

mgr inż. Paweł Roszkowski¹⁾
dr inż. Paweł Sulik¹⁾

Badania odporności ogniowej ścian wg norm amerykańskich

Fire resistance tests according to American standard

DOI: 10.15199/33.2015.07.03

Streszczenie. W artykule omówione zostały główne aspekty odporności ogniowej ścian w podejściu, jakie zostało ujęte w normie ASTM E119, stosowanej w Stanach Zjednoczonych Ameryki. Amerykańską metodę porównano z europejskimi stosowanymi w Polsce.

Słowa kluczowe: odporność ogniowa, ASTM E119, nośność ogniowa, szczelność ogniowa, izolacyjność ogniowa, test strumieniem wody.

Abstract. This paper discusses the main issues related to the fire resistance of the loadbearing walls according to ASTM E119 standard, the standard used in USA. The American standard was compared with European standard used in Poland.

Keywords: fire resistance, ASTM E119, loadbearing capacity, fire integrity, fire insulation, hose stream test.

Laboratorium Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej w Pionkach miało możliwość zweryfikowania odporności ogniowej ściany wg normy ASTM E119 [1], niestosowanej w Polsce i Europie. ASTM to skrót od *American Society for Testing and Materials* (Amerykańskie Stowarzyszenie Badań i Materiałów), jednostki podobnej do Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego (CEN), natomiast ASTM E119 [1] to amerykańska norma badawcza określająca metodę ustalania odporności ogniowej różnych elementów budynku oraz materiałów. Wśród elementów wymienionych w normie są m.in. ściany nośne lub nienośne (działowe), stropy, dachy, słupy, belki oraz materiały ogniochronne ścian, stropów i dachów. Polska podobnie jak pozostali członkowie Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego (CEN) posługuje się normami europejskimi (normy o oznaczeniach zaczynających się od liter EN lub PN-EN w przypadku polskiej wersji normy będącej wiernym tłumaczeniem). W artykule opisano badania odporności ogniowej ścian. Metodę badań ścian wg normy ASTM E119 [1] porównano z metodami europejskimi.

Warunki badania

Metodę badań odporności ogniowej ścian w przypadku standardów europejskich określono w:

- PN-EN 1364-1 [4] – norma dotycząca ścian nienośnych;

- PN-EN 1364-3 [5] – norma dotycząca ścian osłonowych;

- PN-EN 1365-1 [6] – norma dotycząca ścian nośnych.

Każda z wymienionych norm funkcjonuje w powiązaniu z normami PN-EN 1363-1 [2] lub PN-EN 1363-2 [3] (normy dotyczące wymagań ogólnych oraz procedur alternatywnych i dodatkowych). Istotną kwestią różniącą normy EN od ASTM jest wymagana temperatura nagrzewania w komorze pieca w trakcie badania odporności ogniowej (tabela). Na podstawie zestawionych wartości można stwierdzić, że temperatura nagrzewania do 30 min jest bardziej restrykcyjna wg metody ASTM [1], a po czasie 30 min wg metod europejskich. Należy jednak zaznaczyć, że pomiar temperatury w piecu odbywa się przy użyciu innego typu termoelementów, co ma wpływ na odczyty temperatury. Jest to szczególnie widoczne do 10 min badania. Na rysunku 1 pokazano schemat termoelementów piecowych, a na rysunku 2 termoelementy do pomiaru temperatury na powierzchni nienagrzewanej.

Warto też podkreślić, że w przypadku badanych ścian nominalne ciśnienie w piecu określone wg PN-EN 1363-1 [2] podczas badania na wysokości górnej krawędzi ściany określone jest na 20 Pa, zaś ASTM E119 takich wytycznych nie podaje. Są jedynie zapisy dotyczące kontroli i rejestracji pomiaru wielkości przepływu zużywanego paliwa do podgrzania pieca, bez jakichkolwiek wytycznych o wymaganej wielkości przepływu.

Wartość temperatury w piecu wg PN-EN 1363-1:2012 [2] oraz ASTM E119 [1]

Furnace temperature according to PN-EN 1363-1:2012 [2] and ASTM E119 [1]

Czas nagrzewania [min]	Temperatura ¹⁾ wg standardowej krzywej temperatura-czas [°C] wg [2]	Temperatura wg krzywej nagrzewania [°C] podana w ASTM E119 [1]
0	20	20
5	576	538
10	678	704
15	739	760
20	781	795
25	815	821
30	842	843
45	902	892
60	945	927
75	979	955
90	1006	978
100	1022	991
120	1049	1010
150	1082	1031
180	1110	1052
240	1153	1093

¹⁾ temperatura określona wzorem $T = 345 \cdot \log_{10}(3t + 1) + 20$, gdzie „t” czas

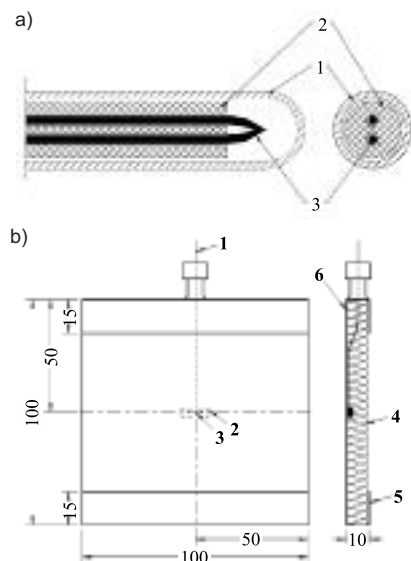
Element do badań i procedura badania wg ASTM

Elementy do badań odporności ogniowej ścian nośnych i nienośnych/działowych powinny mieć powierzchnię min. 9 m², przy czym każdy wymiar nie powinien być mniejszy niż 2,7 m. W normach EN wymagany wymiar to min. 3 x 3 m (minimalne wymiary umożliwiają wprowadzenie odpowiedniego zakresu zastosowania). ASTM E119 [1] nie definiuje takich pojęć jak nośność, szczelność czy izolacyjność ogniowa, które są jednymi z kryteriów skuteczności działania ognia scharak-

¹⁾ Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Badań Ogniowych

²⁾ Autor do korespondencji:
e-mail: p.roszkowski@itb.pl

teryzowanymi w europejskiej normie klasyfikacyjnej dotyczącej wyrobów budowlanych i elementów budynków [7]. Występują w niej jednak wymagania, które można utożsamiać z wymienionymi kryteriami.



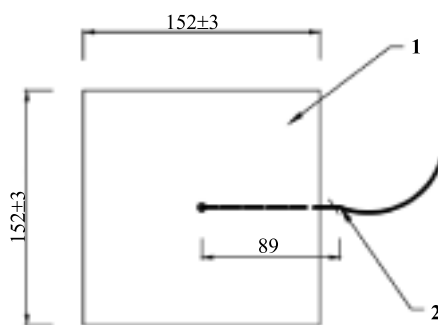
Rys. 1. Termoelementy do pomiaru temperatury w piecu podczas badań odporności ogniowej: a) – wg normy ASTM E119 [źródło: archiwum ITB]; 1 – osłona ochronna z Inconelu 600 o wymiarach $\varnothing 21,34 \times 7,79$ mm (0,84 x 2,79 in.); 2 – osłona ceramiczna o średnicy $\varnothing 10,16$ mm (0,4 in.) z dwoma otworami przechodzącymi przez całą długość osłony o średnicy $\varnothing 2$ mm (0,08 in.); 3 – termoelement typu K wykonany z NiCr-Ni o średnicy $\varnothing 1,628$ mm lub $\varnothing 1,45$ mm lub 1,024 mm; b) – wg PN-EN 1363-1 [źródło: PN-EN 1363-1]; 1 – termoelement płaszczowy ze spoiną pomiarową galwanicznie odizolowaną od płaszcza; 2 – przyspawany punktowo lub przykręcony pasek stalowy; 3 – spoina pomiarowa termoelementu; 4 – materiał izolujący (skierowany w kierunku próbki); 5 – pasek z blachy ze stopu niklu o grubości $(0,7 \pm 0,1)$ mm; strona A

Fig. 1. Furnace thermocouples to fire resistance tests: a) – according to ASTM E119 [source: ITB archive]; 1 – Inconel 600 pipe dimensions of $\varnothing 21,34 \times 7,79$ mm (0,84 x 2,79 in.); 2 – ceramic insulation pipe diameter of $\varnothing 10,16$ (0,4 in.) with two holes passing through entire length of the ceramic insulator pipe, hole diameter of $\varnothing 2$ mm (0,08 in.); 3 – Chromel-Alumel thermocouple bead diameter of $\varnothing 1,628$ mm or $\varnothing 1,45$ mm or 1,024 mm; b) – according to Europe standard [source: standard PN-EN 1363-1]; 1 – sheathed thermocouple with insulated hot junction; 2 – spot welded or screwed steel strip; 3 – hot junction of thermocouple; 4 – insulation material (oriented towards the test specimen); 5 – nickel alloy strip $(0,7 \pm 0,1)$ mm thick; 6 – face „A”

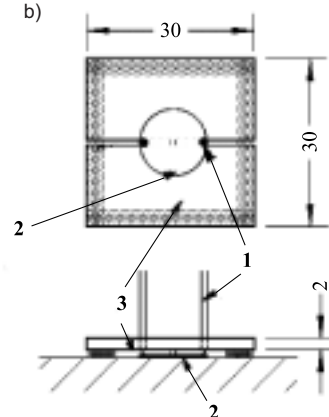
Zgodnie z [1], ocenę izolacyjności ogniowej weryfikuje się na podstawie średniego przyrostu temperatury na powierzchni nienagrzewanej, którego wartość nie może przekroczyć 139°C (250°F). Temperatura rejestrowana jest przez co najmniej 9 termoelementów, z czego 5 powinno być symetrycznie rozmieszczonych – jeden na środku lub blisko środka elementu próbnego, pozostałe cztery na środku lub blisko środka każdej ćwiartki elementu próbnego. Termoelementy rozmieszczone są w miejscach reprezentatywnych, w których spodziewane jest wystąpienie wyższej temperatury. Nie powinny być umieszczane bliżej niż 30,5 cm (12 in.) od krawędzi ściany. W przypadku, gdy opiniowana jest również skuteczność zabezpieczenia ogniochronnego ściany, np. różnego rodzaju opływanie w ścianach szkieletowych, przyrost temperatury na poszczególnym termoelemencie nie może przekroczyć 181°C (325°F).

Szczelność ogniowa jest zachowana pod warunkiem, że przez element próbny nie przejdzie płomień lub gorące gazy, które mogłyby zapalić przyłożony tampon bawełniany, umieszczany, podobnie jak w normach europejskich, w stalowej ramce i przykładany do elementu maksymalnie na 30 s.

a)



b)



Rys. 2. Termoelementy do pomiaru temperatury na powierzchni nienagrzewanej elementów do badań odporności ogniowej: a) – termoelementy wg ASTM E119 [źródło: archiwum ITB]; 1 – płytka z materiału ogniochronnego (grubości $9,5 \pm 1,6$ mm); 2 – drut typu K o średnicy 1,04 mm przymocowany do powierzchni elementu ściany na odległości 89 mm; b) – termoelement powierzchniowy wg normy europejskiej [źródło: archiwum ITB]; 1 – drut termoparowy typu K o średnicy 0,5 mm; 2 – krążek miedziany o grubości 0,2 mm i średnicy $\varnothing 12$ mm; 3 – płytka z materiału ogniochronnego grubości $(2,0 \pm 0,5)$ mm Fig. 2. Unexposed surface thermocouples to fire resistance tests: a) – thermocouple according to ASTM E119 [source: ITB archive]; 1 – insulating pad thickness of $(9,5 \pm 1,6)$ mm; 2 – type K thermocouple wire diameter of 1,04 mm and contact with the unexposed test specimen surface at a distance of 89 mm; b) – surface thermocouple according to EN standards [source: ITB archive]; 1 – type K thermocouple wire diameter of 0,5 mm; 2 – copper disc thickness of 0,2 mm and diameter of $\varnothing 12$ mm; 3 – insulating pad thickness of $(2,0 \pm 0,5)$ mm

W przypadku badań odporności ogniowej ścian nośnych, ocena kryterium nośności ogniowej jest prosta. Element próbny podczas badania powinien wytrzymać obciążenie bez utraty szczelności i izolacyjności ogniowej przez wymagany/oczekiwany czas badania ogniowego oraz podczas badania strumieniem wody, tzw. hose stream test, będącego bardzo interesującą próbą, jaką musi wytrzymać ściana w badaniu odporności ogniowej wg ASTM E119 [1]. Metoda ta polega na gaszeniu ściany bezpośrednio po badaniu ogniowym, od strony nagrzewanej strumieniem wody (przez 1 – 6 min w zależności od długości badania ogniowego), przy określonym ciśnieniu na wylocie z prądownicy ($207 - 310$ kPa w zależności od długości badania ogniowego). Kryterium oceny jest brak przecieków po stronie nienagrzewanej. Badanie strumieniem wody nie jest wymagane w przypadku ścian nagrzewanych krócej niż 1 h. Obserwacje z tego etapu badania pokazano na fotografii a + c.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono tylko część wymagań i wytycznych w zakresie odporności ogniowej ścian określonych w normie ASTM E119 [1]. Porównano je z wytycznymi określonymi



Badanie strumieniem wody: a – element próbny po badaniu odporności ogniowej (strona nagrzewana); b – pierwszy kontakt elementu próbnego ze strumieniem wody; c – element próbny podczas gaszenia
 [Fot. archiwum ITB]
Hose stream test: a – test specimen after fire resistance test (exposed surface); b – exposed surface in first contact with hose stream; c – test specimen during the hose stream test

w normach europejskich. W wielu kwestiach norma ASTM E119 [1] przedstawia bardzo zbliżone podejście do określenia metod odporności ogniowej elementów ściennych, co metody europejskie. Najbardziej istotnym elementem różniącym jest badanie strumieniem wody wykonywane bezpośrednio po badaniu ogniowym, które określa wpływ erozji i efekt studzenia elementu.

Europejscy producenci badania te wykonują wyłącznie pod kątem wymagania rynku amerykańskiego, co otwiera im możliwości do oferowania swoich rozwiązań w tej części świata. Wśród

firm, których produkty przeszły pozytywnie testy wg ASTM [1], są też producenci polscy, w tym m.in. firma LS-Tech, co szczególnie cieszy, bo znacznie poszerza ich możliwości eksportowe.

Literatura

- [1] ASTM E119-12a Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials.
- [2] PN-EN 1363-1:2012 Badania odporności ogniowej – Część 1: Wymagania ogólne.
- [3] PN-EN 1363-2:2001 Badania odporności ogniowej – Część 2: Procedury alternatywne i dodatkowe.

[4] PN-EN 1364-1:2001. Badania odporności ogniowej elementów nienośnych. Część 1: Ściany.

[5] PN-EN 1364-3:2013. Badania odporności ogniowej elementów nienośnych. Część 3: Ściany osłonowe – pełna konfiguracja.

[6] PN-EN 1365-1:2012. Badania odporności ogniowej elementów nośnych. Część 1: Ściany.

[7] PN-EN 13501-2+A1:2010 Klasyfikacja ognia wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnych.

Przyjęto do druku: 02.05.2015 r.

Panel SIP z klasyfikacją ogniową zgodną z normami europejskimi i amerykańskimi

Panel SIP to kompozytowa płyta warstwowa składająca się z rdzenia styropianowego lub poliuretanowego oraz okładzin z płyt magnezowych lub OSB. W krajach Unii Europejskiej płyta taka, jako samonośna, a więc nieprzejmująca obciążeń ze stropów, spełnia wymagania europejskiej aprobaty technicznej ETAG nr 016. W klasycznych rozwiązaniach panele SIP łączone są na tzw. spline, czyli „obce pióro”. W połączenia elementów konstrukcyjnych takich jak słupy i rygle wprowadzane są odpowiedniej grubości belki drewniane, z których w prosty sposób można zbudować ciągłą konstrukcję szkieletową budynku.

Podstawowe informacje o panelach kompozytowych produkowanych przez LS TECH-HOMES S.A.:

- deklarowana nośność na ugięcie panelu swobodnie podpartego – 20 kN (8 kN/m²);
- duża wytrzymałość – zastosowanie paneli jako elementów nośnych konstrukcji, a nie tylko wypełniających szkielet nośny;
- obciążenie pionowe na ściskanie do 150 kN (15 t);
- nośność panelu na ugięcie w układzie 3 paneli wynosi 46 kN; wpływ współpracy sąsiednich paneli spowodował 2 – 3-krotnie



Obiekt specjalistyczny wykonany z płyt SIP



Panele SIP mogą być stosowane do wzniesienia obiektów w budownictwie mieszkalnym, komercyjnym i turystycznym

wzrost wytrzymałości przy połączeniu klinowym (ang. spline);

- stateczność cieplna ścian z paneli SIP poddanych wymuszeniom harmonicznym jest zaskakująco duża i pozwala utrzymać

komfort cieplny na zadanym poziomie przy jednoczesnym ograniczeniu zapotrzebowania na ciepło budynku;

- odporność na pleśń, grzyby i wilgoć dzięki zawartości tlenku magnezu, głównego komponentu płyt MgO Green.

W bieżącym roku firma LS Tech-Homes S.A. zleciła przeprowadzenie badań panelu SIP w Zakładzie Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej, w wyniku czego uzyskał on:

- klasyfikację odporności ogniowej EI 30; E 60;
- klasyfikację ogniową W17; NRO przy działaniu ognia od zewnątrz (nie rozprzestrzenia ognia).

Panel SIP ma aprobatę techniczną ITB AT-15-9016/2012.



LS TECH HOMES
www.lstech-homes.com

telefon: 32/210 18 26
e-mail: sekretariat@lstech-homes.com
www.lstech-homes.com