

dr inż. Andrzej Kolbrecki¹⁾

Badania zapalności do oceny rozwoju pożaru

Ignitability examinations for the evaluation of the fire development

DOI: 10.15199/33.2021.07.02

Streszczenie. Przy ocenie właściwości ogniowych podstawowe znaczenie ma określenie, w jakich warunkach i jak szybko dany materiał się zapali. Jest to niezbędne w analizie, który materiał zapali się najpierw, a także do określenia rozwoju pożaru w pomieszczeniu na skutek „zdalnego” zapalenia lub na skutek rozprzestrzeniania płomienia po powierzchni. Zdolność do zapalenia jest charakteryzowana przez właściwości materiału, które mogą być obliczone z danych z badań małej skali. Te obliczone właściwości służą do przewidywania zapalenia w rzeczywistych warunkach pożaru (przy założeniu, że są one znane lub określone w komputerowych modelach rozwoju pożaru). Do określenia zapalności służą metody badawcze, w których ekspozycja cieplna może być typu radiacyjnego, konwekcyjnego lub przy działaniu płomienia. W artykule przedstawiono metody i wyniki badań wg ISO 11925-3 w przypadku źródła zapalenia A-H.

Słowa kluczowe: pożar; zapalność; modelowanie pożarowe.

Abstract. At the evaluation of fire properties of given material the primary importance has determining in what conditions and as quickly will ignite. It is valid for determining, which material will ignite at first as well as for determining the development of the fire in the room do to "remote" inflammations or as a result of spread the flame by the area. The ignitability in the fire is characteristic by properties of the material and can be calculated from data from examinations in small scale. These calculated properties are used to predict ignition in real fire (at the assumption that they are known or determined in computer models of the development of the fire). For the ignitability determination research methods, in which the thermal exposure can be radiation, convection type or acting of the flame. At the work testing methods according to ISO 11925-3 of the source A-H and results of testing were presented.

Keywords: fire; ignitability; fire modelling.

Zgodnie z definicją [1] *reakcja na ogień określa zachowanie się wyrobu przyczyniającego się – przez swój rozkład – do rozwoju pożaru/ognia działającego na wyrób w określonych warunkach*. Badania ogniowe obejmują określanie: zapalności; powierzchniowej szybkości rozprzestrzeniania płomieni; wydzielanie ciepła; niepalności; rozwoju pożaru w pomieszczeniu.

W artykule przedstawiono normowe metody badania zapalności wyrobów budowlanych, opracowane w ramach ISO i CEN, które mogą być wykorzystane do oceny ryzyka pożarowego i jako dane wejściowe do modelowania pożarowego.

Związek badania reakcji na ogień z rozwojem pożaru

Badanie reakcji na ogień przeprowadza się w celu:

- klasyfikacji wyrobów budowlanych;
- oceny ryzyka pożarowego (konkretnego zagrożenia lub w ramach systemowej oceny opracowanej przez ISO;

- otrzymania wyników wejściowych do modelowania pożarowego.

Najbardziej istotnymi parametrami mającymi wpływ na pomiary procesu rozwoju pożaru są:

- a) zapalność;
- b) szybkość rozprzestrzeniania płomieni;
- c) wydzielanie ciepła;
- d) wydzielanie dymu (i gazów toksycznych).

Przy wyborze metody badawczej należy zwrócić uwagę na to, aby warunki ekspozycji cieplnej miały związek z realną sytuacją pożarową, a jeśli badanie przeprowadza się na potrzeby modelowania, to jego wyniki powinny być w postaci możliwej do zastosowania w obliczeniach.

Właściwości ogniowe wyrobu budowlanego zależą nie tylko od jego składu chemicznego, ale także od wielu czynników badania, takich jak: podkład; uchwyt próbki; źródło ognia (intensywność, płomieniowe czy radiacyjne, konwekcyjne, pierwotne – stosowane do zapalenia materiałów jako pierwsze i wtórne itp.); orientacja próbki w przestrzeni (kierunek rozprzestrzeniania płomieni); warunki zastosowania końcowego (połączenia; mocowanie; kleje); pustki powietrzne; obróbka powierzchni próbki; wpływ geometrii; wentylacja.

Zapalność

Przy ocenie właściwości ogniowych podstawowe znaczenie ma określenie, w jakich warunkach i jak szybko dany materiał się zapali. Zdolność do zapalenia jest charakteryzowana przez właściwości materiału, które mogą być obliczone z danych z badań w małej skali. Służą one do przewidywania zapalenia w rzeczywistych warunkach pożaru (przy założeniu, że są one znane lub określone w komputerowych modelach rozwoju pożaru). Jeśli dany materiał uczestniczy w pożarze, to zasadniczą część strumienia cieplnego jest przez niego pochłaniana. W rezultacie temperatura rośnie (maksymalna jest na powierzchni). Profil temperaturowy w materiale jest funkcją wielkości zaabsorbowanego strumienia cieplnego i tego jak ten strumień zmienia się w czasie. Po pewnym czasie ekspozycji powierzchnia osiąga temperaturę graniczną, przy której materiał zaczyna się rozkładać i wydzieląć palne części lotne, które mieszają się z otaczającymi gazami. Taka mieszanina jest palna i jeśli temperatura fazy gazowej jest wystarczająco wysoka nawet lokalnie, to zaczyna się spalanie płomieniowe. Do określenia zapalności służą metody ba-

¹⁾ andrzej.kolbrecki@gmail.com

dawcze, w których ekspozycja cieplna może być typu radiacyjnego, konwekcyjnego lub przy działaniu płomienia. W tabeli 1 przedstawiono metody stosowane do określenia zapalności wyrobów budowlanych. Do przewidywania zapalenia wyrobów budowlanych w warunkach pożaru rzeczywistego najbardziej przydatne są metody ekspozycji radiacyjnej.

leniu krawędziowym dolnym). Jeśli materiał jest mocowany do podkładu, to próbki należy przygotować analogicznie. Konfiguracja próbki powinna odzwierciedlać praktyczne aspekty, takie jak typ podkładu, mocowanie do niego, obecność i rodzaj połączeń.

Przed badaniem wyrób sezonowano do uzyskania stałej masy w temperaturze

Tabela 1. Metody badania zapalności wyrobów budowlanych

Table 1. Test methods to determine the ignitability of buildings products

Norma badawcza	Warunki badania	Przeznaczenie
PN-EN ISO 11925-2	mały płomień, czas ekspozycji 15 s lub 30 s	źródło pierwotne, metoda stosowana do klasyfikacji wg ustaleń UE
PN-EN ISO 11925-3		
Źródło A	płomień igłowy	źródło pierwotne (symulujące małe płomienie występujące w urządzeniach elektrycznych)
Źródło B	mały płomień (taki jak w PN-EN ISO 11925-2)	źródło pierwotne
Źródło C	mały płomień dyfuzyjny	źródło pierwotne (symulacja płomienia zapalniczki)
Źródło D	płomień dyfuzyjny	źródło pierwotne (symulacja płomienia zapalniczek)
Źródło E	palnik gazowy mocy 3 kW	źródło wtórne (symulacja płonącej gazety)
Źródło F	palnik gazowy o mocy 17 kW	źródło wtórne (symulacja płonącego tłuszczu na patelni)
Źródło G	palnik mieszkankowy o mocy 100 kW/m ²	źródło wtórne (palnik instalatorski)
Źródło H	palnik mieszkankowy o mocy 140 kW/m ²	źródło wtórne (palnik dekarSKI)
ISO 5657	źródło radiacyjne w obecności palnika pilotowego; zakres 10 ÷ 50 kW/m ²	źródło wtórne
ISO 5660-1	źródło radiacyjne w obecności zapalarki iskrowej; zakres 10 ÷ 100 kW/m ²	źródło wtórne (dane do modelowania)
ISO 6925	tabletki metaminowa do wykładzin podłogowych	źródło pierwotne (symulacja płonących kropli)

Badanie zapalności wg ISO 11925-3 [2]

Próbki i czas oddziaływania płomienia. Badanie zapalności przeprowadzono, stosując źródła A-H wg ISO 11925-3 (tabela 1). Wymiary próbek powinny być takie, jak podano w tabeli 2. Przygotowano minimum 6 próbek reprezentujących w pełni przekrój grubości dla każdego źródła zapalenia i każdego czasu działania płomienia (3 w przypadku zapalenia powierzchniowego i 3 przy zapa-

23 ± 2°C i przy względnej wilgotności 50 ± 5%.

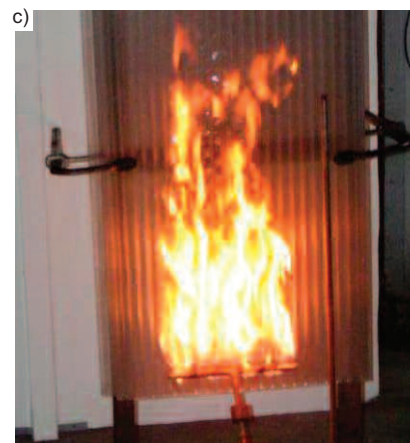
Powierzchniowe oddziaływanie płomienia. W przypadku źródeł zapalenia A, B, C (fotografia 1a), D, E i F (fotografia 1b i c) zbliżano płomień do powierzchni próbki pod kątem 45° tak, aby oś palnika znajdowała się na pionowej osi próbki i 30 mm ponad dolną krawędź, a krawędź palnika 5 mm od powierzchni próbki. Po określonym czasie (tabela 1) usuwano palnik przez równomierne odsunięcie w ciągu 1 s. W przypadku każdej próbki, źródła i czasu działania płomienia zanotowano:

- występowanie ustalonego zapalenia (dłużej niż 4 s) lub nieustalonego zapalenia (mniej niż 4 s);

- odpadanie stałych części (odpadów) oraz czy palą się lub żarzą;

- czy spalanie lub żarzenie osiąga którąkolwiek krawędź w ciągu 4 s od zakończenia działania płomienia;

- czy spalanie lub żarzenie osiąga którąkolwiek krawędź podczas działania źródła ognia.



Fot. 1. Badanie wg ISO 11925-3. Źródło zapalenia: a) C; b) E; c) F

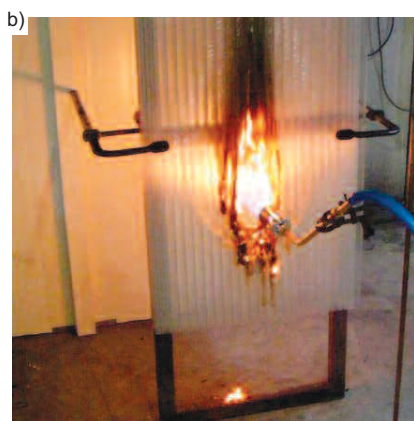
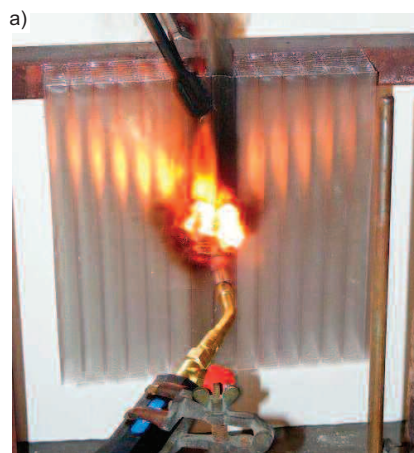
Photo 1. Examinations according to ISO 11925-3: a) source C; b) source E; c) source F

W przypadku źródeł zapalenia G i H (fotografia 2) zbliżano płomienie źródeł zapalenia do powierzchni próbki pod kątem 90° tak, aby oś palnika krzyżowała się z osią pionową próbki w odległości 150 mm (źródło zapalenia G) lub 300 mm (źródło zapalenia H) powyżej dolnej krawędzi próbki. Krawędź dyszy palnika znajdowała się odpowied-

Tabela 2. Wymiary próbek i czas oddziaływania płomienia

Table 2. Dimensions of samples and duration of flame's exposure

Źródło zapalenia	Wymiary próbek [mm]	Czas oddziaływania płomienia [s]			
A	100 x 150	1	5	20	120
B	100 x 150	1	5	20	40
C	100 x 150	1	5	20	40
D	300 x 300	1	5	20	40
E	500 x 750	–	5	60	180
F	500 x 1200	–	5	60	180
G	300 x 300	1	5	20	40
H	500 x 750	–	5	60	180



Fot. 2. Badanie wg ISO 11925-3. Źródło zapalenia: a) G; b) H
Photo 2. Examinations according to ISO 11925-3: a) source G; b) source H

nio 90 mm (źródło zapalenia G) lub 70 mm (źródło zapalenia H) od powierzchni próbki. Po określonym czasie działania (tabela 1) należy usunąć palnik przez równomierne odsunięcie w ciągu 1s. Wyniki badania zapalności wg ISO 11925-3 przedstawiono w tabeli 3.

Podsumowanie

Wybór źródła zapalenia w eksperymencie pożarowym ma istotne znaczenie. Często czas rozwoju pożaru zależy wprost od powierzchni materiału pierwotnie objętej spalaniem. Rzeczywiste źródło lub symulacja charakterystyki takiego źródła powinny być również zastosowane. Należy wziąć pod uwagę to, że na charakterystykę spalania mogą mieć wpływ warunki środowiska i dlatego wybrane parametry projektowe mogą być nieprawidłowe i wymagać znacznej korekty. Źródła zapalenia charakteryzują m.in.: całkowita zawartość paliwa; rodzaj paliwa; szybkość wydzielania ciepła; wysokość płomienia dla danej loka-

Tabela 3. Wyniki badań wg ISO 11925-3

Table 3. Results of examinations according to ISO 11925-3

Wyrób badany	Czas oddziaływania źródła ognia [s]	Ustalone zapalenie (> 4 s) +/-	Nieustalane zapalenie (< 4 s) +/-	Plonące krople i cząstki +/-	Spalanie/żarzenie do krawędzi w czasie ekspozycji +/-	Spalanie/żarzenie do krawędzi 4 s po ekspozycji +/-
Źródło zapalenia A, ekspozycja powierzchniowa						
Pianka PU grubości 5 mm, gęstość 25,2 kg/m ³	1; 5; 20; 120	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)
Pianka PU grubości 50 mm	1; 5; 20; 120	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)
Tkanina grubości 0,6 mm, gramatura 275 g/m ²	1; 5; 20; 120	-; +; (-); (-)	-; (-); (-); (-)	-; +; (-); (-)	-; +; (-); (-)	-; (-); (-); (-)
Źródło zapalenia B, ekspozycja powierzchniowa						
Pianka PU grubości 5 mm, gęstość 25,2 kg/m ³	1; 5; 20; 40	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)
Pianka PU grubości 50 mm	1; 5; 20; 40	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)
Tkanina grubości 0,6 mm, gramatura 275 g/m ²	1; 5; 20; 40	-; +; (-); (-)	-; (-); (-); (-)	-; +; (-); (-)	-; +; (-); (-)	-; (-); (-); (-)
Źródło zapalenia C, ekspozycja powierzchniowa						
Pianka PU grubości 5 mm, gęstość 25,2 kg/m ³	1; 5; 20; 40	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)
Pianka PU grubości 50 mm	1; 5; 20; 40	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)
Membrana dachowa grubości 1,15 mm, gramatura 275 g/m ²	1; 5; 20; 40	-; -; -; -	-; -; -; -	-; -; -; -	-; -; -; -	-; -; -; -
Źródło zapalenia D, ekspozycja powierzchniowa						
Pianka PU grubości 5 mm, gęstość 25,2 kg/m ³	1; 5; 20; 40	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)
Pianka PU grubości 50 mm	1; 5; 20; 40	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)	-; -; -; (-)
Membrana dachowa grubości 1,15 mm, gramatura 275 g/m ²	1; 5; 20; 40	-; -; -; -	-; -; -; -	-; -; -; -	-; -; -; -	-; -; -; -
Źródło zapalenia E, ekspozycja powierzchniowa						
Płyta MDF grubości 12,4 mm, gęstość 800 kg/m ³	5; 60; 180	-; -; -	-; -; -	-; -; -	-; -; -	-; -; -
Poliwęglan 11-komorowy, grubości 60 mm	5; 60; 180	-; -; +	-; -; (-)	-; -; +	-; -; -	-; -; -
Źródło zapalenia F, ekspozycja powierzchniowa						
Płyta MDF grubości 12,4 mm, gęstość 800 kg/m ³	5; 60; 180	-; -; +	-; -; (-)	-; -; -	-; -; -	-; -; -
Poliwęglan 11-komorowy, grubości 60 mm	5; 60; 180	-; -; +	-; -; (-)	-; -; +	-; -; +	-; -; -
Źródło zapalenia G, ekspozycja powierzchniowa						
Płyta MDF grubości 12,4 mm, gęstość 800 kg/m ³	1; 5; 20; 40	-; -; -; -	-; -; -; -	-; -; -; -	-; -; -; -	-; -; -; -
Poliwęglan 11-komorowy, grubości 60 mm	1; 5; 20; 40	-; -; -; +	-; -; -; (-)	-; -; -; +	-; -; -; +	-; -; -; (-)
Źródło zapalenia H, ekspozycja powierzchniowa						
Płyta MDF grubości 12,4 mm, gęstość 800 kg/m ³	5; 60; 180	-; -; +	-; -; (-)	-; -; -	-; -; -	-; -; -
Poliwęglan 11-komorowy, grubości 60 mm	5; 60; 180	-; -; +	-; -; (-)	-; -; +	-; -; +	-; -; -

(-) wynik niejednoznaczny

lizacji; ciepło konwekcyjne i radiacyjne oraz czas spalania. Pełna charakterystyka źródła zapalenia powinna być określona i zawierać: masę; skład materiału; morfologię; wymiary oraz parametry fizyczne i chemiczne, które są niezbędne, aby móc powtórzyć eksperyment lub rozszerzyć zastosowanie rezultatu testu w metodach obliczeniowych.

Literatura

- [1] PN-EN 13501:2010. Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień.
- [2] PN-ISO 11925-3:2000 Reakcja na ogień – Zapalność materiałów budowlanych poddanych bezpośredniemu działaniu płomienia – Działanie płomienia z wielu źródeł.

Przyjęto do druku: 06.04.2021 r.