy, ale na szczęście nie ma ofiar w ludziach.

W 2006 roku pociąg osobowy relacji Szczecin Główny – Szczecinek uległ całkowitemu spaleni podczas jazdy. Zaproszenie ognia, prawdopodobnie przez niedopałek papierosa, nastąpiło w przejściu pomiędzy wagonem drugim a trzecim w okolicy pomieszczenia sanitarnego [8]. Według świadków zdarzenia wydzielał się bardzo gęsty, gryzący dym utrudniający oddychanie, a płomień dochodził do 50 cm wysokości. Proces rozprzestrzeniania się pożaru wewnątrz wagonów został zintensyfikowany w momencie awaryjnego otworzenia drzwi w wagonach. Naturalne ciągi powietrza spotęgowały szybkość rozprzestrzeniania się pożaru na pozostałe części taboru kolejowego. Przemierzając się wzdłuż składu pociągu ogień spowodował zapalenie się foteli, który postępował według schematu zaprezentowanego na rys. 1.

## Opis materiału i metody badawcze

W celu sprawdzenia czy upuszczony, tłący się niedopałek papierosa może spowodować pożar pobrano do badań materiały z wagonu typu 112 A wyprodukowanego w 1990 roku w Zakładach Przemysłu Metalowego H. Cegielski w Poznaniu, który ostatnią interwencję naprawczą przeszedł w 2006 roku.

Próbki zestawu tapicerskiego z siedziska przedstawionego wagonu kolejowego,

składały się z następujących części: tkaniny bawełnianej, profilowanej pianki tapicerskiej, tkaniny bawełnianej, owaty, tkaniny obiciowej (tapicerskiej). Z punktu widzenia zapobiegania rozprzestrzeniania się pożaru w dowolnym obiekcie bardzo ważnym aspektem jest odporność materiału (wyrobu) na działanie zewnętrznych źródeł podpalania oraz analiza możliwości wywoływania przez palący się materiał pożaru sąsiednich materiałów/wyrobów. Odporność na działanie małych źródeł podpalania (tłącego się papierosa, płomienia zapalniczki) bada się metodami PN-EN 1021-1 i PN-EN 1021-2 [6]. Badanie zapalności mebli tapicerowanych polega na oddziaływaniu małego źródła podpalania na próbki odpowiadające rzeczywistości układowi tapicerskiemu i obserwacji skutków tego oddziaływania. Próbkę materiałów poddano kolejno działaniu tłącego się papierosa i płomienia palnika gazowego o mocy cieplnej równoważnej płomieniowi palącej się zapalniczki. W czasie badania obserwowano sposób zapalenia się układu tapicerskiego (palenie się płomieniem, postępujące tlenie, żarzenie itp.). Po zakończeniu każdej próby rozbierano badany układ tapicerski celem ustalenia ewentualnego wewnętrznego postępującego tlenia.

Następnie badano dymotwórczość materiałów, którą przeprowadzono w zamkniętej komorze o wymiarach 0,91 x 0,61 x 0,91 m. Próbkę materiału badanego poddano działaniu strumienia ciepłego emitowanego przez stożkowy promiennik elektryczny podczerwieni przy napromieniowaniu cieplnym 25 kW/m<sup>2</sup> bez płomienia palnika pilotowego. Równoległe z badaniem dymotwórczości materiałów przeprowadzono analizę chemiczną produktów rozkładu termicznego i spalania. Właściwości dymotwórcze materiałów używanych w pojazdach kolejowych określa norma PN-K 02501:2000 [7], która wcale nie uwzględnia toksyczności produktów rozkładu termicznego, zaś projekt europejskiej normy TS/CEN 45545:2009 – tak.

Tab.1: Zestawienie wyników badania siedzisk w wagonie typu AZDNU w porównaniu do TS/CEN 45545:2009

Wskaźniki	Skrót	Wynik badania	Normy w kategoriach pociągu			
			HL 1	HL 2	HL 3	HL 4
Maksymalna gęstość właściwa optyczna dymu	Ds max	547,9	≤300	≤250	≤250	≤200
Konwencjonalny indeks toksyczności po 8 minutach	CIT	0,47	≤1,2	≤0,9	≤0,9	≤0,75

Tab.2: Wyniki badań zapalności siedzisk tapicerowanych w wagonie typu AZDNU

Kryteria tlenia	Źródło zapłonu	
	Tłący papieros PN-EN1021-1 (TAK/NIE)	Równoważnik płomienia zapalniczki PN-EN1021-2 (TAK/NIE)
Niebezpieczne narastające spalanie	TAK	–
Układ próbny strawiony przez ogień	NIE	–
Tli się do końca	TAK	–
Tli się na wskroś grubości	TAK	–
Tli się dłużej niż godzinę	TAK	–
Dalej niż 100 mm od źródła zapłonu	TAK	–
<b>Kryteria palenia się płomieniem</b>		
Niebezpieczne narastające spalanie	–	TAK
Układ próbny strawiony przez ogień	–	TAK
Palenie się skrajów próbki	–	TAK
Palenie się na wskroś grubości	–	TAK
Pali się dłużej niż 120 s	–	TAK

## Wyniki badań

Wyniki badań zapalności mebli tapicerowanych oraz ich dymotwórczość i toksyczność zgrupowano w tabelach 1 i 2 oraz na rysunkach 2 i 3.

Podczas badania wg PN-EN 1021-1 [6] żar z papierosa przepala kolejno warstwy: tkani-

nę obiciową (tapicerską), owatę, tkaninę bawełnianą po skończeniu tlenia się papierosa z układu nadal wydobywa się strużka dymu rysunek 2.

Po 50 minutach pianka tapicerska bezpłomieniowo egzotermicznie utlenia się i bardzo szybko rozprzestrzenia się wzmacniający żar, wydzielając duże ilości gryzące-



2. Układ tapicerski podczas badania wg PN-EN 1021-1



3. Palenie się tapicerki obiciowej

go dymu. Postępujące tlenie się występuje wewnątrz badanego układu tapicerskiego, któremu towarzyszy opad kroplisty z tłącej się pianki tapicerskiej.

Po 15 sekundowym oddziaływaniu równoważnika płomienia zapalarki na układ tapicerski według PN-EN 1021-2 [6] zaobserwowano ciągłe palenie się tkaniny obiciowej (tapicerskiej) rysunek 3. Łatwo zapalna owata dynamizuje rozprzestrzenienie się płomienia na pozostałe materiały. Pałaca się pianka tapicerska powoduje płonący opad kroplisty, który z kolei wywołuje pożar podłogi i otaczających ścian, a całemu procesowi towarzyszy wydzielanie się czarnego, gęstego oraz gryzącego dymu.

## Wnioski

Stan bezpieczeństwa taboru kolejowego zależy od rodzaju użytych materiałów w budowie i wyposażaniu wagonów. Stosowanie

materiałów, które są klasyfikowane według kryteriów Polskich Norm jako trudno zapalne, w przypadku pożaru rzeczywistego powiększyłyby sumaryczną gęstość obciążenia ogniowego składu kolejowego oraz wpływałyby na wielkość mocy pożaru. Siedziska tapicerowane starszego typu dominujące w wyposażeniu wagonów kursujących po Polsce [10] wpływają na zwiększenie stopnia zagrożenia pożarowego. Przeprowadzone badania jednoznacznie potwierdziły łatwopalność materiałów zastosowanych w siedzeniach, z jednoczesną intensywną dymotwórczością. Konstrukcja wagonów wyprodukowanych w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych przyczynia się do szybkiego rozprzestrzeniania się pożaru i gorących gazów spalinowych w tak zwanych wolnych przestrzeniach powietrznych, znajdujących się pomiędzy okładzinami ścian i sufitów a blachą pudeł wagonów z izolacją termiczną (polistyren) [8].

W wagonach pasażerskich starszego typu istnieje zatem znaczne ryzyko powstania pożarów dlatego należałoby zaplanować stopniowy proces wycofywania ich z eksploatacji i zastępować nowymi składami kolejowymi, bądź w ramach napraw głównych modernizować je, zaś użyte materiały winny być zgodne z wytycznymi europejskiej normy – Ochrony przeciwpożarowej kolejowych pojazdów szynowych. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] Babrauskas V., Grayson S. J.: Heat release in fires. Elsevier Science Publishers Ltd., London and New York 1992. Combustionis. Vol. 16, 1986, nr 3/4.
- [2] Gąsowski W.: Wagony kolejowe. Konstrukcja i badania. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Warszawa 1989.
- [3] Gierski E.: Problemy działań ratowniczo-gaśniczych w tunelach kolejowych. Szkoła Aspirantów Państwowej Szkoły Pożarniczej. Kraków 1996.
- [4] Kamiński A.: The Assessment of Fire Threat in a Rail Passenger Vehicle. Archivum Combustionis. Vol. 16, 1986.
- [5] Kamiński A.: Vergleichende Gutachten des brandschutztechnischen Zulassungsverfahrens in Italien bzw. Polen mit den Schutzanforderungen des in Deutschland üblichen Verfahrens nach DIN 5510. AFK International Sp. z o. o., Projekt nr A/1076/01/2002, Warszawa 2002.
- [6] PN-EN 1021-1/2 :1999 Meble. Ocena zapalności mebli tapicerowanych. Źródło zapłonu: tłący papieros/ równoważnik płomienia zapalarki.
- [7] PN-K 02501:2000 Tabor kolejowy. Właściwości dymowe materiałów. Wymagania i metody badań.
- [8] Spodniewski P.: Ekspertyza z zakresu ochrony przeciwpożarowej dot. Pociągu osobowego nr 422 na szlaku kolejowym pomiędzy stacjami kolejowymi Chociwel-Runowo Pomorskie w dniu 21.07.2006. Szczecin 2006.
- [9] TS/CEN 45545:2009 Railway applications- Fire protection on railway vehicles – Requirements for fire behaviour of materials and components.
- [10] Urząd Transportu Kolejowego: Statystyka roczna-2011, Warszawa 2012.