



dr inż. Grzegorz Dmochowski¹⁾
dr inż. Piotr Berkowski^{1*)}

Stan techniczny nietypowych prefabrykowanych elementów osłonowych i balustrad balkonowych budynku mieszkalno-usługowego

Technical state of untypical prefabricated curtain walls and balconies balustrades of residential and commercial building

DOI: 10.15199/33.2015.10.05

(Studium przypadku)

Streszczenie. W artykule, na podstawie analizy dokumentacji technicznej i wielokrotnie wykonywanych ekspertyz, przedstawiono wybrane zagadnienia dotyczące aktualnego stanu technicznego prefabrykowanych elementów osłonowych i balustrad balkonowych oraz ich połączeń montażowych, zastosowanych w kompleksie wysokich budynków mieszkalno-usługowych. Opisywane budynki, wzniesione na przełomie lat 60. i 70. XX wieku, usytuowane przy placu Grunwaldzkim we Wrocławiu, są jedną z ikon architektury miasta i zostały wpisane do rejestru zabytków województwa dolnośląskiego. Ich stan techniczny od wielu lat budził jednak obawy użytkowników. Związane były one z wieloma zmianami technicznymi wprowadzonymi podczas wznoszenia obiektów, złą jakością zastosowanych materiałów, a przede wszystkim brakiem przeprowadzania kompleksowych prac remontowych. W artykule skupiono się na ocenie stanu technicznego i bezpieczeństwa wybranych elementów konstrukcyjnych.

Słowa kluczowe: wysokie budynki prefabrykowane, elementy osłonowe, balustrady balkonowe, połączenia montażowe.

Abstract. Selected issues concerning the current technical condition of precast curtain walls and balconies balustrades, as well as assembly connections, used in the complex of high-rise residential and commercial buildings, are presented in a paper, based on an analysis of technical documentation and repeatedly performed technical assessments. Discussed buildings, erected in the 60s and 70s of the 20th century, and located in the Grunwaldzki Square in Wrocław, are one of the architectural icons of the city and were entered into the register of monuments of Lower Silesia province. However, for many years, their technical condition aroused concerns of residents. Those concerns were connected with a number of technical amendments made in the course of construction, poor quality of materials used, but primarily to the lack of carrying out of complex repair works. The article focuses on assessing the technical condition and safety of selected two latter structural elements.

Keywords: high pre-cast buildings, curtain walls, balconies balustrades, assembly connections.

Zespół sześciu wysokościowych budynków mieszkalnych wraz z trzema pawilonami handlowymi oraz garażami w przyziemiu, ze stropem nad nimi spełniającym funkcje pasażu komunikacyjnego (fotografia 1), został zaprojektowany przez wybitną wrocławską architektkę **Jadwigę Grabowską-Hawrylak** w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku, natomiast projekt konstrukcyjny opracowano pod nadzorem **Wojciecha Święcickiego** (Miastoprojekt Wrocław). Inwestycja została zrealizowana przez Wrocławskie Przedsiębiorstwo Budownictwa Ogólnego w latach 1967 – 1975. Kompleks budynków usytuowany przy placu Grunwaldzkim jest wpisany do rejestru zabytków województwa dolnośląskiego. W latach 1993 – 2011 autorzy wykonali wiele ekspertyz stanu

technicznego różnych elementów konstrukcyjnych i wykończeniowych budynków [1], pawilonów handlowych [2] oraz konstrukcji nośnej pasażu komunikacyjnego [3, 4].

Analiza konstrukcyjna budynków

Każdy z sześciu wieżowców ma wysokość 54 m i 16 pięter mieszkalnych (fotografia 1), a ich posadowienie wykonano w postaci płyt fundamentowych osadzonych na 240 palach żelbetowych. Konstrukcja budynków jest żelbetowa: monolityczna w poziomie przyziemia i parteru, a wyżej prefabrykowana z ram typu „H”. Podłużne ściany nośne stanowią systemowe płyty wielokanałowe, a stropy międzypiętrowe wykonano w postaci prefabrykowanych płyt żelbetowych. Charakterystyczne są nietypowe, indywidualnie projektowane,



Fot. 1. Widok kompleksu budynków mieszkalno-usługowych

Photo 1. General view of complex of residential and commercial buildings

prefabrykowane, powłokowe i płytowe elementy osłonowe elewacyjne (fotografia 2) oraz balkonowe (fotografie 3, 4).

Projekt konstrukcyjny obiektów zawierał szczegółowe rozwiązania konstrukcyjne zarówno elementów nośnych, jak i wykończeniowych oraz połączeń między płytami osłonowymi i balkonowymi a konstrukcją nośną. Było to

¹⁾ Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

^{*)} Autor do korespondencji:
e-mail: piotr.berkowski@pwr.edu.pl

istotne ze względu na nietypowość wbudowywanych elementów, a także na fakt, że większość połączeń została ukryta przez zabetonowanie węzłów połączeniowych, a od poprawności ich wykonania zależy bezpieczeństwo eksploatacji budynków.

Ściany frontowe budynków składają się z prefabrykowanych balustrad balkonowych, osłon balkonowych oraz słupków elewacyjnych (fotografie 2, 3). Fragmenty murowane ścian osłonowych zewnętrznych wykonano z betonu komórkowego grubości 24 cm, z tynkiem od wewnątrz i okładziną z płytek ceramicznych od zewnątrz.

Balustrady balkonowe (fotografia 2) są elementami powłokowymi, o zmiennej grubości płaszcza od 50 cm na krawędzi pionowej do 7 cm w środku rozpiętości. Szerokość całkowita elementu wynosi 396 cm, wysokość od 135 (środek balustrady) do 266 cm (część skrajna), a głębokość – 116 cm. W płycinie balustrad występują także dodatkowe uźebrowania. W części dolnej krawędzi pionowej (szerokiej) wykonane zostały gniazda, w których osadzono marki z kątowników. W części górnej krawędzi pionowej (szerokiej) wykonano gniazda z osadzonymi w nich markami z blachy. Balustrady powiązane są z konstrukcją nośną budynku (elementami ram „H”) przez styki w szerokiej skrajnej krawędzi pionowej. Elementy te oparto w dolnym gnieździe na krótkich wspornikach, wychodzących z ram „H” w poziomie stropu i połączono przez spawanie marek do blach osadzonych we wspornikach. W gniazdach górnych, w poziomie styku montażowego słupów ram „H”, balustrady są kotwione przez nakładki stalowe z blach, spawane z jednej strony do marek osadzonych w balustradach, a z drugiej – do głowic słupów ram „H”. Od strony krawędzi cieńszej i niższej balustrady zostały skotwio-



Fot. 2. Balustrada balkonowa ściany frontowej
Photo 2. Balustrade at front façade

ne z konstrukcją nośną przez „dopchnięcie” słupkami pionowymi, mocowanymi w części dolnej przez spawanie do kątowników osadzonych na dolnych powierzchniach wsporników ram „H” i kotwionych prętami wyprowadzonymi z żeber słupków i wpuszczonymi w wieńiec w poziomie stropu. Ponadto zaprojektowano oparcie prefabrykatów na wspornikowych płytach balkonów przez spawanie marek „B” do blach osadzonych w płycie stropowej.

Oslony balkonowe są prefabrykowanymi, żelbetowymi elementami powłokowymi (fotografia 3) szerokości 216 cm i wysokości 430 cm oraz głębokości 73 cm. Grubość powłoki wynosi 6 cm i jest ona zbrojona siatką z prętów gładkich. W części środkowej (szerokiej) elementy są wzmocnione dwoma żeberkami poziomymi. W dolnym żeberku środkowym osadzone są dwie marki z ką-



Fot. 3. Oslony balkonowe i słupek ściany frontowej

Photo 3. Balcony panels and pilaster at front façade

towników, służące do montażu balustrad do marek osadzonych w płycie stropowej. Na krawędzi dolnej osadzone zostały dwie marki w postaci blach, które wg projektu miały być spawane do marek z kątownika, osadzonych w żeberkach prefabrykatów. Na krawędziach pionowych elementy mają również żeberka wzmocniające. Od strony krawędzi środkowej osłony balkonowe są skotwione z konstrukcją nośną przez „dopchnięcie” słupkami pionowymi.

Ściany szczytowe omawianego budynku (fotografia 1) składają się z płyt osłonowych oraz balustrad balkonowych (fotografia 4), osłaniających portfenetry. Prefabrykowana płyta osłonowa, o wymiarach 237,5 x 500 cm jest płytą warstwową grubości 28 cm. Warstwę nośną stanowi koryto żelbetowe o płycinie grubości 3 cm, natomiast krawędzie mają przekrój: górne – 13 x 51 cm, dolne – 6 x 27 cm, boczne – 13 x 67 cm. Ponadto występują pionowe i poziome żebra



Fot. 4. Balustrady balkonowe i płyty osłonowe ściany szczytowej

Photo 4. Balcony balustrades and curtain panels of a gable wall

pośrodku. Warstwę izolacyjną płyty osłonowej stanowi beton komórkowy grubości 24 cm, a od strony zewnętrznej na płytach jest tynk fakturowy grubości 1 cm. W dolnej krawędzi koryta osadzone są marki z kątowników, służące do mocowania płyt przez spawanie do marek osadzonych w wieńcu wykonanym na ryglu ramy „H”. Z górnej krawędzi płyty wypuszczone zostały pręty zbrojenio-we, służące do kotwienia górnej części płyty w wieńcu wylewanym na mokro na ryglu ramy „H”. Styk poziomy płyty i wieńca był spoinowany zaprawą cementową marki „80”, a w rejonie styropianu „Polocem”, natomiast styki zewnętrzne między płytami wypełniono „Polkitem”.

Oslonę portfenetru stanowią balustrady balkonowe (fotografia 4). Są to elementy powłokowe grubości 6 cm, zbrojone siatką z prętów gładkich. W każdym elemencie są dwa żebra poziome i jedno żebro pionowe o przekroju 6 x 7 cm. Dolnym żebrzem poziomym oparte są na płycie wspornikowej, wyprowadzonej z płyty stropowej. W żebrach poziomych osadzono po 3 marki z kątowników. Marki w żebrach dolnych służą do mocowania płyt przez spawanie do marek osadzonych w płycie wspornikowej. Marki skrajne w żebrach górnych spawane są do marek-blach osadzonych w płytach osłonowych.

Opisane rozwiązania połączeń montażowych prefabrykatów ściennych z elementami konstrukcji nośnej zostały bardzo szczegółowo zaprojektowane, ale bezpieczeństwo użytkowania omawianych budynków było uzależnione przede wszystkim od poprawnego ich wykonania. Węzły łączące elementy konstrukcyjne zawsze były najsłabszym ogniwem konstrukcyjnym w obiektach prefabrykowanych, a ocena ich stanu technicznego jest z reguły utrudniona, gdyż są często całkowicie zabetonowa-

70 lat Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego

ne. W przypadku niektórych rozwiązań konstrukcyjnych stan połączeń można oceniać pośrednio przez szczegółowe oględziny i ocenę stanu betonu, który je osłania. Rzadziej można tego dokonać przez wykonanie odkrywek. To drugie rozwiązanie jest wskazane, choćby wyrywkowo, podczas realizacji remontu czy ocieplania.

Diagnostyka stanu technicznego prefabrykowanych elementów osłonowych

Zgodnie z obowiązującymi obecnie wymaganiami wykonawczymi i eksploatacyjnymi konstrukcje budynków (w tym mieszkalnych o konstrukcji żelbetonowej) muszą spełniać kryterium projektowego okresu użytkowania wynoszącego 50 lat [5]. Określono w ten sposób przedział czasu, w którym konstrukcja lub jej część ma być użytkowana zgodnie z zamierzonym przeznaczeniem i przewidywanym utrzymaniem, bez potrzeby dużych napraw. Oczywiście są to wymagania stawiane współcześnie wznoszonym obiektom, projektowanym z zastosowaniem materiałów budowlanych o odpowiedniej jakości i wznoszonych z zachowaniem aktualnych reżimów wykonawczych. W przypadku omawianych obiektów, ze względu przede wszystkim na okres ich wznoszenia, liczne błędy wykonawcze, zastosowanie materiałów o złej jakości, odstępstwa od zaprojektowanych rozwiązań wykończeniowych, liczne i różnorodne uszkodzenia, które pojawiły się w trakcie eksploatacji oraz wieloletni brak kompleksowych remontów – okres ich bezpiecznej eksploatacji powinien być odpowiednio często weryfikowany.

W procesie diagnostyki omawianych obiektów przeprowadzono analizę dostępnej dokumentacji technicznej, wielokrotnie wykonano oględziny obiektów [1, 2], pomiary geodezyjne odkształceń elementów konstrukcji garażu [3] oraz badania wytrzymałościowe betonu i chemiczne betonu, zacieków i wykwitów [4].

Podczas oględzin ścian frontowych stwierdzono różnorodne uszkodzenia, takie jak:

- lokalne niedokładności w zawiązaniu betonu prefabrykatów, przejawiające się w postaci wgłębień i raków na ich powierzchniach oraz zacieki na powierzchniach płyt;
- liczne uszkodzenia górnych żeber balustrad balkonowych, polegające

na odpadnięciu otuliny betonowej i powierzchniowej korozji zbrojenia;

• liczne uszkodzenia zaprawy wypełniającej styki między krawędziami balustrad prefabrykowanych, szczególnie w miejscu schodzenia się ich pionowych krawędzi skrajnych; lokalnie stwierdzono w tych stykach występowanie skorodowanych powierzchniowo kątowników zabezpieczających krawędzie (fotografia 5);



Fot. 5. Korozja kątowników krawędziowych płyt balkonowych

Photo 5. Corrosion of balcony plates edge angles

• spękania oraz ubytki betonu i zaprawy na stykach płyt stropowych balkonów i prefabrykowanych balustrad balkonowych, które na tych płytach się opierają; odspojenia zaprawy są również widoczne na górnej powierzchni tych styków;

• spękania i odspojenia betonu na krawędziach balustrad balkonowych, lokalnie grożące odpadnięciem.

Podłużne ściany osłonowe omawianego budynku znajdują się w średnim stanie technicznym. Nie spełniają wymagań obecnej normy cieplnej, a w niektórych ścianach osłonowych stwierdzono lokalne ślady zawilgocenia i zagrzybienia. Większość wpustów i rur spustowych, odbierających wodę opadową z balkonów i parapetów, jest uszkodzona. Spowodowało to rozległe i głębokie uszkodzenia płyt stropowych i parapetów. Osłonowe, żelbetonowe płyty balustrad balkonowych i portfenetrów (tzw. elementów balkonowych) oraz ich styki są lokalnie uszkodzone i mają odspojone fragmenty otuliny. Stwierdzono także obwodowe spękania płyt stropowych w miejscach oparcia na nich prefabrykowanych elementów balkonowych i balustrad i skorodowane żeberka, za pomocą których prefabrykaty te opierają się na stropie i podpierają wzajemnie.

Podczas wykonywania ekspertyz przeprowadzono oględziny ścian szczytowych (płyt osłonowych i balustrad balkonowych) od zewnątrz oraz od wewnątrz obiektu. Podczas oględzin stwierdzono wiele powtarzających się uszkodzeń ścian oraz powiązanych z nimi elementów konstrukcyjno-wykończeniowych, a wśród nich:

- bardzo liczne zarysowania, które powstały w warstwie ozdobnego tynku na elewacjach płyt osłonowych, uszczelnione kitem (fotografia 6);



Fot. 6. Typowe uszkodzenia płyt osłonowych
Photo 6. Typical deterioration of curtain walls

■ nieszczelności styków pionowych między płytami osłonowymi ścian szczytowych i elementami balkonowymi ścian frontowych oraz styków poziomych między płytami osłonowymi; skutki tych nieszczelności uwidaczniają się w postaci zacieków i lokalnie zagrzybienia na wewnętrznych powierzchniach ścian szczytowych w mieszkaniach. Część z tych styków została uszczelniona od zewnątrz przez obłożenie ich folią aluminiową i pokrycie na krawędziach masą elastoplastyczną;

■ lokalne zarysowania ścian szczytowych od wewnątrz, na styku prefabrykatu i rygli ram „H”;

■ drobne, lokalne ubytki wgłębne tynku i betonu płyciny płyt osłonowych;

■ wykuszającą się zaprawę, grożącą jej spadnięciem, w niektórych stykach między balustradami portfenetrów (fotografia 7).



Fot. 7. Stan balustrad balkonowych portfenetrów

Photo 7. Technical state of French windows balcony railings

Osłonowe ściany szczytowe omawianego budynku znajdują się w złym stanie technicznym i nie spełniają wymagań aktualnej normy cieplnej. W niektórych mieszkaniach ściany te zostały ocieplone od wewnątrz styropianem, co uniemożliwia ich dokładne oględziny. Poza tym, ocieplenie to w dłuższym okresie spowodowało zwiększone zawilgocenie ścian.

Sposób wykonania połączeń płyt osłonowych i elementów balkonowych

z elementami nośnymi budynku oraz mocowania elementów balustrad do płyt osłonowych uniemożliwił dokonanie ich oględzin i określenie aktualnego stanu połączeń, a zwłaszcza stalowych elementów marek oraz łączących je spoin. Nie stwierdzono jednak istotnych zarysowań czy odspojień elementów ściennych od stropów i rygli ram „H”, które mogłyby zagrażać bezpiecznemu użytkowaniu budynku.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono opis wybranych rozwiązań projektowych zastosowanych w nietypowych, prefabrykowanych, powłokowych elementach osłonowych ścian zewnętrznych wysokich budynków mieszkalnych oraz analizę konstrukcyjną węzłów łączących te elementy z konstrukcją nośną budynków w kontekście ich aktualnego stanu technicznego oraz bezpieczeństwa dalszej eksploatacji i możliwości renowacji. Stwierdzono, że mimo upływu lat i braku prowadzenia jakichkolwiek

kompleksowych prac renowacyjnych, stan tych elementów jest dostateczny. Widoczne są jedynie lokalne uszkodzenia prefabrykatów oraz miejscowa korozja stalowych elementów łączących. Nie zauważono jednak widocznych przemieszczeń elementów osłonowych, co mogłoby świadczyć o uszkodzeniu lub zniszczeniu węzłów połączeniowych. Ze względu na długi okres eksploatacji budynków (ok. 40 lat), podczas planowanych remontów, wskazane byłoby odślonięcie i skontrolowanie stanu zakrytych łączników stalowych lub wykonanie nowych, dodatkowych połączeń elementów osłonowych z elementami nośnymi budynku. Podczas prowadzenia prac remontowych i ewentualnego docieplania ścian należałoby również zwrócić uwagę na to, że warstwa ociepleniowa osłonowych ścian szczytowych jest wykonana z betonu komórkowego grubości 24 cm „przyklejonego” do cienkiej, prefabrykowanej płyciny żelbetowej grubości 3 cm. W związku z tym

zaleca się specjalne łączniki pozwalające na bezpieczne i trwałe zakotwienie ocieplenia.

Wszystkie fotografie – Autorzy

Literatura

- [1] Berkowski P., Dmochowski G. Ekspertyza stanu technicznego ścian szczytowych i osłonowych budynku przy placu Grunwaldzkim 16 we Wrocławiu. POLTEBUD, 2007.
- [2] Berkowski P., Dmochowski G. Ekspertyza stanu technicznego zamocowania płyt osłonowych na ścianach pawilonu nr 2 przy placu Grunwaldzkim we Wrocławiu. POLTEBUD, 2006.
- [3] Berkowski P., Dmochowski G., Ubysz A. Ocena stanu technicznego i geodezyjne pomiary ugięć podciągów estakady na placu Grunwaldzkim 12-20 we Wrocławiu. 2011.
- [4] Berkowski P., Dmochowski G., Kosior-Kazberuk M. Analysis of Structural and Material Degradation of a Car-Park's RC Bearing Structure Due to City Environmental Influences. *Procedia Engineering*, 57 (2013), s. 183 – 192.
- [5] Runkiewicz et al. Diagnostyka i modernizacja budynków wielkopłytowych (cz. 1). *Przebieg Budowlany 7-8* (2014), s. 54 – 60.

Przyjęto do druku: 13.08.2015 r.

prof. dr hab. inż. Jerzy Jasieńko¹⁾
dr inż. Łukasz Bednarz²⁾*

Monitoring geometryczny obiektów zabytkowych

Geometric monitoring of historic buildings

DOI: 10.15199/33.2015.10.06

(Studium przypadku)

Streszczenie. Monitoringiem można nazwać wszystkie techniki i metody do pomiaru stanu zachowania konstrukcji. Różne klasyfikacje monitoringu korzystają z różnych kryteriów, np. cel monitorowania, rodzaj pomiarów (statyczne, dynamiczne), charakter badań (badania niszczące, quasi-niszczące i nieniszczące), czas monitorowania itp. W artykule zaprezentowano koncepcję programu testowego monitoringu geometrycznego oraz przykładowe rezultaty pomiarów przemieszczeń metodami optycznymi konstrukcji kościoła pw. św. Anny w Zabkowicach Śląskich oraz Hali Stulecia we Wrocławiu.
Słowa kluczowe: monitoring, teodolit laserowy (TST), skaner laserowy 3D HDS, zabytki.

Abstract. The monitoring can be called all techniques and methods for measuring the condition of the structure. Different classifications of monitoring use different criteria, eg. the purpose of monitoring, the type of measurement (static, dynamic), the nature of the research (destructive testing, quasi-destructive and non-destructive), time monitoring, etc. Authors present the concept of geometric monitoring test program and sample optical measurement results construction displacement in church. St. Anna in Zabkowice Slaskie and Centennial Hall in Wrocław.

Keywords: monitoring, tachimeter total station (TST), laser scanner 3D HDS, heritage.

Analiza stanu konstrukcji jest pojęciem złożonym i powinna być realizowana na wielu płaszczyznach. Rodzaje niezbędnych analiz konkretnego obiektu zależą od typu konstrukcji, zastosowanego materiału oraz wartości materialnej lub niematerialnej budynku. Analizy stanu granicznego nośności i stanu granicznego użytkowania powinny dotyczyć zarówno pracy statycznej konstrukcji w stanie pierwotnym,

jak i po wzmocnieniach, stanu naprężeń i ich kierunku, wielkości przemieszczeń, wpływu obciążeń klimatycznych, użytkowych, termicznych, zmian obciążeń, stanu zastosowanego materiału. W zależności od wielkości elementów konstrukcji, zapotrzebowania na kontrolę oraz rodzaju prowadzonych badań analiza stanu elementów konstrukcji może być prowadzona w terenie lub w laboratorium. Dane analityczne są podstawą ustalenia zakresu monitoringu, typu stosowanych urządzeń oraz zakresu napraw. Analizę budynków zabytkowych należy rozpocząć od analizy dokumentacji histo-

¹⁾ Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
²⁾ Autor do korespondencji: e-mail: lukasz.bednarz@pwr.edu.pl