

prof. PW, dr hab. inż. Mirosław Kosiorek*
dr inż. Zofia Laskowska*

Bezpieczeństwo pożarowe – część XV

Ogniochronne przegrody przeszkłone

Po raz piętnasty zapraszamy do lektury artykułu z cyklu „bezpieczeństwo pożarowe”, który rozpoczął się w październiku 2005 r. w ramach Podręcznika fizyki budowli. Dotychczas omówiono: oddziaływanie pożaru; funkcje elementów budynku w warunkach pożaru; właściwości stali, stopów aluminium, betonu i elementów murowych w podwyższonej temperaturze; efekty oddziaływania termicznego na beton; klasyfikację wyrobów budowlanych z uwagi na odporność ogniową; klasyfikację wyrobów budowlanych z uwagi na ich udział w rozwoju pożaru; klasyfikację i zastosowanie urządzeń wentylacyjnych z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe; zagadnienia dotyczące projektowania dachowej wentylacji oddymiającej; metody projektowania budynków z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe; zabezpieczenia ogniochronne konstrukcji stalowych, żelbetonowych i murowych, funkcje ścian zewnętrznych w warunkach pożaru, klasyfikację ogniową ścian kurtynowych i zagadnienia dotyczące badania odporności ogniowej tych ścian. W tym numerze omówimy zagadnienia dotyczące odporności ogniowej przegród przeszkłonych, a w kolejnym konstrukcji drewnianych. Po części Podręcznika fizyki budowli poświęconej bezpieczeństwu pożarowemu ukaże się cykl artykułów dotyczących izolacyjności akustycznej w budownictwie, a w dalszej kolejności klimatu miasta i oświetlenia.

Przeszkłone ściany działowe, pełniące funkcje wydzielające podczas pożaru, mogą być zaliczane do klas E, EI, EW (tabela).

Klasyfikacja ścian działowych w zakresie odporności ogniowej

Klasyfikacja ścian działowych								
E	20	30		60	90	120		
EI	15	20	30	45	60	90	120	180 240
EW		20	30		60	90	120	

Przegrody klasy E ograniczają w ciągu określonego czasu jedynie przepływ gorących gazów i obszar płomieni do pomieszczenia, w którym wybuchł pożar. Temperatura nienagrzewanej powierzchni może sięgać kilkuset stopni i występuje silne promieniowanie ciepła.

Przegrody klasy EW ograniczają strumień ciepła po stronie nienagrzewanej, tak by poziom promieniowania cieplnego mierzony w odległości 1,0 m od przegrody nie przekraczał 15 kW/m² (poziom promieniowania cieplnego, który nie powoduje w ciągu kilku minut działania obrażeń ciała ludzkiego, wynosi ok. 2,5 kW/m²).

Przegrody klasy EI zapewniają zarówno szczelność ogniową (E), jak i izolacyjność ogniową (I), co gwarantuje nieprzekroczenie wzrostu temperatury

nienagrzewanej powierzchni o więcej niż 140 °C.

Zgodnie z polskimi przepisami techniczno-budowlanymi przegrody klas E lub EW mogą być stosowane tylko w przedziałkach, jako druga przegroda oddzielająca od klatek schodowych pomieszczenia, w których może powstać pożar.

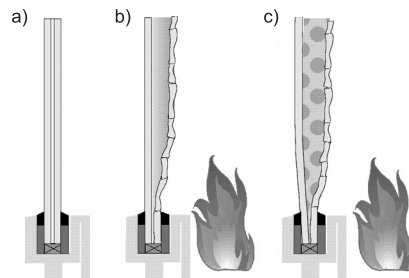
Szyby stosowane w przegrodach ogniochronnych

Przeszklenia stosowane m.in. w przegrodach o określonej odporności ogniowej można podzielić na:

- izolacyjne: wielowarstwowe lub z żelazem;
- nieizolacyjne: monolityczne lub wielowarstwowe.

Szyby izolacyjne wielowarstwowe z żelazem stałym są zbudowane z dwóch lub większej liczby tafli szkła, pomiędzy którymi znajdują się cienkie warstwy przezroczystego żelaznego pęczniącego pod wpływem temperatury ok. 120 °C. W efekcie tworzy się twarda, nieprzezroczysta powłoka, zmniejszająca transmisję ciepła przez szybę.

Szyby izolacyjne z żelazem są wykonywane z dwóch warstw szkła rozdzielonych warstwą żelaznego ogniochronnego, który zaczyna reagować na temperaturę powyżej 50 °C. Na rysunku 1 przedstawiono zachowanie się szyby izolacyjnej dwuwarstwowej przed działaniem

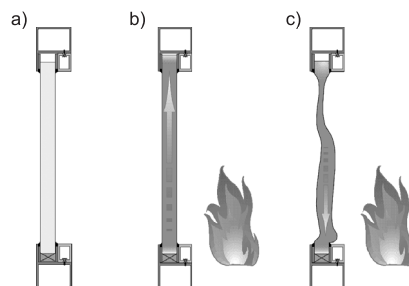


Rys. 1. Zachowanie się szyby izolacyjnej dwuwarstwowej: a) przed działaniem pożaru; b) po 10 min nagrzewania; c) po 30 min nagrzewania

pożaru (a), po 10 min nagrzewania (b) i po 30 min (c).

Szyby izolacyjne nieodporne na działanie promieniowania ultrafioletowego UV powinny być zabezpieczone folią PUB.

Szyby nieizolacyjne jednowarstwowe (rysunek 2a) wykonywane są jako wapienno-silikatowe hartowane lub wapienno-sodowe zwykłe, hartowane lub zbrojone oraz boro-silikatowe hartowane. W pierwszych 10 min pożaru rozszerzają się o ok. 1 mm/min przy wzroście temperatury o 100 °C. Temperatura na nienagrzewanej powierzchni szyby (rysunek 2b) szybko osiąga wartość ok. 400 °C. Po dłuższym czasie ulega zmiękczeniu i szyba może wysunąć się z obudowy (rysunek 2c).



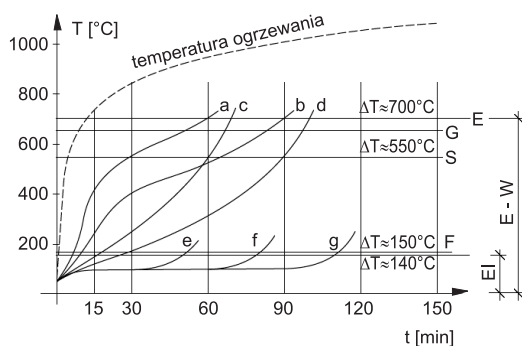
Rys. 2. Zachowanie się szyby nieizolacyjnej jednowarstwowej: a) przed działaniem pożaru; b) po 10 min nagrzewania; c) po 30 min nagrzewania

Szyby nieizolacyjne wielowarstwowe w warunkach pożaru zachowują się analogicznie jak szyby izolacyjne wielowarstwowe. Gwarantują izolacyjność ogniową w czasie 10 – 15 min, tzn. tem-

* Instytut Techniki Budowlanej

peratura powierzchni nienagrzewanej szyb w tym czasie osiąga wartość 150 – 200 °C, po czym szybko wzrasta. Na rysunku 3 przedstawiono krzywą przebiegu temperatury na nienagrzewanej powierzchni szyb stosowanych w przegrodach klas E i EI.

Szyby ogniochronne mogą być wykonywane jako zespolone z innymi szybami, przy czym zespolenie w przypadku szyb nieizolacyjnych jednowarstwowych powinno być symetryczne, a szyb wielowarstwowych izolacyjnych i nieizolacyjnych asymetryczne.

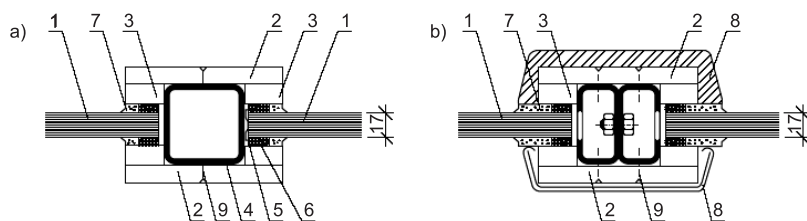


Rys. 3. Krzywe przebiegu temperatury na nienagrzewanej powierzchni szyb izolacyjnych i nieizolacyjnych: a – zbrojone szkło kwarcowe grubości 6 mm; b – zbrojone szkło kwarcowe grubości 6+6 mm, klejone lub zespolone; c, d – szkła inne niż kwarcowe, niezapewniające odporności ogniowej; e, f, g – szkła zapewniające izolacyjność ogniową

Konstrukcja ogniochronnych przegród przeszklonych z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe

Dominującymi obecnie rozwiązaniami w przypadku przeszkleń ogniochronnych są konstrukcje szkieletowe, w których wypełnienie stanowią szyby przezroczyste lub częściowo przezroczyste. Metale lub drewniany szkielet umożliwia łączenie tafli szyb, mocowanie drzwi lub okien i przenosi obciążenia od ciężaru własnego, a szczególnie od ciężkich szyb izolacyjnych. Konstrukcję przeszklonych przegród przedstawiono na rysunkach 4 ÷ 12.

W ostatnich latach zaczęto stosować przeszklenia bez szkieletu nośnego, w których szyby są łączone za pomocą specjalnych klejów lub kitów. Pojawiają się jednak problemy związane z osadzeniem elementów ruchomych (drzwi, okien), bezpieczeństwem użytkowania



Rys. 4. Przykład izolowania profili nośnych przeszkleń: a) bez maskownicy; b) z maskownicą; 1 – szkło izolacyjne; 2, 3 – izolacja z płyt ogniochronnych; 4 – profil stalowy; 5 – klocki z twardego drewna; 6 – taśma; 8 – maskownica; 9 – wkręty

i uzyskaniem odpowiednich wymiarów geometrycznych. W związku z tym wdraża się systemy łączone szkieletowo-klejone.

O zastosowaniu przegród o konstrukcji szkieletowej danego rodzaju decydują następujące czynniki:

- kryteria oceny funkcji wydzielających (czy przegroda ma spełniać kryteria EI, czy tylko E lub EW);
- efekty oddziaływań termicznych na szkielet nośny przegrody, co może przejawiać się zmianą właściwości fizycznych lub destrukcją materiału, a także powstaniem odkształceń lub sił wewnętrznych w wyniku rozszerzalności liniowej.

Kryteria oceny wpływają na wybór rodzaju (izolacyjne lub nieizolacyjne) rozwiązania szkieletu, a także na sposób mocowania szyb w profilach.

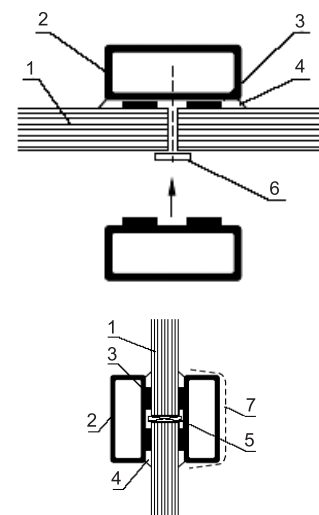
Efekty oddziaływań termicznych, związane z rozszerzalnością termiczną, mają wpływ głównie na rozwiązania szkieletu, przy czym podstawowe znaczenie ma ograniczenie niekorzystnego oddziaływania gradientu temperatury w przekroju poprzecznym. W wyniku różnicy temperatury dochodzi do silnego wygięcia przegrody w kierunku działania ognia bądź do powstania momentów zginających, w przypadku sztywnego zamocowania do innych elementów budynku, lub do utraty stateczności związanej z ograniczeniem odkształceń.

Przegrody izolacyjne

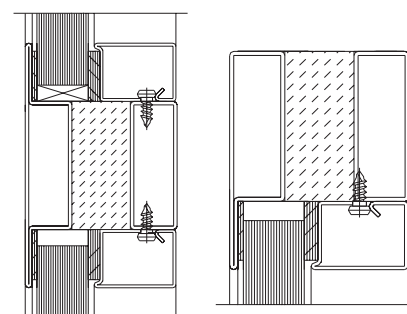
W celu zapewnienia izolacyjności szkieletu i ograniczenia niekorzystnego wpływu oddziaływań termicznych stosuje się następujące metody:

- **izolowanie** – polega na zastosowaniu okładzin izolujących stalowe profile szkieletu (rysunek 4); efekty architektoniczne uzyskuje się, stosując maskownice;
- **profile podwójne** – stosuje się dwa oddzielne profile z przekładką izo-

lującą, np. ze szkła izolacyjnego (rysunek 5) lub z płyty izolacyjnej (rysunek 6). Profil zewnętrzny nie jest narażony na oddziaływanie wysokiej temperatury. Oba profile odkształcają się i wydłużają niezależnie, a ugięcia są stosunkowo niewielkie. Nie występują także znaczne gradienty temperatury, gdyż temperatura profili wyrównuje się bardzo szybko;



Rys. 5. Przykład zastosowania profili podwójnych – przekładka ze szkła izolacyjnego: 1 – szkło izolacyjne; 2 – profil stalowy; 3 – taśma; 4 – silikon; 5 – klocki z twardego drewna; 6 – nakładki podtrzymujące szybę; 7 – maskownica



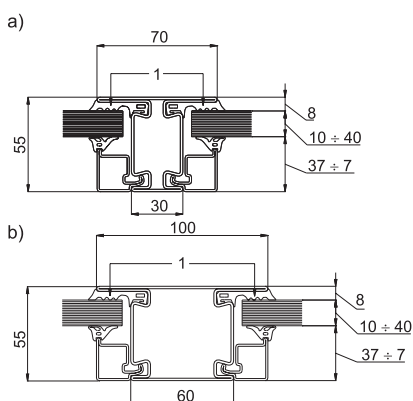
Rys. 6. Przykład zastosowania profili podwójnych – przekładka z płyty izolacyjnej

• **profile dwudzielne** – składają się z dwóch części połączonych izolacyjnym łącznikiem (rysunek 7). Profile wypełnia się całkowicie lub częściowo płytami gipsowo-kartonowymi lub na bazie gipsu. W wyniku wydzielania, a następnie parowania wody następuje chłodzenie profili i pochtłanianie energii cieplnej w wyniku przemian fazowych.

Profile drewniane dobiera się tak, aby na skutek ich zwęglenia nie doszło do utraty nośności lub aby w wyniku wypalenia profili dociskowych nie nastąpiło wypadnięcie szyby (rysunek 8).

Przegrody nieizolacyjne

W przypadku przegród nieizolacyjnych nie izoluje się profili stalowych (rysunek 9), a jedynie profile aluminiowe, by nie dopuścić do ich całkowitego zniszczenia. Uszczelki powinny

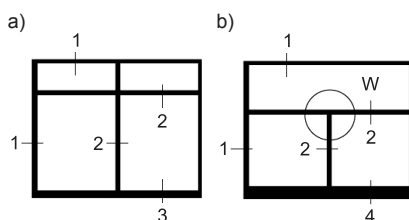


Rys. 9. Przykład rozwiązania profilu nieizolowanego: a) wąskiego; b) „szerokiego”; 1 – uszczelki przyszybowe

być niepalne i w przypadku szkieletu drewnianego powinny chronić przed zapaleniem nienagrzewanej części profilu.

Podziały geometryczne i mocowanie do innych elementów budynku

Przegrody przeszklone są wrażliwe na niedokładności wykonania i w związku z tym istotny jest ich podział geometryczny i sposób mocowania. Na rysunku 10 podano dwa przykłady podziału geometrycznego przegrody przeszklonej. Punktem niewralgicznym jest węzeł (rysunek 10). Brak słupka w górnej części przegrody (rysunek 10b)

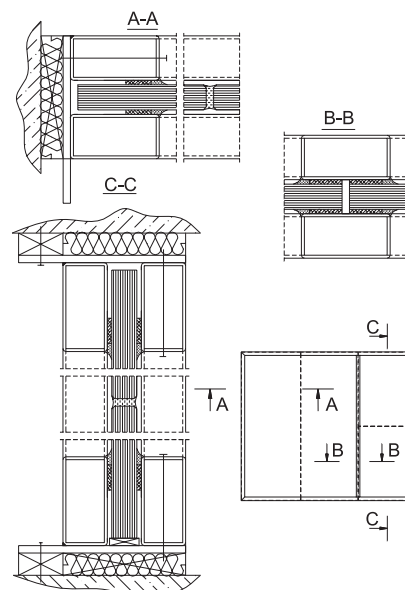


Rys. 10. Przykładowe podziały przegrody (opis w tekście)

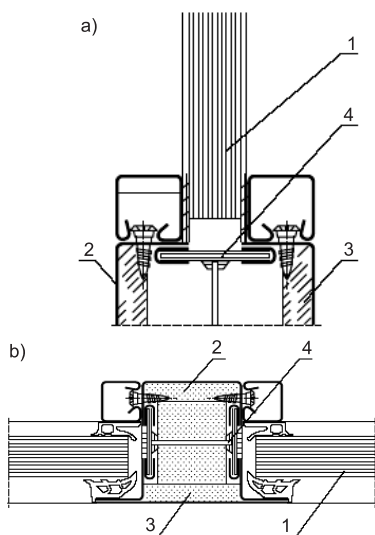
powoduje „wypychanie” szyby przez słupek 2. W przypadku gdy aprobaty techniczna nie przewiduje konkretnego podziału, nie powinien on być stosowany.

Połączenia przegrody z innymi elementami budynku powinny być elastyczne i umożliwiać przemieszczenia (rysunek 11 i 12), aby uniknąć dodatkowych sił wewnętrznych wywołanych rozszerzalnością liniową.

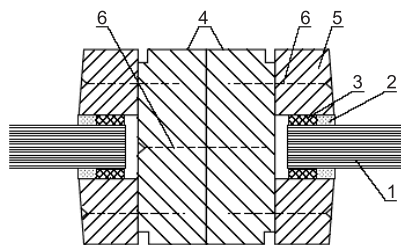
Na rysunku 12 przedstawiono rozwiązanie przegrody, w której szyby łączone są za pomocą profili lub tylko na styk. Linia przerywaną zaznaczono styki szyb bez profili. Brak słupa na pionowym styku szyb (rysunek 12 A-A) oraz rygla w połowie przegrody (rysunek 12 C-C) może, przy dużym przemieszczeniu słupa (rysunek 12 B-B) spowodować rozszczelnienie szyb od strony nagrzewanej.



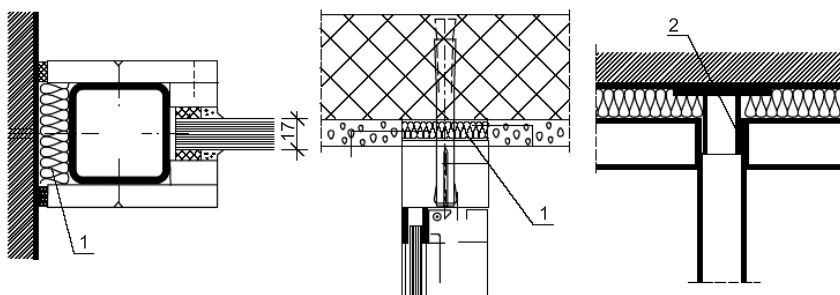
Rys. 12. Przykładowe rozwiązanie przegrody (opis w tekście)



Rys. 7. Profile dwudzielne: a) częściowe wypełnienie gipsem; b) całkowite wypełnienie gipsem: 1 – szyba izolacyjna; 2 – profil stalowy; 3 – gips; 4 – łącznik izolacyjny



Rys. 8. Przykład rozwiązania profilu drewnianego (symetryczne mocowanie szyby): 1 – szyba izolacyjna; 2 – silikon; 3 – uszczelka; 4 – profil drewniany; 5 – profil dociskowy; 6 – wkłady



Rys. 11. Przykłady prawidłowego połączenia przegrody z innymi elementami budynku: 1 – przekładka z wełny mineralnej; 2 – tuleja umożliwiająca przesuw