

dr inż. Zofia Laskowska\*  
dr Andrzej Borowy\*

# Złącza liniowe – rozwiązania, badania i klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej

*Linear joints – sealing solutions, fire resistance tests and classification*

Odporność ogniowa konstrukcji zależy od najsłabszego elementu składowego, którym może być złącze liniowe między dwoma sąsiadującymi elementami. W związku z tym ważne jest, aby ustalić wpływ systemów uszczelniających przeznaczonych do zabezpieczenia takich złączy liniowych na odporność ogniową elementów konstrukcyjnych. Złącza liniowe można podzielić na takie:

- które nie będą się przemieszczały w warunkach normalnych lub w przypadku oddziaływania pożaru;
- których wymiar może zmieniać się przed pożarem. Takie przemieszczenia są zwykle spowodowane obciążeniem wiatrem, zróżnicowaniem zawartości wilgoci i/lub zmianami temperatury otoczenia;
- które będą się przemieszczały w warunkach pożaru, np. połączenia: między ścianami a stropami;
- które występują między ścianami osłonowymi a stropami obciążonymi.

Wpływ pożaru na uszczelnienie złączy liniowych może być różny. Ścisłe naukowe podejście do właściwego badania systemów uszczelniania złączy liniowych mogłoby w związku z tym spowodować serię badań każdego z nich, który odpowiada konkretnej sytuacji oddziaływania pożaru oraz typowi złącza liniowego. Takie podejście mogłoby nie zostać zrealizowane z powodu jego kosztów. Dlatego też badanie planuje się z zamiarem objęcia szerokiego zakresu oddziaływań pożaru przy minimalnej liczbie badań odpowiadających najgorszemu przypadkowi oddziaływania pożaru.

## Charakterystyka uszczelnień złączy liniowych

Złącza liniowe należy uszczelnić w taki sposób, aby ogień nie przedostał się przez uszczelniony otwór w przegrodzie oraz aby na skutek przewodnictwa cieplnego nie wzrosła nadmiernie temperatura po stronie nienagrzewanej.

**Uszczelnienia złączy liniowych za pomocą pianek ogniochronnych.** Jednym ze sposobów uszczelniania złączy liniowych jest pianka ogniochronna bez zabezpieczenia na końcach specjalną masą lub zabezpieczona na końcach specjalną masą, np. kitem silikonowym lub akrylowym. Umieszczoną centralnie piankę ogniochronną pokrywa się obustronnie masą silikonową lub akrylową na minimalną różną głębokość 10 lub 20 mm.

Piankami uszczelnia się złącza szerokości 6 ÷ 40 mm. Wypełnia się je w ok. 50%. W przypadku większej szerokości złączy piankę należy nakładać warstwowo, robiąc przerwy w nakładaniu warstwami 1 ÷ 2 h. W przypadku niskiej temperatury ok. +5 °C kolejne warstwy nakłada się po upływie ok. 4 h oraz wydłuży się również czas, po którym piankę można obrabiać.

Pianki ogniochronne wiążą się z większością materiałów budowlanych, włączając beton, cegłę, płytę kartonowo-gipsową, inne rodzaje muru. Utwardzają się pod wpływem wilgoci, więc przed aplikacją należy oczyścić otwory z zanieczyszczeń i obficie zwilżyć wodą w celu uzyskania lepszej struktury komórek pianki po zaschnięciu. Po stwardnieniu piankę można przycinać, malować, pokryć gipsem, betonem lub tynkiem. Pianka powiększa swą objętość kilkukrotnie. Utwardzenie i osiągnięcie właściwości następuje po kilku minu-

tach. Ważne jest, aby szerokość i głębokość złącza nie była mniejsza, niż to podano w odpowiednich aprobatkach technicznych oraz aby rodzaj materiału, z którego wykonano przegrody oraz ich grubość była zgodna z aprobatą techniczną, gdyż w przeciwnym wypadku może wystąpić przepalenie materiału uszczelniającego przed zadeklarowaną odpornością ogniową.

**Uszczelnienie złączy liniowych za pomocą sznura dylatacyjnego poliuretanowego oraz ogniochronnych mas akrylowych lub silikonowych.** Akrylowa masa uszczelniająca poddana działaniu temperatury przekraczającej 250°C pęcznieje, uszczelniając złącze i zapobiegając penetracji ognia i dymu. Stosuje się ją łącznie z polietylenowym sznurem dylatacyjnym (ze spienionego polietylenu o zamkniętej strukturze komórek), który ułatwia nadanie spoinie pożądanego kształtu oraz stanowi warstwę antyadhezyjną umożliwiającą prawidłową pracę drugiego uszczelnienia. Średnica sznura powinna wynosić 1,25 x szerokość szczeliny.

**Uszczelnienie złączy liniowych za pomocą materiałów klasy reakcji na ogień A1.** Uszczelnienie złączy liniowych za pomocą sznura dylatacyjnego klasy reakcji na ogień A1 może być wykonywane z dwóch warstw sznura dylatacyjnego klasy reakcji na ogień A1, o gęstości nominalnej 240 kg/m<sup>3</sup> i grubości większej od kilku do kilkunastu milimetrów od szerokości dylatacji. Sznur dylatacyjny wklejany jest w szczelinę za pomocą odpowiedniego kleju, przy czym połączenia czołowe danej warstwy sznura są również wykonywane za pomocą tego samego kleju. W przypadku połączeń czołowych w obu warstwach sznura, połą-

\* Instytut Techniki Budowlanej



## Świetliki i klapy oddymiające mcr-Thermolight Plus NG-A 150/250

współczynnik przenikania ciepła  $U=1,66 \text{ W/m}^2\text{K}$

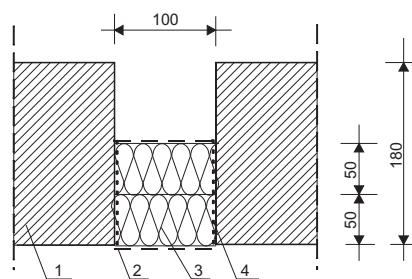
[www.mercor.com.pl](http://www.mercor.com.pl)

[mercor@merc.com.pl](mailto:mercor@merc.com.pl)

czenia te muszą być przemieszczone względem siebie o min. 500 mm.

Uszczelnienie złączy liniowych za pomocą wełny mineralnej. Przykładowe rozwiązania uszczelnienia złączy liniowych z wykorzystaniem wełny mineralnej oraz ogniochronnych mas akrylowych lub silikonowych przedstawione zostały na rysunku 1.

Do uszczelnienia wykorzystuje się jedną lub dwie płyty z wełny mineralnej grubości 50 mm, gęstości  $120 \text{ kg/m}^3$



Rys. 1. Uszczelnienie złączy liniowych w ścianach i w stropach za pomocą wełny mineralnej: 1 – ściana/strop; 2 – powłoka pęczniąca (grubość warstwy suchej na powierzchni płyt wełny mineralnej 1,0 mm); 3 – płyty z wełny mineralnej; 4 – uszczelnienie luźną wełną mineralną o temperaturze topnienia włókien  $>1000 \text{ }^\circ\text{C}$  oraz ogniochronną masą szpachlową

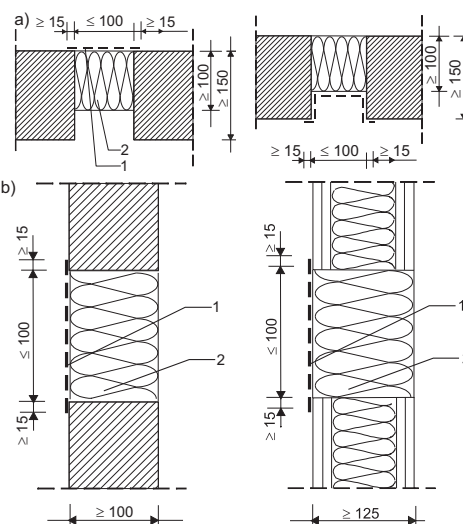
i temperaturze topnienia włókien powyżej  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ . Zewnętrzne powierzchnie płyt wełny mineralnej, krawędzie złączy liniowych na szerokości montażu płyt, powierzchnie styku cięć płyt pokryte są farbą pęczniącą, przy czym grubość warstwy suchej farby wynosi ok. 1,0 mm. Wszystkie szczeliny uszczelnione są pęczniącą masą szpachlową z luźną wełną mineralną o temperaturze topnienia włókien powyżej  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Uszczelnienia mogą być wykonywane z dowolnej strony ściany lub stropu lub w środku ich grubości i mieć niesymetryczne rozmieszczenie materiału izolującego. Szerokość i głębokość złączy liniowych wynosi  $100 \div 200 \text{ mm}$ .

Uszczelnienia mogą mieć niesymetryczne rozmieszczenie materiału izolującego. W ścianach z cegły pełnej, betonu zwykłego i betonu komórkowego grubości nie mniejszej niż 120 mm, uszczelnienie wykonuje się z jednej strony. Jednostronne uszczelnienie dylatacji szerokości nie większej niż 180 mm w stropach betonowych grubości nie mniejszej niż 180 mm można wykonać od góry lub od dołu wełną mineralną i ogniochronną masą uszczelnia-

jącą grubości 2 mm, którą powinien być pokryty pas ściany lub stropu szerokości 10 mm wokół dylatacji.

Na rysunku 2 przedstawiono rozwiązanie szczeliny dylatacyjnej szerokości nie większej niż 100 mm, wypełnio-



Rys. 2. Jednostronne uszczelnienie dylatacji: a) w stropach; b) w ścianach masywnych i lekkich działowych masą ogniochronną z wypełnieniem wełną mineralną: 1 – ogniochronna masa uszczelniająca, grubości 1 mm; 2 – wełna mineralna gęstości  $\ge 100 \text{ kg/m}^3$

nej wełną mineralną gęstości 120 kg/m<sup>3</sup> na głębokość min. 100 mm i uszczelnionej jednostronnie masą ogniochronną grubości 1 mm. Na rysunku 2a jest to uszczelnienie w stropie minimalnej gęstości 650 kg/m<sup>3</sup> i grubości nie mniejszej niż 150 mm, które można wykonać od góry lub od dołu. Na rysunku 2b przedstawiono uszczelnienie w ścianach wykonanych z cegły pełnej, z betonu zwykłego, betonu komórkowego lub lekkich ściankach działowych grubości nie mniejszej niż 100 mm i minimalnej klasie odporności ogniowej EI 120, które wykonuje się z jednej strony. Pas ściany lub stropu szerokości 15 mm wokół dylatacji powinien być pokryty masą ogniochronną grubości 1 mm.

### Badania i klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej

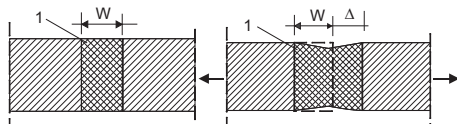
**Badania odporności ogniowej uszczelnień złączy liniowych** przeprowadza się zgodnie z normą PN-EN 1366-4+A1:2021 [1]. Odporność ogniowa uszczelnienia złączy liniowych powinna być wyznaczana przy nagrzewaniu wg krzywej standardowej N, zgodnie z PN-EN 1363-1:2001 [2]. Warunki badania powinny być zgodne z normami [1 i 2]. Badania odporności ogniowej uszczelnień złączy liniowych przeprowadza się bez efektu mechanicznie wywołanego przemieszczenia powierzchni czołowych złącza.

Na efekt mechanicznie wywołanego przemieszczenia mają wpływ dwa parametry: kierunek i wielkość przemieszczenia (przesunięcie) oraz czas, kiedy przemieszczenie jest wywołane.

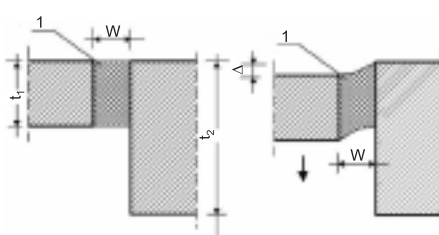
Możliwe są rodzaje przesunięcia powierzchniowo-czołowych:

- boczne (rysunek 3);
- poprzeczne (ugięcie) (rysunek 4);
- połączone boczne i poprzeczne;
- obrót.

Wielkość przemieszczenia jest związana ze zdolnością przemieszczenia uszczelnienia złącza liniowego. Zleca-



Rys. 3. Przemieszczenie boczne (warunki standardowe) powierzchni czołowych złączy: 1 – uszczelnienie złącza; w – nominalna szerokość złącza; Δ – wydłużenie (100% zdolności przemieszczenia)



Rys. 4. Przemieszczenie poprzeczne (warunki standardowe) powierzchni czołowych złączy: 1 – uszczelnienie złącza; w – nominalna szerokość złącza; Δ – ugięcie (100% zdolności przemieszczenia); t<sub>1</sub> – grubość przemieszczającej się powierzchni czołowej szczeliny; t<sub>2</sub> – grubość nieruchomej powierzchni czołowej szczeliny

jący badanie powinien zadeklarować zakres nominalnej szerokości złącza łącznie ze zdolnością przemieszczania uszczelnienia złącza liniowego, które ma być zbadane. Przemieszczenie może być wywołane albo przed, albo w trakcie badania odporności ogniowej.

**Klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej.** Uszczelnienia złączy liniowych klasyfikowane są ze względu na odporność ogniową wg normy PN-EN 13501-2+A1:2010 [3]. Jeśli wiele uszczelnień występuje w jednym badaniu, właściwości każdego złącza liniowego klasyfikowane są oddzielnie. Podstawowymi kryteriami oceny odporności ogniowej uszczelnienia złączy liniowych są: szczelność ogniowa E i izolacyjność ogniowa I. W zależności od zachowywanych kryteriów odporności ogniowej w czasie t<sub>tt</sub> (wyrażonym w minutach) ustalone zostały następujące klasy odporności ogniowej uszczelnienia złączy liniowych:

■ E t<sub>tt</sub> – wyraża minimalny czas, w jakim dotrzymywane jest kryterium szczelności ogniowej;

■ EI t<sub>tt</sub> – wyraża minimalny czas, w jakim dotrzymywane są kryteria izolacyjności ogniowej i szczelności ogniowej.

W systemie klasyfikacji uszczelnień złączy liniowych w zakresie odporności ogniowej stosowane charakterystyki skuteczności działania zestawione zostały w tabeli 1. Klasa, jaką uzyskuje uszczelnienie złącza liniowego, jest określona literami wskazującymi wa-

Tabela 1. Klasyfikacja uszczelnienia złączy liniowych w zakresie odporności ogniowej

E	15	30	45	60	90	120	180	240
EI	15	20	30	45	60	90	120	240

runki badania, np. EI 30 – H – M 100 – B – W 30 do 90, co oznacza, że klasyfikacja dotyczy złącza: EI 30 – o maksymalnej odporności ogniowej 30 min; H – w poziomych konstrukcjach mocujących; W 30 do 90 – szerokości 30 ÷ 90 mm; B – których uszczelnienia mogą być przygotowywane zarówno fabrycznie, jak i na placu budowy; M 100 – o przemieszczeniach do 100%.

**Zakres zastosowania wyników badania.** Zakres wykorzystania ze względu na orientację złącza liniowego podano w tabeli 2. Możliwą orientację złączy liniowych (od A do E) i elementów próbnych w badaniach (od A do C) zilustrowano na rysunku 5. Tabela 2 ma zastosowanie jedynie, gdy konstrukcja mocująca i położenie uszczelnienia w złączu liniowym nie ulegają zmianie.

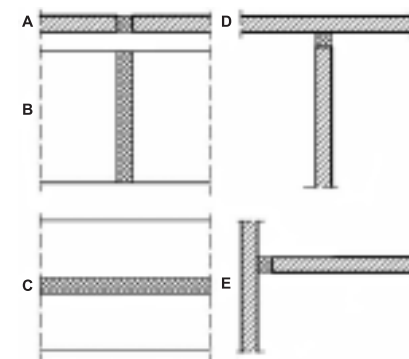
**Położenie uszczelnienia.** Wyniki badań obowiązują dla położenia (rysunek 6), w którym uszczelnienie było ba-

Tabela 2. Zakres wykorzystania wyników ze względu na orientację złącza liniowego

Orientacja zbadana	Zastosowanie
A	A, D, E <sup>a</sup>
B	B
C	C, D <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Orientacja E będzie objęta badaną orientacją A tylko wtedy, gdy poprzeczne przemieszczenie zostało zastosowane oraz jedna z powierzchni czołowych złącza była zamocowana, a druga powierzchnia czołowa złącza była przemieszczana.

<sup>b</sup> Orientacja D będzie objęta badaną orientacją C tylko wtedy, gdy poprzeczne przemieszczenie zostało zastosowane oraz jedna z powierzchni czołowych złącza była zamocowana, a druga powierzchnia czołowa złącza była przemieszczana.



A liniowe złącze w poziomej konstrukcji badawczej, B pionowe złącze liniowe w pionowej konstrukcji badawczej, C poziome złącze liniowe w pionowej konstrukcji badawczej, D poziome złącze ściany dochodzące do spodniej powierzchni stropu, sufitu lub dachu, E poziome złącze stropu dochodzące do ściany

Rys. 5. Uszczelnienie złączy liniowych w ścianach i stropach wynikające z bezpośredniego zastosowania wyników badań





Dostarczamy bezpieczeństwo



**NOWOŚĆ**

## Elastyczne bramy rolowane

### mcr EBR

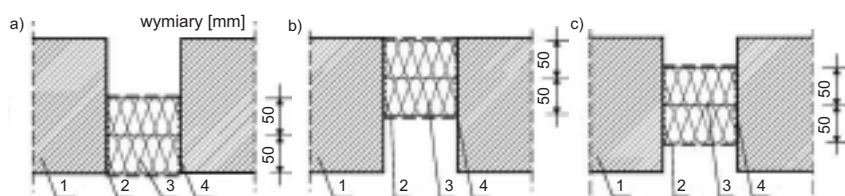
klasa odporności ogniowej EI 120

[www.mercor.com.pl](http://www.mercor.com.pl)

[mercor@merc.com.pl](mailto:mercor@merc.com.pl)

dane, z wyjątkiem sytuacji, gdy uszczelnienie złącza liniowego było wypełnione na równo z nagrzewaną powierzchnią konstrukcji mocującej (rysunek 6, element próbny A), a także dla elementów próbnych B i C.

daniem lub w trakcie badań są ważne tylko dla zbadanej zdolności przemieszczenia lub mniejszej. Jeśli złącza liniowe badane były bez mechanicznie wywołanego przemieszczenia, zdolność przemieszczenia uszczelnienia złączy liniowych jest nie większa niż  $\pm 7,5\%$ .



1 – ściana / strop; 2 – powłoka pęczniąca (grubość warstwy suchej na powierzchni płyt wełny mineralnej 1,0 mm); 3 – płyty z wełny mineralnej grubości 50 mm, gęstości  $\rho \geq 120 \text{ kg/m}^3$  oraz temperaturze topnienia włókien  $> 1000^\circ\text{C}$ ; 4 – uszczelnienie luźną wełną mineralną o temperaturze topnienia włókien  $> 1000^\circ\text{C}$  oraz ogniochronną masą szpachlową

Rys. 6. Przykład uszczelnienia złączy liniowych w ścianach i stropach: a) zbadane; b i c) wynikające z bezpośredniego zastosowania wyników badań

Mechanicznie wywołane przemieszczenie. Jeżeli zdolność przemieszczenia uszczelnienia złącza liniowego jest mniejsza niż  $\pm 7,5\%$ , to może być badane bez mechanicznie wywołanego przemieszczenia, a wynik ma zastosowanie dla danej zdolności przemieszczenia. Wyniki uzyskane dla mechanicznie wywołanego przemieszczenia przed ba-

### Wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego

Zastosowane uszczelnienia złączy liniowych (szczelin, dylatacji) w przegródach (w ścianach lub w stropach) o określonej odporności ogniowej nie powinny zmniejszać klasy odporności ogniowej tych przegród.

### Streszczenie

W pracy przedstawione zostały rozwiązania uszczelnień złączy liniowych. Następnie przedstawiono badania odporności ogniowej złączy liniowych oraz klasyfikację w zakresie odporności ogniowej. Na koniec zwrócono uwagę na możliwości rozszerzenia wyników badań odporności ogniowej. **Słowa kluczowe:** złącza liniowe (dylatacje, szczeliny), rozwiązania uszczelnień złączy liniowych, badania odporności ogniowej złączy liniowych

### Abstract

This paper presents the solutions of linear joint sealing. Next are shown the fire resistance tests of linear joints and fire resistance classification of linear joint sealing. Finally, there are shown the possibility of extending the fire resistance results of the tests.

### Literatura

- [1] PN-EN 1366-4+A1:2011 *Badania odporności ogniowej instalacji użytkowych – Część 3: Uszczelnienia złączy liniowych.*
- [2] PN-EN 1363-1:2001 *Badania odporności ogniowej – Część 1: Wymagania ogólne.*
- [3] PN-EN 13501-2+A1:2010 *Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej.*