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

MICHAŁ WÓJTOWICZ, *m.wojtowicz@itb.pl*
Instytut Techniki Budowlanej

MOŻLIWOŚĆ AWARII WARSTWOWYCH ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKÓW WIELKOPŁYTOWYCH – PROBLEM REALNY CZY SENSACJA MEDIALNA

FAULT HAZARD OF FACADE SANDWICH PANELS IN THE BUILDINGS CONSTRUCTED BY MEANS OF LARGE PANEL TECHNOLOGY – REAL PROBLEM OR MEDIA HIT

Streszczenie Na podstawie wieloletnich badań eksploatacyjnych budynków wykonanych w technologii wielkopłytowej oceniono stan techniczny płyt ściennych warstwowych. Określono zakres wad płyt i podano powody zmniejszające bezpieczeństwo eksploatacyjne ścian zewnętrznych. Podstawowym powodem możliwości wystąpienia awarii ścian było stosowanie stali niewłaściwej jakości.

Abstract Technical performance of wall sandwich panels has been evaluated on the basis of long-term experience in the exploitation testing of buildings constructed by means of the large panels technology. The range of defects and the reasons for decreasing performance safety of walls have been described. The non performance quality of steel have been identified as the main reason of the fault hazard for these walls.

1. Wstęp

Budynki mieszkalne wykonane w technologii wielkopłytowej są trwałym elementem naszych miast, miasteczek, a czasem wsi (budynki mieszkalne po b. PGR-ach). Użytkownicy takich mieszkań są okresowo niepokojeni sensacyjnymi artykułami w prasie codziennej zapowiadających nieuchronne katastrofy budowlane takich budynków. Skala takiego budownictwa, rozliczność modyfikacji systemów budownictwa sprawiają, że nie można w sposób jednoznaczny określić, czy istnieją przesłanki do stwierdzeń, że „wielka płyta chyli się ku upadkowi". Brak jest kompleksowych w skali Polski badań stanu takich budynków, a okazjonalnie wykonywane ekspertyzy często obejmują wąski zakres zagadnień. Problemem utrudniającym ocenę jest również brak dokumentacji konstrukcyjnej poszczególnych systemów oraz dokumentacji z prowadzenia robót (dzienniki budowy). Dodatkowym utrudnieniem są w ówczesnych „fabrykach domów" wnioski racjonalizatorskie, których efektem było zmniejszenie kosztów produkcji czy montażu, a dodatkowym wypłaty premii czy nagród dla racjonalizatorów. Stąd rzeczoznawca rzadko dysponuje materiałem źródłowym w zakresie konstrukcji i montażu budynków decydującym o trafności przedstawionych wniosków.

Instytut Techniki Budowlanej przejmował na początku lat 90-tych dokumentację konstrukcyjną różnych systemów przekazywaną przez likwidowane biura projektowe. Dokumentacje te właściwie skatalogowane mogą być pomocne dla zainteresowanych inżynierów budownictwa. Należy jednak do tych dokumentów podchodzić z ostrożnością, gdyż jest

możliwe, że w budynku będącym przedmiotem badań zastosowano modyfikacje w stosunku do pierwotnego typowego projektu.

Od końca lat osiemdziesiątych w Instytucie Techniki Budowlanej prowadzono wieloletnie badania stanu płyt warstwowych ścian zewnętrznych. Było to możliwe dzięki zainteresowaniu spółdzielni mieszkaniowych wynikami badań prowadzonych zazwyczaj przy docieplaniu ścian. Przy okazji (o ile było to możliwe) sprawdzano stan mocowań ścian budynku. Miało to szczególne znaczenie dla systemów, w których ściany elewacyjne były zawieszane specjalnymi hakami w ścianach poprzecznych nośnych.

Pretekstem do opracowania niniejszego referatu jest to, iż w szeregach inżynierów budownictwa jest wielu młodych ludzi, dla których wielka płyta jest historią (a może obawą związaną z bezpieczeństwem) oraz zdarzające się sporadycznie odpadania warstw fakturowych z elewacji. Autorowi nie jest znane, czy takie upadki powodowały zranienia czy śmierć przechodniów, ale wpływają na poczucie bezpieczeństwa użytkowników mieszkań.

2. Krótka charakterystyka ścian zewnętrznych warstwowych

Ścienne płyty warstwowe składają się z trzech wzajemnie połączonych warstw:
– warstwy zewnętrznej wykonanej z betonu zbrojonego,
– warstwy ocieplającej z wełny mineralnej lub styropianu,
– warstwy nośnej z betonu zbrojonego.

Wełna mineralna i styropian są materiałami porowatymi, wymagają osłonięcia przed uszkodzeniami mechanicznymi i zawilgoceniem. W prefabrykowanych elementach ocieplenie osłania zewnętrzna płyta betonowa.

Betonowa, zbrojona warstwa wewnętrzna, stanowiąca podstawowy element nośny ściany, zamocowana jest w konstrukcji nośnej budynku poprzez żelbetowe lub stalowe złącza. Warstwy pełniące funkcje ściany nośnej budynku (np. w ścianach szczytowych budynków poprzecznym układzie konstrukcyjnym) mają grubość 140÷150 mm. Z punktu widzenia trwałości warunki pracy tej warstwy można określić jako dobre. Nie podlega ona bezpośrednio oddziaływaniu czynników atmosferycznych. Od strony wewnętrznej stanowi ścianę mieszkania (stałe warunki eksploatacji, małe zawilgocenie), od strony zewnętrznej styka się z materiałem ocieplenia, który jest na ogół suchy. Dobrze wykonana warstwa konstrukcyjna ma dużą trwałość – można ją ocenić na około 100 lat.

Warstwa termoizolacyjna miała zapewniać wymaganą izolacyjność cieplną ściany w okresie eksploatacji budynku. Do jej wykonania stosowano wełnę mineralną lub styropian. Do 1982 roku stosowano płyty styropianowe o grubości nominalnej 50÷60 mm, lub z wełny mineralnej o grubości 60 mm, a w latach późniejszych stosowano płyty o nieco większej grubości. W przeszłości, z powodu stosowania wełny mineralnej nieodpowiedniej jakości następowało nadmierne zmniejszenie grubości tej warstwy i w efekcie obniżała się izolacyjność ścian.

Warstwę zewnętrzną stanowi betonowa płyta zbrojona o grubości 60 mm (w niektórych systemach 50 mm). Jej zadaniem jest:
– osłona wewnętrznych warstw ściany, a szczególnie warstwy ocieplającej, przed czynnikami atmosferycznymi oraz przed uszkodzeniami mechanicznymi,
– ochrona przed korozją stalowych łączników, spajających warstwy płyty; otulina wieszaków wg projektu wynosi ok. 15 mm (w miejscach zagięcia), a szpilek ok. 20 mm.

Warstwy płyt łączono metalowymi łącznikami, które mają umożliwić w miarę swobodne odkształcanie pod wpływem temperatury i przenosić obciążenie płytą zewnętrzną. Jako łączniki stosowano wieszaki i szpilki:

– wieszaki metalowe o kształcie pętli zbliżonej do trójkąta, z prętów stalowych o średnicy 8 mm (dopuszczalne 6, 9 i 12 mm przechodzące przez wszystkie trzy warstwy płyty, przy czym współpracują ze zbrojeniem płyt poprzez zakotwienie prętami poprzecznymi. Połączenie zapewnione jest przez odpowiednie ukształtowanie wieszaków. Liczba i rozmieszczenie wieszaków w płycie powinna gwarantować nośność wystarczającą do bezpiecznego przenoszenia ciężaru warstwy zewnętrznej na wewnętrzną warstwę nośną ściany, przy jednoczesnym zachowaniu swobody odkształceń,
– szpilki wykonane z drutu stalowego o średnicy 3 do 4,5 mm. mają kształt wydłużonego „U". Usytuowane obwodowo w płycie i wokół otworów szpilki w liczbie kilkunastu do kilkudziesięciu sztuk, spełniają funkcję stabilizującą warstwę zewnętrzną płyty, oraz przenoszą obciążenia od ssania wiatru.

Z omówionych wyżej elementów najbardziej narażone na degradację są łączniki warstw i to one decydują o trwałości całej ściany. Te elementy są praktycznie niewymienialne i dlatego muszą być starannie wykonane z trwałych materiałów.

Produkowano wiele rodzajów wieszaków. Od roku 1982 asortyment obejmował pięć rodzajów wieszaków dostosowanych do ścian zewnętrznych o różnych grubościach warstw oraz przy zróżnicowanych technologiach produkcji: warstwą fakturową do dołu lub warstwą fakturową do góry.

Wieszaki powinny być rozmieszczone w płycie w taki sposób, aby stawiały możliwie mały opór odkształceniom warstwy zewnętrznej. Minimalna liczba wieszaków ustalona była na 2 sztuki. Właściwą liczbę wieszaków należało określić obliczeniowo. W elementach z otworami okiennymi i drzwiowymi wieszaki zalecano umieszczać:
– w każdym polu (filarku) wydzielonym przez otwory okienne,
– w podokiennikach o długości przekraczającej 210 cm,
– w podokiennikach „wspornikach" (występujących przy otworach drzwiowych) o wysięgu przekraczającym 120 cm.

Przy produkcji fakturą do dołu w podokiennikach obu typów zalecano zwiększenie liczby wieszaków o 2 sztuki.

W czasie wprowadzania do realizacji systemów budownictwa wielkopłytowego materiał na łączniki w płytach określano w projektach. Początkowo były to stale zwykłe lub stale uszlachetnione, a następnie stale nierdzewne. W okresach ich niedoboru jako rozwiązania zastępcze stosowano wieszaki ze stali zwykłych z powłokami cynkową i aluminiową (Aluzan). Na podstawie dostępnych dokumentów zestawiono wymagania dotyczące stali na wieszaki (tab. 1).

Tablica 1. Wymagania dotyczące gatunków stali na łączniki w płytach warstwowych

Okres obowiązywania	**Rodzaj dokumentu**	**Systemy**				
		OWT	**W-70**	**Wk-70**	**Szczecin**	**J**
Do 1973 r.	Projekty systemów świadectwa dopuszczenia	StO St3Cu	brak danych			St3SCuX OH17T
Lata 1973÷1982 r.	Wytyczne [1]	H13N4G9				
	Projekty systemów	St3SCuX lub StO z powloką cynkową lub lateksową	OH17T St3CuX z powłoką cynkową lub lateksową	OH17T	brak danych	
	Rozwiązania zastępcze (okresowe)	– stal St3SX, powłoka cynkowa				
Po 1982 r.	Instrukcja COBPBO [1]	H13N4G9 1H17N4G9 OH17N4G8 OH18N9 oraz inne gatunki pod warunkiem spełnienia wymagań *				
	Rozwiązania zastępcze (okresowe)	– stal zwykła ocynkowana (1986÷1987) – stal zwykła+powłoka aluminiowa Aluzan (1988÷1990)				
Liczba wieszaków w płycie 5×2,80 m		8	3	3	9	6
Liczba wieszaków w płycie 3×2,80 m		6	2	2	4	4

* Wymagania dla stali
- R_m – min. 380 MPa,
- R_c – min. 240 MPa,
- wydłużenie przy zerwaniu A_5 – min. 30%,
- kąt gięcia na trzpieniu 2 d – 180°, brak pęknięć
- odporność na agresywną atmosferę miejską i przemysłową oraz wilgoć według PN-71/H-86020,
- niezmienność właściwości w zakresie temperatur od -20°C do +80°C,
- trwałość (niezmienności w/w cech) 60÷70 lat.

Uwaga: oznaczenia stali podano według norm obowiązujących w okresie wznoszenia budynków.

Szpilki służyły do mocowania termoizolacji po obwodzie płyt oraz do utrzymania odstępu między warstwami ściany oraz przenoszą obciążenia od ssania wiatru. Według projektów powinny być wykonane ze stali nierdzewnych chromo-niklowych 18/8. Drut stalowy przed profilowaniem powinien być odpuszczony i trawiony – dla uzyskania połysku.

3. Stan istniejący płyt na podstawie badań

Badania prowadzono w budynkach z widoczną warstwą fakturową (nieocieplonych) w Warszawie, oraz w wielu miastach Mazowsza, Śląska i Zagłębia, Gdańsku oraz w Lublinie. W ramach badań dokonano oględzin ponad 50 budynków, w których wykonano badania nieniszczące (układ prętów zbrojenia, lokalizacja wieszaków i prętów kotwiących, wytrzymałość betonu, obecność spękań i uszkodzeń mechanicznych). Wykonano również ponad 500 odkrywek do łączników (wieszaków), a w odkrywkach sprawdzono również grubości poszczególnych warstw. Wyniki badań przedstawiono w tabl. nr 2 i 3.

Tablica 2. Stan elementów decydujących o bezpieczeństwie płyt

STAL GATUNEK	**ILOŚĆ**
StO	1
St3SX, St3SY	6
1H13	1
2H13	1
H17	1
2H17	1
H17T	3
OH17T	**3**
OH13	1
H13N4G9	2
St3SX+Zn	1
Razem	21

Tablica 3.Wyniki badań rodzaju stali wieszaków pobranych w odkrywkach

CZYNNIK	**WYMAGANIE**	**PRAWIDŁOWE**	**NIEPRAWIDŁOWE**
1	2	3	4
Grubość warstwy fakturowej	6 cm (5)	średnio 68 mm (49÷87 mm)	
Grubość wełny mineralnej	6 cm	średnio 38 mm (25÷51 mm)	
Jakość betonu faktury		90%	10%
Umieszczenie wieszaków i pionowość	według projektu	79%	21%
Kotwienie wieszaków	ϕ min 8 mm l min 30 cm	41%	59%
Występowanie korków betonowych	niedopuszczalne	58%	42%
Ułożenie siatki zbrojącej faktury i 0 prętów	według projektu	70%	30%
Gatunek stali wieszaków	według dokumentów	10%	90%
Korozja wieszaków		brak korozji 91%	9% (ślady korozji powierzchniowej)

Wyniki tych badań można ocenić następująco:

– Zawyżona w stosunku do projektu grubość betonu warstwy fakturowej (średnio o 8 mm) przy zaniżonej grubości wełny mineralnej (średnio o 22 mm). Wynikiem tego jest zwiększenie naprężeń w wieszakach spowodowane zwiększonym w stosunku do projektowanego ciężarem płyt oraz naprężeń wynikających z ich odkształceń termicznych.
– Nieprawidłowe położenie wieszaków w stosunku do wymagań projektów. Na podstawie badań stwierdzono, że wieszaki nie są zamontowane w miejscach wskazanych w projekcie, a różnice w ułożeniu dochodzą do kilkudziesięciu centymetrów. Występują również przy-

padki układania wieszaków ukośnie, a nie w pionie. Ta ostatnia wada ma zasadniczy wpływ na nośność wieszaków zarówno od ciężaru płyty fakturowej, jak i naprężeń termicznych.

– Kotwienie wieszaków w warstwach fakturowych w ok. 60% jest nieprawidłowe. Zazwyczaj jest to brak prętów kotwiących, rzadziej ich zbyt mała średnica Można więc stwierdzić, że większość wieszaków płyt jest niewłaściwie zakotwiona. Wieszaki są kotwione w tych przypadkach na zasadzie przyczepności stali do betonu przy niewystarczających długościach ich zakotwienia.
– Gatunek stali wieszaków jest również zasadniczym problemem. Podczas badań nie jest możliwe ze względów bezpieczeństwa pobieranie dużej liczby próbek stali do badań. Dotychczas pobrano 21 próbek, określając gatunek stali. Jak wynika z tablicy 3, z 21 stali tylko kilka odpowiada stawianym wymaganiom. Stosowane stale nierdzewne (poza H13N4G9) nie spełniają wymagań zawartych w Instrukcji COBPBO.
– Dotychczas nie stwierdzono znaczących dla bezpieczeństwa pracy płyt ubytków korozyjnych wieszaków. W trzech obiektach obserwowano korozję wieszaków ze stali zwykłej. W dwóch wypadkach stal pokrywała rdza nalotowa, w budynkach na Śląsku wystąpiła również korozja wżerowa. Ubytki stali po ok. 10-letniej eksploatacji wynosiły maks. 0,2 mm i były porównywalne jak dla analogicznych prętów narażonych na działanie czynników atmosferycznych. Mały postęp korozji wieszaków ze stali zwykłej w ścianach budynków jest spowodowany niską wilgotnością izolacji cieplnej. Badane ściany przemarzały, w wielu przypadkach, jednak zawilgocenie wełny mineralnej nie było wyższe niż 0,8%.

4. Przypadki pękania wieszaków

W końcu lat dziewięćdziesiątych wykonano badania płyt ściennych 5-ciu budynków mieszkalnych na Śląsku wykonanych w technologii W-70 (modyfikowanej).

Budynki były eksploatowane przez okres 12÷14 lat. Stwierdzono, że płyty formowano fakturą do dołu, przy czym nie dotrzymano wielu wymagań projektowych. Wieszaki i siatki zbrojeniowe nie zostały odpowiednio ustabilizowane w formach i przesunęły się w kierunku powierzchni warstwy fakturowej. Beton warstwy fakturowej został źle wykonany i słabo zagęszczony.

W efekcie powstały następujące wady i usterki płyt mające wpływ na stan wieszaków:

– wyprawa fakturowa, wykonana z witromozaiki, odpadła w wielu miejscach, przy czym ubytki miejscowo obejmowały od kilku do kilkunastu płytek witromozaiki. Przy ubytkach i odspojeniach możliwość zawilgocenia betonu wzrastała,
– beton płyt fakturowych miał niską szczelność, był rakowaty, występowały w nim rysy i pęknięcia. Na skutek słabego zagęszczenia, przy wieszakach i przy siatkach zbrojeniowych rakowatość betonu była szczególnie duża,
– wieszaki powinny mieć otulinę grubości nie mniejszą niż 15 mm. W badanych płytach wieszaki (fragmenty wyginane) nie były w ogóle otulone betonem lub otulina była bardzo cienka i wynosiła kilka milimetrów. W wyniku tego stanu w czasie eksploatacji wieszaki były narażone na bezpośrednie działanie czynników zewnętrznych, takich jak opady atmosferyczne, roszenie, zanieczyszczenie pyłami i gazami.

W czasie badań wykonano 33 odkrywki, w których odsłonięto 29 wieszaków. Wieszaki wykonane były z prętów ϕ 8 mm, których powierzchnia była ciemno-szara, matowa, nierówna, pokryta brunatnym nalotem. Siedem wieszaków było pękniętych w miejscach zagięcia. Pęknięcia były prostopadłe do osi prętów i obejmowały cały przekrój wieszaków, tak że straciły one swą ciągłość. Przełom w miejscach pęknięć był matowy, ciemno-szary. Miejsca i charakter pęknięć wskazują na to, że powstały one w czasie eksploatacji, wyklucza się

zamontowanie popękanych wieszaków. Z uwagi na bezpieczeństwo ścian wieszaki sprawdzano tylko w warstwie fakturowej i częściowo w j warstwie ocieplenia.

Badania składu chemicznego wykazały, że wieszaki były wykonane ze stali H13N4G9. Stal miała zaniżoną prawie do 50% (w stosunku do wymagań) wartość wydłużenia przy zerwaniu i zwiększoną twardość materiału.

Tablica 4. Właściwości mechaniczne wieszaków

Badana cecha	**Wymagania wg Instrukcji**	**Wyniki badania wieszaka**
Wytrzymałość na rozciąganie R_m [MPa]	min. 380	722
Granica plastyczności R_c. [MPa]	min. 240	390
Wydłużenie przy zerwaniu A [%]	min. 30	15,2
Zginanie na trzpieniu o średnicy 2d o kąt 180"	bez pęknięć	bez pęknięć

Badania metalograficzne ujawniły niejednorodność w strukturze stali objawiające się obecnością wtrąceń na granicach ziaren [3].

Stal tego samego gatunku zastosowano w Szczecinie w budynku, w którym odpadła warstwa fakturowa.

5. Wieszaki ze stali H13N4G9

Specjalnego omówienia wymaga stosowanie stali H13N4G9. Jest to stal stopowa zawierająca m.in. 13% chromu i 4% niklu. Typowe stale nierdzewne zawierają min. 18% chromu i 8% niklu. Tak więc stal stosowana na wieszaki była stalą „oszczędnościową” co było spowodowane niedostatecznym importem chromu i niklu oraz stosowania tych składników stopowych do innych zastosowań niż budownictwo. Stal ta po odpowiednich procesach technologicznych spełniała wymagania dla zapewnienia właściwej trwałości ścian budynków. Tymczasem (sprawdzono to w hucie) stal nie była – ze względów oszczędnościowych – poddawana odpuszczaniu i trawieniu. Mimo zachowania proporcji składu chemicznego nie gwarantowała spełnienia wymagań w zakresie trwałości i wytrzymałości. O jej jakości może świadczyć fakt, że była dostarczana do fabryk domów z powierzchnią rdzy (a nie błyszcząca jak było to wymagane).

Dla próbek stali pobranych z budynku na Śląsku wykonano badania metalograficzne. Mechanizm niszczenia stali był następujący:

Degradacja wieszaków ze stali H13N4G9 była wynikiem łącznego działania naprężeń i wilgotnego środowiska korozyjnego o odczynie alkalicznym. Środowisko takie powstawało okresowo w czasie deszczu i namakania niestarannie wykonanych i uszkodzonych płyt ściennych, które niedostatecznie zabezpieczały wieszaki przed wilgocią. Beton w ściennych płytach warstwowych ma odczyn alkaliczny, więc jego zawilgacanie powodowało powstawanie roztworu wodnego zawierającego jony wodorotlenowe, a korozja naprężeniowa stali austenitycznych zachodzi właśnie w środowiskach wilgotnych zawierających m.in. wodorotlenki metali alkalicznych.

Obecność naprężeń w wieszakach wynika z ich przeznaczenia, gdyż ich zadaniem jest przenoszenie obciążeń związanych z mocowaniem płyt ściennych. Natomiast w rozważanym przypadku z obciążeniami zewnętrznymi sumowały się naprężenia wewnętrzne powstałe w wyniku kształtowania wieszaków przez zginanie. Zwiększyło to zagrożenie korozją naprężeniową.

Pęknięcia korozyjne w wieszakach były międzykrystaliczne, czemu sprzyjały wydzielenia węglików chromu na granicach ziaren austenitu i biegły prostopadle do osi pręta i kierunku działania naprężeń rozciągających.

Korozja naprężeniowa rozpoczyna się na powierzchni wieszaka w miejscach, gdzie tworzyły się początkowo wżery korozyjne. Stanowiły one ogniska, w których dalej rozwijały się głębokie pęknięcia korozyjne biegnące międzykrystalicznie, doprowadzając w efekcie do całkowitego pęknięcia pręta.

Przy właściwym wykonaniu płyt wieszaki powinny być prawidłowo otulone betonem i wówczas nie byłyby tak narażone na działanie wilgotnego środowiska. W suchych warunkach korozja stali nierdzewnej H13N4G9 nie rozwija się.

6. Bezpieczeństwo konstrukcji budynków

Przy okazji wykonywania badań ścian zewnętrznych sporadycznie wykonywano odkrywki do elementów mocujących konstrukcję ścian zewnętrznych i ścian wewnętrznych. Wszystkie te elementy usytuowane są od wewnętrznej części budynków, nie są więc narażone na bezpośrednie oddziaływania atmosferyczne. Jedynym niebezpieczeństwem powodującym degradację materiałów konstrukcyjnych może być zawilgacanie wodą (od nieszczelności wod-kan i co oraz w miejscach przemarzania). W trakcie wykonywania odkrywek stwierdzono zaniżoną jakość betonu (szczególnie wypełnień złączy płyt) lokalne braki wypełnienia przestrzeni między płytami (np. obecność worków po cemencie). Nie stwierdzono natomiast objawów korozji elementów zawieszenia płyt elewacyjnych ani zbrojenia w złączach. Nie było możliwości wykonania odkrywek do wieńców, które w połączeniu z płytami stropowymi tworzą sztywną tarczą decydującą o bezpieczeństwie konstrukcji. Można natomiast z całą odpowiedzialnością stwierdzić, że możliwość korozji betonu jak i stali zbrojeniowej jest mało prawdopodobna. Dotychczasowe katastrofy związane z wybuchami gazu i wypadania części płyt oraz efekty wybuchu w piwnicy budynku w Gdańsku pozwalają na stwierdzenie, że konstrukcje nośne budynków wielkopłytowych projektowane w Polsce są bezpieczne. Jest to stwierdzenie autora, nie poparte szerokimi badaniami, ale oparte na obserwacjach budynków i mieszkań w czasie badań płyt elewacyjnych. Żałuję, że w Polsce nie podjęto badań elementów konstrukcyjnych budynków wielkopłytowych w trakcie eksploatacji.

7. Ocena bezpieczeństwa eksploatacji ścian zewnętrznych

Decydujące znaczenie dla bezpieczeństwa ścian ma wzajemne mocowanie warstw ściany. Mocowanie to jest realizowane poprzez wieszaki i szpilki. Wieloletnie badania pozwalają na stwierdzenie, że stan płyt budzi zastrzeżenia. W wymienionych w tablicy 2 wadach największe znaczenie ma zwiększenie w stosunku do projektu grubości warstwy fakturowej, niewłaściwe kotwienie wieszaków oraz powszechne stosowanie niewłaściwej stali. Inne nieprawidłowości mają mniejsze znaczenie, a występujące w obrębie wieszaków korki betonowe (niekorzystne z uwagi na właściwości termiczne ścian) chronią stal wieszaków przed korozją.

Najbardziej bezpiecznymi można uznać ściany w budynkach wykonanych w technologiach OWT, w których stosowano wieszaki ze stali zwykłej jakości (StO, St3), przy czym liczba wieszaków i ich średnica znacznie przekraczała wymagania konstrukcyjne. Efektem tego było występowanie sztywnych połączeń warstw i spowodowane tym powszechnie występujące spękanie płyt.

Oceniając bezpieczeństwo należy znać odpowiedź na następujące pytania:

Pytanie 1: na czym są zawieszane warstwy fakturowe płyt: na wieszakach i szpilkach, czy w przypadku spękań wieszaków na samych szpilkach. Wydaje się prawdopodobne, że w przypadkach spękań wieszaków płyty nie spadły gdyż są zawieszane na nieprzystosowanych do tego szpilkach. Awaria ściany w Szczecinie była spowodowana przede wszystkim pęknięciem wieszaków, ale i brakiem szpilek.
Pytanie 2: jakie są nieprawidłowości w stosowaniu szpilek (ich liczba lub brak, gatunek stali, stan techniczny zamocowań). Na to pytanie nie ma wiarygodnej odpowiedzi w dostępnej literaturze. Autorzy badań w ITB bardzo rzadko odsłaniali szpilki z uwagi na duże trudności z ich lokalizacją (stal nierdzewną nie wykrywały stosowane skanery). Odsłonięte wieszaki były wykonane ze stali nierdzewnej a ich powierzchnia była błyszcząca.
Pytanie 3: w jakiej liczbie budynku wykonano niezbędne wzmocnienia połączeń warstw. Nie ma na ten temat jakichkolwiek wiarygodnych danych, przypadkowe obserwacje pozwalają na stwierdzenie, że zdecydowana większość ocieplanych ścian nie była wzmacniana. W budynkach będących przedmiotem badań ITB o ile stwierdzono nieprawidłowości informowano o tym właścicieli i stosowne wzmocnienia były realizowane.
Pytanie 4: co „się dzieje" w ścianach budynkach ocieplonych. Zdecydowana większość budynków mieszkalnych w Polsce została ocieplona w ostatnich 20-tu latach. Ładne, równe ściany z tynkiem cienkowarstwowym nie pozwalają na określenie w jakim systemie wzniesiono określony budynek. Ocieplenie w sposób znaczący poprawia warunki pracy łączników płyt:

– zmniejszenie zawilgocenia warstwy termoizolacyjnej,
– zmniejszenie naprężeń w wieszakach i szpilkach spowodowanych odkształceniami termicznymi warstwy fakturowej,
– utrudniony dostęp agresywnego środowiska atmosferycznego.

Problem bezpieczeństwa został „zakryty", a ocena stanu płyt nie jest możliwa bez uszkodzenia znacznych powierzchni elewacji.
Pytanie 5: co robić obecnie. W budynkach, które nie zostały jeszcze ocieplone niezbędnym jest wzmocnienie łączników (o ile jest to niezbędne na podstawie oceny rzeczoznawcy). W budynkach już ocieplonych nie ma możliwości i zainteresowania użytkowników w wykonywaniu wzmocnień, gdyż prace na tym etapie są kosztowne.
Pytanie 6: czy brak wzmocnień może wpływać na bezpieczeństwo konstrukcji budynku. Odpowiedź na to pytanie brzmi – nie. Odpadnięcie samej warstwy elewacyjnej nie wpływa na bezpieczeństwo budynku, gdyż warstwa wewnętrzna ściany pozostanie na swoim miejscu (jest nikłe prawdopodobieństwo jej wypadnięcia). Dotychczasowe doświadczenia po wybuchach gazu w Polsce gdzie obserwowano wypadnięcie całej ściany osłonowej nie wpływało na bezpieczeństwo konstrukcji.

Oczywiście upadek warstwy fakturowej płyty może powodować niebezpieczeństwo dla przechodniów, o ile znajdą się w strefie upadku.

8. Działania podjęte w ITB

Wiadomości dotyczące rzeczywistego stanu ścian budynków wielkopłytowych, konieczności oceny ich rzeczywistego stanu i ewentualnych wzmocnieniach były publikowane w czasopismach naukowo-technicznych oraz na branżowych konferencjach. Ważnym elementem było dotarcie z informacjami do projektantów dociepleń. Realizowano to poprzez wydawnictwa ITB z serii „Instrukcje, Wytyczne, Poradniki". Wymagania dotyczące kontroli płyt i stosowania wzmocnień szczególnie przed docieplaniem zawarto w następujących wydawnictwach:

– Bezspoinowy system ocieplania ścian zewnętrznych budynków. Instrukcja ITB nr 334/2002.
– Badania i ocena betonowych płyt warstwowych w budynkach mieszkalnych. Instrukcja ITB nr 360/99.
– Metodyka oceny stanu technicznego wielkopłytowych warstwowych ścian zewnętrznych. Budynki wielkopłytowe – wymagania podstawowe. Bezpieczeństwo konstrukcji. Instrukcja ITB nr 374/2002.
– Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków ETICS. Zasady projektowania i wykonania. Instrukcja ITB nr 447/2009.

9. Podsumowanie i wnioski

1. Prefabrykaty ścian zewnętrznych wykonywane w tzw. „fabrykach domów" posiadają wiele wad wynikających z niedotrzymywania reżimu technologicznego jak i stosowanie niewłaściwych gatunków stali łączników (efekt występujących ówcześnie braków materiałowych).
2. Podstawowym powodem obniżenia bezpieczeństwa płyt ściennych są pęknięcia korozyjne stali gatunku H13N4G9 i możliwość odpadania warstwy fakturowej. Nie jest możliwe (bez wykonania specjalistycznych badań) określenie, w których systemach i w których budynkach zastosowano te stale.
3. Stan bezpieczeństwa mogą poprawić właściwie ułożone szpilki, jednak tak jak i dla wieszaków nie można określić, w których budynkach zastosowano je właściwie.
4. Stosowanie docieplеń ścian zewnętrznych budynków wpływa na poprawę warunków użytkowania elementów konstrukcyjnych ścian.
5. W większości projektów docieplеń nie przewidziano stosowania dodatkowych wzmocnień, przez co problem jakości mocowania warstw ściany i powstanie ewentualnych uszkodzeń został „osłonięty".
6. Jakość połączeń warstw ścian osłonowych nie ma większego wpływu na bezpieczeństwo budynku. Istotne jest natomiast dla bezpieczeństwa osób znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie budynku.

Literatura

1. Wytyczne stosowania stali zbrojeniowej w konstrukcjach żelbetowych i sprężonych. Wyd. Zjednoczenie Biur Projektów Budownictwa, Warszawa 1973 r.
2. Instrukcja wykonywania połączeń warstw w prefabrykowanych betonowych ścianach warstwowych dla budownictwa mieszkaniowego. Wyd. COBPBO, Warszawa 1982 r.
3. Wójtowicz M., Woyzbun I., Szummer A.: „Zagrożenie wieszaków w płytach ściennych spowodowane korozją naprężeniową". III Konf. MATBUD'2000.
4. Opinia techniczna – autor dr inż. Józef Szkwarek, 2009 r.
5. Ściślewski Zb.: „Trwałość elementów wielkiej płyty". Materiały Budowlane 2004 r.
6. Ściślewski Zb., Woyzbun I., Wójtowicz M.: „Naprawa ścian warstwowych w budynkach wielkopłytowych". Przegląd Budowlany 2000 r.
7. Ściślewski Zb., Woyzbun I., Wójtowicz M.: „Bezpieczeństwo i trwałość zewnętrznych ścian trójwarstwowych". Wyd. Instytutu Techniki Budowlanej 2000 r.
8. Ściślewski Zb., Wójtowicz M.: „Repair of concrete Sandwich walls fasteners and layers in residential buildings". IABSE Colloquium Berlin 1998 r.