

Marek Konecki*

SZACOWANIE ZASIĘGU WIDZIALNOŚCI W DYMIE POWSTAŁYM W CZASIE SPALANIA WYBRANYCH GATUNKÓW DREWNA I MATERIAŁÓW DREWNOPOCHODNYCH

W artykule przedstawiono wyniki badań współczynnika osłabienia kontrastu i szybkości jego zmian, parametrów charakteryzujących właściwości dymotwórcze drewna sosnowego, dębowego i mahoniowego oraz wybranych materiałów drewnopochodnych. Za pomocą modelu widzialności, zakładającego warunki maksymalnego zagrożenia ludzi, obliczono szybkość redukcji zasięgu widzialności w dymie powstałym w czasie spalania wybranych materiałów palnych w pomieszczeniu z przyległym korytarzem. Uzyskane dane pozwalają na szacowanie możliwego czasu ewakuacji, czyli przedziału czasowego między czasem zapalenia a czasem, kiedy warunki środowiska budynku osiągną wartości krytyczne.

1. Wprowadzenie

Materiałami powszechnie stosowanymi jako wykończenie i wyposażenie wnętrz budowlanych są różne gatunki drewna i materiały drewnopochodne. Stanowią one obecnie części składowe różnych wyrobów (mebli, artykułów wykończenia wnętrz: listw, paneli, materiałów konstrukcyjnych, artykułów stolarki budowlanej, np. drzwi).

Ograniczenie zasięgu widzialności jest często pierwszym czynnikiem zagrożenia człowieka przez pożar, jeszcze przed termicznym oddziaływaniem dymu. Redukcja widzialności utrudnia ewakuację ludzi z budynku i gaszenie pożaru. Możliwość poruszania się w obszarze objętym pożarem łagodzi poczucie zagrożenia i sprzyja podwyższeniu wydolności organizmu ludzkiego w warunkach pożaru, eliminując panikę [1].

Dotychczas prowadzono badania generacji dymu z niektórych rodzajów drewna (sosny, dębu, buku) i wybranych materiałów drewnopochodnych (płyt pilśniowych, wiórowych, sklejek), ograniczając się w większości przypadków do pomiaru gęstości optycznej dymu i wielkości pochodnych w warunkach oddziaływania strumienia promieniowania cieplnego o jednej wartości [2], [3]. Badano właściwości dymotwórcze materiałów w zależności od rodzaju spalania (płomieniowego, bezpłomieniowego) [4], stężenia tlenu [3], [5], temperatury rozkładu termicznego materiału [6], struktury chemicznej materiału [5], [7], podwyższonego ciśnienia [8].

* dr – adiunkt w Szkole Głównej Służby Pożarnej

Badania szybkości emisji dymu określanej za pomocą współczynnika osłabienia kontrastu, parametru bezpośrednio związanego z zasięgiem widzialności, w pełnym zakresie gęstości strumienia ciepła symulującego warunki pożarowe, były prowadzone w ograniczonym zakresie [9].

Badania reakcji na ogień różnych gatunków drewna, obejmujące między innymi właściwości dymotwórcze służące do klasyfikacji porównawczej materiałów i określenie zakresu ich stosowania ze względu na wymagania postawione w obowiązujących przepisach, prowadzono w Zakładzie Badań Ogniwych ITB [10]. Celem badań było porównanie szybkości redukcji zasięgu widzialności w dymie generowanym w czasie rozkładu termicznego i spalania wybranych materiałów w modelowym układzie pomieszczenie-korytarz. Jako dane wejściowe do obliczeń zasięgu widzialności zastosowano maksymalne wartości szybkości zmian współczynnika osłabienia kontrastu, oznaczone w warunkach cieplnych I fazy pożaru (ASTM E 119) w zakresie gęstości strumienia promieniowania cieplnego od 0 kW m^{-2} do 70 kW m^{-2} .

O wyborze materiałów zadecydowała powszechność ich stosowania jako materiałów służących do wykończenia i wyposażenia wnętrz budowlanych, a także ich zróżnicowana gęstość i odmienny skład. Badaniom poddano trzy gatunki drewna naturalnego: sosnowe, dębowe i mahoniowe oraz cztery materiały drewnopochodne: płytę wiórową o średniej gęstości oznaczoną symbolem MDF (nielaminowaną), płytę pilśniową twardą i miękką, sklejkę iglasto-liściastą (suchotrwałą).

Aby zrealizować cel pracy badawczej, przeprowadzono badania współczynnika osłabienia kontrastu i szybkości jego zmian w funkcji gęstości strumienia ciepła. Zakładając jednostrefowy model wypełniania dymem oraz warunki maksymalnego zagrożenia ludzi, obliczono zasięg widzialności w funkcji czasu w modelowym układzie pomieszczenie-korytarz.

W niniejszym artykule omówiono badania generacji dymu z materiałów i dynamiki redukcji widzialności w czasie pożarów budynków, prowadzone w Instytucie Techniki Budowlanej w ramach tematu naukowo-badawczego dotyczącego rozwoju pożaru i zasad ewakuacji [11], a także prac badawczych wykonywanych w Szkole Głównej Służby Pożarniczej [12], [13].

2. Model widzialności w dymie

Podstawowy warunek rejestracji przedmiotów w dymie przez oko ludzkie polega na tym, iż kontrast K luminancji przedmiotów w zasięgu widzenia nie może być mniejszy od progowej czułości kontrastowej oka [8], co oznacza, że:

$$\varepsilon_o \leq \int_0^t K dt \quad (1)$$

gdzie ε_o – czułość kontrastowa oka ludzkiego, będąca stosunkiem najmniejszej zauważalnej różnicy ΔL_{\min} (luminancji tła i obiektu) do luminancji tła L_t . $K = \frac{|\Delta L|}{L_t}$ i $\varepsilon_o = \frac{|\Delta L_{\min}|}{L_t}$.

Czułość kontrastowa oka ludzkiego jest skomplikowaną funkcją luminancji, długości fali światła, stanu adaptacji oka, czasu trwania obserwacji, rozmiarów obserwowanych przedmiotów [9]. W warunkach widzenia dziennego i obserwacji dużych obiektów przyjmuje wartość niezależną od luminancji, rzędu $0,01 \div 0,02$. W rozważaniach zaniebduje się stan podrażnienia oczu dymem.

Kontrast K luminancji przedmiotu obserwowanego przez warstwę dymu o grubości L , wytworzonego przez rozkład termiczny i spalanie materiałów w pomieszczeniu o objętości V , może być zapisany jako [9]

$$K = K_o \left\{ 1 - K_z \left[\left(\exp L \sum_j^n C_{mj} \int_0^t \dot{Y}_j dt \right) - 1 \right] \right\}^{-1} \quad (2)$$

gdzie: K_o – kontrast początkowy

$$K_o = \frac{L_{to} - L_o}{L_{to}}$$

L_{to} – luminancja tła,

L_o – luminancja początkowa tła;

K_z – współczynnik charakteryzujący oświetlenie dymu w pomieszczeniu

$$K_z = \frac{L_z}{L_{to}} \text{ wartości w zakresie } 0,05 \div 0,15$$

L_z – luminancja maksymalna ośrodka

$$L_z = \beta EK_s^{-1}$$

β – współczynnik charakteryzujący właściwości rozpraszające dymu,

E – oświetlenie ośrodka,

K_s – współczynnik ekstynkcji;

$C_{mj} = \frac{m_j}{V}$ – masa materiału m_j generującego dym w objętości V ,

\dot{Y}_j – szybkość zmian współczynnika osłabienia kontrastu j -tego materiału.

Dla koniecznego warunku widzenia ($K = \varepsilon$) Z. Sychta [8] otrzymał wyrażenie opisujące zasięg widzialności w przypadku ciał emitujących światło jako maksymalną odległość, z jakiej obserwowany w danym ośrodku rozpraszającym światło przedmiot jest jeszcze widoczny:

$$Z = \frac{C_{em}}{C_m Y} \quad (3)$$

gdzie: $C_{em} = \ln \left[\frac{K_o + \varepsilon (K_z - 1)}{\varepsilon K_z} \right]$ – stała określająca oświetlenie przedmiotu i dymu w pomieszczeniu.

Na drodze doświadczalnej dla C_{em} otrzymano wartość 5,8 [14] i 5,75 [15], co jest zgodne z obliczeniami Sychty [9]. W przypadku przedmiotów świecących światłem odbitym stała C_{em} w równaniu (3) przyjmuje wartość 2,3 [15].

W niniejszym artykule zasięg widzialności Z jest określany za pomocą zależności otrzymanej ze wzoru (3):

$$Z = \frac{C_{em} V}{m Y_m t} \quad (4)$$

gdzie t jest czasem, w ciągu którego ulega spalaniu masa m danego materiału.

Badania właściwości dymotwórczych materiałów wyposażeniowych i wykończeniowych stosowanych w budynkach wykazują, że większość z tych materiałów charakteryzuje się dużą emisją dymu, co ma zasadniczy wpływ na szybkość ograniczania zasięgu widzialności w warunkach pożaru [2].

3. Metodyka badań i materiały

Badania właściwości dymotwórczych materiałów przeprowadzono zgodnie z PN-89/B-02856. Metoda badawcza jest oparta na znanej powszechnie metodzie ASTM E-05.02 z układem pomiarowym zaproponowanym przez Sychtę [8] i modyfikacją wielkości próbek [16]. Wybrane właściwości fizyczne badanych gatunków drewna oraz materiałów drewnopochodnych podano w tablicy 1.

Tablica 1. Właściwości fizyczne badanych materiałów
Table 1. Physical properties of tested materials

Materiał badawczy	Grubość próbek, m	Gęstość, kg m ⁻³
Płyta MDF	0,008	700
Płyta pilśniowa twarda	0,004	1000
Płyta pilśniowa miękka	0,008	500
Sklejka iglasto-liściasta	0,008	590
Sosna	0,010	540
Dąb	0,010	700
Mahoń	0,015	590

Badanie polega na ilościowym oznaczeniu optycznych właściwości dymu zgromadzonego w zamkniętej komorze o wymiarach (0,914 × 0,614 × 0,914) m, powstającego w czasie rozkładu termicznego i spalania materiału.

Próbki badanego materiału o wymiarach (2,4 × 2,4) cm klimatyzowano w temperaturze 23 ± 3°C i wilgotności 50%. Przed badaniem próbkę ważono z dokładnością do 0,01 g, owijano folią aluminiową o grubości 0,05 mm, pozostawiając jedynie powierzchnię (2,0 × 2,0) cm, która została poddana strumieniowi promieniowania cieplnego w zakresie gęstości od 0 kW/m² do 70 kW/m² w obecności płomienia pilotowego i bez płomienia pilotowego. Badania obejmowały spalanie płomieniowe i bezpłomieniowe.

Do oceny właściwości dymotwórczych materiału służą następujące wielkości:

- maksymalna wartość współczynnika osłabienia kontrastu Y_m , zdefiniowanego jako odwrotność zasięgu widzialności, tzw. wzorca optometrycznego (dwa czarne paski jednakowej szerokości, zwane dalej przedmiotem, umieszczone na białym tle, zwanym dalej tłem, ustawione w odległości od siebie równej ich szerokości), obserwowanego przez warstwę dymu o grubości 1 m, wytworzonego w objętości 1 m^3 w czasie rozkładu termicznego oraz spalania 1 kg masy materiału i obliczana z zależności

$$Y_m = \frac{V_k}{m_p d} \ln \frac{U_o}{U_{\min}} \quad (5)$$

gdzie: V_k – objętość komory dymowej, $0,51, \text{ m}^3$,
 m_p – masa początkowa próbki, kg,
 d – grubość warstwy dymu (droga optyczna) $0,91, \text{ m}$,
 U_o – sygnał napięciowy przetwornika fotoelektrycznego proporcjonalny do różnicy początkowej luminacji tła i przedmiotu, V,
 U_{\min} – sygnał napięciowy przetwornika fotoelektrycznego proporcjonalny do minimalnej różnicy luminacji tła i przedmiotu (zadymienie maksymalne), V;

- maksymalna wartość szybkości zmian współczynnika osłabienia kontrastu \dot{Y}_m , określająca maksymalny przyrost wartości współczynnika osłabienia kontrastu w jednostce czasu, obliczana ze wzoru

$$\dot{Y}_m = \left(\frac{dY}{dt} \right)_{\max} \quad (6)$$

Parametry Y_m i \dot{Y}_m (m^2/kgs) obliczano, korzystając z procedury numerycznej.

W przypadku każdego z warunków rozkładu termicznego i spalania (dana ekspozycja cieplna z udziałem palnika pilotowego lub bez) określono wartości maksymalne współczynnika osłabienia kontrastu i szybkości jego zmian dla 5 próbek danego materiału. Następnie ustalono warunki rozkładu termicznego i spalania, w których emisja dymu z materiału jest największa. Dla tych warunków określono wartości Y_m i \dot{Y}_m z maksymalnym błędem względnym 10%.

4. Wyniki badań

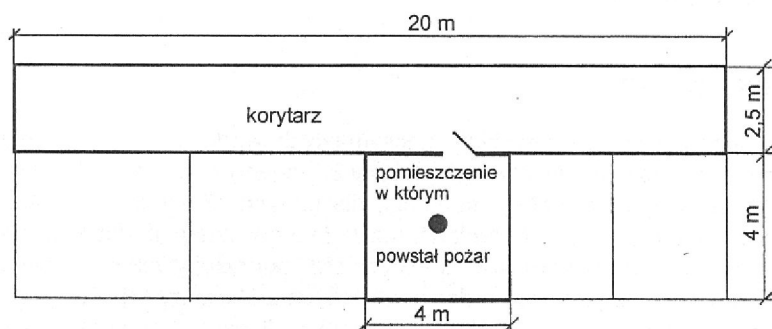
Wyniki badań eksperymentalnych maksymalnych wartości Y_m i \dot{Y}_m dotyczących wybranych materiałów przedstawiono w tabelicy 2. Podano wartości gęstości strumienia ciepła oddziałującego na próbkę materiału, dla których określono \dot{Y}_m . Maksymalne generacje dymu otrzymano w warunkach rozkładu termicznego podczas spalania bezpłomieniowego w pobliżu warunków cieplnych charakteryzujących przejście do spalania płomieniowego, co jest potwierdzeniem danych z literatury [3]. Powyżej wartości gęstości strumienia cieplnego podanych w tabelicy 2 następuje samozapłon próbki danego materiału.

Tablica 2. Wartości maksymalne współczynnika osłabienia kontrastu Y_m i szybkości jego zmian Y_m badanych materiałów oraz gęstość strumienia ciepła potrzebna do określenia Y_m
 Table 2. The peak values of contrast attenuation coefficient Y_m and its rate of change Y_m for studied materials with heat flux densities for Y_m determination.

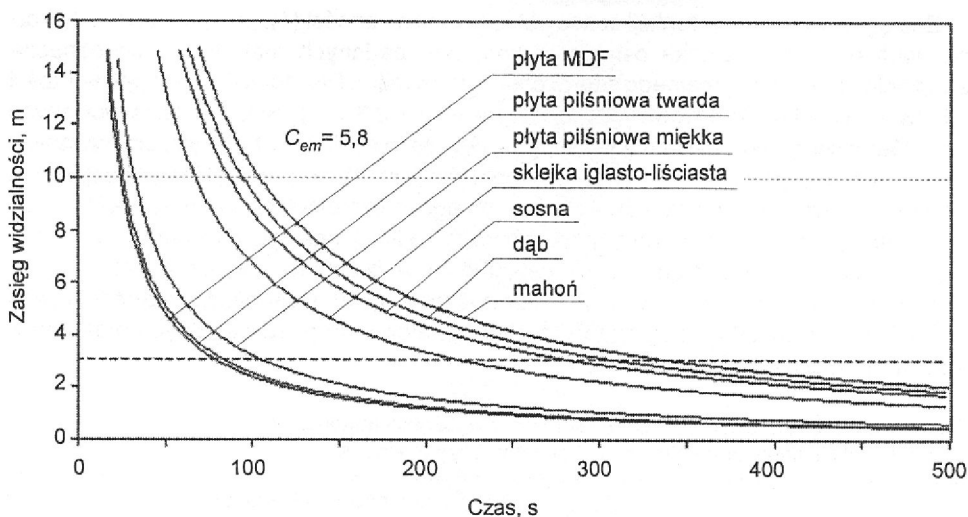
Materiał badawczy	Maksymalna wartość współczynnika osłabienia kontrastu Y_m , $m^2 kg^{-1}$	Maksymalna wartość szybkości zmian współczynnika osłabienia kontrastu Y_m , $m^2 kg^{-1} s^{-1}$	Gęstość strumienia ciepłego, $kW m^{-2}$ potrzebna do określenia Y_m
Płyta MDF	1630	8,7	52,0
Płyta pilśniowa twarda	1300	8,2	30,0
Płyta pilśniowa miękka	940	6,5	24,0
Sklejka iglasto-liściasta	960	3,1	30,0
Sosna	837	2,4	25,0
Dąb	790	2,2	33,0
Mahoń	474	2,0	35,0

5. Wyniki obliczeń modelowych

Założono, że dany materiał o masie 0,5 kg ulega całkowitemu spalaniu w pomieszczeniu o powierzchni $16 m^2$, które jest połączone z zamkniętym korytarzem o powierzchni $50 m^2$ otwartymi drzwiami o wymiarach $(2 \times 0,9)$ m. Wysokość pomieszczenia i korytarza wynosi 2,7 m. Powstałe produkty rozkładu termicznego i spalania (dym) rozprzestrzeniają się z pomieszczenia przez drzwi do korytarza. Procesy mieszania turbulентnego dymu z otaczającym powietrzem powodują jego homogenizację w całym modelowym układzie: pomieszczenie ze źródłem pożaru – korytarz (rys. 1) o objętości $178,2 m^3$.

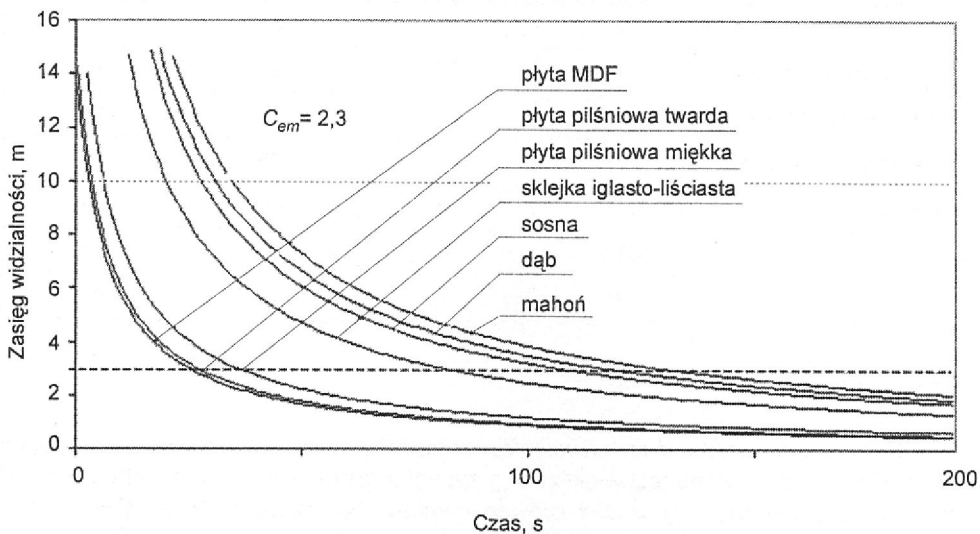


Rys. 1. Modelowy układ: pomieszczenie ze źródłem pożaru – korytarz
 Fig. 1. Model arrangement: the fire compartment – corridor



Rys. 2. Zasięg widzialności w czasie źródeł światła w dymie powstałym podczas spalania badanych materiałów

Fig. 2. Range of visibility versus time in smoke generated during the combustion of tested materials



Rys. 3. Zasięg widzialności w czasie w dymie powstałym podczas spalania badanych materiałów przedmiotów świecących światłem odbitym

Fig. 3. Range of visibility versus time in smoke generated during the combustion of tested materials for reflected light shining objects

Zasięg widzialności w funkcji czasu obliczano z zależności (4), przyjmując maksymalne wartości współczynnika osłabienia kontrastu badanych materiałów, co oznacza założenie stanu maksymalnego zagrożenia ludzi dymem. Dla stałej C_{em} przyjęto wartości 5,8 (w przypadku obserwowanych źródeł światła) i 2,3 (w przypadku obserwowanych obiektów świecących światłem odbitym) [14], [15]. Na rysunkach 1 i 2 liniami przerywanymi oznaczono przyjęte wartości krytyczne widzialności (3 m i 10 m), poniżej których bezpieczna ewakuacja ludzi odpowiednio z budynku im znanego i nieznanego nie jest możliwa [15], [17].

W tablicy 3 podano obliczony czas krytyczny redukcji zasięgu widzialności w modelowym układzie, oznaczający czas osiągnięcia widzialności krytycznej dla różnych rodzajów obiektów obserwowanych przez warstwę dymu. Najmniejsze wartości czasu krytycznego z uwagi na zagrożenie dymem ustalone dla poszczególnych materiałów stanowią możliwy czas ewakuacji.

Tablica 3. Czas krytyczny redukcji widzialności dla różnych materiałów
Table 3. Critical times of visibility reduction for various materials

Materiał badawczy	Czas krytyczny redukcji widzialności, s			
	stała dla źródeł światła: $C_{em} = 5,8$		stała dla obiektów świecących światłem odbitym: $C_{em} = 2,3$	
	widzialność krytyczna: $Z_{kr} = 3 \text{ m}$	widzialność krytyczna: $Z_{kr} = 10 \text{ m}$	widzialność krytyczna: $Z_{kr} = 3 \text{ m}$	widzialność krytyczna: $Z_{kr} = 10 \text{ m}$
Płyta MDF	79	24	31	9
Płyta pilśniowa twarda	84	25	33	10
Płyta pilśniowa miękka	106	32	42	13
Sklejka iglasto-liściasta	222	67	88	26
Sosna	287	86	114	34
Dąb	313	94	124	37
Mahoń	344	10	137	41

Wnioski

1. Maksymalna szybkość zmian współczynnika osłabienia kontrastu charakteryzująca dynamikę generacji dymu jest większa w przypadku materiałów drewnopochodnych niż w przypadku badanych rodzajów drewna i maleje następująco: płyta MDF > płyta pilśniowa twarda > płyta pilśniowa miękka > sklejka iglasto-liściasta > sosna > dąb > mahoń. Własności dymotwórcze sklejki iglasto-liściastej i drewna są zbliżone.

2. Obliczenia redukcji zasięgu widzialności w modelowym układzie pomieszczenie-korytarz wskazują na najszybsze zmniejszanie się zasięgu widzialności w czasie spalania materiałów drewnopochodnych: płyty MDF i płyty pilśniowej twardej. Czas

krytyczny redukcji widzialności, a tym samym możliwy czas ewakuacji w przypadku tych materiałów jest od 3 do 4 razy mniejszy niż w przypadku badanych gatunków drewna.

3. Wyniki obliczeń modelowych wskazują, że czas krytyczny redukcji zasięgu widzialności jest głównie funkcją: objętości pomieszczenia, struktury chemicznej spalającego się materiału, szybkości generacji dymu z materiału i warunków oświetlenia przedmiotów znajdujących się w ośrodku zadymionym.

Otrzymane różnice czasu krytycznego redukcji widzialności w czasie spalania wybranych materiałów są przede wszystkim spowodowane różnicami właściwości dymotwórczych określających generacje dymu w czasie spalania w warunkach cieplnych istniejących w I fazie pożaru. Na szybkość generacji mają wpływ następujące czynniki: szybkość nagrzewania próbki materiału – zależna głównie od jego gęstości, a tym samym bezwładności cieplnej, skład i wartość gęstości strumienia ciepła oddziałującego na powierzchnię materiału. W badaniach nie stwierdzono korelacji między dynamiką generacji dymu i redukcją zasięgu widzialności a gęstością badanych materiałów decydującą o bezwładności cieplnej, a tym samym o szybkości nagrzewania materiału.

Przeprowadzone badania potwierdzają tezę, że o właściwościach dymotwórczych materiału decyduje jego skład chemiczny oraz warunki cieplne rozkładu termicznego i spalania, określone wartością gęstości strumienia promieniowania cieplnego oddziałującego na materiał. Maksymalne generacje dymu otrzymano w przypadku wszystkich badanych materiałów, z wyjątkiem płyty MDF, w zakresie gęstości strumienia cieplnego od 24 kW m^{-2} do 35 kW m^{-2} , charakteryzującego właściwości cieplne początku I fazy pożaru. W przypadku płyty MDF warunki przejścia spalania bezpłomieniowego w płomieniowe, określającego maksymalną emisję dymu, występują przy większej wartości gęstości strumienia promieniowania, równej 52 kW m^{-2} , odpowiadającej końcowi fazy wzrostu pożaru.

Właściwości dymotwórcze badanych gatunków drewna są zbliżone i zmieniają się maksymalnie o około 20%: od $2,0 \text{ m}^2\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ w przypadku drewna mahoniowego, a do $2,4 \text{ m}^2\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ w przypadku drewna sosnowego. Materiał drewnopochodny, jakim jest sklejka iglasto-liściasta, wykazuje szybkość emisji dymu zbliżoną do drewna sosnowego. Wpływ na emisję dymu ma szybkość spalania materiału, rosnąca wraz ze wzrostem oddziałującego strumienia ciepła oraz mechanizmy rozkładu termicznego prowadzące do powstania produktów niecałkowitego spalania. Wydaje się, że obecność związków chemicznych, takich jak żywice mocznikowo-formaldehadowe, parafina, spajających włókna lignocelulozowe w materiałach drewnopochodnych, zmienia znacznie kinetykę i mechanizmy destrukcji drewna, powodując przyspieszone tworzenie się i emisję cząstek dymu.

Na podstawie uzyskanych wyników badań należy się spodziewać zwiększenia udziału strumienia dymu tworzącego się w czasie spalania płyt MDF w całkowitej ilości powstającego dymu, wraz ze wzrostem strumieni ciepła w warunkach I fazy pożaru w pomieszczeniach budynku. Będzie to decydowało w wysokim stopniu o zagrożeniu redukcją widzialności w czasie spalania materiałów drewnopochodnych w obiektach zadymionych w końcowym okresie wzrostu pożaru przed rozgorzeniem.

Bibliografia

- [1] Kimberle G.: Aspects and Methodology for the Evaluation of Toxicological Parameters During Fire Exposure. *Journal of Fire and Flammability*, 1(2), 1974
- [2] Mulholland G.W.: Smoke Production and Properties. Section 1/Chapter 25 in SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, NFPA.2, 1988, s. 217–227
- [3] Ostman B.A-L.: Smoke and Soot w Heat Release in Fires.Elsevier Science Publ. Ltd., New York 1992, s. 233–250
- [4] Drysdale D.: An Introduction to Fire Dynamics. John Wiley and Sons, 1985
- [5] Tewarson A.: Generation of Heat and Chemical Compounds in Fire. Section 1/Chapter 13 w SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, NFPA, USA, 1988
- [6] Edgerley P.G., Pettett K.: The Effect of Pyrolysis and Combustion Temperatures on Smoke Density. *Fire and Materials*, 1, 1978
- [7] Rasbash D.J., Drysdale D.D.: Fundamentals of Smoke Production. *Fire Safety*, 5, 1982
- [8] Sychta Z.: Nowa metoda badań dymotwórczości okretowych materiałów wyposażeniowych. Rozprawa doktorska. Politechnika Szczecińska, Szczecin 1979
- [9] Sychta Z.: Contrast Attenuation Coefficient as a Parameter Enabling Determination of Range of Visibility in Smoke. *Fire and Materials*, 21, 1997
- [10] Kosiorek M., Kolbrecki A., Fangrat J., Konecki M.: Badanie właściwości ogniowych drewna. *Inżynieria i Budownictwo*, 6, 1991
- [11] Konecki M., Kolbrecki A.: Badanie wpływu warunków środowiska pożaru na możliwy czas ewakuacji. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 3 (131), 2004
- [12] Piórczyński W.: Badanie parametrów pożaru z uwzględnieniem własności materiałów palnych imechanizmu procesu spalania. Rozprawa doktorska, SGSP, Warszawa 1997
- [13] Półka M.: Wpływ dodatków nieorganicznych na palność modyfikowanych materiałów poliestrowych. Rozprawa doktorska, Politechnika Szczecińska, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Szczecin 2001
- [14] Malhotra H.: Movement Smoke on Escape Routes, Instrumentation and Effect of Smoke on Visibility. Fire Research Station, Borehamwood, 1963
- [15] Butcher E.G., Parnell A. C.: Smoke Control in Fire Safety Design. E. and F. N. Spon, London 1979
- [16] PN-89/B-02856 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania właściwości dymotwórczych materiałów
- [17] Jin T.: Visibility through fire smoke. *Journal of Fire and Flammability*, 9, 1978

RANGE OF VISIBILITY IN SMOKE GENERATED DURING THE COMBUSTION OF WOOD AND WOODBASED MATERIALS

Summary

In paper, the contrast attenuation coefficient and the rate of its changes, as well as parameters characterizing the smoke properties of materials has been determined for specimens of pine, oak, mahogany and choosen woodbased materials. Using visibility model, the rate of visibility reduction in smoke generated during the combustion of tested materials in fire compartment and corridor has been calculated. The critical times of visibility for woodbased materials were reduced by 3–4 times (Medium Density Fibreboard, Hardboard) in relation to wood.

Praca wpłynęła do Redakcji 7 III 2005