XXV Konferencja Naukowo-Techniczna, Międzyzdroje 24-27 maja 2011
awarie budowlane 2011

BOGDAN WRÓBLEWSKI, *b.wroblewski@itb.pl*
ANDRZEJ BOROWY, *a.borowy@itb.pl*
Zakład Badań Ogniowych, Instytut Techniki Budowlanej

WYBRANE ZAGADNIENIA DOTYCZĄCE UŻYTKOWANIA, EKSPLOATACJI I BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO BUDYNKÓW Z PŁYT WARSTWOWYCH

CHOSEN PROBLEMS OF EXPLOITATION, MAINTENANCE AND FIRE SAFETY OF BUILDINGS MADE OF SANDWICH PANELS

Streszczenie W artykule omówiono: – przykłady zastosowania warstwowych płyt dachowych, – wybrane problemy występujące w trakcie użytkowania dachów z płyt warstwowych i ich wpływ na odporność ogniową.

Abstract In the paper are described: – the principles of applications of roof sandwich panels, – chosen problems occurring during exploitation of roofs made of sandwich panels and theirs influence on the fire resistance.

1. Wprowadzenie

Płyty warstwowe są szeroko stosowane w Polsce i na świecie przy budowie przede wszystkim centrów handlowych, obiektów przemysłowych (np. hal produkcyjnych, piekarni, itp.), hal magazynowych (np. hal wysokiego składowania, mroźni, dojrzewalni bananów, przechowalni owoców), obiektów z inwentarzem rolnym, itp. Na ogół są to obiekty o konstrukcji stalowej lub żelbetowej ze ścianami i przekryciem dachowym z płyt warstwowych. Budowane też są duże kryte obiekty sportowe, często z dźwigarami z drewna klejonego o dużych rozpiętościach, ze ścianami z płyt warstwowych i przekryciem dachowym z płyt warstwowych.

W Polsce pierwsza duża fabryka produkująca płyty warstwowe powstała w Obornikach Wielkopolskich w 1968 roku. W latach 60-tych produkowano w niej płyty warstwowe z rdzeniem poliuretanowym typu PW-8 i PW-8 CH dla chłodnictwa. W latach 80-tych wybudowano chłodnie z płyt PW-8 CH między innymi w Opawie, Białymstoku, 13 chłodni w ZSRR, w tych latach wybudowano też dużą ilość pawilonów handlowych z obudową z płyt PW-8 według rozwiązań systemowych Biura Projektów Bistyp – jak do tej pory budynki te są eksploatowane i nie stwierdzono większych zniszczeń płyt warstwowych.

Od tego czasu w naszym kraju bardzo rozwinęła się produkcja płyt warstwowych i są one powszechnie produkowane przez kilka wielkich koncernów międzynarodowych oraz szereg firm mniejszych, które zazwyczaj zaczynały od produkcji płyt warstwowych z rdzeniem ze styropianu, a obecnie posiadają również linie do produkcji płyt z rdzeniem poliuretanowym (PUR lub PIR) czy też z rdzeniem z wełny mineralnej.

W ostatnich latach wybudowano w naszym kraju dużą liczbę obiektów handlowych, magazynowych, przemysłowych, sportowych i biurowych z lekką obudową z płyt warstwowych.

Istnieją również w Polsce obiekty zrealizowane 20 i 30 lat temu i wcześniej, również w obudowie lekkiej z płyt warstwowych ściennych i dachowych. W tych budynkach niejednokrotnie przeprowadzano modernizacje, remonty i adaptacje dla innego przeznaczenia. Nie zawsze w takich sytuacjach w sposób wystarczający zwraca się uwagę na stan istniejących przegród, konsekwencje przeprowadzanych zmian i konsekwencje takiego stanu dla faktycznego, a nie tylko formalnego, spełnienia wymagań stawianych w zakresie bezpieczeństwa pożarowego.

2. Odporność ogniowa elementów budynku wykonywanych z płyt warstwowych

Wymagania i metody badań płyt warstwowych ściennych i dachowych produkowanych obecnie, także w zakresie właściwości ogniowych, są określone w zharmonizowanej normie wyrobu PN-EN 14509:2010 [1].

W polskich przepisach techniczno-budowlanych wymaga się, aby, w przypadku pożaru, ściany nienośne spełniały funkcję oddzielającą, a dach spełniał funkcję nośną i funkcję oddzielającą w budynku przez określony czas. W związku z tym ściany są klasyfikowane z uwagi na kryterium szczelności ogniowej i izolacyjności ogniowej (EI), natomiast dachy są klasyfikowane z uwagi na kryteria nośności ogniowej i szczelności ogniowej (RE) lub nośności ogniowej, szczelności ogniowej i izolacyjności ogniowej (REI).

Znormalizowane warunki badań odporności ogniowej elementów budynku, dotyczące temperatury w piecu, warunków ciśnienia, sposobu obciążenia elementów, warunków zamocowania oraz sposobu wykonywania pomiarów decydujących o osiągnięciu wymienionych powyżej kryteriów, zdefiniowano w normie podającej ogólne wymagania dotyczące badań odporności ogniowej PN-EN 1363-1:2001 [2], w normie określającej procedury alternatywne i dodatkowe PN-EN 1363-2:2001 [3] oraz w normach szczegółowych określających warunki badań odporności ogniowej poszczególnych rodzajów elementów budynku. W przypadku ścian nienośnych jest to norma PN-EN 1364-1:2001 [4], zaś w przypadku dachów – norma PN-EN 1365-2:2002 [5].

Wszystkie stosowane kryteria odporności ogniowej zdefiniowane są w normie klasyfikacyjnej PN-EN 13501-2+A1:2010 [6]. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań odporności ogniowej opracowywana jest klasyfikacja w zakresie odporności ogniowej elementu w odniesieniu do określonych kryteriów.

W badaniach odporności ogniowej ścian nienośnych zbudowanych z płyt warstwowych na ogół decydujące bywa kryterium szczelności ogniowej osiągane najczęściej w wyniku wystąpienia płomienia po stronie nienagrzewanej. Bardzo często jest to powodowane rozszczelnieniem złącza pomiędzy płytami. Kształt i dokładność wykonania zamka mają tu ogromne znaczenie. Zwiększenie liczby punktów mocowania pomiędzy płytami i punktów mocowania do konstrukcji może paradoksalnie nie zawsze być dobrym rozwiązaniem. W niektórych przypadkach większe usztywnienie powoduje znacznie większe deformacje. Może to doprowadzić do wcześniejszego rozwarcia połączenia pomiędzy płytami lub lokalnego oderwania się okładziny od konstrukcji mocującej. Takie zachowanie sprzyja zapaleniu palnego rdzenia lub wydobywających się gazów palnych po stronie nie nagrzewanej, co jest równoznaczne z osiągnięciem kryterium szczelności ogniowej.

W przypadku dachów najczęściej osiąganymi kryteriami odporności ogniowej są nośność ogniowa i szczelność ogniowa. Dachy są badane jako elementy nośne, zatem podczas badań poddawane są nagrzewaniu przy jednoczesnym zastosowaniu obciążenia badawczego.

Nośność ogniowa jest osiągana w wyniku osiągnięcia dopuszczalnego ugięcia i dopuszczalnej prędkości ugięcia. Na osiągnięcie kryterium szczelności ogniowej tu także wpływa przede wszystkim sposób wykonania zamka i połączenia pomiędzy płytami.

3. Wybrane problemy występujące w trakcie użytkowania i eksploatacji budynków wykonanych z płyt warstwowych i ich wpływ na odporność ogniową

Jednym z podstawowych pytań pojawiających się w odniesieniu do elementów z płyt warstwowych jest kwestia zachowania parametrów wytrzymałościowych płyt warstwowych po dłuższym okresie eksploatacji w warunkach rzeczywistego użytkowania. W latach 90-tych w Zakładzie Lekkich Przegród ITB przeprowadzono badania wytrzymałościowe i mechaniczne płyt warstwowych dachowych typu PW-8 pobierając próbki z dachu z jednego budynku na terenie ITB w Warszawie. Budynek był użytkowany jako budynek magazynowy. Badania wykazały, że płyty warstwowe eksploatowane około 20 lat utraciły ok. 20% swojej pierwotnej wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie. Oczywiście nie można uogólniać tego przykładu na płyty tego typu zastosowane w innych obiektach, ale jest to pewien sygnał, że w rzeczywistym zastosowaniu po pewnym okresie eksploatacji budynku należy liczyć się ze zmianami we właściwościach zastosowanych płyt. Pytanie o rzeczywistą odporność ogniową eksploatowanego rozwiązania staje się jak najbardziej zasadne.

Zachowanie parametrów wytrzymałościowych w długim okresie eksploatacji może być jeszcze trudniejsze w przypadku płyt warstwowych stosowanych w chłodnictwie. Ściana z płyt warstwowych oddzielająca pomieszczenie mroźni na artykuły spożywcze, gdzie temperatura stała wynosi minus 25°C, od hali produkcyjnej, gdzie temperatura stała wynosi około +20°C, poddana jest oddziaływaniu amplitudy temperatury około 45°C. Po kilku/kilkunastu latach eksploatacja w takich warunkach może destrukcyjnie wpłynąć na rdzeń płyty oraz klej łączący rdzeń z okładzinami z blachy stalowej. Może to spowodować obniżenie parametrów mechanicznych płyt. Takie długotrwałe oddziaływanie może mieć również znaczenie dla zachowania właściwości izolacyjnych, szczególnie, jeśli dodamy do tego możliwe, w niektórych rozwiązaniach, osiadanie materiału rdzenia płyty.

Obniżenie parametrów mechanicznych i izolacyjnych płyt warstwowych może bardzo istotnie wpływać na odporność ogniową elementów budynku wykonanych z tych płyt. Szczególnie istotny wpływ mogą mieć uszkodzenia w warstwie klejowej oraz możliwe obniżenie właściwości izolacyjnych rdzenia. Uszkodzenia warstwy klejowej mogą prowadzić do szybszej utraty przyczepności okładzin płyty warstwowej i rdzenia płyty warstwowej. W konsekwencji znacznie szybciej może wystąpić delaminacja okładziny od rdzenia. Z punktu widzenia odporności ogniowej ściany lub dachu z płyt warstwowych ma to bardzo istotne znaczenie, szczególnie po stronie nienagrzewanej. W przypadku elementów nienośnych może prowadzić do szybszej utraty szczelności ogniowej ze względu na możliwe większe odkształcenia nienagrzewanej blachy okładzinowej. W przypadku elementów nośnych efekt może być jeszcze bardziej znaczący, ponieważ szybsza delaminacja zewnętrznej blachy okładzinowej może skutkować zupełnie innym zachowaniem elementu, gdy okładziny i rdzeń będą pracowały niezależnie. W efekcie możne wystąpić zupełnie inny mechanizm prowadzący do zniszczenia elementu, ponieważ obciążenie elementu będzie przenoszone przez trzy niezależne warstwy niewspółpracujące ze sobą.

Innym problemem, który pojawił się podczas eksploatacji dachów z płyt warstwowych są pofalowania powierzchni. Na skutek wysokiej temperatury na powierzchni dachu, szczególnie o ciemnym kolorze, mogą powstać pofalowania (rys. 1). W ich wyniku powstają załomy, blacha przełamuje się i powstają zacieki. Taki przypadek wystąpił kilkakrotnie w przypadku dachów z płyt warstwowych jednego z producentów płyt warstwowych dacho-

wych, gdy na dachu zastosowano płyty warstwowe dachowe o kolorze ciemnym z dwoma garbami na szerokości płyty 100 cm.

Rys. 1. Pofalowana powierzchnia dachu z płyt warstwowych koloru ciemnego

Przy projektowaniu dachów budynków z płyt warstwowych przyjmuje się do obliczeń temperaturę powietrza w lecie +25°C, podczas gdy rzeczywista temperatura powierzchni dachu nagrzanego od słońca w lato może sięgać około +50°C przy jasnych kolorach płyt i około +80°C przy ciemnych kolorach płyt warstwowych. Na skutek nagrzania od słońca występowały też przypadki odspojenia blach górnych od rdzenia z wełny mineralnej. Rozgrzanie okładziny górnej z blachy stalowej grubości 0,50 mm powodowało nagrzanie i rozpuszczenie się kleju poliuretanowego łączącego tę okładzinę z rdzeniem z wełny mineralnej. Niezależnie od codziennych problemów eksploatacyjnych, tego typu zjawiska mogą również wpływać niekorzystnie na rzeczywistą odporność ogniową dachu. Producent opanował sytuację wprowadzając zmiany w produkowanych płytach warstwowych dachowych. Wprowadzono do produkcji płyty z trzema garbami na szerokości płyty 100 cm, nową kolorystykę jasnych kolorów oraz wprowadzono klej poliuretanowy zmieniony, który wgłębnie wnika w wełnę mineralną na kilka centymetrów. Po zastosowaniu tych zmian przypadki pofalowań czy odspajania górnej okładziny płyt warstwowych dachowych przestały występować. Konieczna była jednak odrębna ocena płyt warstwowych jako nowego wyrobu w odniesieniu do wymagań normy wyrobu PN-EN 14509:2010 [1], w tym także w zakresie odporności ogniowej przegród a nich wykonanych.

Znane są przypadki przedostania się otwartego ognia do palnego rdzenia płyt warstwowych przy pracach modernizacyjnych obiektów w obudowie z płyt warstwowych i spowodowanie pożaru dużej części obiektu – „Awaria hali handlowej spowodowana pożarem” [7].

Równocześnie, jeden z wielkich koncernów producentów płyt warstwowych reklamuje swoje wyroby prezentacją przedstawiającą zniszczenia w obiekcie po 4 godzinnym pożarze, który miał miejsce w Europie Zachodniej, gdzie ściany z płyt warstwowych z rdzeniem z wełny mineralnej pełniące funkcję ścian oddzielenia przeciwpożarowego stanowiły skuteczną barierę przed przedostaniem się ognia do drugiej części budynku gdzie nie było pożaru.

W budynkach w obudowie z płyt warstwowych drgania konstrukcji spowodowane np. bliskością dróg szybkiego ruchu czy obecność wewnątrz budynku urządzeń wywołujących drgania np. suwnic, różnego rodzaju tłoczni czy pras może spowodować po dłuższym okresie czasu mniejsze przyleganie płyt ściennych o złączach np. na wpust i pióro, co może obniżyć szczelność ogniową E ściany w przypadku pożaru.

Oddziaływanie czynników atmosferycznych szczególnie nagrzewanie i oziębianie powierzchni okładzin zewnętrznych płyt warstwowych ściennych czy dachowych powoduje ich wydłużanie lub kurczenie się. Ruchy blachy okładziny od czynników termicznych często powodują ruchy główek łączników w płytach i wpływają na opalizację (wyrabianie się) otworów przy łącznikach. Może to wpłynąć na obniżenie szczelności ogniowej E dachu czy ściany w przypadku wystąpienia pożaru, może też doprowadzić do zacieków przy opadach deszczu. W Niemczech np. sprawdza się obliczeniowo przemieszczenia łączników od wpływów termicznych.

Kilka lat temu wybuchł pożar na poddaszu szkoły w Wielkiej Brytanii gdzie były składowane książki. Ściana oddzielenia przeciwpożarowego wykonana z okładzinami z płyt gipsowo-kartonowych i wypełnieniem z wełny mineralnej wraz z przylegającym dachem z płyt warstwowych z rdzeniem z poliuretanu typu PIR, stanowiły barierę dla ognia przez ponad 30 minut, kiedy to pożar ugaszono. Na rys. 2 i 3 pokazano widok dachu i ściany po pożarze.

Rys. 2. Widok konstrukcji dachu z płyt warstwowych oraz ściany oddzielenia ppoż. po pożarze

Rys. 3. Szczegół konstrukcji dachu z płyt warstwowych po pożarze

4. Podsumowanie

W trakcie eksploatacji i użytkowania budynków wykonanych z płyt warstwowych pojawiają się sytuacje, które mogą mieć wpływ także na odporność ogniową przegród wykonanych z płyt warstwowych. Zmiana właściwości wytrzymałościowych czy izolacyjnych płyt warstwowych może skutkować także zmianą rzeczywistej odporności ogniowej przegród z nich wykonanych. Badania odporności ogniowej wykonywane są na elementach wykonanych na potrzeby tych badań z płyt nie poddanych żadnym szczególnym oddziaływaniom wynikającym z warunków rzeczywistego użytkowania. Brakuje również wyników badań elementów pochodzących z obiektów po określonym okresie eksploatacji (oczywiście i tak dopiero przy pewnej liczbie odpowiednio wybranych elementów można byłoby uogólniać takie wyniki). Na pewno natomiast można mówić o sytuacjach, które w sposób oczywisty prowadzą do innego zachowania elementów – tak, jak w przypadku osłabienia połączenia klejowego okładzin płyt warstwowych z rdzeniem izolacyjnym. Nawet jeśli trudno szacować na ile zmiana mechanizmu zniszczenia wpływa na końcową odporność ogniową przegrody takie sytuacje powinny być eliminowane z praktyki budowlanej.

Literatura

1. PN-EN 14509:2010 Samonośne izolacyjno-konstrukcyjne płyty warstwowe z dwustronnymi okładzinami metalowymi. Wyroby fabryczne. Specyfikacje.
2. PN-EN 1363-1:2001 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 1365-2:2002 Badania odporności ogniowej elementów nośnych Część 2: Stropy i dachy
6. 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.
7. Słowek G., Szumiała M.: Awaria hali handlowej spowodowana pożarem. XXII Konferencja Naukowo-Techniczna Awarie Budowlane. Szczecin – Międzyzdroje, maj 2005 r.