

# Badania starzeniowe płyt włóknisto-cementowych z użyciem komory starzeniowej

## Aging tests of fibre-cement boards using an aging chamber

### Streszczenie

W artykule przedstawiono propozycję zastosowania komory starzeniowej do badania płyt włóknisto-cementowych. Badaniom poddano 3 rodzaje płyt włóknisto-cementowych poddanych procesowi starzenia w czasie 1010 godzin, przy natężeniu napromieniowania:  $0,35 \text{ W/m}^2$ , temperaturze  $65 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , wilgotności  $60\% \pm 5 \text{ RH}$ . Przyjęto następujące cykle: 102 min światło, 18 min światło i nadeszczanie próbek. Zastosowano system filtrów: zewnętrzny i wewnętrzny BS. Otrzymano interesujące rezultaty badań, które pozwoliły zaobserwować zmiany zachodzące w mikrostrukturze badanych płyt pod wpływem wymienionych procesów.

**Słowa kluczowe:** badania nieniszczące; płyty włóknisto-cementowe; komora starzeniowa

### Abstract

The article presents the proposal for the application of aging chamber. Three types of fibrous-cement boards were subjected to aging process to the tests for 1010 hours, at an irradiance of  $0.35 \text{ W/m}^2$ ,  $65 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $60\% \pm 5 \text{ RH}$ . The following cycles were accepted: 102 min light, 18 min light and then specimen deposition. A filter system was used: external and internal BS. Interesting results have been obtained, which have allowed us to observe the changes taking place in the microstructure of the plates under investigation due to the processes mentioned.

**Keywords:** non-destructive testing; fiber-cement board; aging chamber

## Wprowadzenie

Na początku XX wieku czeski inżynier Ludwig Hatschek opracował i opatentował technologię produkcji płyty azbestowo-cementowej, którą od tego czasu nazywano eternitem – płytą włókno-cementową i wprowadzono do powszechnej produkcji wyrobów budowlanych oraz zaczęto stosować w budownictwie. Charakteryzowała się ona wyjątkowymi parametrami, a mianowicie: lekkością, wytrzymałością, trwałością oraz niepalnością. Azbest z czasem zastąpiono, na skutek regulacji prawnych, bezpiecznymi włóknami [1,2]. Obecnie płyty włóknisto-cementowe produkowane są z naturalnych surowców takich jak cement, włókna celulozowe i polialkoholu winylowego (PVA) oraz woda. Ponad 50% mieszanki produkcyjnej stanowi cement. Celuloza z kolei stanowi „zbrojenie” płyty, wypełnia matrycę i zapewnia właściwą ilość wody potrzebną w procesie hydratacji cementu. Natomiast włókna z PVA nadają odpowiednią wytrzymałość materiału. Dodatkowo dla polepszenia właściwości i przyspieszenia procesu wiązania dodawane są wypełniacze na przykład kaolin, mączka wapienna i inne.

Wyroby budowlane wytwarzane z włókno-cementu są stosowane w budownictwie jako materiał budowlany

i wykończeniowy dla elewacji wentylowanych, okładzin wewnętrznych i dachów [1,2,6-8]. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowe realizacje budynków, w których zastosowano elewacje wykonane z płyt włóknisto-cementowych.

Płyty włóknisto-cementowe stosowane na zewnątrz narażone są na działanie różnych warunków środowiskowych takich jak zmiany temperatury, insolacja słoneczna, promieniowanie UV, opady deszczu itp. Ważne jest w jaki sposób wpływa to na założoną funkcjonalność i trwałość badanych płyt.

Z tego powodu istnieje potrzeba prowadzenia badań tego typu materiałów uwzględniających czynniki, na które będą narażone podczas eksploatacji. Badania takie powinny dać możliwość kontroli zmian na powierzchni i mikrostruktury danego materiału. Należy zaznaczyć, że dotychczas większość badań materiałów wykonanych z włókno-cementu ograniczała się tylko do określania normowych parametrów fizyko-mechanicznych [3,6]. W literaturze spotkać można także rezultaty badań wykonanych z wykorzystaniem metod nieniszczących między innymi metody ultradźwiękowej i metody emisji akustycznej [4,5,9].

**Dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz, inż. Adam Sterniuk** – Politechnika Wrocławska; **dr hab. inż. Janusz Juraszek, prof. ATH** – Akademia Techniczno-Humanistyczna; **dr hab. inż. Maciej Roskosz, prof. AGH** – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza; **mgr inż. Agnieszka Piczak, dr inż. Zbigniew Jurasz** – Instytut Badań i Rozwoju Motoryzacji BOSMAL Sp. z o.o.

Autor korespondencyjny/Corresponding author: [k.schabowicz@pwr.edu.pl](mailto:k.schabowicz@pwr.edu.pl)



**Rys. 1.** Widok przykładowych elewacji budynków wykonanych z wykorzystaniem płyt włóknisto-cementowych  
**Fig. 1.** Examples of building facade with fiber-cement boards

Autorzy niniejszego artykułu podjęli próbę wykorzystania komory starzeniowej badania struktury materiałów włóknisto-cementowych i oceny wpływu czasu na jego powierzchnię i strukturę.

## Opis badań

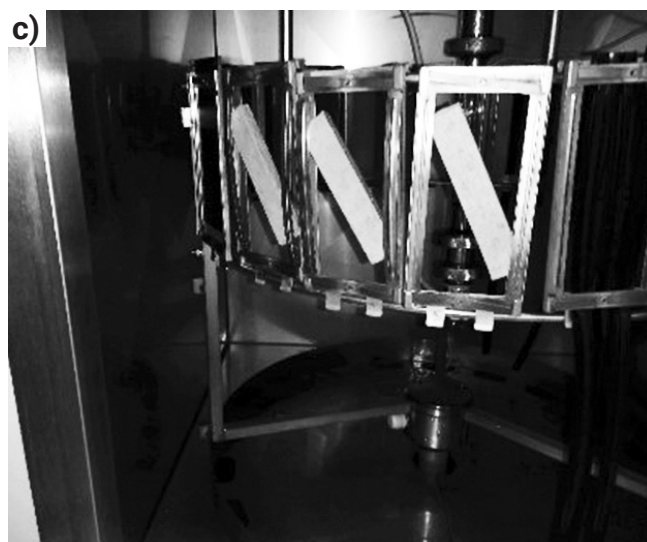
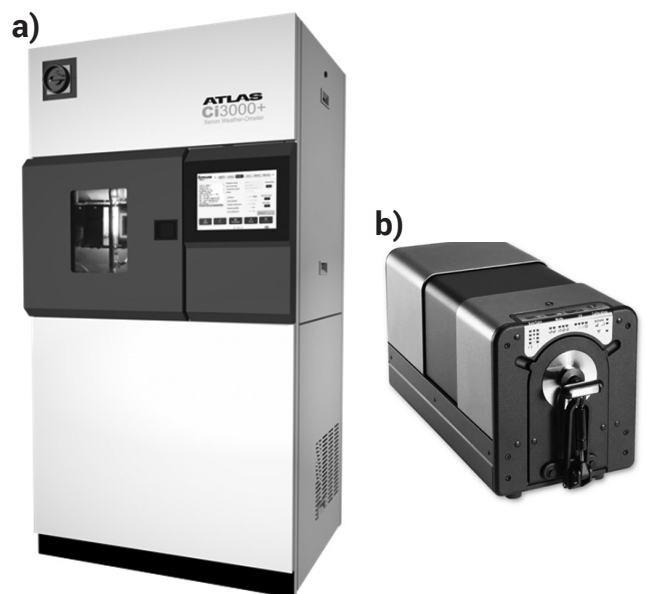
Badaniom poddano płyty włóknisto-cementowe o różnym składzie i zastosowaniu. Podczas badania oceniano zarówno wygląd przekroju płyty po procesie produkcyjnym, jak i wpływ symulowanych warunków eksploatacyjnych. Płyty przed badaniem były poddane procesowi starzenia w komorze starzeniowej w czasie 1010 godzin, przy natężeniu napromieniowania:  $0,35 \text{ W/m}^2$ , temperaturze  $65 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , wilgotności  $60\% \pm 5 \text{ RH}$ . Przyjęto następujące cykle: 102 min światło, 18 min światło i nadszczanie próbek. Zastosowano system filtrów: zewnętrzny i wewnętrzny BS.

W badaniach wykorzystano urządzenie: Xenon Arc Weather-Ometer Ci 3000+ firmy ATLAS, które pokazano na rysunku 2 oraz Spektrofotometr Color i5, X-Rite.

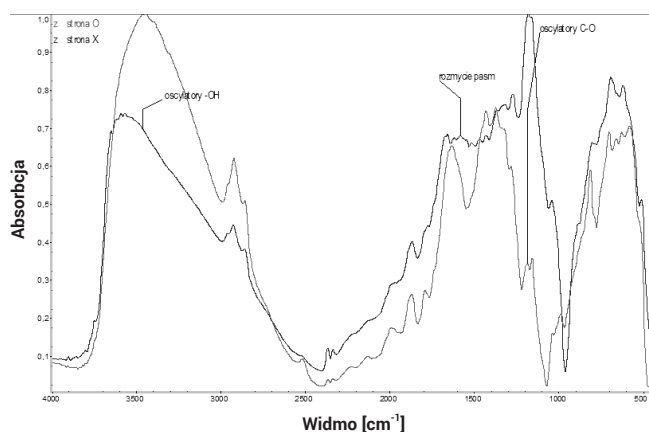
## Wyniki badań i ich analiza

Na rysunku 3 pokazano przykładowe zestawienie widm dyfuzyjnych (odbicie wiązki pomiarowej od powierzchni próbek) dla powierzchni oznaczonej „X” oraz „O”, a na rysunku 4 zestawienie uśrednionych widm ramanowskich dla strony opisanej jako „O” oraz „X”.

W badaniach spektrofotometrycznych obie płaszczyzny płytek różnią się pod względem budowy chemicznej. Lepiej widać to na badaniach dyfuzyjnych (odbicie wiązki pomiarowej od powierzchni płytek) optycznie nie stwierdzono istotnych różnic.

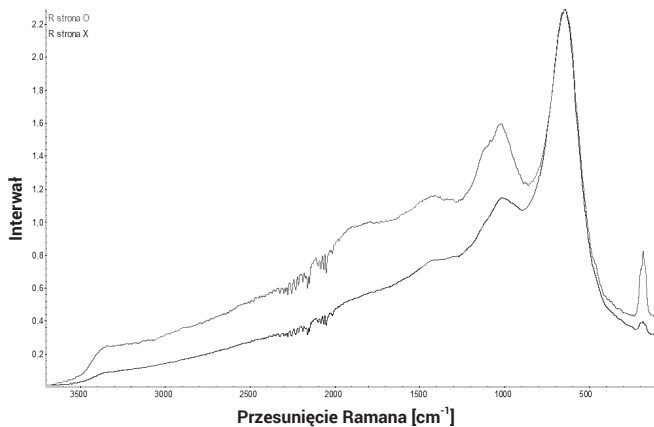


**Rys. 2.** Widok wykorzystanej do badań komory starzeniowej (a) [10] i spektrofotometru (b) [11] oraz widok stanowiska badawczego (c)  
**Fig. 2.** The view of aging chamber using during the test (a) [10] and spectrophotometer (b) [11], and view of research position (c)



**Rys. 3.** Zestawienie widm dyfuzyjnych dla powierzchni oznaczonej „X” oraz „O”  
**Fig. 3.** Comparison of diffusion spectra for surfaces marked “X” and “O”

W widmach można zaobserwować charakterystyczne obszary drgań grup -OH dla liczb falowych ok.  $3400 \text{ cm}^{-1}$ . Na stronie „X” widoczne jest obniżenie tego pasma. Ubytek grup -OH w przypadku żywic stosowanych do wytwarzania materiałów hybrydowych może świadczyć o postępującym



**Rys. 4.** Zestawienie uśrednionych widm ramanowskich dla strony opisanej jako „O” oraz „X”

**Fig. 4.** A summary of average Raman spectra for pages described as “O” and “X”

procesie sieciowania (utwardzania żywic). Potwierdzeniem tego procesu może być pojawienie się bardzo intensywnego pasma ugrupowań zawierających oscylatory C-O w widmie „X”. Może to być również efektem procesów utleniania żywicy. Zmiana struktury chemicznej i nadcząsteczkowej ujawnia się również poprzez rozmycie pasm.

Na widmach ramanowskich ujawniają się w szczególności pasma oscylatorów symetrycznych. Intensywne pasma pochodzą od obszarów krystalicznych o jednakowej sekwencji ugrupowań bez silnych naprężeń wewnętrznych. Strona „X” charakteryzuje się większą anizotropią struktury

**Tablica I.** Zestawienie wyników badań zmiany barwy

**Table I.** Summary of color change test results

$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*_{ab}$	Stopień szarej skali wg PN-EN ISO 105-A05:2000
-0,40	0,48	2,07	2,16 ± 0,42	4

nadcząsteczkowej co ujawnia się w postaci zaniku i rozmywania pasm. Może to być efektem sieciowania się polimeru bazowego i tym samym powstawania większych naprężeń międzycząsteczkowych. Jest to w pewnym stopniu potwierdzenie wcześniejszych obserwacji.

W wyniku oddziaływań zewnętrznych obie strony (powierzchnie zewnętrzne do głębokości kilkunastu mikrometrów – penetracja wiązki pomiarowej) badanego materiału kompozytowego posiadają odmienne właściwości fizykochemiczne.

Wyniki zmiany barwy przedstawiono za pomocą różnicy współrzędnych w przestrzeni barw CIELAB, wg CIE 15.3:2004. Wyniki tych badań przedstawiono w tablicy I. Warunki pomiaru były następujące: geometria d/8 SPIN (ze składową połysku), iluminant D65, obserwator 10°.

Badana próbka zmieniała się w kierunku barwy żółtej (parametr  $\Delta b^*$ ). Wystąpiła również niewielka, ale dostrzegalna zmiana jasności (parametr  $\Delta L^*$ ) oraz przesunięcie w kierunku barwy czerwonej (parametr  $\Delta a^*$ ). Ogólna zmiana barwy  $\Delta E^*_{ab}$  wynosi 2,16, oznacza to, że próbki będą wyglądały tak samo, jeśli nie sąsiadują ze sobą.

## Podsumowanie

W artykule przedstawiono propozycję zastosowania komory starzeniowej do badania płyt włóknisto-cementowych. Badaniom poddano płyty włóknisto-cementowe o różnym składzie i zastosowaniu. Płyty przed badaniem były poddane procesowi starzenia w komorze starzeniowej w czasie 1010 godzin. Uzyskano interesujące rezultaty badań, które pozwoliły zaobserwować zmiany zachodzące w mikrostrukturze badanych materiałów pod wpływem przyspieszonego starzenia. Analiza obrazów przekrojów płyt uzyskanych zarówno bezpośrednio po produkcji jak i eksploatacji pozwala na określenie stanu płyt nowych jak i eksploatowanych, ich składu oraz degradacji. Uzyskane wyniki pozwalają na zaplanowanie szerszego programu badań mających na celu określenie procesów zużycia płyt włóknisto-cementowych oraz opracowania metodyki określania ich stanu technicznego na podstawie badań nieniszczących.

*Artykuł powstał w ramach interdyscyplinarnego projektu naukowo-badawczego nr 01/02/2017 pn. Nieniszcząca diagnostyka obiektów budowlanych i technicznych w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa i niezawodności ich eksploatacji, realizowanego w Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej, przy współpracy pracowników Politechniki Śląskiej i Politechniki Wrocławskiej oraz Doosan Babcock Energy Polska S.A. i Instytutu Badań i Rozwoju Motoryzacji BOSMAL Sp. z o.o.*

## Literatura

- [1] Informacje ze strony internetowej: <http://www.euronit.de/>
- [2] Informacje ze strony internetowej: <http://www.cembrit.com/>
- [3] PN-EN 12467:2013-03E – Płyty płaskie włóknisto-cementowe. Charakterystyka wyrobu i metody badań.
- [4] Drelich R., Gorzelańczyk T., Pakuła M., Schabowicz K.: Automated Control of Cellulose Fibre Cement Boards with a Non-Contact Ultrasound Scanner, Automation in Construction, 57, pp. 55-63, 2015.
- [5] Gorzelańczyk T., Schabowicz K.: Non-Destructive Testing of Moisture in Cellulose Fiber Cement Boards, 11th European Conference on Non-Destructive Testing (ECNDT), Prague, 2014.
- [6] Gorzelańczyk T., Schabowicz K.: Badania płyt włóknisto-cementowych zawierających materiały z recyklingu, Materiały Budowlane, nr 10, s. 27-29, 2015.
- [7] Gorzelańczyk T., Schabowicz K.: Rewitalizacja elewacji budynków z zastosowaniem płyt włóknisto-cementowych, Materiały Budowlane, nr 11, s. 163-165, 2015.
- [8] Schabowicz K., Gorzelańczyk T., Szymków M.: Elewacje wentylowane, Architektura Murator, nr 6, dod. Warsztat Architekta, nr 3, s. 36-53, 2017.
- [9] Gorzelańczyk T., Schabowicz K., Szymków M.: Nieniszczące badania płyt włóknisto-cementowych z wykorzystaniem emisji akustycznej, Przegląd Spawalnictwa, vol. 88, nr 10, s. 35-38, 2016.
- [10] Informacje ze strony internetowej: <http://atlas-mts.com/>
- [11] Informacje ze strony internetowej: <http://www.xrite.com/>