

dr inż. Andrzej Kmita*
 dr inż. Michał Musiał*
 dr inż. Wojciech Pawlak*
 dr inż. Janusz Pędziwiatr*
 dr inż. Dariusz Styś*

Prefabrykowana hala przemysłowa po 40 latach eksploatacji

Precast industrial hall after 40 years of exploitation

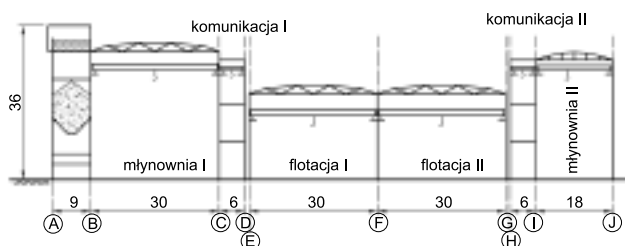
Streszczenie. W artykule opisano stan techniczny prefabrykowanej hali wielonawowej po 40 latach eksploatacji. Przeprowadzono szczegółowe oględziny, badania nieniszczące i niszczące materiałów oraz pomiary geodezyjne. Podano wnioski odnośnie do dalszej eksploatacji obiektu.

Słowa kluczowe: hala przemysłowa, prefabrykacja, stan techniczny.

Abstract. In the paper the technical state of the precast multi-bay hall after 40 years of exploitation is described. Detailed inspection, non-destructive and destructive tests of the materials and geodetic measurements were conducted. Conclusions concerning further object's exploitation were given.

Keywords: industrial hall, prefabrication, technical state.

Żelbetowa hala prefabrykowana po 40 latach eksploatacji może być źródłem ciekawych informacji o wpływie czasu na zachowanie się konstrukcji podczas procesów technologicznych odbywających się w jej wnętrzu (flotacja i wzbogacanie rudy miedzi). Hala została wzniesiona w latach 1965 – 1970 [1] głównie z żelbetowych i sprężonych elementów prefabrykowanych z fragmentami monolitycznymi żelbetowymi oraz stalowymi. Hala w rzucie ma kształt litery L (dwa prostokąty o wymiarach 76×187 m i 55×137 m stykające się ze sobą dłuższymi bokami w osi F zaznaczonej na rysunku). Ze względu na posadowienie obiektu na terenach szkód górniczych konstrukcję hali podzielono siedmioma dylatacjami poprzecznymi (7 pól po ok. 24 m + pole skrajne 12 m) i dwoma dylatacjami podłużnymi (osie DE i GH na rysunku).



Przekrój poprzeczny w strefie najszerszej hali (wymiar w m)

Konstrukcja obiektu

Przekrycie dachu hal głównych zostało wykonane z prefabrykowanych płyt żebrowych typu PŻ opierających się na dźwigarach kratowych typu KBS30 [2] w rozstawie co 6,0 m. Typ pozostałych elementów nośnych jest zróżnicowany, nawet w ramach jednej nawy. Konstrukcję nośną nawy A-B stanowią wielokondygnacyjne ramy monolityczne w rozstawie co 6,0 m. Słupy ram spięte są w poziomach +3,6; +6,0; +23,5; +30,0 m pośrednimi stropami. Zlokalizowano na nich pomieszczenia techniczne i taśmociągi, a na najwyższym stropie zbiorniki z wodą. Poniżej stropu +23,5 m mieszczą się zasobniki z rudą. Elewację w osi A tworzą

* Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

ściany zasobników, mury ceramiczne oraz prefabrykowane żelbetowe płyty elewacyjne mocowane do słupów. W nawie B-C znajduje się młynownia I. Na monolitycznych słupach żelbetowych wspierają się dźwigary kablobetonowe KBS30 (fotografia 1) lub stalowe kratownicowe. Belki podsuwnicowe wykonane są jako żelbetowe prefabrykowane lub stalowe blachownice spawane. Nawy C-D i H-I umożliwiają komunikację wzdłuż hali w trzech poziomach. Konstruk-



Fot. 1. Kablobetonowe dźwigary kratowe typu KBS30

cja ram głównych, biegów schodowych oraz pomostów jest żelbetowa monolityczna. W nawach zastosowano ponadto prefabrykowane, żelbetowe belki podsuwnicowe i dźwigary dachowe oraz żebrowe płyty dachowe PŻ. Pomosty wykonane są z żelbetowych płyt kanałowych. W nawach E-F i F-G prowadzony jest proces flotacji. Dźwigary dachowe są kablobetonowe lub stalowe kratowe w rozstawach 6,0 m. W tej części hali część słupów żelbetowych ma rozstaw 12,0 m. Opierają się na nich żelbetowe belki podłużne stanowiące podpory dźwigarów. Na słupach o rozstawie 12,0 m oparto kablobetonowe belki podsuwnicowe z segmentów. W strefach o rozstawach słupów co 6,0 m zastosowano belki podsuwnicowe żelbetowe. Słupy znajdujące się w osi F są żelbetowe pełne, a powyżej poziomu pomostu belek podsuwnicowych dwugałęziowe. W ostatniej nawie I-J zlokalizowano młynownię II. Podobnie jak w przypadku większości naw obiektu, zmienny jest układ konstrukcyjny. Konstrukcję dachu stanowią dźwigary kablobetonowe typu KBOS-18/66 i stalowe kratowe w rozstawie co 6,0 m. Opierają się one na słupach żelbetowych wzmocnionych gorsetami stalowymi powyżej poziomu suwnicy oraz kratowych słupach stalowych. Belki podsuwnicowe mają konstrukcję segmentową kablobetonową lub stalową.

Opis wybranych wad i uszkodzeń

Większość uszkodzeń elementów nośnych hali wynika z braku prac konserwacyjnych podczas wieloletniej eksploatacji. Brak systematycznej konserwacji elementów skutkuje głównie destrukcją otulin betonowych (fotografia 2), korozją zbrojenia i innych elementów stalowych. Innym źródłem uszkodzeń są błędy popełnione na etapie wykonawstwa (np. zbyt mała grubość otuliny, zła jakość betonu). Stwierdzono ponadto uszkodzenia wynikające z niefachowego prowadzenia prac modernizacyjnych. Są to m.in. podcięcia w słupach (fotografia 3) oraz przebicia przez płyty dachowe (fotografia 4) i rygle podłużne. W przypadku badanego obiektu inne typowe wady to imperfekcje konstrukcji (nieosiowo za-



Fot. 2. Odspojona otulina i skorodowane zbrojenie słupa



Fot. 3. Ingerencja (podcięcie) w konstrukcję słupa

montowane dźwigary na słupach, brak prostoliniowości słupów), zarysowania skurczowe, zaolejenia elementów itp. Niektóre elementy konstrukcji stalowej były w złym stanie technicznym w wyniku prowadzonych mokrych procesów technologicznych bez odpowiedniego odprowadzania wody z posadzki oraz bez zabezpieczenia powierzchni konstrukcji. Część elementów żelbetonowych została poddana renowacji, polegającej na oczyszczeniu i zabezpieczeniu zbrojenia oraz odtworzeniu otuliny. Elementy te są obecnie w znacznie lepszym stanie technicznym niż pozostałe bez renowacji.



Fot. 4. Niezgodne z zasadami technicznymi przebicie przez płytę

Wyniki pomiarów geodezyjnych i obliczeń

Przeprowadzone pomiary geodezyjne dotyczyły prostoliniowości i wychyleń od pionu słupów, ugięć dźwigarów dachowych oraz prostoliniowości podtorza suwnicy. Największa odchyłka od prostoliniowości słupa wynosiła 103 mm (ok. 1/270 wysokości słupa). Maksymalne wychylenie w poziomie wspornika podsuwnicowego wyniosło 206 mm

Wyniki pomiarów geodezyjnych położenia szyny toru suwnicy

Wielkość	Nawa B-C	Nawa C-D	Nawa E-F	Nawa F-G	Nawa H-I	Nawa I-J	Dopuszczalne odchyłki [%]
l_{nom} [mm]	28000	5000	28500	28500	5000	17000	±5
l_{max} [mm]	28012	5030	28510	28505	5028	17006	
l_{min} [mm]	28001	4999	28475	28492	5000	16997	
Δh [mm]	15	27	30	27	33	10	±10

(ok. 1/175 wysokości). Przemieszczenia słupów mają charakter imperfekcji geometrycznych powstałych w trakcie budowy, a nie są objawem przeciążenia lub nieprawidłowej pracy konstrukcji. Mierzone ugięcia dźwigarów sprężonych wynoszą -145 do -43 mm w nawie B-C, -125 do -30 mm w nawie E-F, -12 do +37 mm w nawie I-J. Wartości zmierzone w 2008 r. są zbliżone do podanych w dokumentacji archiwalnej z 1994 r. Wyniki pomiarów w połączeniu z pozytywną oceną wizualną potwierdzają zadowalający stan techniczny dźwigarów dachowych. Wybrane wyniki pomiarów geodezyjnych szyny toru suwnicy zestawiono w tabeli (prześwit nominalny l_{nom} , maksymalny l_{max} , minimalny l_{min} , maksymalna różnica wysokości w przekroju poprzecznym Δh). Można z nich wywnioskować, że wszystkie torowiska powinny być ponownie zrektyfikowane.

Obliczenia kontrolne przeprowadzone dla poprzecznego układu nośnego hali wykazały, że jedynymi elementami, które wymagają wzmocnienia, są słupy. Ich przeciążenie wynika głównie z przesunięć belek podsuwnicowych oraz imperfekcji, co powoduje dodatkowe momenty zginające. Mimo bardziej niekorzystnych warunków pracy niż te, założone w projekcie, wsporniki słupów pod belkami podsuwnicowymi spełniają stany graniczne nośności i użyteczności zgodnie z normą [3].

Podsumowanie

Badania konstrukcji hali przeprowadzone po 40 latach eksploatacji wykazały, że obiekt wymaga remontu i modernizacji. Jest to następstwem popełnionych zaniedbań wykonawczych i braku bieżących prac konserwacyjnych. W wielu elementach należy odtworzyć skorodowane zbrojenie i otuliny. Zalecono także rektyfikację torów podsuwnicowych, którą należy wykonać wraz z renowacją elementów konstrukcji wsporczych (styków belek, podlewek, mocowań belek ze słupami) oraz wzmocnieniem słupów. Pomimo nadzwyczaj niekorzystnych warunków pracy konstrukcji hali (tereny szkód górniczych, cykliczne lub dynamiczne oddziaływania suwnic i młynów oraz agresywne oddziaływanie środowiska wewnątrz hali) i złego wykonania oraz montażu większości elementów, stan techniczny obiektu oceniono jako dostateczny.

Literatura

- [1] Dokumentacja archiwalna dotycząca obiektu udostępniona przez zleceniodawcę (projekt budowlany i wykonawczy, opinie techniczne opracowane w poprzednich latach).
- [2] Zieliński Z. A.: Prefabrykowane betonowe dźwigary sprężone. Arkady, Warszawa 1962.
- [3] PN-B-03264:2002. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.