

mgr inż. Monika Hyjek¹⁾

Pożar ściany zewnętrznej z barierami ogniowymi

Od lat 80. XX w. ilość materiałów ociepleniowych na ścianach zewnętrznych budynku stale się zwiększa. W przypadku ETICS, jednej z popularniejszych w Europie metod ocieplania ścian zewnętrznych, przez ten okres grubość izolacji zwiększyła się 3 – 4-krotnie. Przy stosowaniu palnych izolacji ciepłych jest to równoznaczne ze wzrostem zagrożenia pożarowego. Szukając więc rozwiązania pozwalającego zachować minimalny, akceptowalny poziom bezpieczeństwa, zaczęto rekomendować wykonywanie barier ogniowych, m.in. w Chorwacji [1], Francji [3], Niemczech [7] czy Słowacji [8]. W Polsce pojawiły się zalecenia stosowania barier ogniowych w postaci wytycznych Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Pożarnictwa SITP WP – 03:2018 *Wytyczne projektowania. Ocieplenia elewacji budynków z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe*.

Stowarzyszenie na rzecz Systemów Ociepleń (SSO) postanowiło sprawdzić działanie takich rozwiązań w warunkach laboratoryjnych. Badania w wielkiej skali czterech próbek przeprowadzono zgodnie z normą BS 8414-1:2020 *Fire performance of external cladding systems. Test method for non-load-bearing external cladding systems fixed to, and supported by, a masonry substrate* we wrześniu i październiku 2020 r. w Instytucie Ceramiki i Materiałów Budowlanych (ICiMB). Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rysunku.

Ocenę wyników badań i końcową klasyfikację przeprowadza się zgodnie z kryteriami zawartymi w BR 135 *Fire performance of external thermal insulation for walls of multi-storey buildings*.

¹⁾ Rockwool Polska Sp. z o.o.; monika.hyjek@rockwool.com

Kryteria to:

- powierzchniowe rozprzestrzenianie ognia: wzrost przekraczający 600°C na dowolnej zewnętrznej termoparze na poziomie 2 przez co najmniej 30 s w ciągu 15 min od rozpoczęcia testu;
- wewnętrzne rozprzestrzenianie ognia: wzrost przekraczający 600°C na dowolnej wewnętrznej termoparze na poziomie 2 przez co najmniej 30 s w ciągu 15 min od rozpoczęcia testu;
- uszkodzenia mechaniczne.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa i ochrony przeciwpożarowej istotniejsze jest jednak odniesienie do rzeczywistości oraz ocena całego przebiegu badań i zjawisk. To, że temperatura 600°C nie została osiągnięta, nie ma znaczenia, jeżeli system uległ spalaniu.

Przyjrzyjmy się badaniu. Przetestowano cztery warianty ścian ocieplonych systemem ETICS z tynkiem silikon-

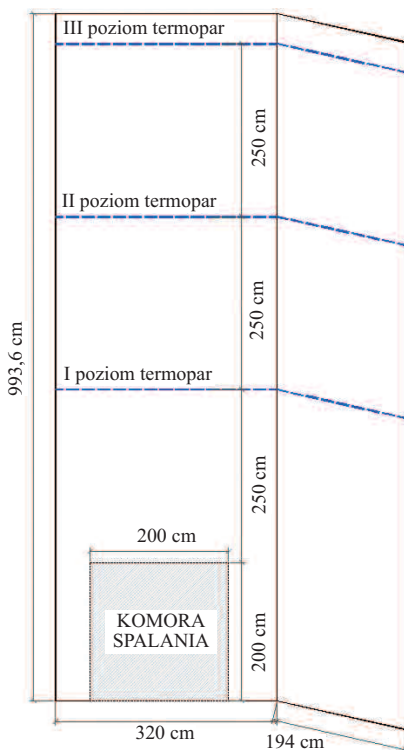


Elewacja z zamontowanymi barierami ogniowymi

wym. Zgodnie ze specyfikacją techniczną ETA, warstwa termoizolacyjna powinna być wykonana ze styropianu (EPS), ale do celów badawczych w niektórych wariantach dodano pasy ze skalnej wełny. Grubość izolacji cieplej (wełny skalnej i styropianu) wynosiła 150 mm. Klasa reakcji na ogień systemu to B-s2, d0.

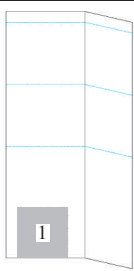

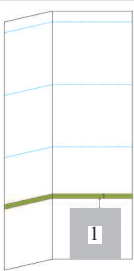

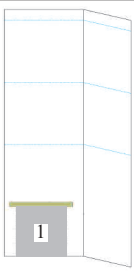

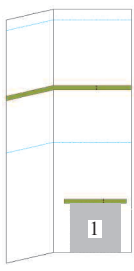

Warianty ocieplenia testowanych ścian (próbki) przedstawione w tabeli 1 różniły się układem zabezpieczeń ogniowych w postaci pasów przez całą długość próbki i pasów w strefie nadproża po 30 cm wysuniętych z obu stron poza komorę spalania lub ich braku. **Mimo różnego stopnia wypalenia styropianu, wszystkie badane próbki spełniły wymagania określone w BR 135.**

W przypadku testu T1 próbka była ocieplona tylko styropianem. Podczas badania zaobserwowano kumulowanie się stopionego styropianu na ziemi u podstawy ściany. Spalanie tych skroplin wygenerowało dużą ilość czarnego dymu. Jest to zjawisko niebezpieczne, gdyż w przypadku rzeczywistego pożaru stopiony styropian zatrzymałby się na poziomie terenu i mógłby zapalić ocieplenie przy cokole, dowolne palne elementy składowane przy ścianie lub np. zaparkowany w pobliżu samochód.



Schemat rzeczywistego stanowiska badawczego w przypadku testów T1 i T3 (stanowisko badawcze dla T2 i T4 jest lustrzanym odbiciem)

Tabela 1. Warianty testowanych ocieplonych ścian (opis w artykule) oraz widok ich po ściągnięciu warstw wykończeniowych następnego dnia po badaniu

Nr testu	Układ	Ściana po badaniu
TEST 1 (21.09.2020)		
TEST 2 (22.09.2020)		
TEST 3 (27.10.2020)		
TEST 4 (28.10.2020)		

■ wełna mineralna; □ styropian
I – komora spalania

Szczególnie istotne jest rozważenie tego aspektu w obszarze wyjść ewakuacyjnych z budynku.

Pojedyncze, skapujące krople zaobserwowano również w teście T3 i T4. Jednak w tych przypadkach stopiony styropian ulegał szybkiemu wypaleniu i nie kumulował się u podstawy ściany. W przypadku testów T2, T3 i T4, w których na badanych ścianach zastosowano bariery ogniowe, nastąpiło zatrzymanie stopionego styropianu na poziomie bariery ogniowej znajdującej się w strefie nad-

prożowej komory spalania. Konsekwencją tego było czasowe wybrzuszenie warstw wykończeniowych ocieplenia ETICS powyżej bariery w bezpośrednim sąsiedztwie źródła ognia. Zatrzymanie gorących skroplin EPS na poziomie bariery jest pozytywnym zjawiskiem, gdyż zapobiega przeniesieniu źródła ognia i rozwojowi pożaru na niższych kondygnacjach.

W przypadku, gdy bariery znajdowały się bezpośrednio nad komorą spalania (testy T3 i T4), zaobserwowano powolne spalanie się stopionego styropianu wydostającego się przez pęknięcia warstw wykończeniowych przy barierze. Spalanie to nie ustąpiło po wygaszeniu pierwotnego źródła ognia. Jest to konsekwencją zatrzymania stopionego styropianu nad pasem z wełny skalnej i w rzeczywistych warunkach, gdyby straż nie przyjechała do pożaru, trwałoby do całkowitego jego wypalenia. Zakładając jednak, że jednostki ratowniczo-gaśnicze przyjadą do pożaru, mamy pewność, że dogaszą takie miejsca. W związku z tym, że pozostały styropian przy źródle ognia w każdym przypadku wypalił się całkowicie, nie ma ryzyka rozprzestrzeniania ognia od bariery.

Maksymalna temperatura zmierzona na wszystkich poziomach termopar, zarówno na zewnątrz systemu, w warstwie zbrojącej, jak i w izolacji cieplnej, w każdym punkcie była największa w teście T1. Różnica pomiarami w przypadku próbki z samym sty-

ropianem (T1) a pozostałymi próbkami z barierami ogniowymi wynosi nawet 162,5°C. Jest to wartość ponad dwukrotnie większa od maksymalnej temperatury stosowania styropianu (80°C). Powyżej tej temperatury mięknie on i zaczyna się topić [4, 6].

Warto zwrócić uwagę również na drugi poziom termopar, który znajdował się 20 cm powyżej pasa ogniowego w teście T4 (5 m powyżej komory spalania). Maksymalna temperatura w tym miejscu jest znacznie niższa od uzyskanej w przypadku testu T1. Można więc stwierdzić, że kolejne bariery coraz skuteczniej zatrzymują temperaturę, a tym samym rozprzestrzenianie się pożaru.

Uszkodzenia styropianu (po wypaleniu lub wytopieniu) widoczne na fotografiach wykonanych po zdjęciu warstw wykończeniowych następnego dnia po badaniu (tabela 1) odpowiadają temperaturze przedstawionej w tabeli 2. W największym stopniu zniszczeniu uległa próbka ocieplona samym styropianem (T1), w której zarejestrowano najwyższą temperaturę. Na ścianie głównej obszar, w którym całkowicie wypalił się styropian, sięgnął niemal samej góry próbki. Na ścianie bocznej styropian został wytopiony prawie całkowicie do 7 m (poziom 2. termopary). Powyżej tego poziomu izolacja częściowo się wytopiła – w pobliżu narożnika próbki wytopienie nastąpiło do jej szczytu.

Tabela 2. Maksymalna temperatura na poszczególnych poziomach termopar

Numer testu	T1	T2	T3	T4
DANE WYJŚCIOWE				
Prędkość wiatru	0,8 m/s	1,2 m/s	0,9 m/s	1,2 m/s
Temperatura otoczenia	24,14°C	23,04°C	14,2°C	16,89°C
Czas początkowy t_0 (od podpalenia stosu)	3 min 20 s	3 min 40 s	2 min	1 min 50 s
TEMPERATURA MAKSYMALNA/CZAS PO t_0				
Poziom 2 – na zewnątrz	545,0°C/28 min 40 s	501,4°C/25 min 20 s	434,7°C/18 min 40 s	495,3°C / 17 min
Poziom 2 – wewnątrz zbrojenia	377,3°C/24 min 20 s	279,1°C/22 min 30 s	321,1°C/21 min 20 s	239,3°C/13 min 30 s
Poziom 2 – wewnątrz termoizolacji	364,5°C/24 min 20 s	260,2°C/23 min	322,8°C/21 min 20 s	202,0°C/15 min
Poziom 3 – na zewnątrz	309,0°C/10 min 30 s	280,5°C/14 min 50 s	244,7°C/15 min	296,4°C/16 min 30 s
Poziom 3 – wewnątrz zbrojenia	202,8°C/26 min 50 s	157,6°C/26 min 50 s	113,4°C/27 min 30 s	165,0°C/19 min 30 s
Poziom 3 – wewnątrz termoizolacji	177,2°C/26 min 50 s	156,2°C/28 min 40 s	69,2°C/26 min 50 s	124,0°C/26 min 30 s

W przypadku testu T2 spalanie skroplin EPS nad pasem ogniowym pomiędzy warstwami wykończeniowymi systemu ETICS a konstrukcją ściany spowodowało zatrzymanie w tej przestrzeni gazów pożarowych. To z kolei doprowadziło do wytopienia styropianu w górnej części próbki oraz okopcenia jego pozostałości (dokładna ocena wizualna może być utrudniona). Na fotografiach widać jednak miejsca z tynkiem – w tych obszarach styropian nie uległ wypaleniu. Pas ok. 0,5 m (wysokość jednej płyty styropianowej) od góry próbki pozostał nieszkodzony. Skuteczność barier w teście T3 jest jeszcze bardziej zauważalna. Na ścianie głównej styropian wypalił się całkowicie do wysokości ok. 7 m i częściowo do wysokości ok. 8 m. Mniej więcej 0,5 m powyżej wypalanej części nastąpiło częściowe wytopienie izolacji. Na ścianie bocznej izolacja cieplna została całkowicie wypalona do wysokości ok. 6 m. Brak było uszkodzeń powyżej. Po spaleniu próbki w wariancie z dwiema barierami (test T4) na obu ścianach można było zaobserwować całkowite wypalenie styropianu do poziomu drugiej bariery ogniowej. Z uwagi na miejscowe odspojenie warstw wykończeniowych od tego pasa ogniowego część gazów pożarowych dostała się do wyższej strefy. Spowodowało to nadtopienie próbki w części środkowej – skrajne obszary na obu ścianach pozostały nienaruszone.

Porównując powierzchnie uszkodzeń izolacji w każdym z testów, jednoznacznie można stwierdzić, że największym uszkodzeniom uległ system z izolacją z samego styropianu. Zastosowanie barier ogniowych każdorazowo ograniczało (w różnym stopniu w zależności m.in. od przyjętego rozwiązania) rozprzestrzenianie ognia po ścianie zewnętrznej.

W konsekwencji stosowania barier ogniowych wydłuża się czas na ewakuację oraz mniejszy jest rozmiar pożaru w momencie przyjazdu służb ratowniczych, a tym samym łatwiejszy do opanowania. Dzięki temu ostatecznie ograniczone są również straty pożarowe.

Należy pamiętać, że zabezpieczenie przed rozprzestrzenieniem pożaru

w rzeczywistych warunkach daje wykonanie ściany i jej ocieplenia oraz wykończenia z materiałów niepalnych. Zastosowanie barier ogniowych nie może w pełni uniemożliwić udziału styropianu w pożarze. Kiedy bariera ogniowa zostanie nasycona stopionym styropianem, część tego materiału może przedostać się przez pęknięcia w warstwach wykończeniowych, powodując przepływ płonących kropeł. Wydostający się z pęknięć przy barierze ogniowej stopiony styropian w kontakcie z tlenem zacznie się palić, jak to miało miejsce w teście T3 i T4.

Choć podczas badań w ICiMB, zgodnie z BS 8414-1 wszystkie próbki spełniły kryteria zawarte w BR 135, to należy jednak zaznaczyć, że zjawiska, które wystąpiły, temperatura i ostateczny ubytek w izolacji palnej w każdym przypadku były różne. Najwyższa temperatura i największy obszar wypalonego styropianu wystąpiły w teście T1, czyli bez barier ogniowych. Tam, gdzie zastosowano pasy ogniowe i zabezpieczenia w strefie nadproża, oba te parametry były mniejsze. Skuteczność rozwiązania była widoczna szczególnie w przypadku testu T3 i T4, w których wypalone obszary po palnej izolacji cieplnej są znacznie mniejsze niż w T1.

Opisane badania są jednymi z wielu, które sprawdzały skuteczność działania barier. W wielu krajach były one podstawą do wprowadzenia obowiązków ich stosowania do przepisów. W Chorwacji w 2015 r. przeprowadzono jednocześnie test dla trzech próbek z izolacją; z samego styropianu; ze styropianu z barierami ogniowymi oraz z wełny skalnej. Potwierdzono, że w miejscach, gdzie chcemy zapewnić 100% bezpieczeństwa, należy stosować wełnę skalną, a wykonanie barier ogniowych jest rozwiązaniem pośrednim pozwalającym zwiększyć poziom bezpieczeństwa ściany ocieplonej styropianem. Zachowanie próbek doskonale zobrazowano na filmie z badań [5].

Stosowanie barier ogniowych jest rekomendowane na świecie również dlatego, że system ETICS stosuje się już od dziesiątek lat i na przestrzeni tego czasu, w wyniku niewłaściwego użytkowania lub warunków atmosferycznych często dochodziło w nim do uszkodzenia

warstw wykończeniowych, np. od uderzeń mechanicznych. Im głębsze są rysy i pęknięcia, tym gorsze są rzeczywiste właściwości ogniowe systemu. Uszkodzenia, które odsłaniają warstwę styropianu, znacznie przyczyniają się do szybkiego rozwoju pożaru [2].

Można dyskutować, w jakim stopniu bariery ogniowe zadziałały podczas testów, ale to, że zadziałały, jest bezsporne. W praktyce poziom ich skuteczności każdorazowo będzie zależał od ich ilości, rozmieszczenia, wielkości pożaru i tempa jego rozwoju. Dla praktyków najistotniejsza jest ocena zjawisk występujących w czasie badania pod kątem rzeczywistych warunków pożaru, a nie tylko kryteriów normowych. A te pokazały, że bariery zwiększają bezpieczeństwo pożarowe ściany ocieplonej systemem ETICS ze styropianem.

Literatura

- [1] Rukavina Marija Jelčić, Milan Carević, Ivana Banjad Pećur. 2017. „Fire protection of façades. The Guidelines for Designers, Architects, Engineers and Fire Experts”. University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering Zagreb.
- [2] „Fire safety of FAÇADES with polystyrene foam insulation” Anja Hoffmann, Sven Kaudelka, Sebastian Hauswaldt, Wiley, Special Issue Paper, DOI: 10.1002/fam.2662.
- [3] Guide de Preconisations „Protection contre l’incendie des façades béton ou maçonnerie revêtues de systèmes d’isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé (ETICS-PSE)”, Ministère de l’Intérieur – Direction Generale de la Securite Civile et de la Gestion des Crises, Ministère de l’Environnement, de l’Energie et de la Mer – Ministère du Logement et de l’Habitat Durable – Direction, Avril 2016.
- [4] <https://producencystyropianu.pl/baza-wiedzy/mity-o-styropianie/>.
- [5] <https://www.youtube.com/watch?v=Y89M1dLN7E>.
- [6] „Influence of fire barriers on fire performance of facades with combustible insulation”, Dubravka Bjegovic, Ivana Banjad Pecur, Birgitte Messerschmidt, Bojan Milovanovic and Marina Alagusic, MATEC Web of Conferences, „2nd International Seminar for Fire Safety of Facades” Volume 46, 2016, DOI: 10.1051/mateconf/20164605006.
- [7] „Technische Systeminformation. WDVS und Brandschutz. Kompendium”, VDPM Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e. V., März 2018 / 4. Ausgabe.
- [8] „Tepelná ochrana obvodového plášt’a budov pomocou ETICS „Technické informácie, Technický a skúšobný ústav stavebný (TSÚS), ZPZ Občianske Združenie Zdrúženie Pre Zatepl’ovanie Budov 2015.