

DIAGNOSTYKA ŚCIAN TRÓJWARSTWOWYCH BUDYNKÓW WIELKOPŁYTOWYCH

DIAGNOSTICS OF THREE-LAYER WALLS OF BUILDINGS OF LARGE SLAB

mgr inż. Dariusz TOMASZEWICZ

Wyższa Szkoła Agrobiznesu, ul. Studencka 19, 18-402 Łomża

E-mail: dariusz-tomaszewicz@wp.pl

Streszczenie

Wraz z upływem czasu budynki wielkopłytowe w coraz w większym stopniu nie spełniają stawianych im wymogów i mają coraz gorszą opinię społeczną. Potrzebna jest ich modernizacja, która wymaga diagnostyki technicznej.

W artykule scharakteryzowano badania nieniszczące wykorzystywane w diagnostyce technicznej budynków wielkopłytowych, które pozwalają ocenić obiekt budowlany, nie naruszając jego stanu konstrukcyjnego.

Słowa kluczowe: budownictwo, diagnostyka techniczna, badania nieniszczące, budynki wielkopłytowe

Abstract

With the passage of time buildings of large slab more and more against them they do not meet the requirements and are becoming worse social opinion. There is a need of modernization, which requires technical diagnostics.

The article describes non-destructive investigations used in the diagnosis of technical buildings of large slab that allow you to assess the construction works without prejudice to the status of construction.

Keywords: building, technical diagnostics, not destructive investigations, buildings of large slab

1. Wstęp

Budownictwo wielkopłytowe narodziło się w Polsce w latach 50. XX wieku. Polegało ono głównie na zastosowaniu dużych prefabrykowanych elementów ściennych i stropowych o ciężarze zbliżonym do możliwości udźwigu wieżowych żurawi montażowych, które masowo wprowadzono na place budów od 1954 roku. Elementy prefabrykowane wykonywane były seryjnie w specjalnie zaprojektowanych poligonach lub w zamkniętych zakładach prefabrykacji przy zastosowaniu odpowiedniej mechanizacji produkcji. W takim rozwiązaniu widziano szansę na szybzy rozwój budownictwa mieszkaniowego.

„Wielkopłytowce” nie mają dobrej opinii społecznej. Opinia ta kształtowała się głównie z perspektywy postępującej degradacji technicznej i kojarzona była przede wszystkim ze złą jakością wykonawstwa. Dziś, obiekty wielkopłytowe wymagają modernizacji ze względu na współczesne wymagania użytkowe i zapotrzebowanie rynku.

Obecnie obowiązująca ustawa *Prawo budowlane* stawia wszystkim budynkom i ich usytuowaniu podstawowe wymagania takie jak: bezpieczeństwo konstrukcji, bezpieczeństwo pożarowe, bezpieczeństwo użytkowania, odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne oraz ochrona środowiska, ochrona przed hałasem i drganiami, oszczędność energii i izolacyjność cieplna. W celu sprawdzenia spełnienia tych wymagań koniecznym staje się przeprowadzenie diagnostyki technicznej każdego obiektu budowlanego. Jedną z form diagnostyki technicznej jest diagnostyka kon-

strukcyjna, w procesie eksploatacji następuje bowiem utrata właściwych parametrów konstrukcji.

W trakcie eksploatacji budynków wielkopłytowych występują spękania elementów nośnych na całej wysokości przekroju. Takie spękania oznaczają, że elementy te tracą swą sztywność i nie pracują jako pełny przekrój żelbetowy [2].

Inaczej sytuacja wygląda w przypadku obiektów zabytkowych, stanowiących świadectwo minionych epok. W ocenie stanu obiektów zabytkowych wykorzystywane są metody fotogrametrii, geodezji precyzyjnej, termografii, pomiarów georadarowych oraz metody laserowe np. do czyszczenia polichromii [8].

W artykule przedstawiono metody przeprowadzania diagnostyki zewnętrznych ścian warstwowych w budynkach wielkopłytowych wykorzystywane w badaniach nieniszczących. Opisano sprzęt i urządzenia, mające zastosowanie do oceny wizualnej powierzchni betonowych, w tym przypadku elewacyjnej warstwy fakturowej.

Badania nieniszczące (ang. Non-Destructive Testing) – NDT pozwalają na weryfikację stanu istniejącej konstrukcji oraz dokonywanie na tej podstawie prognozy dotyczącej jej trwałości, oceny jakości wykonania oraz bezpiecznego użytkowania. W wyniku takiego badania uzyskuje się informację o występowaniu nieciągłości materiałowych w obiektach [12].

Jednym z pierwszych kroków w trakcie oględzin stanu konstrukcji betonowych jest ocena wizualna badanej konstrukcji [1].

Osoba przeprowadzająca badania wizualne powinna również zapoznać się ze specyfikacją techniczną, dziennikiem budowy, wynikami badań materiałów wykonywanych podczas wznoszenia obiektu oraz dostępnymi wynikami późniejszych badań konstrukcji, opinii i ekspertyz.

W nieniszczących badaniach diagnostycznych obiektów betonowych wykorzystuje się jako uzupełnienie **badania wizualnych** w zasadzie dwie odmiany metod impulsowych, czyli metodę ultradźwiękową oraz metodę młoteczkową [1, 3, 5, 6, 7].

2. Badania wizualne

Przy badaniach wizualnych stosuje się System Zdalnej Obserwacji Wizualnej. System (ZOW) rozwijany był w ITB w latach 2005 ÷ 2008 i stanowił typowy przykład systemu monitoringu wizualnego RVM (ang. Remote Video Monitoring). W wyniku przeprowadzanych testów i analiz zdecydowano się na wybór odpowiednich kamer (rys. 1) dla systemu ZOW.



kamera analogowa KZC-261



kamera cyfrowa SNC-RZ30P

Rys. 1. Standardowe kamery przyjęte w podsystemie ZOW [14]

Kamera KZC-261 charakteryzuje się bardzo dobrą czułością i 260-krotnym zoomem (26-krotny zoom optyczny), zasadniczą kamerą zaś jest kamera cyfrowa SNC-RZ30P z 300-krotnym zoomem (25-krotny zoom optyczny) [14].

Innym sprzętem stosowanym podczas badań wizualnych jest boroskop. Urządzenie to pozwala na obserwację w kierunku osi wziernika lub pod kątem prostym do jego osi. Wziernik jest wykonany w postaci sztywnej rurki zawierającej układ lusterek i soczewek. Niektóre boroskopy (fot. 2) mają możliwość obracania sondy wokół osi lub dzięki ruchomym pryzmatom pozwalają na obserwację pod kątem różnym od 90° w stosunku do osi podłużnej wziernika. Długości wziernika boroskopu sięgają 600 mm [3].



Rys. 2. Boroskop z ruchomym pryzmatem i obrotową sondą [14]

Kolejnym urządzeniem, mającym zastosowanie w badaniach wizualnych jest fiberoskop. Jest to urządzenie optyczne, którego sonda jest w postaci giętkiej rurki o długości nawet do 2,7 m. Elastyczny wziernik jest zbudowany z wiązki światłowodów oraz systemu lusterek. Światłowodami transmitowane jest również światło do oświetlenia badanego wnętrza konstrukcji. Zaletą fiberoskopu jest możliwość badania bardziej niedostępnych miejsc w konstrukcji. Pozwala także na poruszanie końcówką wziernika w dwóch lub czterech kierunkach, co znacznie zwiększa pole widzenia. Przykładem uniwersalności fiberoskopów (rys.3) jest fiberoskop z artykulacją we wszystkich kierunkach [3, 15].



Rys. 3. Fiberoskop o śr. 8 mm z artykulacją we wszystkich kierunkach [15]

Przy badaniach wizualnych można stosować też urządzenia cyfrowe. Takim przykładem jest videoskop. Urządzenie to jest wyposażone w niewielką sztywną sondę połączoną kablem z cyfrową kamerą video i małym przenośnym kolorowym monitorem. Na rys.4 jest pokazany videoskop, który posiada bardzo jasny i wysokiej rozdzielczości ekran LCD oraz bardzo intensywne źródła światła dostarczające doskonale ostry obraz.



Rys. 4. Videoskop Everest XLG3 [15]

Pomiar fazowy 3D umożliwia inspekcję i pomiar wad przy pomocy jednego obiektywu, eliminując konieczność wymieniania obiektywu na pomiarowy [3, 15].

3. Metoda ultradźwiękowa

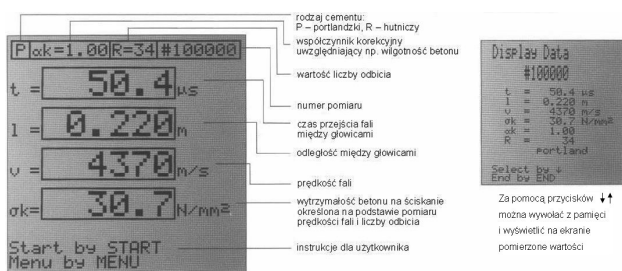
W metodzie ultradźwiękowej wykorzystywany jest betonoskop TICO. Betonoskop TICO (rys. 5-7) jest urządzeniem pozwalającym na wykrywanie defektów w strukturze oraz na szacowanie wytrzymałości i jednorodności betonu. Jest on zaopatrzony w wyświetlacz ciekłokrystaliczny LCD (128 x 128 pkt.), pamięć trwałą pozwalającą na zapis 250

pomiarów oraz wewnętrzne oprogramowanie do transmisji danych do PC.

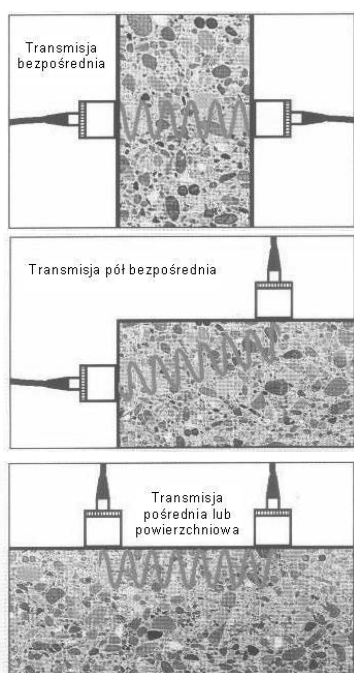


Rys. 5. Betonoskop TICO [16]

Dzięki betonoskopowi TICO można określić w konstrukcji: jednorodność materiału; pustki, pęknięcia czy też wady będące skutkiem działania ognia lub mrozu, moduł sprężystości oraz wytrzymałość betonu [1, 2, 17].



Rys. 6. Widok pomiaru prędkości fali ultradźwiękowej za pomocą betonoskopu [16]



Rys. 7. Pomiary ultradźwiękowe z głowicami różnie ułożonymi [16]

4. Metoda młotczkowa

Metoda ta jest jedną z odmian nieniszczących impulsowych metod diagnostycznych konstrukcji betonowych. Wykorzystuje ona zjawisko propagacji fal mechanicznych w ciałach stałych wzbudzanych inaczej niż w metodzie ultradźwiękowej, a mianowicie poprzez uderzenie w powierzchnię badanego obiektu specjalnego rodzaju młoteczka. Stąd nazwa metoda młoteczkowa.

Prędkość propagacji fali podłużnej oblicza się jako iloraz odległości dzielącej odbiorniki i różnicy czasu pomiędzy odbiornikami zarejestrowanej przed czołem fali podłużnej.

$$C_L = \frac{L}{t_2 - t_1} \text{ [m/s]} \quad (1)$$

gdzie:

L – rozstaw przewodników piezoelektrycznych, [m]

t₂ t₁ – zzas rejestracji sygnału przez odbiornik 2 i 1, [s] [6, 7]



Rys. 8. Zestaw młotczków do wzbudzania fal sprężystych [1, 18]

Stosując metodę Impact – Echo można między innymi [1, 2, 10]:

- ✓ wykryć wszelkiego rodzaju wady w betonie, w tym wady spowodowane niewłaściwym zagęszczeniem mieszanki betonowej w tych fragmentach konstrukcji, gdzie występuje duże nasycenie zbrojeniem
- ✓ lokalizować nieciągłości i rozwarstwienia konstrukcji
- ✓ ocenić zagrożenie korozyjne kabli sprężających, które jest konsekwencją niewłaściwej iniekcji ich osłon.

5. Metoda termograficzna

Promieniowanie podczerwone jest to widmo promieniowania elektromagnetycznego o długości fal od 0,75 do 100 μm, które często zwane jest podczerwienią.

Wyróżnia się dwa rodzaje termograficznych metod badań nieniszczących: metody pasywne i aktywne. Pierwszą z nich stosuje się do wykrywania przypowierzchniowych defektów struktury materiału w postaci pustek rozwarstwień i zarysowań, druga zaś jest metodą bezkontaktową.

Do aktywnej termografii podczerwieni należy zaliczyć: termografię impulsową, modulacyjną, impulsowo – fazową i wibrotermografię [3].

Termografia impulsowa to jedna z najpopularniejszych metod aktywnej termografii. Popularność zawdzięcza szybkości pomiarów, które polegają na ogrzewaniu badanej po-

wierzchni krótkotrwałym impulsem cieplnym przy zastosowaniu lampy, lasera lub podobnego urządzenia w celu wygenerowania impulsu, lub też serii impulsów [3, 20].

Termografia modulatoryjna polega na tym, że badana powierzchnia materiału poddawana jest oddziaływaniu harmonicznego strumienia ciepła. Analiza odpowiedzi ogrzewanej powierzchni jest określana amplitudą i kątem przesunięcia fazowego odebranego sygnału w porównaniu z sygnałem stymulującym o znanej częstotliwości [3].

Termografia impulsowo – fazowa została zaproponowana przez X. Maldague, S. Marinetti i J. Kytjüre. Badanie według tej metody polega na stymulacji badanej powierzchni impulsem cieplnym, podobnie jak w metodzie termografii impulsowej. Następnie rejestruje się rozkład temperatury kamerą podczerwieni na badanej powierzchni w trakcie jej stygnięcia [3, 20].

Wibrotermografia modulatoryjna jest badaniem, w którym na skutek wywołania drgań mechanicznych ulega zmianie pola w badanym materiale. Część energii płynącej z tych drgań zamieniana jest na ciepło w wyniku wewnętrznego tarcia. Zaletą wibrotermografii jest wykrywanie pionowych pęknięć i rozwarstwień w konstrukcji, których nie da się zlokalizować innymi metodami termograficznymi [3].

Kamera podczerwieni LC-503P (rys. 9) została zaprojektowana na nowoczesnym przetworniku obrazu CCD SONY 1/3. Posiada ona obiektyw z możliwością regulacji kąta. Zaletą tej kamery jest oświetlacz podczerwieni, który umożliwia obserwację nawet w zupełnych ciemnościach.



Rys. 9. Kamera podczerwieni LC-503P

Efektywna odległość działania oświetlacza podczerwieni sięga do 30 m. Całość zamknięta jest w wodoszczelnej trwałej metalowej obudowie, która zapewnia długą żywotność kamery. Kamera może być stosowana zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz konstrukcji [19]. Techniki termowizyjne według [21] można podzielić na dwie grupy: pasywne i aktywne. Pierwsze techniki charakteryzują się tym, że pomiar rozkładu temperatury odbywa się na powierzchni badanych obiektów, druga zaś technika wymaga doprowadzenia energii zewnętrznej do badanego układu.

6. Wykorzystanie metod nieniszczących w diagnostyce ścian trójwarstwowych

Wymienione w artykule aparaty badawcze do badań nieniszczących mają szerokie zastosowanie w diagnostyce

ścian trójwarstwowych budynków wielopłytkowych. Autor dokonał ogólnego przeglądu metod diagnostycznych z uwagi na dobór i możliwości dostępu sprzętu do prowadzenia badań własnych zewnętrznych ścian trójwarstwowych w badaniach terenowych (rys. 10) oraz na próbkach trójwarstwowych zamodelowanych na bazie tych ścian wraz z zaprojektowanym zbrojeniem.



Rys. 10. Prace podczas sprawdzania detektorem zbrojenia ściany trójwarstwowej

Po dokonanych przeglądzie zdecydowano się na wybór detektora zbrojenia PROFOMETR 5+ (rys.11) szwajcarskiej firmy PROCEQ, dzięki udostępnieniu tego urządzenia przez VIATECO Spółka z o.o. Badania te stanowią preludeum do dalszych prac, czyli przejścia w obszar badań niszczących metodą pull-out.



Rys. 11. Prace podczas sprawdzania detektorem zbrojenia trójwarstwowych próbek

Dzięki badaniom nieniszczącym jest możliwe zlokalizowanie prętów zbrojeniowych, a następnie na podstawie zlokalizowanych prętów zbrojeniowych, będzie można zastosować i w odpowiednim miejscu umiejscowić zakotwienia wklejane, których zadaniem będzie odciążenie pracy istniejących, często już skorodowanych wieszaków - prętów zespalających ze sobą trzy warstwy. Wspomniana

sytuacja oddaje ideę, która przyświeca wzmocnieniu (zapobieganiu odpadaniu) elewacyjnej warstwy fakturowej w ścianach trójwarstwowych budynków wielkopłytowych.

Podsumowanie

Budownictwo wielkopłytowe, tzw. wielka płyta, wymaga gruntownej modernizacji, która wynika z obecnie obowiązującego Prawa budowlanego. W celu wykonania modernizacji niezbędne jest określenie jej zakresu. Jednym z narzędzi stosowanych w diagnostyce obiektów budowlanych są metody nieniszczące, które pozwalają ocenić stan obiektu, nie naruszając jego stanu konstrukcyjnego.

Literatura

- [1] Baryłka A., Okresowe kontrole obiektów budowlanych w procesie ich eksploatacji. Wyd. Centrum rzeczoznawstwa Budowlanego, Warszawa, 2016,
- [2] Runkiewicz L. (2006), *Diagnostyka konstrukcyjna obiektów budowlanych*, Przegląd budowlany 3/2006, s. 16-18
- [3] Drobiec Ł., Jasiński R., Piekarczyk A. „Diagnostyka konstrukcji żelbetowych.” Metodologia, badania polowe, badania laboratoryjne betonu i stali, tom 1. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010
- [4] Brunarski L., Runkiewicz L. (2010), *Diagnostyka obiektów budowlanych*, 56 Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB, Kielce – Krynica 19 ÷ 24.09.2010, s. 73-84
- [5] Drobiec Ł., Jasiński R., Piekarczyk A. (2007), *Metody lokalizacji wad konstrukcji betonowych – metoda ultradźwiękowa (cz. I)*, Przegląd budowlany 9/2007, s. 29-36
- [6] Drobiec Ł., Jasiński R., Piekarczyk A. „Metody lokalizacji wad konstrukcji betonowych – metoda młoteczkowa (cz. II), Przegląd budowlany 10/2007, s. 37-42
- [7] Piekarczyk A., Drobiec Ł., Jasiński R. (2010), *Wykrywanie wad w konstrukcjach wewnętrznych żelbetowych*, Inżynier Budownictwa 4/2010, s. 48-52
- [8] Janowski Z. (2010), *Diagnostyka, modernizacja i rewitalizacja budowli zabytkowych*, 56 Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB, Kielce – Krynica 19 ÷ 24.09.2010, s. 215-231
- [9] Błaszczyński T., Łowińska – Kluge A., Runkiewicz L. (2010), *Diagnostyka korozyjna obiektów żelbetowych*, Przegląd budowlany 12/2010, s. 41-45
- [10] Moczko A. (2001), *Współczesne metody nieniszczącej diagnostyki konstrukcji betonowych*, Budownictwo, technologie, architektura. Polski Cement 16/2001, s. 48-50
- [11] Rucka M., (2010), *Diagnostyka konstrukcji ramowych i płytowych za pomocą fal sprężystych*, 56 Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB, Kielce – Krynica 19 ÷ 24.09.2010, s. 851-858
- [12] Lewińska-Romicka A. (2001), *Badania nieniszczące. Podstawy defektoskopii*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa
- [13] PN-EN 583-1:2001 „Badania nieniszczące. Badania ultradźwiękowe. Część 1: Zasady ogólne
- [14] Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej (2010), *Bezprzewodowy monitoring obiektów budowlanych*, Warszawa
- [15] <http://www.everestvit.pl>
- [16] <http://www.ultrasonic.home.pl>
- [17] <http://www.viateco.com.pl>
- [18] <http://www.impact-echo.com/pages/products.html>
- [19] <http://www.ctr.pl>
- [20] Świdorski W. (2009), *Metody i techniki termografii w podczerwieni w badaniach nieniszczących materiałów kompozytowych*, Problemy Techniki Uzbrojenia, Zielonka, s. 75-92
- [21] Uhl T. (2010), *Współczesne metody monitorowania i diagnozowania konstrukcji*, Wyd. Fundacja im. Wojciecha Świątosławskiego na rzecz Wspierania Nauki i Rozwoju Potencjału Naukowego w Polsce, Gliwice, s. 193-254
- [22] Baryłka A., Diagnostyka budowlana istotnym narzędziem inżynierii bezpieczeństwa obiektów budowlanych. Referat na XXVII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Inżynieria Bezpieczeństwa – Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń, „Ekomilitaris 2014” Zakopane, 2014

Eksploatacja obiektów budowlanych

Autor: Adam Baryłka, Jerzy Baryłka **Wydawca:** Centrum Rzeczoznawstwa Budowlanego



W książce omówiono kompleksowo zagadnienia techniczno-prawne, których znajomość jest niezbędna w procesie eksploatacji obiektów budowlanych. Zagadnienia te ujęto w 12 rozdziałach zawierających 97 rysunków i schematów obrazujących złożone procedury postępowania. Książka jest kierowana, w szczególności, do właścicieli i zarządców obiektów budowlanych, może być ona również przydatna dla osób pełniących samodzielne funkcje techniczne w budownictwie, osób starających się o uzyskanie uprawnień budowlanych oraz wszystkich osób interesujących się praktycznymi zagadnieniami budownictwa.

ISBN 978-83-942194-5-1, stron 653